



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA
E INSTALACIÓN DE EQUIPO TÉRMICO PARA LA ELABORACIÓN DE ALIMENTOS EN EL
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA DEL HOSPITAL ROOSEVELT**

Oscar Efraín Quiñónez Reyes

Asesorado por el Ing. Hugo Armando Mérida Pineda

Guatemala, julio de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA
E INSTALACIÓN DE EQUIPO TÉRMICO PARA LA ELABORACIÓN DE ALIMENTOS EN EL
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA DEL HOSPITAL ROOSEVELT**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

OSCAR EFRAÍN QUIÑÓNEZ REYES

ASESORADO POR EL ING. HUGO ARMANDO MÉRIDA PINEDA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JULIO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Esdras Feliciano Miranda Orozco
EXAMINADOR	Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos
EXAMINADOR	Ing. Edwin Giovanni Tobar Guzmán
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA
E INSTALACIÓN DE EQUIPO TÉRMICO PARA LA ELABORACIÓN DE ALIMENTOS EN EL
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA DEL HOSPITAL ROOSEVELT**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha febrero de 2011.


Oscar Efraín Quiñónez Reyes

Guatemala, febrero de 2012

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Señor Director:

Atentamente me dirijo a usted para someter a su consideración el trabajo de graduación del estudiante **Oscar Efraín Quiñónez Reyes**, previo a obtener el título de ingeniero mecánico industrial.

Dicho documento se titula "Propuesta para la implementación de buenas prácticas de manufactura e instalación de equipo térmico para la elaboración de alimentos en el Departamento de Nutrición y Dietética del hospital Roosevelt", el cual he asesorado y revisado y considero llena los requisitos necesarios para su aprobación.

Sin otro particular, me suscribo de usted,



Ing. Hugo Armando Mérida Pineda
Colegiado 6365

Hugo Armando Mérida Pineda

INGENIERO MECANICO INDUSTRIAL

Colegiado No. 6365



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA E INSTALACIÓN DE EQUIPO TÉRMICO PARA LA ELABORACIÓN DE ALIMENTOS EN EL DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA DEL HOSPITAL ROOSEVELT**, presentado por el estudiante universitario **Oscar Efraín Quiñónez Reyes**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Inga. Miriam Patricia Rubio de Akú
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Miriam Patricia Rubio Contreras
INGENIERA INDUSTRIAL
COL. 4074


Guatemala, mayo de 2012.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA E INSTALACIÓN DE EQUIPO TÉRMICO PARA LA ELABORACIÓN DE ALIMENTOS EN EL DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA DEL HOSPITAL ROOSEVELT**, presentado por el estudiante universitario **Oscar Efraín Quiñónez Reyes**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, julio de 2012.

/mgp



DTG. 348.2012

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA E INSTALACIÓN DE EQUIPO TÉRMICO PARA LA ELABORACIÓN DE ALIMENTOS EN EL DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA DEL HOSPITAL ROOSEVELT**, presentado por el estudiante universitario **Oscar Efraín Quiñónez Reyes**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 20 de julio de 2012.

/gdech



Guatemala, febrero de 2012

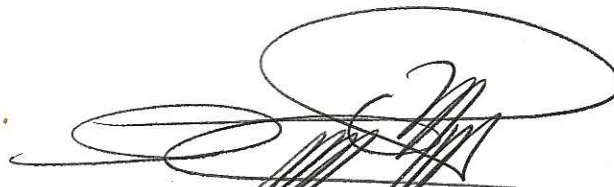
Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Señor Director:

Atentamente me dirijo a usted para someter a su consideración el trabajo de graduación del estudiante **Oscar Efraín Quiñónez Reyes**, previo a obtener el título de ingeniero mecánico industrial.

Dicho documento se titula "Propuesta para la implementación de buenas prácticas de manufactura e instalación de equipo térmico para la elaboración de alimentos en el Departamento de Nutrición y Dietética del hospital Roosevelt", el cual he asesorado y revisado y considero llena los requisitos necesarios para su aprobación.

Sin otro particular, me suscribo de usted,



Ing. Hugo Armando Mérida Pineda
Colegiado 6365

Hugo Armando Mérida Pineda

INGENIERO MECANICO INDUSTRIAL

Colegiado No. 6365



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA E INSTALACIÓN DE EQUIPO TÉRMICO PARA LA ELABORACIÓN DE ALIMENTOS EN EL DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA DEL HOSPITAL ROOSEVELT**, presentado por el estudiante universitario **Oscar Efraín Quiñónez Reyes**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Inga. Miriam Patricia Rubio de Akú
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Miriam Patricia Rubio Contreras
INGENIERA INDUSTRIAL
COL. 4074


Guatemala, mayo de 2012.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA E INSTALACIÓN DE EQUIPO TÉRMICO PARA LA ELABORACIÓN DE ALIMENTOS EN EL DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA DEL HOSPITAL ROOSEVELT**, presentado por el estudiante universitario **Oscar Efraín Quiñónez Reyes**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, julio de 2012.

/mgp



DTG. 348.2012

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA E INSTALACIÓN DE EQUIPO TÉRMICO PARA LA ELABORACIÓN DE ALIMENTOS EN EL DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA DEL HOSPITAL ROOSEVELT**, presentado por el estudiante universitario **Oscar Efraín Quiñónez Reyes**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 20 de julio de 2012.

/gdech



AGRADECIMIENTOS A:

- Dios** Gracias Padre, por concederme y preservar mi vida hasta el día de hoy y por todas aquellas gracias, virtudes y conocimientos sin los cuales no pudiera haber alcanzado esta meta. *Gratias tibi Deus!*
- María** Gracias Madre mía, porque siempre has estado a mi lado brindándome ese afecto, dulzura y protección que siempre he requerido y por cuantos regalos me has alcanzado. *Gratias tibi María, Mater mea!*
- Mi madre** Gricelda Reyes de Quiñónez, por sus sabias enseñanzas, cariño, atención y por apoyarme siempre en todo y en especial por concederme el tesoro de la educación.
- Mi padre** Oscar Quiñónez (*requiescant in pace*), por su ejemplo de responsabilidad y reciedumbre para enfrentar las adversidades.
- Mis hermanos** Evanidia y Jorge, por todas esas alegrías y tiempo compartido.
- Mi abuela** María Consuelo Córdova de Reyes, por todas sus muestras de cariño y cuidados.

Mis tíos y primos

Por brindarme siempre esa compañía, ayuda y cariño para superar cada situación adversa y también por todas aquellas.

Mis amigos

René Arocha, Beatriz López, Emilio Méndez, por hacer muy grata mi estancia en esta casa de estudios.

Mi asesor

Ingeniero Hugo Armando Mérida, por compartir sus conocimientos y por todo su apoyo brindado para la elaboración de este trabajo de graduación.

Hospital Roosevelt

De modo especial a mí amigo César Espinoza y a Héctor Ordóñez por brindarme sus conocimientos, apoyo y tiempo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XV
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XXI
GLOSARIO.....	XXV
RESUMEN.....	XXXI
OBJETIVOS.....	XXXIII
INTRODUCCIÓN.....	XXXV
1. ASPECTOS GENERALES	1
1.1. El hospital	1
1.1.1. Ubicación	2
1.1.2. Historia	2
1.1.3. Estructura organizacional.....	6
1.1.4. Misión.....	10
1.1.5. Visión	10
1.2. Departamento de Nutrición y Dietética	10
1.2.1. Estructura organizacional.....	11
1.2.2. Funciones.....	13
2. DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL	15
2.1. Descripción de las condiciones y procedimientos actuales del Departamento de Nutrición y Dietética	15
2.1.1. Condiciones físicas	15
2.1.1.1. Alrededores	15
2.1.1.2. Paredes	16

2.1.1.3.	Techo	17
2.1.1.4.	Piso	17
2.1.1.5.	Puertas.....	18
2.1.1.6.	Ventanas.....	18
2.1.1.7.	Iluminación.....	19
2.1.1.8.	Ventilación	19
2.1.1.9.	Pediluvios.....	20
2.1.1.10.	Superficies de trabajo	20
2.1.2.	Áreas para uso del personal.....	20
2.1.2.1.	Vestidores	20
2.1.2.2.	Comedor	21
2.1.3.	Manejo, distribución y eliminación de fluidos.....	21
2.1.3.1.	Tuberías.....	21
2.1.3.2.	Drenajes.....	22
2.1.4.	Instalaciones sanitarias.....	22
2.1.4.1.	Estación de lavado de manos	23
2.1.4.2.	Lavamanos	23
2.1.4.3.	Inodoros.....	23
2.1.4.4.	Regaderas	24
2.1.5.	Hábitos higiénicos del personal en el área de producción	25
2.1.6.	Indumentaria de protección personal.....	25
2.1.7.	Prácticas de limpieza	26
2.1.7.1.	Limpieza y sanitización de utensilios	26
2.1.7.2.	Limpieza y sanitización de superficies de trabajo.....	27
2.1.7.3.	Limpieza de planta	27
2.1.7.4.	Limpieza de instalaciones sanitarias.....	28
2.1.8.	Procedimiento de recepción y almacenamiento	28

2.1.8.1.	Materia prima	29
2.1.8.2.	Producto terminado	30
2.1.9.	Control de plagas	30
2.2.	Condiciones actuales del equipo térmico utilizado en la preparación de alimentos.....	30
2.2.1.	Evaluación del sistema de alimentación de vapor.....	30
2.2.1.1.	Tuberías	30
2.2.1.2.	Soportes y bridas.....	31
2.2.1.3.	Aislamientos	32
2.2.1.4.	Otros accesorios.....	32
2.2.2.	Condiciones actuales de la cimentación	33
2.2.3.	Estado de anclajes.....	33
2.2.4.	Condiciones físicas del equipo.....	33
2.2.5.	Verificación de instrumentos de registro y control.....	34
2.2.6.	Comprobación del funcionamiento de las medidas de seguridad	34
2.2.7.	Medición del desempeño del equipo térmico	35
3.	PROPUESTAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA.....	37
3.1.	Especificaciones del Departamento de Nutrición y Dietética	37
3.1.1.	Alrededores.....	38
3.1.2.	Paredes.....	39
3.1.3.	Techo	39
3.1.4.	Piso	40
3.1.5.	Puertas.....	41
3.1.6.	Ventanas.....	43
3.1.7.	Iluminación.....	43
3.1.8.	Ventilación.....	48

3.1.9.	Pediluvios	50
3.1.10.	Superficies de trabajo	51
3.1.11.	Utensilios, recipientes y otros artefactos.....	51
3.1.12.	Maquinaria y equipo	52
3.2.	Áreas para personal	53
3.2.1.	Vestidores.....	53
3.2.2.	Comedor	54
3.3.	Agua	55
3.3.1.	Agua potable.....	55
3.3.2.	Agua no potable.....	56
3.3.3.	Hielo y vapor.....	56
3.4.	Manejo, distribución y eliminación de fluidos.....	56
3.4.1.	Tuberías.....	57
3.4.2.	Drenajes	57
3.5.	Instalaciones sanitarias	58
3.5.1.	Estación de lavado de manos.....	58
3.5.2.	Estación de limpieza y desinfección	59
3.5.3.	Lavamanos	60
3.5.4.	Inodoros.....	61
3.5.5.	Orinales	62
3.5.6.	Regaderas	62
3.6.	Prácticas de higiene y salud del personal	63
3.6.1.	Obligaciones en casa.....	63
3.6.2.	Obligaciones en el área de trabajo	64
3.6.3.	Restricciones en el área de trabajo	65
3.6.4.	Estado de salud de los trabajadores.....	66
3.6.5.	Lavado de manos	67
3.6.5.1.	Cuándo lavarse las manos.....	67
3.6.5.2.	Método de lavado de manos.....	68

3.6.6.	Contaminación	69
3.6.6.1.	Contaminación microbiológica.....	69
3.6.6.2.	Contaminación física y química.....	70
3.7.	Indumentaria de protección y su uso correcto	70
3.7.1.	Gabacha o bata.....	71
3.7.2.	Redecilla, cofia o cobertor de cabello	72
3.7.3.	Cubrebarba	72
3.7.4.	Protector de brazos.....	72
3.7.5.	Botas.....	72
3.8.	Operaciones de higiene y sanitización.....	73
3.8.1.	Limpieza y sanitización de utensilios	76
3.8.2.	Limpieza y sanitización de superficies de trabajo	79
3.8.3.	Prácticas de limpieza de planta.....	80
3.8.4.	Limpieza de instalaciones sanitarias.....	90
3.8.5.	Equipo de limpieza.....	92
3.8.5.1.	Conserjería.....	92
3.8.5.2.	Cepillos.....	93
3.8.5.3.	Paños, toallas y esponjas.....	93
3.8.5.4.	Otros utensilios.....	94
3.8.5.5.	Detergentes.....	94
3.8.5.6.	Sanitizante.....	96
3.9.	Operaciones para la preparación de alimentos.....	99
3.9.1.	Operaciones manuales	99
3.9.2.	Cocción	100
3.9.3.	Recalentamiento	100
3.9.4.	Preservación en caliente.....	100
3.9.5.	Enfriamiento y descongelación	101
3.9.6.	Refrigeración.....	101
3.9.7.	Congelación	102

3.10.	Sistema de trazabilidad	102
3.10.1.	Principios	102
3.10.2.	Diseño.....	103
3.10.2.1.	Objetivos	103
3.10.2.2.	Productos y/o ingredientes.....	104
3.10.2.3.	Ubicación en la cadena alimenticia	104
3.10.2.4.	Flujo de materiales.....	104
3.10.2.5.	Requisitos de información	104
3.10.2.6.	Establecimiento de procedimientos.....	105
3.10.2.7.	Documentación	105
3.10.3.	Etiqueta.....	106
3.10.3.1.	Características físicas	106
3.10.3.2.	Nombre del alimento	107
3.10.3.3.	Ingredientes	108
3.10.3.4.	Contenido neto y peso escurrido.....	113
3.10.3.5.	Nombre y dirección	114
3.10.3.6.	Lote	114
3.10.3.7.	Marcado de la fecha e instrucciones para la conservación	114
3.10.3.8.	Instrucciones de uso	116
3.10.3.9.	Alimentos irradiados.....	116
3.11.	Almacenamiento.....	117
3.11.1.	Condiciones físicas.....	119
3.11.2.	Proceso de recepción y almacenamiento de materia prima.....	120
3.11.3.	Proceso de recepción y almacenamiento de producto terminado.....	122
3.12.	Manejo integral de plagas.....	123
3.12.1.	Prevención.....	124

3.12.2.	Medidas de inspección y control	124
3.13.	Cronograma de actividades	127
4.	PROPUESTA PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE VAPOR, CIMENTACIÓN Y CONTROL DE EQUIPO TÉRMICO	131
4.1.	Diseño del sistema de alimentación de vapor.....	131
4.1.1.	Selección de tuberías.....	131
4.1.2.	Dimensionamiento de tuberías.....	133
4.1.3.	Soportes y bridas	138
4.1.4.	Aislamiento.....	147
4.1.5.	Instrumentos de registro y control	149
4.1.5.1.	Termómetros	149
4.1.5.2.	Manómetros	151
4.1.5.3.	Caudalímetro o flujómetro	152
4.1.6.	Accesorios complementarios	153
4.1.6.1.	Válvulas.....	154
4.1.6.2.	Acondicionamiento de vapor	162
4.1.6.2.1.	Trampas de vapor	163
4.1.6.2.2.	Separadores de condensado..	191
4.1.6.2.3.	Prevención de suciedad	192
4.1.6.2.4.	Venteadores.....	194
4.1.6.2.5.	Válvulas reguladoras de presión	195
4.2.	Diseño de cimentación.....	199
4.2.1.	Cimentación sometida a esfuerzos estáticos	200
4.2.2.	Cimentación sometida a esfuerzos dinámicos	203
4.2.3.	Aislamiento de vibraciones.....	205
4.2.4.	Procedimiento de diseño.....	207
4.2.5.	Detalles constructivos de la cimentación.....	208

4.2.5.1.	Excavación.....	209
4.2.5.2.	Materiales	209
4.2.5.3.	Subbase.....	211
4.3.	Detalle de anclajes	212
4.3.1.	Pernos sometidos a tensión.....	213
4.3.2.	Pernos sometidos a corte	220
4.3.3.	Esfuerzos combinados de tensión y corte en pernos	221
4.4.	Medidas de seguridad de operación del equipo	224
4.4.1.	Válvulas de alivio	224
4.4.2.	Discos de ruptura.....	241
4.4.3.	Combinación de dispositivos de alivio de presión.....	249
4.4.3.1.	Válvula de seguridad y disco de ruptura en paralelo	250
4.4.3.2.	Disco de ruptura en serie aguas arriba de la válvula de seguridad	250
4.4.3.3.	Disco de ruptura en serie aguas debajo de la válvula de seguridad	252
4.4.3.4.	Disco de ruptura en serie aguas arriba y aguas abajo de la válvula de seguridad	253
4.4.4.	Fiabilidad de los sistemas de alivio.....	253
4.5.	Sistema de control de desempeño de equipo térmico.....	254
4.5.1.	Conservación de energía en el sistema de vapor	255
4.5.2.	Control de desempeño del equipo térmico	256
4.6.	Sistema de identificación y registro de averías.....	259
4.6.1.	Sistema de identificación	259
4.6.2.	Sistema de registro de averías	264
4.7.	Cronograma de actividades.....	269

5.	IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTAS.....	271
5.1.	Implementación de Buenas Prácticas de Manufactura	271
5.1.1.	Mejoras físicas en el Departamento de Nutrición y Dietética	271
5.1.1.1.	Alrededores	271
5.1.1.2.	Paredes	272
5.1.1.3.	Techo	273
5.1.1.4.	Piso	274
5.1.1.5.	Puertas	275
5.1.1.6.	Ventanas	277
5.1.1.7.	Iluminación	278
5.1.1.8.	Ventilación.....	282
5.1.2.	Preparación de áreas para personal	285
5.1.3.	Control del agua.....	287
5.1.4.	Mejoras al sistema de distribución y eliminación de fluidos.....	297
5.1.4.1.	Tuberías	297
5.1.4.2.	Drenajes	298
5.1.5.	Acondicionamiento de instalaciones sanitarias	299
5.1.5.1.	Estación de lavado de manos	299
5.1.5.2.	Estación de limpieza y desinfección	301
5.1.5.3.	Inodoros y orinales	301
5.1.5.4.	Lavamanos.....	304
5.1.5.5.	Regaderas.....	304
5.1.6.	Capacitación sobre prácticas de higiene y salud del personal	306
5.1.6.1.	Capacitación sobre prácticas de higiene	306
5.1.6.2.	Salud del personal.....	307

5.1.7.	Inducción sobre el uso de protección personal y su uso correcto	307
5.1.8.	Adiestramiento en operaciones higiénicas.....	308
5.1.9.	Adiestramiento en operaciones de preparación de alimentos	308
5.1.10.	Etiquetado y seguimiento.....	309
5.1.11.	Almacenamiento	310
5.1.11.1.	Remozamiento del área de bodega	310
5.1.11.2.	Capacitación sobre el proceso de recepción y almacenamiento de materia prima y producto terminado	311
5.1.12.	Manejo integral de plagas.....	312
5.1.13.	Estudio económico para la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura	313
5.1.14.	Croquis de mejoras físicas propuestas.....	321
5.2.	Implementación del sistema de alimentación de vapor, cimentación y control de equipo térmico	323
5.2.1.	Mejoras del sistema de alimentación de vapor	323
5.2.1.1.	Dimensionamiento de tuberías	323
5.2.1.2.	Accesorios complementarios	333
5.2.2.	Remozamiento de las cimentaciones del equipo térmico	341
5.2.3.	Instalación de anclajes.....	348
5.2.4.	Colocación de medidas de seguridad operación del equipo	352
5.2.4.1.	Válvulas de alivio	352
5.2.4.2.	Discos de ruptura	356
5.2.5.	Implementación del sistema de control de desempeño..	358
5.2.5.1.	Instalación de instrumentos de medición	359

5.2.5.2.	Registro y control de mediciones	360
5.2.6.	Implementación del sistema de identificación y registro de averías	361
5.2.6.1.	Sistema de identificación.....	361
5.2.6.2.	Sistema de registro de averías.....	361
5.2.7.	Estudio económico.....	363
6.	COMPROBACIÓN DE FUNCIONAMIENTO, SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA.....	367
6.1.	Comprobación de funcionamiento, seguimiento y mejora del funcionamiento de Buenas Prácticas de Manufactura	367
6.1.1.	Monitoreo de potabilidad de agua	367
6.1.2.	Comprobación y seguimiento de funcionamiento del sistema de distribución y eliminación de fluidos	368
6.1.2.1.	Tuberías	368
6.1.2.2.	Drenajes.....	368
6.1.3.	Sistema de salud e higiene personal	369
6.1.3.1.	Monitoreo de salud de operarios	369
6.1.3.2.	Capacitación continua sobre hábitos higiénicos y uso de protección personal.....	370
6.1.3.3.	Supervisión de hábitos higiénicos y uso de protección personal	371
6.1.4.	Verificación de operaciones higiénicas	372
6.1.4.1.	Limpieza de utensilios	372
6.1.4.2.	Limpieza de superficies de trabajo	372
6.1.4.3.	Limpieza de planta	373
6.1.4.4.	Limpieza de instalaciones sanitarias	373
6.1.5.	Inspección de operaciones de preparación de alimentos.....	373

6.1.6.	Comprobación del sistema de trazabilidad	374
6.1.7.	Supervisión de condiciones de almacenamiento y producto almacenado	374
6.1.8.	Seguimiento del control de plagas.....	374
6.2.	Comprobación de funcionamiento, seguimiento y mejora del funcionamiento de equipo térmico	376
6.2.1.	Comprobación del funcionamiento del sistema de alimentación de vapor.....	376
6.2.1.1.	Verificación de funcionamiento de instrumentos de medición	376
6.2.1.2.	Control y registro de temperatura y presión.	377
6.2.2.	Comprobación del funcionamiento de medidas de seguridad operacional del equipo térmico	378
6.2.3.	Control y registro de fallas del equipo térmico.....	379
6.2.3.1.	Área	379
6.2.3.2.	Frecuencia	379
7.	MEDIO AMBIENTE	381
7.1.	Evaluación de impacto ambiental	381
7.2.	Medidas de mitigación	385
7.2.1.	Manejo adecuado de desechos	385
7.2.1.1.	Clasificación.....	385
7.2.1.2.	Reciclaje	387
7.2.1.3.	Aprovechamiento de restos orgánicos	387
7.2.1.3.1.	Factores.....	388
7.2.1.3.2.	Preparación.....	391
7.2.1.3.3.	Utilización.....	393

7.2.2. Plan de recuperación ambiental.....	393
7.3. Programa de monitoreo ambiental.....	394
CONCLUSIONES	395
RECOMENDACIONES	399
BIBLIOGRAFÍA.....	401
ANEXOS	405

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Estructura organizacional del Hospital Roosevelt	7
2.	Estructura organizacional de Dirección de Servicios Técnicos y de Apoyo	8
3.	Estructura organizacional del Departamento de Nutrición y Dietética	9
4.	Estructura organizacional Departamento de Nutrición y Dietética	12
5.	Croquis del Departamento de Nutrición y Dietética	14
6.	Símbolo internacional para alimentos irradiados	116
7.	Inclinación apropiada para tuberías de vapor	135
8.	Reductores de diámetro	136
9.	Conexión correcta de una línea secundaria	136
10.	Juntas de expansión	137
11.	Manifold	137
12.	Tipos de soportes utilizados para tuberías de vapor	140
13.	Bridas	141
14.	Tipos de brida	143
15.	Esfuerzos sobre las juntas de expansión	144
16.	Juntas de expansión axiales	146
17.	Instalación de juntas de expansión	147
18.	Manómetro de tubo Bourdon	152
19.	Detalle de válvula de compuerta	156
20.	Detalle de válvula de bola	158
21.	Detalle de válvula de globo	161
22.	Golpe de ariete	168

23.	Trampeo correcto para equipos	171
24.	Descarga de una trampa de flotador libre durante la puesta en marcha	176
25.	Detalle de trampa de vapor de flotador libre	177
26.	Detalle de trampa mecánica de flotador y palanca	179
27.	Operación de una trampa de vapor termodinámica (I).....	181
28.	Operación de una trampa de vapor termodinámica (II).....	182
29.	Operación de una trampa de vapor termodinámica (III).....	183
30.	Configuración correcta para un sistema de drenaje de condensado	188
31.	Instalación correcta para la alimentación de una trampa de vapor	189
32.	Sistema de drenaje de condensado.....	190
33.	Separador de condensado horizontal	192
34.	Instalación de filtro tipo “Y”	193
35.	Detalle de venteador termostático.....	195
36.	Válvula reguladora de presión de acción directa.....	197
37.	Instalación correcta de una válvula reguladora de presión accionada mediante una válvula piloto.....	199
38.	Análisis de carga para una excentricidad menor a L/6.....	200
39.	Análisis de carga para una excentricidad mayor a L/6.....	201
40.	Análisis de carga para una excentricidad mayor a L/6, con un momento flector	202
41.	Modos traslacionales y rotacionales	204
42.	Tipos de anclajes	220
43.	Esfuerzos principales	222
44.	Componentes de la válvula de seguridad	225
45.	Disco de cierre	226
46.	Diagrama de la evolución de la presión en la apertura y cierra de la válvula de alivio.....	227

47.	Régimen de presiones para una válvula de seguridad con sobrepresión del 10%.....	228
48.	Detalle de válvula de acción directa	231
49.	Modificación del sistema (I)	236
50.	Modificación del sistema (II)	236
51.	Modificación del sistema (III)	237
52.	Modificación del sistema (IV).....	238
53.	Disco de ruptura abovedado convencional.....	244
54.	Disco de ruptura abovedado invertido	245
55.	Combinaciones de válvulas de seguridad y discos de ruptura	249
56.	Niveles.....	262
57.	Formato de historial de equipo (página 1)	267
58.	Formato de historial de equipo (página 2)	268
59.	Flujo de luz de un punto luminoso	280
60.	Casilleros.....	287
61.	Cloración en tanque con recirculación.....	292
62.	Filtro de arena simple de flujo ascendente rápido	294
63.	Filtro de carbón activado no grafitico.....	295
64.	Cloración en línea.....	296
65.	Croquis de mejoras físicas propuestas	322
66.	Diámetro mínimo de tubería con aislamiento	330
67.	Instalación correcta de las juntas de expansión térmica	332
68.	Distribución de marmitas	343
69.	Dimensiones de sub base	346
70.	Detalle de sub base y losa de cimentación	347
71.	Esfuerzos sobre los pernos de anclaje.....	349
72.	Detalle de anclajes	352
73.	Matriz de red del Departamento de Nutrición y Dietética	383

TABLAS

I. Tareas y actividades con especificación de iluminancia, limitación del deslumbramiento y cualidad de color	44
II. Cantidad mínima de aire recomendable	49
III. Número recomendable de renovaciones eólicas por hora	50
IV. Limpieza y sanitización de utensilios por medio de máquinas lavadoras..	77
V. Limpieza y sanitización de utensilios por medios manuales	78
VI. Limpieza y sanitización de superficies de trabajo.....	79
VII. Proceso de limpieza y sanitización de pisos	81
VIII. Limpieza y sanitización de paredes	82
IX. Limpieza de techo y lámparas.....	83
X. Proceso de limpieza de ventanas y mosquiteros	84
XI. Proceso de limpieza de puertas	85
XII. Proceso de limpieza y sanitización de área de comedor y vestidores	86
XIII. Proceso de limpieza y sanitización de pediluvios.....	87
XIV. Proceso de limpieza y sanitización de basureros y área de basureros.....	88
XV. Proceso de limpieza y sanitización de equipo.....	89
XVI. Proceso de limpieza y sanitización de lavamanos, inodoros,orinales y regaderas	90
XVII. Proceso de limpieza y sanitización de estaciones de lavado de manos y estaciones de limpieza y desinfección	91
XVIII. Nombre de clases de ingredientes.....	110
XIX. Cronograma de actividades	127
XX. Trampas de vapor recomendadas para distintos equipos térmicos	172
XXI. Cualidades de operación de las diferentes trampas de vapor	174
XXII. Factores de seguridad según el tipo de trampa de vapor	185
XXIII. Propiedades mecánicas de los pernos clase métrica según designación DIN.....	216

XXIV.	Materiales para pernos y tuercas	217
XXV.	Propiedades mecánicas según designación SAE	218
XXVI.	Propiedades mecánicas según designación ASTM.....	219
XXVII.	Hoja de control de desempeño de equipo térmico	257
XXVIII.	Hoja de control de desempeño de sistema de distribución de vapor	258
XXIX.	Acrónimos para la designación de elementos del sistema de vapor.	262
XXX.	Cronograma de actividades.....	269
XXXI.	Número de luminarias requeridas por área	278
XXXII.	Costos estimados por adquisición de lámparas fluorescentes	282
XXXIII.	Caudal de aire recomendado por área	284
XXXIV.	Principales parámetros de calificación de tipos de agua	289
XXXV.	Posibles operaciones según los contaminantes presentes.....	290
XXXVI.	Procesos unitarios referidos a la calidad del agua	291
XXXVII.	Presupuesto para la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura en el Departamento de Nutrición y Dietética	314
XXXVIII.	Gastos para el mantenimiento de Buenas Prácticas de Manufactura en el Departamento de Nutrición y Dietética	319
XXXIX.	Materiales para construcción de loseta de cimentación y sub base	348
XL.	Presupuesto para la implementación del sistema de alimentación de vapor, cimentación y control de equipo térmico.....	363
XLI.	Gastos para el mantenimiento del sistema de alimentación de vapor, cimentación y control de equipo térmico	365
XLII.	Relaciones carbono-nitrógeno promedio de ciertos materiales.....	390

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolos	Significado
h	Altura
z	Altura
b	Ancho
φ	Ángulo
\approx	Aproximadamente
A	Área
btu	<i>British thermal unit</i> , unidad inglesa de medida de energía térmica
c_p	Calor específico a presión constante
c_v	Calor específico a temperatura constante
CUD_L	Capacidad unificada de deslumbramiento
Q	Caudal
P	Carga excéntrica
c	Centi, prefijo que denomina la centésima parte de la unidad de medida, ejemplo cm.
cm	Centímetro, unidad de medida de longitud equivalente a centésima parte de un metro.
cm²	Centímetro, unidad de medida de superficie equivalente a la diezmilésima parte de un metro cuadrado.
cm³	Centímetro, unidad de medida de volumen equivalente a la millonésima parte de un metro cúbico.

K	Coeficiente de descarga
α	Coeficiente de descarga
k	Constante
π	Constante pi, equivalente a 3.1415...
ρ	Densidad
ϕ	Diámetro
\equiv	Equivalente
σ	Esfuerzo de compresión o tracción
τ	Esfuerzo cortante
fc	Esfuerzo teórico de compresión
e	Excentricidad
n	Exponente isentrópico
Z	Factor de compresibilidad
F	Fuerza
°	Grado, medida de ángulo
°C	Grados Celsius, unidad de medida de temperatura
K	Grados Kelvin, unidad absoluta de temperatura
g	Gramo, milésima parte del kilogramo
g	Gravedad
h	Hora, unidad de medida de tiempo equivalente a 60 segundos
Ra	Índice mínimo de rendimiento de color
\bar{E}_m	Iluminancia
cd	Candela, unidad de medida de intensidad luminosa
J	Joules, unidad de medida de energía
k	Kilo, prefijo que designa mil unidades, ejemplo kPa
kg	Kilogramo, unidad de medida de masa
LMA	Límite máximo aceptable
LMP	Límite máximo permisible

L	Longitud
r	Longitud de brazo de giro
lm	Lumen, unidad de medida de flujo luminoso
lux	Lux, unidad de medida de la iluminancia
M	Mega, prefijo que designa un millón de unidades, ejemplo MPa
m	Metro, unidad de medida de longitud
m²	Metro cuadrado, unidad de medida de superficie
m³	Metro cúbico, unidad de medida de volumen
m	Mili, prefijo que denomina la milésima parte de la unidad de medida, ejemplo mm
m/s	Metro por segundo, unidad de medida de velocidad
min	Minuto, unidad de medida de tiempo equivalente a 60 segundos
M	Momento
T	Momento de torsión
p.	Página
ppm	Partes por millón
Pa	Pascal, unidad de medida de presión
G	Peso de la cimentación
M	Peso molecular en gramos/mol
'	Pie, unidad de medida de longitud equivalente a 0,3048 metros
%	Porcentaje
PSI	<i>Pound per square inch</i> , unidad de medida de presión equivalente a 7 142 Pascales
P	Presión
PSIg	Presión medida en PSI por encima de la presión atmosférica

”	Pulgada, unidad de medida de longitud equivalente a 0,0254 metros
Q	Quetzal
s	Segundo, unidad de medida de tiempo
-	Signo menos, designa valores menores a cero
T	Temperatura
IB	Trampa de vapor de balde Invertido
FT/SLR	Trampa de vapor de flotador con dispositivo antibloqueo por vapor
FT	Trampa de vapor de flotador / termostático
FT/TV/SLR	Trampa de vapor de flotador termostático con dispositivo antibloqueo por vapor
TD	Trampa de vapor termodinámica
BPT	Trampa de vapor termostática de presión balanceada
lux	Unidad de medida de iluminación
Bar	Unidad de medida de presión equivalente a 10 000 Pascales
Kg/cm²	Unidad de medida de presión equivalente a 98 100 Pascales
V	Velocidad
V	Volumen
v	Volumen específico
W	Watts, unidad de medida de potencia

GLOSARIO

Agua potable	Agua apta para consumo humano.
Aislamiento térmico	Recubrimiento utilizado sobre tuberías para la conservación de calor y protección del personal.
Alimento	Cualquier sustancia o producto, crudo o transformado, susceptible de ser habitual e idoneamente utilizado para la nutrición humana. Toda sustancia elaborada, semielaborada o en bruto, destinada al consumo humano, incluidas las bebidas y cualesquiera otras sustancias utilizadas en la elaboración preparación o tratamiento de alimentos.
Anclaje	Dispositivo que permite la sujeción del equipo.
Cimentación	Base que sostiene y sujeta los equipos, además de absorber parte de las vibraciones producidos por estos.
Cloro libre residual	Aquella porción del cloro total que está libre y que sirve como medida de capacidad para oxidar la materia orgánica que puede encontrarse en el interior de las tuberías o por ruptura de las mismas que pueda producir cierta contaminación microbiológica.

Contaminación	Se considera contaminado el producto o materia prima que contenga microorganismos, hormonas, sustancias bactericidas, plaguicidas, partículas radiactivas, materia extraña, así como cualquier otra sustancia en cantidades que rebasen los límites permisibles establecidos.
Contaminación cruzada	Presencia en un producto de entidades físicas, químicas o biológicas indeseables procedentes de otros procesos de elaboración correspondientes a otros productos o durante el proceso del mismo producto.
Desinfectar o sanitizar	Proceso para la eliminación o reducción a niveles inofensivos de microorganismos patógenos a través de la aplicación de productos químicos, agua caliente o vapor.
Envase	Cualquier recipiente que contenga alimentos para su entrega como un producto único, que los cubre total o parcialmente, y que incluye los embalajes y envolturas. Un envase puede contener varias unidades o tipos de alimentos preenvasados cuando se ofrece al consumidor.
Equipo térmico	Dispositivo diseñado para el aprovechamiento del calor asociado al vapor.

Etiqueta	Cualquier, marbete, rótulo, marca, imagen u otra materia descriptiva o gráfica, que se haya escrito, impreso, estarcido, marcado en relieve o en huecograbado o adherido al envase de un alimento.
Floculación	Agregación de partículas sólidas en una dispersión coloidal, por la adición de un agente.
Golpe de ariete	Vibración violenta producida en las tuberías como consecuencia de la oposición del condensado a su arrastre.
Higiene	Conjunto de técnicas, conocimientos y métodos aplicables para el control y eliminación de factores que puedan tener efectos perjudiciales en la salud de los individuos.
Inocuo	Se aplica especialmente a los alimentos y hace referencia a aquellos cuyo consumo no afecta al consumidor.
Junta de expansión	Dispositivo cuya finalidad es la absorción de la dilatación térmica y las vibraciones de las tuberías y otros dispositivos.
Limpieza	Proceso de eliminación de productos indeseados.
<i>Manifold</i>	Dispositivo utilizado para la distribución de vapor por medio de la utilización de multiválvulas.

Marmita	Equipo térmico diseñado para la cocción de alimentos a través del intercambio de calor.
Pediluvio	Estanque pequeño utilizado para contener solución sanitizante disuelta en agua comúnmente utilizada para la limpieza de calzado.
Plaga	Cualquier organismo, microorganismo o virus que descomponga, contamine o inutilice los productos alimenticios, además de que produzca, transmita o propague enfermedades.
Preenvasado	Todo alimento envuelto, empaquetado o embalado previamente, listo para ofrecerlo al consumidor.
Presión de servicio	Es la presión normal de trabajo del aparato o sistema a la temperatura de servicio.
Presión de tarado	Presión a la cual se abre la válvula de alivio.
Salud	Se define como el estado de completo bienestar físico, psíquico y social, además de la ausencia de enfermedad.
Sobrepresión	Incremento de presión que se produce por encima de la presión de tarado estando la válvula completamente abierta.

Superficie de trabajo	Aquellas superficies que se utilizan como apoyo y entran en contacto con los alimentos durante el proceso y manejo normal de los productos. Dentro de esta definición se encuentran las mesas.
Trampa de vapor	Válvula de accionamiento automático cuya función es la supresión de gases no condensables y el drenaje de condensado del sistema de transmisión de vapor.
Trazabilidad	Capacidad de seguir el recorrido de un alimento a través de la(s) etapa(s) especificada(s) de producción, procesamiento y distribución.
Tubería	Conjunto de tubos, utilizada para la conducción de vapor, agua y otras sustancias.
Utensilio	Cualquier ensere de uso manual utilizado durante el proceso de elaboración o el servicio de alimentos. Dicho término abarca cubiertos, platos, vasos, recipientes para cocción (ollas, marmitas, cazuelas, cacerolas o sartenes), moldes, vajillas, instrumentos de corte, peladores, coladores y otros muchos similares.
Válvula	Dispositivo mecánico utilizado para el corte o regulación de la circulación de fluidos.

RESUMEN

Las Buenas Prácticas de Manufactura como directrices abarcan una extensa red de campos estrechamente relacionados que deberán considerarse para la preparación de alimentos inocuos, dentro de ellos se pueden mencionar el ambiente en las que se preparan los alimentos, los tipos de materia prima y su almacenamiento, los utensilios, equipos y procesos utilizados, así como los lineamientos que deberán captar quienes los preparan dentro y fuera del área de trabajo.

La tesis de graduación propone un acondicionamiento de las instalaciones actuales del Departamento de Nutrición y Dietética del Hospital Roosevelt para la correcta aplicación de Buenas Prácticas de Manufactura, por medio del aprovechamiento o modificación de los ambientes actuales y la sugerencia de adquisición de ciertos dispositivos y materiales.

Por otra parte, dicho documento propone la mejora del sistema de distribución y alimentación de vapor del equipo térmico utilizado dentro del área de elaboración de alimentos, a través de la instalación de determinados dispositivos y otros artículos, que permitan un mejor aprovechamiento del calor y la reducción de pérdidas de vapor, para con ello aumentar la eficiencia del sistema.

Junto a esto se hace la propuesta de un sistema de control que permita evaluar de forma constante la calidad del vapor, así como el desempeño de los distintos equipos térmicos.

Como parte complementaria a todo ello, se propone un aprovechamiento de los desechos orgánicos, que son productos del funcionamiento normal del Departamento, para la elaboración de abono orgánico que posteriormente se utilizaría en jardines y áreas verdes dentro del hospital.

OBJETIVOS

General

Desarrollar una guía para la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura e instalación de equipo térmico comúnmente utilizado en el Departamento de Nutrición y Dietética del Hospital Roosevelt.

Específicos

1. Establecer las características apropiadas que debe poseer la edificación del Departamento de Nutrición y Dietética para la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura.
2. Determinar las prácticas higiénicas que debe contemplar el personal de operación dentro y fuera del área de trabajo.
3. Elaborar un sistema trazabilidad para la identificación y rastreo de productos almacenados.
4. Diseñar el modelo adecuado del sistema de alimentación de vapor para equipo térmico.
5. Diseñar la estructura apropiada para la cimentación y anclaje del equipo térmico.

6. Desarrollar un sistema de registro y control de averías de dispositivos térmicos.
7. Trazar procedimientos para el manejo ecológico de desechos.

INTRODUCCIÓN

Dentro de una institución cuya finalidad es el cuidado de la salud, la preparación de alimentos de forma inocua constituye un punto fundamental. La importancia en la elaboración de comida apta para consumo humano estriba en que la inadecuada manipulación de los mismos puede ser causa de enfermedades de transmisión alimentaria (ETA), y los daños provocados por estas pueden ir desde detrimentos de la salud, hasta casos críticos que pueden ser fatales.

Ante esta situación se ha hecho imprescindible la implementación de una serie de medidas para el control eficaz de la higiene en la elaboración de alimentos, denominadas como Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). La cobertura de las BPM, van desde la recepción de la materia prima, hasta el almacenamiento de insumos y productos alimenticios; pasando por la preparación de utensilios, limpieza y desinfección de áreas de trabajo, higiene personal y control de plagas entre otros.

Las propuestas hechas para el acondicionamiento de las instalaciones actuales del Departamento de Nutrición y Dietética de manera que puedan cumplir con los parámetros establecidos por las BPM, se basan principalmente considerando los lineamientos descritos en el *Códex alimentarius* y el código centroamericano de alimentos.

Un hito en la preparación de alimentos lo constituye su cocimiento. Normalmente dentro de toda institución hospitalaria, esto se realiza mediante un intercambiador de calor, que es alimentado con vapor de agua. El vapor constituye una forma de acarreo de energía bastante eficiente y al mismo tiempo económico, pero que puede resultar oneroso si no se le da la atención debida o se presentan las condiciones idóneas.

Este es el caso del sistema de distribución de vapor del Departamento de Nutrición y Dietética, que actualmente se encuentra funcionando muy por debajo de sus capacidades energéticas debido a fugas, falta de aislamiento y la falta de control de su desempeño, así como al escaso mantenimiento dado al mismo.

Este es el ámbito en el que se desarrolla el siguiente trabajo de graduación, que pretende ser una guía para la implementación de las BPM dentro del Hospital Roosevelt, de tal manera que se puedan manufacturar alimentos inocuos. Conjuntamente con ello, se procura proveer una amalgama de sugerencias que permitan mejorar el aprovechamiento de la energía térmica transportada por el vapor, así como el continuo control del desempeño de los equipos para la detección de problemas. Estas sugerencias son el resultado de una serie de análisis técnicos.

1. ASPECTOS GENERALES

1.1. El hospital

Es un centro asistencial que atiende a vecinos de la ciudad capital; pacientes referidos desde hospitales departamentales y regionales; y de igual manera a ciudadanos de otros países que viven o se encuentran de forma temporal en Guatemala.

Dicha entidad ofrece servicios médicos y hospitalarios gratuitos en medicina interna, cirugía, ortopedia, traumatología, maternidad, ginecología, pediatría, oftalmología y subespecialidades. También proporciona atención a pacientes en medicina nuclear, diagnóstico por imágenes y laboratorios clínicos. Además cuenta con una unidad de atención de emergencias pediátricas y de adultos las 24 horas del día, todos los días del año sin excepción alguna.

Dentro de las instalaciones del Hospital Roosevelt laboran más de 2 mil 800 personas, distribuidos entre personal médico, de enfermería, auxiliar, técnico, de nutrición, trabajo social, atención al usuario, seguridad, intendencia y administrativo.

A este equipo, se suman estudiantes de ciencias de la salud de las universidades de San Carlos de Guatemala, Rafael Landívar, Francisco Marroquín y Mariano Gálvez, así como estudiantes de la Escuela Nacional de Enfermería. De igual forma, el Hospital Roosevelt alberga un grupo de voluntarios que apoyan las gestiones interinstitucionales para ofrecer un servicio más fraterno y cálido.

1.1.1. Ubicación

El Hospital Roosevelt se encuentra ubicado sobre la calzada Roosevelt y 5ta calle de zona 11, en la ciudad de Guatemala.

1.1.2. Historia

Enero de 1942 – Se celebró en Río de Janeiro la III Reunión de los Ministros de Relaciones Exteriores de las Repúblicas Americanas. Aprobado por dicha reunión, por medio de la resolución No. 30, se creó la Agencia del Gobierno de los Estados Unidos de Norte América denominada Institutos de Asuntos Interamericanos, con el objetivo primordial de fomentar el bienestar general y afianzar las relaciones amistosas entre los países americanos.

Agosto de 1942 – El Instituto de Asuntos Interamericanos, celebro el 14 de agosto de 1942 con el Gobierno de Guatemala por medio de la subsidiaria el Servicio Cooperativo Interamericano de la Salud Pública (SCISP), un contrato por el cual, además de comprometerse a ejecutar otros trabajos de salud y saneamiento, se comprometía a construir un hospital de 300 camas en la ciudad de Guatemala, adoptando la suma de medio millón de quetzales (Q500 mil) y toda la parte técnica y administrativa que necesitara tal construcción.

De esta manera se escogió el lugar adecuado para construir el nuevo Hospital. El proyecto se ubico en los terrenos de la antigua finca La Esperanza, en lo que actualmente se conoce como zona 11 de esta ciudad. Todos unidos, técnicos americanos, constructores y mano de obra Guatemalteca se conjugaron para sacar adelante la obra.

La construcción del Hospital Roosevelt se inició a finales de 1944 siendo de nacionalidad guatemalteca los constructores y encargados del proyecto, el ingeniero Héctor Quezada.

Agosto 1945 – Importantes cambios políticos suceden en Guatemala. La nueva Junta Revolucionaria de Gobierno suscribe con el Servicio Cooperativo Interamericano de la Salud Pública (SCISP) un nuevo convenio, por medio del cual el cupo del hospital, se elevó a mil camas, considerando las necesidades hospitalarias del país.

Y además se da un paso importante en el sistema de salud como lo es el edificar una Escuela de Enfermeras con todos los requisitos indispensables.

Para entonces la institución contaba con un edificio principal de cuatro pisos, edificios anexos para maternidad y pediatría, edificios para mantenimiento, lavandería, transportes y además de parqueo.

Enero 1955 – El 3 de enero de 1955 se da a conocer al público, el costo total de la construcción del hospital Roosevelt y el equipamiento, que ascendió a un total de Q8 282 831,33. De los cuales el Gobierno de Guatemala aportó Q7 260 166,33 equivalente al 87,65 por ciento del monto total.

El Gobierno de los Estados Unidos había aportado un millón (Q1 000 000,00) lo que equivale al 12,07 por ciento; mientras que otras entidades aportaron alrededor de Q22 664,00 que equivale al restante 0,28 por ciento.

Diciembre 1955 – El tiempo siguió su curso inexorable, el 15 de diciembre de 1955 queda inaugurada oficialmente la primera sección concluida de esta

magna obra; la Maternidad del Hospital Roosevelt, con una capacidad 150 camas.

Prensa Libre de 1955 publica: "Hoy a las 11:00 horas inaugurará el excelentísimo presidente de la república la maternidad del Hospital Roosevelt en unión del ministro del ramo y otros funcionarios. El ala del Hospital Roosevelt será bendecida por monseñor Marian Rossel y Arellano. Mañana a las 0:00 horas quedará abierto al público la maternidad mencionada, tocándole al ministro Dr. Carlos Sosa Barillas atender el primer parto, el segundo por el director técnico de Hospitales Generales Dr. Salvador Hernández Zeceña."

Otras aperturas importantes

15 de diciembre de 1955 – Departamento de Maternidad.

3 de julio de 1957 – Pediatría.

Diciembre de 1958 – Cirugía y medicina de hombres.

5 de mayo de 1961 – Casa de Salud del Empleado Público y Servicios Privados y Semiprivados.

12 de octubre de 1961 – Unidad de Medicina Física y Rehabilitación.

18 de marzo de 1962 – Radioterapia.

11 de agosto de 1962 – Laboratorio Radioisótopos.

Enero de 1963 – Laboratorio de Micro-métodos.

13 de febrero de 1963 – Unidad Pulmonar, Nefrología, Cardiología, Hemato-oncológica, Medicina y Cirugía de Mujeres y Neurología.

Junio de 1963 – Laboratorio Psicológico Sección Patología.

13 de septiembre de 1963 – Servicio de Tratamiento Intensivo de Hidratación del Hospital de Pediatría y Servicio del Departamento Médico Intensivo de Cirugía de Adultos.

10 de mayo de 1966 – Medicina de Mujeres, Cirugía de Mujeres, Ginecología, Endocrinología y Dermatología.

13 de febrero de 1969 – Reumatología, Cirugía de Tórax, Cirugía Oncológica, Cirugía Maxilofacial, Cirugía "A" de Hombres.

Marzo de 1970 – Oftalmología.

20 de agosto de 1970 – Escuela Nacional de Citología Exfoliativa de Centro América y Panamá.

En 1977 – Unidad de Cirugía Cardiovascular.

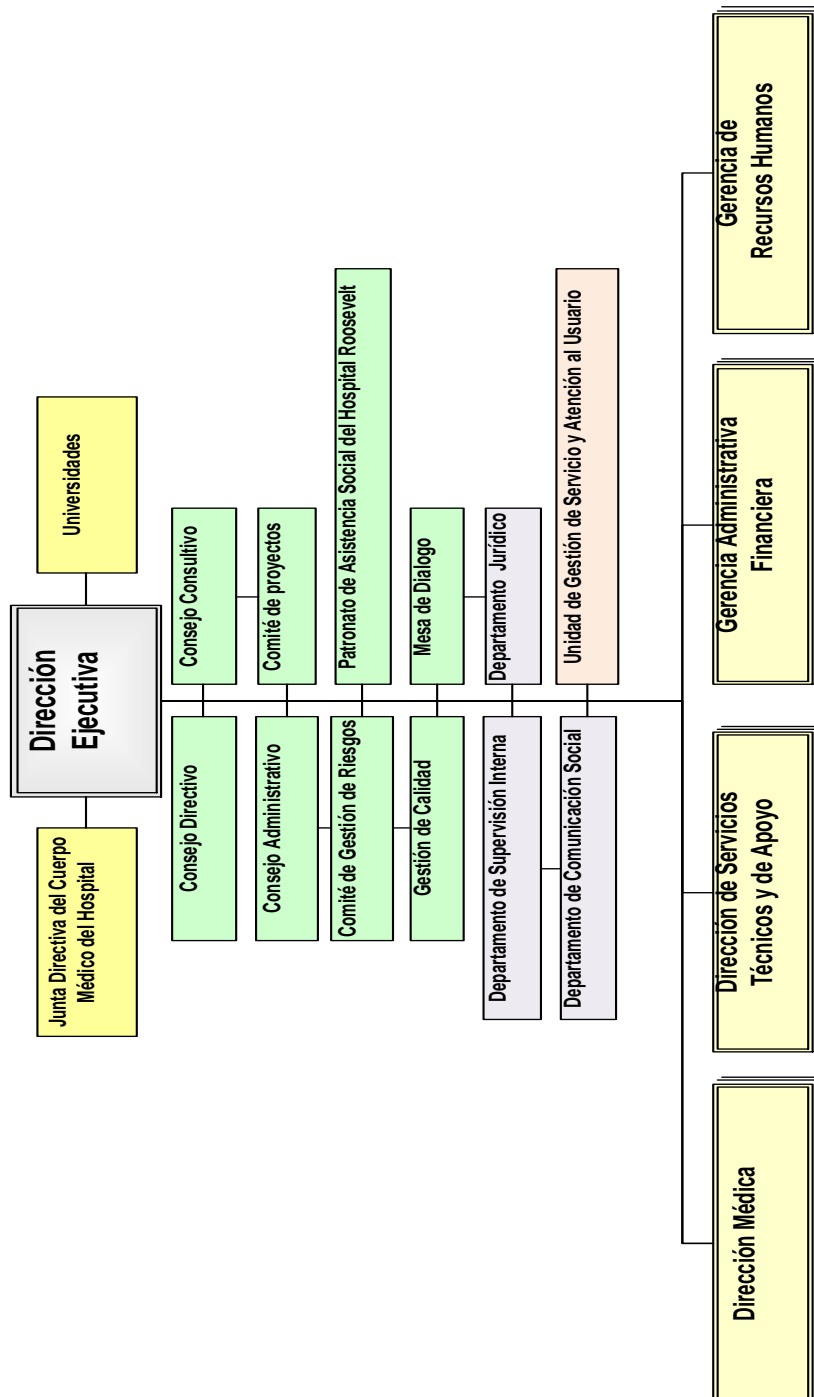
26 de enero de 1995 – Hospital de Día.

Banco de Leche. Hospital de Quemados en Pediatría.

1.1.3. Estructura organizacional

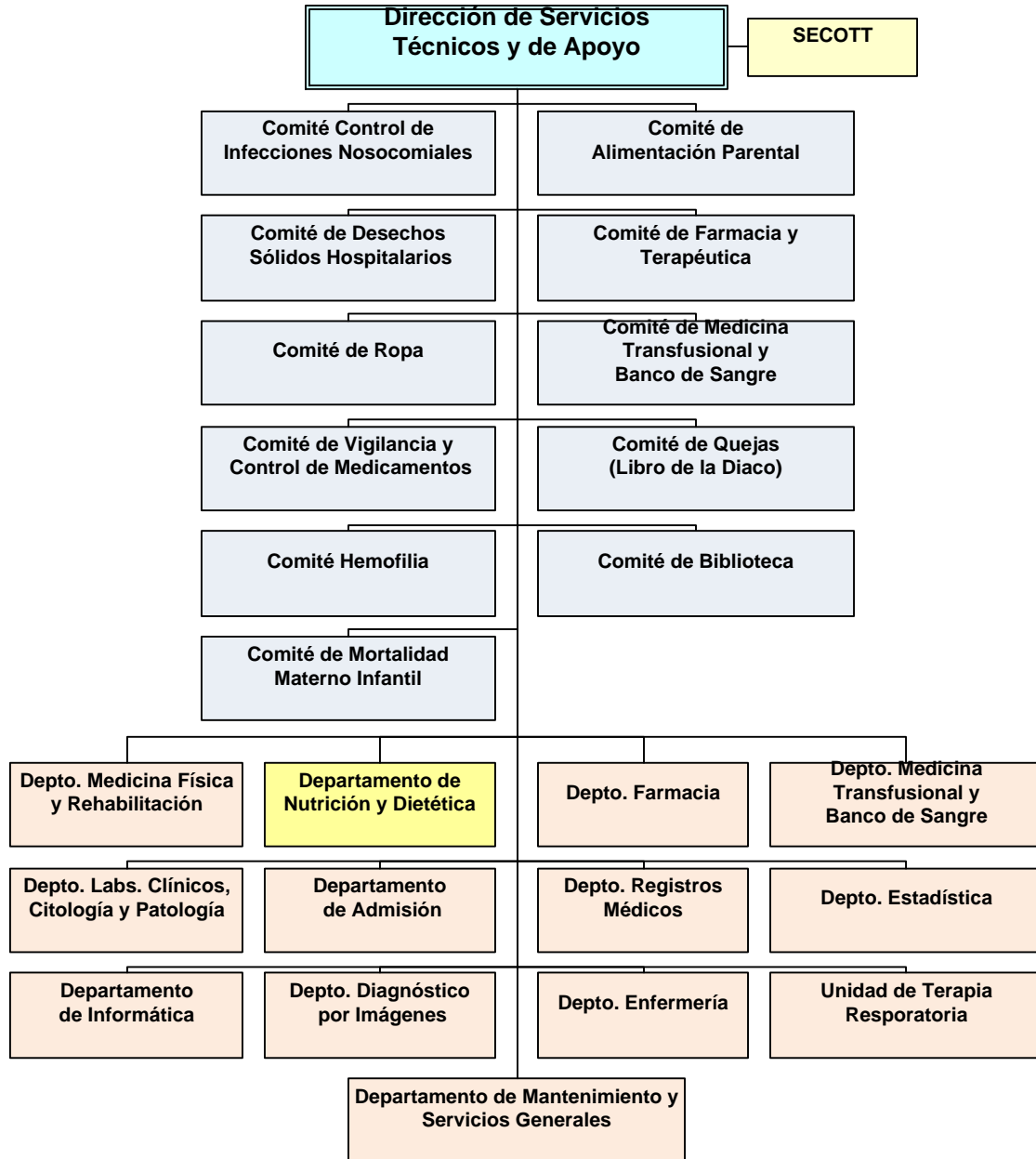
El Hospital Roosevelt es presidido por una Dirección Ejecutiva, la cual es asesorada por distintos consejos, comités, patronatos, juntas, departamentos y universidades. La administración se delega a cuatro áreas principales las cuales son: Dirección Médica, Dirección de Servicios Técnicos y de Apoyo, Gerencia Administrativa Financiera y Gerencia de Recursos Humanos.

Figura 1. Estructura organizacional del Hospital Roosevelt



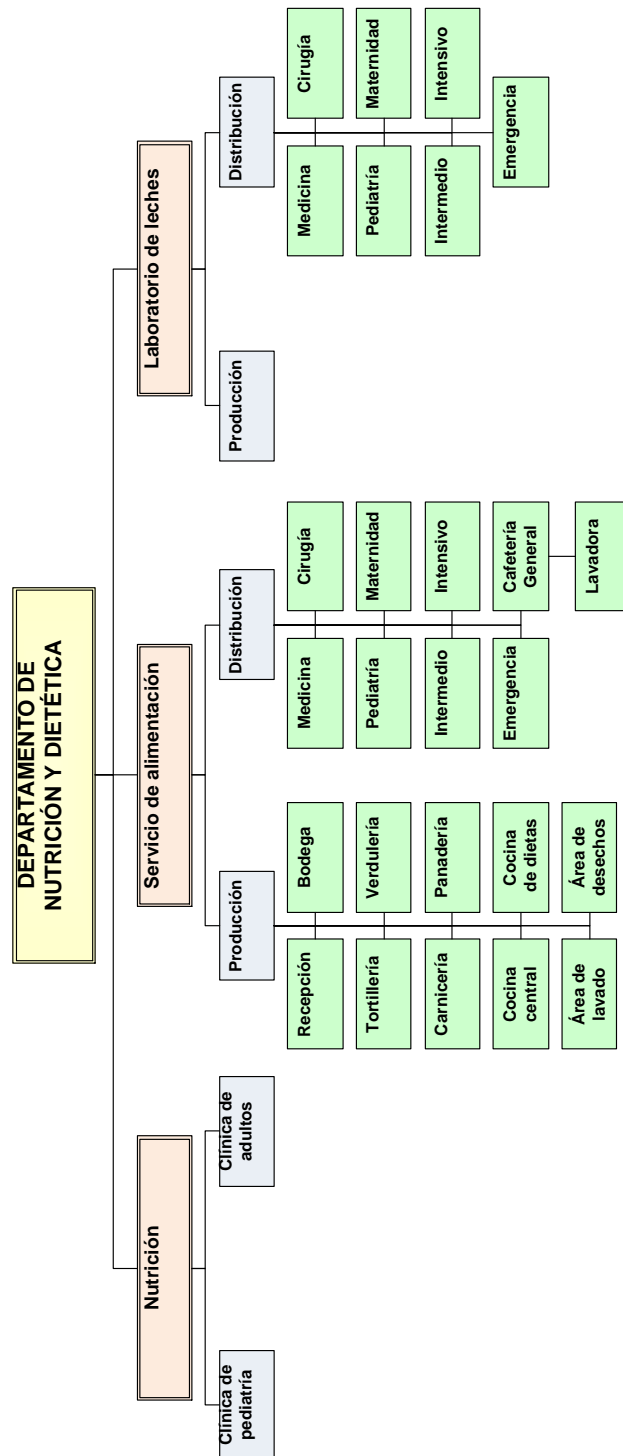
Fuente: elaboración propia.

Figura 2. Estructura organizacional de Dirección de Servicios Técnicos y de Apoyo



Fuente: elaboración propia.

Figura 3. Estructura organizacional del Departamento de Nutrición y Dietética



Fuente: elaboración propia.

1.1.4. Misión

Brindar servicios hospitalarios y médicos especializados en encamamiento y de emergencia, de acuerdo a las necesidades de cada paciente, en el momento oportuno y con calidad, brindando un trato cálido y humanizado a la población.

Ofrecer a estudiantes de ciencias de la salud los conocimientos, habilidades y herramientas necesarias para formarlos como profesionales especialistas en la rama de la salud, en respuestas a las demandas de los tiempos modernos.

1.1.5. Visión

Ser el principal hospital de referencia nacional del sistema de salud pública del país, brindando atención médica y hospitalaria especializada, con enfoque multiétnico y culturalmente adaptado.

1.2. Departamento de Nutrición y Dietética

El Departamento Nutrición y Dietética depende jerárquicamente de la Dirección de Servicios Técnicos de Apoyo y se divide en tres secciones:

- Servicio de alimentación, área encargada de la elaboración, preparación y distribución de alimentos.
- Laboratorio de leches, sección encargada de la elaboración de todos los biberones y/o fórmulas enterales para los servicios de pediatría, maternidad y adultos.

- Clínica de Nutrición, división encargada de prestar atención nutricional a pacientes de consulta interna y externa.

El área de elaboración y preparación de alimentos del Departamento de Nutrición y Dietética se encuentra ubicado en el sótano del edificio central.

Actualmente cuenta con 106 empleados, que se distribuyen en turnos rotativos para poder proveer de atención alimentaria al paciente y al personal en horario de 6:00 hrs a 22:30 hrs.

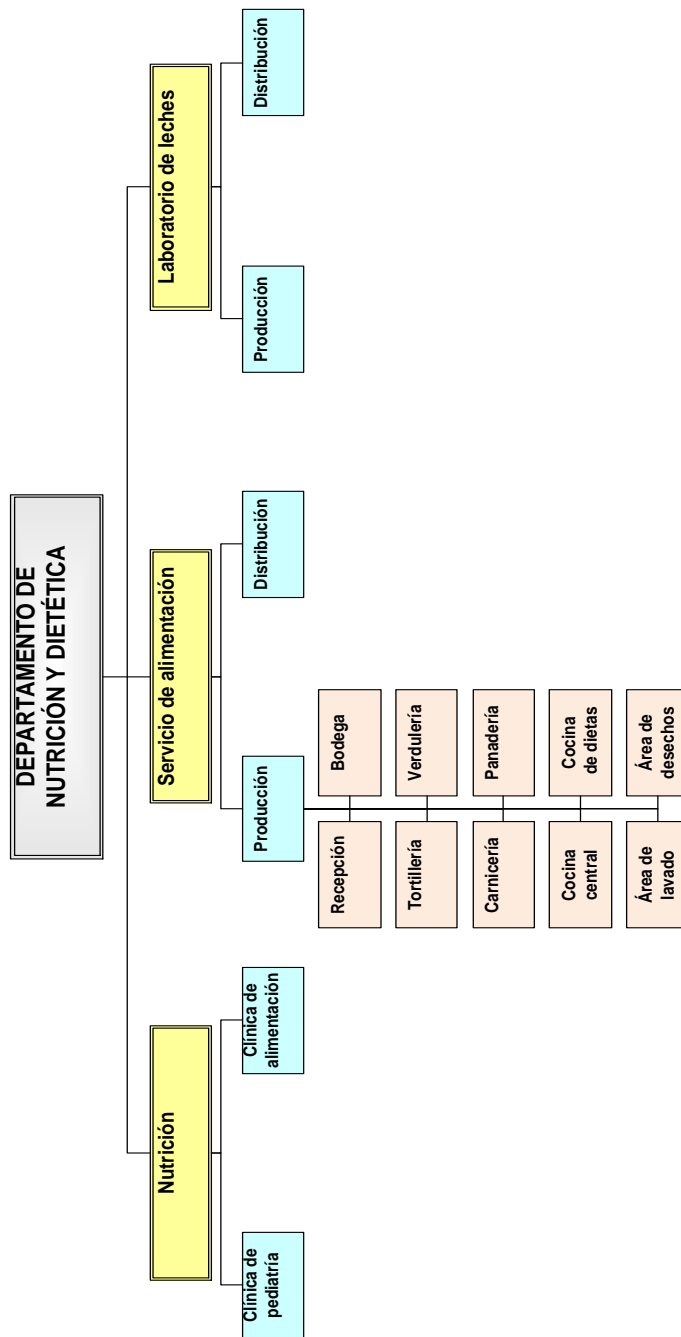
Diariamente sirve en promedio alrededor de 2 400 raciones de comida divididas en los tres tiempos formales de comida, 1 200 biberones y 70 fórmulas enterales para adultos.

La misión del Departamento de Nutrición y Dietética se define de la siguiente manera: “Brindar al paciente una alimentación que cumpla con los requerimientos y necesidades nutricionales de acuerdo a su estado patológico, logrando con ello una pronta recuperación”.

1.2.1. Estructura organizacional

El Departamento de Nutrición y Dietética se organiza en tres áreas principales: Nutrición, esta área se dedica a la elaboración de dietas especiales para enfermos con un nivel de salud delicado; Servicio de Alimentos, es la sección que prepara todas las comidas para aquellas personas con dieta libre, así como para el personal que labora dentro de la institución; Laboratorio de Leches, son quienes se encargan de la formulación de biberones según las necesidades de los bebés.

Figura 4. Estructura organizacional Departamento de Nutrición y Dietética



Fuente: elaboración propia.

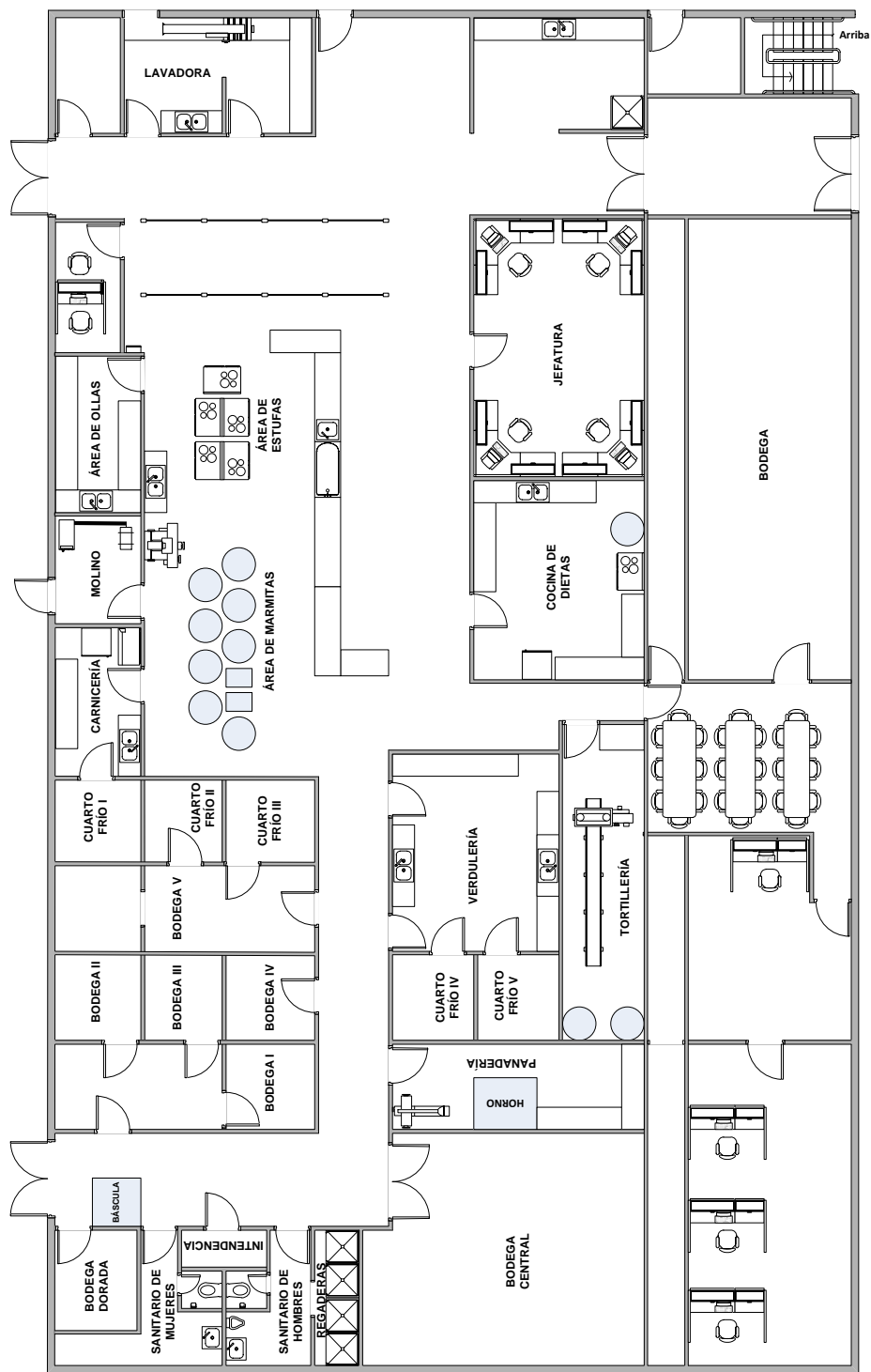
1.2.2. Funciones

El Departamento de Nutrición y Dietética tiene como objetivo general brindar alimentación a los pacientes de consulta interna y al personal que labora dentro del Hospital Roosevelt.

Las principales funciones del Departamento se clasifican en tres secciones:

- Técnicas: brindar atención nutricional a pacientes ingresados y con tratamiento ambulatorio.
- De investigación: realizar formulaciones de alimentos que ayuden a utilizar los recursos disponibles y provean de beneficios a la salud del paciente.
- Docentes: impartir pláticas de educación nutricional a pacientes y a las diferentes disciplinas que conforman la institución, así como capacitación y asesoría a los estudiantes de medicina y nutrición de las distintas de las universidades del país.

Figura 5. Croquis del Departamento de Nutrición y Dietética



Fuente: elaboración propia.

2. DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Descripción de las condiciones y procedimientos actuales del Departamento de Nutrición y Dietética

En esta sección se hace una exposición general de las condiciones físicas del complejo, el estado de las áreas para uso del personal, instalaciones sanitarias, indumentaria de protección personal, prácticas actuales de limpieza, entre otros.

2.1.1. Condiciones físicas

El apartado de condiciones físicas describe el estado actual de los muros, techo, piso, puertas, ventanas, iluminación, ventilación, pediluvios, superficies de trabajo que forman parte del Departamento de Nutrición y Dietética, así como los ambientes que le rodean.

2.1.1.1. Alrededores

El departamento de alimentos se encuentra instalado en un inmueble independiente, pero íntimamente unido al complejo hospitalario. Dicho edificio se encuentra a un nivel inferior al de área de parqueos. El área de recepción de productos, la rampa y bahía de descarga se encuentran debidamente pavimentadas, sin embargo el área periférica a las instalaciones no.

Dicha área circundante al área de preparación de alimentos se encuentra cubierta por grama y árboles como pinos y eucaliptos; esto constituye un foco de contaminación para los alimentos, pues la grama, los árboles y la hojarasca se convierten en refugio de distintos insectos, aves y roedores; además de ello constituye una de polvo, lodo y agua estancada.

Cabe mencionar que dentro de las instalaciones donde se preparan los alimentos es posible encontrar equipo de refrigeración en desuso sin resguardar; asimismo, junto a esto, es posible encontrar cajas y sacos, lo cual crea un albergue para las plagas.

2.1.1.2. Paredes

Los muros perimetrales del Departamento de Nutrición y Dietética son de concreto con revestimiento; las paredes interiores son de bloques y poseen una altura máxima de 2,50 metros; dichas paredes se encuentran pintadas en su totalidad con una cubierta de pintura celeste a base de aceite, que al no recibir el mantenimiento apropiado ha comenzado a descascararse en algunas partes.

Las paredes interiores están provistas de un revestimiento liso de cemento sobre el cual existe una cubierta de azulejo blanco de una altura de 1,50 metros; esta al no recibir una limpieza constante, ha ido recopilando todo tipo de suciedad a través del tiempo. Si bien la mayor parte de los azulejos se encuentran en estado aceptable, existen algunos deteriorados, dañados o quebrados, incluso en algunas áreas se han desprendido. Las uniones entre paredes, así como las de las paredes con el suelo carecen curva sanitaria.

En el área de marmitas, durante el uso de estas, existe una fuga constante de vapor que al no ser recolectada en su totalidad por el extractor, ha hecho que el condensado propicie la formación de moho en las paredes cercanas a dicho sector.

2.1.1.3. Techo

El techo del área de elaboración y preparación de alimentos es de tipo dientes de sierra, construido de concreto armado. Su superficie posee un revestimiento liso de cemento y una capa de pintura a base de aceite color blanco.

Este tipo de techo se ha vuelto un problema, pues si bien la iluminación obtenida con este es adecuada, debido a su configuración y por encontrarse al mismo nivel del suelo del área de parqueo y por poseer un área verde en sus inmediaciones, ha propiciado la acumulación de tierra y hojarasca que al momento de llover, ingresa al interior a través de las ventanas.

Otros problemas observados en el techo son el descascaramiento de la pintura en algunas áreas, y la formación de moho en las superficies próximas a la sección de marmitas como consecuencia de la humedad causada por el condensado proveniente de la fuga de vapor durante la operación de las marmitas.

2.1.1.4. Piso

El piso que se encuentra instalado en el departamento de nutrición y dietética es de granito amarillo y blanco con base gris. Este tipo de piso no es antideslizante. La unión de este con las paredes no posee curva sanitaria.

La superficie del piso no posee declive por lo que durante el proceso de lavado, existe la acumulación de agua en algunas partes. El piso en el área de marmitas constantemente se encuentra mojado debido a la condensación del vapor lo que ha causado un gran deterioro del mismo en dicho lugar, además, estas condiciones constituyen un riesgo para el personal.

El estado general de la mayor parte del piso es aceptable, sin embargo en algunas partes existen algunas irregularidades y en ciertos sectores se pueden encontrar pequeños agujeros que acumulan agua y suciedad.

2.1.1.5. Puertas

Las puertas utilizadas son de tipo metálico, con una cubierta de pintura a base de aceite color blanco, sus superficies son lisas, y su ajuste al marco es preciso.

Las puertas de los ingresos principales siempre permanecen abiertas durante la jornada laboral. Estas puertas no poseen brazo de retorno y tampoco banda de barrido ni medida alguna contra el ingreso de plagas.

La mayor parte de las puertas instaladas se encuentran sucias y con indicios de corrosión en la parte baja a causa del proceso de lavado del piso.

2.1.1.6. Ventanas

El departamento de alimentos al contar con un techo de dientes de sierra, posee las ventanas en cada uno de los dientes de este. Las ventanas son de tipo proyectables y se manipulan en conjunto mediante un mecanismo accionado por cadena. Los vidrios utilizados en estas son transparentes.

Uno de los principales inconvenientes es que dichas ventanas se encuentran al mismo nivel que el suelo del área verde circundante, lo que provoca que se llenen de polvo e incluso lodo durante la época de lluvia. Estas se limpian raramente, pues no existe una frecuencia de limpieza establecida. Debido al constante flujo de vapor en el área de marmitas, las ventanas de dicha área se han cubierto con moho.

Las ventanas del departamento de alimentos no poseen malla que evite el ingreso de insectos.

2.1.1.7. Iluminación

La configuración del techo en forma de dientes de sierra, permite un alto nivel de aprovechamiento de la luz solar. Junto a esto se hace uso de lámparas de dos tubos según las necesidades de iluminación; las conexiones eléctricas de dichas lámparas se encuentran apropiadamente entubadas.

Las lámparas al no recibir una limpieza regular, se han vuelto lugares de acumulación de polvo; estas tampoco poseen ningún tipo de protección en caso de ruptura.

2.1.1.8. Ventilación

El sistema de ventilación se encuentra conformado por extractores por succión y ventanas. Actualmente este sistema es deficiente, pues no es posible moderar y mantener la temperatura interior en condiciones frescas; tampoco puede extraer en su totalidad los vapores y olores. Como consecuencia de ello el techo del área de marmitas y sus alrededores, se encuentran cubierto por una capa de moho.

No existe una dirección de flujo de aire establecido, por lo que no hay control sobre el aire limpio y viciado.

2.1.1.9. Pediluvios

En la actualidad no hay ningún pediluvio, pero tampoco existen registros o indicios de su utilización en el pasado.

2.1.1.10. Superficies de trabajo

Para la preparación de alimentos se utilizan como superficies de trabajos mesas de acero inoxidable. Estas se limpian cada vez que se preparan distintos alimentos mediante una solución jabonosa y se sanitizan con una solución de amonio cuaternario.

2.1.2. Áreas para uso del personal

El área para uso del personal se conforma por dos ambientes, el primero la constituye el área de vestidores, que es un espacio especial asignado para el intercambio y el resguardo de las prendas de vestir, por otro lado se tiene el espacio para que el personal pueda consumir sus alimentos de una manera cómoda.

2.1.2.1. Vestidores

Actualmente dentro del Departamento de Nutrición y Dietética, no existe un área acondicionada para uso como vestidores ni se cuenta con casilleros u otro medio para que los operarios puedan resguardar sus pertenencias personales durante su jornada de trabajo, es por ello que dentro de las

instalaciones los operarios utilizan la ropa que llevan desde su hogar; lo cual constituye una fuente de contaminación pues dicha vestimenta se puede impregnar con todo tipo de sustancias en suspensión en el aire del exterior, así como también de cualquier tipo de líquido que pueda salpicar sobre ella, además es posible acarrear insectos sobre esta.

Existe un área de vestidores fuera del departamento con casilleros, sin embargo, debido a falta de garantías de seguridad los operarios evitan el resguardo de sus pertenencias en dicho lugar.

2.1.2.2. Comedor

Contiguo al área de Nutrición y Dietética, existe una nave acondicionada para su uso como comedor, dentro de esta existen alrededor de 24 mesas que pueden albergar a 6 personas cada una. La limpieza de esta área se encuentra a cargo del personal de intendencia.

2.1.3. Manejo, distribución y eliminación de fluidos

Para el manejo, distribución y la eliminación de fluidos residuales el medio ordinario son las tuberías de acero o PVC, las cuales se encuentran distribuidas por todo el complejo.

2.1.3.1. Tuberías

Las tuberías de distribución de los distintos fluidos se encuentran identificadas mediante colores, sin embargo no existen rótulos donde se indique la nomenclatura de las tuberías. Ninguna de las tuberías posee una

identificación escrita del tipo de producto que transporta, ni las condiciones bajo las cuales se transportan ni el sentido de flujo.

Las tuberías de vapor, las cuales se encuentran a temperaturas elevadas, no cuentan con ningún tipo de protección, por lo que estas constituyen un riesgo de quemadura severa para los operarios.

Las tuberías casi nunca se limpian por lo que son un punto de acumulación de polvo, condensados y grasas.

2.1.3.2. Drenajes

Las reposaderas del sistema de drenajes se encuentran cubiertas por una tapadera de metal, que con el tiempo se ha ido deteriorando y corroyendo al punto que existen agujeros considerables en estas. Dichos drenajes están desprovistos de rejillas de protección, lo cual causa que a estos vayan a parar todo tipo de objetos, basura y alimentos, causando algunas veces su obstrucción, así como la acumulación y estancamiento del agua, lo que permite la proliferación de insectos como zancudos y mosquitos.

Otro problema relacionado con los drenajes es que estos constituyen vías de acceso a insectos y roedores debido a su falta de medidas de exclusión de plagas. Por otra parte, debido a su falta de mantenimiento y limpieza muchas veces dichos drenajes emanan malos olores.

2.1.4. Instalaciones sanitarias

El término instalaciones sanitarias hace referencia a los distintos instalaciones utilizadas para la higiene personal de los operarios, como lo son

los lavamanos y regaderas, así también hace referencia a las instalaciones destinadas para el uso de sus necesidades fisiológicas, como sanitarios y mingitorios.

2.1.4.1. Estación de lavado de manos

Actualmente no existe ninguna instalación acondicionada especialmente para el lavado de manos de los operarios, por lo que se utilizan tanto los lavamanos del área de sanitarios como algunos fregaderos distribuidos en toda el área de alimentos.

2.1.4.2. Lavamanos

Los lavamanos se encuentran ubicados en el área de sanitarios, y únicamente existen dos, uno para cada género. Estos son cerámicos de color blanco pero se encuentran percutidos debido a que estos se limpian de forma deficiente una o dos veces por semana y nunca se sanitizan; estos se utilizan como estación de lavado de manos.

Dichas estaciones están provistas de jabón en espuma, agua fría y un espejo. Periódicamente los operarios reciben capacitaciones sobre higiene, sin embargo, lamentablemente no existe una supervisión adecuada de la limpieza de las manos pues el personal de jefatura y supervisión no es suficiente, por lo cual queda a criterio del trabajador.

2.1.4.3. Inodoros

Los sanitarios se encuentran ubicados dentro del complejo, en medio de la bodega central y bodega dorada; las instalaciones de estos están separadas

por género. Los sanitarios utilizados son cerámicos de color blanco pero debido a una limpieza inadecuada se encuentran percutidos y su estado higiénico es malo. Actualmente solamente hay un sanitario para el uso de mujeres, y otro para el de hombres. Para el uso de los caballeros, el área de sanitarios cuenta con un mingitorio.

Las puertas de las áreas de baños para ambos géneros no cuentan con brazo de retorno, por lo que la mayor parte del tiempo estas permanecen abiertas; la ventilación es mala y no existe un medio de extracción de olores o desodorante, de modo que existe un hedor de forma constante; tampoco existe medio alguno para la protección de los alimentos en cuanto a contaminación por aire viciado se refiere.

Los sanitarios cuentan con dispensadores de papel higiénico; el papel desechado se tira en cestos con bolsa plástica sin tapadera.

2.1.4.4. Regaderas

El Departamento de Nutrición y Dietética cuenta con un área de regaderas, ubicada en el baño para hombres, esta se compone de cuatro módulos contiguos sin separación alguna, cubiertos con azulejo blanco. De estos módulos solamente uno está en servicio, pues los otros tres no tienen regaderas ni tampoco llaves de paso, por lo que existe fuga continua de agua. En el área de regaderas solamente se cuenta el servicio de agua fría.

El área de regaderas se separa del de sanitarios únicamente por una cortina.

2.1.5. Hábitos higiénicos del personal en el área de producción

Como una descripción general de las prácticas de higiene personal se puede decir que estas son deficientes, ya que es posible encontrar algunos operarios que no se duchan diariamente, poseen las uñas largas incluso con esmalte o pintura.

Durante la jornada de trabajo, es posible encontrar trabajadores llevando puestos, relojes, pulseras, esclavas, cadenas, aretes, anteojos y otros accesorios.

Regularmente es probable hallar a los trabajadores incurriendo en faltas antihigiénicas como hurgarse la nariz, toser, estornudar, escupir, rascarse o masticar chicle en el área de preparación de alimentos.

Regularmente estos malos hábitos son reprendidos por el personal de jefatura, sin embargo, las inspecciones no son diarias debido a la falta de personal.

2.1.6. Indumentaria de protección personal

La indumentaria de protección personal utilizada por el personal para el caso de las mujeres se conforma de zapatos de vestir, falda o pantalón color azul marino, blusa color beige, gabacha blanca y cofia; en el caso de los hombres, el uniforme se compone de zapatos de vestir cerrado, pantalón azul marino, camisa beige, gabacha y birrete blancos.

La gabacha se utiliza por varios días hasta que se encuentran muy sucias, es en dicho momento, cuando se cambia, además no existe un lugar adecuado

para su resguardo para los momentos en los que no se trabaja, por lo que es posible observar a los operarios comiendo con ellas; las cofias, son utilizadas por varios días.

2.1.7. Prácticas de limpieza

En esta sección se describe la forma actual en la que se llevan a cabo los procedimientos de limpieza de la planta, instalaciones sanitarias, así como los procesos de limpieza y sanitización de utensilios, superficies de trabajo,

2.1.7.1. Limpieza y sanitización de utensilios

La limpieza de los utensilios se realiza al finalizar su uso; esta se lleva a cabo por el área al que pertenecen el procedimiento utilizado por los operarios consiste en remueven todos los restos de alimentos en primera instancia, luego se humedecen y a continuación se realiza el restregado con un paxte y jabón quitagrasa, finalmente se desaguan y se dejan escurrir. Cabe destacar que estos no se desinfectan.

