

**Universidad Nacional de Ingeniería**  
Facultad de Ingeniería Mecánica



**Instalación de las Redes de Vapor, Aire Comprimido,  
Gas Propano y Oxígeno para el Hospital General  
María Auxiliadora de San Juan de Miraflores  
TOMO I**

**TESIS**  
Para optar el Título Profesional de  
**INGENIERO MECANICO**

**Timoteo Raul Huamaní Condori**

Promoción : 1979-1

Lima — Perú  
1989

## C O N T E N I D O

I .-	INTRODUCCION	9
II.-	SISTEMA DE VAPOR	12
	1.0 REQUERIMIENTO DE VAPOR	12
	1.1 ZONA DE LAVANDERIA	12
	1.2 ZONA DE ESTERILIZACION	16
	1.3 ZONA DE COCTNA	20
	1.4 CALENTAMIENTO DE AGUA	27
	1.5 CALENTAMIENTO DE PETROLEO	28
	2.0 DESCRIPCION DEL SISTEMA	29
	2.1 SISTEMA DE GENERACION DE VAPOR	29
	2.1.1 SISTEMA DE ALIMENTACION DE AGUA A CALDEROS	29
	2.1.2 SISTEMA DE RECUPERACION DEL CON- DENSADOR	33
	2.1.3 SISTEMA DE RECUPERACION DEL REVA- PORTAZADO	34
	2.1.4 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE COM- BUSTIBLE	35
	2.2 SISTEMA DE DISTRIBUCION DE VAPOR Y RE- TORNO DE CONDENSADO	36
	3.0 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE GENERACION DE VAPOR Y SISTEMA DE TUBERIAS DE DISTRIBU- CION DE VAPOR Y RETORNO DE CONDENSADO	38

	Pág
3.1 CALCULO DE LA CAPACIDAD DEL CALDERO	38
3.2 DIMENSTONAMIENTO DEL TANQUE DE REVAPORTIZADO	41
3.3 DIMENSTONAMIENTO DEL TANQUE DE PURGA	42
3.4 DIMENSTONAMIENTO DEL TANQUE DE CONDENSADO	43
3.5 DIMENSTONAMIENTO DEL SISTEMA DE TUBERTIAS DE DISTRIBUCION DE VAPOR Y RETORNO DE CONDEN- SADO	43
3.5.1 DIMENSTONAMIENTO DE TUBERTIAS	43
3.5.1.1 TUBERTIAS DE VAPOR	43
3.5.1.2 TUBERTIAS DE RETORNO DE CONDEN- SADO	45
3.5.1.3 DIMENSTONAMIENTO DE TANQUE RE- CEPTOR Y BOMBA DE CONDENSADO- DEL SOTANO	46
3.5.2 DIMENSTONAMIENTO DEL AISLAMIENTO	48
3.5.2.1 CALCULO TERMICO	48
3.5.2.2 CALCULO DEL ESPESOR ECONOMICO	52
3.5.3 SELECCION DE LAS TRAMPAS DE VAPOR	54
4.0 DIMENSTONAMIENTO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA TRATADA	62
4.1 REQUERIMIENTO DE AGUA TRATADA	62
4.2 DIMENSTONAMIENTO DEL EQUIPO DE TRATAMIENTO DE AGUA	63
5.0 DIMENSTONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE	68
5.1 PETROLEO DIESEL Nº 2	68

	Pág.
5.1.1 DIMENSTONAMIENTO DEL TANQUE DE ALMA- NAMIENTO	68
5.1.2 DIMENSTONAMIENTO DEL TANQUE DIARIO PA RA EL ARRANQUE DE CALDEROS	69
5.1.3 DIMENSTONAMIENTO DEL TANQUE DIARIO PA RA EL INCINERADOR DE BASURA	69
5.1.4 DIMENSTONAMIENTO DEL TANQUE DIARIO PA RA EL GRUPO ELECTROGENO	70
5.1.5 DIMENSTONAMIENTO DEL SUMINISTRO DE PE TROLEO DIESEL Nº 2	71
5.2 PETROLEO RESIDUAL Nº 6	74
5.2.1 DIMENSTONAMIENTO DEL TANQUE DE ALMACE NAMIENTO	74
5.2.2 DIMENSTONAMIENTO DEL TANQUE DIARIO PA RA CALDEROS	75
5.2.3 DIMENSTONAMIENTO DEL SUMINISTRO DE PE TROLEO RESIDUAL Nº 6	75
III.- SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO	79
1.0 REQUERIMIENTO DE AIRE COMPRIMIDO	79
2.0 DESCRIPCION DEL SISTEMA	80
2.1 CENTRAL DE ABASTECIMIENTO	80
2.2 SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AIRE COMPRIMIDO	81
3.0 DIMENSIONAMIENTO DE LA CENTRAL DE ABASTECIMIE NTO DE AIRE COMPRIMIDO Y SISTEMA DE TUBERIAS DE DISTRIBUCION	81
3.1 CENTRAL DE ABASTECIMIENTO	81
3.2 SISTEMA DE TUBERIAS DE DISTRIBUCION	83

	Pág.
VI.- SISTEMA DE GAS PROPANO	88
1.0 REQUERIMIENTO DE GAS PROPANO	88
2.0 DESCRIPCION DEL SISTEMA	88
2.1 CENTRAL DE ABASTECIMIENTO	89
2.2 SISTEMA DE DISTRIBUCION DE GAS PROPANO	89
3.0 DIMENSIONAMIENTO DE LA CENTRAL DE ABASTECI MIENTO DE GAS PROPANO Y SISTEMA DE TUBE- RIAS DE DISTRIBUCION	90
3.1 CENTRAL DE ABASTECIMIENTO	90
3.2 SISTEMA DE TUBERTIAS DE DISTRIBUCION	91
V .- SISTEMA DE OXIGENO	92
1.0 REQUERIMIENTO DE OXIGENO	92
2.0 DESCRIPCION DEL SISTEMA	93
2.1 CENTRAL DE ABASTECIMIENTO	93
2.2 SISTEMA DE DISTRIBUCION DE OXIGENO	94
3.0 DIMENSIONAMIENTO DE LA CENTRAL DE ABAS- TECIMIENTO DE OXIGENO Y SISTEMA DE TU- BERTIAS DE DISTRIBUCION	95
3.1 CENTRAL DE ABASTECIMIENTO	95
3.2 SISTEMA DE TUBERTIAS DE DISTRIBUCION	96
VI.- ESPECIFICACIONES TECNICAS	100
1.0 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE EQUIPOS, MATERIALES Y ACCESORTOS PARA LA INSTALA CION DE VAPOR Y RETORNO DE CONDENSADO	100
2.0 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE EQUIPOS, MATERIALES Y ACCESORTOS PARA LA INSTALA_ CION DE PETROLEO	122

3.0 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MATERIALES Y ACCESORIOS PARA LA INSTALACION DE OXI GENO	131
VII.- PLANOS Y PRESUPUESTO	134
CONCLUSTONES	179
BIBLIOGRAFIA	181
ANEXOS :	
- ANEXO A : CUADROS	
- ANEXO B : APENDICES	
- ANEXO C : SIMBOLOGIA	
- ANEXO D : GRAFICOS	

## INTRODUCCION

El proyecto del que forma parte este trabajo, comprende las instalaciones de vapor, aire comprimido, gas propano y oxígeno del Hospital General MARIA AUXILIADORA (HGMA), que está ubicado en el distrito de San Juan de Miraflores de la provincia y Departamento de Lima.

El H.G.M.A. ha sido diseñada para una capacidad de 400 camas distribuidas de la siguiente forma:

Medicina General	95
Cirugia	95
Gineco Obstetricia	75
Pediatría	114
Cuidados Intensivos	21
Total :	400 camas

Para la construcción y equipamiento del HGMA se ha utilizado presupuesto del tesoro público y préstamo adquirido mediante un convenio realizado entre la embajada de Perú y Alemania.

Todo hospital moderno presenta una complejidad entre sus instalaciones tanto mecánicas, eléctricas, como hidráulicas.

Esta **complejidad** es debido a los diferentes **equipos utilizados** en la medicina moderna para diagnóstico y tratamiento, así como la diversidad de equipos utilizados en los servicios generales.

La Tecnología de las instalaciones como el equipamiento de un Hospital, es con la finalidad de dar al paciente los mayores beneficios que puede ofrecer la ciencia médica así como también facilitar la tarea de aquellos que tienen que ejecutar los servicios generales y auxiliares.

Las instalaciones deben ser proyectadas y ejecutadas de modo que puedan ser fácilmente modificadas o sustituidas sin que éstos interfieran en el servicio que se presta al **Hospital**. Estas modificaciones o sustituciones son realizadas no solamente debido a su envejecimiento natural sino también debido a ampliaciones que se **producen** como consecuencia del crecimiento del número de camas.

La **situación** geográfica de un Hospital es un **factor** importante en la determinación de las instalaciones a utilizar, principalmente en relación al clima, el cual determinará las necesidades relativas a ciertos sistemas, tales como la distribución de agua caliente, calefacción, **etc.** Con relación a las **condiciones sociales y económicas** de la comunidad, las instalaciones serán afectadas en **cuanto** a su simplicidad o complejidad de sus sistemas. Estas **condiciones** económicas y sociales influyen en la **selección del equipo**, por tal motivo es que en las comunidades rurales estas instalaciones y equipos deberán

ser lo más simple y lo menos sofisticado debido a los escasos recursos técnicos que se encuentran en toda comunidad rural.

Las instalaciones mecánicas que existe en un Hospital comprenden: vapor, oxígeno, aire comprimido, vacío, gas propano, gases anestésicos, acondicionamiento de aire, ventilación mecánica y otros.

En un Hospital de envergadura los sistemas de las instalaciones deben ser centralizadas y asimismo su distribución deben ser canalizadas.

La finalidad de este trabajo es el de preparar el cálculo y selección de las instalaciones de vapor, aire comprimido, oxígeno y gas propano para el Hospital General María Auxiliadora, de tal manera que se obtengan datos estadísticos que puedan utilizarse mejor, para corregir y fiscalizar el funcionamiento de las mismas y además con el tiempo pueda usarse como experiencia en otros proyectos.

## II SISTEMA DE VAPOR

### 1.0 REQUERIMIENTO DE VAPOR

En los equipos hospitalarios, hay muchos de ellos que requieren vapor, es por ello que el vapor es una exigencia en un hospital.

Las zonas donde se requiere vapor son las siguientes:

#### 1.1 ZONA DE LAVANDERIA

Es norma que todo hospital, independiente de su tamaño y ubicación, debe tener su propia lavandería.

La capacidad de una lavandería es función del tamaño del hospital, o sea del número de camas, de su especialización, como también de la extensión de los servicios ambulatorios y otros directamente ligados a la institución.

La secuencia del servicio que se procesa dentro de una lavandería debe obedecer el siguiente orden:

- Recepción, clasificación y pesaje
- Lavado y centrifugado

- Secado
- Planchado
- Reparación
- Almacenamiento y distribución

Para determinar la capacidad de los equipos de lavandería podemos partir de la cantidad de kilogramos de ropa a lavar diariamente.

Para determinar la cantidad de ropa a lavar diariamente, en hospitales generales, los norteamericanos usan los siguientes promedios de (4,5 a 6,5) kg/cama x día, los latinoamericanos por estudios realizados en varios países se determinó que las necesidades son de (3,5 a 4,5) kg/cama x día correspondiendo estos límites a Perú y México respectivamente. En el apéndice II.3 podemos apreciar la cantidad de ropa que se lava diariamente en diferentes hospitales, los cuales están funcionando en la actualidad como hospitales generales.

Antes de iniciarse el lavado de la ropa, este debe ser debidamente clasificado. Esta clasificación se realiza según el grado de suciedad, tipo de manchas, calidad o color de tela.

El tiempo del ciclo de lavado es función del grado de suciedad, se ha verificado en la práctica que éste varía de (1 a 1 1/2) h.

El horario de trabajo de los hospitales, normalmente es de 6 horas de lunes a viernes y de 5 horas

los días sábados.

Considerando el tiempo de duración del ciclo de lavado y las horas diarias de trabajo se concluye que, en las horas normales de trabajo solo se puede realizar 3 a 4 ciclos de lavado.

El peso total de ropa a ser lavada en el día será determinada por la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{kg ropa seca}}{\text{día}} = \frac{N_{\text{g}} \text{ camas} \times 3,5}{\text{cama} \times \text{día}} \quad \frac{\text{kg}}{\text{cama} \times \text{día}}$$

La cual será considerada para el cálculo de capacidades de las máquinas de lavar.

Después de la operación de lavado, la ropa humedecida adquiere mayor densidad, lo que hace que aumente un 25% del peso total de la ropa seca, el cual es considerado para el cálculo de las capacidades de las otras máquinas.

En nuestro caso, los servicios de lavandería del hospital también se extenderán a los diferentes centros de salud del cono sur, de los cuales existen 4 centros de salud que tienen un total de 45 camas de hospitalización, por lo que, para fines de cálculo de las capacidades de los equipos de lavandería se realizará en base a 445 camas, y para su selección nos ceñiremos a la información técnica Poensgen (Fabricante de Equipos de Lavandería).

- Cálculo de la capacidad de lavadoras:

Cantidad de ropa a lavar

$$445 \text{ camas} \times 3,5 \frac{\text{kg}}{\text{cama} \times \text{día}} = 1\,557,5 \text{ kg/día}$$

Del cual consideremos que el 90% se lavará en 4 ciclos de lavado y el 10% se lavará en 3 ciclos de lavado (correspondiendo el 10% a la ropa contaminada).

$$0,90 \times 1\,557,5 = 1\,401,75 \text{ kg/día}$$

$$0,10 \times 1\,557,5 = 155,75 \text{ kg/día}$$

Según información técnica POENSGEN podemos seleccionar:

1 Lavadora continua de 350 kg/carga con respectiva secadora de dos escalones modelo WBS 44-74.

1 Lavadora desinfectora de 56 g/carga TYPE WPS-D61

- Cálculo de la capacidad de secadoras:

Se considera que hasta un 30% del total de ropa lavada es captada por las secadoras, por tanto estos serán:

$$0,30 \times (1,25 \times 350) = 131,25 \text{ kg/carga}$$

$$0,30 \times (1,25 \times 56) = 21 \text{ kg/carga}$$

Según información técnica POENSGEN - PASSAT mas CHINENBAN GMBH podemos seleccionar:

1 Secadora de dos escalones de 130 kg/carga modelo TKS-31

1 Secadora de 20 kg/carga TYPE 115D

- Cálculo de la capacidad de la calandria:

Se considera que hasta un 70% del total de ropa lavada es captada por la calandria, por tanto este será.

$$0,70 \times (1,25 \times 406) = 355,25 \text{ kg/carga}$$

Según información técnica POENSGEN E SULZMANN GMBH MULTISTAR podemos seleccionar:

1 Calandria de 350 kg/carga TYPE MAGO.

- Cálculo de la capacidad de las prensas:

Se considera que hasta un 10% del total de ropa lavada es captada por las prensas.

Para un hospital de hasta 400 camas, se recomienda instalar un mínimo de 3 prensas. Este conjunto de tres prensas deben ser de tipo diferente, cada una encargada del planchado de determinada parte de la pieza de ropa, tales como frente y espaldas, mangas y cuellos. En el caso nuestro instalaremos 4 prensas: dos prensas para batas y blusas, una para uso general y la otra para cuellos y mangas.

Según la información técnica POENSGEN, el vapor requerido por los equipos de lavandería podemos apreciarlo en el cuadro No. II.1

## 1.2 ZONA DE ESTERILIZACION

La esterilización es el proceso empleado, capaz de destruir definitivamente todas las formas de organismos inclusive esporas. Este proceso es utilizado

principalmente en los servicios preoperatorios.

Existen diferentes procesos para ejecutar la esterilización los cuales son: Esterilización por vapor, por agua hervida y por aire caliente.

La esterilización por vapor saturado, destruye la bacteria por medio de la coagulación de la proteína que existe en el protoplasma de la célula bacteriana. Para obtener resultados por medio de este proceso, necesitamos de tres elementos indispensables: calor, humedad y tiempo. Este proceso es el medio universal de esterilización utilizado para las telas textiles.

El vapor saturado, poniéndose en contacto con las piezas mas frias a ser esterilizadas, condénsase liberando calor y al mismo tiempo calentando y humedeciendo el material en proceso de esterilización, proveendo de esta manera, los dos requisitos necesarios para la destrucción de las bacterias: calor y humedad.

Este tipo de esterilización varia entre 15 a 30 minutos de acuerdo con el material a esterilizarse, manteniéndose la temperatura a 123 oC.

La esterilización por agua hervida es inadecuado para la esterilización de implementos quirúrgicos, por ello este proceso son utilizados solo para desinfectar instrumentos.

La desinfección es el proceso utilizado para la destrucción de los organismos responsables de la transmisión de enfermedades, pero incapaz de destruir

las esporas. Este proceso puede realizarse en un periodo de 30 minutos.

En los esterilizadores por agua hervida, los equipos pequeños utilizan resistencias eléctricas para hacer hervir el agua, mientras que los equipos grandes utilizan serpentines por donde circula vapor y éstos son ubicados dentro del equipo sumergidos en el agua.

La esterilización por aire caliente es utilizada para esterilizar algunas sustancias como la cera, aceites, vaselina, ungentos y talco; los cuales no pueden ser esterilizados en autoclaves, por la imposibilidad de penetración del vapor saturado en el interior de estas sustancias.

Los esterilizadores por aire caliente, el aire es calentado por medio de resistencias eléctricas; el periodo de esterilización puede llegar a 60 minutos, variando este periodo de acuerdo al material a esterilizar, pudiendo llegar la temperatura de esterilización hasta los 165 °C.

En nuestro caso para realizar el servicio de esterilización es necesario instalar una Central de Esterilización, el cual se encargará de abastecer de equipos e instrumentos debidamente esterilizados: al centro quirúrgico, centro obstétrico, cuidados intensivos, todas las unidades de hospitalización así como los consultorios externos.

Independientemente de los equipos que se instalan en la Central de Esterilización también es necesario la instalación de equipos esterilizadores pequeños en las zonas de: cuidados intensivos, sala de preparatos, unidades de hospitalización, sala de trabajo de aislados, laboratorios, farmacia, etc.; los cuales podrán ser a vapor, por aire caliente o por agua hervida según sean las necesidades del caso.

Para calcular la capacidad de los equipos de la central de esterilización consideramos la fórmula: (según ZENTRALE STERILGUT VERSORGUNGS ABTEILUNGEN de: VON J. HÜBER)

$$N_{\text{q}} \text{ Camas} \times 0,33 = N_{\text{q}} \text{ Paquetes}$$

Donde las dimensiones de los paquetes son:

Altura 0,30 m.

Ancho 0,30 m.

Largo 0,60 m.

Tiempo de esterilización, carga y descarga: 1 h.

Horas de funcionamiento: 6 h.

Según el programa del equipamiento del médico y la fórmula anterior, se ha determinado instalar los siguientes equipos esterilizadores a vapor en los siguientes sectores:

Considerando la información técnica MUNCHEN (Fabricante de equipos de esterilización)

- Central de Esterilización (2do. piso sector C)

2 Esterilizadores automáticos a vapor con espacios

útiles de: 1,000 x 0,650 x 0,974 m. para trabajar a una temperatura de esterilización de 120 °C y 134 °C.

1 Esterilizador automático a vapor con espacio útil de: 0,700 x 0,650 x 0,722 m. para trabajar a una temperatura de 120 °C y 134 °C.

1 Destilador de agua a vapor de una capacidad de 30 l/h.

- Sala de Cuidados Intensivos (2do. piso sector C)

1 Lavachatas a vapor

- Salas de pre-partos (2do. piso sector D)

3 Lavachatas a vapor

- Unidades de Hospitalización (piso 3,4,5,6 sector CD)

7 Lavachatas a vapor

- Salas de trabajo de aislados (piso 4,5,6 sector C)

3 Esterilizadores a vapor modelo de mesa, con espacios útiles de 0,320 x 0,320 x 0,610 m.

Según la información técnica MUNCHEN el vapor requerido por los equipos de esterilización podemos apreciarlo en el cuadro No II.2

### 1.3 ZONA DE COCINA

La cocina de un hospital general debe ser planificada en estrecha coordinación con una dietista. Inicialmente porque el patrón alimentario varía sensiblemente de acuerdo al pueblo y a la región, lo cual tiene incidencia en la selección de los equipos de cocina.

No sería recomendable guiarse solamente por las informaciones referentes a los hospitales americanos donde predominan los alimentos asados y fríos, y donde el equipo eléctrico es preferido, ya que en nuestra dieta predominan los alimentos cocidos que más se asemejan a los europeos.

Donde predominan los alimentos cocidos, las marmittas a presión y las marmittas volcables, son los equipos que se encargan de la mayoría de los servicios de confección de los alimentos.

Las marmittas a presión son grandes ollas (autoclaves) calentadas a vapor, cuyas capacidades varían de 70 a 500 litros. Sin embargo, se recomienda usar una capacidad máxima de 300 litros; asimismo la utilización de un mínimo de 2 marmittas y, a partir de 150 camas, la utilización de 3 marmittas.

Para calcular la capacidad de las marmittas a presión de un hospital general, puede tomarse como referencia la razón de 1,5 litros/cama.

Las marmittas volcables son ollas calentadas a vapor montadas en una base propia, cuyas capacidades varían de 10 a 60 litros. Estas son usadas como complemento de las marmittas a presión, para la preparación de alimentos cocidos en cantidades menores.

En la cocina dietética de un hospital general, usase batería de marmittas volcables para la preparación de dietas especiales.

En nuestro caso la zona de **cocina** comprenderá 3 subzonas: cocina central, cocina de dietas y fórmulas lácteas.

En la cocina central se instalarán los equipos que se encargarán de **la cocción de los alimentos** que conforman el menú.

En la cocina de dietas se instalarán los equipos que se encargarán de la cocción de los alimentos que conforman las dietas indicadas por los médicos.

En fórmulas lácteas se instalarán los equipos que se encargarán de la cocción de los alimentos destinados a los niños recién nacidos y la de los **infantes hospitalizados**; también se encargarán de la cocción de las dietas lácteas para enfermos adultos que las requieran. Para un mejor control de la contaminación se aconseja que esta sub-zona tenga **dos** ambientes denominados limpio en donde se preparan las fórmulas y se esterilizan y el otro ambiente denominado **sucio** en donde se hace el lavado de los envases.

Las capacidades de los equipos de cocina se determinará:

#### a) COCINA CENTRAL

Para efectos de cálculo de la capacidad de los equipos de la cocina central, primeramente **calcularemos** la cantidad de raciones a prepararse.

Las raciones que se preparan en un hospital se clasifican en: **dietas** normales (menú) y dietas

especiales.

- Cálculo de la cantidad de dietas normales

Se considera que de la cantidad de pacientes, el 60% consumen dietas normales:

$$0,6 \times 400 \text{ camas} = 240 \text{ camas} \langle \rangle 240 \text{ raciones}$$

Se considera que la cantidad de personal necesario para la atención de un hospital está dado de (2 a 2,5) personas/cama y de estas solo el 25% queda como personal de servicio que hacen uso del comedor:

$$0,25 \times 2 \text{ personas} \times 400 = 200 \text{ personas} \langle \rangle 200 \text{ raciones}$$

-----  
cama

Entonces:

La cantidad de dietas normales será de: 440 raciones.

- Cálculo de la Capacidad de las Marmitas presión

Para el cálculo de la capacidad de marmitas tomaremos en consideración la cantidad de dietas normales que es de 440 raciones y la dosificación de alimentos de los hospitales del Ministerio de Salud los cuales se muestran en los apéndices No. II.4 y II.5

Capacidad de la marmita para preparar sopas:

De los apéndices No. II.4 y II.5, una ración de sopa comprende 250 cc de líquido y 150 g. de harinas y verduras. Para efectos de cálculo consideraremos que el volumen total será equi-

valente a 0,4 litros/ración.

La capacidad de la marmita será entonces de:

$$\begin{array}{r} 0,4 \text{ litros} \times 440 \text{ raciones} = 176 \text{ litros} \\ \text{-----} \\ \text{ración} \end{array}$$

Capacidad de la marmita para preparar arroz:

De los apéndices No. II.4 y II.5, una ración de arroz comprende 50 cc de líquido y 90 g. de harina. Para efectos de cálculo consideraremos que el peso total será equivalente a 140 gramos/ración, con una densidad promedio de 0,5 g/cc, resultando un volumen total equivalente a 0,280 litros/ración.

La Capacidad de la marmita será entonces de:

$$\begin{array}{r} 0,280 \text{ litros} \times 440 \text{ raciones} = 123 \text{ litros} \\ \text{-----} \\ \text{ración} \end{array}$$

Capacidad de la marmita para preparar guisos:

De los apéndices No. II.4 y II.5, una ración de guiso comprende 50 g. de carne, 25 g. de verduras, 5 g. de grasa y 120 g. de menestras

harinas; haciendo un total de 200 gramos/ración. Para efectos de cálculo consideraremos que el guiso tiene una densidad promedio de 0,8 g/cc, resultando un volumen total equivalente a 0,250 litros/ración.

La capacidad de la marmita será entonces de:

$$\begin{array}{r} 0,250 \text{ litros} \times 440 \text{ raciones} = 110 \text{ litros} \\ \text{-----} \\ \text{ración} \end{array}$$

Capacidad de la marmita para preparar refrescos:

De los apéndices No. II.4 y II.5, un refresco comprende 200 cc de líquido, 30 g. de sólidos (pulpa de frutas) y 20 g. de azúcar. Para efectos de cálculo consideraremos que el volumen total será equivalente a 0,250 litros/ración.

La capacidad de la marmita será entonces de:

$$\begin{array}{r} 0,250 \text{ litros} \times 440 \text{ raciones} = 110 \text{ litros} \\ \text{-----} \\ \text{ración} \end{array}$$

Según información técnica F. KUPPERS BUSCH & SOHNE AG. podemos seleccionar:

Unidad modular GELSENKIRCHEN compuesta de:

1 Marmita de 200 litros modelo DSK-200

3 Marmitas de 150 litros modelo DSK-150

#### b) COCINA DE DIETAS

Para efectos de cálculo de la capacidad de los equipos de la cocina de dietas, primeramente calcularemos la cantidad de raciones prepararse.

- Cálculo de la cantidad de dietas especiales.

Se considera que de la cantidad de pacientes, el 40% consumen dietas especiales:

$$0,4 \times 400 \text{ camas} = 160 \text{ camas} \langle \rangle 160 \text{ raciones}$$

- Cálculo de la capacidad de las marmitas volcables.