El área de lavadora se encarga de la limpieza de los platos, vasos, azafates y otros utensilios; esta sección hace uso de una lavavajillas industrial. En esta se implementa jabón para lavavajillas y secante, de modo que los aparejos salen completamente secos, cabe mencionar que los mismos son sanitizados mediante vapor.

Todo el equipo utilizado en el departamento se limpia cada vez que se cambia de producto y al finalizar el día, esto se lleva realiza por el personal que operan los mismos, sin embargo, dicha limpieza se limita a las superficies que

entran en contacto con los alimentos, por lo que el exterior muchas veces se encuentran cubiertos por un capa de suciedad.

2.1.7.2. Limpieza y sanitización de superficies de trabajo

La limpieza de las superficies de trabajo se lleva a cabo cuando las misas se utilizarán para la preparación de alimentos o bien al finalizar la jornada de trabajo. La limpieza se ejecuta en primera instancia retirando los residuos de alimentos y otros desechos, a continuación se limpian con una toalla humedecida con una solución de jabón, finalmente se vuelven a limpiar con una toalla húmeda para remover los restos de jabón. La sanitización de las superficies se realiza mediante un paño humedecido con una solución de amonio cuaternario.

2.1.7.3. Limpieza de planta

Las operaciones de limpieza que se llevan a cabo en el área de preparación de alimentos, son las siguientes:

- A. El piso se barre y trapea cada día al momento de finalizar la jornada de trabajo. Una vez por semana se lava el piso; este procedimiento consiste en el fregado de las superficies con un cepillo de cerdas duras y detergente, posteriormente se desagua y se trapea.
- B. Las paredes, puertas y ventanas, no tienen una frecuencia de limpieza establecida, y regularmente se higienizan solamente en caso de que estas se hayan ensuciado demasiado.

- C. Cada área posee su propio basurero y la basura se remueve diariamente hacia el basurero general. Estos basureros están provistos de una bolsa plástica que se retira al momento de llenarse, sin embargo, estos no poseen tapadera, lo cual permite la propagación de moscas, mosquitos, hormigas y cucarachas. Los recipientes utilizados como basureros rara vez se lavan.

2.1.7.4. Limpieza de instalaciones sanitarias

La limpieza de los sanitarios, orinales, lavamanos y área de regadera se lleva a cabo dos veces por semana. La higienización de los mismos es precaria, puesto que la mayor parte del tiempo, el personal encargado no cuenta con los insumos suficientes para dicha actividad, por lo que generalmente sólo se limitan a remover el papel de los cestos de basura.

2.1.8. Procedimiento de recepción y almacenamiento

El área de almacenamiento del Departamento de Nutrición y Dietética, se encuentra ubicada a inmediaciones de la entrada exterior. Las estanterías del área de bodega no se encuentran ancladas al suelo ni tampoco son muy estables, por lo que se apoyan en las paredes; esto constituye un riesgo para los trabajadores. Actualmente no existe ningún tipo de señalización dentro del área de almacenamiento, ni tampoco una separación apropiada de los productos. Las operaciones de limpieza que se constituyen por el barrido y trapeado, se realizan una vez por semana.

2.1.8.1. Materia prima

El procedimiento de recepción y almacenamiento de materia prima se realiza de la siguiente manera:

- A. Entrega del proveedor.

- B. Revisión del producto, esto incluye:
 - a. Registro sanitario.
 - b. Marca.
 - c. Lote.
 - d. Fecha de vencimiento.
 - e. Cantidad o peso.
 - f. Estado físico.

- C. Registro en el sistema del producto:
 - a. Fecha de ingreso.
 - b. Cantidad o peso.
 - c. Número de pedido.
 - d. Precio unitario.
 - e. Precio total.

- D. Almacenamiento.

El despacho de los productos se realiza bajo el régimen PEPS.

2.1.8.2. Producto terminado

Regularmente no se resguarda producto terminado, pues el que no se consume en un tiempo de comida, se consume en el siguiente, por lo que rara vez es necesario su almacenamiento.

2.1.9. Control de plagas

Actualmente no existe ninguna medida física establecida para el control de plagas. Para el control de plagas existe un programa mensual establecido por una institución externa.

2.2. Condiciones actuales del equipo térmico utilizado en la preparación de alimentos

Dentro del siguiente apartado se describirán el estado físico del equipo térmico utilizado dentro del departamento, así como el de todos los dispositivos utilizados para la conducción y acondicionamientos del vapor.

2.2.1. Evaluación del sistema de alimentación de vapor

El sistema de alimentación es el encargado de suministrar la cantidad oportuna de vapor, bajo las condiciones de acondicionamiento apropiadas para el buen funcionamiento del equipo térmico.

2.2.1.1. Tuberías

Las tuberías que componen el sistema de distribución de vapor del área del Departamento de Nutrición y Dietética son de hierro negro de 3 pulgadas de diámetro.

La instalación y tiempo de funcionamiento de las mismas datan del año de construcción del hospital (alrededor de 1955), tiempo desde el cual únicamente ha recibido mantenimiento correctivo. Esto lleva a suponer que existe una acumulación de gran cantidad de incrustaciones dentro de las mismas, esto tiene repercusiones en problemas como pérdidas significativas de calor durante el transporte del mismo debido a la acumulación de agua; aumento de arrastre, reducción de la cantidad de vapor suministrado a los equipos térmicos debido a taponamiento de las mismas, acarreo de sólidos en suspensión que provoca la obstrucción y daño de válvulas, trampas y equipo térmico.

Otro problema que se puede detectar en las tuberías de la red de distribución de vapor es la oxidación y corrosión de estas.

Las tuberías se encuentran unidas mediante coplas, y la derivación de los ramales secundarios no es la apropiada, ya que se utilizan conexiones tipo “T”, lo que provoca que al equipo lleguen tanto vapor como arrastre.

Dentro de la red de tuberías del Departamento de Nutrición y Dietética, no fue posible encontrar ningún tipo de juntas de expansión.

2.2.1.2. Soportes y bridas

Las tuberías de distribución de vapor se encuentran ancladas al techo del edificio mediante una suspensión tipo U; sin embargo, en algunas tuberías secundarias, a lo largo del tiempo este tipo de sujeción se ha ido perdiendo y se ha sustituido únicamente por soportes tipo “L” unidos a las columnas.

Las tuberías se encuentran unidas entre sí mediante conexiones tipo copla de hierro negro. Las tuberías no poseen ningún tipo de brida.

2.2.1.3. Aislamientos

Hoy día las tuberías carecen de aislamiento térmico, sin embargo, este no fue así en el inicio. El aislamiento original se fue perdiendo a lo largo de los años, primeramente debido a falta de recursos económicos para su reparación y restitución, por otro lado se tiene la indiferencia ante los ahorros energéticos y finalmente debido a que muchas veces ha sido robado.

La tubería principal de alimentación a los equipos térmicos, se encuentra en un lugar bastante accesible a los operarios lo cual constituye un riesgo bastante alto de quemaduras severas. Esta tubería no se encuentra identificada y tampoco existe ningún tipo de advertencia sobre la misma.

Otro problema de la falta de aislamiento es la gran cantidad de pérdida de calor que se pierde debido a que la tubería entra en contacto directo con el entorno. El uso de aislamiento térmico permite ahorrar hasta un 50% de la energía utilizada, lo que se traduce en un ahorro económico, en la reducción del uso de combustibles y por tanto la emanación de gases de combustión.

2.2.1.4. Otros accesorios

Ningún equipo térmico cuenta con los accesorios completos para acondicionamiento de vapor que les permite un adecuado funcionamiento y el mejor aprovechamiento de la energía térmica. Ningún equipo cuenta con trampas de vapor, separadores de vapor, filtros, venteadores ni tampoco cuentan con la instalación *by-pass* requerida para el mantenimiento. Únicamente cuentan con una válvula antiretorno (*check*).

El sistema de distribución de vapor cuenta únicamente con una válvula de regulación de presión en la entrada de alimentación, que reduce la presión de a 30 PSI.

2.2.2. Condiciones actuales de la cimentación

El área de marmitas no posee cimentación. El equipo simplemente se encuentra apoyado sobre el piso, esto ha provocado la fisuración del piso debido a la irregular transmisión de cargas al mismo; dicho suelo regularmente se encuentra mojado a causa de las constantes fugas de agua de condensación, esto ha provocado un deterioro más severo del piso de dicha área a lo largo de los años.

2.2.3. Estado de anclajes

Las marmitas tampoco poseen ningún tipo de anclajes que las sujeten al suelo, esto produce que cualquier vibración se transmita directamente a las tuberías, causando daño a los distintos elementos instalados en la misma, de igual manera dichos movimiento afectan a los equipos circundantes.

2.2.4. Condiciones físicas del equipo

Físicamente el equipo se encuentra en un estado aceptable, sin embargo existen algunas que han sufrido pequeñas abolladuras a lo largo de los años. Externamente se ha ido acumulando una capa de distintos residuos a causa de la falta de limpieza. El principal problema que se encuentran en las marmitas son la caída de presión debido a las distintas fugas en el entramado de tuberías, por otra parte la válvula reguladora de presión no es la adecuada.

2.2.5. Verificación de instrumentos de registro y control

En la actualidad el equipo térmico únicamente hace uso de un manómetro de tubo Bourdon, los cuales datan desde la instalación del equipo, estos reciben mantenimiento alrededor de cada 6 meses, sin embargo, algunos equipos carecen de los mismos debido a que han sido removidos por distintos motivos.

Algunos equipos aún cuentan con sus termómetros originales, sin embargo, todos se han dañado, quebrado o bien han sido removidos.

2.2.6. Comprobación del funcionamiento de las medidas de seguridad

Dentro de las medidas de seguridad utilizadas en el sistema de distribución de vapor se encuentran válvulas de paso y válvulas de alivio. Cada equipo térmico debería contar con cada una de estas, sin embargo, con el transcurso del tiempo algunas de las mismas se han averiado y/o han sido removidas.

Los equipos térmicos trabajan regularmente a una presión de 30 PSI, mientras que las válvulas de alivio se encuentran calibradas para activarse a 35 PSI.

Las válvulas utilizadas para regular el flujo de vapor son de tipo compuerta.

2.2.7. Medición del desempeño del equipo térmico

Actualmente no se lleva ningún tipo de control sobre el desempeño del equipo térmico, esto se debe a que en parte existe una indiferencia sobre el mejor aprovechamiento de vapor, lo cual se origina a partir de la falta de recursos para dar un adecuado mantenimiento al sistema de distribución de vapor.

3. PROPUESTAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA

3.1. Especificaciones del Departamento de Nutrición y Dietética

Para la implementación de buenas prácticas de manufactura en el Departamento de Nutrición y Dietética, las instalaciones deberán cumplir algunas consideraciones generales como:

- Se deberá contar planos de la planta que permitan ubicar las áreas relacionadas con el flujo de los distintos procesos productivos.
- Cualquiera de los materiales de construcción utilizados en las instalaciones del Departamento de Nutrición y Dietética, nunca deberán transmitir ninguna sustancia no deseada a los alimentos.
- En el área de preparación de alimentos no se permite el uso de madera como material de construcción.
- El edificio deberá de estar acondicionado de modo que se pueda facilitar y regular la fluidez unidireccional del proceso de producción, evitando los riesgos de contaminación cruzada.
- Toda maquinaria, equipo y otros dispositivos utilizados en el área de producción, deberán estar distribuidos de manera tal que se disponga del suficiente espacio para cumplir satisfactoriamente con todas las operaciones de producción y limpieza.

- Entre el equipo y las paredes deberá existir un espacio de trabajo de al menos 50 centímetros sin obstáculos, de manera que se pueda llevar a cabo las tareas de limpieza de forma adecuada.

3.1.1. Alrededores

Los alrededores de las instalaciones del área del Departamento de Nutrición y Dietética, se deberán mantener en buenas condiciones de manera tal que se proteja a los alimentos de la contaminación. Para mantener limpios los alrededores deberán aplicarse medidas como:

- Recortar la grama y eliminar la hierba
- Retirar y eliminar los desechos sólidos y desperdicios
- Resguardar en forma adecuada el equipo en desuso
- Remover todo aquello que pueda constituir un refugio o abrigo para cualquier tipo de plaga.
- Mantener las áreas verdes y de estacionamiento limpios para que estas no constituyan una fuente de contaminación.
- Se deberá pavimentar, asfaltar, adoquinar o aplicar cualquier otra medida pertinente para eliminar las fuentes que puedan generar polvo.
- Evitar la formación de charcos o agua estancada

- Proporcionar mantenimiento al sistema de drenajes para evitar infestación y contaminación.

3.1.2. Paredes

Las paredes del Departamento de Nutrición y Dietética deberán de cumplir algunas especificaciones tales como:

- Las paredes exteriores pueden ser construidas de concreto, ladrillo o bloque de concreto o de estructuras prefabricadas de diversos materiales.
- Las paredes interiores de las áreas de proceso deberán poseer revestimientos impermeables, no absorbentes, lisos, fáciles de lavar y desinfectar, de un material no tóxico para los alimentos.
- Deberán de estar pintadas con colores claros, sin grieta alguna.
- En sectores donde predomine la humedad o se utilice grandes cantidades de líquido, las paredes deberán estar recubiertas con un material lavable a una altura mínima de 1,5 metros.
- Las uniones entre una pared y otra, así como entre estas y los pisos, deberán poseer una curvatura sanitaria.

3.1.3. Techo

La construcción del techo deberá de ser de tal manera que su forma, construcción y acabados minimicen la acumulación de suciedad y condensación.

Los materiales de construcción del techo deberán ser de tipo liso, impermeables y no absorbentes, de manera tal que permita su fácil limpieza; por otro lado se debe evitar la utilización de aquellos que faciliten la formación de mohos y costras, o bien que al deteriorarse produzcan desprendimiento de partículas. Preferentemente el color del techo deberá ser claro.

No se debe de utilizar por ninguna razón cielo falso, pues este permite la acumulación de suciedad y humedad, además de constituir un potencial nicho para la proliferación de plagas.

3.1.4. Piso

La superficie del piso colocado en el Departamento de Nutrición y Dietética deberá de cumplir con las siguientes especificaciones:

- Impermeable
- Lavable no absorbente
- Fácil de limpiar y desinfectar
- Libre de grietas e irregularidades
- Antideslizante
- Inclinada, para facilitar que el agua corra durante el lavado y así evitar la formación de charcos. Se recomienda un declive de aproximadamente 1 centímetros por metro lineal (1%).

- Resistente al deterioro por contacto con sustancias químicas, pero a la vez sin efectos tóxicos en los alimentos.
- Inerte a detergentes y desinfectantes comúnmente utilizados.

La unión entre el suelo y la pared deberá de estar provista por una curva sanitaria para evitar la acumulación de residuos alimenticios.

Una forma muy apta para cumplir tales condiciones es la colocación de piso de cemento como base, sobre el cual se coloca piso sobrepuesto.

Si fuese necesario el uso de rampas, éstas deberán de cumplir las mismas especificaciones que los pisos, con excepción de la inclinación que deberá tener una pendiente de 10 centímetros por metro lineal (10%).

3.1.5. Puertas

Las puertas a implementar deberán de cumplir las siguientes especificaciones:

- Deberán tener un ancho mínimo de 0,90 metros
- El material de construcción ha de ser impermeable, no absorbente y duradero.
- La superficie debe ser completamente lisa, para facilitar su limpieza y desinfección.

- La superficie deberá estar protegida por una capa de resina anticorrosiva inerte a los alimentos.
- Estar provista de un brazo de retorno para permitir un cierre automático
- En la parte inferior deberá estar instalada una banda de barrido para eliminar el espacio existente entre la puerta y el piso.
- El ajuste entre la puerta y el marco ha de ser máximo
- El espacio de separación entre el marco y la pared deberá estar sellado
- Ninguna puerta deberá abrir directamente hacia el lugar donde se preparan los alimentos.

El acceso principal y aquellos que comunican al exterior, deberán contar con doble puerta que además de los requisitos generales deberán estar provistas de cortinas de aire y cortinas plásticas.

Las distancias máximas a las que se deben localizar las salidas desde cualquier punto de la planta, según la clasificación del área son:

- Áreas muy peligrosas 23 metros
- Áreas de peligro moderado 30 metros
- Áreas de bajo riesgo 45 metros

3.1.6. Ventanas

El diseño y construcción de las ventanas deberá poseer las siguientes características:

- El diseño de las ventanas deberá facilitar la limpieza y que reducir al mínimo la acumulación de suciedad y agua.
- Los quicios de las ventanas deberán poseer un declive y ser de un tamaño que evite su uso para almacenamiento de objetos y acumulación de polvo.
- Las ventanas exteriores que se utilizan para ventilación deberán estar provista de una malla protectora contra plagas, fácil de desmontar y limpiar.
- El acceso a las ventanas deberá ser fácil y sus alrededores deberán estar libres de rémoras.

3.1.7. Iluminación

Para la elaboración de alimentos se debe contar con una adecuada iluminación natural y/o artificial que permita tener la intensidad apropiada al tipo de operaciones a realizar y que no genere una alteración de colores o de lugar a colores falseados.

Se deben considerar como elementos de iluminación natural aquellos artefactos que aprovechan la luz solar como: ventanas, vidrios, láminas, tragaluces, difusores, etcétera.

Como iluminación artificial se reconocen todos aquellos dispositivos que emiten luz a través de la transformación de cualquier tipo de energía.

En el sistema de iluminación se deben de considerar aspectos tales como:

- Los cables eléctricos nunca deberán pasar sobre las zonas de procesamiento de alimentos.
- Los conductores eléctricos en caso de ser exteriores deben estar recubiertos por tubos o caños aislantes.
- Las ventanas, lámparas y todos los accesorios de iluminación ubicados en las distintas áreas deberán contar con protección a fin de evitar la contaminación de los alimentos en caso de rotura.

Los requisitos de iluminación recomendados para diversas tareas y locales se brindan en la tabla I de la siguiente manera:

Tabla I. Tareas y actividades con especificación de iluminancia, limitación del deslumbramiento y calidad de color

Tipo de localidad, tarea o actividad	\bar{E}_m en lux	CUD_L	R_a	Observaciones
Vestíbulos de entrada	100	22	60	
Salas de estar	200	22	80	
Áreas de circulación y pasillos	100	28	40	Crear zonas de transición para evitar cambios bruscos.
Escaleras	150	25	40	

Continuación de la tabla I.

Rampas y áreas de carga - descarga	150	25	40	
Vestidores, duchas y baños	200	25	80	
Enfermería	500	19	80	
Locales para atención médica	500	16	90	
Cuartos de instalaciones eléctricas	200	25	60	
Bodegas y cuartos fríos	100	25	60	200 lux si se encuentran ocupados constantemente.
Áreas de despacho, embalaje y procesamiento	500	25	80	
Estación de control	150	22	60	200 lux si se encuentran ocupados constantemente.
Preparación y horneado de pan	300	22	80	
Clasificación y lavado de productos, envasado	300	25	80	
Corte y clasificación de frutas y vegetales	300	25	80	
Fabricación de alimentos finos y cocinas.	500	22	80	
Inspección de envases (vidrio), botellas, control de productos, adorno, decoración	500	22	80	
Laboratorios	500	19	80	
Inspección de colores	1000	16	90	
Oficinas, lectura, escritura, mecanografía, procesamiento de datos.	500	19	80	
Comedor	200	22	80	La iluminación debe dar una sensación acogedora.

Fuente: International Organization for Standardization – ISO, ISO 8995/CIE S 008: 2003. p. 16, 18, 19, 24

Columna 1

En esta columna se determinan el tipo de localidad, tarea o actividad. Si la localidad, tarea o actividad particular no se encuentra en la lista, deberá adoptarse los valores dados para una situación similar comparable.

Columna 2

Indica la iluminancia mantenida (\bar{E}_m , lux) sobre las superficies de referencia para la localidad, tarea o actividad indicada en la columna 1.

El nivel de iluminación deberá incrementarse cuando:

- En la tarea existen contrastes usualmente bajos
- El trabajo visual es crítico
- Los errores son de costosa rectificación
- Es de gran importancia la precisión o una mayor productividad
- La capacidad visual del trabajador está por debajo de la normal

El nivel de iluminancia mantenida puede disminuirse cuando:

- En la tarea existen contrastes inusualmente altos
- Los detalles son de un tamaño muy grande

- La tarea se ha de realizar en un breve lapso de tiempo

En las áreas en que se realiza un trabajo continuo, la iluminación mantenida no deberá ser menor a 200 lux.

Columna 3

Proporciona los límites de la capacidad unificada de deslumbramiento (*CUD*), aplicables a las situaciones indicadas en la columna 1.

El deslumbramiento es la sensación visual provocada por áreas brillantes dentro del campo visual y que pueden provocar molestias e incluso inhabilitación del operario. El deslumbramiento incapacitante puede experimentarse por causa de la concentración de luces o fuentes de gran brillantez, como una ventana en un espacio iluminado pobremente.

Es de suma importancia la limitación del deslumbramiento para evitar errores, accidentes y fatiga. Si se cumplen los niveles de deslumbramiento molesto, no existirá el problema de deslumbramiento incapacitante.

Columna 4

Aporta los índices mínimos de rendimiento de color (R_a) para la situación indicada en la columna 1.

Es importante, tanto para la tarea como para la sensación de comodidad y bienestar, que los colores del entorno de los objetos se asemejen a los colores naturales. Para proporcionar una indicación objetiva de las propiedades de una luminaria, se ha introducido el índice general de rendimiento de color (R_a). El

valor máximo de R_a es 100, esta cifra se va reduciendo a medida que disminuye la calidad del rendimiento del color. Las lámparas con un R_a menor a 80 no se deben utilizar en interiores donde trabajan personas o donde estas permanecen largos ratos.

Columna 5

Provee las observaciones, advertencias y notas para las excepciones y aplicaciones especiales de las situaciones listadas en la columna 1.

Los datos de R_a y CUD son proporcionados por el fabricante de las luminarias.

3.1.8. Ventilación

Dentro del Departamento de Nutrición y Dietética se deberá contar con un sistema de ventilación natural y/o mecánico que permita:

- La circulación de suficiente cantidad de aire fresco
- Eliminar la condensación de vapores, aerosoles y polvos para minimizar la contaminación transmitida por el aire.
- Expeler olores y controlar los olores que puedan afectar los alimentos
- Moderar la temperatura ambiente, evitando el calor excesivo
- Controlar la humedad

La dirección de la corriente eólica nunca deberá ir de una zona contaminada a otra limpia. Las aberturas de ventilación deberán estar protegidas para evitar el ingreso de plagas y agentes contaminantes.

En las tablas II y III, se proporcionan datos recomendables sobre la cantidad de aire mínima de aire necesaria el número de renovaciones de aire que se darán por hora, según sea el tipo de localidad y actividad.

Tabla II. **Cantidad mínima de aire recomendable**

Espacio del local en m³/persona	Caudal de aire para actividades sedentarias en m³/h-persona	Caudal de aire para actividades moderadas en m³/h-persona
3	43	65
6	29	43
9	21	31
12	15	23
15	12	18

Fuente: ISERTEC. Consultoría de ventilación. p. 4

Tabla III. **Número recomendable de renovaciones eólicas por hora**

Tipo de local	Número de renovaciones por hora
Cocinas colectivas	15 - 30
Inodoro	8 - 15
Duchas	12 - 25
Oficina	4 - 8
Comedor	8 - 12
Vestidores	6 - 8

Fuente: ISERTEC. Consultoría de ventilación. p. 5.

3.1.9. Pediluvios

El pediluvio como estación de limpieza y desinfección de botas, deberá estar ubicado en cada uno de los ingresos al área de producción para eliminar los contaminantes acarreados desde el exterior. Se deberá contar con dos pediluvios, el primero deberá contener agua y el segundo una solución desinfectante, ya que muchos desinfectantes se inactivan por medio de materia orgánica.

Se recomienda el uso de amonio cuaternario para la formulación de la solución sanitizante, la misma deberá cambiarse diariamente y las veces que se requiera durante el día.

3.1.10. Superficies de trabajo

Las superficies de trabajo que vayan a estar en contacto directo con los alimentos deberán ser sólidas, duraderas y fáciles de limpiar, mantener y desinfectar.

Deberán estar construidas de material liso, no absorbente, no tóxico, inerte a los alimentos y no reactivos a los detergentes o desinfectantes comúnmente utilizados.

3.1.11. Utensilios, recipientes y otros artefactos

Cualquier utensilio, recipiente o artefacto que se utilice dentro del Departamento de Nutrición y Dietética y que vaya a estar en contacto directo con los alimentos deberá estar construido de un material que no transfiera olores ni sabores, resistente a las operaciones repetidas, liso, no absorbente, no tóxico, no corrosivo, inerte a los alimentos y no reactivo a los químicos utilizados para su limpieza y desinfección.

Los utensilios, recipientes o artefactos, deberán permitir un fácil armado y desarmado de modo que pueda realizarse inspecciones, una limpieza adecuada así como su desinfección total.

Se deberá contar con lugares específicos para colocar los distintos utensilios mientras estos no se utilizan. Todo tipo de recipiente se deberá de almacenar boca abajo, de forma que no se acumule polvo en el fondo.

Todos los utensilios, recipientes y todos los artículos que entren en contacto con los alimentos, siempre deberán lavarse y desinfectarse antes de su uso.

3.1.12. Maquinaria y equipo

La maquinaria y el equipo utilizado dentro del Departamento de Nutrición y Dietética deberán de poseer un montaje e instalación adecuados de forma que:

- Funcionen de conformidad al uso para el que fueron diseñados y de forma óptima.
- Faciliten las prácticas de higiene
- Permitan un fácil acceso para mantenimiento, vigilancia y limpieza

Para mantener la inocuidad y aptitud de los alimentos para consumo humano, es necesario que el equipo utilizado para cocinar, aplicar tratamientos térmicos, calentar, enfriar, refrigerar, congelar o almacenar los mismos sea capaz de alcanzar las temperaturas requeridas con la rapidez adecuada y una vez alcanzadas las pueda mantener. El equipo deberá contar con instrumentos de medición, control y vigilancia de temperatura.

Según sea la funcionalidad del equipo, se deberán considerar otras variables que puedan tener un efecto perjudicial sobre la inocuidad de los alimentos tales como la humedad, la corriente de aire u otros.

Del correcto funcionamiento de la maquinaria y equipo dependerá:

- La eliminación o reducción de microorganismos dañinos o indeseables a niveles inocuos.
- La eliminación o reducción de toxinas producidas por microorganismos a niveles inofensivos.
- El control de la proliferación y supervivencia de los microorganismos

3.2. Áreas para personal

Las áreas destinadas para uso como vestidores y comedor, deberán cumplir ciertos requerimientos físicos mínimos, los cuales ayudan a mantener un nivel de comodidad y seguridad en el personal.

3.2.1. Vestidores

El área de vestidores, es una localidad destinada para que todos los empleados puedan dejar sus objetos personales. Esta área deberá cumplir con aspectos tales como:

- Estar separado por sexo
- Contar por cada turno, con un casillero para cada empleado
- Poseer suficiente iluminación
- Contar con un sistema de ventilación hacia el exterior

- Tener bancas suficientes para la cantidad de personas

Los casilleros deberán contar con un gancho para facilitar el cambio de ropa; deben estar separados del suelo y de la pared por una distancia mínima de 20 centímetros. Entre las bancas y los casilleros deberá existir un corredor de un ancho mínimo de 1,20 metros para facilitar la salida o desalojo del personal.

El operario jamás debe guardar clase alguna ni bajo cualquier circunstancia alimentos en el casillero que se le ha asignado; los casilleros se revisarán de forma periódica para corroborar la ausencia de alimentos.

3.2.2. Comedor

El complejo del Departamento de Nutrición y Dietética, debe contar con un sector de uso exclusivo para comedor. Este lugar deberá tener características deseables como:

- Estar separada del área de producción
- Mantener un nivel de iluminación suficiente
- Tener un sistema de ventilación hacia el exterior
- Poseer suficientes mesas y sillas, para alojar a todos los operarios presentes por cada turno.

- El piso, mesas, sillas y todo el mobiliario deberá mantenerse siempre limpio y libre de restos de alimentos u otros desechos.
- Contar con cubículos separados para que los trabajadores puedan guardar alimentos.
- Haber un refrigerador para los alimentos que necesiten mantenerse fríos

3.3. Agua

El agua como líquido vital utilizado para la preparación de alimentos o bien para la elaboración de cualquier otro producto que entre en contacto con alimentos, deberá cumplir con ciertos requisitos indispensables para garantizar la inocuidad de los alimentos.

3.3.1. Agua potable

Es necesario contar con un abastecimiento suficiente de agua potable, con los medios apropiados para su almacenamiento, distribución y control de temperatura. Esto es especialmente importante para prevenir la interrupción del proceso de elaboración de alimentos a causa de la suspensión repentina del servicio de agua.

El agua potable se debe utilizar para la preparación, limpieza, y manipulación de alimentos, así como para las operaciones de limpieza y desinfección de equipos y sus componentes, utensilios, recipientes, superficies de trabajo y todos aquellos elementos que están en contacto con los alimentos.

El agua potable deberá cumplir con las especificaciones descritas en la Norma COGUANOR NGO 29 001 (ver sección de anexos), o bien ser de calidad superior.

3.3.2. Agua no potable

El sistema de agua no potable utilizada por el sistema contra incendios y refrigeración deberá estar plenamente identificado, independiente del de agua potable y no deberá haber posibilidad de reflujo hacia este.

3.3.3. Hielo y vapor

El hielo y el vapor que entrarán en contacto directo con los alimentos, deberán producirse y generarse a partir de agua potable que cumple con los requisitos de la sección 3.3.1.

Durante el proceso de generación, producción, almacenamiento, distribución y manipulación de hielo y vapor, estos siempre deberán estar protegidos de la contaminación, de manera que sean aptos para el consumo humano y no representen amenaza para la inocuidad y aptitud de los alimentos.

3.4. Manejo, distribución y eliminación de fluidos

Las tuberías y los drenajes como medios comunes utilizados para la conducción, distribución y evacuación de fluidos deberán poseer ciertas propiedades que garanticen el manejo confiable y seguro de los mismos.

3.4.1. Tuberías

El diámetro, cédula y material de construcción de las tuberías deberá ser adecuado a las características del contenido, presión, caudal y temperatura. Las tuberías elevadas nunca deberán pasar sobre las áreas de procesamiento. El tamaño de las tuberías deberá ser adecuado para que: el suministro de agua potable y no potable, vapor, vacío, oxígeno y otros productos sea suficiente para cada área; así como la evacuación de aguas negras y servidas sea adecuado.

Las tuberías se identificarán según una serie de colores establecidos para la identificación de diferentes tipos de fluidos, indicándose sobre el mismo el tipo de fluido que conduce la tubería, las condiciones, el estado y la dirección de flujo. Si fuera necesario, según sean las condiciones o el estado del fluido, se deberá colocar un rótulo de advertencia.

En la sección de anexo se incluyen dos tablas con los colores normalizados para los distintos tipos de fluidos (ver tabla de anexo) y los índices para identificación del tipo específico de fluido (ver tabla de anexo).

3.4.2. Drenajes

El sistema de drenajes deberá permitir una rápida evacuación de los líquidos, para lo cual se deberán colocar desagües en los puntos y en las cantidades apropiadas evitando así la formación de charcos.

Las instalaciones de drenajes deberán de estar diseñadas, construidas y mantenidas de manera que se evite el riesgo de contaminación de los alimentos o el abastecimiento de agua potable. Cada reposadera deberá contar con una

rejilla, que cumplirá una doble función, la recolección de todo tipo de residuos que puedan ir a la cañería e impedir el paso de roedores e insectos hacia la planta.

3.5. Instalaciones sanitarias

Las instalaciones sanitarias como estaciones de higiene, sanitización y limpieza para uso de los operarios, deberán cumplir con ciertas características que ayuden a cumplir su finalidad, las cuales son descritas dentro de los siguientes apartados.

3.5.1. Estación de lavado de manos

Las estaciones de lavado de manos, deberán de ubicarse fuera del área de inodoros y a inmediaciones de las entradas del área de producción; deberán estar construidas con materiales resistentes a la corrosión. Cada estación de lavado de manos deberá contar con por lo menos:

- Llaves de agua, grifo o mezcladoras accionados mediante pedales, sensores u otra forma que no sea manual.
- Agua caliente y fría en cantidad suficiente
- Dispensador de jabón y de solución antiséptica
- Jabón desinfectante, pH neutro, sin olor, capaz de remover restos de grasas y aceites de origen mineral, animal o vegetal.
- Solución antiséptica

- Secadores automáticos o dispensadores de toallas de papel higiénico sin accionamiento manual.
- Basurero con tapadera con bolsa desechable; la apertura del basurero debe ser a través de un mecanismo de pedal.
- Rótulos recordatorios del procedimiento para el correcto lavado de manos.
- Rótulos recordatorios de las situaciones donde se requiere el lavado de manos.

Por cada turno, la planta deberá poseer al menos una estación de lavado de manos por cada diez trabajadores o fracción de diez.

3.5.2. Estación de limpieza y desinfección

Estas son estaciones destinadas para la limpieza de materia prima, utensilios, recipientes y componentes de la maquinaria y equipo. Cada una de dichas estaciones deberá estar provista de:

- Grifos, llaves de agua o mezcladoras accionadas mediante pedales, sensores u otra forma que no sea manual.
- Cantidad suficiente de agua caliente y fría
- Dispensador de jabón, de solución antiséptica y de quitagrasa
- Jabón

- Solución antiséptica
- Quitagrasa
- Cepillos y paxtes para refregar
- Basurero con tapadera con bolsa desechable; la apertura del basurero debe ser a través de un mecanismo de pedal.
- Escurridores

3.5.3. Lavamanos

Los lavamanos que se encuentran para uso en los sanitarios debe ser cerámico y contar con al menos los siguientes elementos:

- Grifo
- Dispensador de jabón
- Jabón líquido
- Dispositivos para secado de manos o toallas de papel higiénico
- Cesto para basura con tapadera y bolsa desechable
- Espejo

Según cada turno, se deberá contar con un mínimo de un lavamanos por cada quince operarios o fracción de quince.

3.5.4. Inodoros

Cada planta de procesamiento de alimentos deberá contar con el número adecuado y suficiente de servicios sanitarios apartados de la sección de proceso, separados por sexo, limpios, accesibles, ventilados, iluminados y con la cantidad de agua suficiente para su funcionamiento apropiado.

El área de inodoros deberá de contar con extractores de olores o bien algún medio desodorizante.

Cada sanitario deberá cumplir con ciertas características apropiadas como:

- Ser de material cerámico para su fácil limpieza y sanitización
- Estar completamente separado de los demás
- Poseer su propia puerta con pasador
- Si poseyese tanque de agua, deberá estar cubierto con su tapa
- Contar con un asiento y tapa para la tasa
- Palanca de descarga
- Papel higiénico
- Cesto para basura con tapadera y bolsa desechable

Según el número de trabajadores por turno, se debe contar con un mínimo de un inodoro por cada veinte hombres o fracción de veinte y uno por cada quince mujeres o fracción de quince.

Los sanitarios deberán de contar con puertas de cierre automático; las puertas nunca deben abrir hacia la zona de procesamiento, pero cuando la ubicación no permita tal disposición, se deben tomar medidas alternas tales

como sistemas de corriente positivas o dobles puertas, para así proteger los alimentos contra la contaminación.

3.5.5. Orinales

En el caso de los operarios varones, se deberá contar con orinales cerámicos, limpios, aromatizados, con su respectiva llave de descarga y con suficiente agua.

Según el número de empleados, la planta deberá poseer como mínimo con un orinal por cada veinte trabajadores o fracción de veinte.

3.5.6. Regaderas

La planta deberá contar una sección de regaderas para aquellos operarios que deseen tomar una ducha o bien para aquellos que no puedan tomar una ducha en casa. El área de regaderas deberá contar con el número adecuado y suficiente de regaderas apartadas de la sección de proceso, separados por sexo, limpias, accesibles, ventiladas, iluminadas y con suficiente agua caliente y fría; preferentemente dicha área deberá estar contigua al área de vestidores.

Cada regadera deberá estar separada de las demás y tanto las paredes como el suelo del área de regaderas, deberá de estar recubierto con azulejo u otro material impermeable que facilite la limpieza y desinfección, y un bordillo de altura suficiente para contener el agua así como una cortina impermeable o puertas corredizas. No deberá existir en ningún momento fuga alguna de agua en las llaves de paso o regaderas.

Deberá existir por cada turno, al menos una regadera por cada veinticinco trabajadores o fracción de veinticinco.

3.6. Prácticas de higiene y salud del personal

Se debe considerar como higiene a todas aquellas prácticas sanitarias o de limpieza, necesarias para la conservación de la salud; o bien la aplicación de todos aquellos conocimientos y técnicas necesarias para el control de factores que puedan tener incidencias negativas en la salud.

Quienes manipulan los alimentos deberán mantener un grado elevado de aseo personal. Esto incluye algunas obligaciones que deberán realizar los operarios dentro y fuera del área de trabajo.

3.6.1. Obligaciones en casa

Todas aquellas personas que laboran dentro del Departamento de Nutrición y Dietética, en sus casas, deberán mantener ciertos hábitos higiénicos, entre los cuales se estipulan:

- Bañarse diariamente
- Lavarse el cabello al menos tres veces por semana
- Vestirse con ropa limpia diariamente
- Cortarse y limpiarse las uñas frecuentemente
- Cepillarse las uñas con jabón
- No utilizar pintura ni esmalte en las uñas ni uñas postizas
- En el caso del personal masculino recortarse el cabello, barba y bigote regularmente.
- Evitar maquillarse

- Cepillarse los dientes diariamente

Si fuera necesario, se puede hacer uso de las instalaciones disponibles en la institución, para el cumplimiento de dichas disposiciones.

3.6.2. Obligaciones en el área de trabajo

Los operarios en el momento de su ingreso al área de trabajo deben de seguir los siguientes lineamientos:

- Quitarse todos los objetos que lleven puestos, tales como: anillos, relojes, aretes, cadenas o collares, esclavas, pulseras de cuero o tela, pelucas, uñas y pestañas postizas, etcétera.
- Guardar los objetos personales en el casillero o área designada. Esto incluye suéteres, zapatos, joyas, revistas y periódicos. Nunca deberá guardarse alimentos en los *lockers*.
- Utilizar de manera completa la indumentaria de protección personal
- Lavarse las manos frecuentemente
- Reportar cualquier enfermedad o molestia al supervisor
- Los cortes y heridas, cuando se le permita al personal seguir trabajando deberá de cubrirse con vendajes impermeables y de color fluorescente.

3.6.3. Restricciones en el área de trabajo

Dentro del área de trabajo quedan terminantemente prohibidas las siguientes actividades:

- Trabajar con camisa, suéter, *jersey*, blusa, chaqueta o cualquier tipo de ropa con manga larga.
- Comer
- Beber
- Masticar chicle o tabaco
- Conversar
- Peinarse o tocarse el cabello
- Maquillarse o pintarse las uñas
- Utilizar cualquier tipo de accesorios personales (aretes, relojes, pulseras, cadenas, anillos, etcétera).
- Fumar
- Escupir
- Estornudar sobre los alimentos
- Toser encima de los alimentos
- Secarse el sudor con las manos o los brazos
- Limpiarse, sonarse, rascarse o hurgarse la nariz
- Tocarse, rascarse, limpiarse, sacudirse cualquier otra parte del cuerpo
- Cualquier otra actividad no relacionada con la preparación de alimentos
- Uso de lenguaje indebido

3.6.4. Estado de salud de los trabajadores

Un operario saludable junto a los procesos apropiados en la preparación de alimentos garantiza la inocuidad de los mismos; es ahí donde estriba la importancia del monitoreo constante de la salud de los trabajadores.

A toda persona de la que se sabe o se sospecha que padece o es portadora de alguna enfermedad o mal que eventualmente pueda transmitirse por medio de los alimentos, se le deberá denegar el acceso y alejarla de todas las áreas donde se manipulen alimentos, si existiera la posibilidad de que los contamine.

Cualquier persona que padece alguna de las siguientes enfermedades o síntomas deberá informarlo de manera inmediata a la dirección para que esta determine la necesidad de someter al afectado a examen médico y/o posibilidad de excluirlo de la manipulación de alimentos:

- Ictericia
- Diarrea
- Dolor de estómago
- Vómitos
- Fiebre
- Dolor de garganta con fiebre
- Tos o gripe
- Lesiones de la piel como llagas, furúnculos, cortes, mezquinos, costras, etcétera.
- Supuración de oídos, ojos o nariz

En el caso de corte por parte del operario, este se deberá retirar del área de producción y únicamente podrá regresar luego que la herida haya sanado o bien que esta haya sido cubierta o vendada apropiadamente de modo que no existe riesgo de contaminación de los alimentos.

3.6.5. Lavado de manos

La limpieza de las manos constituye un aspecto de gran importancia dentro del proceso de elaboración de alimentos, pues del nivel de higiene de las mismas dependerá en gran parte el nivel de inocuidad de los alimentos. Por ello en las siguientes secciones se hace una descripción de la forma correcta en la que se debe ejecutar el lavado de manos, así como de los momentos en los que se hace necesaria esta.

3.6.5.1. Cuándo lavarse las manos

Todo operario deberá lavarse cuidadosamente las manos en las siguientes situaciones:

- Al momento de empezar a trabajar
- Al ingresar al área de proceso
- Después de manipular cualquier alimento crudo
- Previo a manipular, preparar o servir alimentos
- Cuando se cambie de actividad o producto alimenticio
- Antes de manipular alimentos cocidos
- Antes de hacer uso de cualquier objeto o utensilio limpio
- A continuación de lavar o limpiar cualquier tipo de utensilio, paño o superficie.
- Después de comer o beber

- Luego de fumar
- Inmediatamente después de sonarse la nariz, estornudar, toser o tocarse el cabello, nariz, ojos, oídos o cualquier otra parte del cuerpo.
- Posteriormente de hacer uso del servicio sanitario
- Luego de manejar cajas, cartones, perillas de puertas, trapeadores, escobas, trapos u otros artículos que puedan o han manejado personas con las manos sucias.
- Seguidamente de tocar o manipular basura

El correcto lavado de manos puede reducir la transmisión de enfermedades en un intervalo de entre 30 y 40 por ciento.

3.6.5.2. Método de lavado de manos

- A. Mojar las manos y los antebrazos hasta los codos.
- B. Aplicar jabón en las manos.
- C. Enjabonar por debajo de las uñas, entre los dedos, sobre las manos, las palmas, antebrazos hasta el codo.
- D. Frotar las manos entre sí, mediante un movimiento circular durante al menos 20 segundos.
- E. Frotar las palmas y dorsos de ambas manos entrelazándolas.
- F. Frotar las manos entrelazando los dedos.
- G. Frotar el dorso de los dedos con la palma opuesta.
- H. Frotar ambos pulgares con movimientos circulares.
- I. Limpiar las uñas y por debajo de las mismas mediante el uso de un cepillo de uñas.
- J. Enjuagar con agua suficiente, de modo que no quede ningún rastro de jabón. El agua deberá correr de la muñeca hacia los dedos y de la muñeca a los codos.

- K. Aplicar solución desinfectante.
- L. Secarse las manos mediante el uso de secador de manos automático o toallas de papel.

Si se utilizará algún grifo o llave de paso de agua accionada manualmente, luego de haberse limpiado las manos, se deberá cerrar con la ayuda de una toalla de papel de modo que las manos no entren en contacto directo con la misma.

3.6.6. Contaminación

El término contaminación deberá entenderse como la presencia de cualquier objeto indeseado o ajeno a los alimentos, estos pueden ser microorganismos, sustancias químicas o bien cuerpos. Esta sección hace una breve descripción de la forma en las que estos podrían llegar a los alimentos y algunas formas de evitarlo.

3.6.6.1. Contaminación microbiológica

La transmisión de microorganismos patógenos se puede dar por distintas modalidades:

- Por contacto directo con otros alimentos
- A través de quienes los manipulan
- Por superficies de trabajo sucias o mal sanitizadas
- A causa de utensilios o equipo sucios
- Por medio de insectos o roedores
- Por medio del ambiente

Los alimentos sin elaborar, en proceso o listos para consumo inmediato, deberán mantenerse separados en el espacio o en el tiempo, efectuando una limpieza y sanitización intermedia.

3.6.6.2. Contaminación física y química

Las instalaciones y el equipo deberán contar con un mantenimiento apropiado de manera que se evite la contaminación física de los alimentos con por ejemplo, fragmentos de metal, yeso, cerámica, plástico, etcétera.

Deberá existir alguna forma para impedir o minimizar el riesgo de contaminación de alimentos por cuerpos extraños como cabello, hilos, insectos o parte de ellos, metal, vidrio, minerales, tierra, polvo, gases, humos o cualquier otra sustancia indeseable.

También deben existir medidas preventivas que imposibiliten el riesgo de contaminación de alimentos por sustancias químicas como desinfectantes, jabones, detergente, aerosoles, aromatizantes, desodorantes, pesticidas, lubricantes, combustibles, solventes, pinturas o cualquier otra sustancia química. La contaminación con químicos puede ser muy grave incluso fatal.

3.7. Indumentaria de protección y su uso correcto

EL personal del Departamento de Nutrición y Dietética deberá de vestir en todo momento la indumentaria de protección personal; dicho atuendo consta de:

- Gabacha o bata
- Redecilla, cofia o cobertor de cabello

- Cubrebarba, únicamente para ser utilizado por operarios que porten barba, bigote o ambos.
- Protector de brazos, uso restringido para trabajadores con abundancia de vellos.
- Botas

3.7.1. Gabacha o bata

Las batas o gabachas a utilizar deberán ser de colores claros, regularmente blanco; únicamente con dos bolsas a los costados y nunca a la altura del pecho; sin botones y con mangas cortas.

Nunca se deberá utilizar batas o gabachas rotas, manchadas, sucias o defectuosas. El servicio de lavado y reparación de las mismas deberá ser prestado por parte de la institución.

El cambio de bata o gabacha deberá hacerse diariamente y todas las veces que se requiera durante el transcurso de la jornada laboral. Siempre deberá de utilizarse la bata de forma cerrada y la gabacha amarrada.

La bata o gabacha jamás deberá de llevarse al sanitario, comedor o a cualquier otra área que no sea la de Nutrición y Dietética. Si este fuera el caso, deberá de cambiarse inmediatamente.

Las batas o gabachas sucias deberán colocarse en el cesto correspondiente; y aquellas que presentan algún defecto deberán ser reportadas al supervisor.

3.7.2. Redecilla, cofia o cobertor de cabello

La redecilla como parte de la indumentaria impide la contaminación de los alimentos con cabellos o caspa. La redecilla en su uso adecuado deberá cubrir completamente la cabellera, desde la frente hasta la nuca y de oreja a oreja. Las operarias que usan el cabello largo, deberán sujetarlo mediante una cola que contraste con el color del cabello o bien por medio de una trenza. Las redecillas deberán cambiarse diariamente.

Si se hace uso de cofias no desechables, el servicio de lavado deberá ser prestado por el Departamento de Nutrición y Dietética.

3.7.3. Cubrebarba

La cubrebarba deberá de abarcar completamente el área de la barba y del bigote. Desde las patillas hasta debajo de la nariz, y desde debajo de la nariz hasta el mentón, de modo que no quede ningún vello fuera del protector. La cubrebarba al igual que la redecilla se deberá cambiar diariamente.

3.7.4. Protector de brazos

El protector de brazos deberá colocarse de forma tal que cubra desde el hombro hasta la muñeca del operario, y se tendrá que cambiar todos los días.

3.7.5. Botas

Las botas a utilizar en el Departamento de Nutrición y Dietética deberán ser de hule; éstas no deberán poseer ninguna rotura o grieta; el pantalón deberá colocarse adentro de la misma; cada vez que se entra al área de

preparación de alimentos se deberá de pasar obligatoriamente por el pediluvio, para la limpieza y desinfección de estas.

Al final cada operario deberá limpiar externa e internamente sus botas de todo residuo y deberá colocarlas boca abajo en el área asignada.

3.8. Operaciones de higiene y sanitización

Para la preparación de alimentos inocuos, es necesario garantizar condiciones apropiadas de higiene, que solo se pueden alcanzar mediante la aplicación con cierta frecuencia de operaciones higiénicas.

Para el proceso de limpieza se deberá utilizar métodos físicos, químicos o bien una combinación de ambos. Existen diversas técnicas:

- **Manuales.** Se utiliza especialmente para eliminar la suciedad, mediante el restregado de las superficies por medio del uso de una esponja o paxte humedecido con solución detergente. Aquellos utensilios a los que se les aplicará dicho técnica, es recomendable remojarlos durante cierto tiempo en soluciones detergentes, con el fin de aflojar la suciedad.
- **Limpieza *in situ*.** Es un tipo de limpieza manual, que se utiliza para utensilios y equipos que no pueden ser movilizadas o desmontados. Este únicamente se podrá aplicar al equipo y utensilios con diseño para esta clase de limpieza.
- **Pulverización a baja presión y alto volumen.** Método por el cual se aplica agua o alguna solución en grandes cantidades a presiones inferiores a 6.8 kilogramos/centímetro cuadrado (100 PSI).

- Pulverización a alta presión y bajo volumen. Procedimiento de limpieza en donde se aplica agua o alguna solución en pequeñas cantidades a presiones de hasta 68 kilogramos/centímetro cuadrado (1 000 PSI).
- Limpieza a base de espuma. Es la aplicación de una espuma detergente que se deja reposar de 15 a 20 minutos, y que luego es removida mediante aspersion de agua.
- Máquinas lavadoras. Algunos artículos regularmente utilizados en el área de cocina pueden ser lavados con la ayuda de alguna máquina. Dichas máquinas, incluso permiten la sanitización de los artículos mediante el enjuague con agua caliente o vapor.

Al finalizar la limpieza, esta se deberá verificar, así también se deberá llevar los registros correspondientes de la fecha, materiales usados, tiempo, condiciones, persona que la realizó y el responsable.

El proceso para una efectiva limpieza manual requiere que se ejecuten las siguientes prácticas:

- Eliminar suciedad, desechos y restos de alimentos, mediante el uso de métodos físicos como el fregado con cepillos, uso de mangueras, utilización de esponjas, implementación de aspiradoras o aplicación de calor; o bien mediante la aplicación de productos químicos.
- Emplear agentes de limpieza como jabones y detergentes, esto con una doble finalidad, por una parte para desprender la capa de suciedad que no se haya podido remover en la etapa anterior y por otra parte para eliminar las bacterias.

- Desaguar, para eliminar por completo los agentes limpiadores, si fuere necesario se deberá restregar.
- Desinfección, uso de métodos desinfectantes o soluciones desinfectantes de acuerdo a las indicaciones de uso del fabricante.

En las áreas de proceso, bodega y distribución, nunca se deberán utilizar bajo ninguna forma o circunstancia sustancias desodorantes o aromatizantes.

El proceso de sanitización tiene como finalidad la eliminación o la reducción a niveles aceptables la presencia de microorganismos presentes en las distintas superficies de trabajo, utensilios y equipo utilizados en el área de producción.

Existen diversos métodos de desinfección, entre los cuales se cuentan:

- Sanitización por calor. Dicho método consiste en aplicar vapor húmedo (mezcla líquido vapor), para calentar las superficies a por lo menos 70 grados Celsius, temperatura a la que regularmente son eliminados la mayor parte de los microorganismos.
- Sanitización por agua caliente. Tal procedimiento consiste en aplicar o sumergir en agua caliente el artículo a desinfectar durante un determinado período de tiempo. Regularmente el agua se aplica a una temperatura de entre 75 y 90 grados Celsius durante un período de entre 5 y 15 minutos. El uso de este método es conveniente para la sanitización de utensilios y partes pequeñas de equipo.

- Sanitización por vapor. Dicha técnica de desinfección, consiste en la aplicación de vapor a alta temperatura mediante el uso de mangueras de conducción. La aplicación de este método es muy conveniente para la desinfección de áreas difíciles de alcanzar, superficies de maquinaria y equipo.
- Sanitización química. La desinfección química, implica el uso de sanitizantes que eliminen o minimicen el número de microorganismos o bien produzcan su inactivación. Nunca se deberá usar productos que no tengan etiqueta o que no se haya aprendido utilizar.

Para el proceso de desinfección se recomienda el uso de calor alternándolo con el uso de productos químicos, ya que la utilización asidua de productos químicos puede permitir el desarrollo de microorganismos insensibles a los mismos.

El método más apropiado de desinfección dependerá de las características de la superficie a sanitizar.

3.8.1. Limpieza y sanitización de utensilios

La limpieza y sanitización de los utensilios utilizados dentro del área de preparación de alimentos podrá realizarse por medio de máquinas de lavado o bien por medios manuales; la forma de realizar cualquiera de los mismos se lleva a describen a continuación.

Tabla IV. **Limpieza y sanitización de utensilios por medio de máquinas lavadoras**

Descripción:	Platos, cubiertos, herramientas de corte, tablas de picar, moldes y tazones, partes de equipo desmontable como bandejas, parrillas y otros. También se pueden incluir en esta sección aquellos artefactos que durante su uso común no presenten residuos de pegado de alimentos y que además sean resistentes a altas temperaturas.
Responsable:	Área de producción.
Frecuencia de limpieza:	Diario, al final de la jornada y las veces que sea necesario durante el día.
Método de limpieza y sanitización:	Por medio de máquina lavadora y agua caliente.
Enseres a utilizar:	
Agentes de limpieza:	Detergente quitagrasa
Acciones preliminares:	Eliminar todo tipo de residuos de alimentos.
Procedimiento de limpieza:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dosificar el nivel de detergente quitagrasa. 2. Clasificar los utensilios por tipo de material y tamaño, y colocarlos en cestas separadas. 3. Retirar los artículos limpios, iniciando desde la parte más baja hacia la más alta.
Procedimiento de desinfección:	<p>Aplicación de agua caliente por medio de la máquina lavadora. Desinfectar dichos utensilios mediante solución sanitizante un día cada dos semanas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicar solución desinfectante, después de realizada la limpieza. 2. Dejar actuar sin enjuagar. 3. Enjuagar y secar con toalla.
Observaciones:	<p>Tener cuidado con el filo de las herramientas de corte.</p> <p>Nunca esparcir el detergente por encima de los artículos a lavar.</p>

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Limpieza y sanitización de utensilios por medios manuales**

Descripción:	Cristalería, aparejos de cocción y freído, avíos de medición de áridos y líquidos, contenedores de líquidos, coladores y escurridores, partes desmontables de equipo como bandejas, parrillas y otros. Este método se utilizará para aquellos utensilios que no son resistentes o pueden dañarse con el calor o bien son demasiado grandes para ser lavados con máquina.
Responsable:	Área de producción.
Frecuencia de limpieza:	Diario, al final de la jornada y las veces que sea necesario durante el día.
Método de limpieza y sanitización:	Manual y sanitización química.
Enseres a utilizar:	Paxte, esponja, cepillo, espátula, guantes y toallas.
Agentes de limpieza:	Jabón quitagrasa y solución desinfectante
Acciones preliminares:	Eliminar todo tipo de residuos de alimentos. Si fuera necesario, utilizar espátula o cepillo para remover el pegado.
Procedimiento de limpieza:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Humedecer con suficiente agua. 2. Aplicar jabón quitagrasa en abundancia mediante el uso esponja para cristalerías, utensilios delicados y sartenes antiadherentes; y mediante paxte para todo lo demás. 3. Refregar para eliminar todo tipo de suciedad. 4. Enjuagar con agua abundante para la remoción de todo el jabón.
Procedimiento de desinfección:	<ol style="list-style-type: none"> 4. Aplicar solución desinfectante, después de realizada la limpieza. 5. Dejar actuar sin enjuagar. 6. Enjuagar y secar con toalla. <p>Para aquellos utensilios grandes que lo permitan se podrá utilizar la sanitización por medio de agua caliente.</p>
Observaciones:	Dejar enfriar los aparejos de cocción y freído, antes de su limpieza.

Fuente: elaboración propia.

3.8.2. Limpieza y sanitización de superficies de trabajo

Todas aquellas superficies que entran en contacto con los alimentos se conocen como superficies de trabajo, para garantizar su idoneidad para la elaboración de alimentos, estas deberán ser higienizadas a través del siguiente procedimiento.

Tabla VI. Limpieza y sanitización de superficies de trabajo

Descripción:	Superficies de trabajo.
Responsable:	Área de producción.
Frecuencia de limpieza:	Diario, al iniciar y al finalizar la jornada de trabajo y las veces que sea necesarias durante el día.
Método de limpieza y sanitización:	Pulverización a alta presión y bajo volumen y sanitización por calor.
Enseres a utilizar:	Paxte o esponja, cepillo o espátula, guantes, manguera agua a presión y toallas o paños limpios.
Agentes de limpieza:	Solución de detergente quitagrasa.
Acciones preliminares:	Eliminar todo tipo de residuos de alimentos adherido a las superficies a limpiar.
Procedimiento de limpieza:	<ol style="list-style-type: none">1. Rociar toda la superficie a limpiar mediante la aplicación de agua a presión.2. Aplicar la solución de detergente quitagrasa en abundancia cubriendo toda la superficie, incluyendo las patas.3. Refregar las superficies mediante el uso de una esponja o paxte.4. Enjuagar con agua abundante para la remoción de todo el detergente y los restos de suciedad, desde la parte más baja hasta la más alta.

Continuación de la tabla VI.

Procedimiento de desinfección:	Aplicar vapor húmedo sobre toda la superficie a desinfectar, yendo desde abajo hacia arriba. Un día a la semana aplicación solución sanitizante: <ol style="list-style-type: none">1. Aplicar solución desinfectante, después de realizada la limpieza.2. Dejar actuar sin enjuagar.3. Enjuagar con abundante agua, desde la parte inferior hasta la superior.4. Secar toda las superficie, yendo desde arriba hacia abajo.
Observaciones:	

Fuente: elaboración propia.

3.8.3. Prácticas de limpieza de planta

Todos los elementos que constituyen el complejo del Departamento de Nutrición y Dietética, como lo son pisos, paredes, techo, ventanas, puertas lámparas, áreas de comedor y vestidores entre otros, deberán ser limpiados y sanitizados a intervalos regulares de tiempo y bajo un procedimiento adecuado para la evitar la acumulación de polvo, grasa y otros tipos de suciedad. Esta sección hace mención de una forma apropiada y la frecuencia en la cual se debe llevar a cabo la limpieza de los mismos.

Tabla VII. **Proceso de limpieza y sanitización de pisos**

Descripción:	Pisos
Responsable:	Área de producción y Conserjería.
Frecuencia de limpieza:	Diario, al iniciar la jornada de trabajo y las veces que sea necesarias durante el día.
Método de limpieza y sanitización:	Manual, pulverización a alta presión y sanitización química.
Enseres a utilizar:	Espátula, cepillo, manguera y agua a presión, escoba con cerdas duras y trapeador.
Agentes de limpieza:	Detergente en polvo y solución desinfectante.
Acciones preliminares:	Remover mediante el uso de la espátula y cepillo todo tipo de residuo alimenticio adherido al suelo.
Procedimiento de limpieza:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rocíar toda el área a limpiar con la ayuda de la manguera y el agua a presión. 2. Aplicar detergente sobre toda la superficie a lavar. 3. Refregar el piso mediante el uso de la escoba de cerdas duras. 4. Enjuagar con abundante agua a presión para la remoción de todo el detergente y los restos de suciedad. 5. Remover el exceso de agua. 6. Trapear el piso.
Procedimiento de desinfección:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicar solución desinfectante, después de realizada la limpieza, mediante el uso de un trapeador humedecido en solución sanitizante. 2. Dejar actuar sin enjuagar. 3. Enjuagar con abundante agua, desde la parte inferior hasta la superior. 4. Secar toda las superficie, yendo desde arriba hacia abajo.
Observaciones:	

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Limpieza y sanitización de paredes**

Descripción:	Paredes.
Responsable:	Área de producción.
Frecuencia de limpieza:	Semanal o las veces que se requieran durante la semana.
Método de limpieza y sanitización:	Manual, pulverización a alta presión y sanitización química.
Enseres a utilizar:	Espátula, cepillo, manguera y agua a presión, escoba con cerdas duras y trapeador.
Agentes de limpieza:	Solución de detergente y solución desinfectante.
Acciones preliminares:	Remover mediante el uso de la espátula y el cepillo todo tipo de residuo adherido a las paredes.
Procedimiento de limpieza:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rociar toda el área a limpiar con la ayuda de la manguera y agua a presión. 2. Aplicar la solución de detergente sobre toda la superficie a lavar mediante el uso de la escoba. 3. Refregar toda la superficie a lavar con la ayuda de la escoba. 4. Enjuagar con abundante agua a presión para la remoción de todo el detergente y los restos de suciedad.
Procedimiento de desinfección:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicar solución desinfectante, después de realizada la limpieza, mediante el uso de un trapeador humedecido en solución sanitizante. 2. Dejar actuar sin enjuagar.
Observaciones:	

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Limpieza de techo y lámparas**

Descripción:	Techo y lámparas.
Responsable:	Área de producción y Conserjería.
Frecuencia de limpieza:	Mensual o antes si fuera necesario.
Método de limpieza y sanitización:	<i>In situ</i> y sanitización por calor si fuera necesaria.
Enseres a utilizar:	Espátula, cepillo, manguera y agua a presión, escoba con cerdas duras, toallas o paños y escalera.
Agentes de limpieza:	Solución de detergente quitagrasa.
Acciones preliminares:	Remover mediante el uso de la espátula y cepillo todo tipo de residuo incrustado en el techo o lámparas. Remover con la ayuda de un paño húmedo todo el polvo depositado sobre los mismos.
Procedimiento de limpieza:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rociar toda el área a limpiar con la ayuda de la manguera y el agua a presión 2. Aplicar solución de detergente sobre toda la superficie a lavar mediante el uso de escoba en el caso del techo y mediante el paño en las lámparas. 3. Refregar hasta que quede completamente limpia las superficies. 4. Enjuagar con abundante agua a presión para la remoción de todo el detergente y los restos de suciedad. 5. En el caso de las lámparas, secar con la ayuda de las toallas.
Procedimiento de desinfección:	No es necesario.
Observaciones:	

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Proceso de limpieza de ventanas y mosquiteros**

Descripción:	Ventanas y mosquiteros.
Responsable:	Área de producción y Conserjería.
Frecuencia de limpieza:	Quincenal o antes si fuera necesario.
Método de limpieza y sanitización:	Manual, <i>In situ</i> , pulverización a alta presión y sanitización por medio de agua caliente si fuera necesario.
Enseres a utilizar:	Espátula, cepillo, agua y agua a presión, aire comprimido, toallas o paños y escalera.
Agentes de limpieza:	Solución de detergente quitagrasa.
Acciones preliminares:	En el exterior, se desinstalarán los mosquiteros y con la ayuda del aire comprimido se removerá todo el polvo y restos de insectos incrustados en los en los mismos, de igual forma se utilizara el aire comprimido para retirar todo el polvo acumulado en la parte externa de las ventanas y sus marcos. En el interior, se removerá todo el polvo acumulado con la ayuda de un paño húmedo y se eliminará con la ayuda de la espátula y el cepillo todo tipo de residuos adheridos.
Procedimiento de limpieza:	Procedimiento de limpieza para ventanas parte interior: <ol style="list-style-type: none"> 1. Humedecer toda el área a limpiar con la ayuda de un paño mojado. 2. Aplicar solución de detergente sobre toda la superficie a lavar mediante el uso de paño húmedo. 3. Refregar hasta que quede completamente traslúcido. 4. Remover el jabón con la ayuda de toallas mojadas. 5. Secar todas las superficies limpias mediante el uso de toallas. Procedimiento de limpieza para ventanas parte exterior y mosquiteros: <ol style="list-style-type: none"> 1. Mojar toda el área a limpiar con la ayuda del agua a presión. 2. Aplicar solución de detergente sobre toda la superficie a lavar. 3. Refregar las superficies mediante el uso de cepillos. 4. Remover el jabón con la ayuda de agua a presión. 6. Secar todas las superficies limpias con ayuda de toallas.
Procedimiento de desinfección:	No es necesario.
Observaciones:	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Proceso de limpieza de puertas**

Descripción:	Puertas.
Responsable:	Área de producción y Conserjería.
Frecuencia de limpieza:	Semanal o antes si fuera necesario.
Método de limpieza y sanitización:	Manual, pulverización a alta presión y sanitización por medio de calor si fuera necesario.
Enseres a utilizar:	Espátula, cepillo, manguera y agua a presión, escoba con cerdas duras, toallas o paños, escalera y aceite.
Agentes de limpieza:	Solución de detergente quita grasa y solución desinfectante.
Acciones preliminares:	Remover con la ayuda de un paño húmedo todo el polvo depositado sobre las mismas. Retirar todo tipo de incrustación adherido a las mismas mediante el uso de cepillos y espátulas.
Procedimiento de limpieza:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rociar toda el área a limpiar con la ayuda de la manguera y el agua a presión. 2. Aplicar solución de detergente sobre toda la superficie a lavar. 3. Refregar las superficies con la ayuda de la escoba hasta que queden completamente limpias. 4. Enjuagar con abundante agua a presión para la remoción de todo el detergente y los restos de suciedad. 5. Secar las superficies limpias con la ayuda de toallas. 6. Limpiar con el paño el aceite viejo de las bisagras y aplicar nuevo.
Procedimiento de desinfección:	No es necesario.
Observaciones:	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Proceso de limpieza y sanitización de área de comedor y vestidores**

Descripción:	Comedor y vestidores.
Responsable:	Conserjería.
Frecuencia de limpieza:	Diario y las veces que fueran necesarias durante el día.
Método de limpieza y sanitización:	Manual, <i>In situ</i> y sanitización química.
Enseres a utilizar:	Espátula, paños y toallas, escoba y trapeador.
Agentes de limpieza:	Solución de detergente y solución desinfectante a base de cloro.
Acciones preliminares:	Remover la basura junto a la bolsa desechable de los basureros. Limpiar del área de comedor, de todo tipo de restos de alimentos.
Procedimiento de limpieza:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Limpiar mesas, sillas, bancas, casilleros y otros, con la ayuda de un paño humedecido en solución detergente y desinfectante y dejarlo actuar, luego remover dichas solución con un paño limpio. 2. Barrer todo el suelo y quitar toda la tierra, polvo y lodo de dichas áreas. 3. Trapear la primera vez con el trapeador impregnado de solución de detergente. 4. Trapear la segunda vez con el trapeador limpio para remover todo el detergente.
Procedimiento de desinfección:	La solución desinfectante se aplica, inmediatamente después de haber trapeado una segunda vez, mediante un el trapeado con un paño humedecido en solución desinfectante.
Observaciones:	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Proceso de limpieza y sanitización de pediluvios**

Descripción:	Pediluvios
Responsable:	Área de producción.
Frecuencia de limpieza:	Al inicio de la jornada, a la hora de almuerzo y al finalizar la jornada.
Método de limpieza y sanitización:	Manual, pulverización a baja presión y sanitización química.
Enseres a utilizar:	Cepillo, espátula, toalla, manguera y agua a presión.
Agentes de limpieza:	Solución de detergente y solución desinfectante a base de amonio cuaternario.
Acciones preliminares:	Remover toda la solución desinfectante sucia. Retirar todos los sedimentos de lodo y tierra depositados en los mismos.
Procedimiento de limpieza:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rociar toda el área a limpiar con la ayuda de la manguera y el agua a presión. 2. Aplicar solución de detergente sobre toda la superficie a lavar. 3. Restregar todas las superficies a limpiar con la ayuda del cepillo. 4. Enjuagar con abundante agua para quitar todo el detergente y los restos de suciedad. 5. Eliminar el exceso de agua. <p>Secar el pediluvio con la ayuda del agua.</p>
Procedimiento de desinfección:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sanitizar el pediluvio con un tipo de solución desinfectante diferente a la que regularmente este contiene. 2. Colocar nueva solución desinfectante.
Observaciones:	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Proceso de limpieza y sanitización de basureros y área de basureros**

Descripción:	Basureros y área de basureros.
Responsable:	Conserjería.
Frecuencia de limpieza:	Semanal o antes si fuera necesario.
Método de limpieza y sanitización:	Manual, pulverización a alta presión y sanitización química.
Enseres a utilizar:	Espátula, cepillo, manguera y agua a presión y escoba con cerdas duras.
Agentes de limpieza:	Solución de detergente quitagrasa y solución desinfectante.
Acciones preliminares:	Vaciar completamente los basureros. Remover todo tipo de incrustaciones adheridas al suelo del área de basureros y a los contenedores.
Procedimiento de limpieza:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rociar toda el área a limpiar con la ayuda de la manguera y el agua a presión. 2. Aplicar solución de detergente sobre toda la superficie a lavar. 3. Refregar las superficies con la ayuda de la escoba hasta que queden completamente limpias. 4. Enjuagar con abundante agua a presión para la remoción de todo el detergente y los restos de suciedad. 5. De ser posible, colocar los contenedores boca abajo, para que escurra el agua o bien remover el tapón de purga.
Procedimiento de desinfección:	Aplicar solución desinfectante a presión y dejar actuar.
Observaciones:	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Proceso de limpieza y sanitización de equipo**

Descripción:	Equipo.
Responsable:	Área de producción.
Frecuencia de limpieza:	Semanal o las veces que fuera necesaria durante la semana.
Método de limpieza y sanitización:	<i>In situ</i> , limpieza a base de espuma y sanitización por medio de vapor o espuma.
Enseres a utilizar:	Paxte o esponja, cepillo o espátula, guantes, manguera agua y toallas o paños limpios.
Agentes de limpieza:	Solución de detergente quitagrasa y solución desinfectante o vapor.
Acciones preliminares:	Desconectar de la fuente eléctrica, si aplicara. Cerrar la fuente de combustible y apagar la llama, si aplicara. Cerrar la alimentación de vapor o agua, si aplicará. Eliminar todo tipo de residuos de alimentos.
Procedimiento de limpieza:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Humedecer toda la superficie a limpiar con la ayuda de un paño húmedo 2. Aplicar solución detergente espumosa quitagrasa en abundancia cubriendo toda la superficie, hasta las bases. 3. Refregar las superficies mediante el uso de una esponja o paxte. 4. Enjuagar con una toalla húmeda removiendo todo el detergente y los restos de suciedad, desde la parte más alta hasta la más baja.
Procedimiento de desinfección:	<p>Procedimiento de desinfección química:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicar solución desinfectante, después de realizada la limpieza. 2. Dejar actuar sin enjuagar. 3. Enjuagar con un paño húmedo, desde la parte superior hasta la parte inferior. 4. Secar toda las superficie, yendo desde arriba hacia abajo. <p>Sanitización por vapor:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicar vapor sobre las superficies a desinfectar.
Observaciones:	

Fuente: elaboración propia.

3.8.4. Limpieza de instalaciones sanitarias

Las tablas mostradas a continuación revelan los procedimientos propios para la limpieza de las instalaciones sanitarias, así como la frecuencia de lavado y los materiales necesarios para llevar a cabo dicha actividad.

Tabla XVI. **Proceso de limpieza y sanitización de lavamanos, inodoros, orinales y regaderas**

Descripción:	Lavamanos, inodoros, orinales y regaderas.
Responsable:	Conserjería.
Frecuencia de limpieza:	Diario y las veces que fueran necesarias durante el día.
Método de limpieza y sanitización:	Manual, <i>In situ</i> y sanitización química.
Enseres a utilizar:	Cepillo para sanitarios, cepillo, esponja, manguera y agua, escoba y trapeador.
Agentes de limpieza:	Solución de detergente y solución desinfectante a base de cloro.
Acciones preliminares:	Remover la basura junto a la bolsa desechable de los basureros. Barrer los alrededores del área a limpiar.
Procedimiento de limpieza:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rociar toda el área a limpiar con la ayuda de la manguera. 2. Aplicar solución de detergente sobre toda la superficie a lavar. 3. Refregar las superficies con la ayuda de la esponja, para el caso de todos los grifos, lavamanos; cepillo para las regaderas; y cepillo para sanitarios en el caso de inodoros y orinales. Se deberá fregar hasta que queden completamente limpias. 4. Enjuagar con abundante agua para quitar todo el detergente y los restos de suciedad. 5. Eliminar el exceso de agua derramada en el suelo, con la ayuda de la escoba. 6. Trapear el piso, para secar el suelo. Se deberá trapear el área de sanitarios al menos una vez cada hora.

Continuación de la tabla XVI.

Procedimiento de desinfección:	La solución desinfectante se aplicará mezclándola conjuntamente con la solución detergente.
Observaciones:	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Proceso de limpieza y sanitización de estaciones de lavado de manos y estaciones de limpieza y desinfección**

Descripción:	Estaciones de lavado de manos y estaciones de limpieza y desinfección
Responsable:	Conserjería.
Frecuencia de limpieza:	Diario y las veces que fueran necesarias durante el día.
Método de limpieza y sanitización:	Manual, <i>In situ</i> y sanitización química.
Enseres a utilizar:	Esponja, manguera y agua, escoba y trapeador.
Agentes de limpieza:	Solución de detergente y solución desinfectante a base de cloro.
Acciones preliminares:	Remover la basura junto a la bolsa desechable de los basureros. Retirar todos los restos de materiales depositados en dichas áreas.
Procedimiento de limpieza:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rociar toda el área a limpiar con la ayuda de la manguera. 2. Aplicar solución de detergente sobre toda la superficie a lavar, iniciando desde la parte inferior hasta la superior. 3. Refregar todas las superficies a limpiar con la ayuda de la esponja, en un flujo desde la parte inferior hasta la superior. 4. Enjuagar con abundante agua para quitar todo el detergente y los restos de suciedad, yendo desde la parte inferior hasta llegar a la superior. 5. Eliminar el exceso de agua derramada en el suelo, con la ayuda de la escoba. 6. Trapear el piso, para secar el suelo.

Continuación de la tabla XVII.

Procedimiento de desinfección:	Luego de la limpieza, se aplicará sobre todas las superficies la solución desinfectante mediante el uso de la esponja, y se dejará actuar sin enjuagar.
Observaciones:	

Fuente: elaboración propia.

3.8.5. Equipo de limpieza

Existen distintos enseres utilizados para la limpieza, sin embargo, no todos son apropiados para su utilización con la misma finalidad o bien sección; por ello dentro del siguiente apartado se hace mención de las diferentes propiedades de los mismos para su correcta selección.

3.8.5.1. Conserjería

El departamento de Nutrición y Dietética deberá contar con personal de conserjería especializado en actividades de limpieza y desinfección. Dicho recurso humano deberá poseer conocimientos apropiados al manejo de los productos a utilizar como la forma de uso, modos de aplicación, medidas de seguridad, prevención y control de intoxicaciones.

El personal de conserjería deberá poseer un espacio apropiado para el almacenamiento de productos químicos, los cuales tendrán que estar debidamente identificados y etiquetados para evitar cualquier riesgo de contaminación, intoxicación o accidente.

3.8.5.2. Cepillos

Para cualquier actividad de limpieza, indudablemente es necesario el uso de cualquier tipo de cepillo. Dependiendo de las características de la operación ha realizar, así deberá ser la dureza de las cerdas; por ejemplo, si se desea desprender todo tipo de resto de alimentos de las superficies, se deberá utilizar cepillos con cerdas gruesas y rígidas; por otro lado si desea una limpieza profunda, las fibras deben ser delgadas y flexibles.

Todos los cepillos empleados en el aseo, deberán limpiarse y lavarse luego de cada periodo de uso mediante una solución de detergente y desinfectante.

Cada área deberá poseer sus propios cepillos, identificados por un color específico para poder evitar de esta manera la contaminación cruzada.

3.8.5.3. Paños, toallas y esponjas

Los paños, toallas o esponjas utilizadas para la limpieza de superficies de trabajo, utensilios o equipo, deberán destinarse para un uso y área específica. El lavado de los mismos se deberá realizar al final de cada día y durante el día las veces que sea necesario, utilizando en el proceso una solución desinfectante.

Los paños, toallas y esponjas de cada área deberán poseer un color característico o una identificación al área de pertenencia, de modo que se evite la contaminación cruzada.

3.8.5.4. Otros utensilios

Cuando sea requiera el uso de cualquier otro tipo de utensilios, estos deberán poseer un distintivo propio, una identificación o ser de un color que lo asocie a un área determinada. Estos deberán mantenerse limpios y desinfectados. Al final de cada día, estos deberán de guardarse en la forma adecuada y en el lugar indicado para los mismos.

3.8.5.5. Detergentes

Propiedades

Cualquier tipo de detergente a utilizar en el área de alimentos deberá de reunir ciertas características deseables tales como:

- Humectante
- Soluble en agua
- Emulsificante con las grasas
- Inodoro
- No tóxico
- No irritante al entrar en contacto con la piel u ojos
- Biodegradable
- Carecer de acción corrosiva sobre metales
- Capaz de disolver restos orgánicos e inorgánicos y todo tipo de suciedad de origen alimenticio.

Clasificación

Los detergentes comúnmente según sus propiedades se pueden clasificar en alcalinos, ácidos y tensioactivos surfactantes.

Los detergentes alcalinos actúan mediante la descomposición de grasas y la suspensión de proteínas. Este tipo de detergente se dividen en:

- Álcalis fuertes. En esta categoría se encuentran la sosa, la potasa, el meta silicato sódico, el sesqui silicato sódico y el orto silicato sódico.
- Álcalis suaves o débiles, estos se utilizan comúnmente para la limpieza a mano. Dentro de este tipo se puede encontrar el carbonato sódico, el tetracarbonato sódico y el sesqui carbonato sódico.

Los detergentes ácidos actúan mediante la disolución de incrustaciones y capas de precipitados.

Los detergentes tensioactivos surfactantes, se caracterizan por aumentar las propiedades humectantes del agua, mediante la reducción de la tensión superficial, haciendo que de este modo el agua se extienda más sobre las superficies.

3.8.5.6. Sanitizante

Deberá existir un listado de químicos aprobados, cada cual con su ficha técnica donde se indiquen por lo mínimo concentraciones, lugares de aplicación, técnicas para su manejo, medidas de seguridad y técnicas de primeros auxilios en caso de intoxicación.

Propiedades

El sanitizante ha utilizarse deberá cumplir con ciertas propiedades deseables tales como:

- Fungicida, virucida, bactericida y esporicida
- No corrosivo
- De baja toxicidad
- No irritante en tejidos vivos
- Buena solubilidad en agua
- Estabilidad en aguas duras y en presencia de residuos orgánicos
- No deberá teñir las superficies
- No deberá dejar residuos después de enjuagado

Selección

Para la selección del sanitizante apropiado a las condiciones de trabajo, es necesario, considerar aspectos tales como:

- Inactivación debida a la suciedad. La sanitización deberá realizarse luego de un minucioso proceso de limpieza, pues los desinfectantes pierden eficacia en presencia de suciedad excesiva.

- Temperatura de aplicación. La temperatura juega un aspecto preponderante, pues una solución desinfectante caliente es más efectiva que una fría.
- Tiempo de contacto. Para que exista una correcta desinfección, el sanitizante necesita entrar en contacto con las superficies a sanitizar durante un determinado lapso de tiempo.
- Concentración. La proporción a utilizar deberá de ser acorde a la superficie y al ambiente en donde se ha de emplear.
- Estabilidad. Cualquier solución sanitizante deberá hacerse al momento de ser utilizada, pues aquellas que se han preparado con cierto tiempo pueden perder su efectividad y convertirse en depósito de microorganismos resistentes.

Clasificación

A los sanitizantes comúnmente se les suele dividir en:

- Cloro. Se caracterizan por la amplia variedad de microorganismos que puede eliminar y su costo relativamente bajo, lo que los hace apropiados para la desinfección general de fábricas y vehículos de transporte de alimentos. La concentración puede variar entre 10 y 250 miligramos de cloro por cada litro de agua y su tiempo de contacto puede oscilar entre 3 y 30 minutos.
- Yodóforos. Para su preparación es necesario un detergente en un medio ácido, por lo que son adecuados para superficies donde se requieren

desinfectantes ácidos. Tiene las cualidades de atacar una gran variedad de microorganismo y su tiempo de efecto es corto. Suele prepararse en cantidades de 25 a 50 miligramos por litro en un solvente con un pH menor a 4.

- Compuestos de amonio cuaternario. Este grupo de posee atributos detergentes, son incoloros, no tóxicos, con sabor amargo y pueden ser relativamente corrosivos en metales. Su nivel de efectividad es menor al del cloro y los yodóforos. Se deben aplicar en concentraciones de entre 200 y 1 200 miligramos por litro.
- Agentes anfóteros activos superficialmente. Se componen de una mezcla de agentes activos con propiedades detergentes y bactericidas, presentan un nivel bajo de toxicidad bajo y de corrosión, son insípidos e inodoros.
- Ácidos y álcalis fuertes. Se utilizan regularmente para la eliminación de grasas y proteínas y la remoción de costras y depósitos minerales sobre las superficies. Nunca se deberán almacenar juntos los productos alcalinos y los ácidos.

Los productos ácidos no deberán mezclarse con soluciones de hipoclorito, ya que se producirá gas de cloro.

3.9. Operaciones para la preparación de alimentos

El Departamento de Nutrición y Dietética deberá contar con un recetario, en donde se indique las formulaciones, procedimientos y condiciones de operación de los distintos tipos de alimentos.

El área de trabajo deberá estar completamente limpia y libre de cualquier material ajeno al proceso, así también se deberá retirar a todas aquellas personas que no pertenecen al área de trabajo.

Todos los procesos de preparación, elaboración y manejo de productos alimenticios deberán ser supervisados por personal competente.

Los distintos tipos de operaciones utilizados para la elaboración de alimentos deberán garantizar la eliminación o minimización de toda clase de contaminantes, y evitar la transmisión de contaminantes durante el manejo de los mismos.

3.9.1. Operaciones manuales

Todo proceso de selección, lavado, escurrido, secado, pelado, corte, rodajado, picado, rayado, desmenuzado, molido, mezclado, batido, amasado, etcétera, deberá realizarse bajo condiciones apropiadas que preserven las condiciones sanitarias de los alimentos y eviten cualquier tipo de degeneración, descomposición o contaminación.

Para garantizar la inocuidad en esta etapa es necesario adoptar medidas higiénicas tales como limpieza y desinfección de superficies de trabajo, herramientas de corte, de mezclado, de molido o de batido; así como la

colocación de producto en proceso en recipientes con tapadera hermética, bolsas con cierre *zip-lock* u otros medios que impidan la descomposición degeneración o contaminación de los mismos.

Al momento de iniciar la preparación de alimentos, todas las materias primas o ingredientes deberán inspeccionarse y clasificarse.

3.9.2. Cocción

El proceso de cocción de los distintos tipos de alimentos deberá alcanzar al menos una temperatura de 70 grados Celsius, para poder garantizar la correcta eliminación de la mayor parte de los microorganismos nocivos.

En general, el tiempo de cocción de los alimentos dependerá de la naturaleza y la cantidad de los mismos.

3.9.3. Recalentamiento

Este proceso no es muy recomendable, pero en caso de ser necesario, dicho proceso deberá alcanzar, al igual que la etapa de cocción, una temperatura mínima de 75 grados Celsius y deberá ser mantenida durante al menos un período de 25 minutos y luego ser trasladados a un equipo para mantenerlos calientes.

3.9.4. Preservación en caliente

Todo aquel tipo de alimento que se deba conservar caliente, deberá de mantenerse a una temperatura de al menos 60 grados Celsius.

Los alimentos preservados en calientes deberán mantenerse cubiertos, para conservar la temperatura y deberán revolverse a intervalos regulares para ayudar obtener una distribución más uniforme del calor.

Nunca se deberán revolver alimentos recién preparados con alimentos mantenidos en caliente, pues esto puede producir la contaminación de los alimentos.

3.9.5. Enfriamiento y descongelación

Para aquellos alimentos donde se requiera su enfriamiento de una alta temperatura a la temperatura ambiente, deberán ser colocados en un ámbito libre de contaminación y apropiado a sus características.

Al momento de descongelación de los alimentos, estos deberán colocarse en un entorno libre de contaminación, a temperatura ambiente y apropiado a sus características.

3.9.6. Refrigeración

Las materias primas, alimentos en proceso o producto terminado que necesiten conservarse en refrigeración, deberán de permanecer en un ambiente a una temperatura máxima de 5 grados Celsius, ya que la mayor parte de los microorganismos no pueden soportar temperaturas inferiores esta.

Nunca se deberán guardar alimentos directamente en hielo, todos los alimentos, con ciertas excepciones, deben colocarse primero en un recipiente.