Para el cálculo de la capacidad de las marmitas volcables tomaremos en consideración la cantidad de dietas especiales que es de 160 raciones y la dosificación de alimentos de los hospitales del Ministerio de Salud los cuales se muestran en los apéndices No. II.4 y II.5

Capacidad de la marmita para preparar sopa

$$\begin{array}{r} 0,4 \text{ litros} \times 160 \text{ raciones} = 64 \text{ litros} \\ \text{-----} \\ \text{ración} \end{array}$$

Capacidad de la marmita para preparar guiso:

$$\begin{array}{r} 0,25 \text{ litros} \times 160 \text{ raciones} = 40 \text{ litros} \\ \text{-----} \\ \text{ración} \end{array}$$

Según información técnica F. KUPPERSBUSCH & SOHNE AG. podemos seleccionar:

1 Bateria de marmitas volcables de capacidad 20,40 y 60 litros correspondiendo a los modelos DSK-20, DSK-40, DSK-60

#### c) FORMULAS LACTEAS

Para efectos de cálculo de las capacidades de los equipos de la zona de fórmulas lácteas, consideraremos que cada cuna hace uso de 4 tomas/cuna de 240 cc cada toma; siendo la capacidad del hospital de 120 cunas, tendremos:

$$\begin{array}{r}
 0,24 \text{ litros} \times 4 \text{ tomas} \times 120 \text{ cunas} = 115 \text{ litros} \\
 \hline
 \text{toma} \qquad \qquad \text{cuna}
 \end{array}$$

Según información técnica F. KUPPERSBUSCH & SOHNE AG. podemos seleccionar:

1 Bateria de marmita volcables de capacidad 20,40 y 60 litros correspondiendo a los modelos DSK-20, DSK-40, DSK-60

2 Esterilizadores a vapor de doble puerta para biberones de: 0,650 x 0,650 x 0,700 m. con 5 bandejas para biberones de 0,40 x 0,60 x 0,20 m. con capacidad de 24 unidades cada una.

Según la información técnica F. KUPPERSBUSCH & MUNCHEN el vapor requerido por los equipos de cocina podemos apreciarlo en el cuadro No. II.3

#### 1.4 CALENTAMIENTO DE AGUA

El calentamiento de agua en hospitales, normalmente es realizado por medio de un calentador, este puede ser a vapor, a petróleo o eléctrico. Para el caso nuestro utilizaremos calentadores a vapor horizontales, el cual es el más apropiado nuestro sistema.

Para el cálculo del consumo de agua caliente en hospitales se toma como referencia lo establecido por el Reglamento Nacional de Construcciones.

El sistema de distribución de agua caliente usado en hospitales debe ser forzosamente el sistema dinámico, por circulación continua. En este sistema el tanque de almacenamiento y la red de alimentación y el retorno deben formar una circulación continua.

El vapor requerido para el calentamiento de agua podemos apreciarlo en el apéndice No. II.6

## 1.5 CALENTAMIENTO DE PETROLEO

Para el suministro de combustible se instalará tanques de almacenamiento, tanques diarios y una red de tuberías.

El combustible llegará a cada equipo mediante un sistema de bombeo desde los tanques de almacenamiento hasta los tanques diarios y de estos se distribuirá a cada equipo.

Se usará 2 tipos de combustible:

- Petroleo Diesel No 2
- Petroleo Residual No 6

El petroleo Diesel No 2 se usará en el arranque de calderos, en el grupo electrógeno y en el incinerador; y el petroleo residual No 6 se usará en la operación normal de los calderos.

Para usar el petroleo residual No 6, este deberá ser previamente calentado, con la finalidad de bajar su viscosidad y así tenga mayor fluidez.

El vapor requerido para el calentamiento podemos

apreciarlo en el apéndice N<sup>o</sup> 6.

## 2.0 DESCRIPCION DEL SISTEMA

Para la generación y distribución de vapor a los diferentes ambientes del Hospital, se instalará un sistema de generación de vapor (Calderos) y un sistema de distribución de tuberías.

El vapor generado por los calderos será conducido a un cabecero de vapor, de donde se distribuirá a las diferentes zonas donde se requiere vapor.

### 2.1 SISTEMA DE GENERACION DE VAPOR

Para la generación de vapor se instalará un:

#### 2.1.1 SISTEMA DE ALIMENTACION DE AGUA A CALDEROS

El agua de alimentación a calderos estará constituida básicamente por condensado y agua de reposición.

El condensado utilizado como agua de alimentación será el que proviene del vapor que no ha sido utilizado como vapor vivo. (Ver 2.1.2).

El agua de reposición es el que reemplazará al vapor no recuperado, pérdidas y purgas que existen en este tipo de instalaciones.

El agua que se utilizará en el hospital, será suministrada por SEDAPAL, el cual proviene de la atarjea y cuyas características físico químicas se pueden apreciar en el apéndice II.1; requiriéndose para la alimentación a

calderos, un agua que no deposite **sustancias** incrustantes, no corroa el metal del caldero o sus accesorios y no ocasione arrastres ni espuma.

De acuerdo a los resultados arrojados en el análisis físico químico del agua a usarse en la alimentación a calderos, éste deberá ser previamente tratada.

La calidad del agua tratada deberá ser de dureza igual a cero. Usualmente se indica el contenido de calcio y magnesio en el agua tratada como 1 mg/kg (1ppm) debido a las fugas de trazas, **pero** la capacidad y el consumo de sal del regenerante, estarán basados en la remoción de toda la dureza.

Según los resultados arrojados en el análisis físico químico apéndice (II.1) y el **apéndice** (II.2), el agua a usarse en la alimentación a calderos, previamente deberá pasar por un **proceso** de ablandamiento, siendo el mas **recomendable** el ablandamiento utilizando material de intercambio iónico por ser el **método** mas simple y económico. El sistema de ablandamiento por lo menos debe estar constituido por dos unidades, cada una de ellas capaz de soportar la carga completa.

Para realizar el ablandamiento por intercam-

bio iónico utilizaremos resina sintética, las cuales han desplazado completamente a la zeolita natural, por tener la ventaja de ser fácilmente regenerables mediante una solución de cloruro de sodio (salmuera) y ser la más usada industrialmente.

El agua tratada que se utilizará en la alimentación a calderos, también deberá ser utilizado para la distribución de agua caliente a los servicios del Hospital. El agua caliente para los servicios del Hospital, en especial para los servicios de hospitalización deberá estar libre de gérmenes y materias orgánicas, por lo que por motivos de seguridad y prevención de los pacientes hospitalizados quienes se encuentran propensos a adquirir fácilmente cualquier germen; utilizaremos un proceso de filtración antes del proceso de ablandamiento.

Para realizar el proceso de filtración utilizaremos filtros mecánicos los cuales pueden ser por gravedad y a presión, siendo el más recomendable para nuestro caso, la utilización de filtros presión por ser el método más rápido de obtener agua filtrada.

La falta de tratamiento o el tratamiento indebido del agua de alimentación a calderos y equipo de calentamiento de agua podrá ocasionar los siguientes problemas:

INCRUSTACIONES.- Las sales disueltas contenidas en el agua tales como los carbonatos sulfatos, son las que producen la formación de una capa de naturaleza alcalina (caliche) en la superficie de los tubos que están en contacto con el agua.

Esta capa formada actúa como aislante, reduciendo así la eficiencia de transmisión de calor entre los gases de combustión y el agua, asimismo ocasionan el sobrecalentamiento de los tubos llegando así a debilitarlos y en algunos casos a ocasionar la rotura de ellos.

Debido a las altas temperaturas y la alcalinidad del agua, también se irán aflojando progresivamente las uniones entre tubo y placa del caldero.

CORROSION.- Los gases disueltos y ácidos que pueden existir en altas concentraciones, son las que atacan las superficies de los tubos y parte del caldero que esta en contacto con el agua, reduciendo así el tiempo de vida del caldero.

SEDIMENTACION.- La concentración de sólidos disueltos o en suspensión en el agua en el interior del caldero, con la evaporación continua del líquido solvente tiende a depositarse sobre la superficie de los tubos y

del hornillo, formando lodos que también contribuyen disminuir la eficiencia de transmisión de calor.

### 2.1.2 SISTEMA DE RECUPERACION DEL CONDENSADO

Los equipos hospitalarios que utilizan vapor, a excepción de los lavaderos de chatas, lavadoras de ropa, lavadoras de platos y en algunos casos esterilizadores; usan el vapor como medio de calentamiento, devolviendo totalmente el condensado producido en el proceso de transferencia de calor.

El objetivo primordial del sistema de recuperación del condensado es recuperar el condensado del vapor que no haya sido usado como vapor vivo, con el objeto de aprovecharlo como agua de alimentación a calderas, puesto que se trata de agua que ha sido acondicionada y calentada, con lo cual se obtiene una operación más económica que si se usara agua cruda fría.

El sistema de recuperación a ser usado dependerá de la planta del hospital, o sea de la situación de las zonas consumidoras de vapor en relación a la casa de fuerza.

En el caso nuestro utilizaremos el sistema de retorno por gravedad; para la zona de cocina, el cual consiste en recolectar el condensado en los diversos puntos de descarga y conducirlos por gravedad a un tanque de condensado

el cual será ubicado en un sub-sótano y del tanque de condensado se bombeará al tanque de alimentación de agua a calderos; en la zona de esterilización se aprovechará la presión del condensado y el sistema de retorno por gravedad, para conducir el condensado hasta el tanque de alimentación de agua a calderos; en la zona de lavandería se aprovechará la presión del condensado y el sistema de retorno por gravedad para conducirlo hasta un tanque de revaporizado y luego de allí conducirlo al tanque de condensado de donde se bombeará hasta el tanque de alimentación de agua a calderos.

### 2.1.3 SISTEMA DE RECUPERACION DEL REVAPORIZADO

El revaporizado se forma en el momento, en que tiene lugar la caída de presión, que es precisamente cuando el condensado fluye a través de la válvula de descarga del purgador trampa.

Por tanto, a partir de este punto el sistema de recuperación ha de ser capaz de transportar la mezcla de condensado y revaporizado.

La separación del revaporizado del condensado se realizará por intermedio de un "Tanque de revaporizado" el cual consiste en un depósito vertical de tales dimensiones, que la disminución de velocidad que sufre el flujo de vapor

y condensado permite caer a éste al fondo por gravedad, siendo drenado por una trampa a flotador, mientras el revaporizado sale por la parte superior del tanque.

Las razones por las que instalamos un sistema de recuperación del revaporizado son: ventajas económicas, evitar el exceso de temperatura en el tanque de alimentación de agua a los calderos, así como el que la nube de vapor que escapa por el conducto de aireación del tanque perjudique el techo del edificio.

Las dimensiones del tanque estarán de acuerdo a los caudales a manejar. Por una parte la altura ha de ser mínima para evitar el arrastre de gotas de agua por el vapor saliente. Por otra el diámetro ha de ser tal que la velocidad del vapor no sea superior a los 3 m/s favoreciendo así la separación del revaporizado del condensado.

#### 2.1.4 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE

Para el abastecimiento de combustible a los diferentes equipos, se instalarán tanques de almacenamiento, de donde se bombeará a los tanques diarios que se instalarán para los generadores de vapor, incinerador y grupo eléctrico.

## 2.2 SISTEMA DE DISTRIBUCION DE VAPOR Y RETORNO DE CONDENSADO

La distribución de vapor se realizará a las siguientes presiones:

- Presión de 827 371 Pa (120 psig), para la zona de la lavandería;
- Presión de 344 738 Pa (50 psig), para la zona de esterilización;
- Presión de 68 948 Pa (10 psig), para la zona de cocina, Lavadora de chatas y calentadores de agua.

Para el transporte de vapor desde la casa de fuerza hasta los lugares de distribución y utilización se emplearán las siguientes líneas de tuberías:

- Línea de Tubería Principal. - Es la tubería que conducirá la totalidad del vapor.
- Línea de Tubería Secundaria. - Son las que tomarán el vapor de la tubería principal, ramificándose por las áreas de trabajo, y de las cuales saldrán las tuberías de servicio.
- Línea de Tubería de Servicio. - Son las que alimentarán a los equipos y a los puntos de suministro.

Para la distribución del retorno de condensado se utilizará el mismo criterio que para la distribución de vapor. Cada tubería de servicio de vapor irá acompañada de una línea de tubería para el retorno de condensado los cuales descargarán en las líneas de

tubería secundaria de retorno de condensado y estas a su vez descargarán en la línea principal de retorno de condensado, para luego conducir todo el condensado recuperado al tanque de alimentación de agua a calderos.

Para el drenaje del condensado utilizaremos trampas de vapor de tipo termodinámico para presiones de 344 738 Pa y 827 371 Pa y del tipo flotador y termotático para presiones de 68 948 Pa.

Para la selección de la trampa se deberá considerar los siguientes factores: peso del condensado a ser drenado por hora, factor de seguridad, condiciones de presión bajo las cuales la trampa deberá trabajar.

Toda trampa será precedida de un filtro con la finalidad de evitar que las escorias y partículas transportadas por el vapor, obstruyan el orificio de descarga.

Antes del filtro también se deberá instalar un registro, principalmente cuando el drenaje es hecho en un alimentador o ramal, para que la línea pueda ser conectada cuando sea necesario la limpieza del filtro o reparación de la trampa.

La instalación de un visor inmediatamente después de la trampa en la línea de descarga, facilitará la tarea del personal de mantenimiento, en la verificación visual de funcionamiento del aparato.

Cuando la trampa tiene que impulsar el condensado

Cuando la trampa tiene que impulsar el condensado es de buena práctica la instalación de una válvula de retención en la línea de descarga.