3.9.7. Congelación

Toda aquella materia prima, producto en proceso o producto terminado, que deba mantenerse congelado para poder preservar su integridad por un largo período de tiempo, deberá resguardarse a una temperatura comprendida entre -25 grados Celsius y -15 grados Celsius. La temperatura de congelación más adecuada es de -18 grados Celsius, ya que a esta temperatura, la mayoría de microorganismos no pueden crecer y la acción de las enzimas es muy lenta.

3.10. Sistema de trazabilidad

El sistema de trazabilidad es una herramienta técnica que se utiliza y aplica cuando es necesario determinar la historia o la ubicación de un producto o sus componentes pertinentes.

El sistema de trazabilidad contribuye a la investigación de la causa de una no conformidad y permite, si es necesario, retirar y/o recuperar productos, así también permite mejorar el uso correcto y la fiabilidad de la información.

Se deberán mantener registros apropiados referentes a la elaboración, producción y distribución de los alimentos. Dichos registros se conservarán durante un periodo de al menos 6 meses. La importancia de la documentación estriba en que acrecienta la credibilidad y eficacia del sistema de control de inocuidad de los alimentos.

3.10.1. Principios

Un sistema de trazabilidad deberá poseer ciertos principios adecuados. El sistema de trazabilidad deberá ser:

- Verificable
- Aplicable en forma coherente y equitativa
- Orientado hacia resultados
- Rentable
- Práctico

3.10.2. Diseño

En el diseño del sistema de trazabilidad deberá incluir lo siguiente:

- Objetivos
- Productos y/o ingredientes
- Ubicación en la cadena alimentaria
- Flujo de materiales
- Requisitos de información
- Procedimientos
- Documentación
- Coordinación de la cadena alimentaria

3.10.2.1. Objetivos

Para el desarrollo del sistema de trazabilidad, es necesario identificar los objetivos específicos que se quieren alcanzar. Dentro de estos objetivos se deben incluir:

- Cumplir con las especificaciones de los consumidores
- Determinar el historial u origen del producto
- Facilitar que se retiren y/o se recuperen los productos
- Identificar las organizaciones responsables en la cadena alimentaria

- Facilitar la verificación de la información específica respecto del producto
- Mejorar la eficacia, productividad y rentabilidad del Departamento de Nutrición y Dietética.

3.10.2.2. Productos y/o ingredientes

La organización deberá identificar los productos y/o ingredientes pertinentes a los que se aplican los objetivos.

3.10.2.3. Ubicación en la cadena alimenticia

El Departamento de Nutrición y Dietética, deberá determinar su lugar dentro de la cadena alimentaria al menos mediante la identificación de sus proveedores y clientes.

3.10.2.4. Flujo de materiales

El departamento, deberá determinar y documentar el flujo de materiales bajo su control de manera que se cumplan los objetivos de trazabilidad.

3.10.2.5. Requisitos de información

Para poder lograr los objetivos de trazabilidad se deberá determinar la información referente a proveedores, el historial del producto y del proceso.

3.10.2.6. Establecimiento de procedimientos

El departamento deberá establecer los procedimientos, los que a su vez se deberán relacionar con la documentación del flujo de materiales; dichos procedimientos al menos deberán incluir:

- Definición del producto
- Definición e identificación del lote
- Documentación del flujo de materiales e información, incluyendo el soporte en el que se conservan los registros
- Gestión de datos y registro de protocolos
- Protocolos de recuperación de información

3.10.2.7. Documentación

La documentación apropiada mínima para un sistema de trazabilidad incluye:

- Descripción de las etapas pertinentes de la cadena
- Descripción de las responsabilidades para la gestión de los datos de trazabilidad.
- Información escrita que documente las actividades de trazabilidad y el proceso de fabricación, los flujos y resultados de la verificación y las auditorías de trazabilidad.
- Documentación relativa a las acciones tomadas para gestionar las no conformidades relacionadas con el sistema de trazabilidad.

- Tiempos de retención de documentos

3.10.3. Etiqueta

Los alimentos envasados y almacenados deberán de poseer una etiqueta donde se identifica claramente el contenido y se provee de la información necesaria referente a este. Además, la identificación de los productos es esencial para poder mantener una rotación eficaz de las existencias.

Dentro de esta sección se detalla las características y la información que deberá contener la etiqueta de todo alimento preenvasado según sea aplicable a la naturaleza del mismo.

3.10.3.1. Características físicas

Las etiquetas que se pongan en los alimentos preenvasados deberán aplicarse de manera que no se separen del envase.

Los datos contenidos en la etiqueta, deberán indicarse con caracteres claros, visibles, indelebles y fáciles de leer por el consumidor, en circunstancias normales de uso. El nombre y contenido neto del alimento deberá aparecer en un lugar prominente y en el mismo campo de visión.

Cuando el envase, esté cubierto por una envoltura, en esta deberá figurar la información necesaria o la etiqueta aplicada al envase deberá leerse fácilmente a través de la envoltura exterior o no deberá estar oscurecida por esta.

En el caso de que el idioma en que está redactada la etiqueta original no sea aceptable para el consumidor a que se destina, podrá emplearse una etiqueta complementaria, que contenga la información obligatoria en el idioma requerido. Cuando se aplique una nueva etiqueta o una etiqueta complementaria, la información obligatoria que se facilite deberá reflejar totalmente y con exactitud la información que figura en la etiqueta original.

3.10.3.2. Nombre del alimento

El nombre del producto deberá expresar precisamente la verdadera naturaleza del alimento. Se deberá utilizar un nombre prescrito por normalizaciones internacionales o bien por la legislación nacional, o en ausencia de dichas reglamentaciones, se deberá utilizar un nombre común o usual de uso corriente como término descriptivo, para que no se incurra en un error o engaño al consumidor.

Es posible el uso de un nombre acuñado, de fantasía, de fábrica o una marca registrada, siempre que este vaya acompañado de uno de los nombres indicados en el párrafo anterior.

En la etiqueta junto al nombre o muy cerca este, deberán aparecer las palabras, frases o aclaraciones adicionales necesarias para evitar que el consumidor incurra en un error o engaño con respecto a la naturaleza y condiciones físicas del alimento que incluyen pero no se limitan al tipo de medio de cobertura, la forma de presentación, condición o el tipo de tratamiento al que ha sido sometido, por ejemplo, deshidratación, concentración, reconstitución, ahumado.

3.10.3.3. Ingredientes

En la etiqueta deberá figurar una lista donde se detallan los ingredientes utilizados para la elaboración del alimento. Se exceptúa el caso de productos de un solo ingrediente.

La lista donde se detallan los ingredientes deberá ir encabezada por el título ingrediente o bien un título apropiado que incluya dicha palabra. Los alimentos se enumerarán por orden decreciente en función de su peso inicial (m/m) en el momento de la fabricación del alimento.

Si un ingrediente fuera a su vez el derivado o el resultado de dos o más productos, dicho ingrediente podrá declararse como compuesto en la lista de ingredientes, siempre que junto al nombre de este se especifique entre paréntesis una lista de sus ingredientes por orden decreciente de proporciones (m/m). Cuando un ingrediente compuesto, para el que se ha establecido un nombre propio en una norma internacional o legislación nacional, constituya menos del 5% del alimento, no será necesario declarar sus ingredientes, salvo los aditivos alimentarios que desempeñan una función tecnológica en el producto terminado.

En la etiqueta se deberán declarar como tales, aquellos alimentos e ingredientes que producen hipersensibilidad, así como la presencia de cualquier alérgeno transferido por ellos. Dentro de los ingredientes a declarar se encuentran:

- Cereales que contienen gluten, por ejemplo, trigo, centeno, cebada, avena, espelta o sus cepas híbridas, y los productos de estos.

- Crustáceos y sus productos
- Huevos y productos de los huevos
- Pescado y productos pesqueros
- Manías, soya y sus productos
- Leche y productos lácteos (incluida lactosa)
- Nueces de árboles y sus productos derivados
- Sulfito en concentraciones de 10 miligramos/kilogramo o más

En la lista de componentes, se deberá indicar la cantidad de agua añadida, exceptuando los casos en los que el agua forme parte de ingredientes tales como la salmuera, el jarabe o el caldo empleados en un alimento compuesto y declarados como tales en la lista de ingredientes. No es necesario declarar el agua u otros ingredientes volátiles que se evaporan durante la fabricación.

En el caso de alimentos deshidratados o condensados destinados a ser reconstituidos, podrán enumerarse sus ingredientes por orden de proporciones (m/m) en el producto reconstituido, siempre que se incluya una indicación como: ingredientes del producto cuando se prepara según las instrucciones de la etiqueta.

Las grasas de cerdo, la manteca y la grasa de bovino, deberán declararse siempre por sus nombres específicos.

Con la excepción de los ingredientes mencionados anteriormente, y a menos que el nombre genérico de una clase resulte más informativo, podrán emplearse los nombres de clases de ingredientes descritos en la siguiente tabla.

Tabla XVIII. **Nombre de clases de ingredientes**

Clases de ingredientes	Nombres genéricos
Aceites refinados distintos del aceite de oliva	“Aceite”, juntamente con el término “vegetal” o “animal”, calificado con el término “hidrogenado” o “parcialmente hidrogenado”, según sea el caso.
Grasas refinadas	“Grasas”, juntamente con el término “vegetal” o “animal”, según sea el caso.
Almidones, distinto de los almidones modificados químicamente	“Almidón”
Todas las especies de pescado, cuando el pescado constituya un ingrediente de otro alimento y siempre que en la etiqueta y la presentación de dicho alimento no se haga referencia a una determinada clase de pescado	“Pescado”
Todos los tipos de carne de aves de corral, cuando dicha carne constituya un ingrediente de otro alimento y siempre que en la etiqueta y la presentación de dicho alimento no se haga referencia a un tipo específico de carne de aves de corral	“Carne de aves de corral”
Todos los tipos de queso, cuando el queso o una mezcla de quesos constituya un ingrediente de otro alimento y siempre que en la etiqueta y la presentación de dicho alimento no se haga referencia a un tipo específico de queso	“Queso”
Todas las especias y extractos de especias en cantidad no superior al 2% en peso, solas o mezcladas en el alimento	“Especia”, “especias”, o “mezclas de especias”, según sea el caso

Continuación de la tabla XVIII.

Todas las hierbas aromáticas o partes de hierbas aromáticas en cantidad no superior al 2% en peso, solas o mezcladas en el alimento	“Hierbas aromáticas”, o “mezclas de hierbas aromáticas”, según sea el caso
Todos los tipos de preparados de goma utilizados en la fabricación de la goma de base para la goma de mascar	“Goma de base”
Todos los tipos de sacarosa	“Azúcar”
Dextrosa anhidra y dextrosa monohidratada	“Dextrosa” o “glucosa”
Todos los tipos de caseinatos	“Caseinatos”
Productos lácteos que contienen un mínimo de 50% de proteína láctea (m/m) en el extracto seco*	“Proteína láctea”
Manteca de cacao obtenida por presión o extracción o refinada	“Manteca de cacao”
Todas las frutas confitadas, sin exceder del 10% del peso del alimento.	“Frutas confitadas”
*Cálculo del contenido de proteína láctea: nitrógeno (determinado mediante el principio de Kjeldahl) x 6.38	

Fuente: Codex Alimentarius. Codex Stan 1-1985. p. 4 y 5.

Quando se trate de aditivos alimentarios pertenecientes a las distintas clases, cuyo uso se permite en los alimentos en general, deberán emplearse los siguientes nombres genéricos junto con el nombre específico o bien el número de identificación aceptado según la legislación nacional.

- Ácidos
- Regulador de acidez
- Antiaglutinante
- Antiespumante
- Espumante
- Antioxidante
- Agente endurecedor
- Agente de tratamiento de las harinas
- Acentuador de aroma
- Agente gelificante
- Agente de glaseado
- Humectante
- Incrementador de volumen
- Agente de glaseado
- Humectante
- Incrementador de volumen
- Color
- Agente de retención de color
- Emulsionante
- Sal emulsionante
- Sustancia conservadora
- Propulsores
- Gasificante
- Estabilizador
- Edulcorante
- Espesante

Podrán emplearse el término genérico aroma(s) y aromatizante(s) cuando se trate de aditivos alimentarios que pertenezcan a las respectivas clases y que figuren en las listas de aditivos alimentarios cuyo uso en los alimentos haya sido autorizado. La expresión aroma podrá calificarse con los términos naturales, idénticos a los naturales, artificiales o con una combinación de los mismos, según corresponda.

Dentro de la lista de ingredientes, se deberá incluir todo aquel aditivo alimentario, que por haber sido utilizado en las materias primas o en otros ingredientes, se transfiere a este alimento en cantidades suficientes o notables para desempeñar en él una función tecnológica.

Por el contrario quedan exentos de declaración aquellos aditivos alimentarios transferidos a los alimentos en cantidades inferiores necesarias

para lograr una función tecnológica y los coadyuvantes de elaboración, sin embargo, esta exención no es aplicable a aquellos alimentos e ingredientes que produzcan hipersensibilidad.

Cuando en el etiquetado de un alimento destaque la presencia de uno o más ingredientes valiosos y/o caracterizantes, o cuando la descripción del alimento produzca el mismo efecto, se deberá declarar el porcentaje inicial (m/m) en el momento de fabricación. Asimismo, cuando en la etiqueta de un alimento se destaque el bajo contenido de uno o más ingredientes, deberá declararse el porcentaje del ingrediente (m/m) en el producto final.

La referencia en el nombre del alimento, a un determinado ingrediente, un ingrediente utilizado en pequeña cantidad o solamente como aromatizante, no implicará por sí sola, que se le conceda un relieve especial.

3.10.3.4. Contenido neto y peso escurrido

El contenido neto deberá declararse en unidades del sistema métrico internacional, siendo el mismo declarado de la siguiente forma:

- Los alimentos líquidos, en medidas de volumen
- Los alimentos sólidos, en medidas de peso
- Los alimentos semisólidos o viscosos, en medidas de peso o volumen

Para los alimentos envasados en un líquido, además de la declaración del contenido neto, deberá indicarse en unidades del sistema métrico internacional el peso escurrido del alimento. Se deberá entender como medio líquido el agua, soluciones acuosas de azúcar o sal, zumos (jugos) de fruta y hortalizas en frutas y hortalizas en conserva únicamente, o vinagre, solos o mezclados.

3.10.3.5. Nombre y dirección

En la etiqueta deberá indicarse claramente el nombre y la dirección del fabricante, envasador, distribuidor, importador, exportador o vendedor de alimento. También deberá indicarse el país de origen del alimento.

3.10.3.6. Lote

Cada envase deberá tener en sí grabado o marcado de cualquier otra forma indeleble, una indicación en clave o en lenguaje claro, que permita identificar la fábrica productora y el lote de producción.

3.10.3.7. Marcado de la fecha e instrucciones para la conservación

El marcado de la fecha se regirá según las siguientes indicaciones:

- A. Se declarará la fecha de duración mínima.
- B. Esta constará de por lo menos:
 - a. El día y el mes para los productos que tengan una duración mínima no superior a tres meses.
 - b. El mes y el año para productos que tengan una duración mínima de más de tres meses. Si el mes es diciembre, bastará indicar el año.
- C. La fecha deberá declararse con las palabras:
 - a. Consumir preferentemente antes del..., cuando se indica el día.
 - b. Consumir preferente antes del final de..., en los demás casos.

- D. Las palabras prescritas en el apartado C., deberán ir acompañadas de:
 - a. La fecha misma; o
 - b. Una referencia al lugar donde aparece la fecha.

- E. El día, mes y año deberán declararse en orden numérico no codificado, con la salvedad de que podrá indicarse el mes con letras.

- F. No obstante, no se requerirá la indicación de la fecha de duración mínima para:
 - a. Frutas y hortalizas frescas, incluidas las papas que no hayan sido peladas, cortadas o tratadas de otra forma análoga.
 - b. Vinos, vinos de licor, vinos espumosos, vinos aromatizados, vinos de frutas y vinos espumosos de fruta.
 - c. Bebidas alcohólicas que contengan 10% o más de alcohol por volumen.
 - d. Productos de panadería y pastelería que, por la naturaleza de su contenido, se consumen por lo general dentro de las 24 horas siguientes a su fabricación.
 - e. Vinagre.
 - f. Sal de calidad alimentaria.
 - g. Azúcar sólida.
 - h. Productos de confitería consistentes en azúcares aromatizadas y/o coloreadas.

Además de la fecha de duración mínima, se indicarán en la etiqueta cualquiera de las condiciones especiales que se requieran para la conservación del alimento, si de su cumplimiento depende la validez de la fecha.

3.10.3.8. Instrucciones de uso

Cada etiqueta deberá contener las instrucciones necesarias para el uso del producto, incluida la reconstitución, si fuera el caso, para asegurar la apropiada utilización del alimento.

3.10.3.9. Alimentos irradiados

Cualquier tipo de alimento que hay sido tratado mediante radiación ionizante deberá llevar una declaración escrita indicativa del tratamiento cerca del nombre del alimento.

Cuando un producto irradiado se utilice como ingrediente en otro alimento, deberá declararse esta circunstancia en la lista de ingredientes; y cuando un producto que consta de un solo ingrediente se prepara con materia prima irradiada, la etiqueta del producto deberá contener una declaración que indique el tratamiento.

Figura 6. **Símbolo internacional para alimentos irradiados**



Fuente: Codex Alimentarius, Codex Stan 1-1985. p. 8.

3.11. Almacenamiento

Toda materia prima, productos semiprocesados, en proceso y productos terminados deberán almacenarse en condiciones apropiadas a sus características para protegerlos contra alteración o daño, impedir su contaminación o la proliferación de microorganismos.

El área designada como bodega deberá guardar aspectos físicos deseables tales como:

- Fácil de limpiar
- Adecuadamente iluminada
- Ventilación suficiente
- Debidamente señalizada
- Estanterías apropiadamente ancladas al suelo
- Ordenación adecuada para permitir un mantenimiento propicio
- Evitar el acceso y anidamiento de plagas
- Proteger eficazmente los alimentos contra la contaminación durante su almacenamiento.

- Proporcionar condiciones ambientales adecuadas, mediante la regulación de la temperatura y humedad, para preservar las características del producto y con ello evitar su deterioro.
- Estar separada por secciones, para el almacenamiento de productos con características similares y evitar confusiones entre productos alimenticios, de desechos y tóxicos. El material de empaque, los productos perecederos y los productos de limpieza deben estar debidamente separados.
- El área de recepción debe estar separada de la de despacho, y ambas deben estar techadas de forma tal que se cubran las rampas de carga y descarga respectivamente.

El almacenamiento de materia prima, producto semiprocado, producto terminado o cualquier otro tipo deberá suponer aspectos como:

- Deberá ejercerse una revisión periódica de la materia prima, productos procesados e instalaciones a fin de garantizar su inocuidad.
- Los productos se deben resguardar según sus propiedades, con la ayuda de tarimas plásticas, estanterías, cajas plásticas, de metal o de cartón.
- Se deben de colocar en tarimas de manera tal que se puedan mantener a una distancia mínima de: 15 centímetros sobre el piso, 50 centímetros de la pared y 1,5 metros del techo; se deben respetar las especificaciones de estiba.

- Deberán existir áreas separadas e identificadas para facilitar la organización y separación de productos alimenticios como materias primas, material de empaque, insumos, productos semiprocesados, productos terminados y productos rechazados.
- Implementar el sistema Primero en Entrar Primero en Salir – PEPS – como sistema de manejo de materiales, para que haya una mejor rotación de alimentos y con esto evitar el vencimiento de los mismos
- Todo producto que ingresa a la bodega deberá estar apropiadamente identificado con una etiqueta donde se especifica el tipo, la fecha de elaboración y la fecha de caducidad.
- Se deben identificar y rotular todos aquellos productos tóxicos y materiales no aptos para el consumo humano especificando su uso y finalidad y se deben conservar en áreas aisladas de todo producto alimenticio.

3.11.1. Condiciones físicas

El área de bodega deberá estar separada de modo que puedan almacenarse y aislarse los productos según sus características. Los productos deberán separarse según sean productos alimenticios, productos perecederos, productos para reproceso o rechazados, combustibles y lubricantes o productos químicos de limpieza, sanitización, pesticidas u otros.

Las instalaciones de bodega deberán poseer un acondicionamiento adecuado para cada tipo de producto:

- Almacenamiento en seco, es el área de bodega donde los productos se conservan a temperatura y humedad ambiente.
- Almacenamiento en frío, es un cuarto frío donde la temperatura se mantiene a no más de 5 grados Celsius. Este cuarto debe poseer al menos un termómetro de control de temperatura, buena iluminación con la protección adecuada y cierre hermético. Se debe de poseer horarios de deshielo y programa de mantenimiento y servicio.
- Almacenamiento congelado, al igual que el anterior es un cuarto frío pero a diferencia de este, se debe mantener a una temperatura inferior a los -15 grados Celsius, este debe poseer los mismos controles y equipo que el almacenamiento en frío, pero el personal que ingrese a esta sección deberá contar con equipo de protección.

3.11.2. Proceso de recepción y almacenamiento de materia prima

No se deberá aceptar ningún tipo de materia prima o ingrediente si se sabe que se encuentran en mal estado, descompuestas, contienen parásitos o microorganismos indeseables, o bien, plaguicidas, sustancias tóxicas o cualquier elemento extraño en cantidades superiores a los niveles aceptables. Solamente se aceptará materias primas o ingredientes sanos y adecuados.

De ser necesario o cuando proceda, antes de la aceptación de algún producto deberán efectuarse pruebas de laboratorio para establecer si son adecuados para su uso o consumo.

Toda materia prima o ingrediente rechazado, deberá separarse, identificarse como no apropiado y devolverse al proveedor. Deberá llevarse un registro y control de los productos rechazados.

Las reservas de materias primas e ingredientes deberán supervisarse constantemente y estar sujetas a rotación.

Al momento de transportar, manipular o almacenar los distintos productos, se deberá velar por el resguardo de la integridad física de los envases o recipientes que contienen los mismos, ya que cualquier golpe o corte puede dar origen a condiciones antihigiénicas y contaminar su contenido.

Todos aquellos instrumentos de pesaje deberán de ser recalibrados por lo menos cuatro veces al año.

Para la recepción y almacenamiento de la materia prima se propone el siguiente procedimiento:

- A. El personal de recepción deberá realizar la comprobación de que el producto recibido corresponde con el material solicitado. Para ello deberá comprobar que:
 - a. La nota de entrega coincida con el material pedido.
 - b. El albarán de recibido corresponde con lo indicado en la nota de entrega.
 - c. El estado de los envases, embalajes y etiquetado es el correcto.
 - i. Luego de esta primera inspección, las materias primas aceptables deberán registrarse inmediatamente.

- B. Registro. El bodeguero, deberá registrar como mínimo los siguientes datos que identifican a la materia prima:
- a. Nombre del producto.
 - b. Nombre del proveedor.
 - c. Número de lote.
 - d. Número de control de calidad del proveedor o de un laboratorio acreditado.
 - e. Cantidad de envases o empaques del producto recibido.
 - f. Contenido neto y peso escurrido por envase o empaque.
 - g. Fecha de ingreso.
 - h. Fecha de caducidad.
 - i. Condiciones de almacenamiento.
 - j. Precauciones durante su manipulación.
- C. Almacenamiento. El producto recibido deberá almacenarse según su naturaleza en orden a la fecha de caducidad y bajo condiciones que aseguren su conservación.

3.11.3. Proceso de recepción y almacenamiento de producto terminado

Ninguna materia prima, producto semiprocesado o producto terminado debe permanecer en el área en que fue procesado de un día para otro, especialmente si su naturaleza exige una operación de empaque inmediata o un almacenaje en condiciones especiales.

Para la recepción y almacenamiento de producto terminado se propone el siguiente procedimiento:

- A. Recepción y registro. Solamente se almacenará aquel producto semiprocésado o terminado que previamente haya sido embalado o dispuesto en un recipiente y se encuentre debidamente etiquetado con una descripción clara de:
- a. Número de registro interno.
 - b. Nombre del producto.
 - c. Cantidad de envases o empaques del producto recibido.
 - d. Contenido neto y peso escurrido por envase o empaque.
 - e. Cantidad.
 - f. Fecha de elaboración.
 - g. Fecha de caducación.
 - h. Condiciones de almacenamiento.
 - i. Precauciones durante su manipulación.
- B. Almacenamiento. El producto recibido deberá almacenarse según su condición de producto semiprocésado o terminado, en orden a la fecha de caducidad o tiempo de preparación, y bajo condiciones que aseguren su conservación.

3.12. Manejo integral de plagas

Las plagas como una fuente importante de transmisión de enfermedades deberán ser controladas mediante los medios oportunos sin poner en riesgo la inocuidad de los alimentos, cabe mencionar que el control más apropiado es la prevención

3.12.1. Prevención

Las plagas constituyen una seria amenaza para la inocuidad y aptitud de los alimentos, por lo que su control y manejo representa un punto de gran importancia. La mejor medida de contener y combatir cualquier tipo de infestación es la prevención.

Para que una plaga pueda sobrevivir, reproducirse y crecer necesita satisfacer sus necesidades básicas como lo son abrigo, agua y alimento. Por ello es necesario mantener limpias y en buen estado las zonas interiores y exteriores del Departamento de Nutrición y Dietética eliminando cualquier cosa, material, objeto, perforación, orificio o socavación que pueda dar cobijo a una comunidad. Los alimentos deberán guardarse en recipientes herméticos resistentes a quiebre, mordeduras, erosión y deterioro; los envases almacenados que contengan productos alimenticios deberán estar separados del suelo y de la pared. Los desechos deberán de igual manera colocarse en recipientes con cierre a prueba de plagas. También se deberán mantener bien cerrados todos los depósitos de agua y eliminar cualquier fuga.

3.12.2. Medidas de inspección y control

El ingreso de producto al área de bodega debe ser un punto estricto de control. Los empaques, envases, cajas y tarimas pueden constituir un medio de transporte de plagas, por lo que antes de su ingreso al almacén deberán ser inspeccionados meticulosamente. De igual forma los medios de transporte al moverse por distintos lugares, pueden acarrear toda clase de insectos y roedores, por lo que su ingreso a la planta deberá ser controlado.

Se deberá llevar el registro de ingreso e inspección de materia prima para poder controlar y calificar a los distintos proveedores.

Semanalmente se deberá inspeccionar las instalaciones y sus alrededores dejando por escrito los lugares revisados y las observaciones del caso, para detectar y erradicar cualquier tipo de colonia.

Deberá realizarse una fumigación mensual o cuando sea necesario para el control de infestaciones.

Toda propagación de cualquier tipo de plaga deberá combatirse de forma inmediata, siempre conservando la inocuidad y aptitud de los alimentos. Cualquier tratamiento físico, químico o biológico debe ser ejecutado por personal capacitado y resguardando los alimentos de todo perjuicio.

Para el control de las infestaciones deberán aplicarse distintos medios, según sea el tipo de la misma.

Insectos

- Aspersión. Este método es apropiado para la aplicación de plaguicidas en grietas, paredes, baños, basureros, áreas verdes y exteriores.
- Termonebulización. Consiste en la generación de una niebla a partir de una formulación de base oleosa en una cámara de calentamiento. Esta técnica es adecuada para combatir insectos voladores especialmente en las áreas de bodegas, cielos falsos y exteriores.

- Micronización. Dicho método se emplea regularmente en lugares donde se necesita un bajo riesgo de intoxicación como cafeterías, comedores, cocinas, habitaciones, salas, salones, cielos falsos, basureros y exteriores. Para ello hace uso de una niebla líquida.
- Lámparas de luz ultravioleta. Se deberá utilizar únicamente en exteriores.
- Gel adhesivo. Se utiliza para atrapar insectos rastreros. Se aplican en gabinetes, debajo del mobiliario y motores.
- Feromonas. Son tablillas pegajosas que utilizan una pastilla para atraer insectos, se debe de colocar en lugares donde no se realice lavado regular.

Roedores

Las principales medidas para la prevención, control y eliminación de posibles infestaciones de roedores son la detección y eliminación de las condiciones propicias para la sobrevivencia y reproducción.

Se recomienda la implementación de cordones de control, los cuales consisten en ubicar estratégicamente trampas.

Cordón primario: son barreras interiores, que tienen como finalidad capturar vivos a los roedores que logran sobrepasar los cordones externos. Regularmente se utilizan por medidas sanitarias, trampas adhesivas.

Cordón secundario: es el conjunto de trampas que se ubican en la periferia inmediata de las edificaciones. Funcionan como medidas de protección

en caso de que se superen las barreras terciarias. En este cordón se utilizan frecuentemente estaciones de cebado plásticas.

Cordón terciario: son todos aquellos artefactos ubicados en el perímetro exterior de las instalaciones. Habitualmente se emplean estaciones de cebado plásticas y raticidas de segunda generación, los cuales deberán de ser rotados al menos cada mes para evitar que los roedores desarrollen resistencia a los cebos.

3.13. Cronograma de actividades

Las tareas de mejora deberán ejecutarse de manera secuencial y metódica de manera que pueda alcanzar cuanto antes las condiciones apropiadas que puedan garantizar la preparación de alimentos inocuos.

Tabla XIX. **Cronograma de actividades**

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
Proyecto	127.5 días	mié 02/01/13	vie 28/06/13
Acondicionamiento del área exterior	7 días	mié 02/01/13	jue 10/01/13
Podado de arbustos y árboles	3 días	mié 02/01/13	vie 04/01/13
Resguardo de equipo en desuso	2 días	lun 07/01/13	mar 08/01/13
Pavimentar áreas de tierra	2 días	mié 09/01/13	jue 10/01/13
Drenajes	7 días	vie 11/01/13	lun 21/01/13
Limpieza y mantenimiento	5 días	vie 11/01/13	jue 17/01/13
Instalación de rejillas	2 días	vie 18/01/13	lun 21/01/13
Área de vestidores	27.5 días	mar 22/01/13	jue 28/02/13
Construcción de sanitarios	10 días	mar 22/01/13	lun 04/02/13
Colocación de azulejo	4 días	mar 05/02/13	vie 08/02/13
Instalación de sanitarios	3 días	lun 11/02/13	mié 13/02/13

Continuación de la tabla XIX.

Instalación de mingitorios	1.5 días	jue 14/02/13	vie 15/02/13
Instalación de lavamanos	3 días	vie 15/02/13	mié 20/02/13
Cambio de regaderas	1.5 días	mié 20/02/13	jue 21/02/13
Instalación de separadores de vidrio	2 días	vie 22/02/13	lun 25/02/13
Instalación de casilleros	2.5 días	mar 26/02/13	jue 28/02/13
Ventilación	8 días	jue 28/02/13	mar 12/03/13
Mantenimiento a ductos de ventilación	5 días	jue 28/02/13	jue 07/03/13
Mantenimiento a extractores	3 días	jue 07/03/13	mar 12/03/13
Ventanas	5 días	mar 12/03/13	mar 19/03/13
Limpieza de ventanas	2 días	mar 12/03/13	jue 14/03/13
Instalación de mallas de protección	2 días	jue 14/03/13	lun 18/03/13
Sello de ventajas y marco	1 día	lun 18/03/13	mar 19/03/13
Iluminación	6 días	jue 14/03/13	vie 22/03/13
Desmontaje de lámparas	2 días	jue 14/03/13	lun 18/03/13
Limpieza de lámparas	1 día	lun 18/03/13	mar 19/03/13
Cambio de tubos	1 día	mar 19/03/13	mié 20/03/13
Instalación de lámparas	2 días	mié 20/03/13	vie 22/03/13
Tuberías	9 días	vie 22/03/13	jue 04/04/13
Pintura	6 días	vie 22/03/13	lun 01/04/13
Señalización	2 días	lun 01/04/13	mié 03/04/13
Identificación	1 día	mié 03/04/13	jue 04/04/13
Techo	10 días	jue 04/04/13	jue 18/04/13
Limpieza de techo	2.5 días	jue 04/04/13	lun 08/04/13
Restauración de techo	2.5 días	mar 09/04/13	jue 11/04/13
Pintura de techo	5 días	jue 11/04/13	jue 18/04/13

Continuación de la tabla XIX.

Paredes	11 días	jue 18/04/13	vie 03/05/13
Sustitución de repello faltante	2 días	jue 18/04/13	lun 22/04/13
Construcción de curva sanitaria	4 días	lun 22/04/13	vie 26/04/13
Sustitución de azulejos defectuosos o faltantes	1.5 días	vie 26/04/13	lun 29/04/13
Pintar paredes	3.5 días	mar 30/04/13	vie 03/05/13
Pisos	19 días	vie 03/05/13	jue 30/05/13
Sustitución de pisos quebrados	4 días	vie 03/05/13	jue 09/05/13
Construcción de pediluvios	2 días	jue 09/05/13	lun 13/05/13
Rellenado de grietas	2 días	lun 13/05/13	mié 15/05/13
Instalación de anclajes para estanterías	1 día	mié 15/05/13	jue 16/05/13
Instalación de piso sobrepuesto antideslizante	10 días	jue 16/05/13	jue 30/05/13
Instalación de estanterías	3 días	jue 30/05/13	mar 04/06/13
Montaje de estanterías de bodega	2 días	jue 30/05/13	lun 03/06/13
Montaje de estanterías para utensilios	0.5 días	lun 03/06/13	lun 03/06/13
Montaje de estanterías para área de lavado	0.5 días	mar 04/06/13	mar 04/06/13
Puertas	7 días	mar 04/06/13	jue 13/06/13
Remoción de pintura	3 días	mar 04/06/13	vie 07/06/13
Pintura de puertas	2 días	vie 07/06/13	mar 11/06/13
Ajuste de marco a pared	1 día	mar 11/06/13	mié 12/06/13
Instalación de brazo de retorno	0.5 días	mié 12/06/13	mié 12/06/13
Instalación de banda de barrido	0.5 días	jue 13/06/13	jue 13/06/13
Capacitación sobre BPM	7 días	jue 13/06/13	lun 24/06/13
Importancia de BPM	0.5 días	jue 13/06/13	jue 13/06/13
Obligaciones en casa	0.4 días	vie 14/06/13	vie 14/06/13
Obligaciones en el trabajo	0.4 días	vie 14/06/13	vie 14/06/13

Continuación de la tabla XIX.

Restricciones en el área de trabajo	0.3 días	vie 14/06/13	lun 17/06/13
Salud	0.3 días	lun 17/06/13	lun 17/06/13
Exámenes médicos	0.3 días	lun 17/06/13	lun 17/06/13
Contaminación	0.5 días	lun 17/06/13	mar 18/06/13
Indumentaria de protección y su uso correcto	1 día	mar 18/06/13	mié 19/06/13
Lavado de manos	0.3 días	mié 19/06/13	mié 19/06/13
Métodos de limpieza	0.5 días	mié 19/06/13	mié 19/06/13
Métodos de sanitización	0.5 días	jue 20/06/13	jue 20/06/13
Operación para la preparación de alimentos	0.5 días	jue 20/06/13	jue 20/06/13
Primeros auxilios	1 día	vie 21/06/13	vie 21/06/13
Utilización de equipo de emergencia	0.5 días	lun 24/06/13	lun 24/06/13
Manejo integral de plagas (MIP)	4 días	lun 24/06/13	vie 28/06/13
Instalación de medidas externas	2 días	lun 24/06/13	mié 26/06/13
Instalación de medidas internas	2 días	mié 26/06/13	vie 28/06/13

Fuente: elaboración propia.

4. PROPUESTA PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE VAPOR, CIMENTACIÓN Y CONTROL DE EQUIPO TÉRMICO

4.1. Diseño del sistema de alimentación de vapor

La primera parte del capítulo 4, se centra en el diseño del sistema de alimentación de vapor, esto abarca las formas de selección y dimensionamiento de tuberías, la selección de soportes, bridas, aislamientos, instrumentos de medición y accesorios complementarios, según las condiciones actuales de trabajo.

4.1.1. Selección de tuberías

Como principal medio de transporte de vapor se utilizan las tuberías, las cuales llevan el vapor desde las calderas y lo conducen a los distintos equipos. Regularmente en los sistemas de distribución de vapor se suelen utilizar comúnmente los siguientes tipos de tubería:

- De acero al carbono, son los que se utilizan comúnmente para aplicaciones industriales de transporte y distribución de vapor.
- De acero al carbono-molibdeno, esta clase de tubería es una alternativa más económica a las tuberías al carbono cuando el vapor alcanza temperaturas de hasta 540 grados Celsius.

- De acero al cromo-molibdeno, dicho tipo de tubería se utiliza para el transporte de vapor sobrecalentado a temperaturas del orden de los 590 grados Celsius.
- Tubos de acero inoxidable, se emplean para vapor sobrecalentado con temperatura de hasta 650 grados Celsius, y se unen mediante soldadura. Se utilizan también el rubro de equipo se calentamiento de vapor, en donde se utilizan materiales corrosivos.

El sistema de distribución de vapor deberá estar conformado integralmente por tuberías sin costura. Se recomienda este tipo de tubería debido a las condiciones presión y temperatura a las que se ven sometidas.

En los lugares que pudieran existir vibraciones, esfuerzos mecánicos o sea necesario el mantenimiento del equipo, se podrán utilizar tuberías flexibles (mangueras) con protección metálica.

La implementación de tubos de acero al carbono como ductos de conducción y distribución de vapor es apropiada para aplicaciones dentro del Departamento de Nutrición y Dietética.

Tubos de acero al carbono

Los tubos de acero al carbono utilizados más frecuentemente son los ASTM A 106 y ASTM A 53. Regularmente los tubos A 53 se utilizan para presiones de orden de hasta los 600 PSI; mientras los tubos A 106 se utilizan con presiones máximas de 2 500 PSI. Los tubos A 53 y A 106, se producen en grados A y B. El grado B aunque tiene una mayor resistencia mecánica más alta su ductilidad es menor. Por otra parte el grado A, permite su doblado en

frío. Cuando este tipo de tubo se utiliza en construcciones soldadas a temperaturas de 415 grados Celsius, hay que considerar la posibilidad de formación de grafito.

4.1.2. Dimensionamiento de tuberías

La selección del diámetro adecuado de las tuberías deberá constituir un punto álgido, pues el inapropiado dimensionamiento y selección de las tuberías, genera repercusiones negativas en el funcionamiento del sistema. Una tubería sobredimensionada arrastra consigo costos mayores innecesarios, pérdidas considerables de calor y un alto grado de condensación. Por otra parte una tubería subdimensionada, incrementa la velocidad de circulación del vapor, a ello se asocian caídas de presión y problemas de erosión.

Para el diseño del sistema de tuberías se necesitan conocer determinadas condiciones como lo son: el consumo de vapor total estimado, medido en libras o kilogramos de vapor por hora; la temperatura de transporte, la presión máxima a la que se desea operar, las caídas de presión por tramos y la longitud total de la tubería.

El flujo máximo a transportar se obtiene mediante la suma de los consumos individuales de los equipos térmicos que funcionan a base de vapor, aplicando a dicho dato siempre un factor de seguridad que toma en cuenta las pérdidas de vapor en el sistema y posibles futuras ampliaciones de cobertura del sistema. El factor de seguridad se deberá considerar entre un 20 y 30 por ciento.

Se deberá considerar como temperatura de diseño, a la temperatura máxima del vapor transportado y como presión máxima total, la presión de tarado de las válvulas de seguridad instaladas en la caldera, o en el equipo

reductor de presión si existiese. La caída de presión en la tubería no deberá superar un determinado valor aceptable, para poder asegurar que el vapor llega a los puntos de consumo a la presión necesaria.

Las tuberías deberán tener un diámetro tal que las velocidades máximas de circulación sean las siguientes:

- Vapor saturado: 50 metros/segundo
- Vapor sobrecalentado: 60 metros/segundo
- Vapor recalentado: 60 metros/segundo

Para el correcto dimensionamiento del diámetro de las tuberías se utilizan regularmente gráficos establecidos, los cuales se presentan en la sección de anexos. Para la utilización de estos, es necesario conocer las condiciones del sistema del vapor tales como:

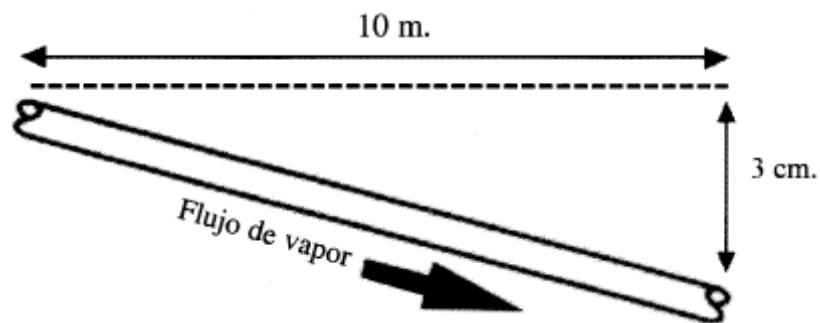
- Temperatura
- Presión
- Caudal másico
- Caída de presión aceptable o velocidad media

Instalación

Las tuberías podrán ser aéreas y subterráneas, según sean las necesidades, pero en todos los casos deberán ser accesibles. Las tuberías subterráneas deberán ser colocadas en canales cubiertos o en túneles de servicios. Se deberá evitar la instalación de tuberías sobre equipos eléctricos.

Una línea de vapor deberá tener siempre cierta pendiente, alrededor de entre un 3 y 5 por ciento. Así se contribuye a que el condensado fluya hacia el próximo purgador y no se acumule en la tubería.

Figura 7. **Inclinación apropiada para tuberías de vapor**

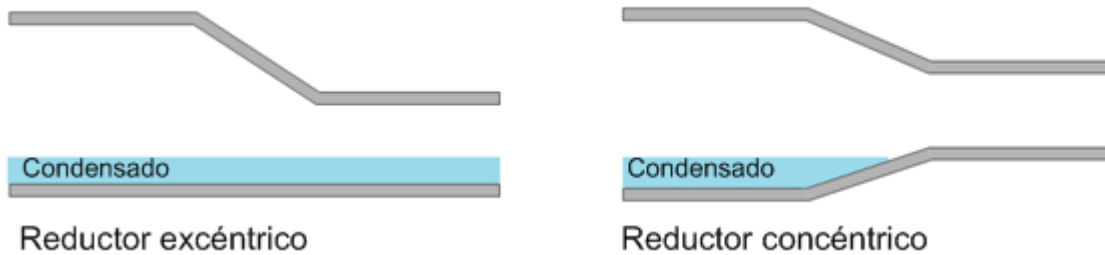


Fuente: SEDITESA. Hoja técnica No.7 – Prevención de golpes de ariete. p. 2.

Deberá existir cierta separación entre las tuberías, de modo que se pueda realizar fácilmente los trabajos de mantenimiento o reparación requeridos. En la sección de anexos se pueda consultar una tabla que especifica las separaciones recomendadas.

Cuando sea necesaria la reducción del diámetro de las tuberías, se deben instalar reductores excéntricos, ya que, los reductores concéntricos dificultan el desplazamiento del condensado, pues, estos actúan como un dique.

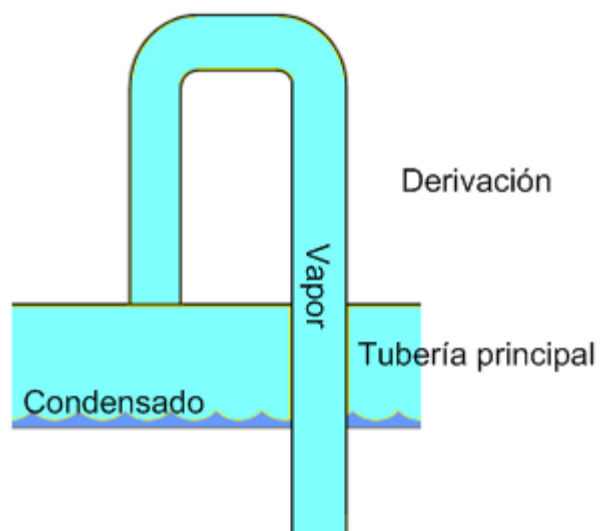
Figura 8. **Reductores de diámetro**



Fuente: elaboración propia.

Si fuese necesaria la instalación de una línea secundaria o derivación, a partir de línea principal de vapor, se deberá realizar por la parte de arriba de la tubería, pues con esto se asegura un vapor más seco para el proceso.

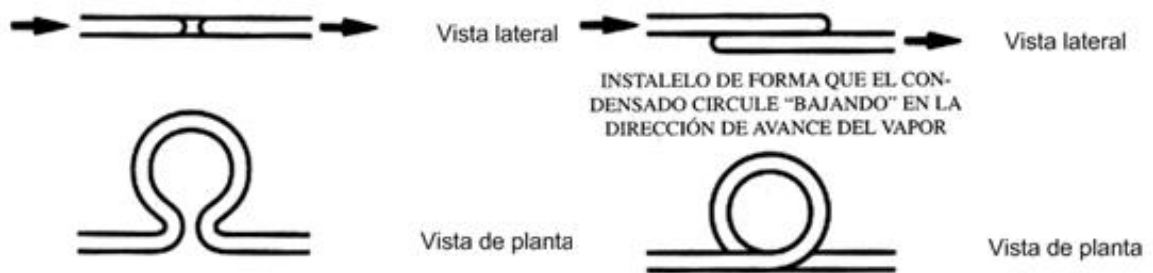
Figura 9. **Conexión correcta de una línea secundaria**



Fuente: elaboración propia

Cuando sea necesaria la instalación de juntas de expansión, se deberán instalar de forma horizontal, para evitar que se acumule condensado en ellas.

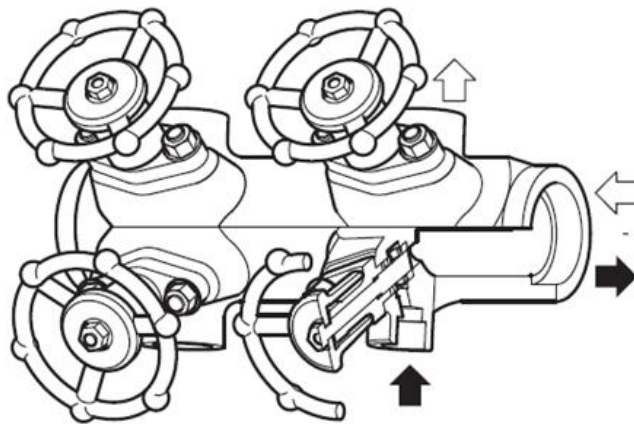
Figura 10. **Juntas de expansión**



Adaptado de: SEDITESA, Hoja Técnica No.7 – Prevención de golpes de ariete. p. 2.

Los *manifolds*, son dispositivos utilizados para la distribución de vapor que agrupan todas las válvulas de suministro en una sola ubicación. La cantidad de válvulas en un *manifold* depende de los ramales que se deseen.

Figura 11. **Manifold**



Fuente: Spirax Sarco. IM.P117-36 - Manifolds models MSC-P & MSC-N. p. 2.

Antes del *manifold* es necesaria la instalación de válvulas de paso, para cortar el suministro de vapor y de esta manera poder realizar trabajos de reparación y mantenimiento.

4.1.3. Soportes y bridas

Soportes

Para la suspensión o sostenimiento de las tuberías de distribución de vapor se utilizan distintos medios.

Cuando no existe el problema de la dilatación, se puede utilizar para la sujeción dos medias abrazaderas suspendidas de una varilla con tensor de ajuste, que se dispone sin dificultad para cualquier punto de la tubería.

Para la instalación de juntas de dilatación, es necesario el anclaje de la tubería en ciertos puntos por lo que se requiere de la utilización de un soporte de anclaje de acero, en el cual la tubería se apoya en dos angulares y se fija con pernos en U que la fijan al soporte.

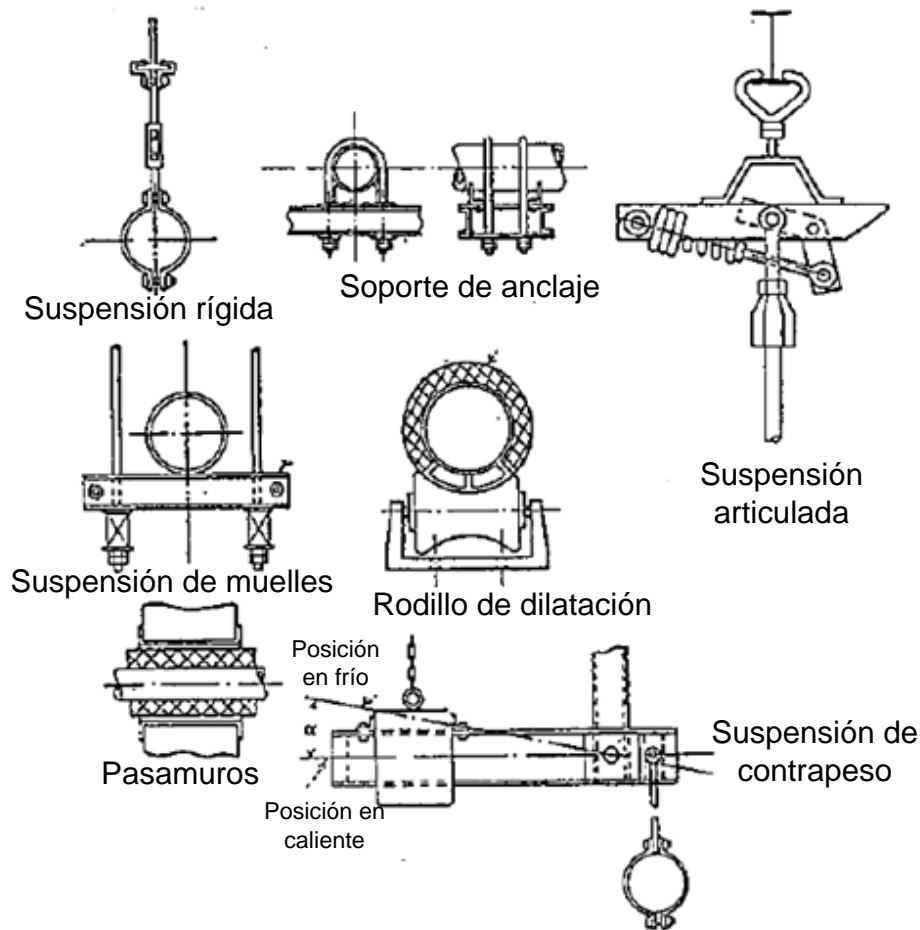
Cuando los tubos horizontales se sostienen por la parte de abajo, con el objeto de no dificultar la dilatación, se emplean soportes de rodillo, debiéndose proteger el tubo mediante un sector o silla soldada para el apoyo en el rodillo.

Si fuera necesario que la tubería atravesase paredes o suelos gruesos, es necesaria la utilización de manguitos pasamuros. Estos se forman mediante dos mitades enlazadas con pernos y son lo suficientemente anchos para permitir el paso del tubo con su revestimiento.

Para la sujeción de tramos de tubería que se ven constantemente sometidos a movimientos por la dilatación, se emplean suspensiones no rígidas. Si el movimiento de dilatación se encuentre entre 6 milímetros y 50 milímetros, y si el espacio debajo de la tubería lo permite, es posible la instalación de una suspensión de doble muelle, en la cual dos fierros en U acoplados, con asientos de muelle y tacos de separación forman el soporte, regulándose la compresión del muelle para dar la carga normal.

En el caso de grandes tramos con movimiento considerable, se suele emplear la suspensión de contrapeso, que básicamente funciona igual que una romana, con un brazo formado por hierros de ángulo. La masa del contrapeso y la posición del brazo definen la carga de la tubería sobre la suspensión. El contrapeso suele atarse con una cadena sin tensión a un miembro fijo de la estructura, para evitar cualquier accidente en caso de falla de cualquier pieza en suspensión.

Figura 12. Tipos de soportes utilizados para tuberías de vapor



Fuente: DÍAZ, Dennys. Selección e instalación de sistemas de vapor. p. 11.

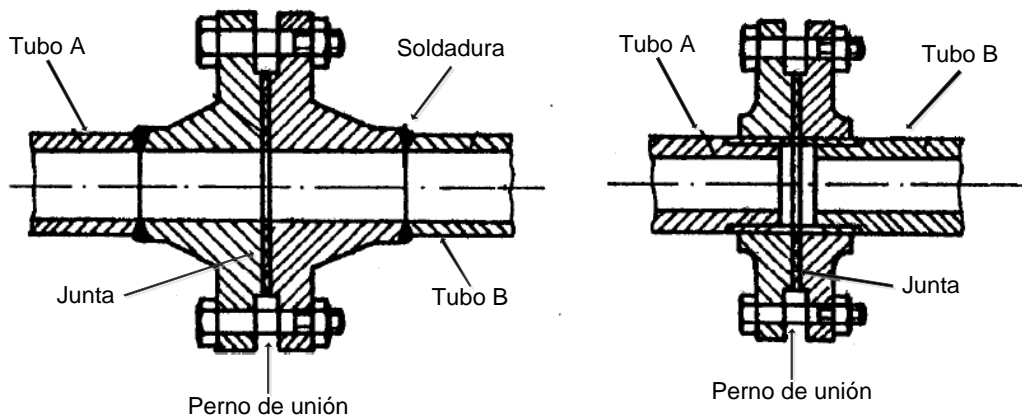
Distancia entre soportes

La distancia entre soportes varía según el diámetro de la tubería. Se deberán colocar soportes especialmente en los cambios de dirección de los ramales y particularmente cerca de las válvulas. Las separaciones recomendadas entre soportes para distintos tamaños de tubería se presentan en la sección de anexos.

Brida

Las bridas son elementos utilizados para la unión entre tuberías, o de tuberías con otros dispositivos o accesorios. Se utilizan para presiones de hasta 320 kilogramos/centímetros cuadrados (4550 PSI). Este tipo de unión permite el montaje y desmontaje sin operaciones destructivas, gracias a que estas utilizan pernos para conseguir el enlace de las partes. Para su montaje se suelda o rosca una brida a cada tubo, luego se intercala una junta entre ambas y se atornillan las dos bridas.

Figura 13. **Bridas**



Fuente: ALTEMIR, José María. Instalaciones de fluidos. p. 101.

Existen diversos tipos de bridas entre los cuales se pueden mencionar:

- De cuello soldable, es el tipo de brida más popular, este tipo de brida debe cuadrar con el biselado y espesor de la tubería, para permitir una soldadura suave sin interrumpir el flujo.

- De cuello largo soldable, se dispone en tamaños más pequeños, menores a 6 pulgadas, esta brida se asienta al final de la tubería como si fuese otro acople.
- De boquilla soldable. Disponible en tamaños por debajo de 6 pulgadas. Este tipo de brida tiene un característica de un labio pequeño que se acopla contra el final de la tubería cuadrada, haciendo juego a la cédula de la tubería
- Deslizante, tiene la propiedad de deslizarse hacia cualquier extremo del tubo antes de ser soldada y se puede encontrar con cara plana, cara levantada, borde y ranura, macho y hembra y de orificio. Este tipo de brida requiere de soldadura en ambos lados.
- Roscadas, son bridas que pueden ser instaladas sin necesidad de soldadura y se utilizan en líneas con fluidos a temperaturas moderadas, baja presión y bajo riesgo de corrosión, no son recomendables para servicios que impliquen fatigas térmicas.
- Brida loca con tubo rebordeado, este tipo de brida viene seccionada y su borde puede girar alrededor del cuello, lo que permite instalar los orificios para tornillos en cualquier posición sin necesidad de nivelarlos.
- Ciega, es una pieza completamente sólida sin orificio para fluido.
- De orificio, vienen en parejas, este tipo de brida incluye pequeños orificios dentro del eje radial, los cuales pueden ser usados para añadir una pequeña rosca.

- Embutible, este tipo tiene la propiedad de ser embutida hasta un tope interno que ella posee, con la tolerancia de separación de 1/8 de pulgada y solo va soldada por el lado externo.
- De reducción.

Figura 14. Tipos de brida



Fuente: ALTERMIRM, José María. Instalaciones de fluidos. p. 103.

Juntas de expansión

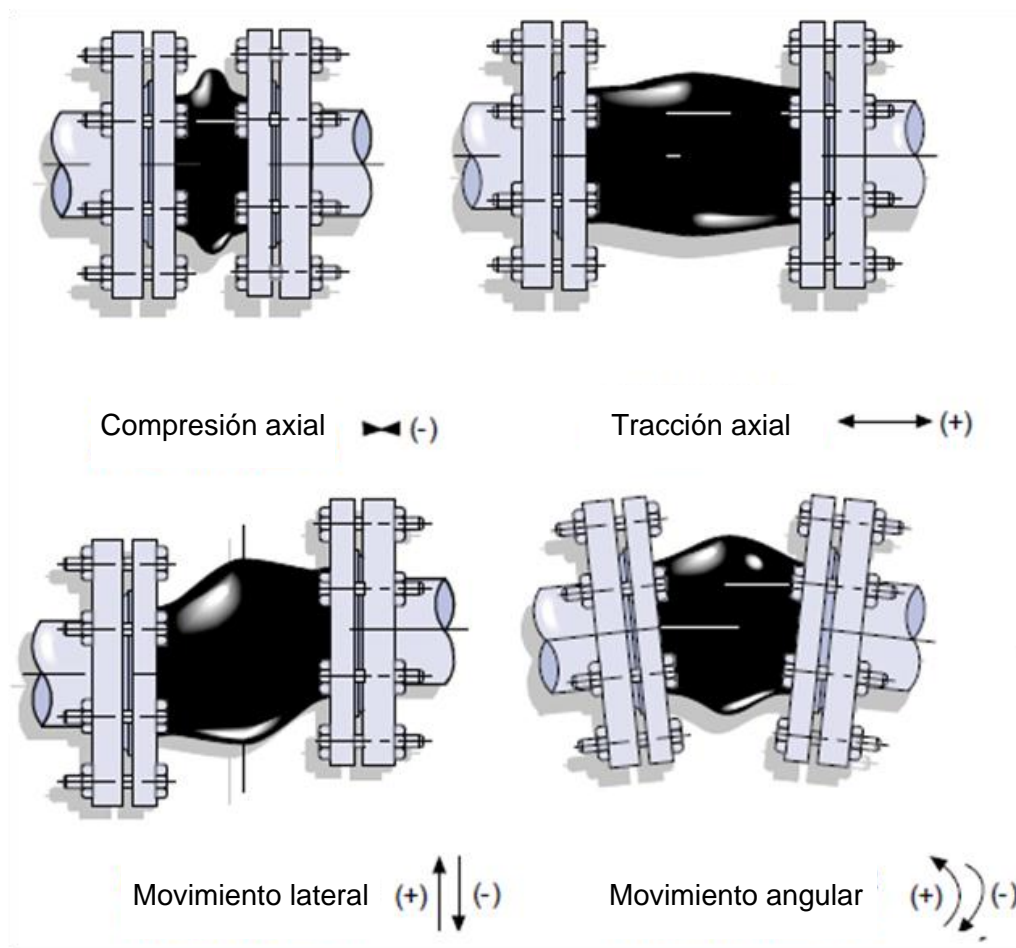
Toda tubería que transporte vapor, sufrirá de dilataciones y contracciones, como consecuencia de los cambios de temperatura. El método más efectivo para hacer frente a las deformaciones térmicas que no pueden ser absorbidos por la flexibilidad natural de la tubería, consiste en el montaje adecuado de juntas de expansión.

Las juntas de expansión permiten la absorción de las contracciones o expansiones de la tubería debidos a los cambios de temperatura, carga u otros factores. Además, regulan desalineaciones laterales o angulares, absorbe

vibraciones, torsiones y ruidos. Dependiendo de su tipo de construcción pueden absorber movimientos axiales, de flexión lateral y rotación angular.

Cuando es necesario absorber o compensar grandes deformaciones laterales puede utilizarse dos juntas de dilatación, separadas por la longitud de un tubo, con esta disposición puede aumentarse muchas veces la deformación lateral admisible con una sola junta.

Figura 15. **Esfuerzos sobre las juntas de expansión**



Fuente: Bikar. Juntas de expansión de caucho – modelo “B-Flex”. p. 3.

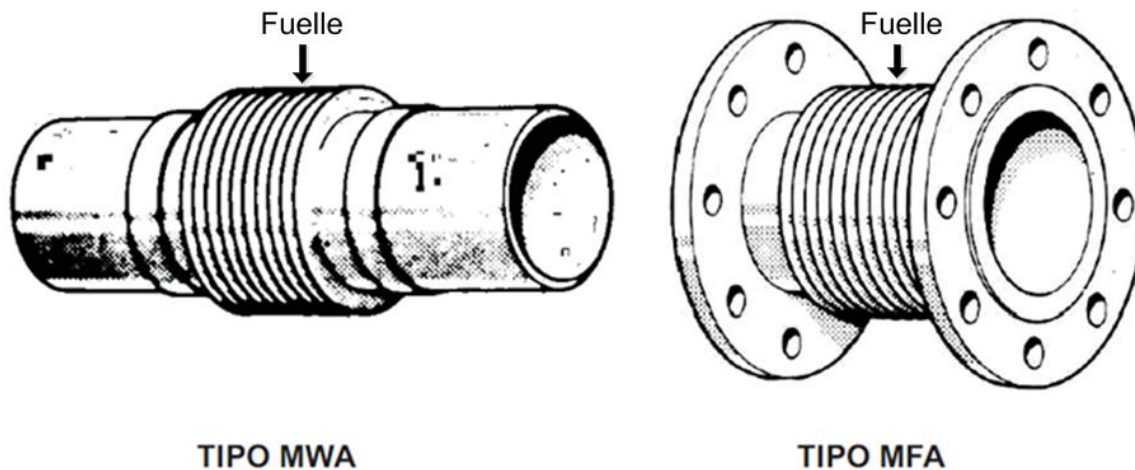
El elemento fundamental de una junta de expansión es el fuelle, este, deberá ser lo suficientemente resistente como para aguantar la presión y temperatura del fluido, además debe ser flexible para deformarse según la diferencia de desplazamientos o giros en sus extremos.

El fuelle de las juntas de expansión se suelen construir de distintos materiales tales como:

- Goma, su costo es relativamente bajo en comparación con los demás y aseguran una gran flexibilidad, pero tienen la limitante de trabajar a una temperatura máxima de 150 grados Celsius.
- Acero inoxidable, se emplea para altas temperaturas y presiones. Para aplicaciones donde se puede llegar a temperaturas de trabajo de 750 grados Celsius se suele utilizar Inconel.
- Textil, su aplicación se limitan a grandes temperaturas y bajas presiones. Estos fuelles se suelen construir de tejidos de fibra de vidrio, cerámicos, siliconados y laminados con materiales fluoroplásticos.

Las juntas de expansión se suelen unir a las tuberías mediante extremos: soldados, roscados o bridados.

Figura 16. **Juntas de expansión axiales**



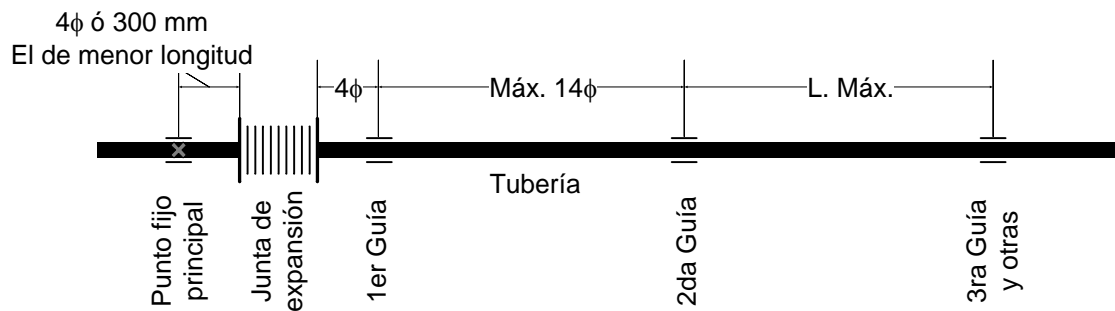
Fuente: Termodinámica – Control de fluidos. TD11-01 – MACOGA – Junta de expansión metálica axial. p. 1.

El correcto alineamiento de las tuberías es de vital importancia para el buen funcionamiento de una junta de expansión axial. Las juntas de expansión simples deben instalarse siempre en tramos de cañería rectos convenientemente guiados para evitar el pandeo de la cañería, Las guías iniciales deberán permitir a la tubería moverse solamente a lo largo de su eje y ser capaces de soportar fuerzas laterales de hasta el 15 por ciento de las fuerzas axiales totales en el sistema. La holgura entre las tuberías y las guías deberá ser entre 1/16 y 1/8 de pulgada.

La distancia entre la junta y el soporte o guía más cercana debe ser de un máximo de 4 veces el diámetro nominal del tubo, o 300 milímetros, cualquiera que sea menor; la próxima guía se deberá ubicar a una distancia no mayor a 14 veces el diámetro nominal del tubo, y las otras deben de colocarse de acuerdo con las normas relativas a los diámetros de los tubos y presiones de trabajo. En la sección de anexos se puede consultar una tabla que proporciona datos sobre

las separaciones apropiadas entre junta y soporte. La instalación correcta de las juntas de expansión se presenta en la siguiente ilustración:

Figura 17. **Instalación de juntas de expansión**



Fuente: Termodinámica - control de fluidos. Junta de expansión metálica axial TD11-02. p. 1.

4.1.4. **Aislamiento**

Toda tubería que conduzca fluidos a temperaturas superiores de los 50 grados Celsius deberá estar debidamente aislada, en primera instancia como protección a los trabajadores y en segunda instancia, para mantener la temperatura del mismo.

Una tubería sin asilar o mal aislada, tiene algunas repercusiones en el sistema de vapor, primero debido a las pérdidas de energía y luego por los problemas mecánicos generados por el incremento de condensado. En ello estriba la importancia de los aislamientos térmicos pues, aparte de ahorrar energía permiten la obtención de una gran eficiencia del vapor y el aumento de la vida útil de los equipos.

El un buen aislamiento posee las siguientes características:

- Baja conductividad calorífica
- Bajo peso
- Incombustible e imputrefactivo
- Inerte
- No consumible por insectos y roedores
- Fácil de colocar

En redes de vapor con varios usuarios es muy importante el correcto aislamiento de las tuberías para evitar desequilibrios en el sistema. En general se recomienda la utilización de aislantes térmicos de aluminio reforzado.

En el caso de que la tubería se encuentre en la intemperie o bien en una zona donde pueda sufrir golpes, es aconsejable la implementación de aislamientos de fibra de vidrio revestidos con una chapa de aluminio.

Para tuberías de cobre o de pequeño diámetro y tuberías con un elevado número de codos, el aislamiento apropiado es el elastomérico.

La lana de vidrio (fibra de vidrio) se utiliza para el aislamiento de tuberías que conducen vapor a temperaturas entre 400 grados Celsius y 450 grados Celsius, para temperaturas superiores, se utiliza la lana de roca

También se pueden utilizar como aislantes otros tipos de materiales como el silicato de calcio, vidrio espumado, perlita expandida, poliestireno, poliuretano y algunos materiales con burbujas de aire. Luego de aislante se suele instalar planchas de aluminio.

Los aislamientos se pueden adquirir en distintas formas como lo son la borra, mantas con soporte de papel o de tela metálica, coquillas, seda de vidrio o burlete.

Las tuberías con un diámetro menos a 4 pulgadas, se deben aislar con aislantes en forma de coquilla y burlete; por otra parte las tuberías con diámetro mayor 4 pulgadas, se deben aislar con mantas con soporte de tela metálica.

Los espesores recomendados de aislante para tuberías de vapor a distintas temperaturas y de diversos diámetros se tabulan en la sección de anexos.

4.1.5. Instrumentos de registro y control

Los instrumentos de registro y control son utilizados para comprobar constantemente el estado de una o varias variables de las cuales es necesario tener dominio, paralelamente a esto se requerirá actualizar constantemente un historial, para de esta manera poder ejecutar medidas correctivas si fuere necesario.

4.1.5.1. Termómetros

Existen diversos tipos de termómetros para distintas aplicaciones dentro de ellos se encuentran:

- De líquido en vidrio
- De gas
- De resistencia
- Termopar o termocupla

- Bimetálicos
- Pirométricos

Sin embargo para aplicaciones donde no se requiere de mucha precisión y las temperaturas no son excesivamente elevadas, la utilización de termómetros de líquido en vidrio es aceptable.

Termómetros de líquido en vidrio

Estos termómetros se denominan así debido a que encierran un líquido en su interior. Su operación se basa en la expansión del líquido con el incremento de la temperatura. El líquido actúa como un transductor convirtiendo la energía térmica en una forma mecánica. Dentro de esta clase se pueden mencionar los termómetros de:

- Mercurio, su rango de trabajo va desde -39 hasta 357 grados Celsius.
- Alcohol, aunque son menos precisos que los de mercurio pueden registrar temperaturas desde -112 hasta los 78 grados Celsius.
- Pentano puede medir temperaturas en un rango de -130 a 36 grados Celsius.
- Tolueno, tiene la capacidad de medir temperaturas desde -95 hasta 110 grados Celsius.

4.1.5.2. Manómetros

Los manómetros son los instrumentos destinados a medir la presión sobre la presión atmosférica. Regularmente los manómetros trabajan por la acción directa de la presión sobre un dispositivo de registro como:

- La expansión de un diafragma corrugado
- Desplazamiento de un tubo espiral

Los manómetros se deberán instalar en una sección de tubería recta y en un sitio visible y accesible, aislados del calor radiante.

Existen distintos tipos de manómetros dentro de los cuales se pueden mencionar:

- Manómetros de tubo U
- De tubo de Bourdon
- De fuelle

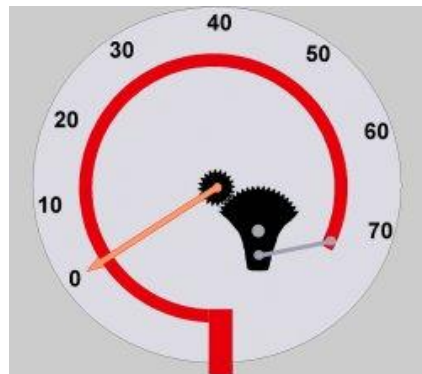
Los manómetros comúnmente utilizados dentro de los sistemas de distribución de vapor son los de tubo Bourdon.

Manómetros de tubo de Bourdon

Son manómetros que utilizan un tubo Bourdon para medir la magnitud de la presión. El denominado tubo Bourdon es un tubo elástico aplanado de bronce o acero, en forma de C o helicoidal. Estos tubos tienden a enderezarse proporcionalmente con el aumento de la presión, este desplazamiento mueve un juego de palancas y engranajes que hacen girar una aguja que indica

directamente la presión en la escala graduada. La forma del tubo Bourdon, el material y el espesor de este, dependerán de la presión que se desea medir.

Figura 18. **Manómetro de tubo Bourdon**



Fuente: Manometría e Instrumentación – Mel. Tipos de manómetros. p. 2.

4.1.5.3. Caudalímetro o flujómetro

Los caudalímetros son instrumentos utilizados para la medición del caudal de un fluido. Estos se colocan a lo largo de la tubería y también suelen recibir el nombre de flujómetros. Existen distintos tipos de flujómetros entre los cuales se pueden mencionar:

- Rotámetro
- Tipo molino
- Diferencial de presión
- Flujo magnético

El flujómetro tipo molino constituye una alternativa confiable y económica para la medición de caudal.

Flujómetro tipo molino

El flujómetro tipo molino, mide el caudal a través de la cuenta del número de vueltas de un pequeño dispositivo giratorio impulsado por el flujo.

En su versión mecánica, el caudalímetro de molino, cuenta con aspas dispuestas en forma transversal a la circulación del fluido; este hace girar el molino cuyo eje se encuentra unido a un mecanismo que cuenta e indica el caudal.

En su versión electrónica, el flujómetro de molino, posee una parte mecánica que consiste en un molino con aspas transversales a la circulación de flujo, el molino tiene en un extremo su eje un imán permanente; cuando dicho imán gira induce un impulso eléctrico que es percibido por un sensor conectado a un circuito electrónico cuenta dichos impulsos e indica la lectura del caudal. Otra versión de este tipo de caudalímetro consiste en la instalación de imanes en los extremos de las aspas.

4.1.6. Accesorios complementarios

Los accesorios complementarios son todos aquellos dispositivos o mecanismos que se instalarán a lo largo del entramado de tuberías y que servirán para regular las cantidades y la velocidad del flujo de vapor, así como para su acondicionamiento, es decir, para la regulación de temperatura, presión, nivel de condensado y aire dentro de las tuberías.

4.1.6.1. Válvulas

Las válvulas son dispositivos mecánicos que permiten la circulación, regulación, retención o bloqueo del flujo de fluidos a través de una tubería mediante la obstrucción o liberación de forma parcial o total de uno o más de sus conductos.

Existen diversos tipos de válvulas como aplicaciones para distribución de vapor, en los siguientes apartados se hará una breve exposición de las de uso más común.

Válvulas de compuerta

Son válvulas de dos posiciones, es decir, su función principal es la de permitir o bloquear el flujo de un fluido y no para regularlo. Debido a su diseño, este tipo de válvula en todo momento se deberán encontrar completamente abiertas o cerradas, para evitar el desgaste prematuro de su interior, además son para uso poco frecuente.

Las válvulas de compuerta pueden tener algunas variaciones como lo son las de cuña maciza, cuña flexible, cuña dividida y de disco doble.

Este tipo de válvulas también se conocen con el nombre de válvulas de seccionamiento y pueden ser fabricadas de bronce, hierro, hierro fundido, acero al carbón, acero inoxidable, acero forjado y plástico de PVC.

Las válvulas de compuerta pueden tener extremos roscados, bridados, soldables a tope y soldables a caja.

Las válvulas de compuerta se utilizan para servicio general, aceites, petróleo, líquidos espesos, vapor, gases y líquidos no condensables.

Dentro de las ventajas de las válvulas de compuerta es posible mencionar las siguientes:

- Poseen una alta capacidad de conducción
- Proveen de un cierre hermético
- El costo asociado a las mismas es bajo
- Su diseño y funcionamiento son sencillos
- Presentan poca resistencia a la circulación

Por otro lado sus desventajas son:

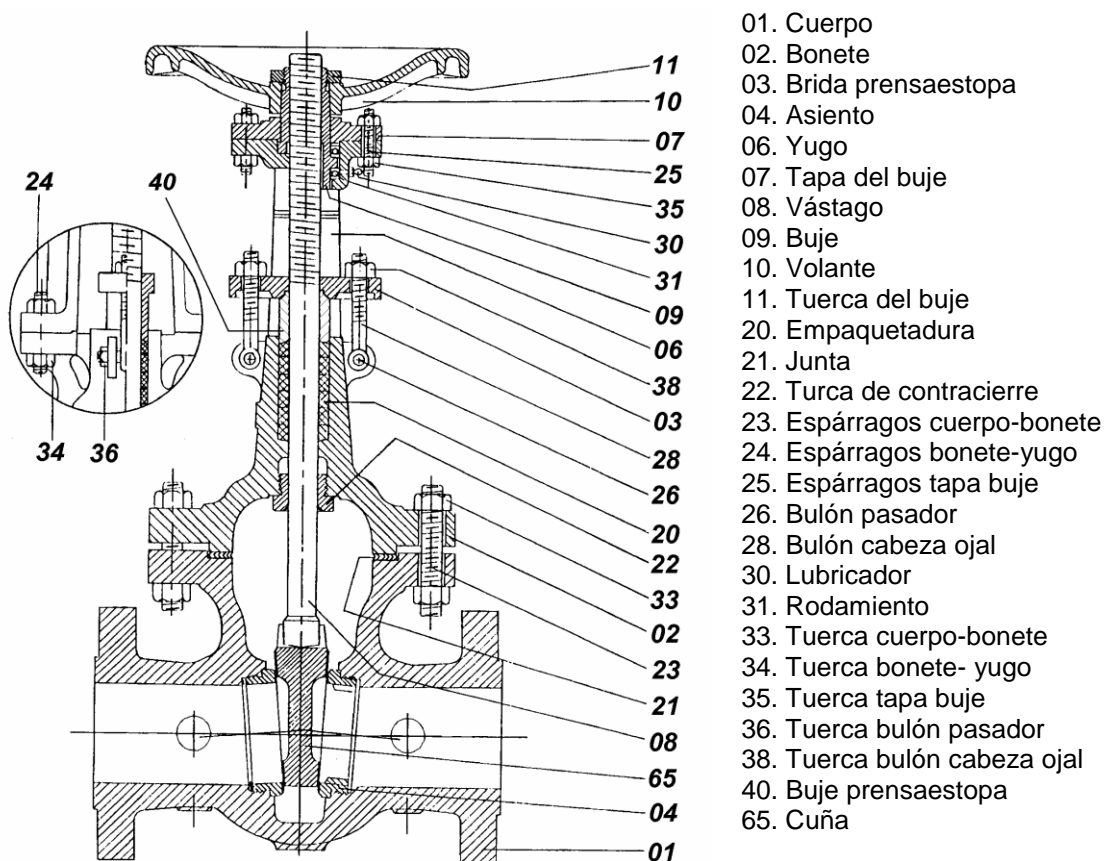
- Requieren de mucha fuerza por parte del operador para su accionamiento
- Su control en la circulación es deficiente
- Produce cavitación con baja caída de presión
- Siempre debe permanecer completamente abierta o cerrada
- Cualquier posición intermedia entre abierto y cerrado producirá erosión en el asiento y el disco.

Para la adquisición de este tipo de válvula se deberá considerar los siguientes datos técnicos

- El tipo de conexión de los extremos
- El tipo de cuña a utilizar
- El tipo de asiento
- El tipo de vástago
- El tipo de bonete

- El tipo de empaque del vástago
- La capacidad nominal de presión para operación y diseño
- La capacidad nominal de temperatura para operación y diseño

Figura 19. **Detalle de válvula de compuerta**



Fuente: GIRÓN S.A.I.C. Catálogo de productos: Válvula Esclusa (*Gate Valve*). p. 2.

Para este tipo de válvula se recomienda la lubricación a intervalos periódicos. Nunca se deberá cerrar o intentar cerrar las válvulas a la fuerza con una llave o palanca. El cierre o apertura de las mismas se deberá ejecutar muy despacio para evitar el choque hidráulico en la tubería y para ayudar a la descarga de los sedimentos y mugre atrapados.

Válvulas de bola o esfera

Las válvulas de bola utilizan una esfera taladrada que gira entre asientos elásticos, permitiendo una circulación directa en la posición abierta, pero al momento de girar la esfera 90° se corta el paso y se cierra el conducto, es por ello que estas válvulas se conocen como de ¼ de vuelta.

Algunas de las variaciones de este tipo de válvulas son la entrada en la parte superior, cuerpo o entrada de extremo dividido, de tres vías, de Venturi, de orificio de tamaño total y de orificio de tamaño reducido.

Estas válvulas son recomendables para servicios de conducción y corte sin estrangulación; así también se recomiendan cuando se requiere de una resistencia mínima a la circulación y una apertura rápida, en condiciones de temperaturas moderadas.

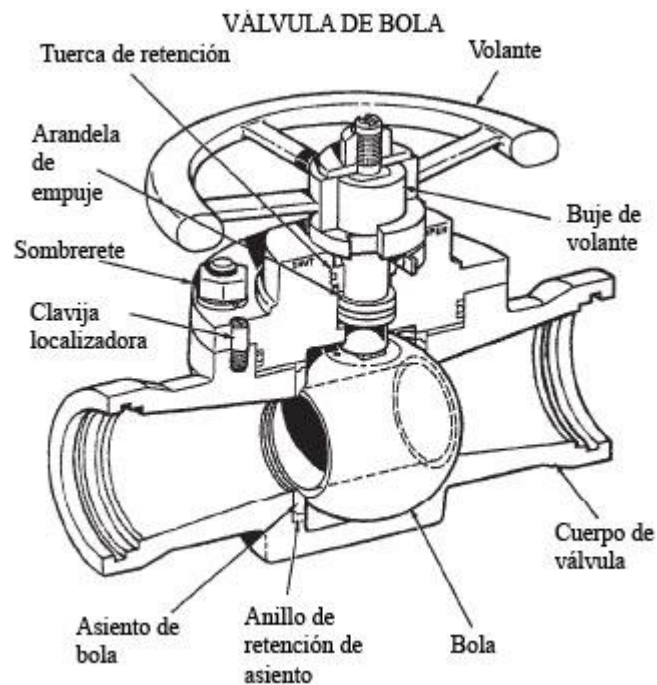
Las válvulas de bola se construyen a partir de hierro fundido, hierro dúctil, bronce, latón, aluminio, aceros al carbono, aceros inoxidable, titanio, tantalio, circonio, plásticos de propileno y plásticos de PVC.

Las ventajas características de las válvulas de bola son:

- Su costo es bajo
- Poseen una alta capacidad
- Permiten un corte bidireccional
- La circulación es en línea recta
- Alta hermeticidad
- Se limpian por sí solas

- Requieren de un mantenimiento mínimo
- Su tamaño es compacto

Figura 20. **Detalle de válvula de bola**



Fuente: Valvias. Válvulas de bola: Ficha Técnica. p. 2.

Las desventajas de este tipo de válvulas son:

- Sus características de estrangulación son deficientes
- Requieren de un alta par para su accionamiento
- Sus sellos son propensos al desgaste
- Alto grado de propensión a la cavitación

Para la adquisición de este tipo de válvulas se deberá tener en cuenta ciertas especificaciones como lo son:

- La temperatura nominal de operación
- El tipo de orificio en la bola
- El material del asiento
- El material utilizado para el cuerpo
- Presión de funcionamiento
- Entrada superior o lateral
- Orificio completo o reducido

Válvulas de globo

Son válvulas unidireccionales, comúnmente utilizadas como válvulas de regulación, para lograr esto, hacen uso de un disco o tapón en un asiento. Cuando el tapón de la válvula está en contacto firme con el asiento, la válvula se encuentra cerrada y cuando el tapón se encuentra alejado del asiento, la válvula es abierta. Por lo tanto, el control del caudal está determinado no por el tamaño de la abertura en el asiento de la válvula, sino más bien por el levantamiento del tapón de la válvula.

Debido a la vía de circulación de esta válvula en forma de “S”, la caída de presión es mayor que en otros tipos de válvulas.

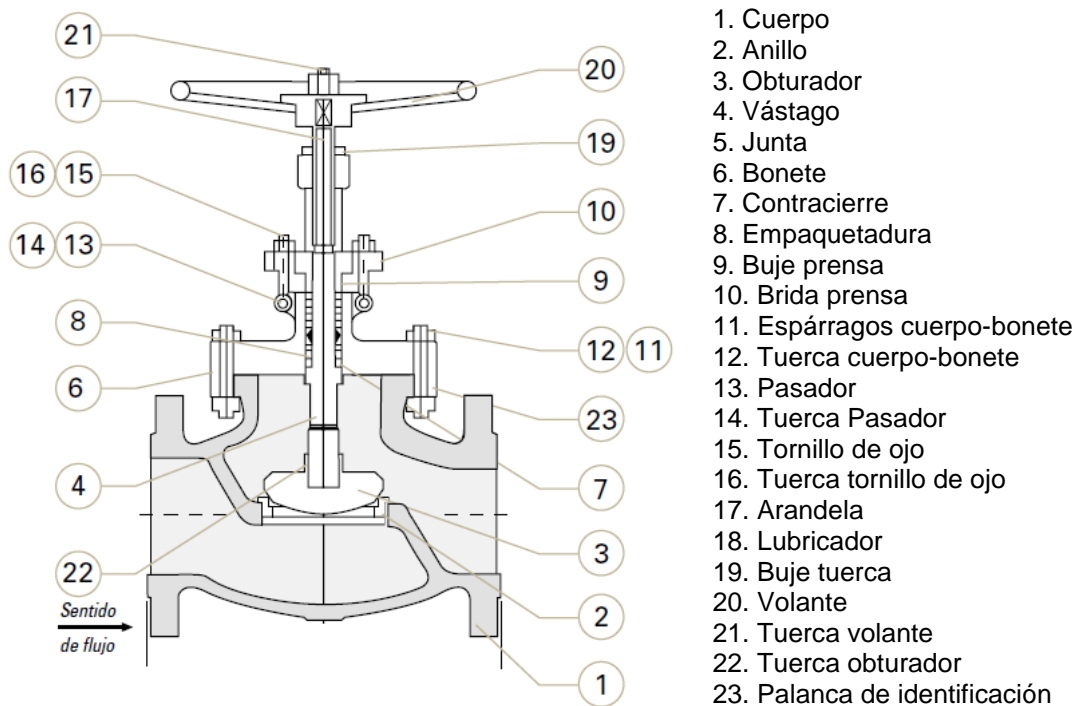
Es posible encontrar variaciones de estas válvulas como lo son la normal o estándar, en forma de “Y”, en ángulo y de tres vías. Dependiendo de la serie y el servicio la junta cuerpo-bonete, puede ser plana, macho-hembra o junta tipo anillo.

Las válvulas de globo se construyen a partir de bronce, hierro fundido, acero forjado, acero inoxidable y plásticos.

Este tipo de válvulas por su robustez y cierre hermético metal-metal hace que sean adaptables a las más altas exigencias de servicio, además son recomendables para la regulación del caudal o circulación del flujo, para aplicaciones de accionamiento frecuente y cuando es aceptable cierta resistencia a la circulación.

En la instalación de estas válvulas, es necesario tener en cuenta que la presión esta debajo del disco, a excepción de su servicio en instalaciones de vapor a alta temperatura. Entonces se deberá abrir ligeramente la válvula para poder expulsar los cuerpos extraños del asiento y luego se deberá apretar la tuerca del empaque o sello para corregir inmediatamente las fugas que se puedan suscitar.

Figura 21. Detalle de válvula de globo



Fuente: THORSA. Ficha Técnica: Válvula de globo. p. 2.

Las principales ventajas que posee este tipo de válvula son:

- Gran eficiencia de estrangulación con estiramiento o erosión mínima del disco o asiento.
- Poseen una carrera corta del disco, es decir, requieren de pocas vueltas para su accionamiento, lo que reduce el tiempo y desgaste en el vástago y bonete.
- Permiten un control preciso de la circulación

Algunas de las desventajas de las válvulas de globo o son:

- Producen una gran caída de presión
- El costo de las mismas es elevado

Al momento de la compra de estas válvulas, es necesaria la especificación de los siguientes aspectos:

- El tipo de conexión de los extremos
- El tipo de disco
- El tipo de asiento
- El tipo de vástago
- El tipo de sello o empaque del vástago
- El tipo de bonete
- La capacidad nominal de presión
- La capacidad nominal de temperatura de operación

El cierre en este tipo de válvulas se debe realizar lentamente, ya que, un cierre muy brusco, rápido o repentino puede producir daños a la válvula y al asiento.

4.1.6.2. Acondicionamiento de vapor

En la siguiente sección se expondrá brevemente aquellos accesorios utilizados para el acondicionamiento de vapor, cuya finalidad es la de mejorar la calidad del vapor. Dichos dispositivos se instalan a lo largo de las tuberías del sistema de distribución de vapor.

El vapor suele arrastra pequeñas gotas de agua. La condensación es el resultado de la pérdida de calor del vapor como consecuencia de su paso a través de tuberías a temperaturas menores. La cantidad de condensado considerable se conoce como arrastre. El arrastre es indeseado pues produce daños a las tuberías de conducción de vapor.

Por lo que depurar la humedad presente en el vapor es uno de los principales objetivos. Para la remoción de la humedad es posible la utilización de accesorios como: trampas de vapor, separadores de humedad, filtros, venteadores de aire y gases condensables.

Por otro lado es necesario regular la presión de vapor, ya que este se genera a presiones muy elevadas para las aplicaciones del equipo térmico. La regulación de presión a la presión de trabajo en el punto de utilización, constituye otra área del acondicionamiento de vapor.

4.1.6.2.1. Trampas de vapor

Las trampas de vapor son válvulas automáticas cuyo propósito es el drenaje del condensado y la supresión de gases no condensables como el aire, sin permitir el escape de vapor.

Las trampas de vapor son dispositivos capaces de diferenciar las fases de vapor y líquido, y reaccionar apropiadamente a estas. Existen diferentes tipos de trampas de vapor para aplicaciones específicas.

Clasificación

Las trampas de vapor se pueden clasificar en los siguientes grupos:

- Termostáticas
 - De presión balanceada
 - De expansión líquida
 - De expansión metálica
 - Bimetálica

- Mecánicas
 - De flotador libre
 - De flotador y palanca
 - De balde abierto
 - De balde invertido

- Termodinámicas

- Otros
 - De impulso
 - De laberinto
 - De placa y orificio

Aplicaciones

Las distintas trampas son diseñadas para diferentes aplicaciones, tomando en consideración el tipo de vapor y la rapidez de drenado y la cantidad de condensado a drenar.

Muchas veces se comete el error de pensar que el uso de cualquier trampa de vapor es válido, en tanto que las condiciones de operación estén dentro de las presiones y capacidades de descarga de la misma. Sin embargo, la trampa no solo deberá trabajar bien, sino que deberá alcanzar la máxima eficiencia en todos los equipos de vapor. Esto significa que se debe seleccionar una trampa para cada aplicación concreta.

Para la selección adecuada de la trampa es necesario basarse fundamentalmente en el equipo del proceso, puesto que un tipo determinado de trampa puede funcionar mejor que otra aumentando la capacidad de transferencia de energía de vapor.

Existen algunos criterios que pueden ayudar a elegir la trampa de vapor apropiada para cada aplicación. Dichos criterios son:

A. Anegamiento por condensado

En la mayoría de los equipos, es indispensable drenar el condensado tan pronto como se forma, ya que este represente una barrera para la transferencia de calor y reduce la superficie de calefacción, así como la eficiencia del equipo.

Si bien la entalpía del condensado saturado es utilizable, se obtiene una mejor transferencia de calor si únicamente el vapor está en contacto con la superficie de transferencia de calor.

Para aplicaciones donde se requiere de una rápida eliminación del condensado las trampas del tipo mecánico son las más apropiadas. Las trampas termostáticas no drenan el condensado hasta que este se enfría a una

temperatura debajo a la del vapor, con lo que se produce la reducción del espacio destinado al vapor.

B. Elevación del condensado

La rapidez de descarga de una trampa, depende del tamaño del orificio de la válvula y de la presión diferencial, es decir, de la diferencia de presiones entre la entrada y la salida de la trampa.

Cuando se requiere llevar el condensado a un punto superior al de la trampa, se requiere de la utilización de una bomba o bien a través de la misma presión del vapor. Aproximadamente para elevar el condensado a una altura de 1 metro se requiere de unos 11 kilopascales (0,11 bar). Para el sistema inglés se tiene estimado que por cada PSI en la trampa, el condensado se puede elevar a una altura de unos 2,5 pies.

Para elevar el condensado a través de la presión de vapor, se requiere de una trampa en la cual todo el cuerpo esté sometido a la presión total del vapor. Todas las trampas de balde y la mayor parte de las habituales en el mercado son de este tipo.

La elevación del condensado por la presión de vapor presenta algunas desventajas como que no siempre se dispondrá de la presión de vapor necesaria a la entrada de la trampa. Por ejemplo, si la presión normal fuese de 165 kilopascales (1,65 bar), teóricamente el condensado se podrá elevar unos 15 metros. Sin embargo, durante el arranque, la presión de vapor durante un determinado período de tiempo permanecerá cercana a 0; hasta que la presión aumente, el condensado no puede ser drenado y por consiguiente tendrá se acumulará en el espacio destinado al vapor; este hecho hará que se requiera de

un período de calentamiento más prolongado. En este caso, el condensado también evitará la salida de aire a través de la trampa, lo cual empeorará el problema.

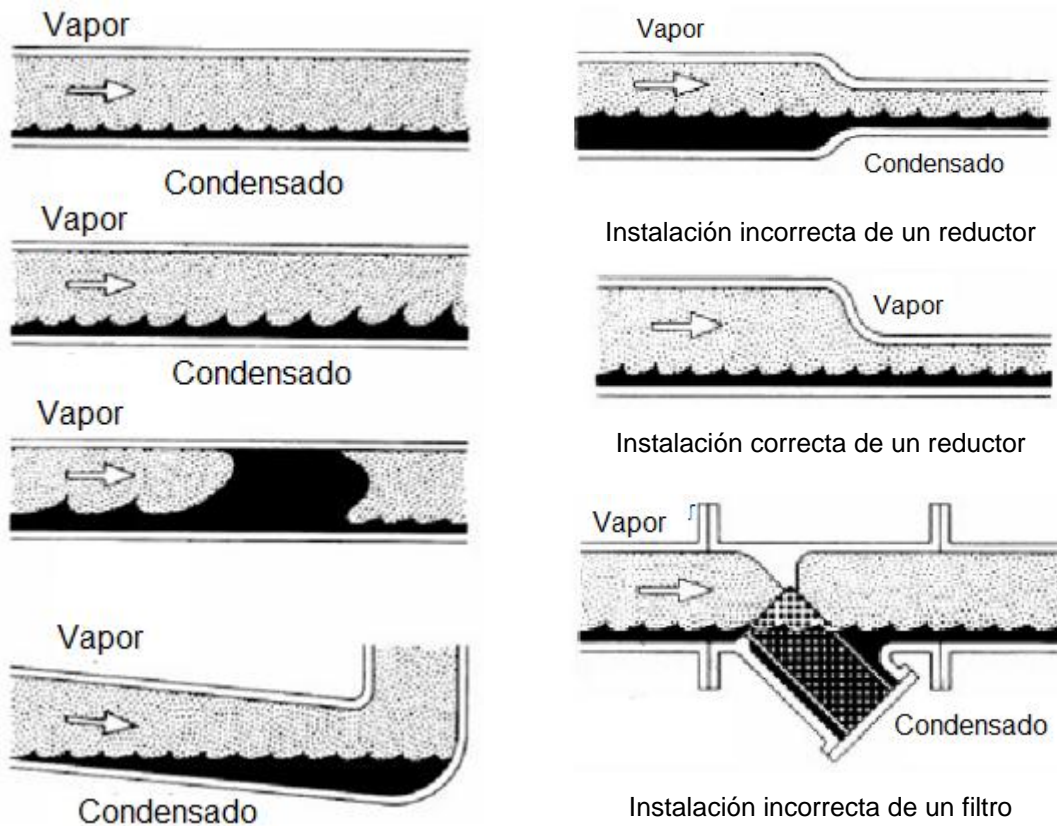
C. Golpes de ariete

Tan pronto como el vapor sale de la caldera, se inicia la condensación en las tuberías, debido a las pérdidas de calor. La acumulación de las pequeñas gotas en el fondo de la tubería, pueden formar eventualmente una barrera compacta que es arrastrada a gran velocidad a lo largo de la misma.

Cuando este condensado encuentra súbitamente un obstáculo, como un cambio de dirección en la tubería, éste será frenado súbitamente, esto producirá que la energía cinética del condensado a alta velocidad se convierta en energía de presión, que es absorbida por la tubería. Si la velocidad es muy alta o la cantidad de condensado considerable, la cantidad de energía liberada puede ser suficiente para romper algún elemento de la instalación.

Incluso a baja velocidad y poco peso, el ruido producido en el sistema por el impacto puede producir molestias importantes. La incidencia de los golpes de ariete será mayor si se forman bolsas de condensado en los puntos bajos del sistema. Los pandeos en las tuberías o el uso incorrecto de reductores concéntricos constituyen fuentes comunes de problemas.

Figura 22. **Golpe de ariete**



Fuente: BIZAMA FICA, Carlos. Uso y aplicaciones del vapor en plantas. p. 76.

Para minimizar la posibilidad de golpes de ariete, las líneas de vapor deben instalarse con una pendiente en la dirección de flujo y con puntos de drenaje instalados a intervalos regulares y en los puntos bajos. Después de una trampa de vapor debe instalarse una válvula de retención que impida el paso de condensado en sentido inverso, para evitar de ese modo la inundación de la tubería cuando se produzca una parada. Para la instalación de filtro se recomienda su ubicación en planos horizontales.

Cuando existe el riesgo de golpes de ariete se recomienda la instalación de trampas robustas como la termodinámica, la de balde invertido o la

bimetálica. Los golpes de ariete se pueden presentar también en el sistema de retorno de condensado.

D. Vibraciones

La mayor parte de los procesos y equipos impulsados mediante vapor no están sujetos a vibraciones excesivas, con lo que este factor raramente tiene influencia en la selección de la trampa. Sin embargo, si se diese el caso, la mejor opción para estas condiciones son las trampas termodinámicas.

Las trampas termodinámicas, únicamente poseen una parte móvil que es el disco de acero, que no se ve afectado ni siquiera por vibraciones severas. Si el movimiento no es excesivo, también se puede utilizar las trampas termostáticas de expansión líquida. Este tipo requiere de cierta longitud de enfriamiento entre la trampa y el punto de drenaje, para que el condensado se enfríe fuera del espacio destinado al vapor.

E. Condensado corrosivo

El agua sin tratar normalmente contiene sólidos disueltos y gases como el oxígeno (O_2) y el dióxido de carbono (CO_2). Los sólidos disueltos pueden precipitarse y formar incrustaciones; por otra parte, los gases que son arrastrados por el vapor se pueden disolver en el condensado, y si la concentración de estos es alta pueden convertirlo en corrosivo.

F. Heladas

El condensado de las tuberías que se encuentran en el exterior se puede helar en invierno, cuando se corta el vapor. Las trampas, en estos casos

pueden sufrir daños. Para estos casos la mejor solución son las trampas termodinámicas.

G. Sobrecalentamiento

En general, las temperaturas de vapor sobrecalentado son muy altas y estas asociadas con presiones elevadas. Las trampas que se utilizan para trabajar bajo estas condiciones se construyen de materiales resistentes. En los casos en que las trampas vayan a entrar en contacto con este tipo de vapor se recomienda el empleo de trampas termodinámicas y bimetálicas. Si se utilizan trampas de balde invertido, existe el riesgo de que el sello hidráulico alrededor del lado abierto del balde se evapore con el sobrecalentamiento.

H. Bloqueo por aire

Durante los períodos de paro, el sistema se llena de aire, además durante el funcionamiento, el vapor arrastra consigo cierta cantidad de aire e incondensables. La presencia del aire en el sistema es indeseable, pues como ya se ha mencionado suele agravar los problemas de condensado corrosivo. Cuando una planta inicia sus operaciones todo el aire que ha llenado el sistema durante el periodo de paro es empujado por el vapor hacia las trampas donde debe ser eliminado lo más rápidamente posible del sistema.

Todas las trampas del tipo termostático están completamente abiertas cuando están frías, y permiten que el aire descargue libremente, tanto en los arranques, como cuando llega aire a la trampa en marcha normal. La instalación de un venteador termostático en el interior de la trampa de flotador garantiza que también estas se comportarán correctamente en presencia de aire e incondensables.

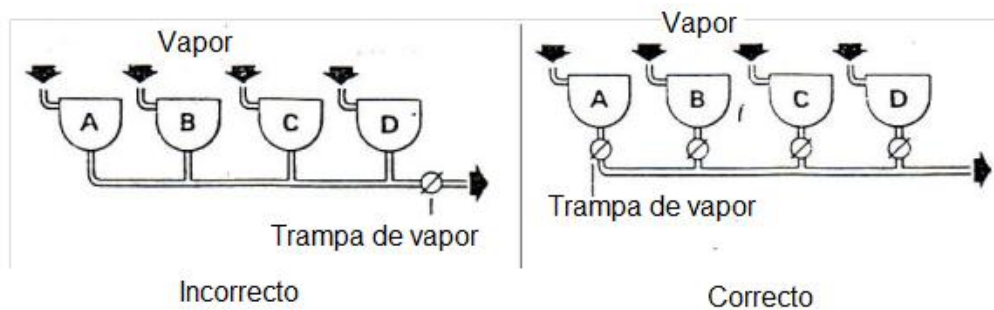
I. Bloqueo por vapor

El bloqueo de las trampas por vapor es una causa frecuente de la operación ineficaz de un equipo y, sin embargo, es un fenómeno bastante ignorado. Para evitar que las trampas se bloqueen por vapor, se recomienda su instalación lo más cerca del equipo y a un nivel inferior. Se debe evitar el uso de trampas demasiado largas desde el equipo, hasta el sistema de trampeo.

J. Trampeo en grupo

Jamás se debe seleccionar una trampa para un grupo de equipos, siempre se deberá instalar una trampa por cada equipo.

Figura 23. **Trampeo correcto para equipos**



Fuente: BIZAMA FICA, Carlos. Uso y aplicaciones del vapor en plantas. p. 82.

Basados en los criterios anteriormente expuestos, se ha logrado elaborar una tabla que facilita la selección de la trampa de vapor según el equipo térmico. Las distintas aplicaciones y características de las trampas comúnmente utilizadas en cocinas se presentan en las tablas XX y XXI.

Tabla XX. Trampas de vapor recomendadas para distintos equipos térmicos

Aplicación	Tipo de trampa primera opción	Tipo de trampa segunda opción
Marmitas de cocción fijas	FT	FT/TV/SLR FT/SLR ¹ TD ¹ BPT
Marmitas de cocción basculante	FT/TV/SLR	FT/SLR BPT
Marmitas de cocción de pedestal	BPT ²	FT FT/TV/SLR FT/SLR
Hornos de vapor	BPT ²	
Planchas	BPT ²	FT FT/TV/SLR FT/SLR
Planchas calientes	BPT	IB ¹
Autoclaves y esterilizadores	BPT	FT FT/TV/SLR FT/SLR ¹ IB
Digestores	FT	TD ¹ IB ¹
Evaporadores	FT	FT/TV/SLR FT/SLR ¹

Continuación de la tabla XX.

Tanques de almacenamientos	TD ¹	IB ¹
Calentadores de agua instantáneos y con almacenamiento	FT	TD
Drenaje de líneas principales de vapor	FT	FT IB
0-15 PSIG	TD	
16-125 PSIG	TD	
126-600 PSIG		
FT: Flotador / termostático FT/TV/SLR: Flotador termostático con dispositivo antibloqueo por vapor FT/SLR: Flotador con dispositivo antibloqueo por vapor	TD: Termodinámica BPT: Termostática de presión balanceada IB: Balde Invertido ¹ Con eliminador de aire en paralelo ² Al extremo de una pierna de enfriamiento de longitud mínima de 1 m	

Fuente: BIZAMA FICA, Carlos. Uso y aplicaciones del vapor en plantas. p. 84.

Tabla XXI. Cualidades de operación de las diferentes trampas de vapor

Código	Característica	Balde Invertido	F & T	Disco	Termostática	Controlador Diferencial
A	Modo de Operación	(1) Intermitente	Continuo	Intermitente	(2) Intermitente	Continuo
B	Ahorro de Energía (Tiempo en Servicio)	Excelente	Bueno	Deficiente	Adecuado	(3) Excelente
C	Resistencia al Desgaste	Excelente	Buena	Deficiente	Adecuada	Excelente
D	Resistencia a la Corrosión	Excelente	Buena	Excelente	Buena	Excelente
E	Resistencia al Impacto Hidráulico	Excelente	Deficiente	Excelente	(4) Deficiente	Excelente
F	Venteo de Aire y CO ₂ a la Temperatura del Vapor	Sí	No	No	No	Sí
G	Capacidad para Ventear Aire a Presiones Muy Bajas (0.02 bar)	Deficiente	Excelente	(5) NR	Buena	Excelente
H	Capacidad para Manejar Cargas de Aire al Arranque	Adecuada	Excelente	Deficiente	Excelente	Excelente
I	Funcionamiento al Existir Contrapresión	Excelente	Excelente	Deficiente	Excelente	Excelente
J	Resistencia a Daños por Congelamiento	Buena	Deficiente	Buena	Buena	Buena
K	Capacidad para Purgar el Sistema	Excelente	Adecuada	Excelente	Buena	Excelente
L	Desempeño con Cargas Muy Ligeras	Excelente	Excelente	Deficiente	Excelente	Excelente
M	Respuesta a Formación Rápida de Condensado	Inmediata	Inmediata	Retardada	Retardada	Inmediata
N	Capacidad para Lidar con Suciedad	Excelente	Deficiente	Deficiente	Adecuada	Excelente
O	Tamaño Relativo	(7) Grande	Grande	Pequeño	Pequeño	Grande
P	Capacidad para Manejar Vapor Espontáneo (Flash)	Adecuada	Deficiente	Deficiente	Deficiente	Excelente
Q	Falla Mecánica (Abierta - Cerrada)	Abierta	Cerrada	(8) Abierta	(9)	Abierta

1. El drenado de condensado es continuo, la descarga es intermitente.
2. Puede ser continuo con cargas bajas.
3. Excelente, si se utiliza vapor secundario
4. Buena, para trampas bimetálicas y de wafer.
5. No se recomienda para operaciones a baja presión.
6. No se recomiendan trampas de hierro fundido.
7. Mediano, para trampas soldables de acero inoxidable.
8. Pueden fallar cerradas, debido a suciedad.
9. Pueden fallar abiertas o cerradas, dependiendo del diseño de los fuelles.

Fuente: Armstrong. Guía Armstrong para la selección de trampas. p. 5

En el siguiente apartado se expondrán brevemente las características de las trampas de vapor a utilizar en el Departamento de Nutrición y Dietética, según la tabla XXI.

Trampas de vapor mecánicas

Las trampas de vapor mecánicas trabajan bajo el principio de diferenciación de densidades entre el vapor y el condensado. Este tipo de trampas no permite el venteo de aire o gases no condensables.

A. Trampa mecánica de flotador libre

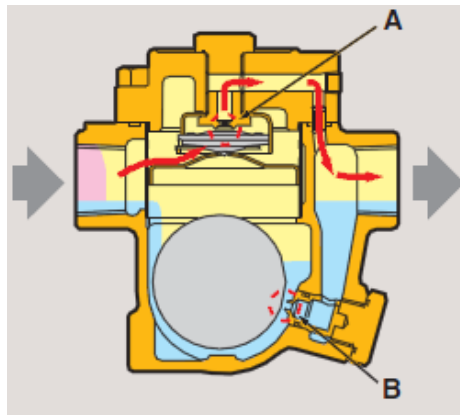
Las trampas de vapor mecánicas de flotador libre funcionan de la siguiente manera:

- Cuando la trampa se encuentra fría, el elemento X se encuentra contraído y el puerto de la válvula (A), se abre descargando completamente el aire inicial. Tan pronto como el condensado frío entra en la trampa, el flotador se eleva para permitir la descarga por el puerto B.
- Al momento que todo el condensado y aire inicial fueron descargados, el condensado caliente caldea el elemento X, haciendo que se cierre el puerto (A) antes de que el vapor pueda escapar. El condensado que simultáneamente ingresa a la trampa es descargado continuamente por el puerto (B).
- El aire o el condensado retenido que entra en la trampa bajan la temperatura de la trampa y hacen que se contraiga el elemento X. El puerto (A) instantáneamente abre para descargar el aire. Cuando el

condensado a alta temperatura ingresa, el elemento X se expande y cierra el puerto (A).

- Cuando el condensado se descarga del cuerpo de la trampa, el flotador cierra el puerto (B) el cual queda cerrado herméticamente por el nivel del agua. La sección superior que está llena de vapor mantiene cerrado el puerto de descarga (A). La trampa está completamente cerrada, para prevenir cualquier fuga de vapor.

Figura 24. **Descarga de una trampa de flotador libre durante la puesta en marcha**



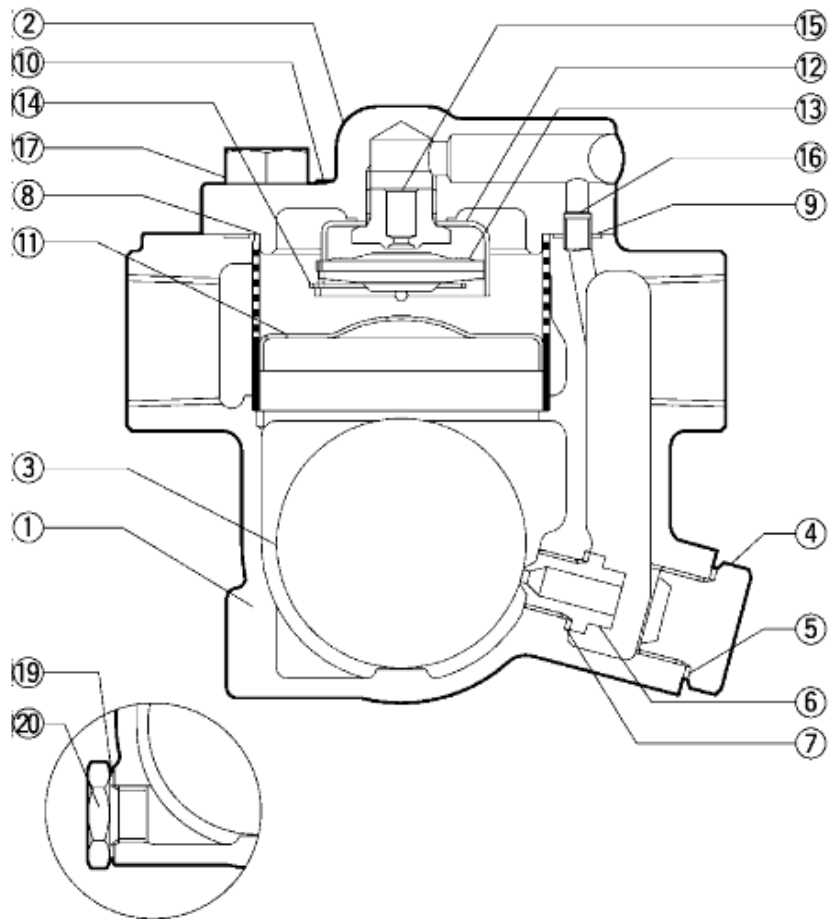
Fuente: TLV. Trampa de vapor de flotador libre – Folleto SA2000. p. 2.

La principal ventaja de esta trampa es que requiere de poco mantenimiento, ya que posee pocas piezas que pueden dañarse.

La principal desventaja de esta trampa se encuentra en que el sellado del líquido, que tiene esta válvula, impide la adecuada salida del aire del sistema a través de la válvula principal. Otra desventaja notable es que puede ser difícil la

obtención de un buen sello entre el flotador, de tamaño notable, con el pequeño orificio de salida.

Figura 25. **Detalle de trampa de vapor de flotador libre**



- | | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| 1. Cuerpo | 11. Cubierta flotador |
| 2. Cubierta | 12. Guía elemento X |
| 3. Flotador | 13. Elemento X |
| 4. Tapón orificio | 14. Laminilla de sujeción |
| 5. Empaque tapón | 15. Asiento válvula de venteo |
| 6. Orificio | 16. Perno conector |
| 7. Empaque orificio | 17. Tornillo cubierta |
| 8. Filtro interior/externo | 18. Brida |
| 9. Empaque cubierta | 19. Empaque tapón de drenaje |
| 10. Placa de identificación | 20. Tapón de drenaje. |

Fuente: TLV. Trampa de vapor de flotador libre – modelo J3S-X. p. 1.

B. Trampa mecánica de flotador y palanca

Este tipo de trampas se encuentran provistas de una válvula que es accionada mediante una palanca unida a un flotador. A medida que el condensado entra en la trampa, el flotador se eleva o desciende haciendo que la válvula abra o cierre la trampa según el nivel de condensado presente en la misma, esto permite una descarga continua, para cualquier caudal que no sea superior a la capacidad máxima de la trampa. Si la carga de condensado disminuye y el vapor llega hasta la trampa, el flotador bajará hasta su punto más bajo y la válvula cerrará firmemente sobre su asiento e impedirá la salida de este.

El mayor inconveniente de esta trampa es que el aire no puede ser removido por la válvula principal durante el arranque, a menos que se instale una válvula manual en la parte superior, sin embargo, esta solución tiene la desventaja de requerir una operación manual cada vez que deja de llegar vapor a la trampa. Este tipo de trampas deben ser aisladas, si se encuentran a la intemperie o en lugares donde la temperatura pueda ser muy baja, ya que son susceptibles a tales condiciones.

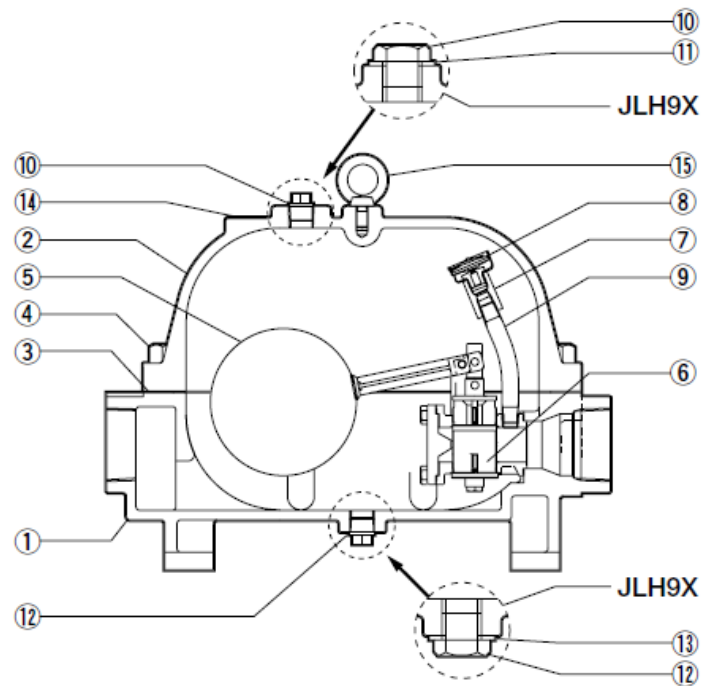
Dentro de las ventajas de las trampas de flotador y palanca se pueden mencionar las siguientes:

- Proporciona una descarga continua de condensado a la temperatura de vapor.
- Puede descargar grandes o pequeñas cantidades de condensado con la misma efectividad.

- No es afectada por cambios de presión
- Cuando posee un elemento termostático permite la rápida eliminación del aire.

La sensibilidad a los golpes de ariete y a las vibraciones, así como la dependencia del tamaño del orificio de la fuerza del flotador son algunas de las desventajas de este tipo de trampas.

Figura 26. **Detalle de trampa mecánica de flotador y palanca**



- | | |
|--------------------------|-------------------------|
| 1. Cuerpo | 9. Venteador |
| 2. Cubierta | 10. Purgador y tapa |
| 3. Empaque de cubierta | 11. Empaque de purgador |
| 4. Tornillos de cubierta | 12. Drenaje y tapa |
| 5. Flotador y palanca | 13. Empaque de drenaje |
| 6. Válvula principal | 14. Placa |
| 7. Conector | 15. Mirilla |
| 8. Elemento X | |

Fuente: TLV, SDS M2000-41– Process float steam trap – model JL9X. p. 1.

Trampas de vapor termodinámicas

Este tipo de trampas de vapor operan mediante la diferenciación entre la velocidad del vapor y del condensado. La trampa se abre con la baja velocidad del condensado y se cierra con la alta velocidad del revaporizado. Esta clase de trampas funciona bajo el principio de Bernoulli:

$$\frac{V^2 \cdot \rho}{2} + P + \rho gh = k \text{ (principio de Bernoulli)}$$

Donde:

V	Velocidad del fluido en la velocidad considerada
ρ	Densidad del fluido
P	Presión a lo largo de la línea corriente
g	Gravedad
h	Altura en la dirección de la gravedad desde una cota de diferencia
k	Constante

Si se considera que la altura (z) es constante o que el cambio en la misma es muy pequeño, se tendrá que para un aumento en la velocidad, necesariamente se tiene una disminución en la presión, y por el contrario, si hay una disminución en la velocidad del fluido habrá un aumento en la presión.

Las trampas termodinámicas pierden algo de vapor en condiciones de baja carga. El condensado, a una temperatura cercana a la del vapor, produce vapor instantáneo o *flash* que al salir por el orificio causa que la trampa cierre.

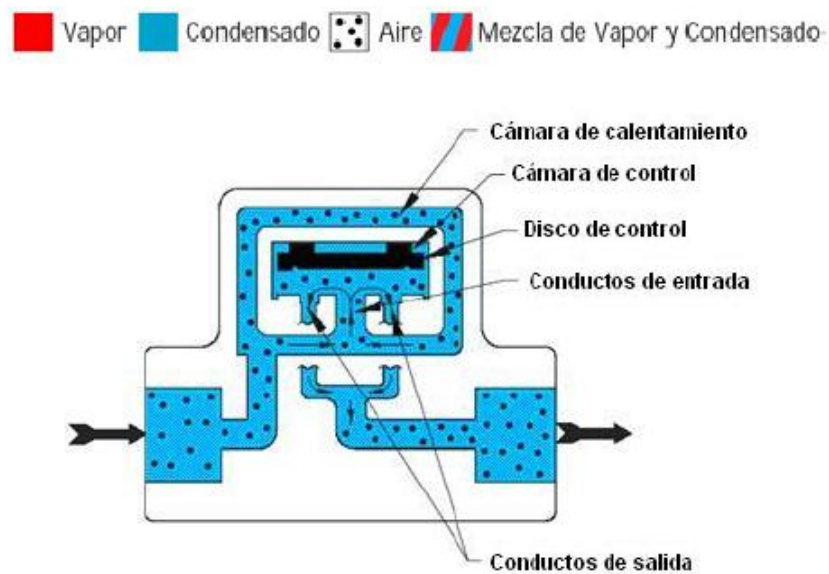
El condensado está en el lado de la corriente de salida y la inundación asegura que no se pierda vapor a través de la trampa, pero el calor se libera por

el bonete de la válvula y la trampa se abrirá periódicamente. En condiciones de baja carga, el condensado en la corriente de salida puede llegar a escapar, requiriendo la trampa, vapor vivo para cerrarse.

Las trampas de vapor termodinámicas funcionan de la siguiente manera:

- A. Al principio, el condensado y el aire entran a la trampa y pasan por la cámara de calentamiento, alrededor de la cámara de control y a través de los orificios de entrada. Este flujo separa el disco de los orificios y permite que el condensado fluya por los conductos de salida.

Figura 27. **Operación de una trampa de vapor termodinámica (I)**

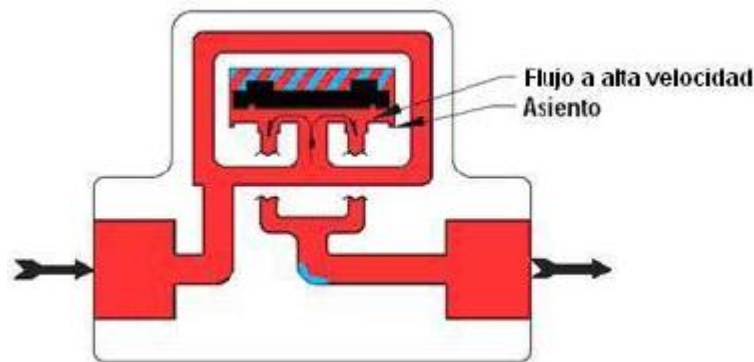


Fuente: Comisión Nacional para el Ahorro de Energía – CONAE. Tipos de trampas de vapor I.

p. 9.

- B. El vapor ingresa por los conductos de entrada y fluye hasta debajo del disco de control. La velocidad de flujo a lo largo de la cara del disco se incrementa, produciéndose una reducción en la presión que hala al disco hacia al asiento, cerrando la trampa.

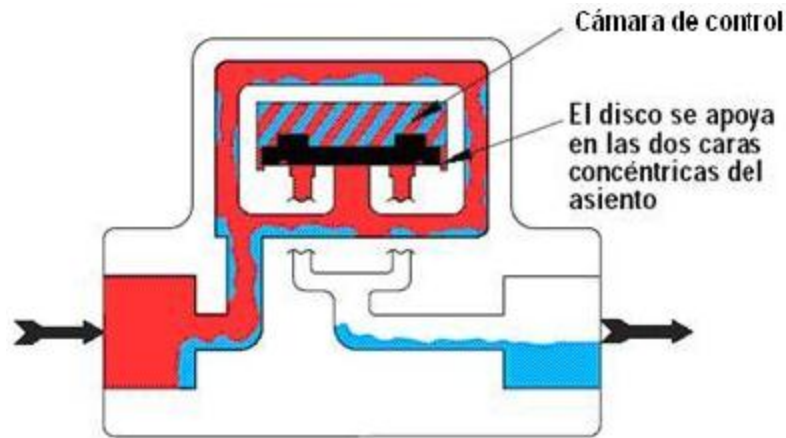
Figura 28. **Operación de una trampa de vapor termodinámica (II)**



Fuente: Comisión Nacional para el Ahorro de Energía – CONAE. Tipos de trampas de vapor I.
p. 9.

- C. El disco se apoya en las dos caras concéntricas del asiento, cerrando los conductos de entrada, atrapando el vapor y el condensado arriba del disco. Hay una purga controlada del vapor y el vapor flash en la cámara de control, para ayudar a mantener la presión en la cámara de control. Cuando la presión arriba del disco se reduce, la presión a la entrada separa el disco de su asiento. Si existe condensado, se descarga y se vuelve a repetir el ciclo.

Figura 29. **Operación de una trampa de vapor termodinámica (III)**



Fuente: Comisión Nacional para el Ahorro de Energía – CONAE. Tipos de trampas de vapor I.
p. 10.

Las principales ventajas de estas trampas son:

- Puede operar en procesos con presión constante o modulada
- Son compactas, simples y tienen gran capacidad de descarga de condensado.
- La descarga del condensado es intermitente
- Resistente a los golpe de ariete
- Pueden trabajar con vapor sobrecalentado y a altas presiones
- No sufren daños con heladas

Las desventajas que presentan las trampas termodinámicas son:

- Hay fugas de vapor vivo cuando no hay condensado
- El tiempo de vida útil es bajo por su naturaleza de operación
- Cuando existe contrapresión en la línea de retorno, puede quedar cerrada
- La suciedad puede obstruir los orificios de descarga

- No reconoce la presencia de condensado en la línea
- No trabajan con presiones de entrada baja o presiones de descarga elevadas.
- La descarga puede producir ruido, por lo que en algunos lugares será necesaria la instalación de un difusor.
- No es recomendable para altos caudales ni para trabajo a la intemperie

Dimensionamiento

Para la selección y dimensionamiento apropiado de la trampa de vapor, es necesario considerar los siguientes aspectos:

- Carga de condensado del equipo
- Factor de seguridad
- Presión diferencial
- Presión máxima de trabajo
- Tamaño del orificio de descarga de la trampa
- Temperatura del condensado

Un error muy común es el de seleccionar el tamaño de la trampa en función del diámetro de la tubería a la que va conectada. Para un dimensionado adecuado, se requiere conocer la cantidad de condensado a descargar en función del tiempo. Regularmente los fabricantes proporcionan tasas de condensación de sus equipos; si no fuera posible la obtención de este dato por dicha vía es necesario recurrir a su cálculo o bien a la medición real de condensado.

Después de la obtención de la tasa de descarga de condensado es necesaria multiplicarla por un factor de seguridad que puede variar

dependiendo de la aplicación, del tipo de trampa elegido y de la precisión de los datos de presión y de carga de condensado.

El factor de seguridad es un criterio que se considera respecto a la incertidumbre del flujo de condensado que puede descargar la trampa al inicio de operación.

Las trampas termodinámicas, de flotador y termostáticas y de expansión líquida, que responden inmediatamente a la presencia de condensado, permiten factores de seguridad de 1,25. Las trampas de balde y presión equilibrada, que deben esperar a que el vapor pase a través de un pequeño orificio en un balde o que el condensado se enfríe, requieren de un factor más grande.

Tabla XXII. **Factores de seguridad según el tipo de trampa de vapor**

Tipo de trampa de vapor	Factor de seguridad
Trampas termostáticas	2 a 4
Trampas de expansión líquida	2 a 4
Trampas de flotador y termostato	1.5 a 2.5
Trampas termodinámicas	1.2 a 2
Trampas de balde	2 a 4

Fuente: PALACIOS, José Luis. Técnicas de gestión energética en sistemas de vapor.

p. 29.

La precisión del cálculo de la presión de operación y carga de condensado afectará el factor de seguridad. En algunos casos, un factor de 1,5, como margen de error en una estimación puede ser necesario.

Para las trampas instaladas al final de la línea principal o delante de las válvulas reguladoras se deberá aplicar un factor de 3.

En toda instalación de vapor, se debe considerar la pérdida de calor en el sistema de distribución. Durante el período de puesta en marcha, la velocidad de condensación es máxima y las trampas de vapor se deben diseñar para poder drenar todo el condensado que se forma. Durante la operación habrá pérdidas de calor debidos a la radiación de la cañería.

Se debe tomar en cuenta que el vapor se condensa más rápidamente durante el arranque cuando el equipo esta frío, por tal motivo la trampa se suele dimensionar para descargar la cantidad de condensado formado durante dicho lapso de tiempo; si la capacidad de la trampa no es suficiente se producirá anegamiento.

Presión diferencial

La cantidad de condensado que puede ser descargado por una trampa aumenta conforme aumenta la presión diferencial (se denomina presión diferencial a la diferencia entre la presión de entrada y salida de la trampa). Sin embargo, la capacidad no aumenta en proporción a la presión.

No es correcto suponer que la presión a la entrada de la trampa es la misma que la presión de operación del equipo térmico, esto debido a que las pérdidas de carga en el mismo casi siempre provocan que la presión del vapor en la trampa sea menor. Si la trampa descarga el condensado a la atmósfera, la presión diferencial coincidirá con la presión indicada por un manómetro situado a la entrada de la trampa.

Tamaño del orificio de descarga

El tamaño del orificio de descarga no sólo determina la capacidad de la trampa sino que, a menudo fija la presión diferencial máxima a la que puede trabajar esta.

Para las trampas con la válvula en el lado de entrada, la fuerza con la que la válvula se acomoda sobre su asiento se determina por la siguiente ecuación:

$$F = P * A$$

Donde:

F Fuerza que ejerce la válvula sobre el asiento

P Presión a la entrada de trampa

A : Área del orificio de descarga

Si el esfuerzo que puede realizar el elemento termostático, flotador o balde es inferior a la fuerza de asiento de la válvula, la trampa nunca logrará abrir. Por esta razón, a cada presión diferencial corresponde un orificio máximo a considerar para que la trampa funcione. Para el caso de las trampas con la válvula del lado de salida, la situación es distinta, puesto que en estas, la presión del vapor tiende a abrir la válvula, por lo que si el elemento que mantiene cerrada la trampa no tiene la fuerza suficiente, la trampa puede quedar permanentemente abierta.

Temperatura de condensado

La capacidad de una trampa no se debe basar en la cantidad de agua fría que pueda descargar a una presión diferencial dada. A la trampa llega una determinada cantidad de condensado saturado, si dicho condensado al salir de

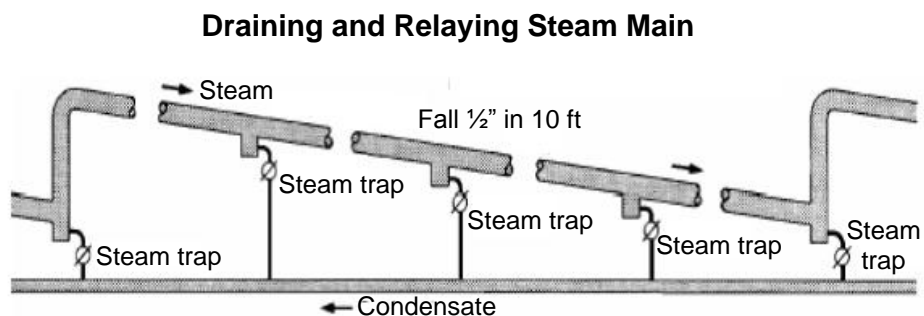
la trampa, encuentra una presión más baja se genera una cierta cantidad de vapor, conocido como revaporizado. Este vapor tiende a ocupar una parte importante del orificio de descarga, reduciendo su área efectiva. A medida que aumenta la temperatura del condensado también lo hace la cantidad de revaporizado, con lo que se reduce la capacidad de descarga de la trampa.

Instalación

La selección correcta de la trampa de vapor, puede que no tenga ningún beneficio si el condensado no encuentra fácilmente el camino hasta la trampa.

En todo circuito de vapor, las tuberías deberán poseer una pendiente en la dirección del flujo para así evitar la acumulación de condensado, se recomienda una pendiente de entre 3 y 5 por ciento. Los puntos más bajos del sistema, son lugares de acumulación de condensado, por lo tanto, es ahí donde se debe instalar una trampa. Se recomienda la instalación de trampas a intervalos de 30 metros o a bien a espaciamientos que no superen los 50 metros.

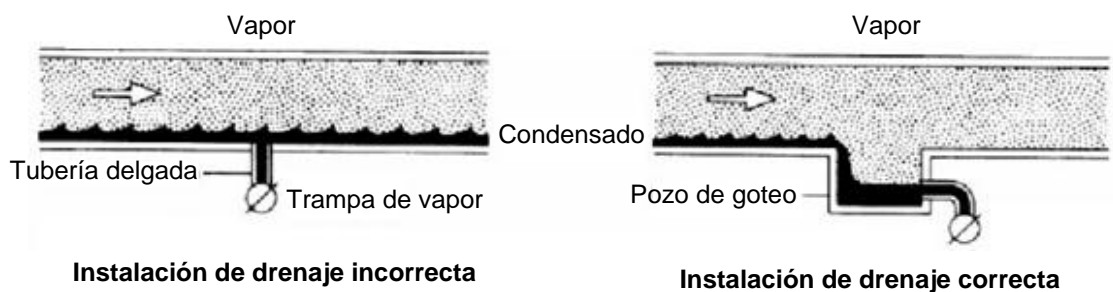
Figura 30. **Configuración correcta para un sistema de drenaje de condensado**



Fuente: BIZAMA FICA, Carlos. Uso y aplicaciones del vapor en plantas. p. 83.

En el sistema, el vapor puede alcanzar velocidades de hasta 145 kilometro/hora arrastrando el condensado a tal rapidez, si la conexión del sistema y la trampa no tienen la dimensión apropiada, no podrá recoger todo el condensado. Para evitar esto se debe instalar un pozo de goteo, el condensado entra al pozo y alcanza fácilmente la trampa; esta instalación es tan importante en el sistema de drenado como la misma trampa.

Figura 31. **Instalación correcta para la alimentación de una trampa de vapor**



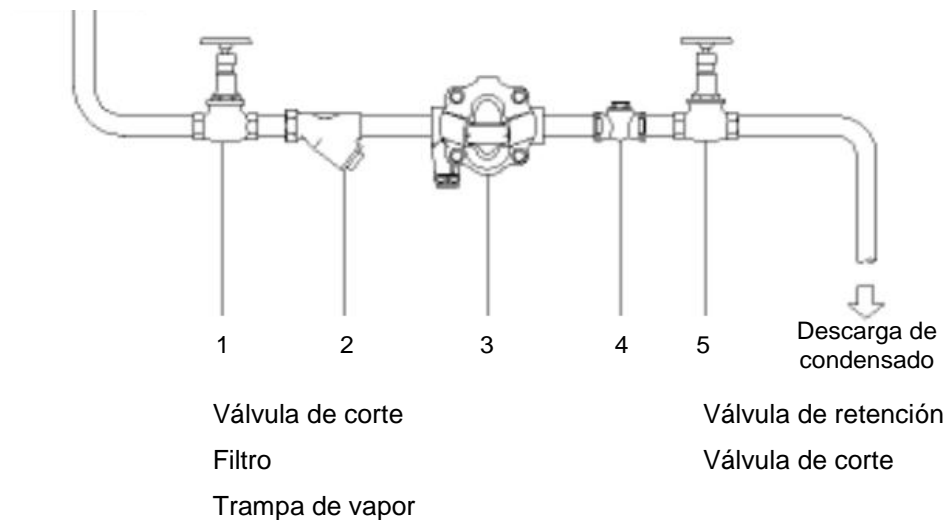
Fuente: BIZAMA FICA, Carlos. Uso y aplicaciones del vapor en plantas. p. 84.

El sistema de drenaje de condensado se compone de los siguientes elementos, enlistados en el orden de instalación:

- Válvula de corte, se instala a la salida del equipo o del depósito de recolección de condensado, y se utiliza para inhabilitar el sistema de drenaje cuando se debe realizar algún mantenimiento.
- Filtro, su función principal es la de recolectar y evitar que las partículas sólidas lleguen hasta la trampa.

- Trampa, es una válvula automática que permite la descarga de condensado y la eliminación de gases del sistema sin pérdidas de vapor.
- Mirilla, se instalan para observar la descarga de condensado por parte de la trampa. Un excesivo burbujeo suele indicar que la trampa no sella correctamente y permite la descarga de vapor.
- Válvula de retención o cheque, su función principal es la de evitar el contraflujo hacia la trampa en sistema de alta presión o cuando el condensado ha de ser elevado a una tubería de retorno.
- Válvula de corte, se instala en aquellos sistemas donde pueda haber contraflujo y se utiliza principalmente para cerrar el paso cuando se requiere hacer algún trabajo a la válvula de retención.

Figura 32. **Sistema de drenaje de condensado**



Fuente: Spirax Sarco. Instalación recomendada para una marmita de camisa de vapor con control autoaccionado de temperatura. p. 2.

Siempre se deberá instalar una trampa de vapor por cada equipo que use vapor. Se recomienda instalarlas con uniones universales a cada lado y a igual distancia para facilitar su mantenimiento. Las tuberías horizontales deberán poseer cierto declive hacia la trampa para evitar el bloqueo por vapor.

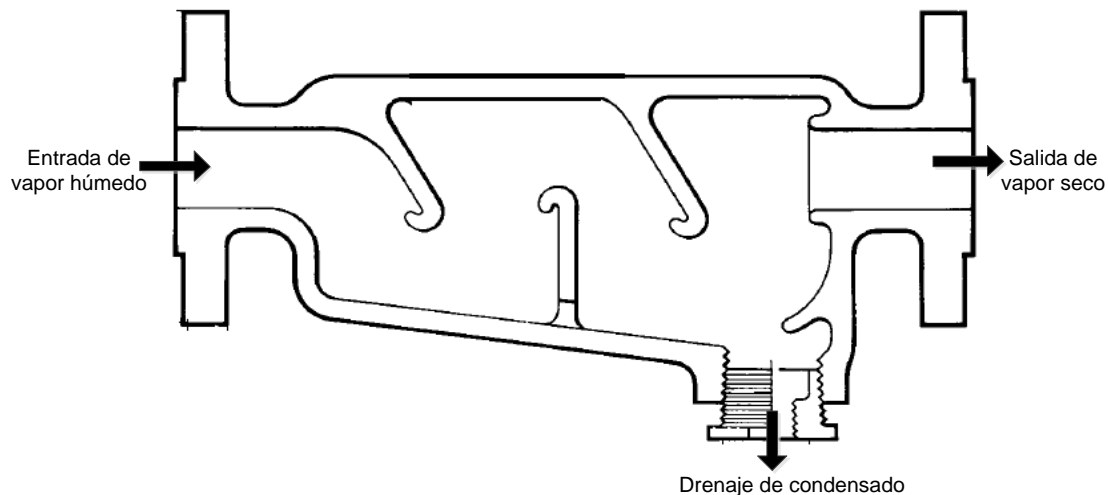
Se recomienda la instalación de trampas de vapor:

- Antes de válvulas de control de presión y temperatura
- Antes de juntas de expansión
- En la parte baja de todas las tuberías de elevación
- Al final de las tuberías principales de entrega de vapor
- En los puntos bajos del sistema
- En puntos intermedios de tuberías muy largas a distancias de 50 metros

4.1.6.2.2. Separadores de condensado

El vapor húmedo no es deseable, puesto que reduce la eficiencia del equipo térmico. Por esta razón, se deben tomar medidas para garantizar una mayor cantidad de vapor seco. Para poder recolectar las pequeñas gotas de condensado que arrastra el vapor húmedo, se instalan dispositivos conocidos como separadores de condensado. Estos funcionan haciendo que el vapor cambie de dirección provocando que adquieran un movimiento circular. El vapor seco puede pasar sin dificultad pero las gotas de agua, más pesadas se precipitan y se recogen en el punto de drenaje inferior.

Figura 33. **Separador de condensado horizontal**



Fuente: Spirax Sarco. TI-P023-02 AR - Separadores de condensado para vapor y aire comprimido. p. 1.

La fuente más común de vapor húmedo es el arrastre desde la caldera, por tal razón se debe instalar un separador inmediatamente a la salida de la misma. También se recomienda la instalación de separadores de condensado antes de cualquier equipo que requiera de vapor seco para su funcionamiento.

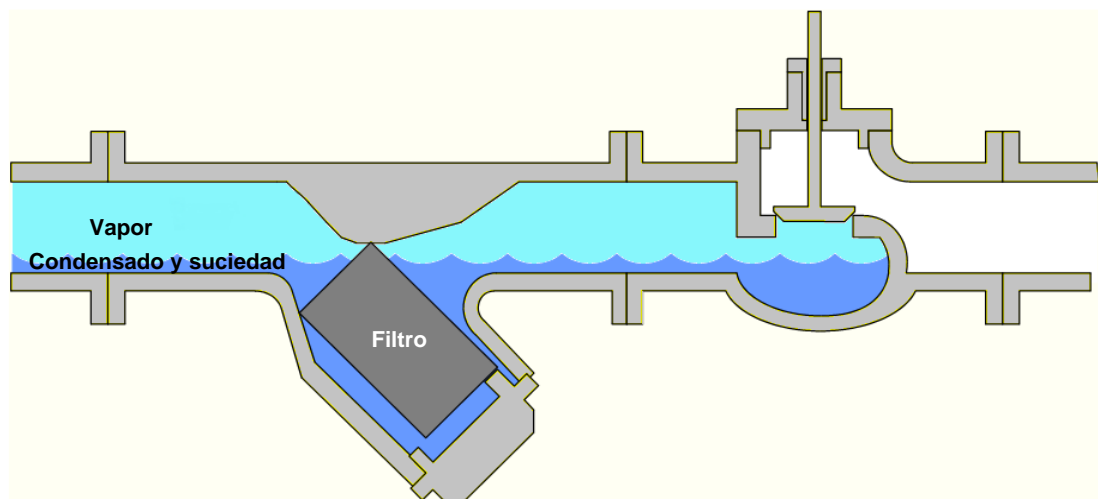
4.1.6.2.3. Prevención de suciedad

Al momento de la instalación de tuberías nuevas, habitualmente quedan en el interior de estas: trozos de soldadura, empaquetaduras, juntas, tornillos y tuercas utilizadas durante el montaje. En las tuberías viejas hay depósitos de óxidos y carbonatos que se pueden desprender y circular a lo largo de la tubería de vapor.

Los ítems antes mencionados arrastrados a altas velocidades pueden causar serios daños a los dispositivos instalados en el sistema de vapor. Estos pueden llegar a la trampa y averiarla, debido a que la acción constante de vapor a altas velocidades pasando a través de una válvula parcialmente cerrada, produce desgaste prematuro, después de esto aunque se elimine la suciedad, la válvula ya no podrá cerrar correctamente. Por tal motivo se recomienda la instalación de una derivación para la recolección de suciedad. Sin embargo, la velocidad del condensado puede provocar que no toda la suciedad entre en la derivación y que parte de la misma llegue a la trampa. Por otro parte, si la derivación no se limpia constantemente, al momento de llenarse ya no podrá recoger más suciedad, lo que hará que llegue a la trampa.

Se recomienda la instalación de un filtro antes de cualquier trampa, medidor, válvula reductora o de regulación.

Figura 34. **Instalación de filtro tipo “Y”**



Fuente: Armstrong. Sistemas de alimentación de vapor. p. 17.

En las estaciones de recolección de suciedad, el vapor y el agua pasar sin dificultad a través del filtro, mientras las partículas no deseadas quedan atrapadas en los orificios del mismo.

4.1.6.2.4. Venteadores

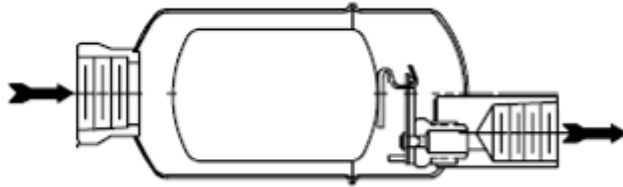
En las tuberías y equipos de procesos, es indispensable la eliminación del aire y otros gases incondensables, ya que estos retardan la circulación y reducen la eficiencia de la transferencia de calor.

Para sistemas de distribución de vapor, se utilizan venteadores termostáticos, estos se deben instalar en los puntos más altos de las tuberías y equipos donde el aire se acumula, así como en las partes finales de la línea.

Muchos de los grandes problemas en la transferencia de calor son provocados por el condensado que inunda los equipos debido al vacío. Para la eliminación del vacío generado por la condensación, se utilizan dispositivos denominados venteadores. El uso de venteadores, propicia el drenaje de condensado y a su vez mejora la transferencia de calor y la vida del equipo.

Los venteadores funcionan mediante un elemento bimetálico, que al dilatarse debido a la mayor temperatura del vapor, efectúa el cierre de la válvula y así evita las fugas de vapor. Al momento de que el aire, a menor temperatura que el vapor, se acumula en la parte superior del venteador hace que el elemento bimetálico se enfríe y se contraiga, provocando con ello la apertura de la válvula para que el aire pueda escapar al ambiente.

Figura 35. **Detalle de ventilador termostático**



Fuente: Armstrong. Free floating lever air/gas vents – Model 11-AV. p. 1.

4.1.6.2.5. Válvulas reguladoras de presión

Todos los equipos térmicos funcionan a una determinada presión de trabajo. Regularmente la presión de servicio es mucho mayor que esta, por lo que se hace necesario reducir la presión.

El uso de presiones bajas en los equipos es conveniente, debido a que el calor latente, que es el que se aprovecha generalmente en los mismos, es mayor cuanto menor es la presión; también porque se produce menor cantidad de revaporizado, al ser menor la cantidad del condensado.

Las válvulas reductoras se dividen en dos tipos, las de acción directa y las accionadas con piloto.

La selección de la válvula adecuada se basa fundamentalmente en la aplicación en la cual se va a utilizar. Cuando se trate de cargas pequeñas, en las que nos sea vital un control fino, pueden ser suficientes las válvulas reductoras de acción directa.

En los otros casos, es mejor seleccionar una válvula piloto, particularmente si se producen períodos sin demanda, durante los cuales no deba aumentar la presión de salida.

Igual que en cualquier válvula de control, se debe evitar el sobredimensionamiento o subdimensionamiento de las válvulas reductoras. Una válvula que trabaja habitualmente muy cerca de su asiento, puede sufrir erosiones por el paso constante de vapor a alta velocidad; así también, bajo tales condiciones, cualquier cambio en las condiciones por muy pequeño que sea, produce un cambio de caudal relativamente importante.

Válvulas reguladoras de presión de acción directa

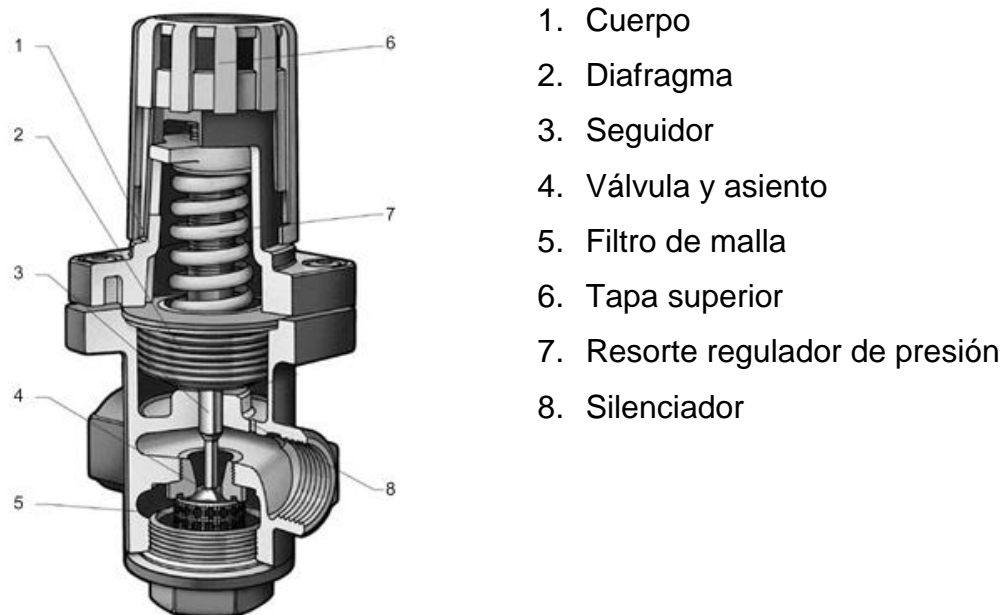
Las válvulas reguladoras de presión de acción directa, funcionan de la siguiente manera: la presión reducida a la salida de la válvula actúa en la parte inferior del diafragma, se opone a la presión aplicada por el resorte de regulación, esta diferencia de presiones determina la mayor o menor apertura de la válvula, y por tanto el flujo a través de la válvula reductora.

Para que la válvula pase de la posición abierta a la cerrada, debe haber un aumento de presión en la parte inferior del diafragma. Esto produce una variación inevitable en la presión de salida. Esta variación será mayor cuando la válvula esté cerrada o casi cerrada, y disminuirá a medida que aumente el caudal. La presión de salida que actúa en la cara inferior del diafragma tiende a cerrar la válvula, este mismo efecto se produce por la acción de la presión de entrada en la parte inferior del obturador. Cuando se calibra la válvula a la presión deseada, el resorte de control debe ser capaz de equilibrar, tanto el efecto de la presión de entrada, como el de salida.

La válvula reguladora de presión de acción directa tiene dos inconvenientes:

- Permite pequeñas fluctuaciones de la presión de salida.
- Posee una reducida capacidad en relación a su tamaño.

Figura 36. **Válvula reguladora de presión de acción directa**



Fuente: Armstrong. Válvula reductora de presión de acción directa. p. 1.

Instalación

La mayor parte de los problemas que afectan a las válvulas reductoras de presión son ocasionados por la presencia de humedad o suciedad.

Para un funcionamiento correcto de estas válvulas, se requiere de la instalación antes de la misma de un separador de vapor, provisto de su

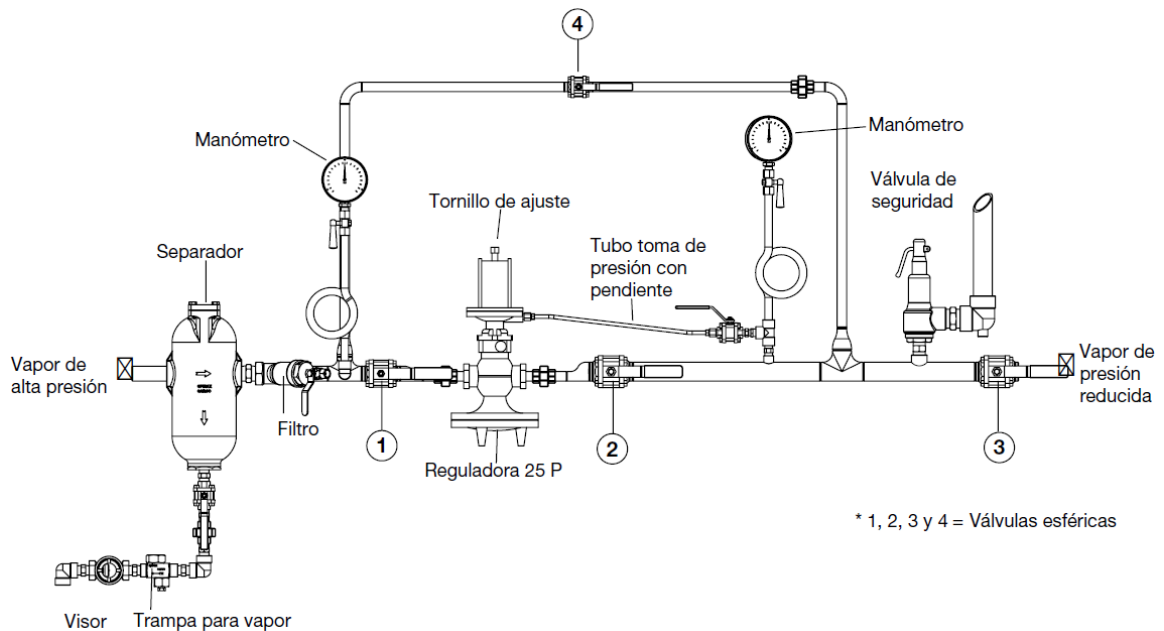
respectivo sistema de trampeo, además de instalar un filtro de malla fina. Dicho filtro deberá ser instalado lateralmente para evitar que el cuerpo se llene de agua, así como para garantizar que toda la superficie de filtración sea efectiva.

Es necesario el dimensionamiento de las tuberías antes y después de la válvula reductora, para evitar excesivas pérdidas de carga. Las válvulas de cierre, deberán ser de apertura total y del diámetro de las tuberías, y no del diámetro de la válvula reductora.

Si la tubería o la instalación de salida no pueden resistir la presión de entrada, se deberá instalar una válvula de alivio a la salida de la válvula reductora, regulada a la presión máxima que pueda soportar esta parte de la instalación, con una capacidad de descarga de vapor igual a la de la válvula reductora cuando se encuentra totalmente abierta.

El uso de una instalación tipo *by-pass*, solamente es permitido cuando el circuito o la tubería de salida, pueden soportar la presión de servicio a la entrada de la válvula reguladora.

Figura 37. **Instalación correcta de una válvula reguladora de presión accionada mediante una válvula piloto**



Fuente: Spirax Sarco. TIS 3.0152 AR – Instalación de válvula reguladora de presión serie 25P.
p. 1.

4.2. Diseño de cimentación

Con el término cimentación se denomina al conjunto de elementos estructurales cuya misión es la de proporcionar estabilidad y soporte a los equipos, además de transmitir al suelo de una forma uniforme las cargas derivadas del peso y del movimiento de las mismas de tal modo que no se produzcan asentamientos, desplazamientos ni vibraciones, que puedan perturbar el trabajo normal de la máquina o la estabilidad de construcciones próximas.

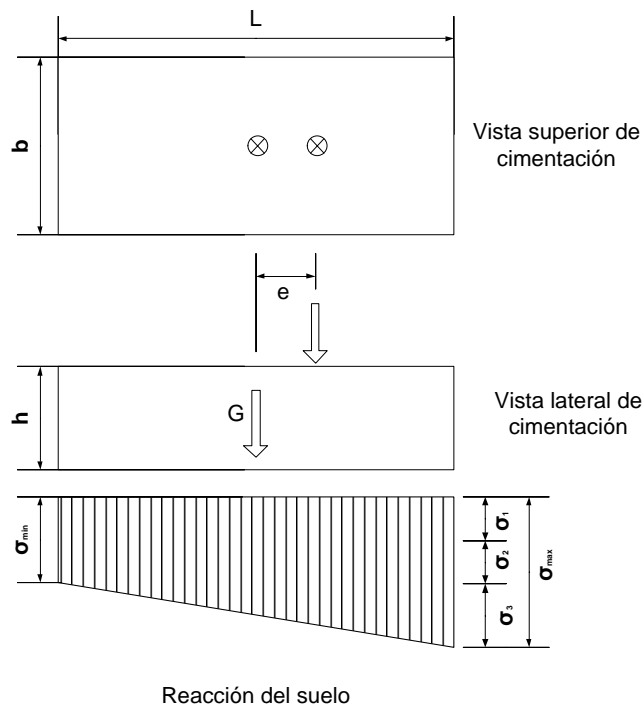
4.2.1. Cimentación sometida a esfuerzos estáticos

Cuando un equipo actúa por presión lenta, sobre el suelo únicamente existirán cargas verticales, provocadas por el peso de la máquina y de la cimentación.

Si la carga vertical que se considera se halla aplicada en el centro de gravedad de la cimentación, la reacción del terreno se distribuirá de un modo uniforme sobre la superficie de contacto.

Cuando la carga vertical actúa a una distancia excéntrica e , del centro de gravedad del rectángulo de la base, la reacción del terreno está representada por un trapecio de tensiones.

Figura 38. Análisis de carga para una excentricidad menor a $L/6$



Fuente: elaboración propia.

En el caso de ser $e \leq L/6$ donde la resultante esté dentro del tercio medio del cimiento se compondrá de las siguientes partes:

$$\sigma_1 = \frac{G}{b \cdot L} \quad G, \text{ es el peso del cimiento}$$

$$\sigma_2 = \frac{P}{b \cdot L} \quad P, \text{ es la carga excéntrica}$$

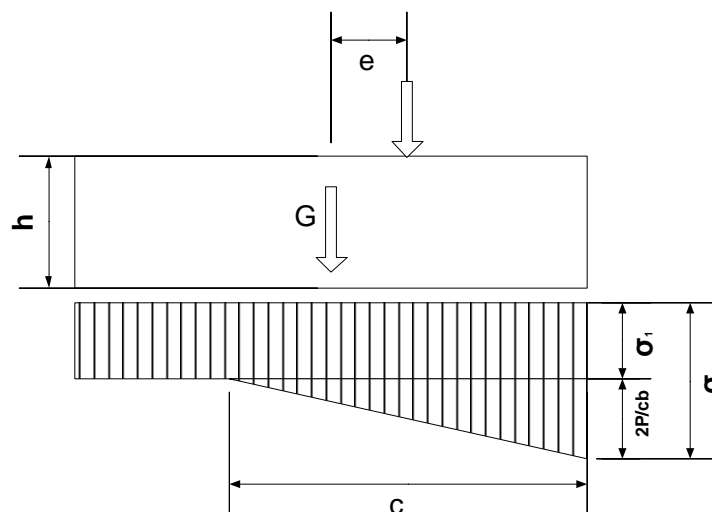
$$\sigma_3 = \frac{6P \cdot e}{L^2 \cdot b} \quad \text{Tensiones producidas por el momento de la carga excéntrica } P \cdot e$$

$$\sigma_{max} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3$$

$$\sigma_{min} = \sigma_1 + \sigma_2 - \sigma_3$$

En el caso de ser $e > L/6$, las tensiones debidas al momento $P \cdot e$ forman un triángulo de longitud c .

Figura 39. **Análisis de carga para una excentricidad mayor a $L/6$**



Reacción del suelo

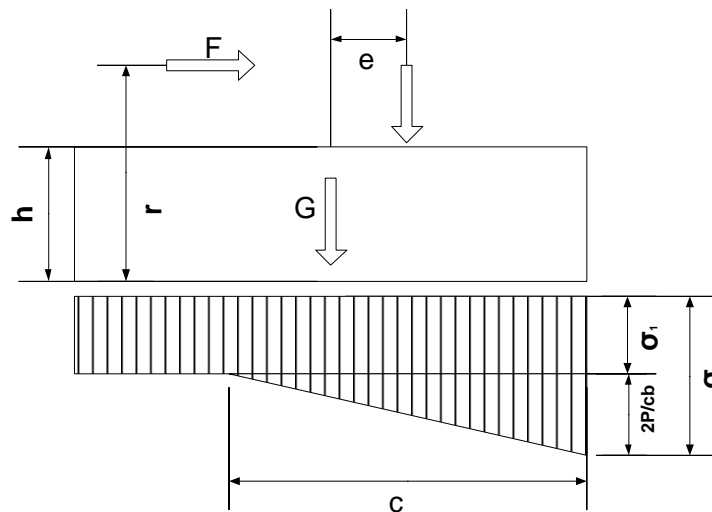
Fuente: elaboración propia.

$$c = 3 \left(\frac{L}{2} - e \right)$$

$$\sigma_{max} = \sigma_1 + \frac{2P}{c \cdot b}$$

Si la cimentación tiene que soportar además un momento flector $M = F \cdot r$, se tiene:

Figura 40. **Análisis de carga para una excentricidad mayor a $L/6$, con un momento flector**



Reacción del suelo

Fuente: elaboración propia.

Donde el momento equivalente sobre el cimiento será:

$$M_{equivalente} = P \cdot e \pm F \cdot r$$

Se considera positivo si el momento flector $F \cdot r$ tiende a producir en la cimentación un giro en el mismo sentido que el originado por la carga P .

La excentricidad equivalente es:

$$e' = \frac{P \cdot e \pm F \cdot r}{P} \qquad C' = 3 \left[\frac{L}{2} - e' \right]$$

El valor de σ_{max} cuando $e \leq L/6$ es

$$\sigma_{max} = \sigma_1 + \sigma_2 + \frac{6 \cdot M_{equivalente}}{b \cdot L^2}$$

En el caso de $e < L/6$, pero grandes valores de P y F

$$\sigma_{max} = \sigma_1 + \frac{2P}{3C' \cdot b}$$

4.2.2. Cimentación sometida a esfuerzos dinámicos

En la mayoría de los casos de cimentación de máquinas, existirán esfuerzos dinámicos que serán distintos según las características de la misma.

Antes del diseño de una cimentación sometida a esfuerzos dinámicos, es necesario evaluar las fuerzas de desequilibrio que existen para un tipo particular de máquina. En el catálogo de los fabricantes pueden estar explicadas estas fuerzas, o puede ser necesario computar la de los pesos y dimensiones de las partes móviles, de manera que la amplitud de vibración no exceda de un valor tolerable especificado.

Las fuerzas que los esfuerzos dinámicos ejercen sobre las cimentaciones, pueden considerarse divididas en dos grupos:

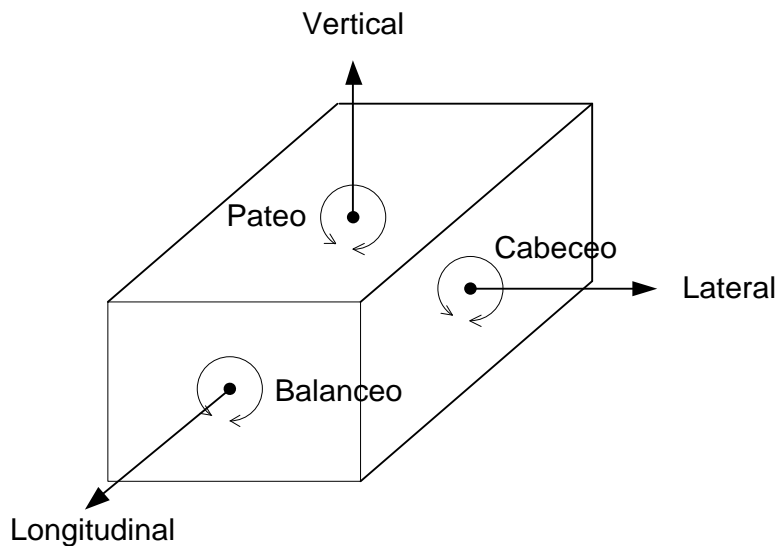
- Choques aislados, suceden de un modo irregular como en las paradas bruscas de alguna máquina.

- Fuerzas oscilatorias debidas a masas en movimiento que actúan periódicamente, como por ejemplo un motor diesel vertical.

Para el estudio de estos efectos se considerará la cimentación como un bloque, formando un conjunto rígido con la máquina que soporta y descansando sobre una base elástica, ya que, bien sea el terreno natural o una capa de asiento artificial, pilotes, etcétera, siempre puede admitirse una base más o menos elástica.

El sistema considerado bajo carga repetitiva rítmica o no rítmica, dependiendo de la dirección y punto de aplicación de las misma; puede experimentar seis tipos de movimientos, denominados grados de libertad.

Figura 41. **Modos traslacionales y rotacionales**



Fuente: elaboración propia.

4.2.3. Aislamiento de vibraciones

En algunos casos los valores de amplitud de vibraciones sobrepasan los límites permisibles, y es demasiado difícil disminuir estas amplitudes por medio de una selección propia de la masa o el área de contacto con el suelo de cimentación.

Para estos casos de cimentaciones, resulta más económico, la disminución de la amplitud de las vibraciones. Esto se hace para poder eliminar en cierto grado la transmisión de vibraciones al cimiento, así como a estructuras contiguas y especialmente a equipos con instrumentos de precisión.

Para la reducción de la amplitud de las vibraciones se emplean:

- Capas de material aislante.
- Resortes de amortiguamiento.

El material aislante se utiliza entre la cimentación y el área de soporte, pero no son tan seguros como los resortes. Conjuntamente con el material aislante se suele utilizar de capas de 20 a 25 centímetros de grava o arena húmeda en el fondo del foso de la cimentación. La arena y la grava son materiales capaces de reducir la transmisión de las vibraciones de la máquina por más de un tercio o la mitad; los valores de aislamiento de la grava son un poco más grandes que los de la arena.

Para minimizar los asentamientos diferenciales de la cimentación, la grava o la arena debe ser compactada antes de verter el concreto. El foso de la cimentación debe ser ligeramente más largo y ancho que la base del bloque de concreto. Formaletas de madera se colocan para poder verter el concreto, luego

estas se remueven y se coloca un material aislante en dicho lugar alrededor de la cimentación, quedando está completamente asilada de la tierra circundante. Hule o asfalto se utilizan para aislar la cimentación del subsuelo, sin embargo, este método es utilizado en losas de cimentación circundante al cimiento en donde se usan juntas de expansivas para separación, esto evita la transmisión de vibraciones de la cimentación a la losa.

Las características principales de los resortes son los diámetros y el número de espiras y se selección mediante cálculos dinámicos. Dependiendo del cabeceo, balanceo o la velocidad de operación de la máquina, existen métodos distintos para el aislamiento de vibraciones por medio de resorte amortiguadores, los cuales pueden ser: resortes de soporte y resortes de suspensión.

El resorte de soporte o apoyo se utiliza para máquinas de alta velocidad, se consideran como tal a las máquinas que trabajan a más de 300 RPM. No es necesario un peso adicional sobre los resortes que se instalan en cada perno de anclaje.

En el asilamiento de vibraciones de máquinas de frecuencia baja, si se utilizan los resortes de soportes, es necesario proveer un peso adicional (otro cimiento) arriba de los resortes y esto obstaculiza su montaje, regulación y mantenimiento. En tales casos se prefieren los resortes de suspensión, donde el diseño de estos difiere del de soporte solamente por el largo considerable del tornillo de anclaje que pasa a través del resorte.

Es importante determinar la necesidad de aislamiento de vibraciones generadas por las máquinas, y que grado de aislamiento requieren. El tipo de aislamiento seleccionado afectará el diseño y el costo de la cimentación.

4.2.4. Procedimiento de diseño

Para el diseño adecuado de la cimentación, en primer lugar se deberá tener conocimiento adecuado de las condiciones del suelo y aguas subterráneas en donde se va a colocar la cimentación (investigación del subsuelo); si no se cuenta con estos conocimientos se deberán asumir valores de diseño conservadores; no obstante si aún persisten las dudas sobre la capacidad del suelo deberá hacerse obligatoriamente un estudio racional del mismo.

Simultáneamente con la realización o no, de la investigación del subsuelo, deberá prepararse un plano de cargas y dimensiones de la máquina a cimentar; estos datos pueden obtenerse de los catálogos distribuidos por los fabricantes de las mismas cuyos datos básicos por investigar son los siguientes:

- Velocidad y fuerza normal de la máquina
- Carácter, magnitud y punto de aplicación de las cargas dinámicas, si este dato no fuese dado, deberá asumirse como mínimo las excentricidades obtenidas de códigos de construcción.
- Cargas estáticas impuestas por las máquinas (peso), así como sus dimensiones.
- Localización de pernos de anclaje, tuberías, ranuras, etcétera.

Para el dimensionamiento del macizo de cimentación deberá seleccionarse de manera que la amplitud de vibración no exceda del valor permisible, así como la reacción dinámica provocada en el suelo no exceda la

capacidad de soporte del mismo. Como una buena aproximación se puede asumir el peso de la cimentación como un 50 por ciento mayor al del equipo.

Cuando sea necesaria la instalación de máquinas en un mismo local (cuarto de máquinas), donde las distancias de separación entre ellas son similares a las dimensiones del cimiento, para suelos de poca resistencia, es recomendable cimentarlas en una losa común suficientemente fuerte y rígida.

Los cimientos de máquinas más profundos que los cimientos de paredes y columnas no tienen efecto en la transmisión de vibraciones, por lo que, la profundidad de la cimentación puede ser seleccionada sin tomar en cuenta la transmisión de las vibraciones, sin embargo, para la disminución de la transmisión de vibraciones en partes adyacentes de construcciones, es necesario dejar un espacio entre la cimentación y las estructuras contiguas. Como regla, la cimentación de una máquina no puede servir de apoyo para otras construcciones o para mecanismos no relacionados con la máquina a cimentar; si no fuese posible evitar esta situación, se deben tomar medidas para amortiguar la conexión por medio de empaques de hule, corcho u otros materiales aislantes.

4.2.5. Detalles constructivos de la cimentación

A continuación se describirán las condiciones sobre las cuales se deberá construir la cimentación, esto incluye el suelo, los materiales de construcción, así como la sub base sobre la cual se apoyará.

4.2.5.1. Excavación

Es necesario asegurarse de la naturaleza del terreno a una profundidad de al menos 4,5 metros debajo de la parte inferior de la cimentación, para verificar si la cimentación descansa sobre relleno o algún suelo de condiciones especiales. El nivel freático del terreno deberá hallarse por lo menos a $\frac{1}{4}$ del largo de la cimentación debajo de la misma.

Al realizar la excavación del foso de la cimentación, si el suelo es firme no es necesario colocar entibados, a no ser que la cimentación sea profunda. La formaleta que se erige dentro de la excavación, debe ser de madera aserrada en la cual la parte cepillada se coloca de frente al concreto, si fuera necesario se pueden añadir breizas para soportar la formaleta.

Cuando se use materiales voluminosos para el aislamiento de las vibraciones debe de instalarse antes de la colocación de la formaleta.

4.2.5.2. Materiales

El concreto debe ser estable al cambio volumétrico y de peso unitario alto, para prevenir el agrietamiento de la cimentación.

Las características de bajo cambio volumétrico se obtienen por un factor de cemento bajo (234 kilogramos por metro cúbico como máximo), y bajo contenido de agua (la prueba de asentamiento no debe exceder de 5 centímetros). El uso de un mayor tamaño de agregado grueso, baja proporción de arena y piedrín, y una granulometría uniforme de grava y roca son detalles importantes para alcanzar esos dos objetivos.

El cemento de bajo calor de hidratación (tipo IV) es ventajoso para las cimentaciones grandes, también es deseable un alto peso unitario y esto se puede alcanzar por medio del uso de piedras pesadas de mayor tamaño. El uso de cemento de alta resistencia inicial (tipo III) nunca es aconsejable para cimentación de maquinaria, pues esta clase de cemento exhibe propiedades de alta contracción y alto calor de hidratación, lo que puede provocar severos agrietamientos.

La proporción aconsejable de la mezcla de concreto es: 1 parte de cemento, 2 ½ partes de arena y 4 ½ partes de grava o piedra triturada. Por metro cúbico se debe utilizar 161 litros de agua, 236 kilogramos de cemento, 530 kilogramos de arena y 985 kilogramos de grava de 5 centímetros a 6,5 centímetros de diámetro.

La arena utilizada en la mezcla debe estar libre de suciedad y materia orgánica, cuando se encuentre seca deberá pasar a través de un tamiz de ¼ de pulgada. La grava debe ser lavada y estar libre de materia extraña, esta debe ser un poco grande y no pasar a través del tamiz de ¼ de pulgada. Si se utiliza piedra triturada, esta debe pasar a través del tamiz de 2 ½ pulgadas. El agregado grueso con superficies lisa y redondas (canto rodado) produce un concreto más resistente en comparación al elaborado con agregado con bordes puntiagudos y de superficie delgadas. El agua utilizada, debe estar libre de aceites, ácidos e impurezas para prevenir algún tipo de reacción química con el cemento.

El cemento, la arena y la grava se deben mezclar en estado seco de forma continua y luego se agrega agua hasta hacer trabajable la mezcla. El exceso de agua es indeseable pues reduce la capacidad del concreto.

La parte superior de la cimentación, en donde descansará el equipo, deberá alisarse con lechada de cemento. Para prevenir el agrietamiento, el concreto debe sufrir bajos cambios volumétricos mientras este fragüe. La cimentación se deberá mantener húmeda de 4 a 7 días y la temperatura ambiente no deberá ser menor a 10 grados Celsius.

4.2.5.3. Subbase

La sub-base es la estructura sobre la cual se apoyará la cimentación propiamente dicha y es la que permite su estabilidad. Las subbases se suelen utilizar en suelos arcillosos, muy húmedos, arenosos o muy sueltos. Las dimensiones de esta se recomienda que sean de al menos un 25 por ciento mayor al de la cimentación.

La construcción de una subbase inicia con la compactación del suelo, para posteriormente colocar una base de pedrín de 2 pulgadas, dicha capa deberá poseer una altura de unos 4 pulgadas. La siguiente capa se compone de material selecto, este deberá de apisonarse correctamente para proveer una superficie plana, la altura de esta capa deberá ser de entre 1 ½ pulgadas y 2 pulgadas. Sobre la capa anterior se coloca nuevamente otra capa de pedrín de unas 2 pulgadas de altura, en esta se utiliza pedrín de 1 pulgada o bien grava. Por último se coloca una última capa de tierra compactada.

La construcción de la subbase comprende las siguientes operaciones: extensión y humedecido de los materiales que conforman la capa, conformación, compactación y acabo. En cada caso deberá obtenerse una capa uniforme, libre de materia orgánica, basura u escombros.