### 3.0 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE GENERACION DE VAPOR Y SISTEMA DE TUBERIAS DE DISTRIBUCION DE VAPOR Y RETORNO DE CONDENSADO

#### 3.1 CALCULO DE LA CAPACIDAD DEL CALDERO

Según los cuadros No. II.1, II.2, II.3 y apéndice No II.6 el requerimiento de vapor del hospital es de **4 466 kg/h**, pero para el cálculo de la capacidad del caldero utilizaremos el requerimiento de vapor considerando el uso simultáneo de algunos equipos:

ZONA DE LAVANDERIA (Según cuadro No II.1)

	CONSUMO (kg/h)	USO SIMULTANEO	CONSUMO (kg/h)
Lavadoras	108 200		
Sub-Total	308	100%	308
Secadoras	100 110		
Sub-total	210	100%	210
Calandria			
Sub-total	260	100%	260
Prensas	20 20 20 20		
Sub-total	80	75%	60
T O T A L	858 kg/h		838 kg/h

ZONA DE ESTERILIZACION (Según cuadro N° II.2)

	CONSUMO	USO	CONSUMO
	(kg/h)	SIMULTANEO	(kg/h)
Esterilizadores	320	50%	160
	320	50%	160
	200	100%	200
	10	100%	10
	10	100%	10
	10	100%	10
Destilador	40	100%	40
Lavador de Chatas	55	50%	27,5
<b>T O T A L</b>	<b>965 kg/h</b>		<b>617,5 kg/h</b>

ZONA DE COCINA (Según cuadro N° II.3)

	CONSUMO	USO	CONSUMO
	(kg/h)	SIMULTANEO	(kg/h)
Unidades Modulares	74		
	358	100%	358
	199	100%	199
<b>Sub-Total</b>	<b>631</b>		<b>557</b>
Esterilizadores	180		
	180		
<b>Sub-Total</b>	<b>360</b>	<b>50%</b>	<b>180</b>
Lavadora de Platos	52		
<b>T O T A L</b>	<b>1 043 kg/h</b>		<b>737 kg/h</b>

CALENTAMIENTO DE AGUA (Según apéndice N° II.6)

	CONSUMO	USO	CONSUMO
	(kg/h)	SIMULTANEO	(kg/h)
Calentador de agua	1 600	100%	1 600

CALENTAMIENTO DE PETROLEO (Según apéndice No. II.6)

	CONSUMO (kg/h)	USO SIMULTANEO	CONSUMO (kg/h)
Tanque de almacenamiento	104,00	100%	104,00
Tanque diario	10,00	100%	10,00
Consumo Total	4 580 kg/h		3 906,5 kg/h
Factor de Simultaneidad =		$\frac{3 906,5 \text{ kg/h}}{4 580 \text{ kg/h}}$	= 0,85

El requerimiento de vapor considerando el uso simultáneo de algunos equipos será entonces de 3 906,5 kg/h <> 8 594,3 Lb/h. Para el cálculo de la capacidad del caldero utilizaremos como referencia, la información técnica del fabricante STEAM BOILER S.R. LTDA.

## CONSIDERANDO:

Temperatura del agua de alimentación

$$T = 70 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ (158 }^{\circ}\text{F)}$$

Presión de trabajo en la caldera

$$P = 827 371 \text{ Pa (120 psig)}$$

Un caldero de 1,47 MW producirá 2 145 kg/h de vapor saturado, pero considerando un 10% de reducción de su capacidad por razones propias de este tipo de equipo y por limpieza interna que no se realizan en forma programada porque no se cuentan con los recursos económicos y técnicos oportunos, tendremos una producción neta de 1 931 kg/h de vapor saturado.

ENTONCES SE INSTALARA:

2 Calderos de 1,47 MW c/u. (Producción Neta 3 862 kg/h)

1 Caldero de 1,47 MW (Reserva).

### 3.2 DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE DE REVAPORIZADO

El condensado utilizado para la recuperación del revaporizado será de la línea de retorno de condensado de 827 371 Pa (120 psig), el cual proviene de la zona de lavandería.

Los equipos que tienen retorno de condensado en la zona de lavandería son:

Secadora de dos escalones	100 kg/h
Secadora rápida	110
Calandria de aspiración	260
Prensas (4) uso simultaneo 75%	60
	-----
Total	530 kg/h

El vaporizado recuperado se utilizará en la zona de cocina, por lo tanto, éste deberá recuperarse a 68 948 Pa (10 psig).

La cantidad total de revaporizado que se recuperará a la presión de 68 948 Pa, cuando los equipos de la zona de lavandería estén condensando 530 kg/h de vapor, será:

De las tablas de vapor saturado tendremos:

$P = 928\,724$  Pa (134,7 psia)

Calor sensible = 741,65 kJ/kg

Calor latente = 2 028,5 kJ/kg

P = 170 300 Pa (24,7 psia)

Calor sensible = 478,68 kJ/kg

Calor latente = 2 218,33 kJ/kg

Diferencia de calor sensible = 262,97 kJ/kg

$$\% \text{ De revaporizado} = \frac{262,97 \times 10^3 \text{ J/kg}}{2\,218,33 \times 10^3 \text{ J/kg}}$$

$$\% \text{ De revaporizado} = 0,118\,5 \frac{\text{kg de vapor}}{\text{kg de condensado}}$$

Cantidad total de revaporizado = 0,118 5x530 kg/h

= 62,8 kg/h

<> 60 kg/h

Para dimensionar el tanque de revaporizado nos ceñiremos a la información técnica Spirax Sarco Boletín IB-11 el cual recomienda:

Para las condiciones:

Cantidad de condensado = 530 kg/h

Cantidad de revaporizado = 60 kg/h

Usar: Tanque de revaporizado Ng. 6

Dimensiones (Ver plano IM-04)

### 3.3 DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE DE PURGA

Para dimensionar el tanque de purga nos ceñiremos a las Normas de Diseño del Instituto Mexicano del Seguro Social, el cual indica que:

Para una capacidad instalada de 1,96 a 5,89 MW (200 a 600 BHP)

utilizar un tanque de purga de 0,908 m<sup>3</sup> (240 GI)

Dimensiones: Diámetro 0,99 m (39")

Longitud 1,20 m (47")

### 3.4 DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE DE CONDENSADO PARA CALDEROS

Para dimensionar el tanque de condensado nos ceñiremos a la información técnica del fabricante de calderos: STEAM BOILER S.R. Ltda.; quien recomienda: Usar un volumen de tanque de condensado de tal manera que permita abastecer de agua por un mínimo de 30 minutos a plena carga.

Por tanto:

Para un caldero de 1,47 MW (150 BHP) se recomienda utilizar un tanque de condensado de 1,19 m<sup>3</sup> (315 Gl)

Se instalará:

2 Tanques de condensado de 1,19 m<sup>3</sup>

Dimensiones: Diámetro 0,965 m (38")

Longitud 1,626 m (64")

### 3.5 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE TUBERIAS DE DISTRIBUCION DE VAPOR Y RETORNO DE CONDENSADO

#### 3.5.1 DIMENSIONAMIENTO DE TUBERIAS

##### 3.5.1.1 TUBERIAS DE VAPOR

Para la evaluación del dimensionamiento de tuberías de vapor se ha tomado en consideración que la caída de presión este en el orden de 5 a 10% de la presión inicial y que la velocidad máxima en la línea principal esté en el orden de 20 a 30 m/s (4 000 a 6 000 pie/min) y fundamentalmente que a cada equipo llegue el

vapor, a la presión recomendada por el fabricante.

Ejemplo de cálculo: Para las condiciones:

$$P = 928\,724 \text{ Pa (134,7 psia)}$$

$$T = 177 \text{ }^\circ\text{C (350 }^\circ\text{F)}$$

$$v = 0,208\,08 \text{ m}^3/\text{kg}$$

o

$$m = 858 \text{ kg/h}$$

$$d_n = 2\,1/2" \phi$$

- La caída de presión debido a la fricción en el vapor, según el gráfico de RALPH M. PARSONS Co será:

$$\Delta P/L = 0,002\,9 \text{ psi/pie} = 180,96 \text{ Pa/m}$$

- La longitud de tubería será:  $L_{\text{tub}}$

Según el diagrama No II.1 podemos apreciar que la tubería de  $2\,1/2" \phi$  corresponde al tramo AB

$$L_{\text{tub}} = 57 \text{ m}$$

- La longitud de tubería equivalente por accesorios será:  $L_{\text{equiv x acc}}$

Según el apéndice No II.7 y el diagrama No II.1

$$L_{\text{equiv x acc}} = 56,69 \text{ m}$$

- La longitud total de tubería será:  $L$

$$\begin{aligned} L &= L_{\text{tub}} + L_{\text{equiv x acc}} \\ &= 57 + 56,69 \\ &= 113,69 \text{ m} \end{aligned}$$

- La caída de presión total será:  $\Delta P$

$$\begin{aligned}\Delta P &= \Delta P/L \times L \\ &= 180,96 \text{ Pa/m} \times 113,69 \text{ m} \\ &= 20\ 573 \text{ Pa}\end{aligned}$$

- La velocidad del vapor será:  $V$

$$V = 0,548 \frac{m^3}{m^2 \cdot s}$$

Donde:

$m$  = Flujo de vapor en kg/h

$v$  = Volumen específico en  $m^3/kg$

$d$  = Diámetro interior en pulg

$$V = \frac{0,548 \frac{m^3}{m^2 \cdot s} \times 858 \times 0,208 \text{ 08}}{(2,469)}$$

$$V = 16,06 \text{ m/s} < 20 \text{ m/s}$$

NOTA.- Ver resumen de cálculos en los cuadros N<sup>o</sup> II.4, II.5, II.6, II.7 y diagramas N<sup>o</sup> II.1, II.2, II.3, II.4

### 3.5.1.2 TUBERIAS DE RETORNO DE CONDENSADO

Cuando el condensado sale de la trampa y descarga a la línea de retorno el cual se encuentra a la presión atmosférica; un porcentaje de él se convierte en vapor "FLASH".

El volumen de vapor "FLASH" es muy grande comparado con el volumen que permanece en forma de condensado. Por ello el cálculo de la caída de presión en el

caso de esta mezcla de vapor-liquido es muy complejo, que no existe un análisis racional basado en la teoría.

Para la evaluación del dimensionamiento de las tuberías de retorno de condensado nos referiremos al apéndice No II.8

Referencia: STEAM CONSERVATION GUIDELINES FOR CONDENSATE ORDINAGE ARMSTRONG MACHINE WORKS - USA 1976. Asimismo tomaremos en consideración que la caída de presión en la línea de retorno de vapor de 68 948 Pa (10 psig) no sobrepase a 17 237 Pa (2,5 psi) y en la línea de retorno de vapor de 344 738 Pa (50 psig) y 827 371 Pa (120 psig) no sobrepase a 34 474 Pa (5 psi).

Referencia: Capítulo 4 "Tuberías de vapor" del Manual de Aire Acondicionado por Carrier Air Conditioning Company.

NOTA.- Ver resumen de la evaluación en los cuadros No II.8, II.9, II.10 y diagramas No II.5, II.6, II.7

### 3.5.1.3 DIMENSIONAMIENTO DE TANQUE RECEPTOR Y BOMBA DE CONDENSADO - DEL SOTANO

#### Consideraciones:

- Tiempo funcionamiento de la bomba  
5' <> 1/12 h
- Frecuencia de funcionamiento cada

$$15' \leftrightarrow 1/4 \text{ h}$$

- Retorno de condensado

$$1\ 121 \text{ kg/h}$$

Cálculo:

- Cálculo del volumen del tanque (v)

$$v = 1\ 121 \text{ dm}^3/\text{h} \times 1/4 \text{ h}$$

$$v = 280 \text{ dm}^3$$

- Cálculo del diámetro (d) y Longitud

(L)

Asumiendo que las dimensiones del tanque tendrá una relación  $L = 2 d$

$$v = \frac{\pi d^2 \times L}{4}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{2v}{\pi}}$$

obtenemos:  $d = 0,56 \text{ m}$

$$L = 1,12 \text{ m}$$

Por tanto instalaremos un tanque de condensado de dimensiones:  $d = 0,60 \text{ m}$

$$L = 1,20 \text{ m}$$

- Cálculo de potencia de la bomba (P<sub>b</sub>)

La altura de la bomba (H<sub>b</sub>) según el gráfico que se muestra será:

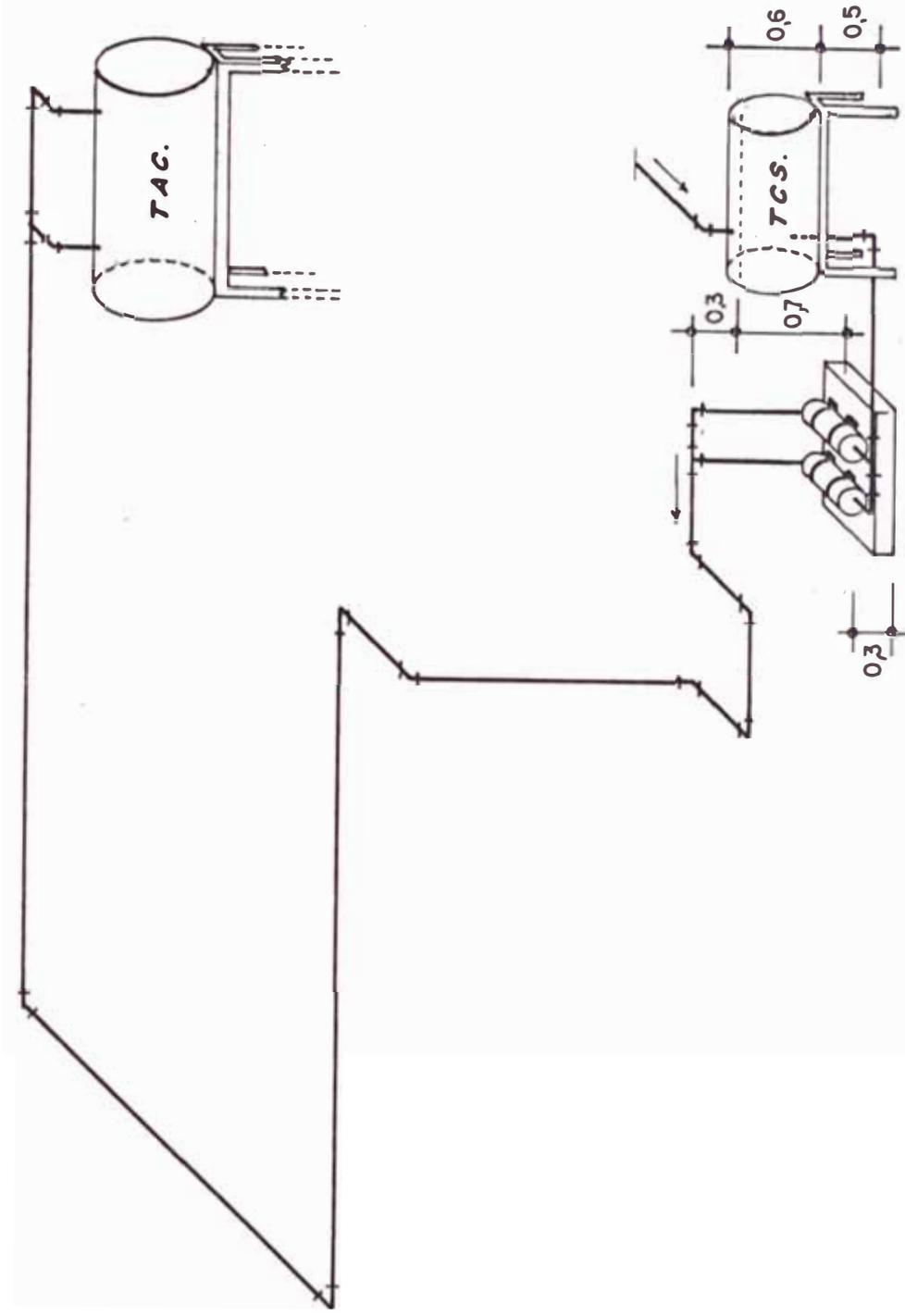
$$H_b = h_s + h_d + 1,2(h_{fs} + h_{fd})$$

$$h_s = -0,7 \text{ m}$$

$$h_d = 5,7 \text{ m}$$

$$h_{fs} \approx h_{fd} \approx 0$$

# SISTEMA DE BOMBEO DE CONDENSADO DEL TCS. AL TAC. CALDEROS



TCS. Tanque de Condensado de sotano

TAC. Tanque de Alimentación a Calderos

$$H = -0,7 + 5,7 + 1,2(0)$$

$$H = 5,0 \text{ m}$$

El caudal de la bomba (Q) será:

$$Q = 1\,121 \text{ dm}^3/\text{h} = 0,000\,311 \text{ m}^3/\text{s}$$

La potencia de la bomba ( $P_b$ ) será:

$$P_b = 9,82 \frac{\gamma Q H}{n_b}$$

Donde:

$P_b$  = Potencia de la bomba en W

$\gamma$  = Peso específico del fluido en  $\text{kg}/\text{m}^3$

Q = Cudal en  $\text{m}^3/\text{s}$

H = Altura de la bomba en m

$n_b$  = Eficiencia de la bomba

$$P_b = \frac{9,82 \times 1\,000 \times 0,000\,311 \times 5}{0,5}$$

$$P_b = 30,54 \text{ W}$$

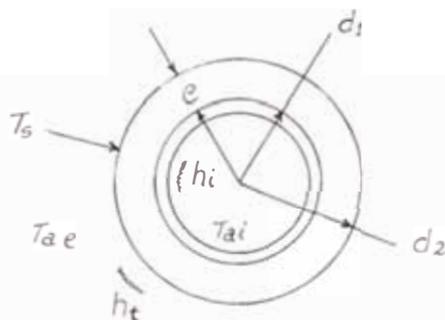
### 3.5.2 DIMENSIONAMIENTO DEL AISLAMIENTO

#### 3.5.2.1 CALCULO TERMICO

a) Cálculo de la transferencia de calor a través del aislante (q).

Consideraciones:

Para el cálculo, emplearemos la fórmula de transferencia de calor a través de superficies cilíndricas.



#### Datos:

El fluido a transportar es vapor saturado a una presión de 827 371 Pa (120 psig) en una tubería de 2 1/2" de diámetro nominal.

$$d_1 = 2,875" = 0,073 \text{ m}$$

$$d_2 = 5,375" = 0,136 \text{ 5 m}$$

$$e = 1,25"$$

$$T_{ae} = 20^\circ\text{C}$$

$$T_{ai} = 177^\circ\text{C}$$

$$T_s = 33^\circ\text{C (asumido)}$$

Conductividad térmica de la fibra

$$\text{vidrio para } T_m = (T_{ai} + T_{ae})/2$$

$$k_a = 0,043 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

Coefficiente de transferencia de calor

$$\text{en tuberías } h_t = h_{\text{aire}} = 10,85 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

Según Donald Q. Kern (pag. 34)

Cálculo:

$$q = \frac{T_{a1} - T_s}{\frac{d}{2} \ln \frac{d}{2} \cdot \frac{2K}{a}}$$

$$q = \frac{(177 - 33) \text{ }^\circ\text{C}}{0,1365 \text{ m} \cdot \ln 5,375 \cdot \frac{2 \times 0,043 \text{ W/m}^\circ\text{C}}{2}}$$

$$q = 145 \text{ W/m}$$

$$q = 62,18 \text{ W/m}$$

L

Ver cuadro No II.11

- b) Caída de temperatura por efecto del coeficiente pelicular total ( $\Delta T_f$ )

$$\Delta T_f = \frac{q}{h_t}$$

$$\Delta T_f = \frac{145 \text{ W/m}^2}{10,85 \text{ W/m }^\circ\text{C}}$$

$$\Delta T_f = 13,36 \text{ }^\circ\text{C}$$

Ver cuadro No II.11

Verificación de la temperatura ( $T_s$ )

$$T_s = T_{ae} + \Delta T_f$$

$$T_s = 20 + 13,36$$

$$T_s = 33,36 \text{ }^\circ\text{C} \text{ (conforme a lo asumido)}$$

Ver cuadro No II.11

c) Caída de temperatura debido al coeficiente pelicular interno ( $\Delta T$ )

Consideraciones:

Convección dentro de tuberías para flujo turbulento.

$$Nu = 0.023 Re^{0.8} Pr^{0.4} \left(1 + \frac{d}{L_{tub}}\right)^{-0.2}$$

$$\left(\frac{u_s}{u_b}\right)$$

Para:  $120\,000 > Re > 10\,000$

$$120 > Pr > 0,07$$

$u_s/u_b = 1$  (para variaciones pequeñas de temperatura)

Datos:

$$T_{ai} = 177^\circ\text{C}$$

$$d = 2,469'' = 0,0627 \text{ m}$$

$$L_{tub} = 57 \text{ m}$$

$$k = 145 \text{ W/m}$$

$$V = 16,06 \text{ m/s}$$

$$Pr = 0,945 \text{ (vapor saturado } T = 350^\circ\text{F)}$$

$$k = 0,0321 \text{ W/m}\cdot^\circ\text{C (vapor saturado)}$$

$$\nu = 0,0324 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s} \quad (T = 177^\circ\text{C})$$

Cálculo:

$$Re = (V \times d) / \nu$$

$$Re = \frac{16,06 \text{ m/s} \times 0,0627 \text{ m}}{0,0324 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$Re = 31\,079$$

$$Nu = 0,023 (31\,079)^{0,8} (0,945)^{0,4} \times (1 + (0,0627/57)^{0,7})^{-0,2} \times (1)$$

$$Nu = 88,35$$

Evaluación del coeficiente pelicular

(h<sub>i</sub>)

$$h_i = 88,35 \times \frac{0,0321 \text{ W/m}^\circ\text{C}}{0,0627 \text{ m}}$$

$$h_i = 45,23 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

Calda de temperatura por efecto pelicular ( $\Delta T_i$ )

$$\Delta T_i = q/h_i$$

$$\Delta T_i = \frac{145 \text{ W/m}^2}{45,23 \text{ W/m}^\circ\text{C}}$$

$$\Delta T_i = 3,21$$

$$\Delta T_i = 3,21$$

Ver cuadros No II.11, II.12, II.13

### 3.5.2.2 CALCULO DEL ESPESOR ECONOMICO

Consideraciones:

8 horas de funcionamiento por día

365 días/año

18,51 I/G1 combustible petroleo diesel No

2 (mayo 88)

$1,4648 \times 10^8$  J/Gl poder calorífico del  
 petroleo diesel  
 No 2 (PC)

Datos:

$$d_1 = 2,875 \text{ PULG}$$

$$e = 1,25 \text{ PULG}$$

$$L_{\text{tub}} = 57 \text{ m}$$

$$q_L = 62,18 \text{ W/m}$$

CÁlculo:

a) Pérdida por transferencia de calor

( $q_i$ )

$$q_i = q_L \times L_{\text{tub}}$$

$$q_i = 62,18 \times 57$$

$$q_i = 3544 \text{ W} = 127,58 \times 10^5 \text{ J/h}$$

Ver cuadro No II.4

b) Calor perdido anualmente ( $Q_i$ )

$$Q_i = q_i \times 8 \text{ h/día} \times 365 \text{ días/año}$$

$$Q_i = 127,58 \times 10^5 \text{ J/h} \times 8 \text{ h/día} \times 365 \text{ días/año}$$

$$Q_i = 3,7253 \times 10^{10} \text{ J/año}$$

Ver cuadro No II.14

c) Combustible perdido anualmente ( $Q_c$ )

$$Q_c = Q_i / PC$$

$$Q_c = \frac{3,7253 \times 10^{10} \text{ J/año}}{1,4648 \times 10^8 \text{ J/Gl}}$$

$$Q_c = 254,32 \text{ Gl/año}$$

Ver cuadro No II.14

d) Pérdida económica anual (PE)

$$PE = Q_c \times 18,51 \text{ I/Gl}$$

$$PE = 254,32 \text{ Gl/año} \times 18,51 \text{ I/Gl}$$

$$PE = 4707 \text{ I/año}$$

Ver resumen de cuadros No II.14, 15, 16

e) Pérdida por mantenimiento y depreciación del aislante (PMD)

$$\text{Costo del aislante} = 424 \text{ I/m}$$

Ver cuadro No II.17

$$L_{\text{tub}} = 57 \text{ m}$$

$$PMD = L_{\text{tub}} \times \text{Costo del aislante} \times 0,15$$

$$PMD = 57\text{m} \times 424 \text{ I/m} \times 0,15$$

$$PMD = 13625 \text{ I/año}$$

Ver cuadro No II.17

Ver resumen de cálculos en los cuadros No II.17, II.18, II.19

### 3.5.3 SELECCION DE LAS TRAMPAS DE VAPOR

La utilización de las trampas de vapor es con la finalidad de eliminar el condensado de las líneas de alimentación de vapor y de los equipos.

La eliminación del condensado en las líneas de alimentación es con el fin de evitar la posibilidad de que se presente el golpe de ariete y en los equipos de que no disminuya su eficiencia térmica.

Como criterio general, una trampa de vapor se debe instalar:

- En las líneas generales de vapor, aproximadamente a cada 30 ó 40 m y en los extremos de ellas.
- En los extremos de los ramales de vapor cuando excedan de 10 m.
- En todos los puntos donde la línea de alimentación cambie de horizontal hacia arriba, por pequeño que sea este cambio de dirección.
- En todos los equipos donde el intercambio de calor sea indirecto, como es el caso de secadoras, calandria, marmita, esterilizadores, etc.

La capacidad de una trampa depende de:

- La cantidad de condensado que debe separar la trampa.
- La presión diferencial entre la entrada y salida de la trampa.
- El factor de seguridad considerar.

El condensado producido en las líneas de

alimentación depende de: **la carga por caldeo y carga por radiación.**

Carga **por caldeo** ( $m_c$ ). - Es el **formado** al calentar la superficie del tubo cuando pasa el vapor por primera vez.

Se determina por la siguiente ecuación:

$$m_c = \frac{m_t \times (T_f - T_i) \times C_e}{h_L \times t}$$

Donde:

$m_c$  = Condensado por caldeo, kg/h  
 $m_t$  = masa total de tubería, kg  
 $T_f$  = temperatura final del tubo °C (temperatura **del vapor**)

$T_i$  = temperatura inicial del tubo °C (temperatura ambiente)

$C_e$  = 0,114 Kcal/kg°C (calor específico para tubería de acero)

$h_L$  = calor latente del vapor, Kcal/kg

$t$  = tiempo para el caldeo en horas, h.

Carga **por radiación** ( $m_r$ ). - Formado **por la pérdida por radiación** de un tubo, se produce cuando la carga de calentamiento desciende por debajo de las **condiciones normales** de funcionamiento.