4.3. Detalle de anclajes

Para que una máquina opere normalmente y sea segura para el operador, deberá estar debidamente anclada a la cimentación.

El anclaje es muy parecido en todos los casos, la única variante es la forma de la placa de asiento, encargada de la transmisión de cargas al cimiento. Las placas de anclaje más comúnmente utilizadas son las cuadradas, siendo empleadas también las placas rectangulares, poligonales y circulares. Las placas circulares son preferidas cuando se trata de la transmisión de grandes presiones al cimiento, ya que con ellas se consigue una mejor repartición de fuerzas en todas las direcciones.

Las máquinas fijas de cargas continuas y periódicas se anclan directamente al cimiento, donde los pernos pueden estar sometidos a esfuerzos de tensión, corte o bien esfuerzos combinados. Cuando se tiene el caso de cargas repetidas no rítmicas, como sucede con los pernos que se utilizan para fijar a sus cimientos ciertos tipos de máquinas no sincronizadas, se tiene que tomar en cuenta la fatiga del material.

Para pernos de anclaje se utilizan generalmente barras lisas, sin embargo, una barra de esta clase puede transformarse, en frío o en caliente, en un perno arponado. Estos pernos arponados o corrugados son útiles cuando se tiene que introducir en un orificio hecho posteriormente en el concreto que luego se rellena con lechada de cemento, el diámetro mínimo especificado para el orificio es de 3 pulgadas o bien de 3 a 4 veces el diámetro del perno, la profundidad del orificio deberá ser de 40 a 60 veces el diámetro del perno.

Se debe de tener cuidado de que quede completamente embebido, pues la corrosión afecta al extremo que queda afuera, otro peligro es que se produzcan bolsas de aire que impidan un perfecto enlechado. Conviene rellenar primeramente el orificio con lechada de cemento y después introducir el perno mediante presión hasta dejarlo en la posición correcta.

La posición de los pernos de anclaje regularmente viene especificada en el catálogo del fabricante. Es recomendable que estos pernos sean colocados antes de verter el concreto para el cimiento, y que tengan por lo menos 30 centímetros de longitud, permitiendo así, un mayor grado de resiliencia.

Antes del anclaje de la máquina a la cimentación, deberá verificarse que la cimentación está completamente nivelada. El apoyo de la máquina sobre la cimentación se realiza a través de una placa de asiento de material elástico, una vez colocada la máquina sobre dicho asiento, se comprueba su correcta nivelación en sentido longitudinal y transversal. La nivelación se consigue mediante la colocación de placas de material elástico de espesor variable bajo la base de la máquina, en el lugar de los pernos de anclaje.

El cálculo de pernos de anclaje depende del tipo de esfuerzos a los que son sometidos los mismos.

4.3.1. Pernos sometidos a tensión

Cuando los pernos trabajan a tensión el área de la sección transversal del mismo debe ser suficiente para mantener el esfuerzo de tensión del acero y el anclaje debe ser efectivo.

Para la construcción regularmente se utilizan barras lisas, las fuerzas de tensión en este tipo de barras, depende exclusivamente de la adherencia entre el acero y el concreto. Por otro lado, en los anclajes de barras corrugadas, se desarrollan fuerzas de tensión no solamente por adherencia del acero al concreto, sino también por el anclaje mecánico de sus corrugaciones contra el concreto.

Existen distintos tipos de anclajes construidos con barras lisas entre ellos se encuentran:

- De pata en el extremo, es el tipo de anclaje más común. La pata de este tipo anclaje tiene una doble finalidad, la de mejorar el anclaje y la de evitar el giro del perno. Usualmente la longitud de la pata es de 4 a 6 veces el diámetro del perno y su longitud mínima de 30 veces el diámetro. Su elaboración es sencilla y su costo bajo.
- Perno arponado, se fabrica a partir de barras lisas. Este tipo de perno es de difícil adquisición y su costo es elevado.
- Pernos con cabeza. Pueden lograrse agregando una tuerca y una arandela a la parte embebida en el concreto para resistir la tracción. El área de la arandela se calcula para resistir la carga de tensión en el perno y transmitirla al concreto por aplastamiento.
- Perno U, se utiliza cuando se requiere de un número par de pernos, para garantizar un buen anclaje de tensión.
- Otra solución es la de utilizar dos o más pernos, unidos mediante un canal o angular de acero. Si el canal o angular se diseñan adecuadamente,

constituye un excelente anclaje mecánico; sin embargo, se deben tomar precauciones para garantizar que el concreto penetre debajo del canal o angular.

La resistencia del perno se encuentra determinada por su diámetro y por el material del que se encuentra hecho. La resistencia y el tipo de acero de los pernos se encuentran marcados en alto relieve en la cabeza del mismo.

Para el diseño de pernos a tensión, no se deberá sobrepasar las fuerzas permisibles para las diferentes clases, las cuales se muestran en las tablas XXIII, XXIV y XXV. Los pernos deben de ser como mínimo de calidad A307 (acero estructural) especificado por la ASTM.

Tabla XXIII. **Propiedades mecánicas de los pernos clase métrica según designación DIN**

Clase	3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	6.9	8.8	10.9	12.9	14.9
Denominación antigua	4A	4D	4S	5D	5S	6S	6G	8G	10K	12K	
Resistencia estática $R_m = \sigma_b$ [N/mm ²]	Nominal 300	400	400	500	500	600	600	800	1000	1200	1400
Límite de fluencia $R_{el} = \sigma_s$ [N/mm ²]	Mínima 180	240	320	300	400	480	540				
Límite 0.2% $R_{p0.2\%} = \sigma_{0.2\%}$ [N/mm ²]	Mínima 190	240	340	300	420	480	540				
Trabajo de resiliencia [Joules]				25				30	20	15	
Alargamiento de rotura (probeta corta) [%]	25	22	14	20	10	8	12	12	9	8	7
Dureza Brinell [HB]	Nominal 90	114	124	147	152	181	183	219	295	353	
	Maxima 209	209	209	209	209	238	238	285	363	421	
Dureza Vicker [HV]	Nominal 95	120	130	155	160	190	194	230	310	372	
	Maxima 220	220	220	220	220	250	250	300	382	434	
Dureza Rockwell B [HRB]	Nominal 52	67	71	79	82	89	90				
	Maxima 95	95	95	95	95	99	99				
Dureza Rockwell C [HRC]	Nominal							20	31	38	
	Maxima							30	39	44	









Fuente: www.k2construcciones.com/. Consultado el 5 de noviembre de 2011.

Tabla XXIV. **Materiales para pernos y tuercas y combinación ideal de pernos y tuercas**

Clase	Fabricación del perno			Fabricación de la tuerca							
	Caliente	Frío	Torno	Caliente	Torno	Clase					
3.6	St34	St34	St34KG								
4.6	St37, C15	St34, St37	St34KG, 9S20KG	St37	St37KG, 9S20KG	4					
5.6	St50, C35	Cq22, Cq35	C35KG, 35S20KG	St50, C35	St50KG, 35S20KG	5					
6.8			St50K, C35K	C35, C45	St50K, C35K	6					
8.8	C35, C45	Cq35, Cq45	C35, C45		C35, C45, 35S20	8					
10.9	41Cr4	41Cr4									
12.9	42CrMo4	42CrMo4									
Perno	3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9	12.9	14.9	
Tuerca	4			5			6	8	10	12	14









Fuente: www.k2construcciones.com/. Consultado el 5 de noviembre de 2011.

Tabla XXV. **Propiedades mecánicas según designación SAE**

Grado SAE	Diámetro en pulgadas		Resistencia a la tracción en KPSI	Material	Marca
	Mínimo	Máximo			
1	1/4	1 1/2	60	Acero con bajo contenido de carbono o acero al carbono.	
	1 5/8	4	50		
2	1/4	3/4	74	Acero con bajo contenido de carbono o acero al carbono.	
	7/8	1 1/2	60		
3	1/4	1/2	110	Acero con contenido medio de carbono y trabajado en frío.	
	9/16	5/8	100		
5	1/4	1	120	Acero con contenido medio de carbono, bonificado y revenido.	
	1 1/8	1 1/2	105		
5.1		3/8	85	Acero con contenido medio de carbono, bonificado y revenido, montado con washer.	
5.2	1/4	1	120	Acero martensítico con contenido medio de carbono, bonificado y revenido	
7	1/4	1 1/2	133	Acero aleado con contenido medio de carbono, bonificado y revenido	
8	1/4	1 1/2	150	Acero aleado con contenido medio de carbono, bonificado y revenido	
8.2	1/4	1	150	Acero martensítico con bajo contenido de carbono, bonificado y revenido	

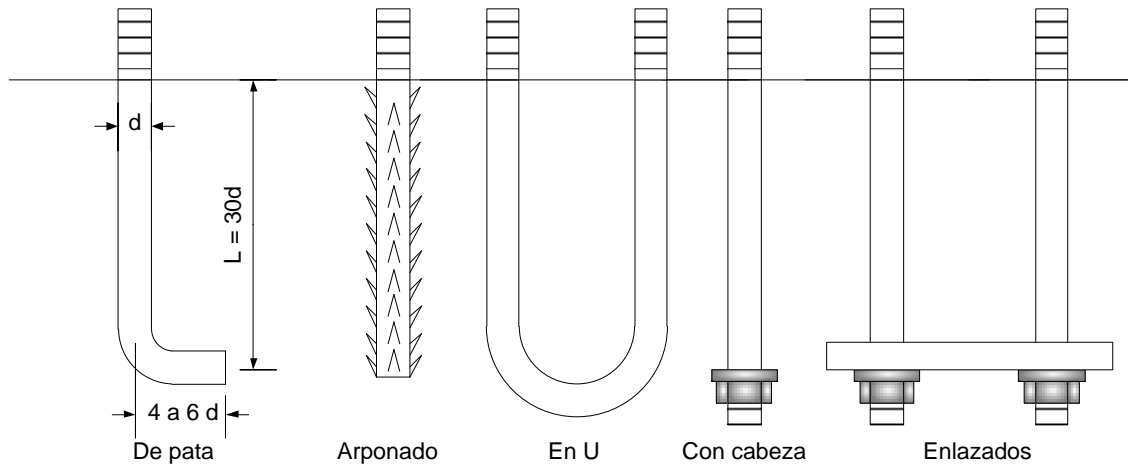
Fuente: www.k2construcciones.com/. Consultado el 5 de noviembre de 2011.

Tabla XXVI. **Propiedades mecánicas según designación ASTM**

Grado SAE	Diametros [pulgadas]		Resistencia a la tracción [KPSI]	Material	Marca
	Mínimo	Máximo			
A307	1/4	1 1/2	60	Acero con bajo contenido de carbono.	
	1 5/8	4	55		
A325 Tipo 1	1/2	1	120	Acero con contenido medio de carbono, bonificado y revenido.	
	1 1/8	1 1/2	105		
A325 Tipo 2	1/2	1	120	Acero martensítico con bajo contenido de carbono, bonificado y revenido	
	1 1/8	1 1/2	105		
A325 Tipo 3	1/2	1	120	Acero resistente al tiempo, bonificado y revenido.	
	1 1/8	1 1/2	105		
A 354 Grado BD	1/4	4	150	Acero aleado, bonificado y revenido	
	1/4	1	120		
A449	1 1/8	1 1/2	105	Acero con contenido medio de carbono, bonificado y revenido.	
	1 3/4	3	90		
	1/4	1 1/2	150		
A490 Tipo 1	1/4	1 1/2	150	Acero aleado, bonificado y revenido	
A490 Tipo 3	1/4	1 1/2	150	Acero resistente al tiempo, bonificado y revenido	

Fuente: www.k2construcciones.com/. Consultado el 5 de noviembre de 2011.

Figura 42. Tipos de anclajes



Fuente: elaboración propia.

4.3.2. Pernos sometidos a corte

Cuando los pernos tienen que resistir esfuerzos cortantes, entran en juego parámetros tales como, el diámetro y la rigidez del perno, la calidad del acero y del concreto.

Un perno diseñado para resistir cargas horizontales en una cimentación, puede fallar de dos maneras: por corte en el acero o por compresión en el concreto. Al analizar el perno trabajado a corte, se puede observar que intervienen en él un bloque compresivo en el concreto y una fuerza horizontal F que se determinad mediante la siguiente igualdad:

$$F = \frac{f_c \cdot \phi \cdot L}{4}$$

Donde:

f_c Esfuerzo de compresión teórico en el concreto

ϕ Diámetro del perno

L Longitud del perno

En la ecuación anterior, se considera al perno como infinitamente rígido y solamente se considera el rango elástico de los materiales; de esta fórmula se puede deducir la longitud mínima adecuada para mantener el valor del esfuerzo de compresión en el concreto dentro de los límites tolerables.

La suposición de rigidez infinita en el perno únicamente es una suposición, pues el perno se deformará bajo carga y de allí que su comportamiento real se diferencie. La diferencia de su comportamiento dependerá de la relación L/d^4 llamada flexibilidad del perno. Al trabajar dentro del rango elástico, los esfuerzos serán proporcionales a las deformaciones, y si el perno es rígido, la distribución de presiones no se apartará demasiado del caso ideal, por lo que la igualdad sigue siendo válida.

La ecuación, es aplicable solamente para pernos que tengan una flexibilidad igual o menor que 35 libras/pulgadas cúbicas.

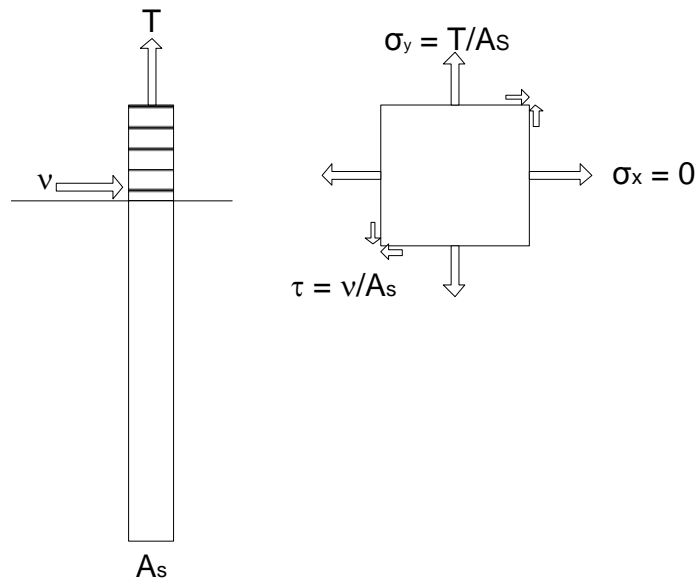
4.3.3. Esfuerzos combinados de tensión y corte en pernos

En las secciones anteriores se analizó el diseño de pernos para resistir esfuerzos de tensión y de corte por separado, sin embargo, en la mayoría de los casos reales se presentan ambos esfuerzos simultáneamente.

Para el diseño, básicamente se hace necesario determinar la sección y la longitud o tipo de anclaje del perno.

Utilizando el círculo de Mohr para la transformación de esfuerzos se tiene:

Figura 43. **Esfuerzos principales**



Fuente: elaboración propia.

Esfuerzos principales

$$\tan(2\varphi) = \frac{\tau}{\frac{1}{2} \cdot (\sigma_x - \sigma_y)} = \frac{\frac{v}{A_s}}{-\frac{T}{2 \cdot A_s}} = -\frac{2v}{T} \quad (\text{XV})$$

$$\sigma_{permissible} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \left[\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \right] \cdot \cos 2\varphi + \tau \cdot \sin 2\varphi$$

$$\sigma_{permissible} = \frac{T}{2A_s} \cdot (1 - \cos 2\varphi) + \frac{V}{A_s} \cdot \sin 2\varphi$$

Esfuerzo de corte máximo

$$\tan(2\varphi) = -\frac{\frac{1}{2} \cdot (\sigma_x - \sigma_y)}{\tau} = -\frac{\frac{T}{2 \cdot A_s}}{\frac{v}{A_s}} = -\frac{2T}{v} \quad (\text{XV})$$

$$\tau_{\text{permisible}} = -\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \cdot \sin 2\varphi + \tau \cdot \cos 2\varphi$$

$$\tau_{\text{permisible}} = \frac{T}{2A_s} \cdot \sin 2\varphi + \frac{v}{A_s} \cdot \cos 2\varphi$$

Luego de determinar el área necesaria para mantener los esfuerzos en el perno dentro de los límites permisibles, se adopta el mayor de estos datos obtenidos. Este se compara con los valores de área de pernos comerciales, y si estuviese entre dos valores, se toma el inmediato superior y así se especifica en los detalles constructivos.

Para determinar la longitud del perno, se deberán satisfacer las siguientes condiciones:

- Si el perno es corrugado se calcula una longitud de desarrollo (cap 12 Aci 318-77) para mantener el esfuerzo de tensión por adherencia con el concreto. si el perno fuera liso se le debe de proveer de un anclaje mecánico adecuado.
- Se calcula una longitud para mantener el esfuerzo de compresión en el concreto dentro de los límites aceptables, utilizando para ello el procedimiento descrito en la sección de pernos sometido a corte.

De estas dos condiciones se adopta la mayor longitud. Hay que hacer notar que si se controla la longitud pedido por el inciso *a)* esta puede dar una flexibilidad mayor de 35 libras/pulgadas cúbicas. No así para el inciso *b)* pudiendo aumentar el diámetro del perno para cumplir con este requisito.

4.4. Medidas de seguridad de operación del equipo

La sobrepresión es uno de los principales problemas que afectan y provocan serios daños en el equipo térmico, por ello este apartado tratará sobre los medios comunes utilizados para controlar este problema. Dentro de estos dispositivos es posible mencionar las válvulas de alivio y discos de ruptura.

4.4.1. Válvulas de alivio

Son válvulas cuya función es la liberación de la sobrepresión. La operación de las mismas consiste en que cuando en el equipo térmico se alcanzan presiones mayores a las de diseño, estas se abren permitiendo la evacuación de cierta cantidad de vapor y de esa manera se reduce la presión hasta un punto igual o más bajo al de diseño.

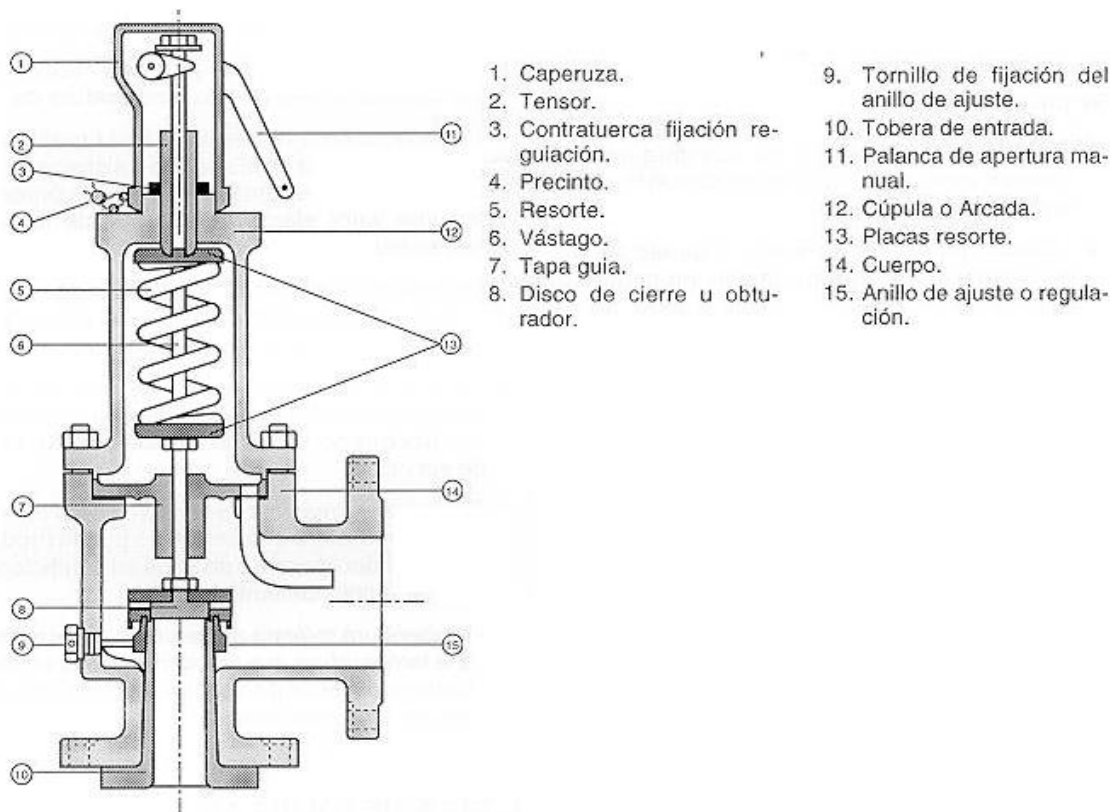
Las válvulas de seguridad deberán tener la capacidad de desahogar todo el vapor necesario de manera tal que la presión no aumente más del 10% sobre la presión máxima permisible de trabajo. La descarga de la válvula se deberá realizar libremente hacia la atmósfera, con el menor estrangulamiento posible.

Cuando la velocidad de evacuación de vapor no sea suficientemente rápida de manera que no se pueda impedir la súbita elevación de presión, se deberá colocar una segunda válvula de alivio calibrada a una presión de un 3

por ciento mayor a la de la primera, de manera que esta solo se active en el momento en que la capacidad de la primera sea sobrepasada.

Algunos de los elementos más comunes e importantes de las válvulas de alivio se presentan en la figura 44.

Figura 44. **Componentes de la válvula de seguridad**

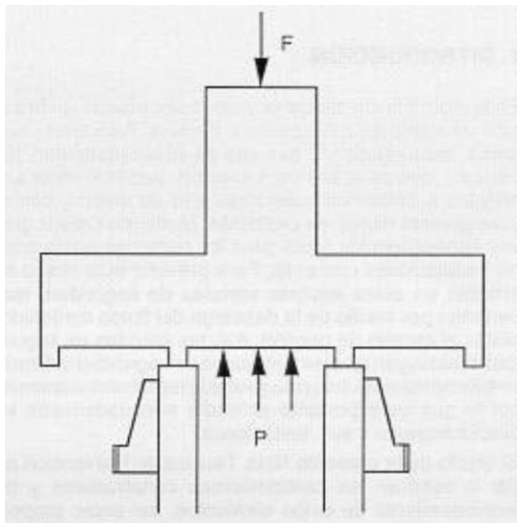


Fuente: Ministerio de trabajo y asuntos sociales España / Instituto de seguridad e higiene en el trabajo. NTP 342: Válvulas de seguridad (I): características técnicas. p. 2.

Las válvulas de alivio de presión se diseñan para la apertura y liberación del aumento de la presión interna del fluido, por exposición a condiciones anormales de operación o a emergencias.

El principio de funcionamiento de las válvulas de alivio se basa en la actuación por la energía de la presión estática. Cuando en el sistema se produce un aumento en la presión interna y hasta el punto de haber alcanzado la presión de tarado, la fuerza ejercida por el muelle es equilibrada por la fuerza sobre el área del disco de cierre (figura 45).

Figura 45. **Disco de cierre**



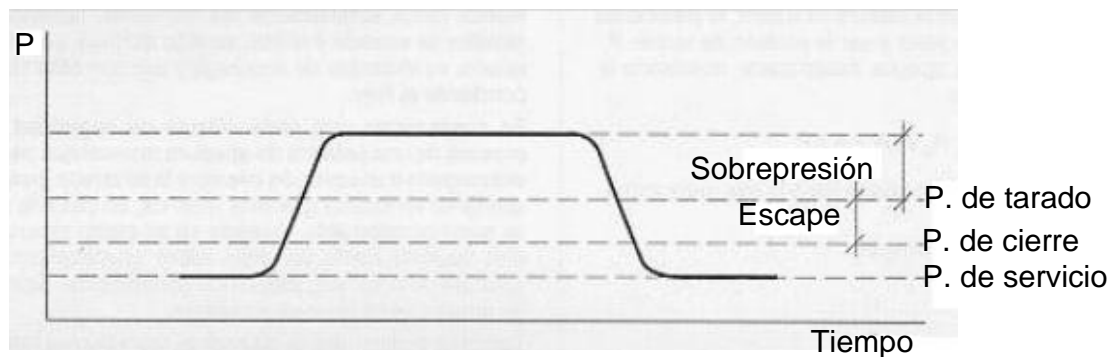
F: Fuerza ejercida por el muelle
P: Presión interna

Fuente: Ministerio de trabajo y asuntos sociales España / Instituto de seguridad e higiene en el trabajo, NTP 342: Válvulas de seguridad (I): características técnicas. p. 3.

A partir de este punto, un pequeño aumento en la presión producirá el levantamiento del disco de cierre y dará paso a la salida del fluido. Si se tratase del caso de una válvula de alivio de apertura instantánea, el disco de cierre se separará repentina y totalmente; pero en cambio si fuese una válvula de alivio de presión, la válvula se abrirá proporcionalmente al incremento de presión producido.

Cuando la presión disminuye, la válvula se cierra a una presión ligeramente inferior a la presión de tarado como consecuencia de la energía cinética del fluido de escape. La figura 46 ilustra los distintos niveles de presión durante el funcionamiento de normal de la válvula de alivio.

Figura 46. **Diagrama de la evolución de la presión en la apertura y cierre de la válvula de alivio**



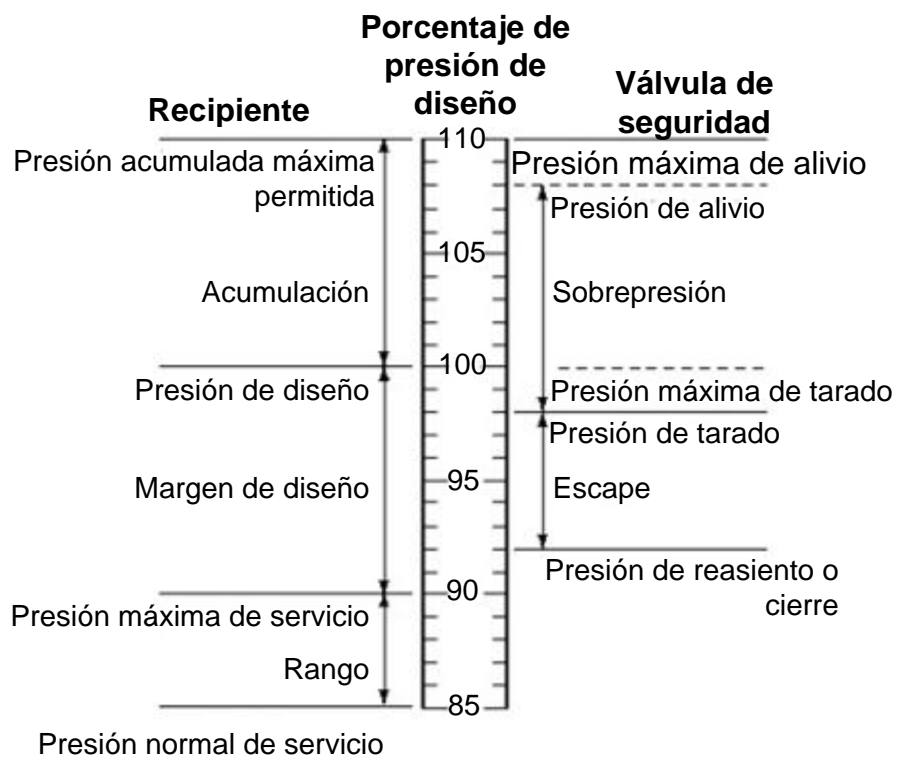
Fuente: Ministerio de trabajo y asuntos sociales España / Instituto de seguridad e higiene en el trabajo. NTP 342: Válvulas de seguridad (I): características técnicas. p. 3.

El dimensionamiento del conjunto de válvulas que protegen el equipo, deberá ser tal que permita la liberación de la cantidad de fluido necesaria para que el aumento de la presión no exceda más allá del 10 por ciento de la presión de tarado en las condiciones más desfavorables posibles.

No es conveniente que la presión de tarado sea igual o muy cercana a la presión de servicio, ya que de ser así, se abrirían y cerrarían continuamente las válvulas.

El tarado de las válvulas dependerá de las características del resorte y de las condiciones de operación, a través de la contrapresión existente, presión y temperatura correspondiente a su servicio.

Figura 47. **Régimen de presiones para una válvula de seguridad con sobrepresión del 10%**



Fuente: Ministerio de trabajo y asuntos sociales España / Instituto de seguridad e higiene en el trabajo. NTP 510: Válvulas de seguridad: selección. p. 2.

Las válvulas de alivio se suelen clasificar según distintos criterios:

Según su actuación

- Válvulas de actuación directa: son válvulas cargadas axialmente, que al alcanzar la presión de tarado abren automáticamente debido a la acción del fluido a presión sobre el cierre de la válvula.
- Válvulas de actuación indirecta: son válvulas accionadas por piloto. Deben actuar debidamente sin ayuda de ninguna fuente exterior de energía.
- Válvulas equilibradas

Según su elevación

- Válvula de seguridad de apertura instantánea: cuando se supera la presión de tarado, la válvula se abre repentina y totalmente.
- Válvulas de alivio de presión: cuando se supera la presión de tarado, la válvula abre proporcionalmente al aumento de presión.

Según su agrupación

- Válvulas de seguridad sencilla: son las que se alojan en su cuerpo a un solo asiento de válvula.
- Válvulas de seguridad doble o múltiple: son las que alojan en su cuerpo dos o más asientos de válvulas.

Según su conexión

- Embridadas
- Roscadas
- Soldadas

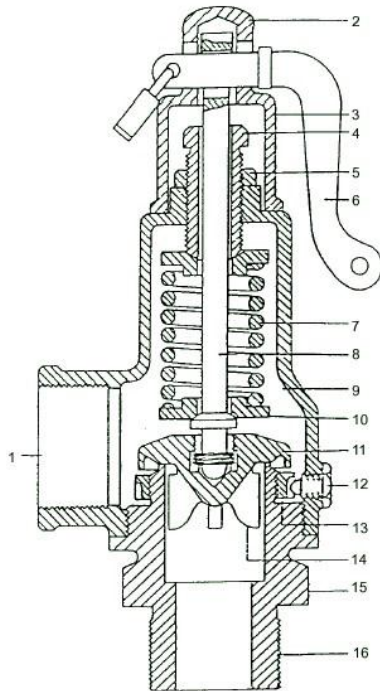
La selección de una válvula de seguridad implica la decisión de emplear una válvula convencional o una equilibrada. El parámetro decisivo es la presión en la boca de salida. Si la contrapresión absoluta es variable y si además excede el 10% de la presión absoluta de tarado, se deberá emplear la válvula de seguridad equilibrada.

Para las condiciones de trabajo del sistema de distribución de vapor del Departamento de Nutrición y Dietética, las válvulas de acción directa constituyen una buena alternativa.

Válvulas de acción directa

Las válvulas de acción directa también son conocidas como válvulas convencionales. Este tipo de válvula se caracteriza porque la resistencia a la apertura es generada por una acción mecánica directa de la propia válvula.

Figura 48. **Detalle de válvula de acción directa**



1. Boca de salida lateral.
2. Caperuza.
3. Sombrero o bonete.
4. Tornillo de ajuste.
5. Tuerca de fijación del ajuste.
6. Palanca de apertura manual.
7. Resorte.
8. Husillo o vástago.
9. Cuerpo.
10. Placa del extremo del resorte.
11. Disco de cierre de la válvula.
12. Tornillo de fijación del anillo de ajuste.
13. Anillo de ajuste del escape.
14. Elemento de guiado en parte inferior.
15. Asiento.
16. Conexión roscada al recipiente.

Fuente: Ministerio de trabajo y asuntos sociales España / Instituto de seguridad e higiene en el trabajo. NTP 510: Válvulas de seguridad: selección. p. 3.

Las válvulas de acción directa pueden ser divididas en:

Válvula de seguridad de acción o presión directa

Estas válvulas son cargadas axialmente y al momento de alcanzarse una presión prefijada de tarado se abren automáticamente debido a la acción del fluido o presión sobre el disco de cierre de la válvula. La carga debida a la presión del fluido por debajo del disco de cierre de la válvula está contrarrestada sólo por una carga mecánica directa tal como un resorte, un

peso o una palanca y peso. Es el tipo más sencillo y de uso común sin características especiales.

Válvula de seguridad convencional

Es una válvula en la que la presión de tarado está afectada por cambios en la contrapresión superpuesta. Esta válvula comúnmente se utiliza en la industria química de procesos. Es una válvula que se mantiene cerrada por la acción de un muelle con una boquilla de apertura total debajo del asiento, con sombrerete o bonete abierto o cerrado rodeando el resorte y unos anillos de ajuste para variar el intervalo entre la presión de tarado y de reasiento.

La parte exterior del disco de cierre de la válvula (parte que no está en contacto con el fluido del recipiente a presión) está sometida a la contrapresión existente a la salida de la válvula, por lo que la fuerza aplicada por el muelle debe equilibrarse con las fuerzas ocasionadas por la presión de tarado y la contrapresión.

Si la contrapresión varía, también lo hará la presión de tarado y esto puede ser inconveniente por lo que el empleo de válvulas de seguridad convencionales se reserva para las aplicaciones en que la contrapresión no supera el 10 por ciento de la presión de tarado. El efecto de contrapresión sobre la presión de disparo varía según el sombrerete ventee a la atmósfera o a la boca de descarga de la propia válvula.

Cuando la contrapresión excede el 10 por ciento, es recomendable utilizar válvulas de seguridad equilibradas que permiten contrapresiones de hasta el 50 por ciento de la presión absoluta de tarado.

Número de válvulas y capacidad de alivio

Como principio general se considera que el conjunto de válvulas instaladas en un equipo no deberán permitir que la presión en el interior del sistema exceda del 10 por ciento de la presión de precinto en las condiciones más desfavorables posibles. Dicha capacidad de alivio puede ser conseguida con una o con varias válvulas de inferior tamaño. Una razón para la instalación de varias válvulas de alivio en un equipo, es además de conseguir la capacidad de alivio deseada, un mayor nivel de seguridad.

Las válvulas a utilizar en el sistema serán de tipo resorte y no se deberá permitir el uso de válvulas de peso directo ni de palanca con contrapeso. En los equipos protegidos se deberán instalar al menos dos válvulas de alivio independientes.

Cuando en el sistema se trabaje con vapor sobrecalentado, se deberá utilizar válvulas de apertura instantánea.

La capacidad de alivio de las válvulas será como mínimo igual al máximo caudal de vapor para el que ha sido diseñado el equipo, correspondiendo al 15 por ciento de esta capacidad, al menos, a la válvula de seguridad situada a la salida del equipo.

Dimensionado de válvulas de alivio

Luego de haber determinado la presión de tarado y la capacidad o caudal de alivio de la válvula necesaria para el equipo o sistema donde se va a instalar, es necesario especificar el dimensionamiento de las válvulas para que sean

capaces de aliviar ese caudal determinado a la presión de tarado, para una sobrepresión prefijada y una contrapresión dada por la instalación.

La sección de la válvula de seguridad para el caso de vapores y gases se determina mediante la siguiente expresión:

$$A = \left[\frac{Q}{(0.76 \cdot C \cdot K \cdot K_b \cdot P_1)} \right] \cdot \left[\frac{(Z \cdot T)}{M} \right]^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

- A Superficie neta de descarga de la válvula de seguridad, en cm².
- Q Caudal de alivio en kg/h. Se considerará el máximo en condiciones más desfavorables.
- C Coeficiente definido en función de la relación $n = C_p / C_v$

$$C = 520 \cdot \sqrt{n \cdot \left(\frac{2}{n+1} \right)^{\frac{n+1}{n-1}}}$$

- K Coeficiente de descarga

$$K = \frac{\text{Caudal real}}{\text{Caudal teórico}}$$

- K_b Coeficiente de descarga para fluidos distintos a los hidrocarburos utilizar 1.

- P_1 Presión en bar absolutos

$$P_1 = P_{\text{tarado}} + \text{Sobrepresión} + \text{Contrapresión} + 1.01325$$

- M Peso molecular en gramos / mol

- T Temperatura del fluido absoluta en grados Kelvin

- Z Factor de compresibilidad del gas en las condiciones de presión y temperatura de alivio.

Consideraciones generales antes de la instalación

Las válvulas de alivio deberán estar instaladas en todos aquellos equipos o sistemas que trabajen con fluidos a presión, para protegerlos contra sobrepresiones debido a condiciones anormales de operación y debido a situaciones de emergencia.

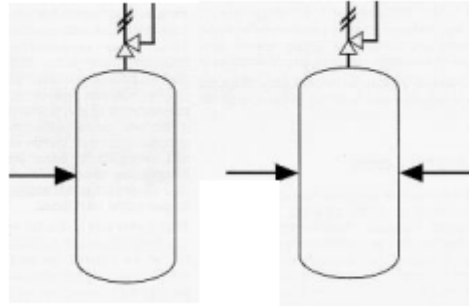
Una cuestión importante es la ubicación y el adecuado dimensionado de las válvulas en los equipos donde están instaladas y se tiene que tener en cuenta las posibles modificaciones posteriores al sistema.

Nunca se deberá instalar una válvula de seguridad cerca de medidores de caudal que regulen las condiciones de operación del sistema, ya que en el caso de que la válvula se abra, la medición del caudal sería incorrecta.

Cada vez que se produzca una modificación tanto de las instalaciones como de las condiciones de operación del sistema, se deberán verificar la idoneidad de la presión de trabajo y la capacidad de alivio de las válvulas de seguridad. A continuación se presentan algunos ejemplos.

Ejemplo 1, la válvula de seguridad originalmente fue diseñada para aliviar todo el caudal de entrada con las líneas de salida cerradas, pero posteriormente se modifica el sistema añadiendo una tubería de entrada adicional y en determinados momentos las dos son utilizadas simultáneamente, al momento de ocurrir tal situación queda evidenciado que la capacidad de alivio de la válvula sería muy pequeña.

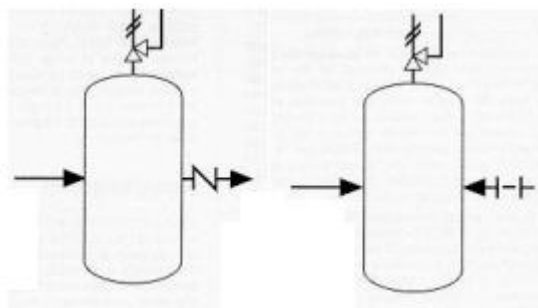
Figura 49. **Modificación del sistema (I)**



Fuente: Ministerio de trabajo y asuntos sociales España / Instituto de seguridad e higiene en el trabajo. NTP 342: Válvulas de seguridad (I): características técnicas. p. 7.

Ejemplo 2, la válvula de alivio se diseña asumiendo que la válvula de retención impide un posible retorno del flujo de salida, si este fuera el caso, al momento de ocurrir un fallo en la válvula de retención, es posible el retorno del flujo de salida, produciendo así una sobrecarga en el sistema, para lo cual la válvula de alivio se encontraría infradimensionada.

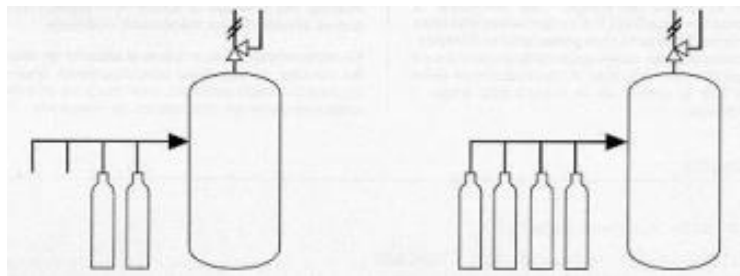
Figura 50. **Modificación del sistema (II)**



Fuente: Ministerio de trabajo y asuntos sociales España / Instituto de seguridad e higiene en el trabajo. NTP 342: Válvulas de seguridad (I): características técnicas. p. 7.

Ejemplo 3, el sistema se diseña asumiendo que será alimentado únicamente por dos líneas simultáneamente, aunque bien el sistema tiene conexión para cuatro líneas. Transcurre el tiempo y se hace necesaria la ampliación del sistema de alimentación por lo que se conectan dos líneas adicionales, en este caso es evidente que la válvula de alivio original ya no es apropiada.

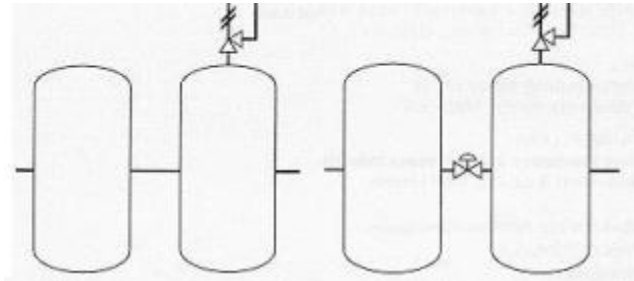
Figura 51. **Modificación del sistema (III)**



Fuente: Ministerio de trabajo y asuntos sociales España / Instituto de seguridad e higiene en el trabajo. NTP 342: Válvulas de seguridad (I): características técnicas. p. 8.

Ejemplo 4, dos equipos se encuentran conectados por una línea sin ninguna restricción, para la protección de ambos se ha instalado una válvula de seguridad a las salida del segundo equipo. Con el tiempo se coloca una válvula de aislamiento en la línea que conecta ambos equipos, al momento de ocurrir tal situación el primer equipo carecerá de la protección de la válvula de alivio.

Figura 52. **Modificación del sistema (IV)**



Fuente: Ministerio de trabajo y asuntos sociales España / Instituto de seguridad e higiene en el trabajo. NTP 342: Válvulas de seguridad (I): características técnicas. p. 7.

Es importante que no se produzcan acumulaciones de condensado en la tubería de escape de la válvula, ya que este puede obstruir la salida de la misma.

Si el equipo o sistema se encontrase protegido por una única válvula de alivio, se deberá evitar la instalación de una válvula de cierre entre el equipo o sistema y la válvula de seguridad, pues el posible cierre ocasional de la válvula de cierre produciría la anulación de la válvula de seguridad.

No obstante, en el caso de que se prevea la revisión constante de la válvula de seguridad para proceder a su mantenimiento o asegurar su conservación sin necesidad de interrumpir un proceso continuo, es conveniente instalar varias válvulas de seguridad en paralelo, siendo como mínimo dos, cada una de las mismas con su correspondiente válvula de cierre. De esta forma es posible el cierre de la línea y la ejecución de las operaciones de mantenimiento sin la necesidad de detener el proceso o que el equipo quede sin protección. En cualquier caso, las válvulas de seguridad no bloqueadas

deberán tener entre todas ellas la capacidad de descarga necesaria para el equipo o sistema que protegen.

Si se utilizará el método anteriormente descrito se recomienda utilizar una válvula de cierre de varios pasos, de manera que si se cierra la vía de la válvula que se va a dejar fuera de servicio, quede abierta la vía de la otra u otras válvulas; o bien se puede utilizar algún mecanismo que impida el bloqueo simultáneo de todas las válvulas.

Marcado de las válvulas de seguridad

Cada válvula deberá llevar incorporado permanentemente las siguientes marcas:

- Nombre del fabricante
- Tamaño nominal de entrada y salida
- Sentido del flujo
- Coeficiente de descarga
- Sección neta correspondiente de flujo
- Presión de tarado

Montaje

El desempeño de las válvulas de seguridad después de montadas, puede ser afectado por una instalación defectuosa o por la utilización de tuberías inadecuadas. La mala instalación de las válvulas de alivio, puede llevar a su destrucción, además de dar lugar a peligrosos daños sobre las instalaciones y equipo protegidos.

Cada equipo protegido mediante válvulas de alivio, deberá considerarse independiente y ser conectado convenientemente al elemento de alivio de presión.

Las válvulas de seguridad deberán montarse sobre conexiones planas. En las válvulas embridadas, es importante una adecuada elección de las juntas ya que estas, bajo determinadas condiciones de presión y temperatura, podrían llegar a reducir la sección de paso de la válvula, así como también realizar un correcto y uniforme apretado de los pernos. En las válvulas roscadas se deberá tener especial cuidado en no doblar los maguitos roscados durante el montaje.

Al finalizar la instalación de las nuevas válvulas, se debe verificar que en estas no existan fugas y se deberá comprobar su funcionamiento mediante el uso de un manómetro calibrado.

El tarado de las válvulas se deberá realizar en las condiciones de fluido, presión y temperatura correspondiente a su servicio, y posteriormente precintar el órgano de regulación de la presión de tarado para impedir su manipulación posterior.

Las válvulas de seguridad deben estar provistas de tuberías de escape independientes, las cuales deberán tener al menos una sección igual a la de la salida de la válvula, ya que la reducción en el paso de la tubería de salida producirá un aumento de presión tras la válvula, lo que influirá en el comportamiento de esta.

Es importante no generar una excesiva contrapresión cuando se instalen silenciadores, filtros u otros accesorios que puedan restringir el paso en la tubería de salida. El diseño de las tuberías deberá ser tal manera que sea lo

más corto posible y con el mínimo de codos probables, produciendo una descarga segura, en un punto donde no ocasione deterioro a otros equipos y donde no circulen personas.

La tubería de escape deberá estar dispuesta y apoyada de forma que no transmita esfuerzos ni vibraciones a la válvula.

4.4.2. Discos de ruptura

Condiciones de utilización

Aunque las válvulas de seguridad son los dispositivos de alivio de presión más utilizados, en ciertas circunstancias no pueden dar una completa protección, entonces se debe considerar la instalación de discos de ruptura.

Los discos de ruptura son dispositivos de alivio de presión accionados por la diferencia de presión entre el interior y exterior y se diseñan para funcionar por estallido o venteo.

Las condiciones que deciden la instalación de discos de ruptura en lugar de válvulas de alivio son:

- Aumento rápido de la presión
- Existencia de fluidos tóxicos cuyo escape por una válvula de seguridad no está permitido.
- Fluidos corrosivos que puedan causar un deterioro progresivo de las válvulas de seguridad.

- Fluidos que puedan depositar sólidos o gomas que interfieran el buen funcionamiento de las válvulas de seguridad.

Las principales ventajas de los discos de ruptura son que estos dispositivos aíslan completamente el fluido del lado externo de descarga y son económicos en cuanto a su adquisición y mantenimiento.

En contrapartida sus inconvenientes principales son la imposibilidad de nuevo cierre y la necesidad de detención del proceso en caso de ruptura, para la reposición de uno nuevo. Este último se puede superar mediante la combinación de un disco de ruptura y una válvula de seguridad o bien por la instalación de dos discos de ruptura en paralelo.

Otros de los inconvenientes de los discos de ruptura son:

- Requieren un margen mayor entre la presión de funcionamiento y la presión de diseño del recipiente a proteger.
- La existencia de pulsaciones de presión puede ocasionar fallos prematuros del disco si la presión de funcionamiento está demasiado cerca de la presión de estallido del disco.
- Al ser dispositivos de presión diferencial, son sensibles a los cambios de contrapresión (presión estática existente a la salida de una válvula de seguridad o en la cara exterior del disco de ruptura).

Clasificación y selección

Existen distintos tipos de discos de ruptura entre los cuales se pueden mencionar:

- Abovedado
- Abovedado invertido
- Plano
- Monobloque

Las condiciones que afectan la selección de los discos de ruptura son:

- Posición del disco de ruptura en el sistema de alivio
- Fase líquida o gaseosa
- Presiones requeridas de trabajo y de estallido
- Ratio de operación
- Temperaturas y presiones uniformes, pulsantes o cíclicas del lado del proceso.
- Temperatura real a que está sometido el disco
- Existencia de condiciones corrosivas, polimerizaciones u otras especiales
- Contrapresión o vacío que debe soportar el disco

El disco abovedado convencional es el tipo básico, pero su aplicación queda limitada a situaciones sencillas sin pulsaciones de presión y con un margen amplio (30 por ciento o más) entre la presión de trabajo y la de diseño.

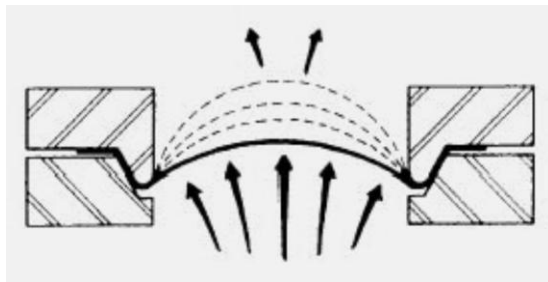
Se debe considerar la utilización de los tipos abovedado invertido y compuesto ranurado en las situaciones más exigentes que comportan:

- Disco sometido a presión pulsante
- El margen disponible entre la presión de trabajo y la presión de diseño obliga a una tolerancia estrecha de la presión de estallido.
- Vida útil de trabajo (más de 2 años)
- Utilización del disco en serie con una válvula de seguridad

A. Discos de ruptura abovedado convencional

Es un disco de ruptura en forma bombeada con su superficie cóncava enfrentada a la presión de estallido y diseñado para fallar por tensión.

Figura 53. **Disco de ruptura abovedado convencional**



Fuente: Ministerio de trabajo y asuntos sociales España / Instituto de seguridad e higiene en el trabajo. NTP 456: Discos de ruptura (I): características. p. 3.

El disco convencional puede ser de forma abovedada sencilla, compuesta y ranurada. El disco abovedado sencillo es de un espesor uniforme en todo su diámetro, mientras que el disco compuesto se compone de capas múltiples con una las mismas con líneas ranuradas para reducir la resistencia y controlar la presión de estallido. Otra capa hace de sellado, normalmente se construye de teflón y ofrece una mayor resistencia a la corrosión. El disco abovedado ranurado consta de un elemento único similar al sencillo pero con unas ranuras

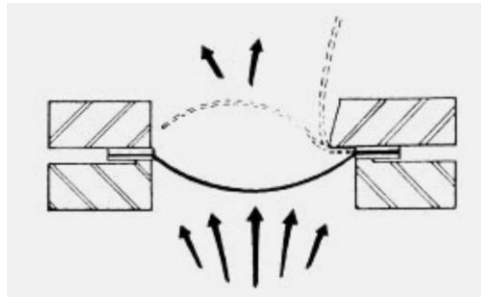
o incisiones en el lado exterior del proceso. El disco con líneas ranuradas es más robusto y menos susceptible a daños que el abovedado sencillo.

El disco se coloca en una montura. Requiere un apoyo para presión inversa en caso de que no sea suficientemente fuerte para resistirla. Ese apoyo debe estar unido de forma permanente al disco de ruptura o diseñado de tal forma que sólo se puede instalar del lado correcto del disco.

B. Disco de ruptura abovedado invertido

Es un disco de ruptura en forma bombeada con su superficie convexa enfrentada a la presión de estallido y diseñado para falla por fuerzas de pandeo, flexión o cizalladura.

Figura 54. **Disco de ruptura abovedado invertido**



Fuente: Ministerio de trabajo y asuntos sociales España / Instituto de seguridad e higiene en el trabajo. NTP 456: Discos de ruptura (I): características. p. 4.

El disco de ruptura abovedado invertido es normalmente varias veces más grueso que el disco convencional, por lo que puede resistir niveles superiores de presión invertida o contrapresión y vacío sin necesidad de un soporte para ello.

Manipulación general

Es esencial seguir las instrucciones del fabricante sobre la manipulación, instalación, mantenimiento o sustitución. Un disco de ruptura es una pieza de equipo sensible que se puede dañar fácilmente por un tratamiento duro y frecuentemente se instala incorrectamente. Muchos fallos prematuros se pueden atribuir a una manipulación o una instalación incorrecta y a condiciones de operación no especificadas.

En aplicaciones con temperaturas elevadas el disco de ruptura se puede proteger con una pantalla contra el calor.

Para realizar un buen montaje de un disco de ruptura se debe prestar atención a las etiquetas de seguridad fijadas en las monturas que sirven para dos propósitos:

- Identificar de forma única el montaje
- Evitar el montaje incorrecto del disco en la montura

Un accesorio de seguridad a instalar en los discos de ruptura es un cable integrado de señalización con central de alarma, de modo que al romperse el disco se interrumpe el paso de corriente y la central da aviso acústico o visual y detiene el proceso.

Dimensionado de discos de ruptura para gases y vapores

Considerando la presión absoluta en el interior del recipiente (P) y la presión absoluta exterior o contrapresión (P_b), cuando $P_b/P = 1$ no hay fluido. Al incrementar la presión p, el flujo va aumentando y decrece la razón P_b/P hasta llegar a un valor crítico que se llama razón crítica:

$$P_{crit} = \left[\frac{2}{n+1} \right]^{\frac{n}{n-1}}$$

Siendo $n = c_p/c_v$ la razón de calores específicos a presión y volumen constante. En este punto el flujo alcanza la velocidad del sonido. El flujo sónico (condiciones críticas) se da cuando $P_b/P < P_{crit}$ y el subsónico (condiciones subcríticas cuando $P_b/P > P_{crit}$.

El área de la sección del disco de ruptura para fluidos compresibles a velocidad subsónica, derivada de la mecánica de fluidos es:

$$A_0 = 3.469 \left[\frac{Q}{C \cdot K_b \cdot \alpha} \right] \left[\frac{v}{p} \right]^{\frac{1}{2}}$$

O su equivalente:

$$A_0 = \left[\frac{Q}{C \cdot K_b \cdot \alpha \cdot P} \right] \left[\frac{T \cdot Z}{M} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (ISO 6718: 1991)$$

Donde:

A_0 Área del disco de ruptura (mm^2)

$$C = 3.948 \cdot n \cdot \left[\frac{2}{(n+1)^{\frac{n+1}{n-1}}} \right]^{\frac{1}{2}}$$

K_b Factor de corrección que reduce la capacidad de descarga debido a incrementos de la presión. Para un flujo crítico $K_b = 1$. Dicho factor se calcula de la siguiente manera.

$$K_b = \frac{\left[\frac{2n}{n-1} \cdot \left[\left(\frac{P_b}{P} \right)^{\frac{2}{n}} \left(\frac{P_b}{P} \right)^{\frac{n+1}{n}} \right] \right]}{\left[n \cdot \left(\frac{2}{n+1} \right)^{\frac{n+1}{n-1}} \right]^{\frac{1}{2}}}$$

O bien a través de la tabla de la sección de anexos.

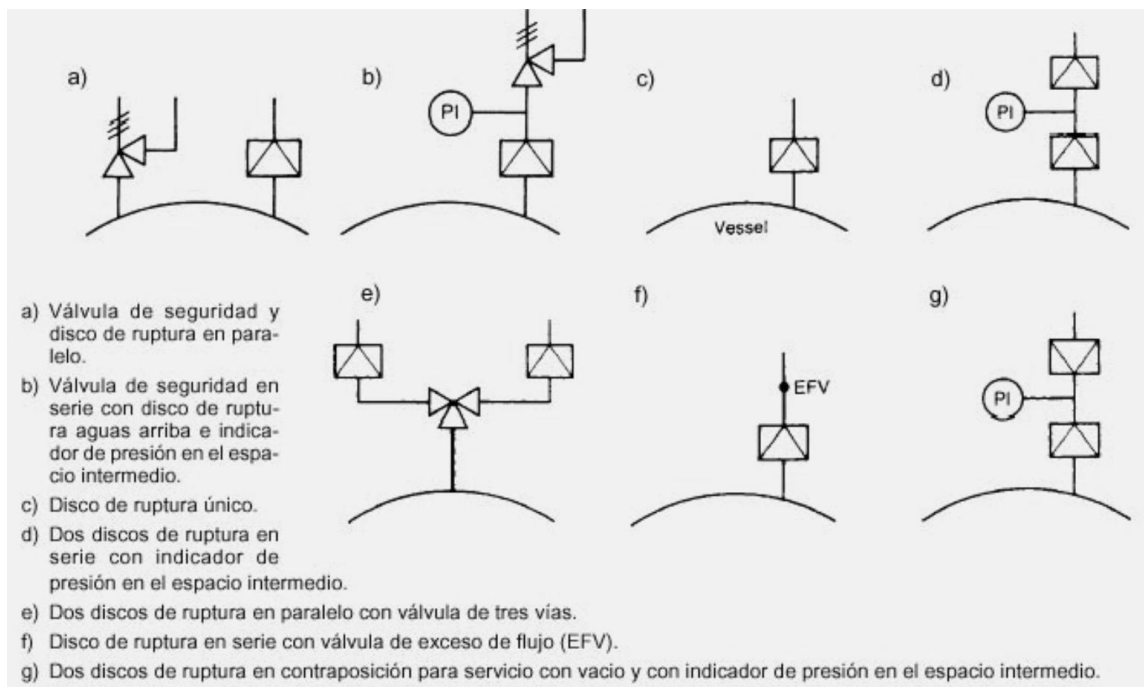
- n Exponente isentrópico $n = c_p/c_v$
- M Masa molecular kg/kmol
- P Presión de alivio en bar absolutos
- P_b Contrapresión inmediata agua abajo del área de la sección transversal mínima en bar absolutos
- Q Flujo máximo a descargar o la capacidad requerida de descarga del disco de ruptura en kg/h
- T Temperatura absoluta de alivio en K
- v Volumen específico a la presión y temperatura de alivio en m^3/Kg
- Z Factor de compresibilidad (ver figura de sección de anexos)
- α Coeficiente de descarga. Para distintas configuraciones, se requieren su determinación mediante ensayos. El coeficiente establecido experimentalmente deberá multiplicarse por 0,9 antes de aplicar las fórmulas de cálculo.

4.4.3. Combinación de dispositivos de alivio de presión

Para superar alguna de las desventajas del empleo de un solo dispositivo de alivio de presión está permitida la combinación de ellos que generalmente será una válvula de seguridad y un disco de ruptura. En este caso la determinación de la presión de tarado y la capacidad de caudal de descarga es más crítica que con dispositivo único y el disco de ruptura no debería afectar negativamente al funcionamiento de la válvula de seguridad ni imponer una presión excesiva al equipo o sistema protegido.

Existen diversas disposiciones alternativas de combinación, cuyas aplicaciones se describen a continuación.

Figura 55. **Combinaciones de válvulas de seguridad y discos de ruptura**



Fuente: Ministerio de trabajo y asuntos sociales España / Instituto de seguridad e higiene en el trabajo. NTP 456: Discos de ruptura (I): características. p. 7.

4.4.3.1. Válvula de seguridad y disco de ruptura en paralelo

En esta combinación el disco de ruptura se instala para conseguir distintos objetivos:

- Como protección adicional cuando haya duda sobre la eficacia de la válvula de seguridad. En este caso el disco y la válvula de seguridad se dimensionarán para el mismo caudal de alivio. La presión de estallido mínima del disco también debería ser igual a la presión de tarado de la válvula de seguridad.
- Para proporcionar capacidad de caudal de descarga adicional, cuando sea impracticable la instalación de una válvula de seguridad de mayor diámetro o la válvula de seguridad está diseñada para una contingencia más probable y el disco de ruptura para una contingencia rara. En este caso la presión de tarado de la válvula de seguridad debe ser ligeramente inferior que la presión mínima de estallido del disco.
- Para proporcionar un alivio instantáneo de presión en el caso de un aumento de presión demasiado rápido para la válvula de seguridad en solitario.

4.4.3.2. Disco de ruptura en serie aguas arriba de la válvula de seguridad

Este es la configuración más comúnmente utilizada. Esta combinación puede tener asimismo varios objetivos:

- Proteger la válvula de seguridad contra condiciones en el sistema de presurizado que pueden afectarla por su naturaleza corrosiva, formar incrustaciones o crear problemas.
- Evitar fugas por la válvula de seguridad
- Evitar la pérdida total del contenido después del estallido de un disco de ruptura.

Para la aplicación de esta combinación son necesarias las siguientes condiciones:

- La presión máxima de estallido no deberá exceder la presión de diseño del sistema a proteger.
- El área de sección de descarga del disco de ruptura no deberá ocasionar restricción a la entrada de la válvula de seguridad.
- El espacio entre el disco y la válvula de seguridad deberá estar controlado para detectar cualquier aumento de presión debido a fugas en una u otra dirección. El dispositivo de control deberá ser como mínimo un manómetro localizado en esa posición, pero preferiblemente se deberá contar con un indicador de presión y una alarma de alta presión independiente permanentemente vigilada. El espacio entre el disco y la válvula de seguridad también deberá estar venteado a un lugar seguro. En el venteo se puede instalar una válvula de exceso de flujo para evitar la pérdida del contenido del recipiente en caso de estallido.

- La entrada de la válvula de seguridad deberá estar protegida contra restos de un disco roto.
- La capacidad de descarga de la combinación deberá considerarse un 0,9 de la capacidad de descarga certificada de la válvula de seguridad sola.

4.4.3.3. Disco de ruptura en serie aguas abajo de la válvula de seguridad

En este caso el objetivo es proteger la válvula de seguridad contra condiciones agresivas por el lado del sistema de descarga y evitar fugas. En esta disposición es esencial lo siguiente:

- La válvula de seguridad deberá abrir a su presión de tarado. Esto significa que se debe controlar y ventear el espacio entre la válvula de seguridad y el disco de ruptura.
- La presión máxima de estallido del disco de ruptura más cualquier contrapresión en el sistema de descarga no deberá exceder la presión de diseño de:
 - El sistema protegido
 - La parte de salida de la válvula de seguridad
 - La tubería entre la válvula de seguridad y el disco de ruptura
- La fragmentación del disco de ruptura no deberá afectar el funcionamiento de la válvula de seguridad o cualquier equipo situado aguas abajo.
- El área de descarga del disco de ruptura no deberá ocasionar restricción en la salida de la válvula de seguridad.

- El contenido del sistema protegido deberá ser limpio para evitar acumulaciones de suciedad en el espacio entre la válvula de seguridad y el disco.
- La válvula de seguridad deberá ser del tipo de presión equilibrada (pistón o fuelle).

4.4.3.4. Disco de ruptura en serie aguas arriba y aguas abajo de la válvula de seguridad

Es una combinación inusual y costosa y su implementación raramente se da. Su aplicación tiene lugar cuando las condiciones a la entrada y a la salida son agresivas o bien cuando no se debe tolerar la pérdida de fluido debido a rezumamiento a través de la válvula de seguridad.

4.4.4. Fiabilidad de los sistemas de alivio

Los modos de fallo de los discos de ruptura son más importantes por sus consecuencias que por su frecuencia:

- Fallo por no romper a la presión máxima de estallido.
- Fallo por no abrir completamente a la presión máxima de estallido.
- Rotura prematura por debajo de la presión mínima de estallido, este es el tipo de falla más común.
- Fuga a través del disco de ruptura hacia el venteo por grietas o poros.
- Fuga hacia la atmósfera a través del soporte o montura.

Un análisis de las causas de fallo de rotura prematura muestra que se puede deber a:

- Especificación incorrecta del disco por no tener en cuenta condiciones intermitentes de vacío y otras situaciones transitorias de presión/temperatura, no previsión de corrosiones, funcionamiento del proceso a una presión demasiado cercana a la presión de ruptura, lo cual causa fallos por fatiga del material.
- Daño al disco por manipulación defectuosa antes de la instalación o durante el mantenimiento.
- Instalación incorrecta del disco, especialmente por montaje defectuoso
- Disco dañado o con defecto, no detectado durante la instalación
- Disco mantenido en servicio más tiempo del recomendado
- Montaje de un disco incorrecto

4.5. Sistema de control de desempeño de equipo térmico

El sistema de control de desempeño busca la implementación de parámetros que permitan la medición de variables, para ponderar el nivel de funcionamiento de los distintos equipos térmicos, para con ello mejorarlo. La conservación de energía, constituye un área de gran importancia para la mejora de la eficiencia de los equipos, por ello en el siguiente apartado se dan algunos consejos entorno a dicho tema.

4.5.1. Conservación de energía en el sistema de vapor

La eficiencia de un sistema de vapor se puede mejorar si se atienden:

- La generación de vapor
- La distribución de vapor
- El consumo de vapor

Como primera consideración para el mejoramiento de la eficiencia y conservación de energía en el sistema de vapor del Departamento de Nutrición y Dietética, se deberá aislar todas las tuberías de distribución de vapor y retorno de condensado, al igual que los accesorios y trampas.

Se debe de poner especial atención al funcionamiento de las trampas de vapor, ya que una trampa defectuosa o en malas condiciones de operación, representan del 10 al 20 por ciento de consumo de vapor en una planta, por lo que es recomendable realizar supervisiones y mantenimientos tanto preventivos como correctivos de forma periódica, de modo que estas encuentren un funcionamiento óptimo.

Otro punto importante a considerar para la conservación de energía, es el diseño la red de vapor; pues los diámetros, tipos y dimensiones apropiadas de tubería según su aplicación, así como la selección correcta de sus accesorios e instrumentos ayudarán a reducir las pérdidas de calor a través de la línea de distribución de vapor.

La reutilización del condensado permite un punto de ahorro económico. Este ahorro obedece a varios factores, como lo serían el ahorro en tratamientos químicos y de consumo de agua; ahorro en energía, pues esta al encontrarse a

una determinada temperatura requerirá de una menor cantidad de calor, lo que se plasma en ahorro de combustibles en la caldera.

4.5.2. Control de desempeño del equipo térmico

El equipo térmico, es aquel dispositivo que hace uso del vapor para llevar a cabo alguna función. En el caso del Departamento de Nutrición y Dietética, se trata de procesos como cocido, horneado, calentamiento, esterilización, entre otros, llevados a cabo por marmitas, hornos, autoclaves y otros.

La medición de desempeño busca mejorar el rendimiento de los equipos mediante un mejor aprovechamiento de los recursos. Para la medición del desempeño del equipo térmico se han de comparar constantemente las variables de medición con un estándar de desempeño. Los estándares de desempeño se establecen por medio de métodos de evaluación basados en historiales o bien vienen determinados por el fabricante. Algunas variables a controlar son: temperatura, presión, consumo de vapor, tiempo y alguna otra que considere apropiada para el tipo de equipo.

Un desempeño insuficiente puede indicar la necesidad de alguna reparación, corrección, calibración o ajuste en el equipo, su instalación o alimentación.

Como un apoyo para la medición del desempeño se deberá de considerar la información aportada por los empleados sobre la forma en la que se desenvuelve el equipo en busca de cualquier anormalidad.

Tabla XXVII. Hoja de control de desempeño de equipo térmico

Hoja control de desempeño de equipo térmico						
Equipo:	CIU:		Operario:			
Marca:	Modelo:	Fecha:				
Operación	Tiempo	Hora	Temperatura	Presión	Consumo de vapor	Observaciones
Firma de operario		Supervisor		Firma de supervisor		Sello

Fuente: elaboración propia.

4.6. Sistema de identificación y registro de averías

El sistema de identificación y registro de averías busca establecer un modo sencillo de identificación y ubicación de los diferentes componentes de la red de vapor, así como suscitar un historial de los de los mismos, para de esta manera poder establecer índices como el tiempo estimado de vida útil, las principales averías y sus causas, entre otros.

4.6.1. Sistema de identificación

Para facilitar la labor de inspección, a cada uno de los ítems se les asignará un código de identificación único – CIU, de composición alfanumérico. Este código se designará por siglas o acrónimos y números, en el orden siguiente:

DND – sección – nivel – equipo o elemento de red de vapor + clase – número

Donde DND es el acrónimo para el Departamento de Nutrición y Dietética.

El Departamento de Nutrición y Dietética se divide en distintas secciones las cuales, con sus respectivos acrónimos, son:

- Área de ollas – AO
- Área de regaderas sección de mujeres – RM
- Área de regaderas sección de varones – RV
- Bodega – B + número correlativo en números romanos, ejemplo BII

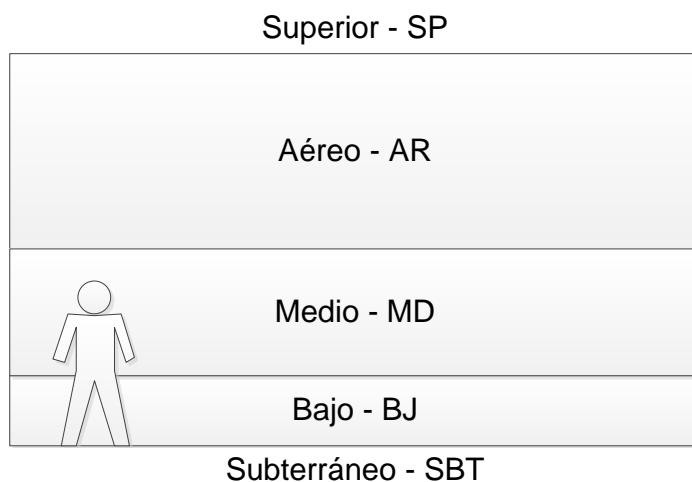
- Bodega central – BC
- Bodega dorada – BD
- Carnicería – CN
- Cocina de dietas – CD
- Corredor – CR + número correlativo en números romanos, ejemplo CRII
- Cuarto frío – CF + número correlativo en números romanos, ejemplo CFII
- Estación de lavado de manos – EM + número correlativo en números romanos, ejemplo EMII.
- Jefatura – JF
- Lavadora – LV
- Molino – ML
- Panadería – PN
- Sanitario sección de mujeres – SM
- Sanitario sección de varones – SH
- Tortillería – TR

- Verdulería – VR
- Vestidor de área de mujeres – VM
- Vestidor de área de varones – VV

El nivel indica la altura empírica sobre la que se ubica el artículo:

- Superior – SP, es el espacio por encima del nivel del techo.
- Aéreo – AR, es el nivel comprendido desde el ras del techo hasta por encima del nivel medio.
- Medio - MD, es la zona comprendida entre el punto más alto, alcanzado por el brazo de una persona promedio, sin estirarse y el punto más bajo alcanzado sin agacharse.
- Bajo – BJ, es el campo comprendido por debajo del nivel medio hasta el ras del suelo.
- Subterráneo – SBT, es todo el espacio que se encuentra debajo del nivel del suelo.

Figura 56. **Niveles**



Fuente: elaboración propia.

El equipo o elemento de red de vapor del que se trata, se designa de igual manera por acrónimos y el tipo se determina mediante una numeración como sigue:

Tabla XXIX. **Acrónimos para la designación de elementos del sistema de vapor**

1.	AST	Aislamiento térmico		
2.	DR	Disco de ruptura		
3.	ET	Expansión térmica		
4.	FL	Filtro		
5.	FM	Flujómetro		
6.	MD	Manifold de distribución		
7.	MM	Manómetro		
8.	SC	Separador de condensado		
9.	TB	Tubería	01	Horizontal
			02	Transversal
			03	Vertical

Continuación de la tabla XXIX.

10.	TM	Termómetro	01	De mercurio o gas
			02	De resistencia
			03	Bimetálico
			04	Termopar
			00	Otros
11.	TV	Trampa de vapor	01	Flotador / termostático
			02	Flotador termostático con dispositivo antibloqueo por vapor
			03	Flotador con dispositivo antibloqueo por vapor
			04	Termodinámica
			05	Termostática de presión balanceada
			06	Balde Invertido
			00	Otros
12.	UN	Unión	01	Simple
			02	Niple
			03	Adaptador o reductor
			04	T
			05	T reductora
			06	Cruz
			07	Y
			08	Codo
			09	Tapón macho
			10	Tapón hembra
			00	Otros

Continuación de la tabla XXIX.

13.	VA	Válvula de alivio	01	De acción directa
			02	Accionada por piloto
			03	Asistido por piloto
			04	Equilibrada
			00	Otros
14.	VP	Válvula de paso	01	De globo
			02	De compuerta
			03	De bola
			04	De macho
			05	De mariposa
			00	Otros
15.	VRP	Válvula reguladora de presión	01	De acción directa
			02	Accionada por piloto
			00	Otros
16.	VRT	Válvula de retención		
17.	VT	Venteador		

Fuente: elaboración propia.

Los números, indican la diferenciación de artículos iguales. Cada uno de los datos del código propuesto se separarán mediante guiones, para evitar confusiones.

4.6.2. Sistema de registro de averías

El sistema registro de averías, busca mediante operaciones sencillas como recolección de datos, limpieza, lubricación y ajuste, monitorear de forma

continua los equipos, instrumentos y dispositivos instalados a lo largo del sistema de vapor, con la finalidad de evaluar su estado y funcionamiento, y través de ello poder detectar y evaluar cualquier variación en su desempeño, para poder ubicar, identificar, anticiparse y corregir posibles fallas, además de darle seguimiento a las ocurridas. Con esto se pretende optimizar el funcionamiento y alargar la vida útil de los equipos térmicos, así como reducir la frecuencia, incidencia y gravedad de las averías.

Cada elemento del sistema de vapor, deberá contar con una ficha para poder elaborar un historial del mismo, para que a través de ella se pueda tener conocimiento de los mantenimientos, reparaciones, modificaciones o sustituciones efectuadas a los mismos, con el objetivo de tomar medidas que permitan eliminar o reducir la frecuencia de dichos problemas.

Cada ficha del equipo deberá contener la siguiente información:

- Nombre del equipo, marca, modelo, lugar de origen, serie
- Fecha de adquisición
- Condiciones de funcionamiento
- Componentes del equipo
- Usos
- Enseres necesarios para su funcionamiento
- Datos del proveedor
- Tiempo de garantía
- Medidas de precaución y seguridad para su utilización y mantenimiento
- Mantenimientos realizados, tanto preventivos como correctivos
- Procedimiento para puesta a punto
- Frecuencia de supervisión, monitoreo, mantenimiento y limpieza
- Personal responsable del mantenimiento

Se deben identificar y planificar los procesos de monitoreo y mantenimiento preventivo, y se debe asegurar que estos se ejecutan de una manera controlada y uniforme, a través de la implementación de medidas como:

- Procedimientos documentados
- Uso de equipos, instrumentos y herramientas apropiadas, así como la ejecución de las operaciones en ambientes propicios.
- Cumplimiento del monitoreo y mantenimiento en conformidad a normas, códigos de referencia, planes de calidad y procedimientos.
- Monitoreo y control de parámetros de los equipos.

Cualquier acción correctiva o preventiva realizada, deberá ser de un grado adecuado, de modo que garantice la completa funcionalidad de los equipos durante las operaciones de emergencia.

Figura 57. Formato de historial de equipo (página 1)

CUI:

Historial de equipo		
Tipo:	Modelo:	Serie:
Lugar de origen:	Fecha de adquisición:	Fecha de caducación de garantía:
Proveedor:	Dirección:	Teléfono:
Frecuencia de mantenimiento:		Responsable de mantenimiento:
Usos:		
Enseres necesarios para funcionamiento:		
Medidas de seguridad operación:		
Componentes:		
Medidas de seguridad mantenimiento:		
Procedimiento de arranque:		

Fuente: elaboración propia.

4.7. Cronograma de actividades

Según las propuestas de mejora descritas en las secciones precedentes, se ha estimado un cronograma de actividades, de manera que se pueden realizar de manera secuencial; estas se plasman en la siguiente tabla.

Tabla XXX. Cronograma de actividades

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
Proyecto	56 días	mié 02/01/13	mié 20/03/13
Sistema de alimentación de vapor	22 días	mié 02/01/13	jue 31/01/13
Desmontaje de tubería	5 días	mié 02/01/13	mar 08/01/13
Inspección de tubería	2 días	mié 09/01/13	jue 10/01/13
Limpieza de tubería	4 días	vie 11/01/13	mié 16/01/13
Instalación de soportes	3 días	mié 09/01/13	vie 11/01/13
Instalación de aislante térmico	4 días	jue 17/01/13	mar 22/01/13
Instalación de tuberías	7 días	mié 23/01/13	jue 31/01/13
Instalación de equipos de seguridad, acondicionamiento, medición y control	7 días	mié 23/01/13	jue 31/01/13
Instalación de equipo térmico	34 días	vie 01/02/13	mié 20/03/13
1 Desmontaje de equipo térmico fase 1	2 días	vie 01/02/13	lun 04/02/13
Remoción de piso y tierra	1 día	mar 05/02/13	mar 05/02/13
Construcción de sub-base 1	2 días	mié 06/02/13	jue 07/02/13
Construcción de cimentación e instalación de anclajes	2 días	vie 08/02/13	lun 11/02/13
Curado	8 días	mar 12/02/13	jue 21/02/13
Montaje y anclado de equipo térmico	2 días	vie 22/02/13	lun 25/02/13
2 Desmontaje de equipo térmico fase 2	2 días	mar 26/02/13	mié 27/02/13
Remoción de piso y tierra	1 día	jue 28/02/13	jue 28/02/13
Construcción de sub-base 2	2 días	vie 01/03/13	lun 04/03/13

Continuación de la tabla XXX.

Construcción de cimentación e instalación de anclajes	2 días	mar 05/03/13	mié 06/03/13
Curado	8 días	jue 07/03/13	lun 18/03/13
Montaje y anclado de equipo térmico	2 días	mar 19/03/13	mié 20/03/13

Fuente: elaboración propia.

5. IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTAS

5.1. Implementación de Buenas Prácticas de Manufactura

En los siguientes apartados se describe algunas alternativas en las que se podría llevar a cabo las propuestas de mejora descritas en los capítulos anteriores.

5.1.1. Mejoras físicas en el Departamento de Nutrición y Dietética

Dentro de esta sección se esbozarán las actividades a ejecutar, para adecuar el estado actual de paredes, techo, piso, puertas, ventanas, iluminación y ventilación a condiciones apropiadas para la preparación de alimentos.

5.1.1.1. Alrededores

En las áreas circundantes al Departamento de Nutrición y Dietética, existen distintos tipos de árboles y vegetaciones, por lo que es necesaria su remoción. Luego de su eliminación dichas áreas se deberán pavimentar, para de esta manera evitar la acumulación de hojarascas y la formación de charcos, lodos y polvo.

Dicho trabajo se realizará sobre una superficie de alrededor 230 metros cuadrados de suelo. Pero antes de su pavimentación se necesita la nivelación y compactación del suelo, se estima que el costo aproximado de dichas tareas, incluyendo la mano de obra, insumos y otros productos es de aproximadamente Q2 500,00.

La pavimentación de dicha área tiene un costo aproximado de Q35,00 por metros cuadrados, dicho valor incluye todos los materiales e insumos necesarios. Por lo que el valor total sería de Q8 050,00.

Junto con dichas mejoras, es necesaria la eliminación o bien el resguardo apropiado de los refrigeradores y congeladores en desuso que se encuentran varados dentro del área de preparación de alimentos, ya que estos propician el anidamiento de plagas. Por otra parte también se deberá eliminar la acumulación de cajas de cartón y sacos en las distintas áreas, más bien, estos deberán ser depurados constantemente.

5.1.1.2. Paredes

Debido a que en algunas partes se ha caído el repello de las paredes y existen grietas y perforaciones en otras, se deberá en primera instancia rellenar dichas aberturas de modo que se obtengan superficies lisas. Por otra parte, en las secciones donde se ha perdido el azulejo, deberá de reponerse.

El repellido de las grietas y agujeros tanto en paredes como en el techo tiene un costo de Q2 300,00, incluyendo la mano de obra y los materiales. Se requiere sustituir alrededor de 7 metros cuadrados de azulejo blanco de 0,15 metros por 0,15 metros, el costo de dicha reparación por metro cuadrado es de Q57,60, por lo que para dicha reparación se requiere invertir Q403,20.

Las paredes interiores se pintarán con pintura lavable, impermeable, mate y no tóxica. De esta manera se impedirá que las paredes absorban agua durante el proceso de lavado con agua y desinfección con solución sanitizante.

Antes de la aplicación de la capa nueva de pintura es necesaria la limpieza de la anterior, removiendo todo tipo de incrustaciones, moho o suciedad.

Se le aplicarán dos capas de pintura mate lavable color claro, a todos los ambientes internos del departamento. Se requieren cubrir alrededor de 1037 metros cuadrados de pared, esto equivaldrá a 2074 metros cuadrados de pared. El costo estimado por pintar 100 metros cuadrado con pintura de dicha calidad, incluyendo la mano de obra y otros insumos es de alrededor de Q1 152,00. El total por concepto de pintado de paredes es de aproximadamente Q24 192,00. Se recomienda la sustitución de la capa de pintura cada 3 años.

La construcción de la curva sanitaria en las uniones entre paredes y pared y piso, permitirá remover la suciedad, tierra y el polvo con mayor facilidad.

Para la construcción de la curva sanitaria se requerirán alrededor de 84 metros cuadrados de azulejos pequeños color blanco, cuyo costo estimado promedio por metro cuadrado es de Q61 60, para ello será necesaria una inversión total de Q4 838,40.

5.1.1.3. Techo

Debido a que el techo dientes de sierra propicia la acumulación de suciedad y condensación, y su cambio resulta demasiado costoso, se recomienda su limpieza con una frecuencia de al menos una vez por semana, de modo que se impida la acumulación de suciedad, tierra y polvo.

El techo se pintará en su parte interior en su totalidad con pintura clara, lavable, impermeable, mate y no tóxica, sin embargo, antes de ello, es necesario el relleno de las grietas. Por otra parte se limpiará con el objeto de

remover todo tipo de condensado y mohos existentes, además se requiere la remoción de la capa vieja en algunas áreas donde se presenta descascaramiento. Al final se deberá obtener una superficie lisa.

Se cubrirán aproximadamente 1 392 metros cuadrados de techo de pintura a dos capas, lo cual representan en total 2 784 metros cuadrados. El costo por la limpieza y pintado de cada 100 metros cuadrados de techo tiene un costo aproximado de Q1 402,00, es decir, el pintar el techo tiene un costo de Q39 031,68. La pintura del techo se recomienda sustituirla en un período de 3 años.

En la parte exterior del techo se aplicarán dos capas de impermeabilizante de color distinto, de manera que se note cuando se ha perdido la capa exterior. La capa superior de impermeabilizante será de color claro de manera que no absorba mucho calor para poder mantener fresco el interior del complejo.

El costo promedio por impermeabilizar 20 metros cuadrados de techo es de Q958,00, esto incluye una garantía de 5 años. La inversión para el recubrimiento de los 1392 metros cuadrados de techo a dos capas sería de Q133 353,60.

5.1.1.4. Piso

En el caso del piso se hará uso de piso sobrepuesto antideslizante, pues es una forma conveniente y práctica para obtener un piso apropiado.

En primera instancia se deberán rellenar todas las grietas existentes en el piso, así también se cubrirán todos los agujeros de modo que se obtenga una superficie pareja. Sobre la capa anterior se deberá de construir otra capa lisa

con una inclinación de 1 por ciento, orientadas hacia las reposaderas, de modo que se evite la formación de charcos.

Sobre la superficie descrita anteriormente se colocarán pliegos adhesivos de piso sobrepuesto tipo antideslizante. De esta manera será posible obtener una superficie fácil de lavar, antideslizante, impermeable, inerte a detergentes y otras sustancias químicas.

El valor de acondicionamiento e instalación del suelo con piso vinílico, *Armstrong*, por cada 4 metros cuadrados es de Q93,50. Se requiere colocar piso sobrepuesto a una superficie de alrededor 1 199,5 metros cuadrados, el costo total estimado para cubrir dicha superficie es de Q28 050,00. Los pisos vinílicos bajo condiciones de tránsito normal de personas tienen un tiempo de vida de garantía de 20 años.

5.1.1.5. Puertas

En primera instancia se deberá remover la capa de pintura existente para poder aplicar una nueva. Posteriormente a esto se aplicará una capa de pintura de distinto color para que resalte al momento que se vaya perdiendo la capa de pintura superior. Luego se aplicará una capa de color claro, sobre la capa anterior. Por último se administrará una capa de resina anticorrosiva. Las pinturas a utilizar deberán ser lavables, impermeables, mate y no tóxicas. Las superficies de las puertas deberán quedar completamente lisas. Esto permitirá que estas se puedan lavar y sanitizar, a la vez que se les provee de una protección contra la corrosión y la absorción de agua.

En la parte superior se instalarán brazos de retorno de modo que en todo momento la puerta permanezca cerrada. Los brazos de retorno deberán ser

limpiados y aceitados cada seis meses. En la parte inferior de las puertas se colocarán bandas de goma para de esta manera protegerlas contra la humedad, además se instalarán bandas de barrido para minimizar el espacio entre la puerta y el suelo. El espacio entre los marcos y la pared se sellarán mediante espuma o silicón.

La aplicación de pintura mate impermeable anticorrosiva para puertas a dos capas y con un acabado liso en ambas caras, ajuste y sellado de separación entre marco y pared con silicón, instalación de bandas de goma en la parte inferior de 15 centímetros de ancho, tiene un costo estimado de Q480,00 por cada puerta. Dicho remozamiento se aplicaría a 43 puertas de metal, (ver sección 5.1.14, no aplica para puertas de sanitarios ni de cuartos fríos) el costo total por dichos trabajos ascendería a Q20 640,00. Se recomienda el cambio de pintura y de la banda de barrido de las puertas cada 3 años.

El costo unitario por concepto de adquisición e instalación de brazo de retorno marca Yale y su instalación es de Q374,00, cada puerta contará con su propio dispositivo, lo que representa un costo total de Q16 082,00.

En las secciones de ingreso al departamento se colocarán cabinas de puertas dobles. En dichas cabinas se colocarán cortinas de aire así como cortinas plásticas de modo que se impida el ingreso de insectos rastreros y voladores. En el suelo de dicha cabina se colocarán los pediluvios, de modo que cada vez que se ingrese al área de alimentos se limpien las botas.

El costo por la construcción de tres muros de 2 metros de largo por 3,5 metros de alto, y tres muros de 3,5 metros largo por 3,5 metros de alto, que servirán para la construcción de las cabinas e instalación de cortinas de aire y

plásticas, tienen un costo aproximado de Q42 000,00. Junto a ello se construirán 6 pediluvios con dimensiones de 1 metro de ancho por 0,60 metros de largo y 0,10 metros de profundidad, a un costo de Q4 800,00.

Para la construcción de dichas cabinas se adquirirán 5 puertas de metal con dimensiones de 0,90 metros de ancho por 2,10 metros de alto, con las características previamente descritas. El costo por cada puerta junto a su instalación asciende a Q1 150,00, por lo que para ello se tendría un costo total de Q5 750,00.

En dichas cabinas se comprarán 5 de cortinas de aire de marca *DAM* modelo *S 1000E* de 1 metro de ancho a un costo unitario de Q2 863,35, lo cual representa un valor total de Q14 316,61, junto a estos se comprarán 2 cortinas de aire marca *DAM* modelo *S 2000E*, de 2 metros de largo a un costo unitario de Q5 217,15, tendiendo ello un costo total de Q10 434,30. Por otra parte se obtendrán 7 cortinas de plástico construidas a base de PVC de 0,90 metros de ancho por 2,10 metros de alto, a un costo unitario de Q1 345,00, para un costo total de Q9 415,00. A las cortinas de aire se les proporcionará un mantenimiento preventivo cada 3 meses, el costo del mismo por cada unidad es de Q360,00.

5.1.1.6. Ventanas

Debido a la dificultad para la apertura y cierre de las ventanas, estas simplemente se utilizarán como medio de iluminación, evitando su apertura. El ajuste del marco de la ventana y las paredes deberán ser sellados mediante espuma o bien silicón. Para dichas ventanas no será necesaria la instalación de mallas contra insectos, ya que estas permanecerán cerradas.

Las ventanas y sus marcos se sellarán con silicón, para esto se utilizarán alrededor de 15 tubos de silicón cuyo rendimiento es de alrededor de 3 metros lineales, el precio unitario es de Q24,75, por lo que para el sellado se estima un costo total de Q371,25.

5.1.1.7. Iluminación

El aprovechamiento de la luz solar en los techos tipo dientes de sierra es elevado lo que permite obtener una buena iluminación, sin embargo, esto variará según las condiciones del día, para corregir tal situación se hará uso de lámparas de dos tubos. El tipo de luminaria a utilizar dependerá del área a iluminar. Para el criterio de selección se hará uso de la tabla XXXII.

Cada lámpara estará provista con una cubierta de protección, de modo que estas impidan que los cristales rotos de los tubos caigan sobre los alimentos. En cada luminaria se instalan 2 o 4 lámparas. El número de luminarias necesarias para cada área se indican en la siguiente tabla.

Tabla XXXI. **Número de luminarias requeridas por área**

Tipo de localidad, tarea o actividad	\dot{E}_m en lux	Cantidad de luminarias
Vestíbulos de entrada	100	2
Áreas de circulación y pasillos	100	48
Rampas y áreas de carga – descarga	150	2
Vestidores, duchas y baños	200	24
Cuartos de instalaciones eléctricas	200	2

Continuación de la tabla XXXI.

Bodegas y cuartos fríos	100	30
Áreas de despacho, embalaje y procesamiento	500	40
Preparación y horneado de pan	300	2
Clasificación y lavado de productos, envasado	300	12
Corte y clasificación de frutas y vegetales	300	8
Fabricación de alimentos finos y cocinas.	500	16
Inspección de envases (vidrio), botellas, control de productos, adorno, decoración	500	8
Laboratorios	500	2
Oficinas, lectura, escritura, mecanografía, procesamiento de datos.	500	16
Comedor	200	32

Fuente: elaboración propia.

Ahora que ya se sabe la iluminación requerida en cada ambiente, se requiere seleccionar las lámparas adecuadas. Las lámparas se suelen comprar en base a la potencia (Watts).

Para poder determinar el tipo de lámpara se utilizará la siguiente notación:

- ϕ Flujo luminoso, medido en lumen (lm)
- I Intensidad luminosa, medida en candelas (cd)
- l Longitud de lámpara
- E Iluminancia o nivel de iluminación, medido en lux ($lx = lm/m^2$)

- Ω Ángulo sólido, medido en estereorradianes (sr)
- θ Ángulo plano, medido en radianes (rad)
- A Área o área superficial
- b Distancia perpendicular entre la fuente de luz y la superficie iluminada

Illuminancia:

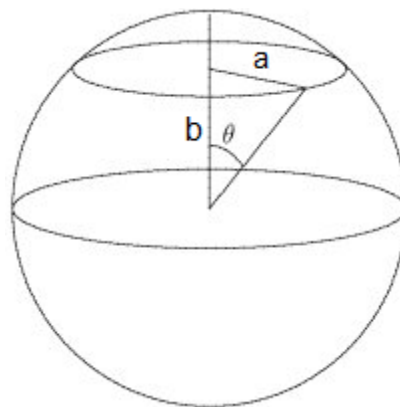
$$E = \frac{\phi}{A}$$

Un punto luminoso emite luz en un volumen esférico. El área sobre la que se proyecta el flujo luminoso a una distancia b , se determina como:

$$\tan \theta = \frac{a}{b}$$

$$A_p = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot (b \cdot \tan \theta)^2$$

Figura 59. **Flujo de luz de un punto luminoso**



Fuente: wikipedia.org/wiki/ángulo_sólido. Consultado el 14 de enero de 2012.

Para tubos fluorescentes, el área de proyección sería el de un círculo y el de un rectángulo con largo del tamaño de la lámpara y con ancho del tamaño del diámetro del círculo, lo que se calcularía de la siguiente manera:

$$A_p = \pi \cdot (b \cdot \tan \theta)^2 + 2 \cdot (b \cdot \tan \theta) \cdot l$$

Las lámparas permiten la reflectancia de la luz en un ángulo (θ) de 75° , las mismas se ubican a una distancia perpendicular (b) promedio de 1,70 metros de las superficies iluminadas. Las lámparas que se encuentran actualmente instaladas son para dos tubos tipo T12 de 1200 milímetros y 1500 milímetros de largo con conexión tipo G13. Entonces el área iluminada por dichas lámparas es de alrededor de:

$$A_{p1.2} = \pi \cdot (1.70 \text{ m} \cdot \tan 56^\circ)^2 + 2 \cdot (1.70 \text{ m} \cdot \tan 56^\circ) \cdot 1.2 \text{ m}$$

$$A_{p1.2} = 19.955967 + 6.04885 = 26.00482 \text{ m}^2 \approx 26.0 \text{ m}^2$$

$$A_{p1.5} = \pi \cdot (1.70 \text{ m} \cdot \tan 56^\circ)^2 + 2 \cdot (1.70 \text{ m} \cdot \tan 76^\circ) \cdot 1.5 \text{ m}$$

$$A_{p1.5} = 19.955967 + 7.56106 = 27.51702 \text{ m}^2 \approx 27.5 \text{ m}^2$$

De la luminancia se puede obtener el flujo luminoso requerido:

$$\phi = E \cdot A$$

Entonces para un ambiente donde se requiere una iluminación (E) de 100 lux (100 lumen/metro cuadrado), sería necesaria una lámpara con un flujo luminoso de:

$$\phi = 100 * 26 = 2600 \text{ lumen}$$

Entonces se requerirán 2 luminarias de 1300 lumen, las cuales corresponden a una potencia de 34 Watts y una temperatura de color de 6 500 K si se comprasen en marca *Philips* (confrontar tabla de la sección de anexos).

El costo por adquisición de lámparas fluorescentes *Philips T12* de encendido rápido, se especifica en la tabla XVII.

Tabla XXXII. **Costos estimados por adquisición de lámparas fluorescentes**

Nivel de iluminación en Lux	Longitud de lámpara en mm	Flujo luminoso en lumen	Potencia en Watts	Temperatura de color en Kelvin	Cantidad	Valor unitario	Valor total
100	1 200	2 600	34	6 500	80	Q7.25	Q580.00
150	1 200	3 900	40	4 100	2	Q8.50	Q17.00
200	1 200	5 200	40	6 200	42	Q9.75	Q406.50
300	1 200	7 800	40	6 200	22	Q9.75	Q214.50
500*	1 500	13 570	65	6 200	144	Q13.50	Q1 944.00
Total							Q3 165.00

*Luminaria de cuatro tubos

Fuente: elaboración propia.

Las lámparas tienen un vida estimada de 13 000 h de uso, para un uso de 12 h diarias, se estima un tiempo de vida de 3 años.

5.1.1.8. Ventilación

Al no contarse con la ventilación natural provistas por las ventanas se hará uso de un sistema de circulación y acondicionamiento de aire. Este se conforma de extractores, inyectores de aire y aire acondicionado. Los extractores de aire se instalan en distintos puntos de modo que se puedan eliminar malos olores, condensados, vapores y polvos rápidamente. Para proveer una circulación del

aire será necesaria la instalación de inyectores de aire, de esta manera será posible el control de la humedad y de la cantidad de aire fresco, a la vez que se establece un sentido de flujo y se modera la temperatura. Por otra parte la inyección de aire, permitirá un aumento en la presión interna del Departamento.

En caso de que la temperatura no sea la adecuada, será posible la regulación de la misma mediante la aplicación de aire acondicionado. Las cantidades apropiadas de aire y el número de renovaciones del mismo se describen en las tablas II y III.

El complejo del Departamento de Nutrición y Dietética, tiene un volumen promedio de 4795 metros cúbicos, dentro del mismo laboran alrededor de 115 personas, esto da como promedio 41 metros cúbicos por persona, para dicho promedio se estima que la ventilación adecuada mínima deberá ser de 18 metros cúbicos/hora-persona (tabla II). En la tabla se describen el caudal de aire fresco apropiado para cada área.

Tabla XXXIII. Caudal de aire recomendado por área

Tipo de local	Número de renovaciones por hora	Volumen estimado en m ³	Caudal requerido en m ³ /hora
Cocinas colectivas	25	1176.0	29 400.0
Verdulería		232.8	5 818.8
Panadería		128.6	3 215.6
Cocina de dietas		196.0	4 900.0
Tortillería		128.6	3 215.6
Duchas	20	39.4	787.5
Inodoro	10	63.0	630.0
Comedor		550.0	5 500.0
Lavadora		98.0	980.0
Vestidores	7	42.9	300.1
Carnicería		67.4	490.0
Área de ollas		67.4	490.0
Oficina 1	6	100.0	600.0
Oficina 2		95.0	570.0
Jefatura		220.5	1 323.0
Bodega central		238.9	90.0
Bodega VI		238.0	90.0
Bodega dorada		42.9	36.0
Bodegas pequeñas		42.9	18.0
Molino		49.0	18.0
Pasillos			18.0
Total			5189.6*
*Dicho valor incluye los caudales requeridos para 2 sanitarios, 2 duchas, 2 áreas de vestidores, 8 bodegas pequeñas y 5 pasillos.			

Fuente: elaboración propia.

Los orificios de succión y eyección de aire en el exterior, se recubrirán debidamente con una malla o filtro de manera que se reduzca el posible ingreso de insectos.

Para una apropiada ventilación se adquirirán 4 inyectores de aire, también conocidos como sopladores de aire marca *Elmo Rietschle* modelo *G-BH1* con capacidad de 2470 metros cúbicos/h, a un precio unitario de Q3034,20, para un total de Q12 136,80, conjuntamente con dichos inyectores se colocarán 4 extractores de aire marca *Air Technology*, modelo *XDP/A-6-24/25°* con capacidad de 4 500 metros cúbicos/hora, cuyo precio unitario es de Q2 644,20, lo cual representa un gasto total de Q10 576,80. El mantenimiento trimestral preventivo de los equipos de inyección y extracción de aire tiene un valor de Q455,00 por unidad.

Para la regulación de la temperatura se comprarán 6 unidades de aire acondicionado tipo *mini Split*, marca *Primumcool*, con capacidad de 12 000 btu/hora, a un costo unitario de Q3 870,00, representado un desembolso total por dicho concepto de Q23 220,00, además se comprará otra unidad tipo *mini Split*, marca *Primumcool*, con capacidad de 24 000 btu/hora a un costo de Q6 910,80. El costo de mantenimiento preventivo trimestral para los equipos se estima en Q500,00

5.1.2. Preparación de áreas para personal

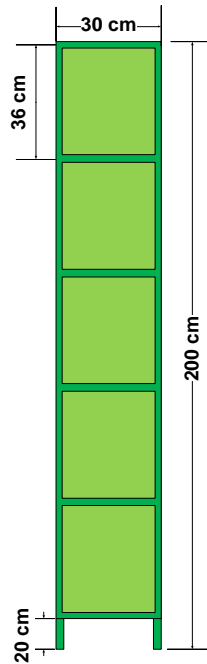
Para la adecuación de un área exclusiva para uso del personal, se utilizará la bodega I, para la instalación del área de vestidores para hombres. Esta sección actualmente se utiliza para el resguardo de equipo en desuso.

El área de vestidores de mujeres se instalará contigua a la sección de varones. Para ello se hará uso del área que se encuentra frente a la bodega III, mientras, el acceso a la misma se hará a través de la bodega II, cómo se observa en la sección 5.1.14.

Para la adecuación de un área para uso como vestidores se requiere la, abrir nuevos marcos para puertas y cerrar otros existentes, así como la construcción de una pared de 3,50 metros de largo por 2,60 metros de alto. El costo estimado para dichas modificaciones se encuentra en Q13 675,00. Para dichas modificaciones se requiere la adquisición de 2 puertas de 0,90 metros de ancho por 2,10 metros de alto, con las mismas características anteriormente descritas (ver sección 5.1.1.5), esto tendrá un costo de Q2 300,00. A dichas puertas se les instalará brazos de retorno, esto tendrá un valor estimado de Q660,00.

En cada área de vestidores se instalarán casilleros de 5 secciones, cada sección tendrá dimensiones de 30 centímetros de ancho por 35 centímetros de fondo y 36 centímetros de alto. Se instalarán 14 casilleros en cada sección, para de esta manera obtener 70 unidades para resguardos de las pertenencias de los trabajadores.

Figura 60. **Casilleros**



Fuente: elaboración propia.

El precio unitario de este tipo de casilleros se estima en Q585,00, al adquirir 14 unidades de esta el costo total asciende a Q8 190,00.

5.1.3. **Control del agua**

Para el suministro y control del agua, se hará uso de 3 cisternas, de modo que haya suficiente agua para la operación normal del departamento. Estas cisternas se utilizarán como fosas de filtración y control. Dichas cisternas se encontrarán en todo momento cerradas, para evitar la contaminación del agua y la proliferación de mosquitos y zancudos.

Para iniciar con el control del agua se deberá dar limpieza a cada una de las mismas. Dicha limpieza se realizará por parte del Departamento de Intendencia. A partir de ello las cisternas se higienizarán bimestralmente.

El agua destinada para el consumo humano y para la elaboración de alimentos cumplirá con los estándares de calidad establecidos por la Norma COGUANOR NGO 29001 (ver anexo). Los parámetros se verificarán mediante el muestreo y análisis regular del líquido.

Para determinar las acciones necesarias para obtener agua de calidad, como primera etapa, se clasificará según su tipo; el agua podrá ser clasificada en tres categorías, según su pureza y los tratamientos:

- Tipo A1: tratamiento físico simple y desinfección
- Tipo A2: tratamiento físico normal, tratamiento químico y desinfección
- Tipo A3: tratamiento físico y químico intensivo, afino y desinfección

Para la clasificación del agua se utilizarán los parámetros establecidos en la tabla XXXV.

Tabla XXXIV. Principales parámetros de clasificación de tipos de agua

Parámetro	Unidad	Tipo A1	Tipo A2	Tipo A3
pH	-	6.5 - 8.5	5.5 - 9.0	5.5 - 9.0
Color	Escala PT	20	100	200
Sólidos en suspensión	mg/L	25	-	-
Temperatura	°C	25	25	25
Conductividad (20°C)	S/cm	1 000	1 000	1 000
Detergentes	Lauril sulfato	0.2	0.2	0.5
Plaguicidas totales	mg/L	0.001	0.0025	0.0050
DQO	mg/L O ₂	-	-	30
Oxígeno disuelto	% de saturación	70	50	30
DBO5	mg/L O ₂	3	5	7
Coliformes totales (37°C)	u/100 mL	50	5 000	50 000
Coliformes fecales	u/100 mL	20	2 000	20 000
Esteptococos fecales	u/100 mL	20	1 000	10 000

Fuente: ROMERO, Mynor. Tratamientos utilizados en la potabilización de agua. p. 5.

Para la purificación del agua, se utilizarán diversos procesos según lo requieran las características propias del agua como se indica en la tabla XX.

Tabla XXXV. Posibles operaciones según los contaminantes presentes

Tipo de contaminante	Operación
Sólidos gruesos	Desbaste
Partículas coloidales	Coagulación, floculación y decantación
Sólidos en suspensión	Filtración
Materia orgánica	Afino con carbón activo
Amoniaco	Cloración <i>breakpoint</i>
Gérmenes patógenos	Desinfección
Metales no deseados (Fe, Mn)	Precipitación por oxidación
Sólidos disueltos (Cl-, Na+, K+)	Ósmosis inversa

Fuente: ROMERO, Mynor. Tratamientos utilizados en la potabilización de agua. p. 4.

Para el tratamiento del agua según el tipo de la misma, se utilizarán los siguientes procesos unitarios:

Tabla XXXVI. **Procesos unitarios referidos a la calidad del agua**

Calidad del agua	Composición del tratamiento	Descripción
Tipo A1	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamiento físico simple • Desinfección 	<ul style="list-style-type: none"> • Filtración rápida • Desinfección
Tipo A2	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamiento físico normal • Tratamiento químico • Desinfección. 	<ul style="list-style-type: none"> • Precloración • Coagulación/ floculación • Decantación • Filtración • Desinfección
Tipo A3:	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamiento físico intensivo • Tratamiento químico intensivo • Afino • Desinfección 	<ul style="list-style-type: none"> • Cloración <i>breakpoint</i> • Coagulación/ floculación • Decantación • Filtración • Desinfección • Afino con carbón activado • Desinfección

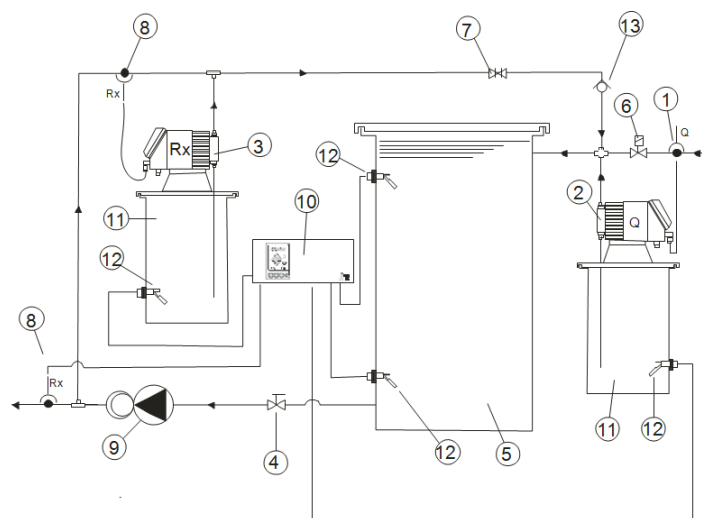
Fuente: ROMERO, Mynor. Tratamientos utilizados en la potabilización de agua. p. 5.

La cloración *breakpoint*, consiste en la adición de cloro en forma de cloro líquido, solución de hipoclorito sódico o tabletas de hipoclorito de calcio, como sustancia de desinfección y oxidación; esto permite la eliminación de hierro, manganeso, sulfuros, amoníaco y otras sustancias reductoras; además permite la reducción de sabores y la eliminación de colorantes orgánicos, evita el crecimiento de algas y la reproducción de otros microorganismos presentes en el agua. Se agregará cloro hasta conseguir cloro residual libre (*breakpoint*) de alrededor 0,5 ppm (ver tabla de anexos).

Para la dosificación del cloro se utilizará la cloración en tanque con recirculación. Dicho sistema se compone como se muestra en la siguiente figura:

El costo por la implementación de un sistema de cloración en tanque con recirculación, marca *ITC* modelo *CL-0805MCT* se estima en Q22 765,40, con un costo de mantenimiento trimestral de alrededor Q1 360,00.

Figura 61. **Cloración en tanque con recirculación**



- | | |
|------------------------------|-----------------------------|
| 1. Caudalímetro | 8. Sonda de redox |
| 2. Bomba dosificadora (P) | 9. Grupo de presión |
| 3. Bomba dosificadora (Rx) | 10. Panel de control |
| 4. Válvula de bola de 2 vías | 11. Depósitos dosificadores |
| 5. Depósito | 12. Sensor de nivel |
| 6. Electroválvula | 13. Válvula antiretorno |
| 7. Válvula de compuerta | |

Fuente: ITC. Cloración de agua potable. p. 20.

El agua posee partículas en suspensión y materia coloidal. Esta última incluye arcilla, sílice, hierro, otros metales y sólidos orgánicos. Dichas impurezas se pueden eliminar simplemente por sedimentación basada en gravedad, sin embargo, esto requiere de mucho tiempo, por lo que se hará uso de la floculación para la clarificación y remoción de los sólidos en suspensión. Los floculantes permiten un incremento en el tamaño del flóculo y su rápida aglomeración, disminuyendo así el tiempo requerido para la sedimentación de partículas. Como floculante se hará uso del polielectrolito, debido a la calidad del flóculo que produce y a su bajo impacto ambiental, sin embargo, se podrá hacer uso del sulfato de aluminio, cloruro férrico, sulfato ferroso y férrico como alternativas de floculante.

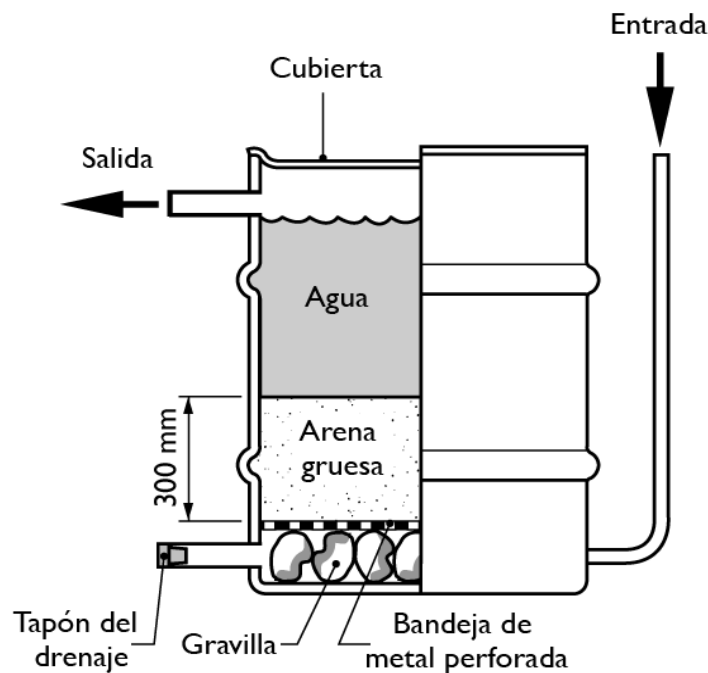
Para poder determinar la cantidad de floculante a añadir al agua, se debe realizar un ensayo de Jarras con el agua a tratar, dicha prueba mide el efecto de las diferentes combinaciones de dosis de coagulante y pH. La etapa de floculación se llevará a cabo en el segundo tanque.

El proceso de decantación consiste en separar los sedimentos del agua, es decir se eliminarán los sólidos en suspensión presentes en el agua por medio de la sedimentación de los mismos. La cisterna 2 funcionará como decantador de flujo horizontal.

Luego del proceso de decantación, se hará pasar al agua a través de una etapa de filtración, en esta sección quedan atrapadas todas las partículas sólidas en el medio filtrante. De modo que todas las partículas que no han sedimentado en el decantador son retenidas en los filtros. Como medio filtrante se utilizará arena sobre un lecho de grava, sin embargo el lecho puede ser de membrana filtrante de metal o de plástico.

Debido a que el agua ha sido tratada previamente con un proceso de floculación se instalarán filtros de arena de flujo ascendente rápido. En la figura 62 se muestra un filtro rápido.

Figura 62. **Filtro de arena simple de flujo ascendente rápido**



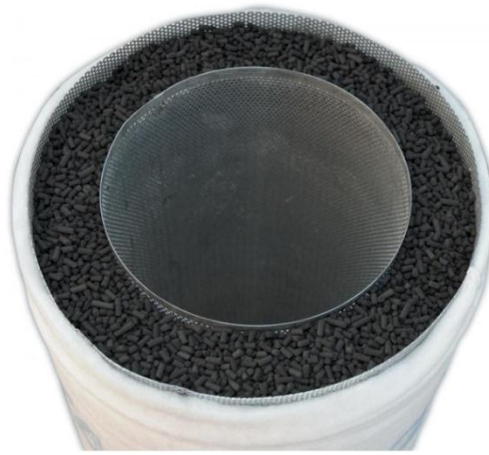
Fuente: www.disaster-info.net. Consultado el 14 de octubre de 2011.

Se adquirirán dos filtros de arena marca Tarragona de 20 pulgadas de diámetro y un caudal de 18 metros cúbicos/hora de flujo ascendente a un costo unitario de Q2 037,95, para un total de Q4 075,90.

Posteriormente al proceso de filtración viene el afino con carbón activo. El carbón activo se utilizará principalmente para la disminución de materia orgánica y el crecimiento biológico, la eliminación de amoníaco y el control del olor y sabor; además de ello, el carbón activo permite la decloración (reducción de cloro libre en el agua).

La utilización de carbón activado se hará por medio de un filtro, este apila el carbón granular en una columna sobre un lecho fijo, a través de la cual pasa el agua. Se utilizará carbón activado no grafítico.

Figura 63. **Filtro de carbón activado no grafítico**



Fuente: www.purificadoresdeagua.net. Consultado el 14 de octubre de 2011.

Para el proceso de afino se instalarán dos filtros de carbón activado marca *Niagara*, de 2 pies cúbicos de arena y capacidad de flujo de 1,6 metros cúbicos/hora a un costo unitario de Q7 838,70 y un costo total de Q15 677,40.

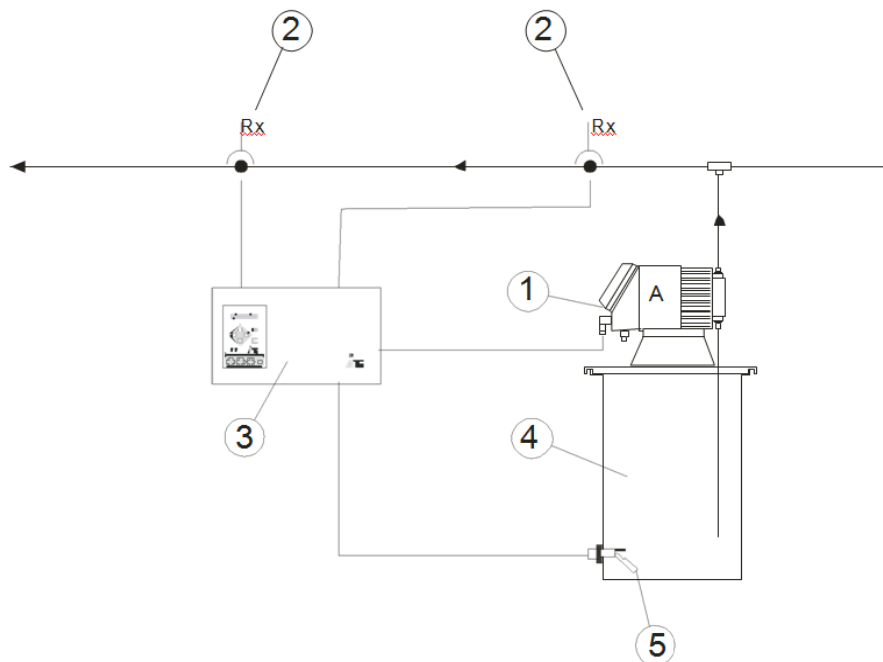
Como etapa final del proceso de tratamiento de agua se tiene la desinfección, la cual se hará a través de tratamientos químicos, sin embargo está podrá realizarse por medio de radiación de rayos UV.

Como principal agente químico desinfectante se utilizará el cloro, en su forma gaseosa, hipoclorito sódico (lejía) o como hipoclorito cálcico. El cloro es un producto comúnmente utilizado debido a su bajo costo y sus buenas características como la buena capacidad para la oxidación de sustancias inorgánicas como el hierro, manganeso, nitritos, entre otras sustancias que

causan mal sabor, corrosión y deterioro de los conductos de transporte del agua; además tiene características microbidas, alguicidas, bactericidas y en menor medida virucidas.

El proceso de cloración se llevará a cabo por medio de un sistema de cloración en línea. Dicho sistema se compone como se muestra en la siguiente figura:

Figura 64. Cloración en línea



- 14. Bomba dosificadora
- 15. Sonda de Redox
- 16. Panel de control

- 17. Depósito dosificador
- 18. Sensor de nivel

Fuente: ITC. Cloración de agua potable. p. 24.

El sistema de cloración en línea utilizada para la desinfección, solamente se utiliza para reponer el cloro residual que se ha perdido durante el proceso de transporte y distribución.

El costo de instalación de un sistema de cloración en línea marca *ITC* modelo *CL-1005MCL* se estima en Q6 829,55 con un costo de mantenimiento bimestral de Q820,00.

Como otras alternativas al hipoclorito sódico e hipoclorito cálcico, se podrán utilizar dióxido de cloro u ozono. El dióxido de cloro es un gas inestable producto de la mezcla de cloro con clorito sódico. Debido a su inestabilidad dicho producto se debe generar en el mismo lugar de su aplicación. Su principal ventaja es que no se ve afectado por el pH y tiene buenas propiedades contra amebas y enteovirus. Como tercera alternativa se tendrá el ozono que se deberá aplicar *in situ* debido a su inestabilidad.

Para el control y registro de consumo de agua, se instalará un caudalímetro mecánico tipo molino de 2 pulgadas marca *Arad*, modelo *M50*, a la entrada de la tubería de alimentación del Departamento de Nutrición y Dietética. Dicho caudalímetro tiene un costo de Q450,00.

5.1.4. Mejoras al sistema de distribución y eliminación de fluidos

Dentro de las mejoras al sistema de distribución y eliminación de fluidos incluyen la identificación de las tuberías a través de un sistema de colores, mientras que los drenajes deberán contar con ciertas medidas de protección contra para la prevención de infestaciones.

5.1.4.1. Tuberías

Los tramos de tuberías serán pintados según los colores establecidos para cada tipo de producto (ver tabla de anexos). Se aplicará pintura lavable y mate. Sobre las tuberías se colocarán cada 10 metros, una calcomanía de identificación que indica el código de identificación, tipo, condiciones y estado

del fluido (ver tabla de anexos), en la calcomanía también se detallará la dirección de flujo del fluido así como los peligros asociados al mismo si los hubiera.

Dentro del departamento de Nutrición y Dietética se estima que hay alrededor de 436 metros de tubería, el costo por pintar 100 metros hasta un diámetro de 3 pulgadas es de Q1 750,00, por lo que pintar todo el entramado tendría un costo total de Q7 630,00. Dicha pintura tiene un tiempo de vida estimado de 5 años.

Para la identificación y señalización de las tuberías se colocarán alrededor de 56 calcomanías a lo largo de dichas tuberías a un costo total de Q1 960,00.

5.1.4.2. Drenajes

En cada ambiente habrá al menos un desagüe. En cada uno de estos se instalarán dos rejillas de protección separadas para impedir tanto que los desechos se vayan a las tuberías, como el ingreso de insectos y roedores a través de dicha vía. La instalación de doble malla es útil al momento de la limpieza de las mismas.

Dentro del complejo de Nutrición y Dietética existen alrededor de 38 reposaderas, cada una es de 20 centímetros x 20 centímetros, estas se cubrirán con dos mallas. Para ello se utilizará malla *mesh* 10 (1,651 milímetros, 1/16 de pulgada de luz), el costo por una yarda cuadrada (0,8281 metros cuadrados) de la misma es de Q 32,00, una yarda cuadrada rinde para 18,2 unidades, por lo cual será necesario 4,18 yardas cuadradas, es decir se requerirá comprar 4,5 yardas de malla a un costo total de Q144,00. Junto a ello

también se les colocará una tapadera plástica, las cuales tiene un costo unitario de Q27,50, lo cual representaría un desembolso de Q1 045,00.

Durante la instalación del piso, este se acondicionará de modo que posea la inclinación requerida para evitar la formación de charcos.

5.1.5. Acondicionamiento de instalaciones sanitarias

Dentro de las siguientes secciones se esbozarán las instalaciones sanitarias, así como las cantidades y ubicaciones más apropiadas para las mismas dentro del complejo.

5.1.5.1. Estación de lavado de manos

Se instalarán estaciones de lavado de manos en cada una de las entradas al departamento así como en otras secciones, como se muestra en la sección 5.1.14. Cada una de dichas estaciones estará provista de grifos accionados mediante pedales, donde se podrá obtener agua caliente y fría, jabón y solución sanitizante. Para el secado de manos se hará uso de secadores automáticos. Se instalarán afiches donde se recuerda la forma correcta de lavarse las manos, así como las situaciones en las que es necesario volvérselas a lavar.

Para ello se comprarán 32 lavamanos color blanco marca *Aquamax* conjuntamente con mezcladoras cromadas de dos vías accionadas por pedal, a un costo unitario de Q775,00, lo que asciende a un costo total de Q24 800,00. Junto con estos se adquirirán la misma cantidad de dispensadores de jabón y sanitizante, marca *Kimberly Clark* con capacidad de 500 mililitros, cada uno a un costo de Q139,45, esto tendrá un costo total de Q8 924,80.

El costo de una caja de 12 bolsas de jabón de 500 mililitros, es decir 6 litros, es de Q488,10. EL dispensador de jabón líquido dispone en cada descarga 1 mililitro, que sería la cantidad de jabón utilizada en cada lavada. El personal se estima se lavará alrededor de 7 veces por cada día, esto quiere decir, cada persona consumirá diariamente 7 mililitros de jabón. En promedio 106 personas trabajan diariamente en el departamento, esto da un consumo diario de 742 mililitros, trabajando 30 días al mes, se tiene que un consumo estimado de 22 260 mililitros (22,3 litros). Por lo que en promedio se estima un gasto mensual de Q1 814,10 por concepto de consumo de jabón.

Para la desinfección de manos, se utilizará sanitizante a base de amoniaco de quinta generación. En promedio las personas tendrán que desinfectarse las manos alrededor de 5 veces al día, lo que produce un consumo de sanitizante estimado de 16 litros mensuales. El costo de un paquete de 10 bolsas en presentación de 400 mililitros, marca *Parrell*, tiene un costo de Q1 300,00, esto producirá un costo mensual promedio por concepto de desinfección de manos de alrededor de Q5 200,00.

Se instalarán 16 secadores de manos, de accionamiento automático marca *World Dryer*, modelo *Worj 5304*, con un valor unitario de Q1 430,15, esto requerirá una inversión de Q22 882,40. Trimestralmente se les aplicará un mantenimiento preventivo a cada dispositivo esto a un costo de Q250,00 por unidad.

Se colocarán 18 afiches de vinilo de 0.70 metros de ancho por 1.00 metros de alto, para recordar la forma apropiada de lavado de manos, también se adquirirán 20 afiches de las mismas dimensiones, en donde se recuerda a los operarios, las situaciones en las que se deben lavar las manos, esto a un costo unitario de Q65,00, para un costo total de Q2 470,00.

5.1.5.2. Estación de limpieza y desinfección

A cada uno de los lavados de las distintas áreas, como primera medida se les aplicará una limpieza profunda para remover todo tipo de suciedad adherida a sus superficies. Se instalarán mezcladoras de agua fría y caliente, la sanitización de los distintos utensilios se llevará a cabo en el área de lavado, mediante la aplicación de vapor húmedo, sin embargo convendrá quincenalmente la sanitización de los enseres mediante una solución química.

Para dicha mejora es necesaria la adquisición de 9 mezcladoras de agua de dos vías accionadas por medio de pedales. Las cuales en marca *Moen* tienen un costo unitario de Q267,15, por lo que se estima un costo total de Q2 404,35.

5.1.5.3. Inodoros y orinales

Para una mayor comodidad de los trabajadores se tiene estipulada la instalación de 4 sanitarios para el área de mujeres y de 3 sanitarios para la sección de varones, cada uno separado completamente con su propio dispensador de papel y cesto con tapadera accionada mediante pedal con bolsa desechable, además se instalarán 3 mingitorios en el área de hombres. Para dar espacio a estas modificaciones será necesaria la eliminación de la sección de intendencia ubicada en dicha localidad, además la bodega dorada se trasladará hacia enfrente de su lugar actual, tal como se muestra en la sección 5.1.14.

Las modificaciones estructuras que incluyen la demolición de tres muros, el reforzamiento de 2 columnas, el levantado de 1 muro de separación entre área de sanitarios y área de regaderas de 4,5 metros de largo por 2,5 metros de

alto, 1 muro de separación entre secciones de 4,5 metros de largo por 2,5 metros de alto, corrimiento de marcos para puerta, acondicionamiento para un área de 4 regaderas, con divisiones, esto tiene un costo estimado de Q43 736,55.

La instalación de 7 módulos de sanitarios conjuntamente con sus respectivos inodoros tiene un costo estimado de Q10 250,00. La instalación de los mingitorios tendrá un costo de Q1 525,00.

Además se colocarán 20 metros cuadrados de piso en cada sección, este contará con un zócalo de 10 centímetros de altura. El costo estimado por instalación de metro cuadrado de piso cerámico de 45 centímetros por 45 centímetros es de Q94,85, lo cual representaría una inversión de Q3 794,00.

Se instalarán 2 luminarias marca *Sylvana*, para lámparas de luz fluorescente tamaño T-12 de 1 200 milímetros, tipo arquitectónica, en cada sección de sanitarios y 2 luminarias en cada sección de duchas, las cuales tienen un costo unitario de Q349,75, esto produce un costo total por dicho concepto de Q2 798,00, a dicho costo habrá que agregarle los costos de los productos auxiliares necesarios para la instalación, lo cual asciende a un costo de Q1 783,45.

Cada inodoro contará con un cesto con tapadera cuya apertura se harán mediante pedal, cada uno de ellos poseerá una bolsa plástica para la rápida eliminación de la basura. Cada sanitario estará completamente separado de los demás. Para la eliminación de los malos olores se instalarán desodorizantes automáticos en cada sanitario y mingitorio. La puerta de entrada hacia el área de inodoros poseerá un brazo de retorno de modo que siempre se mantenga cerrada.

Se comprarán 8 cestos metálicos para basura accionados por pedal de 20 litros, fabricados en acero inoxidable, con acabados de espejo y bote interno de plástico, que se colocarán en cada baño y uno junto al área de mingitorios, esto a un costo unitario de Q223,55, lo cual requerirá un inversión de Q1 788,40. También se instalarán 7 dispensadores de papel *jumbo* marca *Élite*, con capacidad para instalar rollos de hasta 600 metros a hoja sencilla, a un costo de unitario de Q113,35, lo cual se estima que genere un costo de adquisición de los mismos de Q793,45.

Estimando que cada persona que labora dentro del departamento haciendo uso del sanitario en promedio de 1,5 veces al día y usando diariamente en cada uso en promedio 2,10 metros de papel higiénico, se tiene un consumo diario de alrededor de 333,9 metros de papel sanitario, que se convierte en 10 017 metros de papel al mes.

El paquete de 8 rollos de papel marca *Scott* de 500 metros es de Q600,00. Entonces el costo mensual por mantenimiento de los dispensadores de papel se estima en Q1 502,55.

En cada sanitario y mingitorio se instalarán sanitizantes tipo bacteriostáticos automáticos, marca *Aerowest*, en calidad de alquiler, a un costo de mantenimiento mensual de Q95,00 por cada uno, para un costo total de Q950,00. A la entrada de cada área de sanitario se colocarán aromatizantes automáticos marca *Hygofresh*, en calidad de alquiler a un costo mensual de Q115,00 por dispositivo instalado, para un costo mensual total de Q230,00.

Se colocarán 2 puertas de 0,90 metros de ancho por 2,10 metros de largo con las características anteriormente descritas a un costo de Q2 630,00.

5.1.5.4. Lavamanos

En cada sección de baños se instalarán 4 lavamanos color blanco, con sus respectivas mezcladoras. Se instalará un espejo del ancho del conjunto de lavamanos en cada sección. En las instalaciones de lavamanos se colocarán dos dispensadores de jabón y dos secadores de manos.

Para dichas remodelaciones se comprarán 8 lavamanos marca *American Standard* con sus respectivos accesorios a un costo unitario de Q475,00, para un costo total de Q3 800,00. Se colocarán dos espejos de 0,80 metros de alto por 2,40 metros de largo de 5 milímetros de grosor, estos tendrán un costo de Q465,00, para un costo total de Q930,00. Se colocarán solamente 2 dispensadores de jabón con capacidad de 500 mililitros, marca *Kimberly Clark*, en cada sección de sanitarios, tendrán un costo de Q139,45. Estimando que los trabajadores del Departamento utilizarán 1,5 veces al día dichos lavamanos, proporcionalmente esto daría un costo mensual de Q388,75.

En cada sección de sanitarios se instalarán dos secadores de manos de accionamiento automático marca *World Dryer*, modelo *Worj 5304*, con un valor unitario de Q1 430,15, lo cual genera un costo total de Q5 720,60. El costo trimestral del mantenimiento preventivo de cada equipo se estima en Q250,00.

5.1.5.5. Regaderas

En la sección de varones, se remodelará el área de duchas, primero removiendo el azulejo actual para colocar nuevo de color blanco; se cambiarán las llaves de paso de agua por mezcladoras de agua caliente y fría; se instalarán regaderas y cada ducha se separará de las demás mediante

mámparas de puertas corredizas, de modo que se tengan cuatro módulos separados, como se muestra en la sección 5.1.14.

Para el área de mujeres se construirán cuatro módulos de regaderas, éstas se ubicarán donde actualmente se encuentra la bodega dorada. Al igual que las duchas de varones, las regaderas poseerán agua caliente y fría, una regadera por cada módulo, un separador de cristal con puerta corrediza y en su totalidad en dicha sección se colocará azulejo, para facilitar la limpieza.

Para ello se colocarán entre ambas sección 72 metros cuadrados de azulejo color blanco, se instalarán azulejos de 25 centímetros por 40 centímetros, marca *Pargas*, el costo promedio por instalación de 1 metros cuadrados es de Q84,95, por lo que por concepto de azulejo de invertirán Q6 116,40. Se colocarán 24 metros cuadrados de piso antideslizante, color *beige* de 33 centímetros por 33 centímetros a un costo promedio de Q102,85 por 1 metro cuadrado, para un total de Q2 468,40.

En cada sección de regaderas, por cada ducha se instalará una mámpara de cristal con marco de aluminio, el costo total por 8 mamparas de 0,90 metros por 0,90 metros y 2,10 metros de alto es de Q6 520,00.

También se comprarán 2 puertas corredizas de 1,00 metro de ancho por 2.10 metros de alto, para separar el área de baños con el de regaderas estas tendrán un costo de Q1 200,00.

Se colocarán 8 regaderas a una altura de 2,10 metros con mezcladora de agua caliente y fría con dos llaves marca *Moen*, a un costo unitario de Q325,00, lo que representa un costo total de Q2 600,00

5.1.6. Capacitación sobre prácticas de higiene y salud del personal

Dentro de este apartado se tratarán aquellas capacitaciones que será necesario que todo operario deberá conocer y aprobar. Por otra parte se consideran aquellos síntomas que podrán ser causa de suspensión temporal para evitar la contaminación de los alimentos.

5.1.6.1. Capacitación sobre prácticas de higiene

Los operarios recibirán una capacitación sobre las prácticas de higiene personal; la importancia de la aplicación de buenas prácticas de manufactura para la prevención de enfermedades de transmisión por alimentos (ETA); tipos de ETA y sus consecuencias; higiene personal; obligaciones y restricciones dentro del área de trabajo; métodos limpieza de la planta, frecuencia y operaciones; modos de empleo, usos y aplicaciones de jabones, desinfectante, así como de otros productos químicos; entre otros temas. Dichas capacitaciones se darán a lo largo de todo el año, de modo que el personal se pueda capacitar constantemente.

La concientización de la implementación de buenas prácticas de manufactura, se recordarán de modo constante mediante anuncios y afiches distribuidos en distintos puntos del complejo como lo son los sanitarios y duchas, estaciones de lavado y desinfección de manos, además se incentivará y premiará la implementación correcta de las BPM.

5.1.6.2. Salud del personal

Diariamente se revisarán rostro, manos y brazos, en busca de supuración de oídos, ojos y nariz, así como de lesiones en la piel tales como llagas, furúnculos, cortes, mezquinos y costras. Por otra parte también se evaluará el estado de salud del operario en busca de síntomas como ictericia, diarrea, dolor de estómago, vómitos, fiebre, dolor de garganta, tos o gripe. Aquellos operarios de los que se sospecha o se tiene certeza que sufran alguno de los problemas mencionados anteriormente serán asignados a operaciones donde no intervengan con el proceso de elaboración de alimentos o bien serán suspendidos de sus labores durante un tiempo determinado por el médico para su recuperación.

5.1.7. Inducción sobre el uso de protección personal y su uso correcto

Al personal se le proporcionará una inducción sobre la vestimenta que tiene que utilizar diariamente; el modo correcto del uso de cada uno, los lugares de resguardo y disposición. El cuidado y mantenimiento que se debe tener con los mismos así como las formas de actuar en caso de que alguno se encuentre en mal estado.

Dentro de dicha inducción, los operarios también aprenderán a interpretar las señalizaciones instaladas dentro del departamento, así como la forma de proceder ante cualquier siniestro, además serán instruidos sobre la forma apropiada para utilizar extintores y mangueras a presión, conjuntamente a ello el personal será instruidos en técnicas de primeros auxilios.

5.1.8. Adiestramiento en operaciones higiénicas

Los operarios serán adiestrados cada tres meses en operaciones higiénicas y técnicas de sanitización. Dicho adiestramiento se centra en instruir al personal en la aplicación correcta de métodos de limpieza y sanitización, así como la frecuencia de aplicación de cada uno; los aparejos, equipos, insumos y productos químicos necesarios para su aplicación. Asimismo serán aleccionados sobre las situaciones, equipos y lugares donde se deberán utilizar cada uno.

Junto con a ello los trabajadores serán instruidos sobre los cuidados necesarios para los diferentes equipos de limpieza, así como los distintos productos químicos y sus riesgos, medidas de precaución y seguridad, concentraciones recomendadas, formas y lugares de resguardo, situaciones, lugares y equipos de aplicación, entre otros aspectos.

5.1.9. Adiestramiento en operaciones de preparación de alimentos

En dicho conjunto de capacitaciones los trabajadores serán instruidos sobre las medidas de limpieza y sanitización en las superficies de trabajo, recipientes y otros instrumentos necesarios para la preparación de alimentos.

Estas lecciones también incluyen el aprendizaje de la utilización de equipos de cocina, así como de otros instrumentos y herramientas, de sus cuidados y limpieza.

En estos adiestramientos los trabajadores aprenderán sobre la utilización y aplicación de los diferentes tipos de cocimiento y preparación de alimentos, los tiempos requeridos según la clase de alimento y la técnica a implementar.

Por otra parte los operarios aprenderán sobre los alimentos que se deberán preservar en caliente y frío y las formas en las que se preservan, las maneras de enfriamiento, refrigeración, congelación y descongelación.

5.1.10. Etiquetado y seguimiento

Para la implementación de un sistema de trazabilidad en la elaboración de productos como primera medida todos los productos almacenados en el área de bodega tendrán que cumplir con las características de etiquetado descritos en la sección 3.10.3.

El área de bodega elaborará una etiqueta propia, que facilite la identificación del producto, esta podrá contener un código de barras; dicha etiqueta indicará claramente aspectos del producto como: nombre, tipo de producto, marca, fecha de ingreso, fecha de caducidad, condiciones de almacenamiento, datos del productor y proveedor, lugar de origen, lote de producción, contenido neto y/o peso escurrido, nota aclaratoria o descriptiva sobre el producto, aplicaciones, usos y formas de preparación, así como posibles afecciones.

Para ello se adquirirá una etiquetadora marca *Brother*, modelo *QL-580N*, a un costo de Q2 450,00.

Los productos almacenados en bodega se resguardarán en áreas según sus características, estos a su vez se ordenarán según su fecha de caducidad o tiempo de vida.

Para permitir un mejor control sobre el consumo de los mismos, a cada unidad de presentación del producto (cajas, latas, envases, botellas, etcétera) se les añadirá un número, de modo que el encargado de bodega esté enterado de quién ha utilizado los productos.

Como segunda etapa, cada área registrará los productos que ha utilizado y las cantidades de los mismos, las formas de preparación y la cantidad aproximada de alimento obtenido y servido, la persona que lo preparó y quien ha autorizado que se sirvan.

Por otra parte, de igual manera se registrará el consumidor de dichos alimentos, para poder tener un control de los alimentos ingeridos por el mismo.

5.1.11. Almacenamiento

Este apartado describirá específicamente aquellos puntos en los que será necesaria la mejora del área de bodega, así como los temas de capacitación en los que deberá ser instruido el personal de bodega.

5.1.11.1. Remozamiento del área de bodega

Al contarse con buenas condiciones del área de bodega, solamente será necesario en primera instancia el reforzamiento, reparación y pintura de las mayoría de estanterías existentes, sin embargo, es necesaria la adquisición de al menos 8 estanterías de metal para anclar, de 1,20 metros ancho por 0,50

metros de fondo por 2,00 de alto, con 6 entrepaños, a un costo unitario de Q750,00, para un costo total de Q6 000,00. Se instalarán anclajes en el suelo de modo que se puedan fijar los anaqueles como una medida de seguridad. Antes del montaje de las mismas se colocará piso sobrepuesto.

Para la sujeción de las estanterías se utilizarán anclajes de $\frac{1}{4}$ de pulgada de diámetro y de $1 \frac{1}{2}$ pulgadas de longitud grado 2. Actualmente se cuenta con 18 estanterías en buen estado, cada una se anclará con 8 pernos, entonces incluyendo las 8 nuevas estanterías, serían necesarios 208 pernos. El costo unitario de los mismos asciende a Q1,15, para un costo total de Q239,20. Las tuercas y las arandelas tienen un costo cada una de Q0,08, entonces se tendría un costo total de Q33,28.

Para evitar que los sacos se coloquen directamente en el suelo y para permitir una mejor organización y transporte, estos se colocarán sobre tarimas.

Para lo ello se adquirirán 20 tarimas plásticas (*pallets*), de 1,2 metros de ancho por 1,0 metros de largo por 0,15 metros de alto, con capacidad de carga estática sobre el suelo de hasta 8 toneladas (8 000 kilogramos), una capacidad dinámica de hasta 2 toneladas (2 000 kilogramos) y una capacidad de carga en *rack* de hasta 600 kilogramos. El costo unitario de tarimas es de Q570, por lo que el valor total por la adquisición será de Q11 400,00.

5.1.11.2. Capacitación sobre el proceso de recepción y almacenamiento de materia prima y producto terminado

El personal de bodega recibirá la misma formación básica que los operarios, de modo que tenga conocimientos de buenas prácticas de

manufactura, seguridad industrial y primeros auxilios. Además de ello los bodegueros deberán actualizar sus conocimientos constantemente respecto a las condiciones de almacenaje de los distintos productos, la clasificación de estos, elaboración de etiquetas y seguimiento.

5.1.12. Manejo integral de plagas

Como parte del manejo integral de plagas se implementarán diversas medidas de protección, estas se instalarán en las puertas y ventanas como se han descrito en dichas secciones, además de ello se instalarán tres cordones de control contra roedores. En el cordón primario se instalarán trampas adhesivas, en el cordón secundario y terciario se utilizarán unidades de cebado, estas se ubicarán a 5 metros una de otra. El tipo de raticida y plaguicida a utilizar, así como el método de aplicación de los mismos, serán asesorados por una empresa especializada, estos se cambiarán a intervalos de un mes.

En el cordón primario se instalarán alrededor de 64 trampas adhesivas de alto impacto distribuidas a lo largo de toda la planta, con pegamento viscoso, marca *Roetrap*, de 19 centímetros de ancho por 24 centímetros de largo. El costo unitario de dichas trampas se estima en Q30,00 esto representará un costo total de Q1 920,00.

En el cordón secundario se colocarán 30 trampas de cebado. El costo unitario por trampas de cebado es de Q35,00, para un costo total de Q1 050,00. Como cebo se utilizará *Rodilón*, que es un raticida de tercera generación a base de difetialona, en presentación de 500 x 10 gramos, esto a un costo de Q179,85. En el cordón terciario se instalarán 46 trampas de cebado a un costo de Q1 610,00. Las trampas se limpiarán a intervalos de cada 3 días, mientras el cebo se cambiará semanalmente, entonces el mantenimiento de las trampas

de cebados tendría un costo trimestral de Q179,85 por cada 4 meses. Durante la limpieza se realizará el registro de consumo de cebo por parte de los roedores.

Como medidas contra cucarachas se utilizará *Blattanex* gel, el cual se aplicará en las esquinas de las superficies de trabajo, mesa y paredes; en grietas y rendijas, detrás de los equipos de vapor y de cocina, electrodomésticos y otros. El costo de dicho tratamiento es de Q2 625,85. El tratamiento se deberá volver aplicar cada 6 meses.

En los alrededores de la planta, como medida contra insectos voladores se instalarán 10 electrocutadores de 1x6W, marca *Liutenant*, a un costo unitario de Q372,50, para un costo total de Q3 725,00

El uso y la ubicación de plaguicidas químicos y electrocutores serán supervisados por un ente especializado.

5.1.13. Estudio económico para la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura

En la siguiente tabla se tabulan y resumen los costos estimados para la implementación de las Buenas Prácticas de manufactura dentro del Departamento de Nutrición y Dietética.

Tabla XXXVII. **Presupuesto para la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura en el Departamento de Nutrición y Dietética**

	Detalle	Sub total	Total
1. Mejoras físicas			Q399 317,44
<i>1.1 Alrededores</i>		Q10 550,00	
Nivelación y compactación del suelo	Q2 500,00		
Pavimentación	Q8 050,00		
<i>1.2 Paredes</i>		Q31 733,60	
Repellado	Q2 300,00		
Sustitución de azulejo	Q403,20		
Pintura	Q24 192,00		
Curva sanitaria	Q4 838,40		
<i>1.3 Techo</i>		Q172 385,28	
Pintura	Q39 031,68		
Impermeabilización	Q133 353,60		
<i>1.4 Piso</i>		Q28 050,00	
Piso vinílico	Q28 050,00		
<i>1.5 Puertas</i>		Q123 437,91	
Pintura, ajuste y sellado de marco y banda de barrido	Q20 640,00		
Brazo de retorno	Q16 082,00		
Construcción cabinas de aire	Q42 000,00		
Pediluvios	Q4 800,00		
Compra puertas de metal	Q5 750,00		
Cortinas de aire de 1 m	Q14 316,61		
Cortinas de aire de 2 m	Q10 434,30		

Continuación de la tabla XXXVII.

1.6 Ventanas		Q371,25	
Sellado	Q371,25		
1.7 Lámparas		Q3 165,00	
Lámparas fluorescentes	Q3 165,00		
1.8 Ventilación		Q29 624,40	
Inyectores de aire	Q12 136,80		
Extractores de aire	Q10 576,80		
Aire acondicionado	Q6 910,80		
2. Áreas de personal			Q24 825,00
2.1 Construcción de muro área de sanitarios		Q13 675,00	
2.2 Puertas		Q2 300,00	
2.3 Brazos de retorno		Q660,00	
2.4 Casilleros		Q8 190,00	
3. Control del agua			Q49 798,25
3.1 Sistema de cloración en tanque con recirculación		Q22 765,40	
3.2 Filtros de arena		Q4 075,90	
3.3 Filtros de carbón activado		Q15 677,40	
3.4 Sistema de cloración en línea		Q6 829,55	
3.5 Caudalímetro		Q450,00	

Continuación de la tabla XXXVII.

4. Sistema de distribución y eliminación de fluidos			Q10 779,00
<i>4.1 Pintura de tuberías</i>		Q7 630,00	
<i>4.2 Calcomanías</i>		Q1 960,00	
<i>4.3 Malla para drenajes</i>		Q144,00	
<i>4.4 Tapaderas plásticas</i>		Q1 045,00	
5. Instalaciones sanitarias			Q167 786,77
<i>5.1 Estación de lavado de manos</i>		Q66 091,31	
Lavamanos	Q24 800,00		
Dispensadores de jabón y sanitizante	Q8 924,80		
Jabón	Q1 814,11		
Sanitizante	Q5 200,00		
Secadores de mano	Q22 882,40		
Afiches informativos	Q2 470,00		
<i>5.2 Estación de limpieza y desinfección</i>		Q2 404,35	
Mezcladoras	Q2 404,35		
<i>5.3 Inodoros y orinales</i>		Q67 987,40	
Acondicionamiento del área de sanitarios	Q43 736,55		
Módulos de sanitarios	Q10 250,00		
Mingitorios	Q1 525,00		

Continuación de la tabla XXXVII.

Luminarias	Q2 798,00		
Productos auxiliares	Q1 783,45		
Cestos para basura	Q1 788,40		
Dispensadores de papel	Q793,45		
Papel	Q1 502,55		
Sanitizantes para inodoros y urinales	Q950,00		
Aromatizante para sanitarios	Q230,00		
Puertas	Q2 630,00		
<i>5.4 Lavamanos</i>		Q12 172,11	
Lavamanos	Q4 800,00		
Espejos	Q930,00		
Dispensadores de jabón	Q139,45		
Jabón	Q582,06		
Secadores de mano	Q5 720,60		
<i>5.5 Regaderas</i>		Q18 904,80	
Azulejo	Q6 116,40		
Piso	Q2 468,40		
Mamparas	Q6 520,00		
Puertas corredizas de cristal	Q1 200,00		
Regaderas	Q2 600,00		
6. Etiquetado y seguimiento			Q2 450,00
6.1 Etiquetadora		Q2 450,00	

Continuación de la tabla XXXVII.

7. Almacenamiento			Q17 672,48
<i>7.1 Remozamiento de bodega</i>		Q17 672,48	
Tarimas	Q11 400,00		
Anclajes para estantería	Q239,20		
Arandelas y tuercas	Q33,28		
Estanterías	Q6 000,00		
8. Manejo integral de plagas			Q11 110,70
<i>8.1 Cordón primario</i>		Q1 920,00	
Trampas adhesivas	Q1 920,00		
<i>8.2 Cordón secundario</i>		Q1 229,85	
Trampas de cebado	Q1 050,00		
Cebo	Q179,85		
<i>8.3 Cordón terciario</i>		Q1 610,00	
Trampas de cebado	Q1 610,00		
<i>8.4 Tratamiento contra cucarachas</i>		Q2 625,85	
<i>8.5 Electrocosores</i>		Q3 725,00	
Total		Q683 516,64	Q683 516,64

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVIII. **Gastos para el mantenimiento de Buenas Prácticas de Manufactura en el Departamento de Nutrición y Dietética**

		Tipo de gasto
1. Mejoras físicas		
<i>1.1 Paredes</i>		
Pintura	Q24 192,00	Cada 3 años
<i>1.2 Techo</i>		
Pintura	Q39 031,68	Cada 3 años
Impermibilización	Q133 353,60	Cada 5 años
<i>1.3 Piso</i>		
Piso vinílico	Q28 050,00	Cada 20 años
<i>1.4 Puertas</i>		
Pintura, ajuste y sellado de marco y banda de barrido	Q20 640,00	Cada 3 años
Pediluvios	Q5 200,00	Mensuales
Cortinas de aire	Q2 520,00	Trimestral
<i>1.5 Lámparas</i>	Q3 165,00	Cada 3 años
<i>1.6 Ventilación</i>		
Inyectores de aire	Q1 820,00	Trimestral
Extractores de aire	Q1 820,00	Trimestral
Aire acondicionado	Q3 500,00	Trimestral
2. Control del agua		
<i>2.1 Sistema de cloración en tanque con recirculación</i>	Q1 360,00	Trimestral
<i>2.2 Sistema de cloración en línea</i>	Q820,00	Trimestral

Continuación de la tabla XXXVIII.

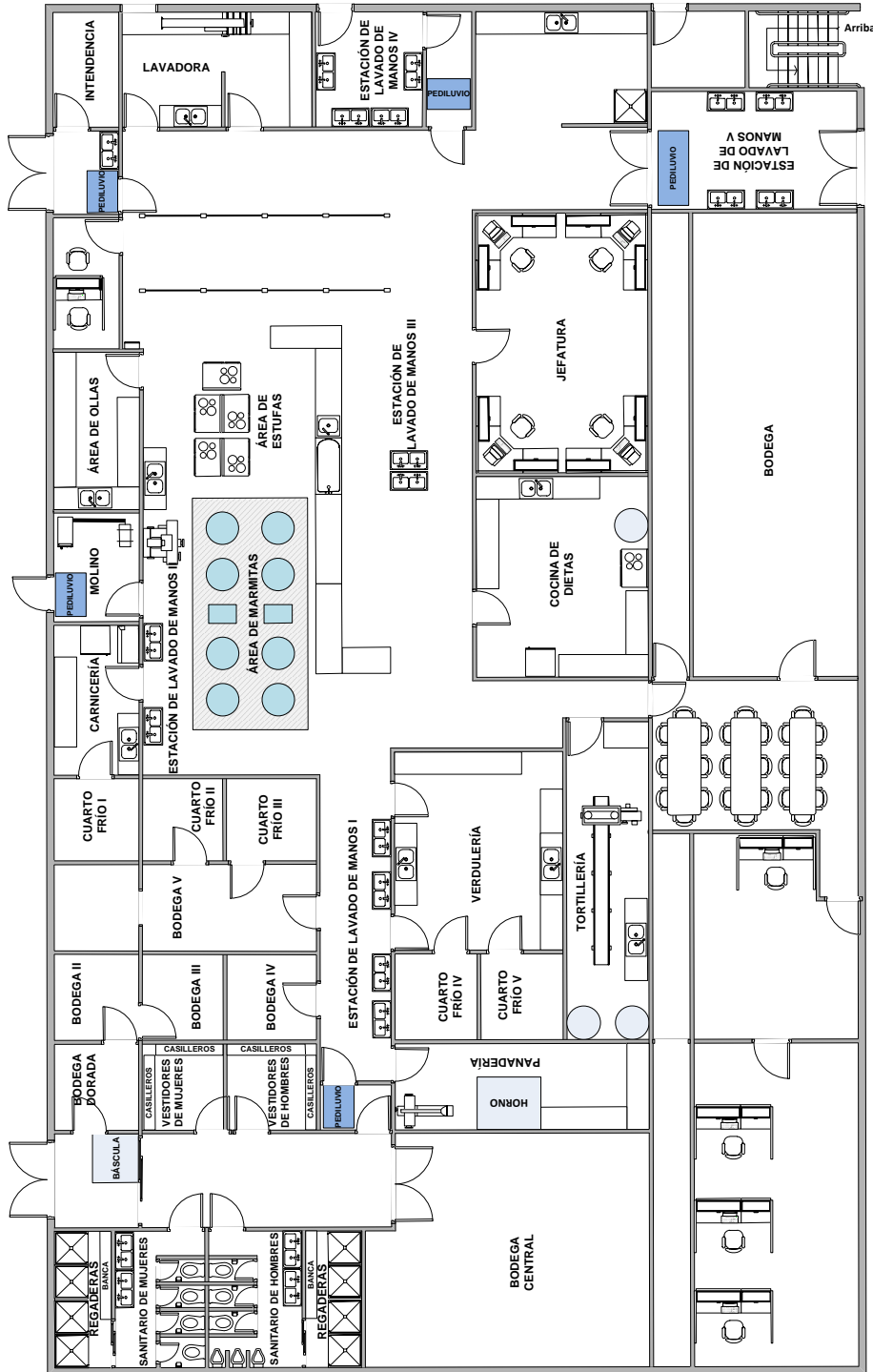
3. Sistema de distribución y eliminación de fluidos		
<i>3.1 Pintura de tuberías</i>	Q7 630,00	Cada 5 años
4. Instalaciones sanitarias		
<i>4.1 Estación de lavado de manos</i>		
Jabón	Q1 814,11	Mensual
Sanitizante	Q5 200,00	Mensual
Secadores de mano	Q4 000,00	Trimestral
<i>4.2 Inodoros y orinales</i>		
Papel	Q1 502,55	Mensual
Sanitizantes para inodoros y urinales	Q950,00	Mensual
Aromatizante para sanitarios	Q230,00	Mensual
Puertas	Q960,00	Cada 3 años
<i>4.3 Lavamanos</i>		
Jabón	Q388,74	Mensual
Secadores de mano	Q1 000,00	Trimestral
5. Manejo integral de plagas		
<i>5.1 Cordón primario</i>		
Trampas adhesivas	Q1 920,00	Trimestral
<i>5.2 Cordón secundario y terciario</i>		
Cebo	Q359,70	Trimestral
<i>5.3 Tratamiento contra cucarachas</i>	Q2,625,85	Semestral

Fuente: elaboración propia.

5.1.14. Croquis de mejoras físicas propuestas

La siguiente figura ilustra todas las mejoras físicas propuestas para la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura dentro del Departamento de Nutrición y Dietética.

Figura 65 Croquis de mejoras físicas propuestas



Fuente: elaboración propia.

5.2. Implementación del sistema de alimentación de vapor, cimentación y control de equipo térmico

En las siguientes secciones se expondrán las posibles formas en las que se puede llevar a cabo la mejora del sistema de alimentación de vapor, de las cimentaciones del equipo térmico, así como la implementación de los sistemas de control de los mismos.

5.2.1. Mejoras del sistema de alimentación de vapor

Las mejoras al sistema de alimentación de vapor se enfocan en varios puntos. En primera instancia se procederá a calcular el diámetro apropiado para las condiciones de suministro de vapor. Luego, si fuese correcto el diámetro, se procederá a realizar la desinstalación y limpieza de tuberías, para la eliminación de incrustaciones, carbonatos de calcio, lodos y cualquier depósito de herrumbre, para determinar de esta manera su estado físico y si se requiere de la sustitución del tramo. Si no fuese el adecuado, sería conveniente el cambio de tubería.

5.2.1.1. Dimensionamiento de tuberías

Actualmente en el área de marmitas se encuentran instaladas 8 marmitas con capacidad de 400 litros (0,4 metros cúbicos) cada una; el consumo de vapor estándar de cada marmita es de aproximadamente 90 kilogramos de vapor por hora. Junto a estas se encuentran instaladas otras dos marmitas verticales o arroceras, cuya capacidad de cada una es de 200 litros (0,200 metros cúbicos), cuyo consumo nominal de vapor es de aproximadamente 54 kilogramos de vapor por hora. Todas las marmitas trabajan a una presión

nominal de 30-35 PSI (2,07 bar). El sistema de alimentación del área de marmita trabajará a una temperatura inferior a los 200 grados Celsius.

El tipo de tubería a utilizar para este rango de temperatura son tuberías de acero al carbono sin costura tipo ASTM A 53, grado A. Actualmente se encuentran instaladas tuberías de hierro negro, este tipo de tuberías concuerda con el tipo de tuberías propuestas, por lo que únicamente queda determinar si el espesor y el diámetro de la tubería son los adecuados para el caudal de alimentación de las marmitas.

El consumo total nominal aproximado del área de marmitas es de aproximadamente de:

$$8 \text{ marmitas} \times 90 \frac{\text{Kg}_{\text{vapor}}}{\text{h}} = 720 \frac{\text{Kg}_{\text{vapor}}}{\text{h}}$$

$$2 \text{ marmitas arroceras} \times 54 \frac{\text{Kg}_{\text{vapor}}}{\text{h}} = 108 \frac{\text{Kg}_{\text{vapor}}}{\text{h}}$$

El total de vapor estimado consumido en el área de marmitas es de alrededor de:

$$720 \frac{\text{Kg}_{\text{vapor}}}{\text{h}} + 108 \frac{\text{Kg}_{\text{vapor}}}{\text{h}} = 828 \frac{\text{Kg}_{\text{vapor}}}{\text{h}}$$

Se aplicará un factor de 10% por posibles caídas de presión y 20% por posibles ampliaciones de cobertura, esto da un factor de seguridad de 30%, entonces en consumo nominal de vapor ahora será de:

$$828 \frac{\text{Kg}_{\text{vapor}}}{\text{h}} \times 1,30 = 1076,4 \frac{\text{Kg}_{\text{vapor}}}{\text{h}}$$

La presión nominal de trabajo para las marmitas es de 30 PSI (2,07 bar), y la temperatura del vapor es no mayor de 200 grados Celsius. La temperatura de saturación del agua a 30 PSI es de aproximadamente 120,2 grados Celsius

(consultar tabla de sección de anexos), por lo que se trata de vapor sobrecalentado, esto indica que la velocidad máxima de circulación de vapor será de 60 metros/segundo.

Para tales condiciones de trabajo la gráfica presentada en la sección de anexos propone un diámetro de tubería de alrededor de unos 76 milímetros, es decir:

$$76 \text{ mm} \times \frac{1''}{25,4 \text{ mm}} = 2,9921'' \approx 3''$$

Actualmente se encuentran instaladas tuberías de 3", lo que indica que el diámetro de las tuberías que actualmente se encuentran instaladas son las adecuadas.

El espesor mínimo de la pared de la tubería a utilizar, según dichas condiciones de trabajo sería de:

$$e = \frac{P \cdot D}{2(SE + P \cdot y)} + A$$

La presión nominal de trabajo del sistema de distribución es de 80 PSI, pero por razones de seguridad se le aplicará un factor un 30 por ciento extra, es decir que la presión para razones de cálculo del espesor es de:

$$80 \text{ PSI} \times 1,30 = 104 \text{ PSI}$$

El diámetro (d) de la tubería como se estimo anteriormente será de aproximadamente 3 pulgadas (7,62 centímetros). El esfuerzo de tensión admisible (SE) del acero ASTM A-53, grado A, hasta una temperatura de 343 grados Celsius es de 10 200 PSI (consultar tabla de sección de anexos), mientras su coeficiente (y) para dicho acero a una temperatura inferior de 482 grados Celsius, es de 0,4 (consultar tabla de sección de anexos). Debido a que

se instalarán bridas de cuello soldable y que la tubería es mayor, a 1 pulgada, se tomará como espesor adicional (A) 0,065 de pulgada (consultar tabla de sección de anexos).

Entonces el espesor mínimo para la tubería es de:

$$e = \frac{P \cdot D}{2(SE + P \cdot y)} + A = \frac{P \cdot (d + e)}{2(SE + P \cdot y)} + A$$

$$e = \frac{P \cdot d + 2A \cdot (SE + P \cdot y)}{2(SE + P \cdot y) - P} =$$

$$e = \frac{104PSI \cdot 3" + 2(0,065") \cdot (10\ 200PSI + 104PSI \cdot 0,4)}{2(10\ 200\ PSI + 104PSI \cdot 0,4) - 104PSI}$$

$$e = \frac{312" + (0,130") \cdot (10\ 241,6)}{20483,2 - 104} = \frac{312" + 1331,408"}{20\ 379,2} = 0,08"$$

Al valor obtenido se le aplicará un factor de compensación de 12,5 por ciento por defectos de construcción, por lo que el espesor mínimo es de;

$$e = 0,08" \times 1,125 = 0,09" \approx 2,29\ mm$$

Según las dimensiones requeridas, se trata de una tubería de acero calibre 40, con un diámetro nominal de 3 pulgadas (consultar tabla de sección de anexos).

Sin embargo las tuberías de alimentación de las marmitas son de 1 ½ pulgadas. Sobre las mismas deben instalarse los sistemas de reducción de vapor, por lo tanto dichas tuberías deberían soportar presiones de hasta 80 PSI. Actualmente se utilizan tuberías de acero al carbono sin costura tipo ASTM A

53, grado A, calibre 40. El espesor apropiado de las tuberías para tales condiciones debería ser de:

$$e = \frac{P \cdot d + 2A \cdot (SE + P \cdot y)}{2(SE + P \cdot y) - P} =$$

$$e = \frac{104PSI \cdot 1,5" + 2(0,065") \cdot (10\,200PSI + 104PSI \cdot 0,4)}{2(10\,200PSI + 104PSI \cdot 0,4) - 104PSI}$$

$$e = \frac{156" + (0,130") \cdot (10\,241,6)}{20\,483,2 - 104} = \frac{156" + 1331,408"}{20\,379,2} = 0,073" \approx 1,854\text{ mm}$$

El grosor para una tubería de acero al carbono calibre 40, de 1 ½ pulgadas de diámetro, tienen un grosor de pared de 0,145 de pulgada (3,68 milímetros) (consultar tabla de sección de anexos). Esto quiere decir que las tuberías actualmente utilizadas son adecuadas para el tipo de aplicación.

Debido a que las tuberías transportan vapor a más de 50 grados Celsius, es necesario que las mismas deban ser aisladas como medida de protección para los operarios y conservación de la energía.

Para el aislamiento de las tuberías se utilizará aislante de fibra de vidrio con aluminio reforzado en la capa externa. El espesor recomendado de aislamiento con 85 por ciento de magnesia para una tubería de 1 ½ y 3 pulgadas con temperaturas de hasta 232 grados Celsius es de 2 pulgadas (50,8 milímetros) (consultar tabla de sección de anexos). Según dicha tabla si la temperatura ambiente fuese de 25 grados Celsius y la temperatura de la tubería de 232 grados Celsius, entonces habría una pérdida de calor de 88,06 Watts/metro y la temperatura de superficie del aislante sería de 40 grados Celsius.

Dentro del Departamento de Nutrición y Dietética, se estima que hay alrededor de 126 metros de tuberías de 3 pulgadas (7,62 centímetros) de diámetro nominal y alrededor de 46 metros de tubería de 1 ½ pulgadas. El diámetro exterior real para las tuberías de 3 pulgadas es de 3,5 pulgadas (8,89 centímetros) y de 1,9" (4,83 centímetros) (consultar tabla de sección de anexos). Para el aislamiento de dichas tuberías sería necesario tramos de ancho:

$$S_3 = \pi \cdot D = \pi * 8,9 \text{ cm} = 27,9601746 \text{ cm} \approx 28 \text{ cm}$$

$$S_{1,5} = \pi * 4,83 \text{ cm} = 15,17389 \text{ cm} \approx 15 \text{ cm}$$

Se comprará aislante de fibra de vidrio marca *Fiberglass*, tipo *Duct Wrap* de 2" (50,8 milímetros) de espesor. Los rollos de dicho producto se pueden encontrar en el mercado en ancho de 4 pies (1,21 metros) y 100 pies (30,48 metros) de largo, a un costo de Q1 050,00 por rollo y productos auxiliares. Cada rollo deberá recortarse en tiras de 1 pie (30,28 centímetros) de ancho, entonces cada rollo de aislante servirá para recubrir 4 veces su longitud es decir 400 pies (121,92 metros) de tubería. Para el recubrimiento total de las tuberías será necesaria la adquisición de 2 rollos. Esto representa un costo de Q2 100,00 por concepto de aislamiento de tuberías. El aislamiento térmico deberá ser revisado semestralmente, en busca de deterioro, daño o bien para ajuste del mismo.

Cuando exista la necesidad de instalación de tuberías paralelas, estas deberán estar separadas unas de otras. Para tuberías aisladas se debe considerar el espesor del aislamiento y el diámetro de la tubería. Para una tubería calibre 40 de 1 ½ pulgadas de diámetro nominal, tiene un diámetro exterior de 1,9 pulgadas; las tuberías 3 pulgadas de diámetro nominal, tienen un diámetro externo de 3,5 pulgadas (consultar tabla de sección de anexos), por lo que el diámetro total de la tubería aislada será:

$$1,9" + 2(2") = 5,9" \approx 149,9 \text{ mm}$$

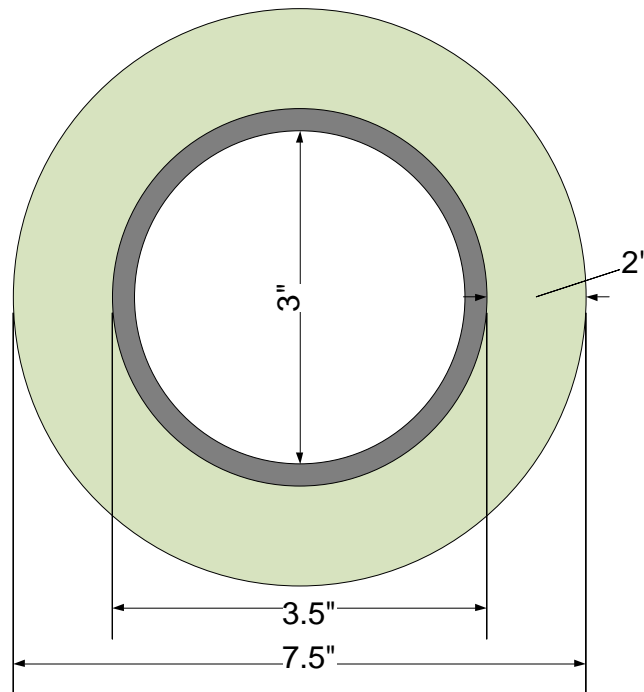
$$3,5" + 2(2") = 7,5" \approx 190,5 \text{ mm}$$

La separación entre tuberías de 1 ½ pulgadas (150 milímetros con aislamiento), sería de 100 milímetros (4 pulgadas); mientras que para las tuberías de 3 pulgadas (190,5 milímetros con aislamiento), la separación sería 150 milímetros (6 pulgadas), que es el valor mínimo recomendado de separación entre tuberías con diámetros mayores a 150 milímetros (6 pulgadas) pero menores que 200 milímetros (8 pulgadas) (consultar tabla de sección de anexos).

Las tuberías horizontales de conducción de vapor, se sostendrán por soportes de anclaje de acero en cuyo extremo se instalarán soportes con rodillo, de modo que se facilite la dilatación de las mismas, sin embargo, por cada 4 soportes de rodillo se instalará un soporte tipo doble muelle. En los casos en los que la tubería atravesará paredes, se hará uso de manguitos pasamuros (ver figura 12).

La separación máxima para los soportes de tuberías de 1 ½ pulgadas es de 9 pies (2,75 metros); por otro lado, la separación máxima entre soportes para tuberías de 3 pulgadas es de 12 pies (3,65 metros), (consultar tabla de sección de anexos).

Figura 66. **Diámetro mínimo de tubería con aislamiento**



Fuente: elaboración propia.

Para el sistema de distribución de vapor se estima que será necesario colocar alrededor de 43 soportes de rodillo. Se instalarán soportes regulables de rodillo de 8 pulgadas (203,2 milímetros) marca *Armacell*, estos tienen un costo unitario de Q125,00, esto tendrá un costo total de Q5 375,00. Junto a estos serán necesarios 12 soportes tipo doble muelle, marca *Armacell*, cuyo precio unitario es de Q237,00, para un costo total de Q2 844,00.

Para la unión entre las tuberías se utilizarán bridas de cuello soldable (*Welding Neck, W.N.*). Dichas uniones se instalarán al momento de prestarle el servicio de limpieza a las tuberías. Se utilizarán las bridas como dispositivo de unión pues permite de forma fácil la instalación o desinstalación de las distintas secciones de tubería.

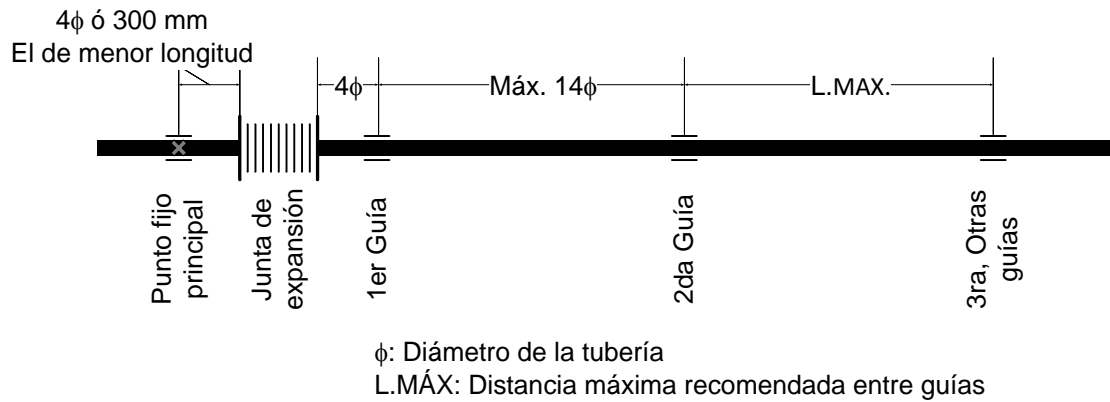
Para las condiciones de trabajo del equipo térmico, las bridas (*flanges*) de clase de 150 libras, representan una buena opción. El costo unitario de las bridas clase 150 libras en acero negro de cuello soldable, con 6 agujeros, se cotiza en Q185,00. Dentro de todo el complejo del Departamento será necesaria la instalación de alrededor 53 pares de brida de tamaño nominal de 3 pulgadas. Esto representará un costo de Q19 610,00. Entre cada una unión se colocará un empaque de viton con un tiempo de vida útil de vida útil de 20 000 horas (2,3 años) a un costo unitario de Q45,00, para un costo total de Q2 385,00.

Para la unión de dichas tuberías se utilizará tornillos hexagonales de $\frac{1}{2}$ " – 12 UNC – 2A, grado 2. Este tipo de tornillo tiene un costo unitario de Q1,80, lo que representará un costo total para las 318 unidades de Q572,40.

Para la compensación de la dilatación de las tuberías se utilizarán juntas de expansión tipo fuelle, debido a la temperatura de trabajo de los distintos equipos se utilizarán juntas de expansión con fuelle de acero inoxidable, las cuales se diseñan para trabajar a temperaturas mayores a los 150 grados Celsius (ver sección 4.1.2, juntas de expansión).

Para la instalación de las juntas de expansión, en tuberías de 3 pulgadas, se colocará el tanto el anclaje de punto fijo como la primer guía a una distancia de 12 pulgadas (1 pie, 304,8 milímetros). La segunda guía deberá ser colocada a 1,20 metros (4 pies). La tercera guía y las guías consecuentes deberán instalarse a 4,90 metros (16 pies), (consultar tabla de sección de anexos). Las tuberías y las guías se ajustarán hasta 1/16 de pulgada de holgura.

Figura 67. **Instalación correcta de las juntas de expansión térmica**



Fuente: Termodinámica. Selección juntas de expansión axial TD11-02. p. 1

Las tuberías de acero a una temperatura de hasta 230 grados Celsius tienen una dilatación térmica de hasta 2,57 milímetros/metro (consultar tabla de sección de anexos). Las juntas de expansión para tuberías de 3 pulgadas de diámetro tienen capacidad para absorber movimientos axiales de hasta 50 milímetros (consultar tabla de sección de anexos). Según dicho razonamiento, las juntas de expansión deberían instalarse a distancias de separación de:

$$\text{Separación entre juntas de expansión} = \frac{50 \text{ mm}}{2,57 \text{ mm/m}} = 19,45525 \text{ m}$$

Sin embargo, las juntas de expansión deberán colocarse a intervalos de separación de 19 metros (62 pies). Dentro del sistema de distribución de vapor, se instalarán 10 juntas de expansión, marca *Metraflex*, modelo *MN* clase 150 con conexión bridada las cuales tienen un costo unitario de Q3 200,00, esto representaría un costo total de Q32 000,00.