Se determina por la siguiente ecuación:

$$m_r = \frac{L_{tub} \times U \times (T_f - T_i)}{h \times L}$$

Donde:

$m_r$  = condensado por radiación, kg/h  
 $L_{tub}$  = longitud de tubería en metros, m  
 $U$  = coeficiente de transmisión de calor  
 Kcal/hm°C

$T_f, T_i, h$  = indicada anteriormente

El condensado producido en la línea de alimentación se determina por: (según CARRIER pag 3-101)

$$m = m_c + 1/2 m_r$$

Para la selección de las trampas de los equipos consideraremos el consumo de vapor de cada equipo y factor de seguridad: 3 (según CARRIER pag 3-101)

Ejemplo de Cálculo: Selección de trampa para el tramo BCDEF-FINAL LINEA

CONSIDERACIONES:

- $P_{trabajo}$  = 827 371 Pa (120 psig)
- $P_{ambiental}$  = 101 353 Pa (14,7 psia)
- $T_{trabajo}$  = 177 °C
- $T_{ambiente}$  = 21 °C

- h = 482,66 Kcal/kg  
177°C
- t = 0,25 h
- Longitud del tramo BCDEF-FINAL
  - L<sub>BC</sub> = 5,25 m de 2"φ
  - L<sub>CD</sub> = 9,95 m de 2"φ
  - L<sub>DE</sub> = 1,00 m de 1 1/4"φ
  - L<sub>EF</sub> = 3,60 m de 1 1/4"φ
  - L<sub>F-FINAL</sub> = 0,85 m de 1 1/4"φ
- Accesorios en el tramo BCDEF-FINAL LINEA
 

REDUCCION 2 1/2"x2	1 UND
CODOS 2" φ	2 UND
TEE 2" φ	2 UND
UNION SIMPLE 2" φ	1 UND
REDUCCION 2" x 1 1/4" φ	1 UND
TEE 1 1/4"	3 UND

#### Cálculo:

- Cálculo de la masa total del tramo BCDEF-

FINAL LINEA (m )		
t		
masa de tubería: m	tub	
m <sub>BC</sub> = 5,25 m x 5,45 kg/m	28,61 kg	
m <sub>CD</sub> = 9,95 m x 5,45 kg/m	54,23 kg	
m <sub>DE</sub> = 1,00 m x 3,39 kg/m	3,39 kg	
m <sub>EF</sub> = 3,60 m x 3,39 kg/m	12,20 kg	
m <sub>F-FINAL</sub> = 0,85 m x 3,39 kg/m	2,88 kg	
	-----	
m <sub>tub</sub>	101,31 kg	

Masa por accesorios:  $m_{acc}$ 

ACCESORIO	MASA (kg)	CANTIDAD	TOTAL (kg)
REDUCCION 2 1/2 x 2" $\phi$	0,73	1	0,73
CODO 2" $\phi$	1,72	2	3,44
TEE 2" $\phi$	1,96	2	3,92
COPELE 2" $\phi$	1,32	1	1,32
REDUCCION 2 x 1 1/4" $\phi$	0,67	1	0,67
TEE 1 1/4" $\phi$	1,20	3	3,60
			-----
		$m_{acc}$	- 13,68 kg

$$m_t = m_{tub} + m_{acc}$$

$$m_t = 101,31 + 13,68$$

$$m_t = 114,99 \text{ kg}$$

- Cálculo de condensado por caldeo ( $m_c$ )

$$m_c = \frac{114,99 \text{ kg} \times (177-21)^\circ\text{C} \times 0,114 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}}{482,66 \text{ Kcal/kg} \times 0,25 \text{ h}}$$

$$m_c = 16,95 \text{ kg/h}$$

- Cálculo del condensado por radiación ( $m_c$ )

Longitud de tubería L

$$L_1 = 15,2 \text{ m de } 2" \phi$$

$$L_2 = 5,45 \text{ m de } 1 \frac{1}{4}" \phi$$

Coefficiente de transmisión de calor U según

CARRIER pag 1-102

para tubería 2"  $\phi$  y espesor aislante 1"

$U = 0,72 \text{ Kcal/hm}^2\text{C}$  (Cuando el aislamiento es de 85% de carbonato de magnesio)

para el caso de lana de vidrio

$$U = 0,72 \times 0,88 = 0,63 \text{ Kcal/hm}^2\text{C}$$

para tubería 1 1/4"  $\phi$  y espesor aislante 1"

$U = 0,62 \text{ Kcal/hm}^2\text{C}$  (cuando el aislamiento es de 85% de carbonato de magnesio)

para el caso de lana de vidrio

$$U = 0,62 \times 0,88 = 0,55 \text{ Kcal/hm}^2\text{C}$$

Entonces:

$$r_1 = \frac{15,2 \text{ m} \times 0,63 \text{ Kcal/hm}^2\text{C} \times (177-21)^{\circ}\text{C}}{482,66 \text{ Kcal/kg}}$$

$$m = 3,09 \text{ kg/h}$$

$$r_2 = \frac{5,45 \text{ m} \times 0,55 \text{ Kcal/hm}^2\text{C} \times (177-21)^{\circ}\text{C}}{482,66 \text{ Kcal/kg}}$$

$$m = 0,97 \text{ kg/h}$$

Por lo tanto, la cantidad de condensado por radiación será:

$$m = 3,09 + 0,97$$

$$m = 4,06 \text{ kg/h}$$

- Condensado producido en la línea de alimentación (m)

$$m = m + \frac{1}{2} m$$

$$m = 16,95 + 1/2 \times 4.06$$

$$m = 18,98 \text{ kg/h}$$

- Selección de trampa

Para el cálculo de la capacidad de la trampa consideramos:

Factor de seguridad: 3 (según CARRIER pag 3-101)

Presión de operación: aprox: 827 371 Pa (120 psig)

(La retropresión que se tiene en la línea de retorno es importante tomarla en cuenta, cuando se está trabajando con vapor de baja presión), por tanto, seleccionamos trampa termodinámica con capacidad de 125,27 lb/h  
1/2"  $\phi$

NOTA.- Ver resumen de cálculos en los cuadros No. II.20, II.21, II.22, II.23; diagrama No. II.1, II.2, II.3, II.4 para los cálculos de m de los cuadros resúmenes se ha tomado en consideración la información técnica de SIZING TRAPS FOR STEAM MAINS AND STEAM TRACING LINES - SARCO. APENDICE No. II.9, II.10

#### 4.0 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA TRATADA

##### 4.1 REQUERIMIENTO DE AGUA TRATADA

Según las necesidades del hospital, se requiere agua tratada para:

a) Consumo de agua caliente.- Según el Capítulo de Instalaciones Sanitarias X-III-9.13 del Reglamento Nacional de Construcciones, el consumo de agua caliente en hospitales se calcula de acuerdo a lo que se establece a continuación:

- Hospitales y clínicas con hospitalización

$0,250 \frac{\text{m}^3}{\text{día cama}}$

- Consultorios médicos  $0,130 \frac{\text{m}^3}{\text{día consultorio}}$

- Clínicas dentales  $0,100 \frac{\text{m}^3}{\text{día unidad dental}}$

Tomando como referencia estos índices tendremos

un consumo de:

$$\begin{array}{r}
 \frac{0,250 \text{ m}^3}{\text{día} \times \text{cama}} \times 400 \text{ camas} \times \frac{1}{8 \text{ h}} = 12,5 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \\
 \\
 \frac{0,130 \text{ m}^3}{\text{día} \times \text{consult}} \times 43 \text{ consult} \times \frac{1}{4 \text{ h}} = 1,3975 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \\
 \\
 \frac{0,100 \text{ m}^3}{\text{día} \times \text{unid dent}} \times 3 \text{ unid dent} \times \frac{1}{4 \text{ h}} = 0,075 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \\
 \\
 \text{consumo} = 13,9725 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}
 \end{array}$$

b) Agua de alimentación a calderos.- El consumo de agua de los calderos será: 4,29 m<sup>3</sup>/h (Ver ítem 3.1)

c) Agua de reposición a calderos.- Para evaluar la cantidad de agua de reposición a los calderos se considerará:

- Pérdidas por los equipos que no tienen retorno de condensado. Los cuales son:

Lavadora de lavado continuo	200 kg/h
Lavadora de desinfección	108 kg/h
Lavadora de platos	52 kg/h
Lavador de chatas	55 kg/h
Calentamiento de Petróleo	104 kg/h

- Pérdidas por fugas que se pueden presentar en el sistema, el cual se considerará en el 10% del flujo total de vapor de los calderos:

10% de 4 290 kg/h                      429 kg/h

Cantidad de agua de reposición: 948 kg/h

0,948 m<sup>3</sup>/h

El flujo continuo de agua tratada requerido en el sistema será de 14,920 5 m<sup>3</sup>/h

#### 4.2 DIMENSIONAMIENTO DEL EQUIPO DE TRATAMIENTO DE AGUA

a) Evaluación de la capacidad del ablandador.-

**Consideraciones:**

Dureza del agua: 162 p.p.m. <> 0,162 17 kg/m<sup>3</sup>

Capacidad de intercambio iónico de la zeolita

natural:

68,65 a 114,42 kg/m<sup>3</sup> <> 30 000 a 50 000 granos/pie

Tiempo de regeneración: cada 12 horas

Caudal de diseño: 1,5 x 14,920 5 = 22,380 8 m<sup>3</sup> /h

Cálculo:

Consumo de agua en 12 h

$$22,380 8 \text{ m}^3/\text{h} \times 12 \text{ h} = 268,569 6 \text{ m}^3$$

Cantidad de granos a ablandar

$$0,162 17 \text{ kg/m}^3 \times 268,569 6 \text{ m}^3 = 43,553 9 \text{ kg}$$

Volumen de resina teórico (V<sub>rt</sub>)

$$V_{rt} = \frac{43,553 9 \text{ kg}}{68,65 \text{ kg/m}^3}$$

$$V_{rt} = 0,634 4 \text{ m}^3$$

Volumen de resina real (V<sub>rr</sub>)

$$V_{rr} = \frac{\text{Volumen de resina teórico}}{\text{Eficiencia química}}$$

$$= \frac{0,634 4 \text{ m}^3}{0,85}$$

$$= 0,746 4 \text{ m}^3$$

Volumen del ablandador (V<sub>A</sub>)

$$V_{rr} = 0,60 V_A$$

$$V_A = \frac{V_{rr}}{0,60} = \frac{0,746 4 \text{ m}^3}{0,60}$$

$$V = 1,244 \text{ m}^3$$

Asumiendo que las dimensiones del tanque tendrá una relación:

$$\frac{\text{Altura}}{\text{Diámetro}} = \frac{h}{d} = \frac{2}{1} \text{ tendremos:}$$

$$d = 0,925 \text{ m}$$

$$h = 1,85 \text{ m}$$

Estandarizando comercialmente las dimensiones, según la información técnica de STEAM BOILER S.R. Ltda. utilizaremos ablandador de:

$$d = 1,07 \text{ m}$$

$$h = 1,83 \text{ m}$$

con  $0,849 \text{ m}^3$  (30 pie<sup>3</sup>) de resina.

Cantidad: 2 und.

b) Evaluación de la capacidad del filtro.-

Consideraciones:

Velocidad del flujo: 5 a  $10 \text{ m}^3/\text{h m}^2$  según información técnica del CEPIS

Espesor del lecho de arena: 0,46 a 0,61 m

Caudal de diseño:  $1,5 \times 14,920 \text{ m}^3 = 22,380 \text{ m}^3/\text{h}$

Cálculo:

Area del filtro (A)  
F

$$A = \frac{\text{Caudal de diseño}}{F} = \frac{22,380 \text{ m}^3/\text{h}}{10 \text{ m}^3/\text{h m}^2}$$

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

Diámetro del filtro (d)

$$A = \frac{n \times d^2}{4F}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \times A}{n}} = \sqrt{\frac{4 \times 2,24}{n}}$$

$$d = 1,69 \text{ m}$$

Altura cilíndrica del filtro (h)

Según información técnica del CEPIS, las capas del medio filtrante para filtros de tipo vertical pueden ser:

Espesor de la capa soporte: 0,40 m

Consiste en: 0,20 m grava gruesa de 1/2" a 1"

0,10 m grava mediana de 1/4" a 1/2"

0,10 m grava delgada de 1/8" a 1/4"

Espesor del lecho de arena: 0,60 m

Consiste en: 0,30 m arena gruesa de 0,8 a 1,2 mm

0,30 m arena fina de 0,45 a 0,5 mm

Expansión: aprox. 30% de 0,60 = 0,18 m

$$h = 1,18 \text{ m}$$

- c) Evaluación de la capacidad del tanque de salmuera.-

**Consideraciones:**

Según información técnica de curso de **Post-Grado** de instalaciones d vapor (Expositores: ING. JORGE NAKAMURA M-VICTOR MORI M.)