Como medio para la distribución de vapor y para la alimentación de las marmitas se instalará un *manifold* de 12 ramales con conexión tipo brida. Se

propone la instalación de un *manifold*, serie *MSC12* clase *150* marca *Spirax Sarco*, cuyo precio asciende a Q9 032,00.

Antes del mismo se instalará una válvula tipo compuerta, para poder cortar el suministro de vapor en caso de que se requiere reparación o mantenimiento del *manifold*. Se utilizará una válvula tipo compuerta pues esta no requiere de una apertura y un cierre constante.

El *manifold*, al ser utilizado como distribuidor de vapor, se recomienda que la entrada del vapor sea por la parte superior, mientras que se deberá instalar un purgador en la parte inferior. La descarga del purgador se conectará a la línea de retorno.

5.2.1.2. Accesorios complementarios

Válvulas de flujo

Las conexiones entre el sistema de distribución y el ramal de alimentación de vapor, deberán poseer una válvula tipo compuerta, que se accionará únicamente cuando a dicho ramal o equipo térmico requiera mantenimiento o alguna reparación. Las válvulas de compuerta también se utilizarán como válvulas de corte en los sistemas de drenaje de condensado.

Se adquirirá 13 válvulas tipo compuerta de 1 ½ pulgadas, para presiones de hasta 125 PSI, marca *American Valves*, para utilizarse en el sistema de alimentación de las marmitas, estas tienen un costo unitario de Q450,00, para un costo total de Q5 850,00. Junto a estas se colocarán 26 válvulas de compuerta de 2 pulgadas para el sistema de drenaje de las marmitas, marca

American Valves, para presiones inferiores a 125 PSI, estas tienen un costo unitario de Q745,00, lo cual generará un costo total de Q19 370,00.

Para la regulación del flujo de alimentación de vapor, se instalará en cada equipo térmico una válvula tipo globo. Será necesaria la instalación de 13 válvulas tipo globo de 1 ½ pulgadas. Estas en marca *American Valves* y para presiones de hasta 125 PSI, tienen un costo de Q558,00, para un costo total de Q7 254,00.

Para el caso de las válvulas a utilizar en el sistema de regulación de presión se utilizarán válvulas de esfera (ver sección 4.1.5.1.3.). Dichas válvulas deberán ser del diámetro de la tubería del *by pass*, es decir, de 1 ½ pulgadas.

Serán necesarias 2 válvulas tipo esfera de 1 ½ pulgadas, las cuales tienen un costo unitario de Q275,00, para un costo total de Q550,00

Válvulas de regulación de presión

Para la regulación de la presión de vapor en el sistema de distribución de vapor y en los equipos se hará uso de válvulas de acción directa, pues no se requiere de una gran precisión y la carga volumétrica no es muy grande.

Las válvulas de regulación de presión se calibrarán a 30 PSI que es la presión nominal a la que trabajan las marmitas. El consumo estimado de vapor de las marmitas es de aproximadamente 1 100 kilogramos/hora. Se requiere que regular la presión de 80 PSI (5,44 Bar) a 30 PSI (2,04 Bar). Si se utilizase una válvula de regulación marca *Armstrong* modelo *GD-30*, para dichas condiciones sería necesaria un trampa con una conexión 2 pulgadas, (consultar tabla de sección de anexos). Si se realiza una interpolación lineal, se estima

que para una presión de 2,04 Bar, el caudal máximo de la válvula sería de 506 kilogramos/hora. Por lo que sería necesario instalar dos válvulas reguladoras de presión.

El costo unitario de las válvulas de acción directa marca *Armstrong* modelo *GD-30* con una conexión de 2 pulgadas asciende a Q5 900,00, por lo que el costo total sería de Q11 800,00.

Las válvulas de regulación de presión se instalan conjuntamente con otros elementos (ver figura 37), como lo son separador de condensado, este debe instalarse antes del sistema de regulación de presión; en la parte inferior dicho dispositivo se conectará a un sistema de drenaje de condensado. El sistema de regulación de condensado contará con un *by-pass*, para ser utilizado en los casos que se requiera utilizar el equipo, pero la válvula reguladora de presión se encuentra en mantenimiento o bien averiada. Siempre a la salida del sistema de regulación de presión se instalará una válvula de alivio como medida de protección.

Dentro de todo el complejo de Nutrición y Dietética, será necesaria la instalación de alrededor de 11 separadores de condensado (10 se instalarán antes de juntas de expansión y una antes de la válvula de regulación de presión), si se utilizasen deshumecedores *Spirax Sarco*, modelo *S5* clase 150, se requerirían en tamaño DN65 (2 ½ pulgadas) (consultar figura de sección de anexos). Dichos dispositivos permiten la supresión del aire ya que poseen venteadores. Estos tienen un costo unitario de Q1 440,00, lo cual generaría un costo total de Q15 840,00.

Para las marmitas, se requiere instalar un separador antes de cada una de estas; entonces sería necesaria la disposición de 10 separadores en tamaño de

DN32 (1 ¼ pulgadas), los cuales tienen un costo unitario de Q1 120,00, para un total de Q11 200,00. Para las marmitas arroceras se utilizarán separadores de condensado tamaño DN25 (1 pulgada), los cuales tienen un costo de Q975,00, el costo total por dicho concepto es de Q1 950,00.

Trampas de vapor

Para sistemas de distribución de vapor que trabajan en un rango de presiones de 16 a 125 PSI, el tipo de trampa recomendada es la termodinámica (ver tabla XX).

Las marmitas utilizadas dentro del Departamento de Nutrición y Dietética, son del tipo fijas, para esta clase de marmitas se recomienda la utilización de trampas de vapor tipo flotador y termostato (ver tabla XX).

Ahora que ya se conoce el tipo de trampa que se utilizará en cada aplicación, se procederá a determinar el tamaño apropiado de la misma, esto es su dimensionamiento.

La tasa de condensado durante el arranque o puesta en marcha del equipo regularmente es mucho mayor, que cuando este se encuentra en su funcionamiento normal. Si dicha tasa supera la capacidad de la trampa producirá anegamiento, es por ello que la trampa se dimensiona considerando en primera instancia la rapidez de condensación durante la puesta en marcha. Dicha carga se calcula mediante la siguiente identidad:

$$Q = \frac{W \cdot C_p \cdot (T - t) \cdot 60}{L \cdot n}$$

La temperatura del vapor (T) es de alrededor de 200 grados Celsius, la temperatura promedio para la ciudad de Guatemala (t) es de alrededor de 27

grados Celsius. El calor latente (L) para una presión de 30 PSI (2,07 bar) está determinado por la diferencia de las entalpías de líquido y vapor saturado esto es 2 201,9 kilojoules/kilogramos (ver tabla de anexo). El calor específico (C_p) para el acero es de 0,49 kilojoules/kilogramos·grados Celsius. El peso promedio de la tubería y los accesorios (W) es de aproximadamente de 60,5 kilogramos para el caso de las marmitas; para el caso de las tuberías aisladas se tiene un peso promedio de 7,8 kilogramos/metro, las trampas se instalarán cada 40 metros por lo que el peso total sería de unos 312 kilogramos, en dicho tramo habrán instaladas alrededor 8 bridas, el peso promedio del par de bridas es de 3 kilogramos, por lo que el peso total será de 336 kilogramos. El tiempo aproximado de calentamiento (n) de la marmita es de 2 minutos y de 3,5 para el caso de la tubería. Entonces los respectivos caudales serán de:

$$Q = \frac{W \cdot C_p \cdot (T - t) \cdot 60}{L \cdot n}$$

$$Q_{marmita} = \frac{60,5 \text{ Kg} \cdot 0,49 \frac{\text{Kj}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (200 - 27)^\circ\text{C} \cdot 60 \frac{\text{min}}{\text{h}}}{2\,201,9 \frac{\text{Kj}}{\text{Kg}} \cdot 2 \text{ min}}$$

$$Q_{marmita} = \frac{29,645 \cdot 173 \cdot 60 \text{ Kg}}{4\,403,8 \text{ h}} = \frac{307\,715,1 \text{ Kg}}{4\,403,8 \text{ h}} = 69,87 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \approx 70 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

Para las trampas de flotador y termostato instaladas en la marmita se aplicará un factor de seguridad de 2 (ver tabla XX), entonces el máximo caudal a descargar será de:

$$Q_{marmita} = 70 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \times 2 = 140 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

La presión a la entrada de trampa de vapor es de alrededor de 23 PSI, este descargará a la línea de retorno que está abierta al ambiente; si se tomase

una presión barométrica de 14,5 PSI (1 Bar), entonces la presión diferencial sería de:

$$\Delta P = 23 - 14,5 \text{ PSI} = 8,5 \text{ PSI} \cong 0,58619 \text{ bar} \approx 0,6 \text{ bar}$$

Para una presión máxima en tubería de 2 bar, una presión diferencial de 0,6 bar y un caudal de 140 kilogramos/hora (308,37 libras/hora), si se seleccionará una trampa marca *Spirax Sarco*, le correspondería una trampa de vapor modelo FT 125 de ½ de pulgada con orificio de descarga de 1/8 de pulgada (3,18 milímetros) (consultar tabla de sección de anexos).

En cada marmita se instalaría una trampa de vapor anteriormente descrita. Entonces se necesitarán 12 trampas de dicho tipo, estas en el mercado tienen un costo unitario de Q1 635,00, esto representaría un costo total de Q19 620,00.

Las trampas del sistema de distribución de vapor tendrán que evacuar un caudal en el arranque de aproximadamente:

$$Q_{tubería} = \frac{336 \text{ Kg} \cdot 0,49 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (200 - 27)^\circ\text{C} \cdot 60 \frac{\text{min}}{\text{h}}}{2 \cdot 201,9 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}} \cdot 2 \text{ min}}$$

$$Q_{tubería} = \frac{164,64 \cdot 173 \cdot 60 \text{ Kg}}{7 \cdot 706,65 \text{ h}} = 221,75 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

Aplicar un factor de seguridad para trampas termodinámicas instaladas a lo largo del entramado de tuberías de 2 y un factor de 3 para la que se instalará al final del *manifold* y al final de la línea principal (ver tabla VII):

$$Q_{tubería} = 221,75 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \times 2 = 443,5 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

$$Q_{manifold \text{ y línea principal}} = 221,75 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \times 3 = 625,25 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

La presión nominal en la tubería será de 35 PSI, entonces la presión diferencial promedio será de:

$$\Delta P = 35 - 14,5 \text{ PSI} = 20,5 \text{ PSI} \cong 1,41376 \text{ bar} \approx 1,4 \text{ bar}$$

Para las tuberías de conducción de vapor se utilizará una trampa termodinámica de $\frac{3}{4}$ de pulgada, marca *Spirax Sarco*, modelo *TD42H*, la cual tiene una capacidad de descarga para una presión diferencial de 65,3 PSI (4,4 Bar) de aproximadamente de 500 kilogramos/hora, por otra parte, en la línea principal de vapor y en el *manifold* se utilizará una trampa de vapor marca *Spirax Sarco*, modelo *TD42H* en tamaño de 1 pulgada, la cual tiene una capacidad de descarga de 800 kilogramos/hora (consultar figura de sección de anexos).

Alrededor de todo el sistema de distribución de vapor, será necesaria la instalación de 11 trampas de vapor termodinámicas de $\frac{3}{4}$ de pulgada, las cuales se instalarán antes de las juntas de expansión térmicas y antes de las válvulas de regulación de presión. El costo unitario de las mismas es de Q1 130,00, para un costo total de Q12 430,00. En el caso del *manifold* y al final de la tubería principal se instalará una trampa de vapor termodinámica de 1 pulgada, cuyo costo unitario es de Q1 520,00, para un costo total Q3 040,00.

Sistemas de drenaje

Las trampas de vapor se instalan siempre en conjunto con otros elementos y dichas configuraciones se denominan sistemas de drenaje de condensado (ver figura 32), estas siempre estarán conectadas a un depósito de recolección de condensado denominado pozo de goteo (ver figura 31).

Cada marmita poseerá su propio sistema de drenaje de condensado con trampa de flotador y termostato; por otra parte en el sistema de distribución de vapor se instalarán sistemas de drenaje de condensado a cada 30 metros de tuberías o bien en un caída de presión equivalente a 40 metros de tubería, en la parte final de las bajadas, al final de la tubería principal (ver figura 30), así como en la parte inferior del *manifold*, antes de las juntas de expansión y junto a un separador de condensado antes de las válvulas de regulación de presión, para estos casos se utilizarán trampas tipo termodinámicas.

Para los sistemas de drenaje será necesaria la adquisición de 12 válvulas de retención (cheque) de 2 pulgadas, estas en marca *American Valves*, tienen un costo unitario de Q315,00, lo cual representa un costo total por dicho concepto de Q3 780,00.

Filtros

A parte de los sistemas de drenado de condensado, se instalarán filtros en la entrada de alimentación del sistema de distribución de vapor, antes de cualquier equipo térmico y cualquier válvula de regulación de presión o caudal.

Se utilizarán filtros tipo Y de hierro fundido. Se colocará un filtro a la entrada del sistema de alimentación marca *Spence* para una tubería de 3 pulgadas, con conexión de brida, a un costo de Q855,00. Para la válvula de regulación de presión, será necesaria la instalación de un filtro de 2 pulgadas con conexión roscada, el cual tiene un costo de Q550,00. Para protección de los equipos térmicos se instalarán 12 filtros de 1 ½ pulgadas con conexión roscada, los cuales tienen un costo unitario de Q345,00, para un costo total de Q4 140,00.

Venteadores

Los venteadores se deberán instalar en la entrada de alimentación del sistema de distribución de vapor, antes del *manifold*, al final de la tubería principal y antes de cualquier sistema de drenado de condensado. Los venteadores también se instalan antes de cualquier marmita, sin embargo, para dichos equipos estos se incluyen dentro de los separadores de humedad.

Será necesaria la instalación de alrededor de 12 venteadores, se adquirirán en marca *CPISTEAM*, serie *21-AR*, con conexión roscada de ½ de pulgada a un precio unitario de Q1 700,00, que produce un costo total por dicho concepto de Q20 400,00.

5.2.2. Remozamiento de las cimentaciones del equipo térmico

Para el diseño de las cimentaciones se requiere considerar en primera instancia los cargas transmitidas por las marmitas al suelo y el espacio ocupado por las mismas. Cabe destacar que dicho equipo térmico durante su proceso normal de funcionamiento permanente en estado estacionario, sin embargo, para asegurar su permanencia en el mismo lugar se anclarán al suelo.

Dentro del área de marmitas se colocarán 8 marmitas, el peso de estas vacías es de 310 kilogramos (682 libras). Si se supusiese que llenas llegarán a pesar el doble, se tendría que el peso transmitido a la cimentación sería de:

$$W_{Marmitas} = 8 \text{ marmitas} \times 310 \frac{Kg}{\text{marmita}} \times 2 = 4\,960 \text{ Kg}$$

Dentro de la misma estructura se colocarán 2 marmitas arroceras, cuyo peso vacías es de 175 kilogramos (385 libras), si de igual manera se supusiese

que llenas, llegasen a pesar el doble entonces se tendría que el peso total a transmitir a la cimentación sería de:

$$W_{Marmitas\ arroz\ ceras} = 2\ marmitas \times 175 \frac{Kg}{marmita} \times 2 = 700\ Kg$$

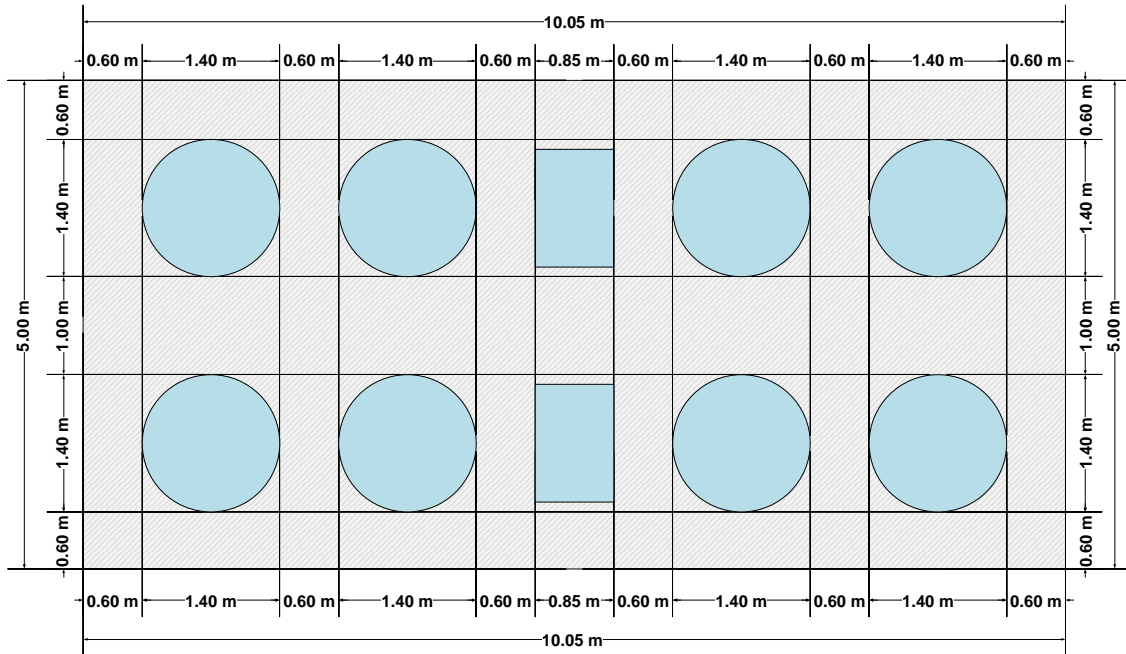
El costo total que deberá soportar la cimentación será de:

$$W_{Total} = 4\ 960 + 700\ Kg = 5\ 660\ Kg$$

Por otra parte las marmitas ocupan un área de 1,40 metros x 1,40 metros, en cuanto a las marmitas arrozceras estas ocupan un espacio de 0,85 metros por 1,20 metros. Se pretende que dentro del área de marmitas exista un espacio entre una y otra de al menos 0,60 metros, para poder realizar de esta manera tareas de limpieza y mantenimiento. Entonces el área de la cimentación de marmitas sería de 10,05 metros por 5,00 metros, que representaría un área de 50,25 metros cuadrados (502 500 centímetros cuadrados).

Para una distribución de las fuerzas de una forma simétrica se propone una distribución de la siguiente manera:

Figura 68. Distribución de marmitas



Fuente: elaboración propia.

Entonces el concreto tendría que soportar un esfuerzo de compresión promedio de aproximadamente:

$$\sigma = \frac{W_{Total}}{A} = \frac{5\,660\text{ Kg}}{502\,500\text{ cm}^2} = 0,011264 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \approx 0,16017\text{ PSI}$$

Cada pata de la marmita abarca un área de alrededor de 7 pulgadas cuadradas (3 pulgadas de diámetro). Suponiendo un caso extremo, en el que en cada pata se recargara con todo el peso de la marmita llena, se tendría que la presión ejercida por cada una de ellas sería de

$$\sigma_{Marmitas} = \frac{W_{Marmita}}{A} = \frac{1\,384\text{ lb}}{7\text{ pulg}^2} = 197,71\text{ PSI}$$

Ahora bien el área de soporte de las patas de las marmitas arrocera se tiene que son de aproximadamente 3,14 pulgadas cuadradas. Entonces el esfuerzo de compresión sería de:

$$\sigma_{Marmitas\ arrocera} = \frac{W_{Marmita\ arrocera}}{A} = \frac{770\ lb}{3,14\ pulg^2} = 245,22\ PSI$$

El concreto usualmente utilizado en la industria de la construcción (UGC), ordinariamente soporta esfuerzos de compresión de 4 000 PSI, por lo que el dicho concreto no tendría ningún inconveniente con las presiones de punzonamiento de las patas.

Ahora bien se pretende construir una loseta de pavimento de 15 centímetros de altura. Al multiplicar el área a construir por la altura que se propone se obtiene un volumen de:

$$V = A \cdot h = 50,25\ m^2 \times 0,15\ m = 7,5375\ m^3$$

Para la preparación de un metro cúbico de una mezcla de concreto para cimentaciones, se requieren 5 sacos de cemento (cada saco de 42,5 kilogramos), 0,75 metros cúbicos de pedrín o grava de ½ de pulgada, 0,45 metros cúbicos de arena y 0,15 metros cúbicos (150 litros, 39,6 galones) de agua (consultar tabla de sección de anexos). Si se considera un volumen aproximado de 7,6 metros cúbicos, para la construcción de la loseta de cimentación se requeriría teóricamente de alrededor de: 38 sacos de cemento, 5,70 metros cúbicos de pedrín, 3,42 metros cúbicos de arena y 1,14 metros cúbicos (1 140 litros, 301 galones) de agua. Con el propósito que de evitar posibles flexiones en la parte baja de la cimentación se propone la colocación de una electromalla como refuerzo transversal. Dicha estructura se colocará a 5 centímetros por encima de la parte baja de estructura. Las electromallas poseen un tamaño estándar por pliego de 6,00 metros de largo por 2,35 metros de

ancho, se propone la utilización de una malla calibre 8/8 de acero grado 40, pues las cargas a soportar no serán tan grandes.

El peso aproximado por metro cúbico del concreto es de alrededor de 2 400 kilogramos. Entonces el peso de la estructura sería de:

$$W_{Loseta} = 2\,400 \frac{Kg}{m^3} \times 7,54 m^3 = 18\,096 Kg$$

La sub base sería un 20% mayor al área de la cimentación. Por lo que la sub base tendría las dimensiones descritas en la figura 69. La loseta de cimentación ocuparía un área de 72,30 metros cuadrados (723 000 centímetros cuadrados), entonces el esfuerzo de compresión del suelo producido por la loseta sería:

$$\sigma_{Loseta} = \frac{W_{Loseta}}{A_{Loseta}} = \frac{18\,096 Kg}{723\,000 cm^2} = 0,025 \frac{Kg}{cm^2} \approx 0,356 PSI$$

Por otra parte, el peso total transmitido al suelo sería de:

$$W_{Total} = W_{Loseta} + W_{Marmitas}$$

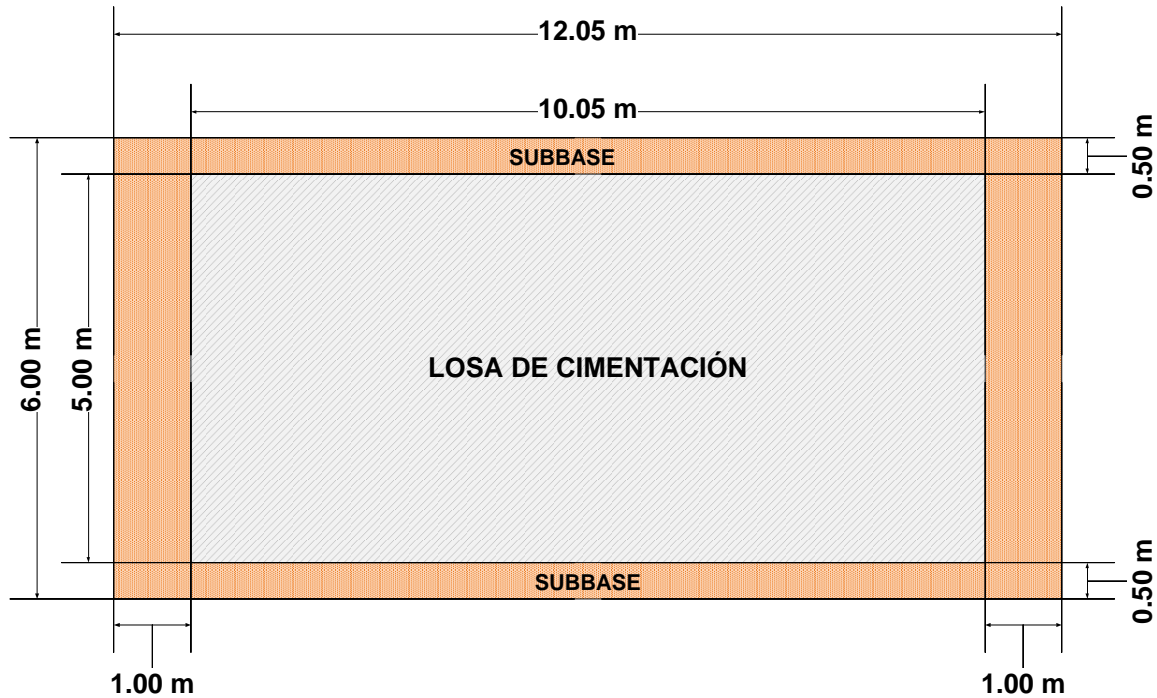
$$W_{Total} = 18\,100 Kg + 5\,660 Kg = 23\,760 Kg$$

Entonces el suelo soportaría un esfuerzo de compresión promedio de aproximadamente:

$$\sigma_{Promedio} = \frac{W_{Total}}{A} = \frac{23\,760 Kg}{723\,000 cm^2} = 0,032863 \frac{Kg}{cm^2} \approx 0,46731 PSI$$

Para reducir un tanto el esfuerzo transmitido al suelo, absorción de las posibles vibraciones producidas por las marmitas y como medida de reforzamiento estabilidad del suelo y para proporcionar estabilidad a la cimentación, se propone la construcción de una subbase.

Figura 69. Dimensiones de subbase



Fuente: elaboración propia.

Para iniciar la construcción de la sub base, primero se compactará el suelo de manera que se tenga una superficie relativamente plana. Posteriormente se colocará una capa de piedrín $\frac{1}{2}$ de pulgada de 4 pulgadas de altura que será la que permitirá una base sólida para evitar el hundimiento diferencial en la estructura de la losa de cimentación.

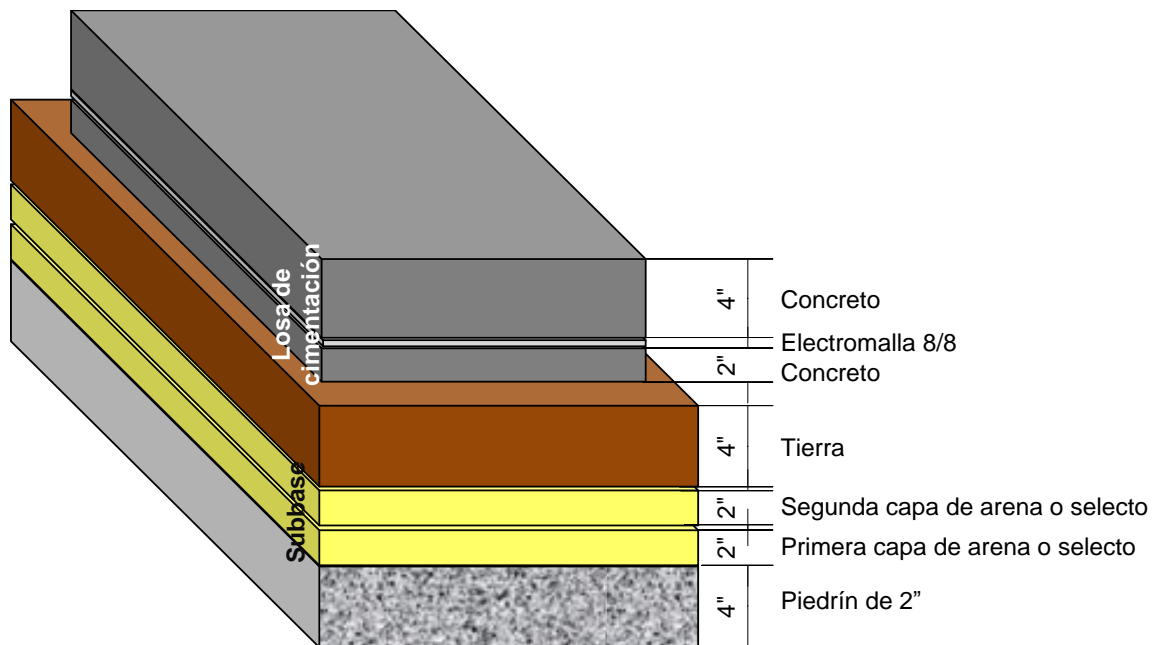
Sobre la capa anterior se colocará una capa de arena o selecto compactado de 2 pulgadas de espesor, sobre esta capa se colocará otra de 2 pulgadas centímetros de espesor de selecto compactado. Esto permitirá la absorción de las vibraciones transmitidas al suelo, así como el resquebrajamiento del suelo circundante a la cimentación.

Sobre dichas capas se colocará una última capa de tierra compactada de alrededor de 4 pulgadas. Entonces para cada tipo de material se requerirá como mínimo:

$$V = A \cdot h = 12,05 \text{ m} \times 6,00 \text{ m} \times 0,10 \text{ m} = 14,712 \text{ m}^3$$

Para la elaboración de la sub base se requerirá alrededor de 15,0 metros cúbicos de de arena de río y 15,0 metros cúbicos piedrín de ½ de pulgada. La figura 70, ilustra los detalles de la sub base y losa de cimentación

Figura 70. **Detalle de subbase y losa de cimentación**



Fuente: elaboración propia.

Los costos por concepto de materiales para la elaboración de la loseta de cimentación y de la sub base se desglosaría de la siguiente manera:

Tabla XXXIX. **Materiales para construcción de loseta de cimentación y subbase**

Material	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Cemento <i>Progreso UGC 4000</i>	38 sacos	Q72,00	Q2 736,00
Piedrín de ½"	6,00 m ³	Q240,00	Q1 440,00
Arena de rio	3,50 m ³	Q140,00	Q490,00
Electromalla calibre 8/8 grado 40	3	Q183,00	Q549,00
Total loseta de cimentación			Q5 215,00
Piedrín de ½"	15,00 m ³	Q240,00	Q3 600,00
Arena de rio	8,00 m ³	Q140,00	Q2 100,00
Total sub base			Q5 700,00

Fuente: elaboración propia basada en costos distribuidora AP&P febrero 2012.

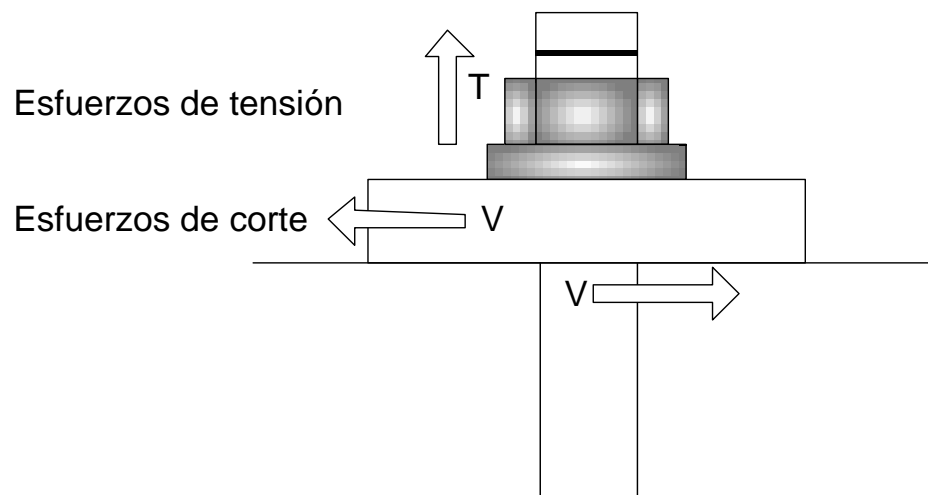
5.2.3. Instalación de anclajes

Primero para la selección de pernos de anclaje se determina el tipo de esfuerzos a los que estos están sometidos. Los pernos durante la sujeción del equipo se ven sometidos a esfuerzos de corte, como consecuencia de los posibles movimientos laterales de los mismos y posiblemente a esfuerzos de tensión en el momento de producirse vibraciones como consecuencia del arrastre. En cuanto a la tensión se diseñarán los pernos para resistir fuerzas de tracción igual a doble de su peso nominal, es decir, 620 kilogramos (1 364 libras) para las marmitas y 350 kilogramos (770 libras) para el caso de las marmitas arroceras.

Para el anclaje de los equipos se propone la utilización de pernos enlazados pues estos permiten un alto grado de adherencia a la cimentación. Cada soporte de las marmitas posee cuatro orificios para anclajes de $\frac{1}{4}$ de pulgada (6,5 milímetros), para ello se utilizarán anclajes de $\frac{1}{4}$ - 20 UNC – 2A, es decir, anclajes de $\frac{1}{4}$ de pulgada con rosca normal de 20 hilos por pulgada y un ajuste 2A, sin embargo se pueden utilizar espárragos M7 x 210, es decir, espárragos con diámetro nominal de 7 milímetros con rosca métrica con paso de 1 milímetros. La longitud de los pernos de anclaje deberá ser como mínimo de 210 milímetros (8 pulgadas). Para los anclajes se utilizarán igualmente tuercas de $\frac{1}{4}$ - 20 UNC – 2B, o bien tuercas M7 x 6, es decir tuercas de 7 milímetros de diámetro nominal y una altura de 6 milímetros.

Junto a las tuercas se utilizan arandelas para proteger las piezas y evitar que la unión se afloje como consecuencias de las vibraciones.

Figura 71. **Esfuerzos sobre los pernos de anclaje**



Fuente: elaboración propia.

Ahora bien, se necesita saber el tipo de acero que soporte las exigencias de carga a las que se verá sometida la marmita.

Cada perno tiene un área de:

$$A_{perno} = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot \left(\frac{1/4''}{2}\right)^2 = 0,05 \text{ pulg}^2$$

El esfuerzo de tracción al cual se verá sometido el anclaje es de:

$$\sigma = \frac{T}{A} = \frac{1364 \text{ lb}}{0,05 \text{ pulg}^2} = 27\,280 \text{ PSI}$$

La fuerza horizontal mínima (F) que deberán soportar los se determina de la siguiente manera:

$$F = \frac{f_c \cdot d \cdot L}{4}$$

Donde:

f_c Esfuerzo de compresión teórico en el concreto

d Diámetro del perno

L Longitud del perno

$$F = \frac{4\,000 \text{ PSI} \cdot 1/4'' \cdot 8''}{4} = 2\,000 \text{ lb}$$

El esfuerzo de corte que deben soportar los pernos es de:

$$\tau_{perno} = \frac{V}{A} = \frac{2\,000 \text{ lb}}{12 \times 0,05 \text{ pulg}^2} = 3\,333,33 \text{ PSI}$$

Los esfuerzos de tensión y corte son perpendiculares (guardan un ángulo de 90 grados entre sí), entonces los esfuerzos permisibles son los esfuerzos máximos como se puede observar al aplicar el círculo de Mohr:

$$\sigma_{permissible} = \frac{T}{2A_s} \cdot (1 - \cos 2\varphi) + \frac{V}{A_s} \cdot \sin 2\varphi$$

$$\sigma_{permissible} = \frac{27\,280\,PSI}{2} \cdot (1 - \cos 2 \cdot 90^\circ) + 3\,333,33\,PSI \cdot \sin 2 \cdot 90^\circ = 27\,280\,PSI$$

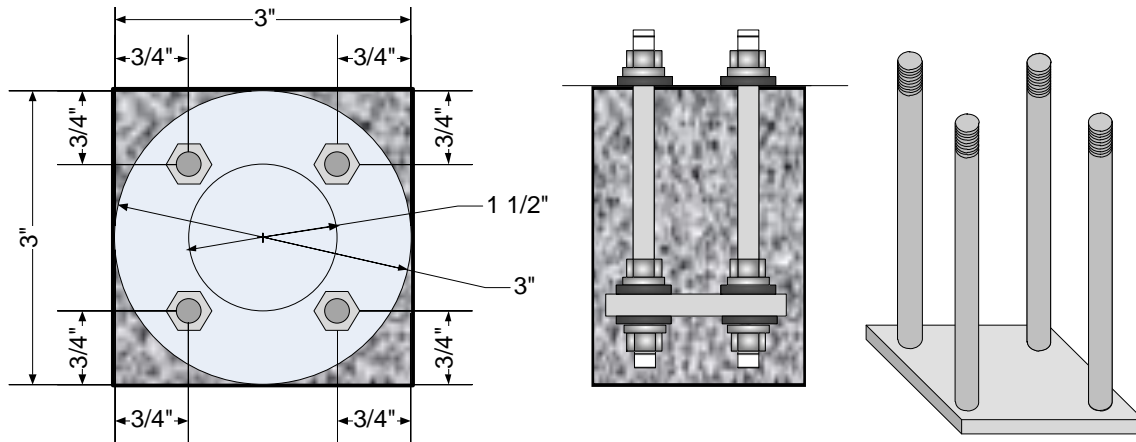
$$\tau_{permissible} = \frac{T}{2A_s} \cdot \sin 2\varphi + \frac{V}{A_s} \cdot \cos 2\varphi$$

$$\tau_{permissible} = \frac{27\,280\,PSI}{2} \cdot \sin(2 \cdot 90^\circ) + 3\,333,33\,PSI \cdot \cos 2 \cdot 90^\circ = 3\,333,33\,PSI$$

Entonces se recomienda la utilización de un perno grado 1 ó 2, (ver tabla XII), en varillas roscadas de ¼ de pulgada, las cuales poseen un longitud nominal de 1,00 metro. El costo unitario de varillas roscadas de ¼ de pulgada es de Q3,45. Para el anclaje de las marmitas se requerirá la instalación de 120 pernos de 0,21 metros de longitud, entonces se comprarán 30 varillas a un costo total de Q138,00. En cuanto a las tuercas será necesaria la instalación de 360 tuercas y 360 arandelas, las cuales tienen un costo unitario de Q0,08, para un costo total de Q57,60.

Para enlazar los pernos se utilizará hierro plano (hembra) de ½ de pulgada de grosor por 3 pulgadas y para unir las varillas se utilizará una tuerca y una roldana en cada de la hembra. Se requiere cortar 32 cuadros de 3 pulgadas por 3 pulgadas, esto da una longitud de 2,45 metros. La hembra con dichas especificaciones y una longitud de 3 metros de largo tiene un costo Q270,00. En la siguiente figura se hace detalle de la forma de los pernos de anclaje a utilizar.

Figura 72. **Detalle de anclajes**



Fuente: elaboración propia.

5.2.4. Colocación de medidas de seguridad operación del equipo

Dentro de los siguientes apartados se definirán los tipos de medidas seguridad a utilizar en los distintos equipos. Por otra parte se hace un análisis número para el dimensionamiento de las mismas de manera que estas puedan responder de manera oportuna a las condiciones de trabajo.

5.2.4.1. Válvulas de alivio

Dentro de las medidas de seguridad se utilizarán válvulas de alivio del tipo de acción directa, pero por tratarse de vapor sobrecalentado, estas deben de ser del tipo de apertura instantánea.

Cada equipo se considerará independiente y se instalará una válvula de alivio a la entrada de alimentación del equipo y otra en la salida del mismo. Los flujómetros para control de desempeño de equipos deberán instalarse después

de la válvula de seguridad, pues se requiere que los mismos lleven un fiel conteo de la cantidad de vapor consumido por el equipo.

Se seleccionarán válvulas de alivio con conexión roscada y las mismas se instalarán en una sección recta de la tubería.

La presión nominal de trabajo de las marmitas es de 30 PSI, sin embargo la presión máxima permisible es de 35 PSI, por lo que dichas válvulas se calibrarán para accionarse a una presión 10 por ciento mayor a esta (ver sección 4.4.1):

$$P_{Tarado\ válvula\ 1} = 35 \times 1,10\ PSI = 38,5\ PSI$$

Siempre junto a esta válvula se instalará una adicional, para casos críticos en los que la capacidad de la primera sea sobrepasada. Dicha válvula se calibrará para accionarse a una presión 3 por ciento superior de la primera, es decir:

$$P_{Sobrepresión} = 38,5 \times 1,03\ PSI = 39,655\ PSI \approx 39,5\ PSI$$

El caudal nominal de consumo de vapor de las marmitas es de 90 kilogramos/hora y de 54 kilogramos/hora para las marmitas arroceras. Para el caso de las válvulas de alivio en la entrada deberán tener la capacidad para evacuar dicha cantidad de vapor, mientras que para el caso de las válvulas de alivio a la salida están deberán de tener una capacidad mínima de 15 por ciento del gasto de la entrada (ver sección 4.1.1.6). Para las válvulas de alivio de las marmitas la capacidad mínima será:

$$Q_{válvula\ de\ alivio\ salida} = 90 \frac{Kg_{vapor}}{h} \times 0,15 = 13,5 \frac{Kg_{vapor}}{h}$$

En el caso de marmitas arroceras será:

$$Q_{válvula\ de\ alivio\ salida} = 54 \frac{Kg_{vapor}}{h} \times 0,15 = 8,1 \frac{Kg_{vapor}}{h}$$

Dimensionamiento

El caudal (Q) estimado que deberá liberar la válvula de alivio en la entrada de las marmitas es de 90 kilogramos/hora y 54 kilogramos/hora para marmitas arroceras. El caudal a liberar por las válvulas de alivio a la salida de las marmitas es de 14 kilogramos/hora y 9 kilogramos/hora para marmitas arroceras.

La relación de calores específicos (n) del vapor es de 1,327. El coeficiente (C) se determina de la siguiente forma:

$$C = 520 \cdot \sqrt{n \cdot \left(\frac{2}{n+1}\right)^{\frac{n+1}{n-1}}} = 520 \cdot \sqrt{1,327 \cdot \left(\frac{2}{2,327}\right)^{\frac{2,327}{0,327}}}$$

$$C = 520 \cdot \sqrt{1,327 \cdot (0,859475)^{7,11621}} = 520 \cdot \sqrt{1,327 \cdot 0,3404} = 349,4903$$

El coeficiente de descarga (K) de la válvula deberá ser de al menos 0,75. En el caso de vapor se tiene un coeficiente de descarga (K_b) igual a 1.

La presión (P₁) en bares absolutos es de:

$$P_1 = \left(\frac{38,5 + 39,5 + 3 \times 14,5}{14,5}\right) + 1,01325 \text{ bar} = 9,39256 \text{ bar}$$

El peso molecular (M) del agua es de 18,015 gramos/mol. Mientras la temperatura absoluta (T) de 200 grados Celsius es de 473,15 grados Kelvin.

La presión crítica del vapor de agua es de 220,9 bar_{abs} y 647,29 grados Kelvin. La presión y la temperatura reducida será de:

$$P_R = \frac{\text{Presión absoluta del fluido}}{\text{Presión crítica absoluta del fluido}} = \frac{35 + 14,5 \text{ bar}}{220,9 \text{ bar}} = 0,224$$

$$T_R = \frac{\text{Temperatura absoluta del fluido}}{\text{Temperatura crítica absoluta del fluido}} = \frac{473,15}{647,29} = 0,73097$$

Para dichas condiciones se estima un factor de compresibilidad (Z) de alrededor de 0,70 (consultar figura de sección de anexos).

Entonces la superficie neta de descarga de la válvula de seguridad deberá ser:

$$A = \left[\frac{Q}{(0,76 \cdot C \cdot K \cdot K_b \cdot P_1)} \right] \cdot \left[\frac{(Z \cdot T)}{M} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$A = \left[\frac{Q}{(0,76 \cdot 349,5 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 9,4)} \right] \cdot \left[\frac{(0,7 \cdot 647,29)}{18} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$A = \left[\frac{Q}{1872,621} \right] \cdot \left[\frac{439,103}{18} \right]^{\frac{1}{2}} = \left[\frac{Q}{1872,621} \right] \cdot 4,95 \text{ cm}^2$$

Para las marmitas se tiene que las áreas mínimas de descarga de la válvula de seguridad deberán ser:

$$A_{\text{marmita entrada}} = 0,238 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{marmita salida}} = 0,0357 \text{ cm}^2$$

Por otra parte para las marmitas arroceras las áreas mínimas de descarga de la válvula de seguridad deberán ser:

$$A_{\text{marmita arrozera entrada}} = 0,143 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{marmita arrozera salida}} = 0,0215 \text{ cm}^2$$

El diseño de la válvula de alivio deberá ser tal que en caso de ruptura de cualquier de sus componentes, estos no obstruyan la descarga libre y total del fluido a presión.

A cada válvula de seguridad se le instalará una palanca de apertura manual que permita descargarla a una presión inferior a la de tarado.

5.2.4.2. Discos de ruptura

Como una segunda medida de protección contra el aumento de presión, se instalarán discos de ruptura. Dicha medida funcionará en caso de que la ocurriera un aumento súbito de presión que superase la capacidad de descarga de ambas válvulas de alivio. Los discos de ruptura se instalarán en serie aguas arriba de la válvula de seguridad (ver sección 4.4.3.2.), es por ello que se utilizarán del tipo abovedado invertido. Esto con el objeto de proteger tanto las válvulas de alivio como el equipo.

Dimensionamiento

La velocidad del vapor en las tuberías es subsónica, por lo que el área de la sección del disco de ruptura se determina de la siguiente manera:

$$A_0 = \left[\frac{Q}{C \cdot K_b \cdot \alpha \cdot P} \right] \left[\frac{T \cdot Z}{M} \right]^{\frac{1}{2}}$$

El exponente isentrópico (n) para el vapor como se ha determinado anteriormente es de 1,327. Por lo que el valor para C es:

$$C = 3,948 \cdot n \cdot \left[\frac{2}{(n+1)^{\frac{n+1}{n-1}}} \right]^{\frac{1}{2}} = 3,948 \cdot 1,327 \cdot \left[\frac{2}{(1,327+1)^{\frac{2,327}{0,327}}} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$C = 5,239 \cdot \left[\frac{2}{(2,327)^{7,1162}} \right]^{\frac{1}{2}} = 5,239 \cdot 0,07 = 0,367$$

La presión de alivio para (P) para la el disco de ruptura se estimará en un 2 por ciento superior a la de la sobrepresión, de manera que se permita trabajar a dicha válvula en ese rango:

$$P_{Disco\ de\ ruptura} = 39,5 \times 1,02\ PSI = 40,29\ PSI \approx 40\ PSI$$

$$P_{Disco\ de\ ruptura} = 40 + 14,5\ PSI = 54,5\ PSI_{Abs}$$

La contrapresión inmediata (P_b) es de:

$$P_b = 14,5 + 14,5\ PSI = 29\ PSI_{Abs}$$

Entonces la relación P_b/P es de aproximadamente de 0,53. El factor de contrapresión K_b es de aproximadamente de 1 (consultar figura de sección de anexos) La masa molecular (M) del agua es de 18 kilogramos/kilomol. La temperatura absoluta del vapor (T) es de 473,15 grados Kelvin. El factor de compresión (Z) será el mismo que se uso en la sección anterior pues el vapor es el mismo 0,70.

El coeficiente α para boquillas salientes es de 0,68 (consultar tabla de sección de anexos).

Entonces el área del disco será:

$$A_0 = \left[\frac{Q}{C \cdot K_b \cdot \alpha \cdot P} \right] \left[\frac{T \cdot Z}{M} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$A_0 = \left[\frac{Q}{0,367 \cdot 1 \cdot 0,68 \cdot 54,5} \right] \left[\frac{473,15 \cdot 0,7}{18} \right]^{\frac{1}{2}} = \left[\frac{Q}{13,6} \right] \left[\frac{331,205}{18} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$A_0 = \left[\frac{Q}{13,6} \right] \times 4,290 \text{ mm}^2$$

Entonces el área mínima del disco de ruptura para las marmitas y marmitas arroceras es de aproximadamente:

$$A_{marmitas} = 28,39 \text{ mm}^2$$

$$A_{marmitas \text{ arroceras}} = 17,03 \text{ mm}^2$$

Si se comprasen discos de ruptura abovedados invertidos *BS&B*, series *SKr* cuyo tamaño más pequeño es de 1 pulgada para un presión de 40 PSig, estos tienen un costo de Q180,00. Dichas medidas de protección se implementarían en las 12 marmitas, por lo que el costo de la aplicación de dicha medida de seguridad es de Q2 160,00.

5.2.5. Implementación del sistema de control de desempeño

El sistema de control de desempeño mediante el análisis de variables busca mantener y mejorar el desempeño tanto del sistema de alimentación de vapor como del equipo térmico. El análisis se basa en los datos recolectados durante un periodo de tiempo de 7 días, para tuberías de vapor y diariamente para equipo térmico. Este historial permite establecer un parámetro estándar.

Los datos recolectados durante dicho período se presentarán en un gráfico de control X-R (ver anexo gráficos de control), de modo que se pueda visualizar cualquier tipo de anomalía, para así determinar la causa de dicho

problema y llevar a cabo los ajustes correspondientes o bien las medidas correctivas necesarias.

5.2.5.1. Instalación de instrumentos de medición

Para llevar un control de desempeño del sistema de distribución de vapor se instalarán puntos de control cada 40 metros, en dichos lugares se colocará un registrador gráfico circular de presión y temperatura, se instalará este tipo de instrumento debido a que no es posible realizar una recolección de datos continuamente, dicho instrumento recolectará datos durante 7 días. Para ello se adquirirán registradores de gráfico circular marca *Spirax Sarco* serie 3000, (incluye 100 cartas y dos paquetes de plumas), a un costo unitario de Q2 350,00. Dentro de todo el complejo de tuberías será necesario instalar 11 de dichos dispositivos para un costo total de Q25 850,00.

Las cartas alcanzarían para alrededor de 2 años. El paquete de 100 cartas tiene un costo unitario de Q165,00.

Junto a cada trampa de vapor termodinámica se instalará un flujómetro mecánico tipo molino de 2 pulgadas marca *Arad*, modelo *M50*, para poder determinar la cantidad de condensado perdido en dichos puntos. Para dicha finalidad será necesaria la adquisición de 11 dispositivos a un costo unitario de Q450,00, entonces esto representaría un costo total de Q4 950,00.

En el caso del equipo térmico, en los puntos de control se instalarán los siguientes instrumentos:

- Para el control de temperatura, se utilizarán termómetros de líquido. Estos deberán poder registrar temperaturas superiores de los 200 grados Celsius.
- Para la medición de la presión en el equipo se utilizarán manómetros de tubo Bourdon con glicerina con un rango de medición de 0-100 PSI (0-7 Bar), con carátulas de 2 ½ pulgadas de diámetro y conexión de ¼ de pulgada, los cuales en marca *Ashcroft* tienen un costo unitario de Q230,00, se colocarán 13 manómetros, lo cual asciende a un costo total de Q2 990,00. Dichos instrumentos de medición deberán recalibrarse semestralmente.
- Caudalímetro volumétrico, para mensurar la cantidad de vapor consumido durante un determinado periodo de tiempo. Se utilizarán flujómetro electrónicos tipo molino, con conexión roscada de 1 ½ pulgadas. El costo unitario de estos dispositivos con dichas características en marca *Teejet* modelo *D-906* es de Q2 860,00, será necesaria la instalación de 12 unidades, por lo que el costo total sería Q34 320,00.
- Cronómetro, estos se utilizarán para determinar el tiempo de cocimiento para los distintos productos. Se adquirirán 12 cronómetros digitales a un costo unitario de Q150,00, marca *Nahita*, modelo *DM-001*, para un costo total de Q1 800,00.

5.2.5.2. Registro y control de mediciones

Para el registro de las mediciones, a cada punto de control y equipo térmico se le asignara una ficha de seguimiento (ver tablas XIII y XIV). Como parte de la implementación de dicho sistema, primero se deberán anotar en

dichos formatos los datos generales del equipo y los tramos de tubería y accesorios que se encuentran en dicho tramo.

En cuanto al control de mediciones, estas serán anotadas diariamente por los operarios para el caso del equipo térmico y por los supervisores de mantenimiento para el caso del sistema de distribución de vapor.

5.2.6. Implementación del sistema de identificación y registro de averías

En esta sección se tratará la forma apropiada en la que se debe utilizar el sistema de identificación, así como la manera correcta en la que se debe realizar el registro de una avería.

5.2.6.1. Sistema de identificación

Cada artículo presente en el Departamento de Nutrición y Dietética será identificado mediante una etiqueta o calcomanía, esta contendrá la información de dicho ítem según los acrónimos y números designados en la sección 4.6.1. Dicha etiqueta además portará un código de barras único para cada artículo.

Para el reconocimiento de cada ítem se deberá hacer uso de un lector de código de barras, sin embargo, se podrán identificar los distintos artículos siguiendo la estructura descrita en sección 4.6.1.

5.2.6.2. Sistema de registro de averías

La finalidad del sistema registro de averías es el control y reducción de las problemas en el sistema de distribución de vapor y los equipos térmicos. Para

ello los datos obtenidos por el sistema de control de desempeño, jugarán un rol importante en la detección o predicción de averías. Pues basado en el análisis de las medidas obtenidas se podrá decidir realizar un ajuste, una calibración, una reparación, un cambio, una redistribución o bien un rediseño en el sistema.

Regularmente se realizarán tareas de limpieza, calibración y lubricación, que junto a cualquier reparación, constituirán parte del historial del equipo por lo que deber ser considerado. Toda esta información será registrada en la ficha técnica asignada para el artículo (ver figuras 57 y 58), esto constituye en sí el sistema de registro de averías.

Para poder realizar el registro de información nueva, primeramente se colocará la fecha del trabajo realizado, si se tratase de un mantenimiento rutinario, calibración o limpieza, no es necesario escribir una descripción de la avería. Dentro de la descripción del trabajo realizado, se anotarán los insumos utilizados, con sus debidas marcas, cantidades, datos técnicos y cualquier otra información adicional que se considere necesaria; también se anotará las técnicas y procedimientos realizados para dicha actividad. En la última columna, el técnico quien realiza la acción deberá anotar su nombre, firma y sello, de modo que este asume la responsabilidad de los trabajos por él realizados.

El historial del equipo en caso de avería, podrá dar pautas sobre las posibles causas de la misma, por lo que es conveniente que se analice este cada vez que ocurra un desperfecto.

5.2.7. Estudio económico

La siguiente tabla hace una síntesis de los costos descritos a lo largo de las secciones anteriores, de manera que se pueda tener una visión global de las áreas a tratar por el proyecto así como sus costos totales.

Tabla XL. **Presupuesto para la implementación del sistema de alimentación de vapor, cimentación y control de equipo térmico**

	Detalle	Sub total	Total
1. Mejoras al sistema de alimentación			Q207 002,40
<i>1.1 Dimensionamiento de tuberías</i>		Q73 918,40	
Aislamiento	Q2 100,00		
Soporte de rodillo	Q5 375,00		
Soportes de muelle	Q2 844,00		
Bridas	Q19 610,00		
Empaque	Q2 385,00		
Tornillos	Q572,40		
Juntas de expansión	Q32 000,00		
Manifold	Q9 032,00		
<i>1.2 Accesorios complementarios</i>		Q73 814,00	
Válvulas de compuerta de 1 1/2"	Q5 850,00		
Válvulas de compuerta de 2"	Q19 370,00		
Válvulas de globo	Q7 254,00		
Válvulas de esfera	Q550,00		
Válvulas reguladoras de presión	Q11 800,00		
Separadores de condensado de 2 1/2"	Q15 840,00		
Separadores de condensado de 1 1/4"	Q11 200,00		
Separadores de condensado de 1"	Q1 950,00		

Continuación de la tabla XL.

<i>1.3 Trampas de vapor</i>		Q35 090,00	
Flotador y termostato de 1/2"	Q19 620,00		
Termodinámicas de 3/4"	Q12 430,00		
Termodinámicas de 1"	Q3 040,00		
<i>1.4 Sistema de drenaje</i>		Q3 780,00	
Válvulas de retención de 2"	Q3 780,00		
<i>1.5 Filtros</i>		Q5 545,00	
Filtro Y de 3" conexión tipo brida	Q855,00		
Filtro Y de 2" conexión tipo brida	Q550,00		
Filtro Y de 1 1/2" conexión roscada	Q4 140,00		
<i>1.6 Venteadores</i>		Q20 400,00	
Venteadores conexión de 1/2"	Q20 400,00		
2. Remozamiento de cimentación			Q10 915,00
<i>2.1 Loseta de cimentación</i>		Q5 215,00	
<i>2.2 Sub-base</i>		Q5 700,00	
3. Pernos de anclaje			Q465,60
<i>3.1 Varillas roscadas</i>		Q138,00	
<i>3.2 Tuercas y roldanas</i>		Q57,60	
<i>3.3 Hembra</i>		Q270,00	
4. Medidas de seguridad			Q13 960,00
<i>4.1 Válvulas de alivio de acción directa</i>		Q11 800,00	
<i>4.2 Discos de ruptura de 1" - 40 PSig</i>		Q2 160,00	
5. Instrumentos de medición			Q69 910,00
<i>5.1 Registradores</i>		Q25 850,00	
<i>5.2 Manómetros</i>		Q2 990,00	
<i>5.3 Caudalímetros para condensado</i>		Q4 950,00	
<i>5.4 Caudalímetros para vapor</i>		Q34 320,00	
<i>5.5 Cronómetros</i>		Q1 800,00	
Total		Q307 798,00	Q307 798,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLI. **Gastos para el mantenimiento del sistema de alimentación de vapor, cimentación y control de equipo térmico**

1. Tuberías		
Empaque	Q2 385,00	Cada 2 años
2. Filtros		
Filtro Y de 3" conexión tipo brida	Q855,00	Anualmente
Filtro Y de 2" conexión tipo brida	Q550,00	Anualmente
Filtro Y de 1 1/2" conexión roscada	Q4 140,00	Anualmente
3. Instrumentos de medición		
Cartas para registradores	Q165,00	Cada 2 años

Fuente: elaboración propia.

6. COMPROBACIÓN DE FUNCIONAMIENTO, SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA

6.1. Comprobación de funcionamiento, seguimiento y mejora del funcionamiento de Buenas Prácticas de Manufactura

La primera parte del presente capítulo trata sobre las operaciones rutinarias, actividades cotidianas o bien algunos otros procesos necesarios para comprobar que todas las mejoras funcionan adecuadamente y proveen las condiciones apropiadas para la elaboración de alimentos inocuos.

6.1.1. Monitoreo de potabilidad de agua

Para verificar que los parámetros de calidad establecidos por la Norma COGUANOR NGO 29001 se encuentran bajo control y son aceptables, se realizarán pruebas de laboratorio cada 15 días, para determinar los niveles de cada uno, junto a estas se registrarán los datos obtenidos. Cada 4 meses, se realizarán los análisis químicos del agua conjuntamente con un laboratorio certificado, de manera que se puedan comprobar y asegurar los datos obtenidos por el laboratorio interno y que permitan verificar que los análisis se están ejecutando debidamente.

Si alguna de las características se encontrase fuera de control, es decir por encima de los límites establecidos, se buscará la causa y se tomarán las medidas correctivas pertinentes, se deberá de llevar un registro de cada una de dichas acciones, sin embargo, si persistiese el problema se consultará a un ente especializado.

6.1.2. Comprobación y seguimiento de funcionamiento del sistema de distribución y eliminación de fluidos

Dentro de las principales actividades de mantenimiento del sistema de distribución y eliminación de fluidos, incluyen la inspección física de las tuberías, el análisis de variables de medición y la aplicación de encimas para la descomposición de desechos orgánicas en los drenajes.

6.1.2.1. Tuberías

Semestralmente las tuberías serán inspeccionadas en busca de cualquier fuga, picadura, abolladura y verificación del estado de la pintura y calcomanía de identificación.

Para el control y seguimiento del funcionamiento de las tuberías, se hará uso de los instrumentos instalados en los puntos de control establecidos a lo largo de las mismas. Se verificarán semanalmente los registros de temperatura, flujo, presión y algún otro parámetro característico del tipo de fluido, para corroborar si las condiciones son apropiadas para el uso al que se destina. Se llevará un récord de los registros obtenidos a lo largo del año, para analizar su desempeño a lo largo de dicho período.

6.1.2.2. Drenajes

Los drenajes evacuarán solamente líquidos, estos en su mayoría procederán de condensados, aguas de limpieza y aguas utilizadas en la preparación de alimentos, es por ello que trimestralmente se aplicarán encimas para la descomposición de cualquier cúmulo de productos orgánicos presentes en las cañerías. Anualmente los ductos de desagüe, se someterán a la acción

de una bomba, que permitirá comprobar que las mismas no se encuentran obstruidas o bien desobstruirlas si fuera el caso, a la vez que se le presta un servicio de limpieza a presión.

6.1.3. Sistema de salud e higiene personal

Para el control de la implementación de las buenas prácticas de manufactura, cada área de preparación de alimentos contará con personal encargado de la supervisión de dicha sección, cada uno de ellos no deberá tener bajo su responsabilidad a más de 8 personas. Las personas designadas para la supervisión deberán poseer un amplio conocimiento y una conciencia plena de las buenas prácticas de manufactura y todo lo que a ello concierne.

6.1.3.1. Monitoreo de salud de operarios

Para el control de la salud del personal, todos los operarios se someterán a pruebas médicas al menos una vez cada seis meses o bien cuando lo indiquen las razones clínicas o epidemiológicas. Cada trabajador contará con su propio historial del estado de salud, el cual se documentará con los resultados de las evaluaciones médicas o bien con copia de las mismas, los archivos se actualizarán constantemente por los supervisores de área.

Los exámenes médicos comprenden como mínimo:

- Examen de heces, para verificar la ausencia de parásitos gastrointestinales.
- Examen de orina, para comprobar la ausencia de enfermedades venéreas

- Examen de sangre, para determinar la ausencia de enfermedades de transmisión sexual.
- Examen de pulmones, para aseverar la ausencia de cualquier tipo de enfermedad respiratoria.

A estos se les podrá agregar cualquier otro que el departamento considere necesario.

Cuando el operario sea separado del proceso de elaboración de alimentos o sea suspendido, ya sea por causas evidentes, por sospecha o síntomas de algún tipo de enfermedad, las razones de dicha suspensión deberán detallarse en su historial clínico.

6.1.3.2. Capacitación continua sobre hábitos higiénicos y uso de protección personal

Las capacitaciones sobre hábitos de higiene y salud de personal, buenas prácticas de manufactura, indumentaria de protección personal, primeros auxilios, operaciones higiénicas y operaciones de preparación de alimentos se llevarán a cabo los primeros 6 días hábiles de cada mes, los operarios serán divididos en grupos para poder atender dicha actividad.

Al finalizar cada capacitación los operarios serán evaluados, de modo que todos aquellos que no obtengan una nota satisfactoria no podrán ser dispuestos para el área examinada, además serán asignados a tareas distintas a la preparación de alimentos, como limpieza de utensilios, además, deberán cursar nuevamente la capacitación. Por otra parte los operarios que hayan obtenido

una nota satisfactoria en la capacitación cursada deberán firmar una carta de compromiso en el cumplimiento de las prácticas aprendidas.

Si en algún momento el supervisor detectase alguna anomalía o una aplicación incorrecta, deberá hacer el llamado de atención apropiado y mostrar la forma correcta de realizar la actividad o aplicación corregida.

6.1.3.3. Supervisión de hábitos higiénicos y uso de protección personal

Diariamente los supervisores de área al iniciar la jornada o turno de trabajo y antes de que los mismos entren en contacto con los alimentos, deberán verificar que sus supervisados cuentan con las condiciones de salud e higiene apropiadas, para tal efecto deberán supervisar en los mismos el cabello, el rostro, la piel, los brazos, las manos y las uñas, además deberán de buscar cualquier tipo de síntoma, así como si estos tienen algún tipo de accesorio personal.

Diariamente antes que el trabajador inicie sus labores, el supervisor deberá dar el visto bueno sobre el uso correcto de la indumentaria de protección personal; posteriormente antes que los operarios entren en contacto con los alimentos, los supervisores verificarán la forma en la que estos se lavan y desinfectan las manos.

Constantemente los supervisores ratificarán el trabajo realizado por sus encargados y la forma en que lo realizan.

6.1.4. Verificación de operaciones higiénicas

El resultado de los distintos procesos de limpieza deberá ser de revisado y avalado, de manera que se garantice que el estado higiénico de los utensilios, superficies de trabajo, planta e instalaciones sanitarias es la apropiada.

6.1.4.1. Limpieza de utensilios

Diariamente los supervisores deberán cerciorarse que los utensilios implementados en la preparación de alimentos se encuentran apropiadamente limpios y sanitizados antes de su utilización, verificando constantemente que se aplican correctamente los procedimiento 1 y 2 (ver sección 3.8.1).

Regularmente el jefe de departamento deberá verificar la forma en que se realizan dichos procedimientos para poder comprobar el trabajo de los supervisores.

6.1.4.2. Limpieza de superficies de trabajo

La limpieza de las superficies de trabajo se llevarán a cabo diariamente al iniciar y al finalizar la jornada de trabajo, así como las veces en las que se cambia de producto elaborado o bien las veces que sea necesario bajo el procedimiento descrito en la sección 3.8.2.

Antes de que cualquier alimento entre en contacto con cualquier superficie de trabajo, los supervisores deberán de dar su aprobación, verificando para ello que las mismas se encuentran libres de restos de jabón, químicos o sanitizantes y que los resultados de la limpieza son satisfactorios.

6.1.4.3. Limpieza de planta

La limpieza de la planta se llevará a cabo según lo descrito en los procedimientos del 4 al 12 (ver sección 3.8.3). Cada área será encargada de ejecutar la limpieza correspondiente a su emplazamiento y todo lo que en ello se encuentra. El supervisor será el encargado de fechar y designar a las personas para ejecutar las actividades de limpieza, además este verificará que las mismas se lleven a cabo satisfactoriamente. Aquellas partes que no pertenecen a ninguna sección se asignarán automáticamente al personal de limpieza.

6.1.4.4. Limpieza de instalaciones sanitarias

La limpieza de las instalaciones sanitarias se realizará bajo los procedimientos descritos en la sección 3.8.4. El jefe de departamento deberá asignar diariamente a uno de los supervisores de área para que verifique los trabajos de limpieza ejecutados por el personal de conserjería, avalando el trabajo de los mismos.

6.1.5. Inspección de operaciones de preparación de alimentos

Antes de que se sirva cualquier alimento, el supervisor de área deberá avalar dichos productos, para ello este deberá tener conciencia de la forma en la que estos fueron elaborados.

El supervisor deberá comprobar diariamente que los procesos manuales sean correctamente aplicados, así como el tiempo y las condiciones de cocción, recalentamiento, refrigeración, congelación, descongelación o preservación en caliente son los adecuados para los alimentos que se prepararán o servirán.

6.1.6. Comprobación del sistema de trazabilidad

Mensualmente el jefe de Departamento asignará a una persona para que compruebe el funcionamiento del sistema de trazabilidad.

La prueba del sistema consistirá en recuperar tres alimentos de dicho día, además determinar tres platos servidos 3 días elegidos aleatoriamente y las condiciones de preparación (tiempos, temperaturas y cantidades), ingredientes (proveedores y cantidades) y la personas que lo elaboraron, aprobaron, sirvieron y consumieron.

6.1.7. Supervisión de condiciones de almacenamiento y producto almacenado

Mensualmente el jefe de departamento asignará a una persona para que compruebe las condiciones de almacenamiento y los productos almacenados.

Para ello la persona designada comprobará que los productos almacenados primero se almacenen en el lugar designado y estos se resguarden conforme a su naturaleza, luego que estos contengan cada su propia etiqueta y finalmente que las condiciones ambientales y físicas son las apropiadas o bien son aceptables para dicho producto.

6.1.8. Seguimiento del control de plagas

Como principal medida de protección ante cualquier plaga se hará uso de la prevención. Por ello todo producto que ingrese al área de bodegas, se revisará minuciosamente, con la finalidad de buscar defectos, anormalidades y

posibles plagas. Para ello se revisarán individualmente empaques, envases, cajas y tarimas, tomando nota del proveedor y los problemas encontrados.

Semanalmente se revisarán las instalaciones del complejo en busca de lugares que puedan constituir acceso o bien puedan funcionar como refugio para las plagas. También se tendrá control de los alrededores, de las áreas verdes y posibles puntos de anidamiento de plagas, para ello se podarán arbustos, se recortará la grama constantemente y se recogerán la hojarasca. Se llevará a cabo el registro de dichas inspecciones.

Los recipientes de basura se mantendrán en el exterior y en todo momento permanecerán cerrados. Además se lavarán semanalmente para eliminar los lodos y basura acumulada en la base. Se eliminará rápidamente el agua estancada en las afueras y los desperdicios que pudieran quedar fuera del recipiente de basura.

Dentro del área de producción se eliminarán prontamente las fugas de agua, derrames y desperdicios. Esto se realizará a través del barrido y trapeado constante de manera que no pueda quedar ningún tipo de desperdicio o líquidos en el suelo.

Mensualmente se llevará a cabo una fumigación por un ente especializado, de manera que se pueda tener bajo control cualquier plaga detectada. Toda propagación de cualquier tipo de plaga se combatirá inmediatamente siempre observando la inocuidad y aptitud de los alimentos.

6.2. Comprobación de funcionamiento, seguimiento y mejora del funcionamiento de equipo térmico

La segunda parte del presente capítulo, trata sobre aquellos procesos y actividades necesarias para comprobar y garantizar que el equipo térmico funciona adecuadamente.

6.2.1. Comprobación del funcionamiento del sistema de alimentación de vapor

La comprobación del funcionamiento del sistema de alimentación de vapor consistirá en primera instancia en la inspección general semanal de las tuberías, es decir, se observará el estado de los soportes, aislamiento, el funcionamiento de válvulas, trampas de vapor, venteadores, separadores de condensado, *manifold*, así como la verificación que no exista ningún tipo de fuga, golpes de ariete excesivos, la limpieza o sustitución de los filtros y el buen estado de los discos de ruptura.

Anualmente se realizará un mantenimiento más profundo que consistirá en la desinstalación de los tramos de tubería para y la aplicación de desincrustante para la eliminación de las capas de sedimentación adheridas a las paredes de la tubería, así como la limpieza interior de todos los accesorios o bien su redimensionamiento y sustitución.

6.2.1.1. Verificación de funcionamiento de instrumentos de medición

Semanalmente se comprobará que el estado de funcionamiento de los instrumentos de medición (termómetros, flujómetros y manómetros) del punto

de control es aceptable. Se asignará una ficha de control, como la que se muestra en la tabla XIV, para cada punto de control. En la sección de observaciones se anotará cualquier anomalía, avería o situación fuera de control que requiere de la atención del Departamento de Mantenimiento. Junto a esta inspección se le proporcionará un mantenimiento rutinario que consistirá en la limpieza y reajuste de dichos instrumentos.

Semestralmente todos los instrumentos de medición serán sometidos a una recalibración, por parte de un ente especializado, así mismo se le proporcionará un mantenimiento general, de modo que estos se puedan preservar en buen estado y que el nivel de confianza en los mismos sea aceptable.

6.2.1.2. Control y registro de temperatura y presión

Diariamente los operarios de equipos deberán registrar cada hora o bien cuando haya un cambio de proceso los valores registrados por los instrumentos de medición en la hoja de control (ver tabla XIII); el supervisor de los operarios será el responsable de verificar que dicho documento se llene de forma continua y correcta de manera que se obtengan datos confiables, para ello este deberá dar su aval a través de su sello y firma.

Todos los días al iniciar la jornada de trabajo, los operarios deberán llenar en la ficha asignada al equipo los datos. A lo largo del día deberán anotar los tipos de operación que estos realizan en los equipos, el tiempo que ha tomado dicho proceso; la hora en la que se toman los datos de la temperatura, presión y cantidad de consumo de vapor. En las observaciones, se deberán anotar todas aquellas situaciones anormales o desperfectos, de modo que el Departamento de Mantenimiento pueda realizar las operaciones pertinentes.

En el caso del sistema de distribución de vapor será el supervisor de mantenimiento quien deberá llenar dicho formulario (ver tabla XIV), este formato será llenado cada 7 días o menos. Primeramente se anotará el CIU del tramo que alberga el punto de control, junto a este se anotará el CIU de los accesorios que están antes del mismo y que proceden desde el último punto de control. En la primera columna se anotará el periodo de tiempo en el cual han sido registrados los datos de temperatura, presión, cantidad de condensado producidos. La caída de presión, se medirá en base a la diferencia de presiones medias del punto analizado y el punto de control anterior.

Los datos que se anotarán en la hoja de control serán los datos promedios de dicho período de tiempo. El supervisor consciente y responsable de su trabajo, colocará su firma y sello, dando de esta manera confianza en los datos obtenidos. En la columna de observaciones se anotarán todas aquellas anomalías y defectos encontrados.

6.2.2. Comprobación del funcionamiento de medidas de seguridad operacional del equipo térmico

Mensualmente se comprobará que las válvulas de alivio funcionan correctamente, actuando a la presión de tarado calibrada y verificando el tiempo de normalización de presión que las mismas requieren, en dicho proceso estas serán recalibradas por el personal de mantenimiento. De igual manera se comprobará que la presión de cierre es la adecuada, para evitar pérdidas de vapor. Por otra parte se comprobará que el sistema de alivio manual funciona apropiadamente.

Anualmente estas se desmontarán para poder darles una limpieza más profunda, verificar el estado físico de la misma y poder reemplazar los elementos deteriorados.

6.2.3. Control y registro de fallas del equipo térmico

Para el análisis del control de fallas del equipo térmico, los registros se clasificarán bajo dos criterios: por áreas y por frecuencia.

6.2.3.1. Área

Todos los registros de la misma área se organizarán juntos, dicha disposición pretende comprobar o encontrar alguna causa común con los problemas presentados por otros elementos en el sistema de vapor o equipo de dicha área.

6.2.3.2. Frecuencia

Como segundo criterio de organización, los registros del equipo térmico de la misma área se ordenarán según la frecuencia de avería de los distintos elementos del sistema de vapor o equipo térmico, con ello lo que se pretende encontrar la principal causa que produce el daño de determinado elemento en el sistema de vapor o equipo térmico o bien la calidad del mismo.

7. MEDIO AMBIENTE

7.1. Evaluación de impacto ambiental

Aspectos bióticos

Las instalaciones del Departamento de Nutrición y Dietética se encuentra rodeado por arboles que ayudan a mantener fresco el interior del edificio.

Aspectos sociales

El Departamento de Nutrición y Dietética pertenece al Hospital Roosevelt, que es una institución estatal que atiende a personas de todo estrato social. La afluencia hacia dicho nosocomio es permanente, ya que en él se atienden emergencias, accidentes, maternidad y pediatría, medicina interna, cirugía, ortopedia, traumatología, maternidad, ginecología, pediatría, oftalmología y subespecialidades.

Aspectos materiales

Las materias primas utilizadas para la producción de alimentos suministrados a los pacientes son:

- Frutas y verduras
- Carne de res y cerdo, pollo y pescado
- Granos y cereales
- Especias y endulzantes

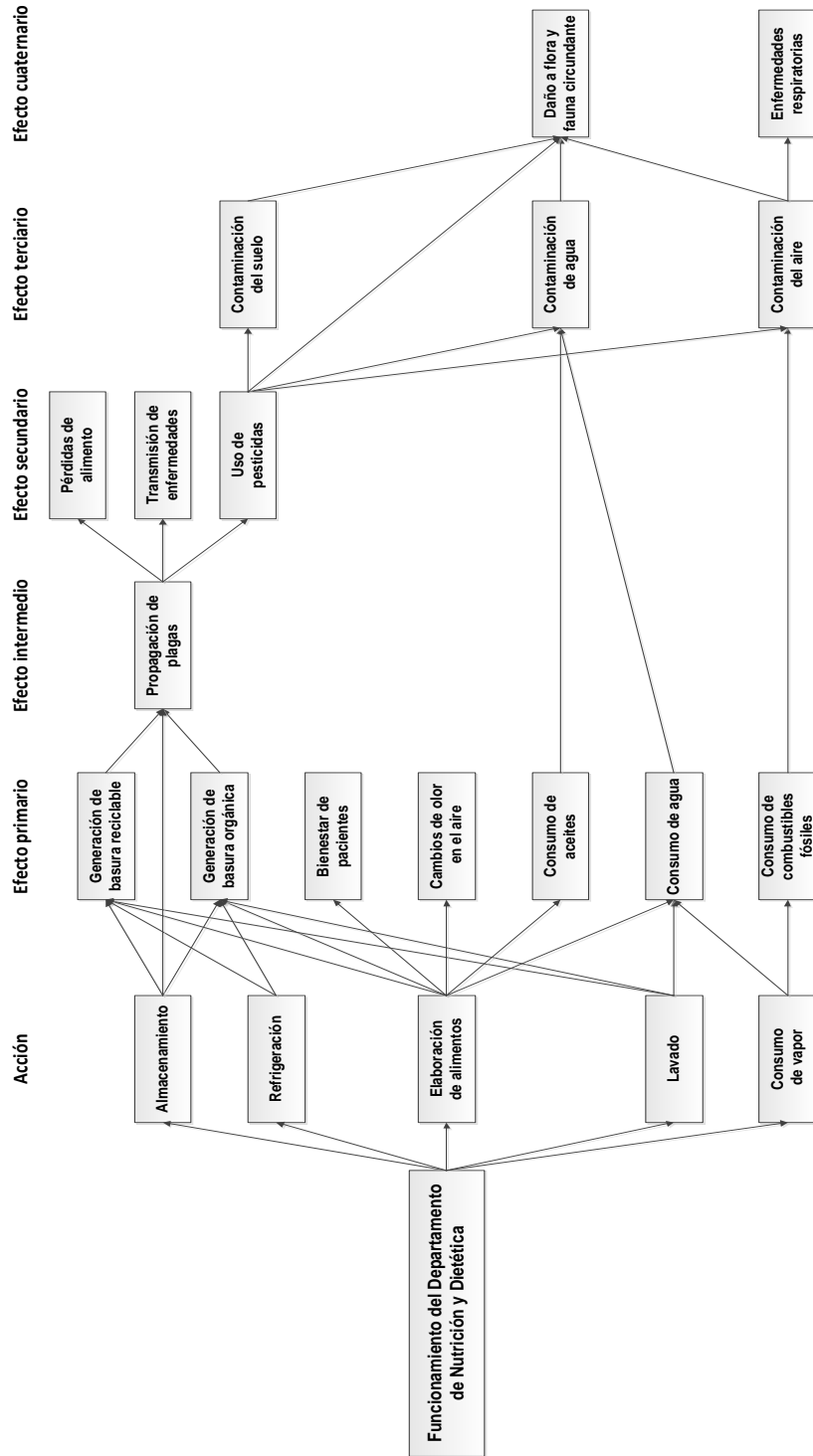
- Aceites y grasas
- Conservas
- Café y té
- Huevos
- Material de empaque
- Otros.

Residuos generados

Dentro de los residuos generados diariamente por el departamento se encuentran:

- Orgánicos: restos de comida, verduras, frutas, carnes, granos y cereales, cáscaras de huevo.
- Papel y cartón
- Plásticos
- Frascos de vidrio
- Empaques desechables
- Latas
- Aceites y grasas utilizadas

Figura 73. Matriz de red del Departamento de Nutrición y Dietética



Fuente: elaboración propia.

Dentro de la contaminación del suelo se puede mencionar como tal:

- Cambio en el uso del suelo
- Erosión
- Acumulación de residuos inorgánicos
- Contaminación con sustancias químicas provenientes de jabones, desinfectantes o pesticidas.

La contaminación del agua puede incluir modificación de ciertos aspectos como lo pueden ser:

- Cambios de olor
- Cambios en el pH
- Turbidez
- Variaciones en el flujo
- Cambios de temperatura
- Aumento de sólidos disueltos
- Contaminación con sustancias químicas provenientes del uso normal de jabones, desinfectantes o pesticidas.

El aire se puede ver modificado de diversas formas dentro de las cuales se pueden mencionar:

- Cambio en la temperatura del aire
- Cambio de olor
- Partículas en suspensión provenientes de polvos y harinas
- Ruido
- Sustancias químicas provenientes del uso de pesticidas, aerosoles y otros gases.

7.2. Medidas de mitigación

Las medidas de mitigación son acciones que buscan minimizar y revertir el los efectos negativos en el entorno natural producidos por el funcionamiento normal por el Departamento de Nutrición y Dietética.

7.2.1. Manejo adecuado de desechos

Dentro de las medidas de mitigación propuestas se encuentran el manejo adecuado de desechos, que se centra en la clasificación y reciclaje de los desechos, así como el aprovechamiento de los restos orgánicos.

7.2.1.1. Clasificación

Los desechos sólidos se pueden clasificar en diferentes categorías para su posterior tratamiento, haciendo uso para ello de un recipiente debidamente identificado según sea por color o bien por rotulación. Estas clases son:

- Orgánicos. Los productos biodegradables se depositan en recipientes habitualmente verdes.
- Papel y cartón. Esta clase regularmente se identifica con color amarillo
- Metales. Este tipo de desechos frecuentemente se asocia con color gris
- Plásticos. Con color azul se distingue ordinariamente el depósito para este tipo de desechos.

- Vidrios y cerámica. El color blanco es quien identifica comúnmente los depósitos para este tipo de desechos.
- Desechos peligrosos. El color asignado para este tipo de desechos normalmente es rojo.
- Otros desperdicios reciclables. El color del recipiente para este tipo de basura es usualmente el negro.

Como restos orgánicos se deberán considerar todos los desechos de origen biológico, como restos de alimentos, cáscaras y restos de frutas y verduras, restos de granos y hierbas, hojas, césped, madera, entre otros. La categoría de papel y cartón incluye todos aquellos materiales construidos a partir de celulosa como lo son las hojas de papel, periódicos, cuadernos, revistas, bolsas de papel y cajas de cartón; es aconsejable plegar las cajas de manera que ocupen el mínimo espacio dentro del contenedor.

En la categoría de metales, se dispondrá toda aquella basura como latas, papel aluminio y metalizado, clavos, alambre, hojalata y otros. Dentro de la sección plásticos se deberán colocar todos los productos elaborados con polímeros como lo son los envases desechables de origen plástico, bolsas plásticas y otros. En el género de vidrios y cerámica de deberán colocar todos los frascos y recipientes de cristal, restos de vidrios y porcelana.

Dentro del recipiente de desechos peligrosos, se deberán colocar aquellos productos reciclables que conllevan un tratamiento especial como lo son los celulares, electrodomésticos, equipo de computo, latas de insecticidas, latas de pintura y pinturas en aerosol, pilas y baterías, aceite comestible quemado, entre otros. En la categoría de otros desperdicios se han de colocar aquellos

desechos que no se puedan colocar en las categorías anteriores como lo son las telas, duroport, cables, sogas, entre otros.

7.2.1.2. Reciclaje

El reciclaje es el proceso por el cual los productos de desecho son recolectados y transformados con un tratamiento total o parcial en materia prima o un producto nuevo.

El primer paso del proceso de reciclaje es la separación de los productos de desecho según su clase. Luego que los productos han sido clasificados, estos deberán ser entregados a entes dedicados a la recuperación de los mismos.

Dentro de algunos beneficios obtenidos del reciclaje se encuentran:

- Disminución de la contaminación y basura
- Protección y conservación del medio ambiente
- Ahorro de recursos
- Evita la deforestación
- Reducción del espacio que ocupan los desperdicios
- Facilidad de recolección

7.2.1.3. Aprovechamiento de restos orgánicos

Una de las formas de aprovechamiento de los restos orgánicos es la elaboración de composta (abono orgánico). La composta es el resultado de la descomposición de residuos orgánicos (vegetales y animales), por medio de microorganismos aeróbicos o anaeróbicos, hasta la conversión en humus, que

es un abono de gran calidad. Este abono es de gran utilidad para la fertilización, control de la erosión y recuperación de suelos.

Los organismos más abundantes en la composta son las bacterias, estas realizan la descomposición de los materiales orgánicos y generan calor; las bacterias se encuentran presentes en todos los materiales orgánicos y se reproducen rápidamente bajo condiciones favorables de humedad, oxígeno, balance propicio entre carbono y nitrógeno, y una superficie amplia.

Además de las bacterias, en la composta proliferan gran cantidad de organismos como actinomicetos, hongos, protozoarios, nematodos, tijeretas, cochinillas, cien pies entre otros; todos ellos ayudan a la fragmentación y descomposición de la materia orgánica.

7.2.1.3.1. Factores

Existen algunos factores importantes a considerar durante el proceso de composteo estos son:

Aireación

El composteo puede ser de dos formas: aeróbica y anaeróbica. El proceso aeróbico requiere del movimiento del aire en el interior de la pila, sin embargo, este proceso es más eficiente y genera composta de mejor calidad en comparación al obtenido mediante el proceso anaeróbico.

Humedad

El contenido óptimo de humedad se sitúa entre un 60% y 70%. Un exceso de humedad provoca que el proceso se vuelva anaeróbico, generando gas metano y malos olores, además el proceso de composición se hace más lento. Por el contrario la falta de humedad disminuye la actividad de los microorganismos lo que hace que el proceso de descomposición se ralentice y la temperatura interior no aumente.

Temperatura

Las condiciones de los otros factores se verán reflejadas en la temperatura, ya que el proceso de composteo se inicia con la acción de los microorganismos mesófilos que se desarrollan de manera óptima a temperaturas comprendidas entre los 20 y 35 grados Celsius, estos microorganismos son los responsables del calentamiento inicial de la composta.

Con el incremento de la temperatura los microorganismos mesófilos van dando espacio a los microorganismos termófilos que elevan la temperatura hasta los 75 grados Celsius, en la fase termofílica el proceso de descomposición de los materiales es más rápido.

Relación carbono-nitrógeno (C-N)

La relación carbono-nitrógeno (C-N) resulta ser de gran importancia, pues estos elementos son utilizados por los microorganismos descomponedores para su desarrollo. Los microorganismos utilizan el carbón como energía y el nitrógeno para la síntesis de proteínas.

Si la relación C-N tiene una proporción muy elevada de nitrógeno éste se perderá como amoníaco generando malos olores, si el elemento excedente es el carbono, el proceso se realiza de manera lenta. La mayoría de los microorganismos hacen uso de 30 partes en peso de carbón por una de nitrógeno, por lo que la relación C-N 30 a 1 se considera como ideal para un buen composteo.

Tabla XLII. **Relaciones carbono-nitrógeno promedio de ciertos materiales**

Material	Relación C-N
Sobras de alimento	15:1
Cortes de césped	19:1
Biomasa en general	21:1
Abono animal	25:1
Ideal	30:1
Residuos de fruta	35:1
Tallos de maíz	60:1
Hojas de árboles	40-80:1
Paja	80:1
Papel	170:1
Cartón	500:1
Aserrín y trozos pequeños de madera	500:1

Fuente: DE LA CRUZ, René. Aprovechamiento de residuos orgánicos a través de composteo y lombricomposteo. p. 5.

Tamaño de las partículas a compostar

La velocidad con la que se descomponen los materiales aumenta conforme disminuye su tamaño. Esta condición solamente se considera en el caso que se desee acelerar el proceso.

Volumen de la composta

El tamaño de la composta influye la velocidad y uniformidad del composteo.

Compostas demasiado pequeñas se resecan fácilmente y no pueden retener el calor necesario para un rápido composteo, por otro lado si la composta es demasiado grande, esto dificulta la entrada de oxígeno hacia el interior lo que produce que la degradación no se realice de manera uniforme.

Frecuencia de volteo

El volteo de la composta es necesario para una buena aireación. La frecuencia de volteo influye en la velocidad y uniformidad de descomposición. Aquel material que queda en la superficie no se degrada con la misma velocidad que el del interior. En compostas grandes lo más recomendable es voltearlas con frecuencias de 8 a 15 días, mientras que en pequeñas se recomienda cada 3 días.

7.2.1.3.2. Preparación

La pila de composta se deberá de colocar en una fosa cavada en la tierra, de modo que los microorganismos del suelo penetren en ella. El tamaño del

pozo deberá poseer dimensiones no mayores a: una altura de 1,5 metros, un ancho de 3 metros, en tanto que el largo dependerá de la cantidad de material con que se cuente. Entre mayor sea la altura y ancho de la pila mayor será la dificultad del ingreso de oxígeno hacia el centro de la misma.

Para la preparación de la composta se coloca material grueso en el fondo de la fosa, para luego sobre este poner una capa de tierra; posteriormente se van colocando capas intercaladas de tierra y desperdicios de 10 centímetros de espesor, agregando humedad a cada una de estas si fuera necesario.

Si la relación carbono-nitrógeno, la humedad y la oxigenación son las adecuadas, el cúmulo deberá aumentar su temperatura en el segundo o tercer día, hasta llegar a una temperatura de entre 60 y 70 grados Celsius, esta temperatura se mantendría por varios días en compostas grandes y después empezaría a disminuir. Al darle vuelta a la composta la temperatura deberá volver a subir, por otros días, después comienza a descender. Es necesario que cuando se le voltee la composta se agregue humedad para que el proceso continúe.

Para determinar si la composta ya se encuentra lista no existe un parámetro determinado. Debido a que el proceso de degradación no se da de forma uniforme en los diferentes materiales; los puntos que se toman como referencia para decidir si la composta se encuentra lista para su uso son:

- La apariencia de la composta se asemeja a la tierra, es decir, color oscuro, suelta y con olor a tierra húmeda.
- El volumen inicial de la composta se reduce entre un 30 y 50 por ciento.

7.2.1.3.3. Utilización

La utilización de composta es de gran utilidad como aporte de nutrientes al suelo a la vez que mejora su calidad debido a que fomenta la formación de agregados y mejora su estructura en varios aspectos como el incremento de la capacidad de intercambio catiónico (CIC), la capacidad de retención de humedad, la capacidad de aireación, entre otros.

La composta se puede utilizar para:

- Abonar jardines y áreas verdes. Para esta finalidad, se le debe distribuir sobre la superficie del suelo y alrededor de las plantas, ya sean flores o árboles.
- Uso en césped. Primero se criba con malla de $\frac{1}{2}$ de pulgada; luego se mezcla con arena fina a partes iguales, para posteriormente distribuirla sobre el césped.
- Control de erosión y recuperación de suelos.

7.2.2. Plan de recuperación ambiental

El plan de recuperación ambiental del Departamento de Nutrición y Dietética se da de la siguiente manera:

- Siembra de árboles, así como podado de los existentes
- Siembra de arbustos y flores ornamentales para el acondicionamiento o bien mantenimiento de áreas verdes dentro del complejo.

- Plantación de césped, pasto, grama u otro tipo de vegetación para proveer de una cubierta al suelo de modo que se evite el deterioro de la capa superior del suelo y escorrentías.
- Abonado de árboles, arbustos y flores mediante el uso de composta realizada con desechos orgánicos.

7.3. Programa de monitoreo ambiental

El programa de monitoreo ambiental incluye la revisión periódica de la composición química de los distintos productos de limpieza, pesticidas y aerosoles utilizados dentro del Departamento de Nutrición y Dietética conforme a las regulaciones sanitarias existentes.

Muestreo de la tierra de las áreas circundantes al departamento con el objetivo de buscar cualquier elemento extraño proveniente del uso de químicos.

CONCLUSIONES

1. Todas las superficies como lo son las paredes, puertas, piso, superficies de trabajo y otras, deberán ser lavables, no absorbentes, no tóxicas, lisas – a excepción del piso –, y no reactivas a los químicos comúnmente utilizados para el proceso de limpieza y desinfección. No se deberá utilizar materiales de construcción que puedan producir desprendimiento de partículas como madera y duroport pues pueden contaminar los alimentos. Evitar el cielo falso pues este puede constituir un albergue para plagas. Evitar la formación de charcos y la acumulación de polvo. Procurar una iluminación, ventilación y temperatura apropiada para la elaboración de alimentos.
2. Las prácticas higiénicas a contemplar por el personal de preparación de alimentos se pueden dividir en dos áreas básicas: dentro y fuera del área de preparación de alimentos. Las obligaciones fuera del área de trabajo, incluyen los cuidados higiénicos personales cotidianos y todos aquellos cuidados previos a iniciar la jornada de trabajo como lo son el bañarse y lavarse el cabello, afeitarse, cambiarse la ropa, cortarse las uñas y el cabello, lavarse los dientes, entre otras muchas. Por otra parte se encuentran las obligaciones dentro del área de trabajo que son propiamente las obligaciones cuando se encuentran dentro del área de trabajo, entre algunas de estas regulaciones se encuentran el lavado frecuente de manos, el uso correcto de la indumentaria de protección personal, depositar la basura en su lugar, entre otras.

3. Para el diseño del sistema de trazabilidad, se toman en consideración tres áreas de interés para el Departamento de Nutrición y Dietética y estos son el control de productos almacenados dentro del área de bodega a través de la asignación de una etiqueta propia que permitirá conocer su procedencia y condiciones de uso. La segunda etapa, se basa en el registro productos utilizados en, las distintas áreas. Finalmente se registrará la cantidad de platos servidos y sus consumidores.
4. El sistema apropiado de alimentación de vapor del equipo térmico deberá contener diversos dispositivos que permitan el máximo aprovechamiento del calor, o bien la menor pérdida de vapor posible, transportado por el vapor, dentro de los mismos es posible mencionar las trampas de vapor para el drenaje del condensado y evitar el arrastre, la instalación de válvulas para la regulación del flujo de vapor, los venteadores para eliminación del aire y otros gases, válvulas de alivio para resguardar el sistema contra sobrepresiones, juntas térmicas para la compensación de la dilatación térmica de tuberías, filtros para la remoción de suciedad, válvulas de regulación de presión, aislante térmicos para la conservación del calor y protección de operarios, entre otros.
5. La losa de cimentación apropiada para la instalación del equipo deberá tener unas dimensiones de 5,00 metros x 10,05 metros x 0,15 metros, esto pues se considera un espacio de 0,60 metros que permita alcanzar los distintos dispositivos como lo son válvulas, trampas, tuberías y otros. Debajo de la misma se utilizará una sub base que provea una estabilidad apropiada a la cimentación, a la vez que absorba aquellas pequeñas vibraciones producidas durante la operación normal del equipo, dicha estructura tendrá unas dimensiones 20 por ciento mayores como mínimo al de la cimentación. Para la sujeción del equipo térmico se utilizarán

pernos corridos de $\frac{1}{4}$ de pulgada de 21 centímetros de largo, para la sujeción de los mismos se utilizará hembra de $\frac{1}{2}$ de pulgada.

6. Para el registro y control de averías primero se identificarán todos los artículos, posteriormente se le asignará a cada artículo una ficha, de manera que se pueda llevar un historial de reparaciones y mantenimientos ejecutados en los mismos. Como soporte a dicho historial se deberá utilizar los datos obtenidos en control de desempeño del equipo térmico, pues dichos valores pueden proporcionar información adicional para la solución apropiada a la avería.
7. Para el tratamiento ecológico de desechos, los mismos se clasificarán según distintas categorías, asignado un recipiente para cada una. Posteriormente a cada tipo de desecho se les aplicará una disposición final apropiada. En cuanto a los productos orgánicos se prevé su aprovechamiento a través de la elaboración de compost, que luego será utilizado para el abono de plantas.

RECOMENDACIONES

1. Eliminar la acumulación de cajas de cartón y evitar el resguardo del equipo en desuso en la bodega I, puesto que esto constituye un albergue para ratas y otros bichos.
2. Supervisar diariamente el aseo personal, estado de salud, uso apropiado y pulcritud de la indumentaria de protección personal, así como la técnica y la frecuencia de lavado y desinfección de manos. Revisar constantemente el área de vestidores para evitar el resguardo de alimentos en casillos
3. Revisar sin previo aviso que cada artículo en el área de bodega tenga las etiquetas apropiadas, así como que los registros de las distintas áreas se encuentren actualizados, además, comprobar la eficacia del sistema de trazabilidad constantemente.
4. Desinstalar los distintos dispositivos del sistema de vapor para una limpieza completa, recalibración, reajuste o sustitución de algunos de sus componentes, además de comprobar su funcionamiento mediante una prueba en condiciones superiores a las que regularmente trabajan.
5. Limpiar continuamente las roscas de los puntos de anclaje de las marmitas de manera que se prevenga la formación de óxido y el atascamiento de las tuercas. Ajustar y tocar las tuercas para evitar el movimiento y el juego perjudicial del equipo térmico.

6. Solicitar a los proveedores distintas charlas capacitivas para el personal de Mantenimiento de manera que posean los conocimientos apropiados para atender cualquier avería o bien reducir sus efectos. Además cumplir con los lineamientos establecidos para el registro y control de averías.

7. Reciclar de los distintos desechos inorgánicos a través de la entrega de los mismos a entes especializados. Utilizar productos biodegradables.

BIBLIOGRAFÍA

1. Armstrong International. *Free floating lever air/gas vents*. Hoja Técnica AV - 13. Michigan: Armstrong International, 2005. 2 p.
2. _____. *Trampas de vapor*. Catálogo No. 108 – CS. México: Armstrong International, 2006. 40 p.
3. BAUMEISTER, Theodore; AVALLONE, Eugene. *Manual del ingeniero mecánico*. Vol III. México: McGraw-Hill, 1988. 2108 p.
4. Centro Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. *Discos de ruptura (I): características: NTP 456*. España: NTP, 2005. 10 p.
5. _____. *Discos de ruptura (II): dimensionamiento: NTP 457*. España: NTP, 2005. 7 p.
6. _____. *Señalización de recipientes y tuberías: aplicaciones prácticas: NTP 466*. España: NTP, 2005. 9 p.
7. _____. *Válvulas de seguridad (I): características técnicas: NTP 342*. España: NTP, 2007. 9 p.
8. _____. *Válvulas de seguridad (II): capacidad de alivio y dimensionado: NTP 346*. España: NTP, 2007. 10 p.

9. _____. *Válvulas de seguridad: selección: NTP 510*. España: NTP, 2007. 12 p.
10. CODEX STAN. *Código internacional de prácticas recomendado – principios generales de higiene de los alimentos*. CAC/RCP 1-1969. Italia: CODEX STAN, 2003. 8 p.
11. _____. *Norma general para el etiquetado de los alimentos preenvasados*. 1-1985. Quebec: CODEX STAN, 2001. 7 p.
12. Comisión Guatemalteca de Normalización. *Agua potable especificaciones*. 29 001:99. Guatemala: COGUANOR, 1999. 14 p.
13. COTTO REVOLORIO, Isai. *Estudio para la optimización del sistema de trampas de vapor, de la planta de saponificación en Colgate Palmolive C.A., S.A.* Trabajo de graduación de Ing. Mecánica. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2004. 230 p.
14. CREUS SOLE, Antonio. *Instrumentación industrial*. 7a ed. España: Marcombo, 2005. 775 p. ISBN: 84-267-1361-0.
15. DE LA CRUZ RODRÍGUEZ, René Arturo. *Aprovechamiento de residuos orgánicos a través de composteo y lombricomposteo*. Coahuila: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Departamento de Fitomejoramiento, 2008. 14 p.

16. GALLO VELÁSQUEZ, Otto Enrique. *Guía de buenas prácticas de manufactura para panadería tradicional*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2006. 103 p.
17. HERNÁNDEZ BOSARREYES, Ronald Gustavo. *Propuesta de ahorro de energía, mediante el uso adecuado del sistema de distribución de vapor y retorno de condensado, en una empresa textil*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2008. 249 p.
18. International Organization for Standardization; Commission Internationale de L'eclairage. *Iluminación de puestos de trabajo en interiores: ISO 8995; CIE S 008:2003*. Bogota: ISO; CIE, 2003. 30 p.
19. _____. *Trazabilidad de la cadena alimentaria – principios generales y requisitos fundamentales para el diseño y la implementación del sistema: 22 005:2008*. México: ISO, 2008. 16 p.
20. KOPPER, Gisella, et al. *Informe técnico sobre ingeniería agrícola y alimentaria, enfermedades transmitidas por alimentos y su impacto socioeconómico, estudios de caso en Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua*. No. 6. Roma: FAO, 2009. 194 p.
21. MOGUEL GARCÍA, Francisco José. *Bases para la implementación de buenas prácticas de manufactura, en una industria envasadora de lácteos*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2006. 80 p.

22. MOTT, Robert L. *Diseño de elementos de máquinas*. 4a ed. México: Pearson Educación, 2006. 994 p. ISBN: 970-26-0812-0.
23. Philips Lighting. *Capítulo de lámparas fluorescentes tubulares 2009*. México: Philips, 2009. 13 p.
24. Reglamento Técnico Centroamericano. *Industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas prácticas de manufactura. Principios Generales*. RTCA 67.01.33:06. Guatemala: RTCA, 2006. 29 p.
25. ROSALER, Roberto C. *Manual de mantenimiento industrial*. Tomo I. México: McGraw-Hill, 1990. 323 p.
26. SEDITESA. *Cómo prevenir los golpes de ariete en las tuberías*. Hoja Técnica No.7. España: SEDITESA, 2004. 2 p.
27. Spirax Sarco. *Instalación válvula reguladora de presión serie 25P*. Hoja Técnica TIS 3.0152. Argentina: Spirax Sarco, 2007. 20 p.
28. _____. *Manifolds para vapor y condensado tipo MSC – ASTM instrucciones de instalación y mantenimiento*. Hoja Técnica IM-P 117-03. México: Spirax Sarco, 2003. 12 p.
29. _____. *Separadores para vapor y aire comprimido*. Hoja Técnica TI-P023-02. Argentina: Spirax Sarco, 2002. 2 p.
30. Termodinámica. *Juntas de expansión metálicas axiales modelos MWA y MFA*. Hoja Técnica TD11-01. Chile: Termodinámica, 2011. 2 p.

ANEXOS

NORMA COGUANOR NGO 29 001

Características y especificaciones físicas y químicas

En la presente sección se proporciona información referente a las propiedades físicas y químicas que debe cumplir el agua potable utilizada en el Departamento de Nutrición y Dietética.

Características físicas del agua potable

Características	LMA	LMP
Color	5.0 u	35.0 u ¹
Olor	No rechazable	No rechazable
Sabor	No rechazable	No rechazable
Turbiedad	5.0 UNT	15 UNT ²
¹ Unidades de color en la escala de platino-cobalto.		
² Unidades nefelométricas de turbiedad (UNT). Estas siglas deberán considerarse en la expresión de los resultados.		

Fuente: Comisión Guatemalteca de Normalización – COGUANOR. COGUANOR NGO 29 001:99. p. 2.

El agua potable deberá tener una conductividad eléctrica de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C.

**Límites máximos aceptables y permisibles de sustancias químicas
contenidas en agua potable**

Características	LMA	LMP
Cloro residual libre ¹⁻²	0.5 mg/L	1.0 mg/L
Cloruro (Cl)	100.000 mg/L	250.000 mg/L
Conductividad	–	< de 1 500 µS/cm
Dureza Total (CaCO ₃)	100.000 mg/L	500.000 mg/L
Potencial de hidrógeno ³	7.0 – 7.5	6.5-8.5
Sólidos totales disueltos	500.000 mg/L	1 000.000 mg/L
Sulfato (SO ₄)	100.000 mg/L	250.000 mg/L
Temperatura	15.0°C – 25.0°C	34.0°C
Aluminio (Al)	0.050 mg/L	0.100 mg/L
Calcio (Ca)	75.000 mg/L	150.000 mg/L
Cinc (Zn)	3.000 mg/L	70.000 mg/L
Cobre (Cu)	0.050 mg/L	1.500 mg/L
Magnesio (Mg)	50.000 mg/L	100.000 mg/L

¹El límite máximo aceptable, seguro y deseable de cloro residual libre, en los puntos más alejados del sistema de distribución es de 0.5 mg/L, después de por lo menos 30 min de contacto, a un pH menor de 8.0, con el propósito de reducir en un 99% la concentración de *Escherichia Coli* y ciertos virus.

²En aquellas ocasiones en que amenacen o prevalezcan brotes de enfermedades de origen hídrico, el residual de cloro puede mantenerse en un límite máximo permisible de 2.0 mg/L, haciendo caso omiso de los olores y sabores en el agua de consumo. Deben de tomarse medidas similares en los casos de interrupción o bajas en la eficiencia de los tratamientos para potabilizar el agua.

³En unidades de pH.

Fuente: Comisión Guatemalteca de Normalización – COGUANOR. COGUANOR NGO
29 001:99. p. 3.

Límites máximos permisibles para sustancias inorgánicas con significado para la salud

Sustancia	LMP [mg/L]
Arsénico (As)	0.010
Bario (Ba)	0.700
Boro (B)	0.300
Cadmio (Cd)	0.003
Cianuro (CN)	0.070
Cromo (Cr)	0.050
Mercurio (Hg)	0.001
Plomo (Pb)	0.010
Selenio (Se)	0.010

Fuente: Comisión Guatemalteca de Normalización – COGUANOR. COGUANOR NGO 29 001:99. p. 3.

Límites máximos para sustancia biocidas presentes en el agua potable

Compuestos	LMP [µg/L]
Insecticidas organoclorados	
DDT+TDE+DDE	1.0
Hexaclorobenceno	1.0
Aldrín	0.03
Dieldrín	0.03
Heptacloro	0.2
Heptacloro epóxico	0.1

Lindano	0.2
Endrín	0.2
Metoxicloro	20
Clordano	0.2
Toxafeno	3.0
Pentaclorofenol	1.0
Dinoseb	7.0
Ácidos fenoxi	
2, 4-D	30
2, 4, 5-TP (silvex)	9
2, 4, 5-T	9
Mecoprop	10
Dicloroprop	100
MCPA	2
Dicamba	2
Picloram	500
Dalapón	200
Endotal	100
Fumigantes	
DBCP (1,2-dibromuro-3, 3 cloropropano)	0.2
EBD (dibromuro de etileno)	0.05
1,2-dicloropropano	5.0
1,3-dicloropropano	20

Triazinas	
Atrazina	2
Simazina	2
Acetanilidas	
Alaclor	2
Metolaclor	10
Propaclor	10
Butaclor	10
Carbonatos	
Aldicarb	3
Sulfóxido de aldicarb	3
Sulfona de aldicarb	3
Carbofurán	5
Oxamil	200
Metomil	200
Bentazón	30
Molinato	6
Pendimetalina	20
Isoproturón	9
Piretroides	
Permetrina	20

Amidas	
Propanil	20
Piridato	100
Trifluratlín	20
Diquat	20
Glifosato	700
Di (2-etil-hexil adipato)	400
Benzopireno	0.2
Hexaclorociclopentadieno	50
Di (etil-hexil) ftalato	6
PCB'S	0.5
Órgano fosforados	
Etil paratión	0
Leptofós	0
Diazinón	0.1
Dimetoato	0.1
De los restantes órgano fosforados	No más de 0.1 cada uno

Fuente: Comisión Guatemalteca de Normalización – COGUANOR. COGUANOR NGO
29 001:99. p. 4 y 5.

**Límites máximos aceptables y permisibles para sustancias no deseadas
en agua potable**

Características	LMA [mg/L]	LMP [mg/L]
Fluoruro (F)	-	1.700
Hierro total (Fe)	0.100	1.000
Manganeso (Mn)	0.050	0.500
Nitrato (NO ₃)	-	10
Nitrito (NO ₂)	-	1

Fuente: Comisión Guatemalteca de Normalización – COGUANOR. COGUANOR NGO
29 001:99. p. 5.

**Límites máximos permisibles para sustancias orgánicas con significado
para la salud**

Compuesto	LMP [mg/L]
Benceno	5
Cloruro de vinilo	2
Detergentes aniónicos	200
o-diclorobenceno	600
p-diclorobenceno	75
1,2-diclorobenceno	5
1,1-diclorobenceno	7
Cis-1,2- diclorobenceno	70
Trans-1.2- diclorobenceno	100
1,2-dicloropropano	5

Estireno	100
Etilbenceno	700
Monoclorobenceno	100
Sustancias fenólicas	2
Tetracloruro de carbono	5
Tetracloroetileno	5
Tolueno	1 000
1,1,1-tricloroetano	200
Tricloroetileno	5
Xileno	10 000

Fuente: Comisión Guatemalteca de Normalización – COGUANOR. COGUANOR NGO
29 001:99. p. 5.

Límites máximos permisibles para sustancias orgánicas volátiles

Sustancia	LMP [µg/L]
Carbón tetracloruro	5
Cloruro de vinilo	2
1,2-dicloroetano	5
1.1-dicloroetileno	7
1,1,1-tricloroetano	200
o-diclorobenceno	600
p-diclorobenceno	75
Cis-1,2-dicloroetileno	70
Trans-1,2-dicloroetileno	100
1,2-dicloropropano	5

Etilbenceno	700
Monoclorobenceno	100
Estireno	100
Tetracloroetileno	5

Fuente: Comisión Guatemalteca de Normalización – COGUANOR. COGUANOR NGO 29 001:99. p. 10.

Los trihalometanos (THM) son productos secundarios de la desinfección. Dentro de este grupo se encuentran el bromoformo, dibromoclorometano, bromodi-clorometano y cloroformo. La suma de las razones entre la concentración de cada uno y su respectivo valor guía no debe superar la unidad. En la tabla 2-11 se establecen los límites máximos permisibles para los productos secundarios de la desinfección.

Valores guía para productos secundarios de la desinfección

Producto secundario	LMP [$\mu\text{g/L}$]
Bromoformo	100
Bromoclorometano	100
Bromodiclorometano	60
Cloroformo	200

Fuente: Comisión Guatemalteca de Normalización – COGUANOR. COGUANOR NGO 29 001:99. p. 11.

2. Características bacteriológicas

Las características para agua potable estipulan el número permisible de microorganismos coliformes fecales en términos de las porciones normales de volumen y del número de porciones que se examina.

2.1 Método de los tubos múltiples de fermentación

Para evaluaciones anuales se deberá proceder como se indica:

1. Prueba de 15 tubos. Se examinan 5 tubos con porciones de 10 mL, 5 tubos con porciones de 1 mL y 5 tubos con porciones de 0.1 mL, la ausencia de gas en todos los tubos se expresa como número más probable menor de 2.0 coliformes en 100 mL de agua, lo que se interpreta como que esa muestra aislada satisface la norma de calidad y el agua es adecuada para consumo humano.
2. Prueba de 9 tubos. Se examinan 3 tubos con porciones de 10 mL, 3 tubos con porciones de 1 mL y 3 tubos con porciones de 0.1 mL, la ausencia de gas en todos los tubos se expresa como número más probable menor de 3.0 coliformes en 100 mL, lo cual se interpreta como un indicador de que esa muestra aislada satisface la norma de calidad y el agua es adecuada para consumo humano. En el caso de análisis rutinarios y cuando se analizan cantidades grandes de muestras, se podrá emplear el método de los 9 tubos, pero en casos de discrepancia o inconformidad con los resultados obtenidos, deberá emplearse la prueba de los 15 tubos como método de referencia.

Para casos en los cuales ya se tiene un historial, se permiten las alternativas siguientes:

1. Series de 5 tubos con porciones de muestras de 10 mL. La ausencia de gas en todos los tubos, se expresa como número más probables menor de 2.2 coliformes en 100 mL de agua.
2. Series de 10 tubos con porciones de 10 mL cada una, la ausencia de gas en todos lo tubos se expresa como número más probable menor de 1.1 coliformes en 100 mL de agua, lo que se interpreta como que es muestra es adecuada para el consumo humanos.

2.2 Método por membrana de filtración

El volumen de muestra de agua a utilizar con la membrana de filtración es de 100 mL. Se acepta como límite una colonia de coliformes totales y ausencia de *Escherichia Coli* en 100 mL de agua. La ausencia de coliformes se interpreta como que esa muestra aislada satisface la norma de calidad y el agua es adecuada para el consumo humano.

2.3 Límites

En la tabla 9, se presentan los límites máximos para la presencia de microorganismos del grupo coliforme para el método de los tubos múltiples de fermentación.

Límites para el método de los tunos múltiples de fermentación, grupo coliforme

<p>Cuando se examinan porciones de 10 mL.</p>	<p>No más del 10% deben mostrar, en cualquier mes, la presencia del grupo coliforme.</p>
<p>No se permitirá la presencia del grupo coliforme en tres o más de las porciones de 10 mL de una muestra normal, cuando ocurran:</p>	<ul style="list-style-type: none"> – En dos muestras consecutivas. – En más de una muestra mensual, cuando se examinen mensualmente menos de 20 muestras. – En más de 5% de las muestras, cuando se examinen mensualmente más de 20 muestras.

Fuente: Comisión Guatemalteca de Normalización – COGUANOR. COGUANOR NGO
29 001:99. p. 6.

En la tabla siguiente se especifican los límites máximos para el número de microorganismos del grupo coliforme para el método de las membranas de filtración.

Límites para el método de las membranas de filtración, grupo coliforme

La media aritmética de todas las muestras normales que se examinen en un mes no debe exceder de:	Un microorganismo por cada 100 mL.
El número de colonias por muestra normal no ha de exceder de 3/50 mL, 4/100 mL, 7/200 mL ó 13/500 mL en:	<ul style="list-style-type: none">• Dos muestras consecutivas.• En más de una muestra mensual, cuando se examinan mensualmente menos de 20 muestras.• Más del 5% de las muestras normales, cuando se examinan mensualmente más de 20 muestras.

Fuente: Comisión Guatemalteca de Normalización – COGUANOR. COGUANOR NGO 29 001:99. p. 7.

La siguiente tabla establece el número de muestras en relación a la población servida. Se deberán de llevar los registros respectivos para los análisis realizados.

**Frecuencias mínimas de la toma de muestras y análisis del agua para
consumo humano en sistemas de distribución**

Población servida en número de habitantes		Cantidad de muestras al año		
De:	A:	Análisis E1	Análisis E2	Análisis E3
1	500	2	1	(1)
501	5 000	4	1	(1)
5 001	10 000	12	3	(1)
10 001	50 000	60	6	1
50 001	100 000	120	12	2
100 001	150 000	180	18	3
150 001	300 000	360	36	6
300 001	500 000	360 ²	60	10

¹ La frecuencia deberá ser determinada por las autoridades nacionales competentes.

² Las autoridades nacionales competentes deberán esforzarse, de ser posible, por aumentar esta frecuencia.

E1 – Corresponde al programa de análisis básico, fácilmente ejecutable por cada laboratorio de control de calidad del agua autorizado. Los análisis en esta etapa de control son: coliforme fecal y cloro residual.








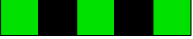




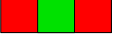
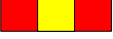



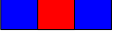




E2 – Corresponde al programa de análisis normal y comprende la ejecución de los análisis de la etapa anterior ampliado con: olor, sabor, color turbiedad, temperatura, pH, conductividad, cloruros, dureza, sulfatos, calcio, magnesio, nitratos, nitritos, hierro, manganeso.



























E3 – Corresponde a un programa de análisis avanzado de agua potable. Comprende la ejecución de los análisis de la segunda etapa, ampliado con: aluminio, cobre, sodio, potasio, amonio, fluoruro, arsénico, cadmio, cianuro, cromo, mercurio, níquel, antimonio, plomo, selenio, sulfuro de hidrógeno, zinc, sólidos totales disueltos, desinfectantes, subproductos de la desinfección y sustancias orgánicas (plaguicidas) de significado para la salud.

Fuente: Comisión Guatemalteca de Normalización – COGUANOR. COGUANOR NGO 29 001:99. p. 7.

IDENTIFICACIÓN DE TUBERÍAS




Anexo tabla I. **Colores estándares para la identificación de tuberías**

Fluido	Color básico	Estado Fluido	Color complementario	Ejemplo
Agua	Verde 	Potable		
		Caliente	Blanco	
		Condensada	Amarillo	
		A presión	Rojo	
		Salada	Naranja	
		Uso industrial	Negro	
		Residual	Negro + negro	
		Para rociado	Negro punteado	
Vapor	Rojo 	Saturado		
		Sobrecalentado	Blanco	
		De escape	Verde	
		Residual	Amarillo	
Aire	Azul 	Para soplar		
		Caliente	Blanco	
		Comprimido	Rojo	
		Polvo carbón	Negro	
Gas	Amarillo 	Depurado	Amarillo	
		Bruto	Negro	

		Pobre	Azul	
		Alumbrado	Rojo	
		De agua	Verde	
		De aceite	Marrón	
		Acetileno	Blanco + blanco	
		Ácido carbónico	Negro + negro	
		Oxígeno	Azul + azul	
		Hidrógeno	Rojo + rojo	
		Nitrógeno	Verde + verde	
		Amoniaco	Violeta + violeta	
Ácidos	Naranja 	Ácido		
		Concentrado	Rojo	
Bases	Violeta 	Lejía		
		Concentrado	Rojo	
Aceites	Marrón 	Aceite		
		Gas-oil	Amarillo	
		De alquitrán	Negro	
		Bencina	Rojo	
		Benzol	Blanco	
Alquitrán	Negro 			
Vacío	Gris 			

Fuente: Ministerio de trabajo y asuntos sociales – España / Instituto Nacional de seguridad e higiene en el trabajo. NTP 566: Señalización de recipientes y tuberías: aplicaciones prácticas. p. 2 y 3.

Índices para la identificación de fluidos

Fluido	Índice	Subíndice	Descripción
Agua 	1	1,0	Potable
		1,2	No potable
		1,3	
		1,4	Depurada
		1,5	Destilada, condensada
		1,6	A presión
		1,7	
		1,8	
		1,9	Residual
Vapor 	2	2,0	A presión
		2,1	Saturado
		2,2	Recalentado
		2,3	De contrapresión
		2,4	Sobresaturado
		2,5	Distendido
		2,6	De circulación
		2,7	
		2,8	
		2,9	De escape
Aire 	3	3,0	Fresco
		3,1	Comprimido
		3,2	Recalentado
		3,3	Acondicionado
		3,4	
		3,5	Enrarecido

		3,6	De circulación
		3,7	Transportado
		3,8	
		3,9	De escape
Gas 	4	4,0	De hulla
		4,1	Acetileno
		4,2	Metano
		4,3	Butano
		4,4	Otros
		Q4	Gases químicos
		Q4,1	Nitrógeno
		Q4,2	Oxígeno
		Q4,3	Hidrógeno
		Q4,4	Otros
		Q4,5	Gas de escape
Ácidos 	5.1	5,11	Sulfhídrico
		5,12	Clorhídrico
		5,13	Nítrico
		5,14	Otros ácidos minerales
		5,15	Ácidos orgánicos
		5,16	Residuos
Bases 	5.2	5,21	Sosa caustica
		5,22	Agua amoniacal
		5,23	Otras lejías
		5,24	Residuos
Aceites 	6	6,0	Peligro clase A1 (punto de inflamación por debajo de 21°C)
		6,1	Peligro clase A2 (punto de inflamación

			de 21°C a 55°C)
		6,2	Peligro clase A3 (punto de inflamación por encima de 55°C)
		6,3	Peligro clase B (soluble en agua, punto de inflamación por debajo de 21°C)
		6,4	Grasas técnicas
		6,5	
		6,6	Aceites explosivos
		6,7	
		6,8	
		6,9	Residuos

Fuente: Ministerio de trabajo y asuntos sociales – España / Instituto Nacional de seguridad e higiene en el trabajo. NTP 566: Señalización de recipientes y tuberías: aplicaciones prácticas. p. 3 y 4.

LUMINARIAS

Lámparas fluorescentes de encendido rápido Philips (I)

T12 RAPID START

Potencia	Base	Bulbo	Kelvin	IRC	MOL (Milímetros)	Vida Promedio		Flujo Luminoso Promedio
						ciclos de encendido cada 3 horas	12 horas	
20W	G13	T12	4,100	62	609.60	9,000	n/a	1,050
20W	G13	T12	6,500	79	609.60	9,000	n/a	960
34W	G13	T12	6,500	84	1,219.20	20,000	n/a	1,775
40W	G13	T12	4,100	70	1,219.20	20,000	n/a	2,025
40W	G13	T12	6,500	84	1,219.20	20,000	n/a	2,025

*Índice de Reproducción Cromática (IRC)

**Max Overall Length* (MOL, longitud total máxima)

Fuente: Philips. Philips Lighting México 2009. p. 12.

Lámpara fluorescentes de encendido rápido Philips (II)

Datos del producto

• Características Generales

Descripción del Sistema	Sistema de Arrance rápido
Base/Casquillo	G13 [Medium Bi-Pin Fluorescent]
Forma de la lámpara	T12 [38 mm]
Vida Media (50%) con Bal.conv.	13000 hr

• Características de la Fuente de Luz

Código de Color	54-765
Índice Reproducción Cromática	72 Ra8
Designación de Color	Luz Día Frío
Temperatura de Color	6200 K
Coordenada Cromática X	315 -
Coordenada Cromática Y	341 -
Flujo Lum.Lámpara.c.Bal.C	2500 Lm

• Características Eléctricas

Pot. de la Lámpara Estimada	40 W
-----------------------------	------

• Características de Dimensiones

Longitud Casquillo-Casquillo A	1199.4 (max) mm
Longitud B de Inserción	1204.1 (min), 1206.5 (max) mm
Longitud Total C	1213.6 (max) mm
Diámetro D	40.5 (max) mm



TL-M Arranque Rápido
TL-M RS 40W/54-765 1SL

Fuente: Philips. TL-M RS 40W/54-765 1 SL. p. 2.

Anexo figura 1. Lámpara fluorescentes de encendido rápido Philips (III)

Datos del producto

• Características Generales

Descripción del Sistema	Sistema de Arrance rápido
Base/Casquillo	G13 [Medium Bi-Pin Fluorescent]
Forma de la lámpara	T12 [38 mm]
Vida Media (50%) con Bal.conv.	13000 hr

• Características de la Fuente de Luz

Código de Color	54-765
Índice Reproducción Cromática	72 Ra8
Designación de Color	Luz Día Frío
Temperatura de Color	6200 K
Coordenada Cromática X	315 -
Coordenada Cromática Y	341 -
Flujo Lum.Lámpara.c.Bal.Conv	4100 Lm

• Características Eléctricas

Pot. de la Lámpara Estimada	65 W
-----------------------------	------

• Características de Dimensiones

Longitud Casquillo-Casquillo A	1500 (max) mm
Longitud B de Inserción	1504.7 (min), 1507.1 (max) mm
Longitud Total C	1514.2 (max) mm
Diámetro D	40.5 (max) mm

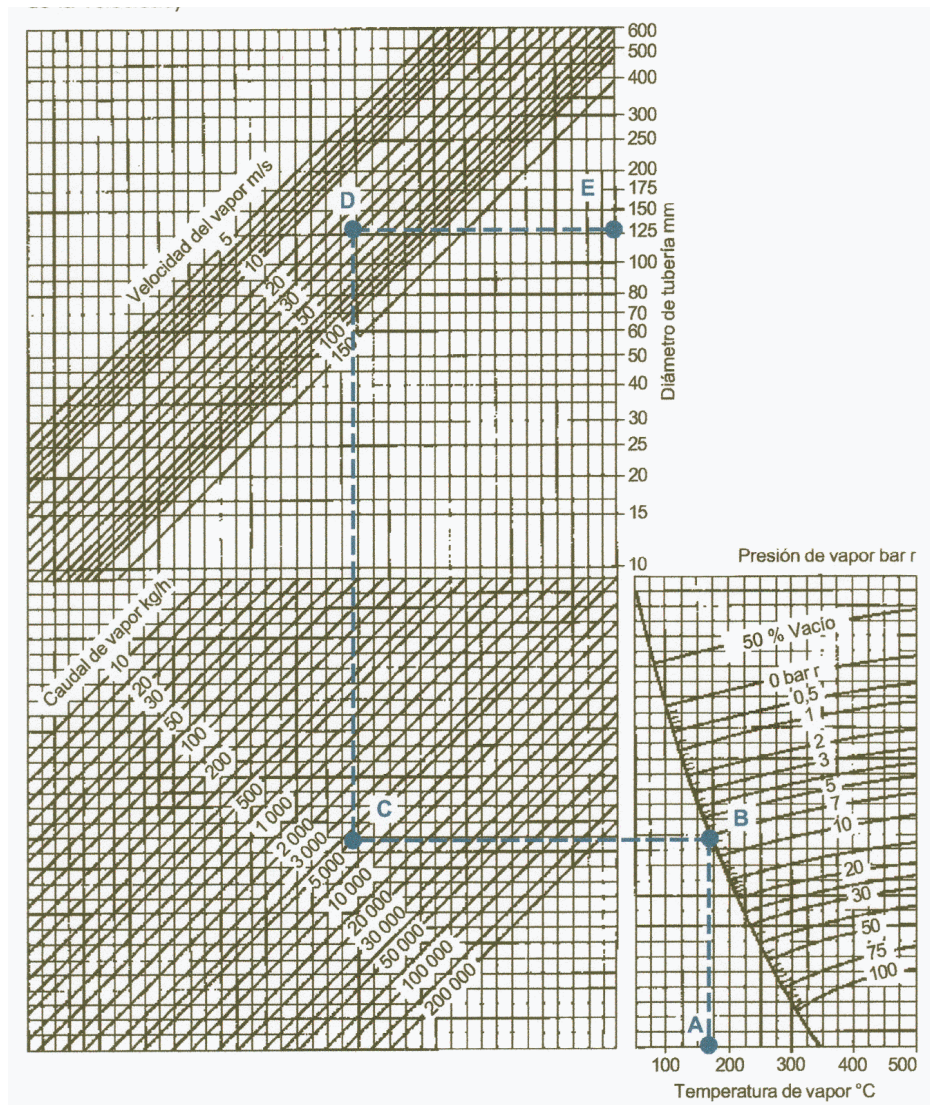


TL-M Arranque Rápido
TL-M RS 65W/54-765 1SL

Fuente: Philips. TL-M RS 65W/54-765 1SL. p. 2.

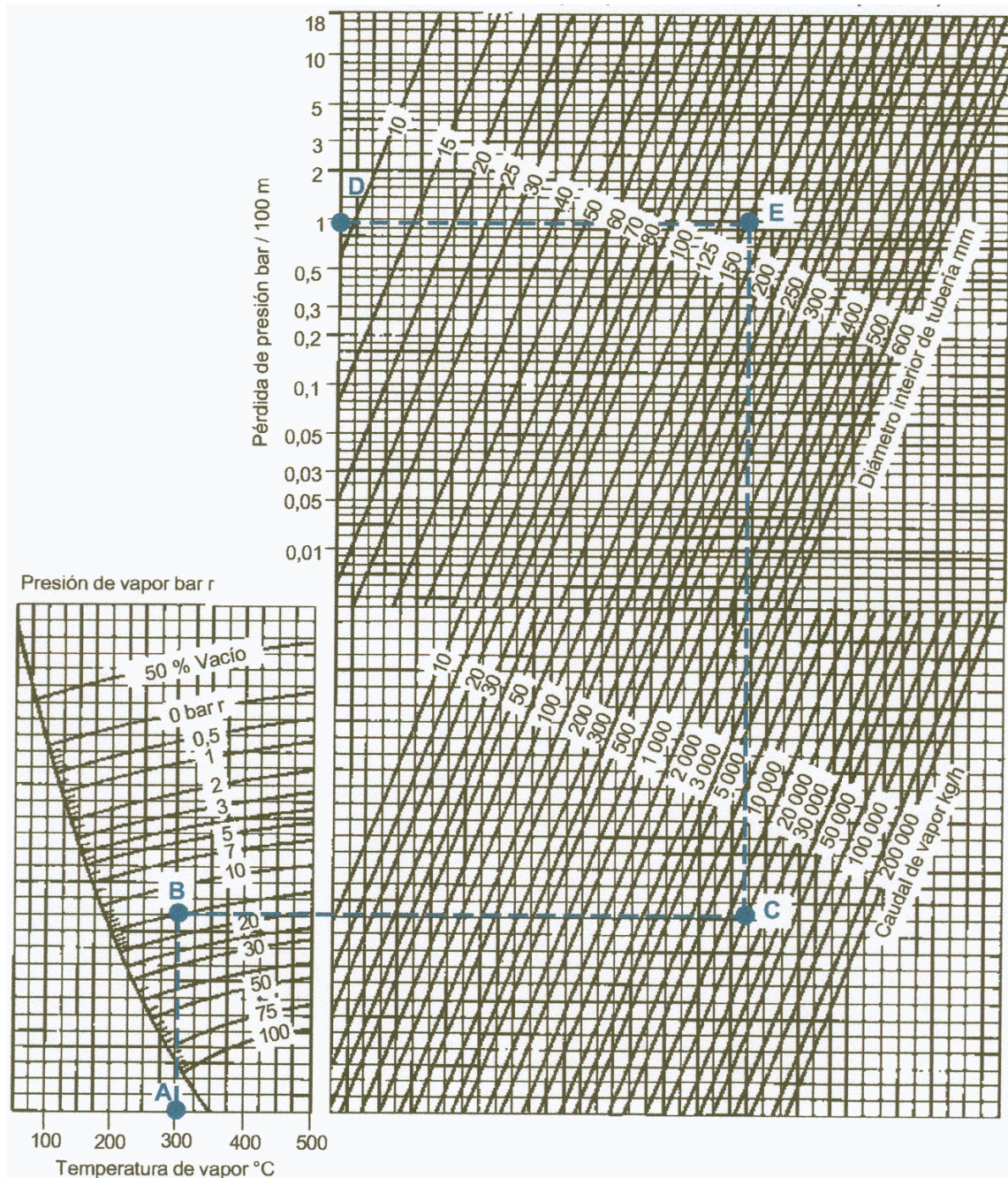
DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS

Gráfica para el dimensionamiento de tuberías utilizadas para la conducción de vapor según velocidad del vapor



Fuente: Armstrong. Guía Armstrong para la selección de tuberías. p. 7.

Gráfica para el dimensionamiento de tuberías utilizadas para la conducción de vapor según la caída de presión



Fuente: Armstrong. Guía Armstrong para la selección de tuberías. p. 8.

Separación mínima entre tuberías paralelas

Diámetro en mm	10	13	19	25	32	38	50	100	150	200	250
Separación en mm	50	50	50	64	64	75	75	100	100	150	150

La separación se refiere al espacio necesario a ambos lados de la tubería; para el caso de tubos aislados, se deberá considerar como diámetro la suma del diámetro de la tubería y el espesor del aislamiento térmico.

Fuente: DÍAZ, Dennys. Selección e instalación de sistemas de vapor. p. 3.

Separación máxima de soportes para tuberías

Diámetro en pulgadas	Separación en pies	Diámetro en mm	Separación en m
1	7	25	2.15
1 ½	9	38	2.75
2	10	50	3.00
2 ½	11	64	3.35
3	12	75	3.65
3 ½	13	90	4.00
4	14	100	4.25
5	16	125	4.90
6	17	150	5.20
8	19	200	5.80
10	22	250	6.70

La separación mínima para cualquier tubería será de 4 pies ó 1.00 m.

Fuente: KING, Reno. Handbook piping. p. 5.

Tensión admisible en el acero ASTM A53 por consideraciones de presión interna y temperatura, SE

Tipo de tubería	Especificación	Grado	Resistencia mínima a la tracción en PSI	Tensión admisible por concepto de presión interna y temperatura (SE) en PSI		
				≤ 650°F (343°C)	700°F (371°C)	750°F (399°C)
Soldadura por resistencia eléctrica	ASTM A53 Y A135	A	48 000	10 200	9900	9 100
		B	60 000	12 800	112 200	11 000
Sin costura	ASTM A53 Y A106	A	48 000	10 200	11 700	10 700
		B	60 000	115 000	14 400	13 000

Fuente: CINTAC. Manual de cañerías. p. 14.

Espesor adicional por roscado corrosión o erosión, A.

Tipo de tubería		A en pulg.
Roscada	$d \leq 3/8"$	0.05
	$d \geq 1/2"$	Profundidad del hilo
Extremos planos	$d \leq 1"$	0.05
	$d > 1"$	0.065

Fuente: CINTAC. Manual de cañerías. p. 15.

Coeficiente y

Acero	<900°F (482°C)	950°F (510°C)	1000°F (538°C)
Ferrítico	0.4	0.5	0.7
Austenítico	0.4	0.4	0.4

Fuente: CINTAC. Manual de cañerías. p. 15.

Dimensiones de tubos de acero calibre 40

Tamaño nominal de la tubería (pulgadas)	Diámetro exterior		Grosor de la pared		Diámetro interior			Área de flujo	
	(pulg)	(mm)	(pulg)	(mm)	(pulg)	(pie)	(mm)	(pie ²)	(m ²)
1/8	0.405	10.3	0.068	1.73	0.269	0.0224	6.8	0.000 394	3.660 × 10 ⁻⁵
1/4	0.540	13.7	0.088	2.24	0.364	0.0303	9.2	0.000 723	6.717 × 10 ⁻⁵
3/8	0.675	17.1	0.091	2.31	0.493	0.0411	12.5	0.001 33	1.236 × 10 ⁻⁴
1/2	0.840	21.3	0.109	2.77	0.622	0.0518	15.8	0.002 11	1.960 × 10 ⁻⁴
3/4	1.050	26.7	0.113	2.87	0.824	0.0687	20.9	0.003 70	3.437 × 10 ⁻⁴
1	1.315	33.4	0.133	3.38	1.049	0.0874	26.6	0.006 00	5.574 × 10 ⁻⁴
1 1/4	1.660	42.2	0.140	3.56	1.380	0.1150	35.1	0.010 39	9.653 × 10 ⁻⁴
1 1/2	1.900	48.3	0.145	3.68	1.610	0.1342	40.9	0.014 14	1.314 × 10 ⁻³
2	2.375	60.3	0.154	3.91	2.067	0.1723	52.5	0.023 33	2.168 × 10 ⁻³
2 1/2	2.875	73.0	0.203	5.16	2.469	0.2058	62.7	0.033 26	3.090 × 10 ⁻³
3	3.500	88.9	0.216	5.49	3.068	0.2557	77.9	0.051 32	4.768 × 10 ⁻³
3 1/2	4.000	101.6	0.226	5.74	3.548	0.2957	90.1	0.068 68	6.381 × 10 ⁻³
4	4.500	114.3	0.237	6.02	4.026	0.3355	102.3	0.088 40	8.213 × 10 ⁻³
5	5.563	141.3	0.258	6.55	5.047	0.4206	128.2	0.139 0	1.291 × 10 ⁻²
6	6.625	168.3	0.280	7.11	6.065	0.5054	154.1	0.200 6	1.864 × 10 ⁻²
8	8.625	219.1	0.322	8.18	7.981	0.6651	202.7	0.347 2	3.226 × 10 ⁻²
10	10.750	273.1	0.365	9.27	10.020	0.8350	254.5	0.547 9	5.090 × 10 ⁻²
12	12.750	323.9	0.406	10.31	11.938	0.9948	303.2	0.777 1	7.219 × 10 ⁻²
14	14.000	355.6	0.437	11.10	13.126	1.094	333.4	0.939 6	8.729 × 10 ⁻²
16	16.000	406.4	0.500	12.70	15.000	1.250	381.0	1.227	0.1140
18	18.000	457.2	0.562	14.27	16.876	1.406	428.7	1.553	0.1443
20	20.000	508.0	0.593	15.06	18.814	1.568	477.9	1.931	0.1794
24	24.000	609.6	0.687	17.45	22.626	1.886	574.7	2.792	0.2594

Fuente: Itescam. Dimensionamiento de tuberías. p. 5.

Dimensiones de tubos de acero calibre 80

Tamaño nominal de la tubería (pulg)	Diámetro exterior		Grosor de la pared		Diámetro interior			Área de flujo	
	(pulg)	(mm)	(pulg)	(mm)	(pulg)	(pie)	(mm)	(pie ²)	(m ²)
1/8	0.405	10.3	0.095	2.41	0.215	0.017 92	5.5	0.000 253	2.350 × 10 ⁻⁵
1/4	0.540	13.7	0.119	3.02	0.302	0.025 17	7.7	0.000 497	4.617 × 10 ⁻⁵
3/8	0.675	17.1	0.126	3.20	0.423	0.035 25	10.7	0.000 976	9.067 × 10 ⁻⁵
1/2	0.840	21.3	0.147	3.73	0.546	0.045 50	13.9	0.001 625	1.510 × 10 ⁻⁴
3/4	1.050	26.7	0.154	3.91	0.742	0.061 83	18.8	0.003 00	2.787 × 10 ⁻⁴
1	1.315	33.4	0.179	4.55	0.957	0.079 75	24.3	0.004 99	4.636 × 10 ⁻⁴
1 1/4	1.660	42.2	0.191	4.85	1.278	0.106 5	32.5	0.008 91	8.278 × 10 ⁻⁴
1 1/2	1.900	48.3	0.200	5.08	1.500	0.125 0	38.1	0.012 27	1.140 × 10 ⁻³
2	2.375	60.3	0.218	5.54	1.939	0.161 6	49.3	0.020 51	1.905 × 10 ⁻³
2 1/2	2.875	73.0	0.276	7.01	2.323	0.193 6	59.0	0.029 44	2.735 × 10 ⁻³
3	3.500	88.9	0.300	7.62	2.900	0.241 7	73.7	0.045 90	4.264 × 10 ⁻³
3 1/2	4.000	101.6	0.318	8.08	3.364	0.280 3	85.4	0.061 74	5.736 × 10 ⁻³
4	4.500	114.3	0.337	8.56	3.826	0.318 8	97.2	0.079 86	7.419 × 10 ⁻³
5	5.563	141.3	0.375	9.53	4.813	0.401 1	122.3	0.126 3	1.173 × 10 ⁻²
6	6.625	168.3	0.432	10.97	5.761	0.480 1	146.3	0.181 0	1.682 × 10 ⁻²
8	8.625	219.1	0.500	12.70	7.625	0.635 4	193.7	0.317 4	2.949 × 10 ⁻²
10	10.750	273.1	0.593	15.06	9.564	0.797 0	242.9	0.498 6	4.632 × 10 ⁻²
12	12.750	323.9	0.687	17.45	11.376	0.948 0	289.0	0.705 6	6.555 × 10 ⁻²
14	14.000	355.6	0.750	19.05	12.500	1.042	317.5	0.852 1	7.916 × 10 ⁻²
16	16.000	406.4	0.842	21.39	14.314	1.193	363.6	1.117	0.1038
18	18.000	457.2	0.937	23.80	16.126	1.344	409.6	1.418	0.1317
20	20.000	508.0	1.031	26.19	17.938	1.495	455.6	1.755	0.1630
24	24.000	609.6	1.218	30.94	21.564	1.797	547.7	2.535	0.2344

Fuente: Itescam. Dimensionamiento de tuberías. p. 6.

Propiedades del agua saturada: tabla de presiones

Presión bar	Temp, °C	Volumen específico m ³ /kg		Energía interna kJ/kg		Entalpía kJ/kg			Entropía kJ/kg, K	
		Líquido sat, v _f x 10 ³	Vapor sat, v _g	Líquido sat, u _f	Vapor sat, u _g	Líquido sat, h _f	Vapor vaporiz, h _{fg}	Vapor sat, h _g	Líquido sat, s _f	Vapor sat, s _g
		0,04	28,96	1,0040	34,800	121,45	2415,2	121,46	2432,9	2554,4
0,06	36,16	1,0064	23,739	151,53	2425,0	151,53	2415,9	2567,4	0,5210	8,3304
0,08	41,51	1,0084	18,103	173,87	2432,2	173,88	2403,1	2577,0	0,5926	8,2287
0,10	45,81	1,0102	14,674	191,82	2437,9	191,83	2392,8	2584,7	0,6493	8,1502
0,20	60,06	1,0172	7,649	251,38	2456,7	251,40	2358,3	2609,7	0,8320	7,9085
0,30	69,10	1,0223	5,229	289,20	2468,4	289,23	2336,1	2625,3	0,9439	7,7686
0,40	75,87	1,0265	3,993	317,53	2477,0	317,58	2319,2	2636,8	1,0259	7,6700
0,50	81,33	1,0300	3,240	340,44	2483,9	340,49	2305,4	2645,9	1,0910	7,5939
0,60	85,94	1,0331	2,732	359,79	2489,6	359,86	2293,6	2653,5	1,1453	7,5320
0,70	89,95	1,0360	2,365	376,63	2494,5	376,70	2283,3	2660,0	1,1919	7,4797
0,80	93,50	1,0380	2,087	391,58	2498,8	391,66	2274,1	2665,8	1,2329	7,4346
0,90	96,71	1,0410	1,869	405,06	2502,6	405,15	2265,7	2670,9	1,2695	7,3949
1,00	99,63	1,0432	1,694	417,36	2506,1	417,46	2258,0	2675,5	1,3026	7,3594
1,50	111,4	1,0528	1,159	466,94	2519,7	467,11	2226,5	2693,6	1,4336	7,2233
2,00	120,2	1,0605	0,8857	504,49	2529,5	504,70	2201,9	2706,7	1,5301	7,1271
2,50	127,4	1,0672	0,7187	535,10	2537,2	535,37	2181,5	2716,9	1,6072	7,0527
3,00	133,6	1,0732	0,6058	561,15	2543,6	561,47	2163,8	2725,3	1,6718	6,9919
3,50	138,9	1,0786	0,5243	583,95	2546,9	584,33	2148,1	2732,4	1,7275	6,9405
4,00	143,6	1,0836	0,4625	604,31	2553,6	604,74	2133,8	2738,6	1,7766	6,8959
4,50	147,9	1,0882	0,4140	622,25	2557,6	623,25	2120,7	2743,9	1,8207	6,8565
5,00	151,9	1,0926	0,3749	639,68	2561,2	640,23	2108,5	2748,7	1,8607	6,8212
6,00	158,9	1,1006	0,3157	669,90	2567,4	670,56	2086,3	2756,8	1,9312	6,7600
7,00	165,0	1,1080	0,2729	696,44	2572,5	697,22	2066,3	2763,5	1,9922	6,7080
8,00	170,4	1,1148	0,2404	720,22	2576,8	721,11	2048,0	2769,1	2,0462	6,6628
9,00	175,4	1,1212	0,2150	741,83	2580,5	742,83	2031,1	2773,9	2,0946	6,6226
10,0	179,9	1,1273	0,1944	761,68	2583,6	762,81	2015,3	2778,1	2,1387	6,5863

Fuente: RENEDO, Carlos J. Tablas de utilidad en termodinámica. p. 1.

**Espesores recomendados para aislamiento de tuberías con fibra de vidrio
para una temperatura ambiente de 25°C**

TEMP. OPERACION		HASTA 177°C (350°F)						HASTA 232°C (450°F)					
DIAMETRO NOMINAL DEL TUBO		E.S.		P.C.		T.S.		E.S.		P.C.		T.S.	
pulg.	mm	pulg.	mm	BTU/h.ft	W/m	°C	°F	pulg.	mm	BTU/h.ft	W/m	°C	°F
1/2	12.7	1	25.4	36.2	34.80	40	104.0	1 1/2	38.0	45.9	44.13	38.9	102.0
3/4	19.1	1	25.4	43.7	42.01	42.2	108.0	1 1/2	38.0	53.3	51.24	41.1	106.0
1	25.4	1 1/2	38.0	45.2	43.45	40.6	105.0	2	50.8	49.7	47.78	36.4	97.5
1 1/2	38.0	1 1/2	38.0	46.5	44.70	36.8	98.2	2	50.8	57.6	55.37	36.2	97.2
2	51.0	1 1/2	38.0	53.0	50.95	37.1	98.7	2	50.8	70.2	67.49	38.3	101.0
3	76.0	1 1/2	38.0	70.3	67.58	38.3	101.0	2	50.8	91.6	88.06	40.0	104.0
4	102.0	2	50.8	69.7	67.01	35.7	96.2	2	50.8	109.3	105.08	40.5	105.0
6	152.0	2	50.8	94.4	90.75	36.6	97.8	2	50.8	148.0	142.28	42.2	108.0
8	203.0	2	50.8	116.0	111.52	37	98.6	2 1/2	63.5	149.0	143.24	38.9	102.0
10	254.0	2	50.8	137.0	131.71	37.1	98.7	2 1/2	63.5	181.0	174.01	39.4	103.0
12	304.0	2	50.8	158.0	151.90	37.3	99.1	2 1/2	63.5	208.0	199.96	40.0	104.0
14	356.0	2 1/2	63.5	149.0	143.24	35.6	96.1	2 1/2	63.5	233.0	224.00	40.6	105.0
16	406.0	2 1/2	63.5	167.0	160.55	35.8	96.4	3	76.0	225.0	216.31	38.3	101.0
18	457.0	2 1/2	63.5	185.0	177.85	35.9	96.7	3	76.0	249.0	239.38	38.9	102.0
20	508.0	2 1/2	63.5	203.0	195.16	36.1	96.9	3	76.0	273.0	262.45	38.9	102.0
24	610.0	2 1/2	63.5	239.0	229.77	36.2	97.2	3	76.0	320.0	307.64	38.9	102.0
26	660.0	2 1/2	63.5	254.7	244.86	36.2	97.1	3	76.0	340.0	326.87	38.9	102.0
28	711.0	2 1/2	63.5	271.5	261.01	36.2	97.2	3	76.0	364.0	349.94	38.9	102.0
30	762.0	3	76.0	250.0	240.34	34.7	94.4	3 1/2	89.0	342.0	328.79	37.4	99.4

E.R.: ESPESOR RECOMENDADO
T.S.: TEMPERATURA DE SUPERFICIE APROXIMADA
P.C.: PÉRDIDA DE CALOR
T_a: TEMPERATURA AMBIENTE

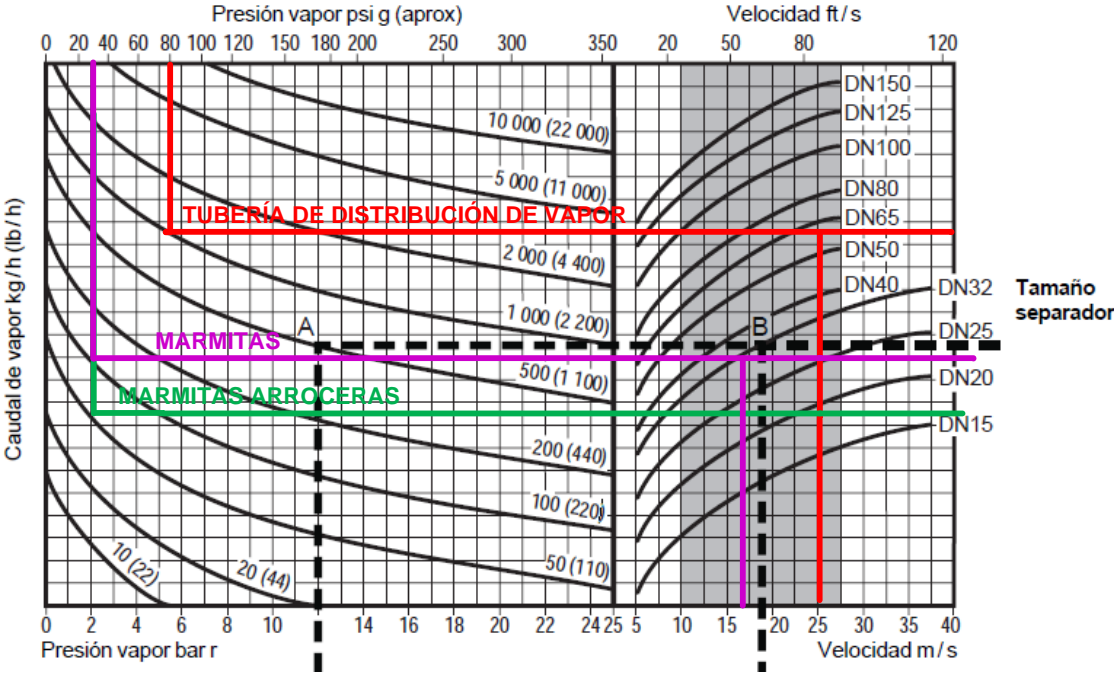
Fuente: Fiberglass. Flexwrap. p. 3.

Válvulas reguladoras de presión Armstrong GD-30

Tabla PTC-223-1. Capacidades de GD-30/30S – Vapor												
Presión de entrada	Presión de salida	Capacidad de vapor (kg/h)										
		Tamaño de conexión										
bar		1/2"	DN15	3/4"	DN20	1"	DN25	1 1/2"	DN40	2"	DN50	
1	0,5	22	25	42	90	135						
	3,3	62	70	120	265	408						
	2,8	68	75	131	280	440						
4	1,2	41	47	77	170	265						
	0,4	25	33	45	100	150						
	4,4	80	93	155	335	530						
5,5	3,7	85	102	160	355	545						
	1,6	55	62	100	222	340						
	0,5	27	35	49	105	165						
7	5,5	92	110	180	392	615						
	4,5	102	119	198	435	665						
	2,8	90	105	170	380	580						
	0,7	31	36	60	135	215						

Fuente: Armstrong. Válvulas reguladoras de presión series GD-30/30S. p. 2.

Dimensionamiento de separadores de condensado Spirax Sarco, modelos S5, S6, S7 y S8



Fuente: Spirax Sarco. Gráficos de dimensionado para separadores 1808, S5, S6, S7 y S8 – TI-S33-06. p. 1.

Trampas de vapor de flotador y termostato Spirax Sarco

Capacities in lb/h hot condensate

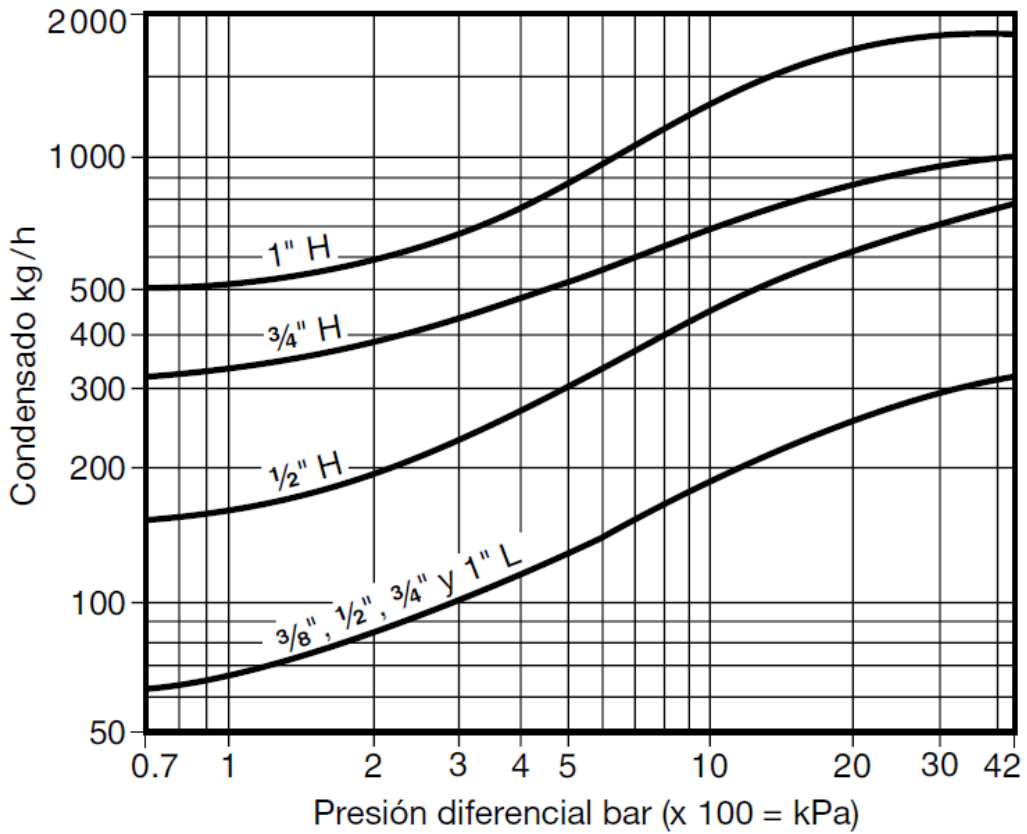
Differential Pressure	FT, FTI-30 *		FT, FTI-75 *		FT, FTI-125 *	
psi	1/2", 3/4", 1"	1-1/4" 1-1/2" 2"	1/2", 3/4", 1"	1-1/4" 1-1/2" 2"	1/2", 3/4", 1"	1-1/4" 1-1/2" 2"
bar						
5	785	1200 3400 5200	520	1900 1900 3100	330	1300 1300 1950
.35						
10	1000	1500 4600 6800	700	2650 2650 4150	415	1700 1700 2600
.69						
15	1075	1680 5500 7800	795	3050 3050 4750	500	2050 2050 3000
1.0						
Orifice Diameter						
in	.218	.228 .390 .500	.166	.312 .312 .421	.125	.246 .246 .332
mm	5.54	5.79 9.91 12.7	4.22	7.92 7.92 10.69	3.18	6.25 6.25 8.43

For kg/h, multiply by .454

Fuente: Spirax Sarco. Cast iron float & thermostatic steam traps. p. 1.

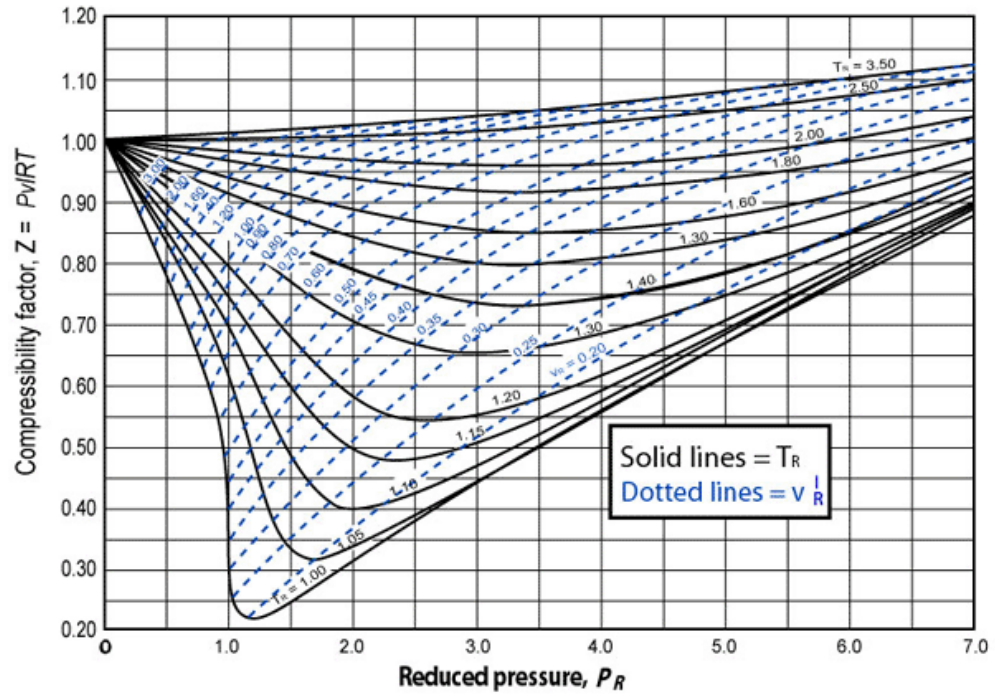
Trampas termodinámicas Spirax Sarco serie TD42

Capacidades



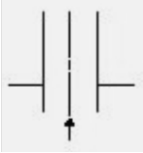
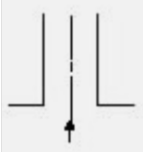
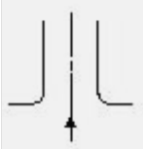
Fuente: Spirax Sarco. Trampa termodinámica para vapor TD42L y TD42H. p. 2.

Carta de compresibilidad generalizada



Fuente: www.wiley.com/. Consultado el 14 de diciembre de 2011.

Coeficientes de descarga α

No.	Tipo de boquilla		Coeficiente de descarga (fluidos compresibles)
1		Boquilla saliente	0.68
2		Boquilla encastrada o rebajada y también una brida maciza (formando bloque) con diseño de configuración no hidrodinámica	0.73
3		Brida maciza (formando bloque) de configuración hidrodinámica (ejemplo, con bordes de entrada redondeados o achaflanados y también con orificio redondeado hacia afuera).	0.80

Fuente: Ministerio de trabajo y asuntos sociales España / Instituto de seguridad e higiene en el trabajo. NTP 456: Discos de ruptura (II): dimensionado. p. 4.

Factor de corrección k_b de la capacidad de descarga según contrapresión

P_b/P	Exponente isentrópico κ																			
	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.001	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	
	Factor de corrección de la capacidad por contrapresión, K_b																			
0.45																	1.000	0.999	0.999	
0.50												1.000	1.000	0.999	0.999	0.996	0.994	0.992	0.989	
0.55								0.999	1.000	0.999	0.999	0.997	0.994	0.991	0.987	0.983	0.979	0.975	0.971	
0.60							1.000	0.999	0.997	0.993	0.989	0.983	0.978	0.972	0.967	0.961	0.955	0.950	0.945	
0.65						0.999	0.995	0.989	0.982	0.974	0.967	0.959	0.951	0.944	0.936	0.929	0.922	0.915	0.909	
0.70			0.999	0.999	0.993	0.985	0.975	0.964	0.953	0.943	0.932	0.922	0.913	0.903	0.895	0.886	0.879	0.871	0.854	
0.75		1.000	0.995	0.983	0.968	0.953	0.938	0.923	0.909	0.896	0.884	0.872	0.861	0.851	0.841	0.832	0.824	0.815	0.808	
0.80	0.999	0.985	0.965	0.942	0.921	0.900	0.881	0.864	0.847	0.833	0.819	0.806	0.794	0.783	0.773	0.764	0.755	0.747	0.739	
0.82	0.992	0.970	0.944	0.918	0.894	0.872	0.852	0.833	0.817	0.801	0.787	0.774	0.753	0.752	0.741	0.732	0.723	0.715	0.707	
0.84	0.979	0.948	0.917	0.888	0.862	0.839	0.818	0.799	0.782	0.766	0.752	0.739	0.727	0.716	0.706	0.697	0.688	0.680	0.672	
0.86	0.957	0.919	0.884	0.852	0.800	0.779	0.759	0.742	0.727	0.712	0.700	0.688	0.677	0.667	0.667	0.658	0.649	0.641	0.634	
0.88	0.924	0.881	0.842	0.809	0.780	0.755	0.733	0.714	0.697	0.682	0.668	0.655	0.644	0.633	0.624	0.615	0.606	0.599	0.592	
0.90	0.880	0.831	0.791	0.757	0.728	0.703	0.681	0.662	0.645	0.631	0.617	0.605	0.594	0.584	0.575	0.566	0.558	0.551	0.544	
0.92	0.820	0.769	0.727	0.693	0.664	0.640	0.619	0.601	0.585	0.571	0.559	0.547	0.537	0.527	0.519	0.511	0.504	0.497	0.490	
0.94	0.739	0.687	0.647	0.614	0.587	0.565	0.545	0.528	0.514	0.501	0.486	0.479	0.470	0.461	0.453	0.446	0.440	0.434	0.428	
0.96	0.628	0.579	0.542	0.513	0.489	0.469	0.452	0.438	0.425	0.414	0.404	0.395	0.387	0.380	0.373	0.367	0.362	0.357	0.352	
0.98	0.426	0.422	0.393	0.371	0.353	0.337	0.325	0.342	0.305	0.296	0.289	0.282	0.277	0.271	0.266	0.262	0.258	0.254	0.251	
1.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

Fuente: Ministerio de trabajo y asuntos sociales España / Instituto de seguridad e higiene en el trabajo. NTP 456: Discos de ruptura (II): dimensionado. p. 3.

Distancia máxima entre guías

Distancias máximas entre guías (mm)

DN (pulg.)	De la 1º guía a la 2º guía	De la 3º guía en adelante
<i>2 1/2</i>	<i>1020</i>	<i>4300</i>
<i>3</i>	<i>1200</i>	<i>4900</i>
<i>4</i>	<i>1500</i>	<i>6400</i>
<i>5</i>	<i>1900</i>	<i>7100</i>
<i>6</i>	<i>2400</i>	<i>8500</i>
<i>8</i>	<i>3000</i>	<i>11000</i>
<i>10</i>	<i>3800</i>	<i>13500</i>
<i>12</i>	<i>4500</i>	<i>15000</i>
<i>14</i>	<i>4900</i>	<i>15250</i>
<i>16</i>	<i>5600</i>	<i>17100</i>
<i>18</i>	<i>6400</i>	<i>18900</i>
<i>20</i>	<i>7000</i>	<i>19900</i>

Fuente: DINATÉCNICA. Juntas de expansión y amortiguación metálicas – serie JA. p. 3.

Juntas de expansión

DIAMETRO NOMINAL		PRESION DE TRABAJO		MOVIMIENTO AXIAL		FUERZA DE COMPRESION APROXIMADA		AREA EFECTIVA	
mm.	Pulg.	Bar	Psi.	mm.	Pulg.	kg	Lb.	cm	pulg. ²
50	2	25	363	12 25	½ 1	100	220	30,41	4,714
65	2 ½	25	363	12 25	½ 1	161	575	43,80	6,789
80	3	25	363	25 50	1 2	205	450	62,78	9,731
100	4	25	363	75 50	3 2	303	670	107,70	16,690
125	5	25	363	25 50	1 2	616	1.360	162,91	25,250

Fuente: Termodinámica. Selección juntas de expansión axial TD11-02. p. 1.

Expansión térmico para distintos tipos de tubería

Temperatura C	Presión equivalente en vapor saturado Bar	Tubo Acero	Tubo Hierro Forjado	Tubo Hierro Fundido	Tubo Cobre
150	3.75	1.71	1.85	1.60	2.57
160	5.17	1.83	1.98	1.71	2.75
170	6.91	1.95	2.11	1.83	2.92
180	9.01	2.08	2.25	1.95	3.10
190	11.55	2.20	2.39	2.06	3.28
200	14.55	2.32	2.52	2.17	3.46
210	18.05	2.45	2.65	2.30	3.63
220	22.15	2.57	2.80	2.42	3.81
230	22.15	2.57	2.80	2.42	3.81
240	32.50	2.82	3.08	2.68	4.16





















Fuente: Termodinámica. Juntas de expansión metálicas axiales TD11-01. p. 2.


CIMENTACIÓN

Mezcla de cemento para distintas aplicaciones

Recomendaciones de dosificaciones para obras pequeñas

Dosificaciones para hormigones no controlados

MATERIALES	Elemento Hormigonado				
	CIMIENOTOS Balde x saco	RADIERES Balde x saco	CADENAS Y MUROS Balde x saco	LOSAS Y PILARES Balde x saco	PAVIMENTOS Balde x saco
Cemento Bio Bio Especial	1 saco	1 saco	1 saco	1 saco	1 saco
Grava	12 1/2 	10 	8 	7 	7 
Arena	8 	7 	6 	5 1/2 	4 
Agua	2 1/2 	2 	2 	2 	1 1/2 
Rendimiento en Carretillas	 (2)	 (2)	 (1 1/2)	 (1 1/2)	 (1 1/4)
Rendimiento en Litros de mezcla	200	167	142	125	112
Sacos para 1 m ³	5	6	7	8	9

• Se ha considerado Cemento Bio Bio Especial de planta [alcahuano y áridos característicos de la zona sur].
 • 1 saco pesa 42,5 Kg.
 • Se considera el balde concreto  de 12 lt. y la carretilla aprox. 90 lt.
 • Las dosificaciones son aproximadas, pueden requerir correcciones de acuerdo al tipo y humedad de áridos utilizados.

Fuente: Cementos Bio Bio. Guía para cálculo de sacos de cemento. p. 2.

Preparación del concreto


Preparación de Cemento Progreso UGC con Puzolana*

PARA HACER:	UGC	ARENA	PIEDRIN	AGUA
MORTERO (Medidas en carretilla)	1 saco de UGC	2 carretillas de arena (4 pies ³)	No lleva	En galones: 6 galones En litros: 23 litros (si la arena está húmeda)
MORTERO (Medidas en botes de 5 galones)	1 saco de UGC	6 botes de arena	No lleva	En galones: 6 galones En litros: 23 litros (si la arena está húmeda)
CONCRETO	1 saco de UGC	a) 5 botes de 5 galones (3.5 pies ³) b) 3.5 botes de 5 galones (2.5 pies ³) c) 3 botes de 5 galones (2 pies ³)	a) 6 botes de 5 galones (4 pies ³) b) 4.5 botes de 5 galones (3 pies ³) c) 3.5 botes de 5 galones (2.5 pies ³)	Para toda preparación de concreto: de 20 a 25 litros (5 a 6.6 galones) Nota: Para mezclas pobres (6 sacos o menos), puede necesitarse más agua


* Medidas aproximadas.

Las arenas y su contenido de humedad


Aprendiendo a diferenciarlas:



Arena seca o ligeramente húmeda (humedad hasta de 5%); se desgrega al apretarla con la mano.



Arena húmeda (humedad de 10-15%); forma una bola al apretarla con la mano, pero no deja agua visible en la palma de la mano.



Arena mojada (humedad alrededor de 20%); al apretarla con la mano, deja agua visible en la palma y gotea.

Fuente: Cementos Progreso. Hoja informativa no. 2 cemento UGC 4000 PSI. p. 1.

GRÁFICOS DE CONTROL

Media general

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum_{i=1}^K \bar{x}_i}{k}$$

Media de rangos

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^K R_i}{k}$$

Límites de control para medias

Superior $LSC_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R}$

Inferior $LIC_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R}$

Límites de control para rangos

Superior $LSC_{\bar{R}} = D_4 \bar{R}$

Inferior $LIC_{\bar{R}} = D_3 \bar{R}$

Constantes para gráficos de control

Constantes para Gráficos de Control																
n	A	A2	A3	c4	1/c4	B3	B4	B5	B6	d2	d3	1/d2	D1	D2	D3	D4
2	2.121	1.880	2.659	0.798	1.253	0.000	3.267	0.000	2.606	1.128	0.853	0.886	0.000	3.686	0.000	3.267
3	1.732	1.023	1.954	0.886	1.128	0.000	2.568	0.000	2.276	1.693	0.888	0.591	0.000	4.358	0.000	2.575
4	1.500	0.729	1.628	0.921	1.085	0.000	2.266	0.000	2.088	2.059	0.880	0.486	0.000	4.698	0.000	2.282
5	1.342	0.577	1.427	0.940	1.064	0.000	2.089	0.000	1.964	2.326	0.864	0.430	0.000	4.918	0.000	2.114
6	1.225	0.483	1.287	0.952	1.051	0.030	1.970	0.029	1.874	2.534	0.848	0.395	0.000	5.079	0.000	2.004
7	1.134	0.419	1.182	0.959	1.042	0.118	1.882	0.113	1.806	2.704	0.833	0.370	0.205	5.204	0.076	1.924
8	1.061	0.373	1.099	0.965	1.036	0.185	1.815	0.179	1.751	2.847	0.820	0.351	0.388	5.307	0.136	1.864
9	1.000	0.337	1.032	0.969	1.032	0.239	1.761	0.232	1.707	2.970	0.808	0.337	0.547	5.394	0.184	1.816
10	0.949	0.308	0.975	0.973	1.028	0.284	1.716	0.276	1.669	3.078	0.797	0.325	0.686	5.469	0.223	1.777
11	0.905	0.285	0.927	0.975	1.025	0.321	1.679	0.313	1.637	3.173	0.787	0.315	0.811	5.535	0.256	1.744
12	0.866	0.266	0.886	0.978	1.023	0.354	1.646	0.346	1.610	3.258	0.778	0.307	0.923	5.594	0.283	1.717
13	0.832	0.249	0.850	0.979	1.021	0.382	1.618	0.374	1.585	3.336	0.770	0.300	1.025	5.647	0.307	1.693
14	0.802	0.235	0.817	0.981	1.019	0.406	1.594	0.398	1.563	3.407	0.763	0.294	1.118	5.696	0.328	1.672
15	0.775	0.223	0.789	0.982	1.018	0.428	1.572	0.421	1.544	3.472	0.756	0.288	1.203	5.740	0.347	1.653
16	0.750	0.212	0.763	0.983	1.017	0.448	1.552	0.440	1.527	3.532	0.750	0.283	1.282	5.782	0.363	1.637
17	0.728	0.203	0.739	0.985	1.016	0.466	1.534	0.459	1.510	3.588	0.744	0.279	1.356	5.820	0.378	1.622
18	0.707	0.194	0.718	0.985	1.015	0.482	1.518	0.475	1.496	3.640	0.739	0.275	1.424	5.856	0.391	1.609
19	0.688	0.187	0.698	0.986	1.014	0.497	1.503	0.490	1.483	3.689	0.733	0.271	1.489	5.889	0.404	1.596
20	0.671	0.180	0.680	0.987	1.013	0.510	1.490	0.503	1.470	3.735	0.729	0.268	1.549	5.921	0.415	1.585
21	0.655	0.173	0.663	0.988	1.013	0.523	1.477	0.516	1.459	3.778	0.724	0.265	1.606	5.951	0.425	1.575
22	0.640	0.167	0.647	0.988	1.012	0.534	1.466	0.528	1.448	3.819	0.720	0.262	1.660	5.979	0.435	1.565
23	0.626	0.162	0.633	0.989	1.011	0.545	1.455	0.539	1.438	3.858	0.716	0.259	1.711	6.006	0.443	1.557
24	0.612	0.157	0.619	0.989	1.011	0.555	1.445	0.549	1.429	3.895	0.712	0.257	1.759	6.032	0.452	1.548
25	0.600	0.153	0.606	0.990	1.010	0.565	1.435	0.559	1.420	3.931	0.708	0.254	1.805	6.056	0.459	1.541

Fuente: optyestadistica.wordpress.com. Consultado el 15 de diciembre de 2011.