- Tipo de regenerante: NaCl

- Dosaje del regenerante:

$$\frac{10 \text{ lb de NaCl}}{3 \text{ pie de resina}} \langle \rangle \frac{160,52 \text{ kg de NaCl}}{3 \text{ m de resina}}$$

- Porcentaje de concentración: 10%

Cálculo:

- Peso de NaCl requerido por cada regeneración:

$$\frac{160,52 \text{ kg de NaCl}}{3 \text{ m de resina}} \times 0,8495 \text{ m}^3 \text{ de resina} =$$

$$136,36 \text{ kg de NaCl}$$

- Volumen de solución al 10% de concentración:

$$10 \frac{\text{kg de solución}}{\text{kg de NaCl}} \times 136,36 \text{ kg de NaCl} =$$

$$1363,6 \text{ kg de solución} = 1,36 \text{ m}^3$$

- Volumen del tanque de salmuera ( $V_{ts}$ ):

$$V_{ts} > 1,36 \text{ m}^3$$

Asumiendo que las dimensiones del tanque tendrá

una relación:

$$\frac{\text{Altura } h}{\text{Diámetro } d} = 1 \quad \text{y}$$

Estandarizando comercialmente las dimensiones, según la información técnica de STEAM BOILER S.R.Ltda. utilizaremos un tanque de salmuera de:

$$d = 1,2 \text{ m}$$

$$h = 1,2 \text{ m}$$

con lecho filtrante de las siguientes características:

grava de 1 1/8" de 0,075 m de espesor

grava de 1/2" de 0,075 m de espesor

grava de 1/4" de 0,075 m de espesor

- Tiempo de regeneración (t)

Considerando el flujo óptimo de regeneración

para resinas de sodio de:

$$1 \text{ GPM/pie} \left\langle \right\rangle 8,02 \text{ m}^3 / \text{h} / \text{m}^3$$

$$t = \frac{1,36 \text{ m}^3}{8,02 \text{ m}^3 / \text{h} \times 0,8495 \text{ m}^3} = 0,2 \text{ h}$$

## 5.0 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE

### 5.1 PETROLEO DIESEL No 2

#### 5.1.1 DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Consideraciones:

- Consumo diario para el arranque de calderos:

170 l/día (Ver pag. No 69 )

- Consumo diario del incinerador de basura:

140 l/día (Ver pag. No 70 )

- Consumo diario del grupo electrógeno:

196 l/día (Ver pag. No 70 )

Cálculo:

- Consumo diario total:

170 + 140 + 196 = 506 l/día

- Consumo entre cada reposición:

506 l/día x 15 días = 7 590 l

Dimensiones del tanque: Se instalará: **2 Tanques** de Almacenamiento horizontales, de tapas chatas, de Dimensiones Standars de 1,5 m Ø x 2,4 m

### 5.1.2 DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE DIARIO PARA EL ARRANQUE DE CALDEROS

Consideraciones:

- Consumo promedio:
  - $0,3 \text{ Gl/h} - \text{BHP} \langle \rangle 1,1575 \times 10^{-4} \text{ l/h} - \text{W}$
- Tiempo de funcionamiento: 0,5 h/día
- Potencia de cada caldero: 150 BHP  $\langle \rangle$  1,47 MW
- Funcionamiento en Forma Simultánea:
  - 2 calderos.**

Cálculo:

Consumo diario

$$1,1575 \times 10^{-4} \text{ l/hW} \times 0,5 \text{ h/día} \times 1,47 \text{ MW/cald} \\ \times 2 \text{ cald} \\ = 170 \text{ l/día}$$

Dimensiones del tanque:

Tanque de Sección cuadrada de:

$$0,6 \text{ m} \times 0,6 \text{ m} \times 0,75 \text{ m}$$

### 5.1.3 DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE DIARIO PARA EL INCINERADOR DE BASURA

Consideraciones:

- Consumo promedio: 0,16  $\frac{\text{kg de combustible}}{\text{kg de desperdicio}}$

(según información técnica de incineradores rotativos APIN - Ciroidi).

- Tiempo de funcionamiento: 4 h/día
- Capacidad del incinerador: 185 kg/h
- Densidad del petróleo Diesel No 2  
3,21 kg/Gl <> 0,848 kg/l

Cálculo:

Consumo diario

$$0,16 \frac{\text{kg de combustible}}{\text{kg desp}} \times 185 \frac{\text{kg desp}}{\text{h}} \times 4 \frac{\text{h}}{\text{día}}$$

118,4 kg de combustible/día

140 l/día

Dimensiones del tanque:

Tanque de Sección cuadrada de:

0,6 m x 0,6 m x 0,65 m

#### 5.1.4 DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE DIARIO PARA EL GRUPO ELECTROGENO

Consideraciones:

- Consumo promedio:  
0,07 Gl/h - HP <>  $3,55 \times 10^{-4}$  l/h - W
- Potencia del grupo electrógeno: 345 KVA
- Factor de potencia: 0,8
- Potencia activa: 276 kW
- Tiempo de funcionamiento: 2 h/día

Cálculo:

Consumo diario:

$$3,55 \times 10^{-4} \text{ l/hW} \times 276 \text{ 000 W} \times 2 \text{ h/día}$$

= 196 l/día

Dimensiones del tanque:

Tanque de Sección cuadrada de:

0,6 m x 0,6 m x 0,8 m

### 5.1.5 DIMENSIONAMIENTO DEL SUMINISTRO DE PETROLEO DIESEL No 2

#### Consideraciones:

- Temperatura: 21 °C
- Viscosidad: 43 SSU
- Caudal:  $8,33 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$  (50 LPM)
- Diámetro de succión: 1" Ø
- Diámetro de descarga: 1" Ø
- Velocidad: (1 a 2) m/s
- Información técnica: Engineering Data, Normas de Ingeniería de Diseño del Instituto Mexicano del Seguro Social y Seminario de Bombas Hidráulicas por Ing. Eduardo Mendoza G. e Ing. Luis Villanueva V.

#### Cálculo:

Tramo de succión 1" Ø

- Altura de succión ( $h_s$ )

$$h_s = -0,68 \text{ m}$$

- Longitud de tubería de succión ( $L_{\text{tub}}$ )

$$L_{\text{tub}} = 10,13 \text{ m}$$

- Longitud de tubería equivalente por accesorios ( $L_{\text{equiv} \times \text{acc}}$ )

$$L_{\text{equiv x acc}} = 10,17 \text{ m}$$

- Longitud de tubería total (L)

$$L = L_{\text{tub}} + L_{\text{equiv x acc}}$$

$$L = 20,30 \text{ m}$$

- Pérdidas por fricción en el tramo de succión

( $h_{fs}$ ) para tubería de 1"Ø cuando la viscosidad del fluido es 1 700 SSU, la caída de presión según información técnica Engineering Data será:

$$0,0661 \text{ psi/pie} \langle \rangle 0,1524 \text{ mH}_2\text{O/m}$$

$$h_{fs} = 20,30 \text{ m} \times 0,1524 \text{ mH}_2\text{O/m} \times 0,85$$

$$h_{fs} = 2,63 \text{ m}$$

Tramo de descarga 1"Ø

- Altura de descarga ( $h_d$ )

$$h_d = 4,18 \text{ m}$$

- Longitud de tubería de descarga ( $L_{\text{tub}}$ )

$$L_{\text{tub}} = 111,08 \text{ m}$$

- Longitud de tubería equivalente por

accesorios ( $L_{\text{equiv x acc}}$ )

$$L_{\text{equiv x acc}} = 33,64 \text{ m}$$

- longitud de tubería total (L)

$$L = L_{\text{tub}} + L_{\text{equiv x acc}}$$

$$L = 144,72 \text{ m}$$

- Pérdidas por fricción en el tramo de descarga

( $h_{fs}$ ) para tubería de 1" Ø cuando la

viscosidad del fluido es 43 SSV, la caída de presión según Información Técnica Engineering Data será:

$$0,066 \text{ l psi/pie} \langle \rangle 0,152 \text{ 4 mH O/m}$$

$$h_{fd} = 144,72 \text{ m} \times 0,152 \text{ 4 mH O/m} \times 0,85$$

$$h_{fd} = 18,75 \text{ m}$$

Cálculo de la altura de la bomba (H)

$$H = h_s + h_d + 1,2(h_{fs} + h_{fd})$$

$$H = -0,68 + 4,18 + 1,2(2,63 + 18,75)$$

$$H = 29,16 \text{ m}$$

Cálculo de la potencia de la bomba (P<sub>b</sub>)

$$P_b = 9,82 \frac{\gamma QH}{n_b}$$

Donde:

P<sub>b</sub> = Potencia de la bomba en W

$\gamma$  = Peso específico del fluido en kg/m<sup>3</sup>

Q = Caudal en m<sup>3</sup>/s

H = Altura de la bomba en m

n<sub>b</sub> = Eficiencia de la bomba

$$P_b = 9,82 \frac{850 \times 8,33 \times 10^{-4} \times 29,16}{0,5}$$

$$P_b = 405,50 \text{ W}$$

Cálculo de la Potencia del Motor (P<sub>m</sub>)

$$P_m = P_b / n_m$$

Donde:

n<sub>m</sub> = Eficiencia del motor

$$P_m = \frac{405,50 \text{ W}}{0,61}$$

$$P_m = 664,75 \text{ W}$$

## 5.2 PETROLEO RESIDUAL No 6

### 5.2.1 DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

#### Consideraciones:

- Consumo Promedio:
 
$$0,25 \text{ Gl/h-BHP} \langle \rangle 0,9645 \times 10^{-4} \text{ l/h-W}$$
- Tiempo de Funcionamiento: 8 h/dia
- Potencia de cada caldero:
 
$$150 \text{ BHP} \langle \rangle 1,47 \text{ MW}$$
- Funcionamiento en forma simultanea:
 

**2 Calderos**
- Tiempo de reposición de combustible:
 
$$c/20 \text{ dias}$$

#### Cálculo:

Consumo diario total

$$0,9645 \times 10^{-4} \frac{\text{l}}{\text{h-W}} \times 8 \frac{\text{h}}{\text{dia}} \times 1,47 \frac{\text{MW}}{\text{cald}} \times 2 \text{ cald}$$

$$2 \text{ 268,5 l/dia}$$

Consumo entre cada reposición

$$2 \text{ 268,5 l/dia} \times 20 \text{ dias} = 45 \text{ 370 l}$$

Dimensiones del tanque: se instalará 2 tanques de almacenamiento horizontales de tapas chatas, de dimensiones 2,4 m Ø x 6 m

### 5.2.2 DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE DIARIO PARA CALDEROS

#### Consideraciones:

- Consumo promedio:  
 $0,25 \text{ Gl/h-BHP} \langle \rangle 0,964 \cdot 5 \times 10^{-4} \text{ l/h-W}$
- Tiempo de funcionamiento: 8 h/día
- Potencia de cada caldero:  
 $150 \text{ BHP} \langle \rangle 1,47 \text{ MW}$
- Funcionamiento en forma simultanea:

**2 calderos**

#### Cálculo:

Consumo diario:

$$0,964 \cdot 5 \times 10^{-4} \frac{\text{l}}{\text{h-W}} \times 8 \frac{\text{h}}{\text{día}} \times 1,47 \frac{\text{MW}}{\text{cald}} \times 2 \text{ cald}$$

2 268,5 l/día

Dimensiones del tanque: tanque circular de 1,6 m  $\emptyset$  x 1,5 m con fondo cónico.

### 5.2.3 DIMENSIONAMIENTO DEL SUMINISTRO DE PETROLEO RESIDUAL No 6

#### Consideraciones:

- Temperatura: 50 °C
- Viscosidad: 1 700 SSU
- Caudal:  $8,33 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$
- Diámetro de succión: 1 1/2"
- Diámetro de descarga: 1 1/2"
- Información Técnica Engineering Data y Normas

de Ingeniería de Diseño del Instituto Mexicano del Seguro Social.

### Cálculo:

#### Tramo de succión 1 1/2"Ø

- Altura de succión ( $h_s$ )

$$= -0,35 \text{ m}$$

- Longitud de tubería de succión ( $L_{\text{tub}}$ )

$$L_{\text{tub}} = 4,10 \text{ m}$$

- Longitud de tubería equivalente

accesorios ( $L_{\text{equiv x acc}}$ )

$$L_{\text{equiv x acc}} = 11,02 \text{ m}$$

- Longitud de tubería total ( $L$ )

$$L = L_{\text{tub}} + L_{\text{equiv x acc}}$$

$$L = 15,12 \text{ m}$$

- Pérdidas por fricción en el tramo de succión

( $h_{fs}$ ) para tubería de 1 1/2"Ø cuando la

viscosidad del fluido es 1 700 SSV, la caída

de presión según información técnica

Engineering Data, será:

$$0,2056 \text{ psi/pie} \langle \rangle 0,4740 \text{ mH}_2\text{O/m}$$

$$h_{fs} = 15,12 \text{ m} \times 0,4740 \text{ mH}_2\text{O/m} \times 0,964$$

$$h_{fs} = 6,91 \text{ m}$$

Tramo de descarga: 1 1/2"Ø y 2 1/2"Ø

- Altura de descarga ( $h_d$ )

$$h_d = 3,29 \text{ m}$$

- Longitud de tubería de descarga ( $L_{\text{tub}}$ )
  - $L_{\text{tub}} = 2,90 \text{ m de } 1 \frac{1}{2}''\emptyset$
  - $L_{\text{tub}} = 27,04 \text{ m de } 2 \frac{1}{2}''\emptyset$
- Longitud de tubería equivalente por accesorios ( $L_{\text{equiv x acc}}$ )
  - $L_{\text{equiv x acc}} = 11,53 \text{ m por accesorios de } 1 \frac{1}{2}''\emptyset$
  - $L_{\text{equiv x acc}} = 13,78 \text{ m por accesorios de } 2 \frac{1}{2}''\emptyset$
- Longitud de tubería total ( $L$ )
  - $L = L_{\text{tub}} + L_{\text{equiv x acc}}$
  - $L = 14,43 \text{ m de } 1 \frac{1}{2}''\emptyset$
  - $L = 40,82 \text{ m de } 2 \frac{1}{2}''\emptyset$
- Pérdidas por fricción en el tramo de descarga ( $h_{fd}$ ) cuando la viscosidad del fluido es 1 700 SSU, la caída de presión según información técnica Engineering Data, será:
  - $1 \frac{1}{2}''\emptyset \text{ } 0,205 \text{ } 6 \text{ psi/pie } \langle \rangle \text{ } 0,474 \text{ } 0 \text{ mH } 0/\text{m}^2$
  - $2 \frac{1}{2}''\emptyset \text{ } 0,065 \text{ } 6 \text{ psi/pie } \langle \rangle \text{ } 0,151 \text{ } 2 \text{ mH } 0/\text{m}^2$
  - $h_{fd} = 14,43 \text{ m} \times 0,474 \text{ } 0 \text{ mH } 0/\text{m}^2 \times 0,964$
  - $h_{fd} = 6,59 \text{ m por tubería de } 1 \frac{1}{2}''\emptyset$
  - $h_{fd} = 40,82 \text{ m} \times 0,151 \text{ } 2 \text{ mH } 0/\text{m}^2 \times 0,964$
  - $h_{fd} = 5,95 \text{ m por tubería de } 2 \frac{1}{2}''\emptyset$

Entonces, la pérdida total por fricción en el tramo de descarga, será:

  - $h_{fd} = 12,54 \text{ m}$
- Cálculo de la altura de la bomba (H)
  - $H = h_s + h_d + 1,2(h_{fs} + h_{fd})$

$$H = -0,35 + 3,29 + 1,2(6,91 + 12,54)$$

$$H = 26,28 \text{ m}$$

Cálculo de la potencia de la bomba ( $P_b$ )

$$P_b = 9,82 \frac{\gamma QH}{n_b}$$

Donde:

$P_b$  = Potencia de la bomba en W

$\gamma$  = Peso específico del fluido en  $\text{kg/m}^3$

$Q$  = Caudal en  $\text{m}^3/\text{s}$

$H$  = Altura de la bomba en m

$n_b$  = Eficiencia de la bomba

$$P_b = 9,82 \frac{964 \times 8,33 \times 10^{-4} \times 26,28}{0,5}$$

$$P_b = 414,47 \text{ W}$$

Cálculo de la potencia del motor ( $P_m$ )

$$P_m = P_b / n_m$$

Donde:

$n_m$  = Eficiencia del motor

$$P_m = 414,47 \text{ W} / 0,61$$

$$P_m = 679,46 \text{ W}$$

### III

#### SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO

##### 1.0 REQUERIMIENTO DE AIRE COMPRIMIDO

En un hospital los usos a que el aire comprimido se destina, son muy variados, pudiendo ser en la terapia de inhalación, en la respiración protectora, en ciertos trabajos de Laboratorio, en instrumentos quirúrgicos: como succionadores - inyectores, en equipos dentales, en equipos y herramientas de mantenimiento etc. Asimismo el aire comprimido se usa en cirugía para el tratamiento de pacientes; por ello es que este aire debe estar exento de partículas de aceite, polvo y humedad. La eliminación de estas partículas es con la finalidad de evitar la corrosión y oxidación de los equipos movidos por aire y para dar al aire comprimido las cualidades esteriles y atóxicas requerida en el tratamiento de los pacientes.

Las zonas donde se requiere aire comprimido podemos apreciarlo en los cuadros N<sup>o</sup> III.1, III.2, III.3, III.4

## 2.0 DESCRIPCION DEL SISTEMA

Para la generación y distribución de aire comprimido a los diferentes ambientes del Hospital, se instalará una central de abastecimiento y un sistema de distribución.

### 2.1 CENTRAL DE ABASTECIMIENTO

La central de abastecimiento constará de un depósito de aire, compresoras, válvulas a la salida del tanque, válvula en la tubería de drenaje, indicadores de presión, válvula de seguridad, válvulas de retención, descargadores centrifugas, interruptores de presión, filtros silenciadores de entrada y controles eléctricos automáticos.

La central de abastecimiento se ubicará en la zona más fría del hospital, con objeto de tomar el aire exterior de aspiración a la temperatura más baja.

Al ubicar la central de abastecimiento en la zona más fría, es con la finalidad de contribuir al enfriamiento del aire comprimido existente en el depósito de aire, facilitando la decantación de las impurezas y evitando que una parte, por lo menos, se introduzca por la red de tuberías.

Para la ubicación de la central de abastecimiento también se ha considerado los mayores consumos que pueden originarse, con el objeto de evitar de utilizar grandes diámetros de tubería o pérdidas de presión por el transporte de aire a grandes distancias.

## 2.2 SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AIRE COMPRIMIDO

La distribución del aire comprimido se realizará a las siguientes presiones:

- Presión de 689 470 Pa (100 psig) para la zona de lavandería, zona de talleres.
- Presión de 413 682 Pa (60 psig) para la zona de equipos dentales.

Para el transporte de aire comprimido desde la central de abastecimiento hasta los lugares de distribución y utilización, se emplearán las siguientes líneas de tuberías.

- Línea de Tubería Principal. - Es la tubería que conduce la totalidad del caudal del aire.
- Línea de Tubería Secundaria. - Son las que toman el aire de la tubería principal, ramificándose por las áreas de trabajo, y de las cuales salen las tuberías de servicio.
- Línea de Tubería de Servicio. - Son las que alimentan a los equipos y a los puntos de suministro.

## 3.0 DIMENSIONAMIENTO DE LA CENTRAL DE ABASTECIMIENTO DE AIRE COMPRIMIDO Y SISTEMA DE TUBERIAS DE DISTRIBUCION

### 3.1 CENTRAL DE ABASTECIMIENTO

Consideraciones:

- Consumo de aire en lavandería (cuadro No III.1)  

$$860,04 \times 10^{-2} \times 3 \text{ N(m}^3\text{/h)}$$
- Consumo de aire en talleres (cuadro No III.2)

$$3\ 900,00 \times 10^{-2} \quad 3 \quad N(m^3/h)$$

- Consumo de aire en laboratorio y dental (cuadro No III.3)

$$1\ 260,00 \times 10^{-2} \quad 3 \quad N(m^3/h)$$

- Consumo de aire en sala de operación, cuidados intensivo y fórmulas (cuadro No III.4)

$$1\ 530,00 \times 10^{-2} \quad 3 \quad N(m^3/h)$$

**Cálculo:**

- Capacidad del compresor

$$\text{Consumo de aire total} = 7\ 550,04 \times 10^{-2} \quad 3 \quad N(m^3/h)$$

$$10\% \text{ POR PERDIDAS} \quad - \quad 755 \times 10^{-2} \quad 3 \quad N(m^3/h)$$

$$15\% \text{ POR AMPLIACIONES} \quad = \quad 1\ 132,5 \times 10^{-2} \quad 3 \quad N(m^3/h)$$

$$\text{-----}$$

$$9\ 437,54 \times 10^{-2} \quad 3 \quad N(m^3/h)$$

La capacidad del compresor será:

$$94,375 \quad 3 \quad N(m^3/h) \quad \langle \rangle \quad 1,572 \quad 3 \quad N(m^3/min)$$

- Capacidad del depósito

Según información: Instalación del aire comprimido por: ARROYO CARNICER, la capacidad del depósito está determinada según el tipo de regulación. Para nuestro caso consideramos un sistema automático con presostato y contactor, donde la capacidad del depósito está dada por la fórmula:

$$v > 40 \frac{P}{c}$$

Donde:

v = Es el volumen en litros

P = Es la potencia total de los compresores instalados en CV

Para una capacidad del compresor de 1 570 N(1/min)

según la información mencionada la potencia del compresor sería 15 CV (Ver apéndice N<sup>o</sup> III.3)

Entonces la capacidad del depósito será:

$$v = 40 \times (2 \times 15)$$

$$v = 1\ 200\ l$$

### 3.2 SISTEMA DE TUBERIAS DE DISTRIBUCION

Para la evaluación de las tuberías de distribución se ha tomado en consideración que la caída de presión sea menor del 5% de la presión inicial, que la velocidad en las tuberías estén en el orden de 3 a 10 m/s y que la presión de servicio sea la recomendada por el fabricante de los equipos neumáticos.

**Ejemplo de cálculo: zona de talleres**

Para el cálculo de la caída de presión utilizaremos la fórmula:

$$\Delta P = \frac{\beta}{RT} \times \frac{v^2}{d} \times P$$

(Información: Instalación del aire comprimido por ARROYO CARNICER).

Donde:

$\Delta P$  = Caída de presión en (Pa)

$P$  = Presión de trabajo absoluta en (Pa)

$R$  = Constante del gas, equivalente a

$$29,27 \frac{\text{kgf-m}}{\text{kgm-}^\circ\text{K}} \text{ para el aire}$$

$T$  = Temperatura de trabajo absoluta en ( $^\circ\text{K}$ )

$d$  = Diámetro interior de la tubería en (mm)

$L$  = Longitud total de tubería en (m)

$V$  = Velocidad del aire en (m/s)

$\beta$  = Índice de resistencia, grado medio de rugosidad  
variable con la cantidad suministrada  $G$

$G$  = Cantidad de aire suministrado en (kg/h)

#### Consideraciones:

- Presión ambiental

$$P_1 = 101\,353 \text{ Pa (14,7 psia)}$$

1

- Temperatura ambiental

$$T_1 = 294 \text{ oK}$$

1

- Caudal de aire a condiciones normales

$$Q_3 = 39 \text{ m}^3/\text{h}$$

1

- Densidad del aire a condiciones normales

$$\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$$

- Presión de trabajo absoluta

$$P_2 = 790\,829 \text{ Pa (114,7 psia)}$$

2

- Temperatura de trabajo

$$T_2 = 294 \text{ oK}$$

2

- Caída de presión admisible

$$\Delta P = 34\,474 \text{ Pa (5 psi)}$$

- Constante del aire

$$R = 29,27 \text{ kgf-m/kgm-oK}$$

- Diámetro interior de tubería de 3/4"Ø

$$d = 0,824 \text{ PULG} = 20,9 \text{ mm}$$

- Longitud de tubería

$$L_{\text{tub}} = 70,35 \text{ m}$$

tub

#### Cálculo:

- Cálculo del caudal de aire a condiciones de trabajo

$Q_2$  (m<sup>3</sup>/h), el aire es considerado un gas ideal u gas perfecto por lo que aplicaremos la ley de BOYLE (Ley de los gases ideales)

$$\frac{P_1 v_1}{T_1} = \frac{P_2 v_2}{T_2}$$

Donde:

$$T_1 = T_2$$

El cual se puede expresar

$$P_1 Q_1 = P_2 Q_2$$

$$Q_2 = \frac{P_1}{P_2} Q_1$$

$$101\,353 \text{ Pa}$$

$$Q_2 = \frac{101\,353 \text{ Pa}}{790\,829 \text{ Pa}} \times 39 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$790\,829 \text{ Pa}$$

$$Q_2 = 5 \text{ m}^3/\text{h}$$

- Cálculo de la velocidad  $V$  (m/s)

$$Q_2 = VA$$

$$V = \frac{4Q_2}{\pi d^2}$$

$$V = \frac{4 \times 5 \text{ m}^3/\text{h}}{\pi (0,0209 \text{ m})^2} \times \frac{\text{h}}{3\,600 \text{ s}}$$

$$V = 4,05 \text{ m/s}$$

- Cálculo de la longitud total de tubería  $L$  (m)

$$L = L_{\text{tub}} + L_{\text{equiv}} \times \text{acc}$$

$$L_{\text{tub}} = 70,35 \text{ m}$$

La longitud equivalente por accesorios será: VER DIAGRAMA No III.2 Y APENDICE No III.1 (Referencia: Instalación del aire comprimido por: ARROYO CARNICER)

ACCESORIO	CANTIDAD	L (m)	L (m)
		equiv	equiv. tot
TEE 3/4"	7 Und.	1,4	9,8
UU 3/4"	1 Und.	0,4	0,4
VALVULA COMPUERTA 3/4"	1 Und.	0,2	0,2
CODO 3/4"	1 Und.	0,2	0,2
UNION SIMPLE 3/4"	6 Und.	0,4	2,4

$$L_{\text{equiv x acc}} = 13,0 \text{ m}$$

$$L = 70,35 + 13,0$$

$$L = 83,35 \text{ m}$$

- Cálculo de la cantidad de aire  $G$  (kg/h)

$$G = Q_1 \times \rho$$

$$= 39 \text{ m}^3/\text{h} \times 1,2 \text{ kg/m}^3$$

$$G = 46,8 \text{ kg/h}$$

- Cálculo del índice de resistencia ( $\beta$ )

$$\text{El índice de resistencia será: } \beta = 1,63$$

ver apéndice No III.2 (Referencia: Instalación del aire comprimido por: ARROYO CARNICER)

- Cálculo de la caída de presión  $\Delta P$  (ATM)

La caída de presión será:

$$\frac{\Delta P}{L} = \frac{\beta}{RT} \times \frac{v}{d} \times P$$

Reemplazando:

$$\frac{\Delta P}{L} = \frac{1,63}{29,27 \times 294} \times \frac{(4,05)}{20,9} \times 790\,829$$

$$\frac{\Delta P}{L} = 117,56 \text{ Pa/m}$$

$$\Delta P = 117,56 \text{ Pa/m} \times 83,35 \text{ m}$$

$$\Delta P = 9\,798,63 \text{ Pa (1,42 psi)}$$

NOTA: Ver resumen de cálculos: cuadros No III.5, III.6, III.7, III.8 y diagramas No III.1, III.2, III.3

## IV

### SISTEMA DE GAS PROPANO

#### 1.0 REQUERIMIENTO DE GAS PROPANO

El gas propano puede ser usado en hospitales para alimentar equipos de calentamiento, usados principalmente en cocinas, reposteros y laboratorios. Los equipos de cocina y repostería para un hospital de esta magnitud generalmente son a vapor y eléctrico respectivamente.

El requerimiento del gas propano en los ambientes de laboratorio, es realizado en coordinación con el médico programador.

El requerimiento de gas propano en el Hospital General María Auxiliadora podemos apreciarlo en el cuadro No IV.1

#### 2.0 DESCRIPCION DEL SISTEMA

El suministro del gas propano en un hospital, debe ser rápido y fácil de poderse suministrar en el ambiente solicitado, por ello, para la distribución de este gas a los diferentes ambientes del hospital,

se instalará una central de abastecimiento y un sistema de distribución de tuberías.

## 2.1 CENTRAL DE ABASTECIMIENTO

Una central de abastecimiento puede consistir en un par de baterías de cilindros o un sistema de **tanques**, dependiendo para su selección, de la magnitud del consumo y de las facilidades del suministro en la localidad por parte de los proveedores.

El consumo del gas propano en los laboratorios de un hospital, es pequeño, por ello, la central de abastecimiento de gas propano para el H.G.M.A. consistirá en un **manifold**, un par de baterías de cilindros y un regulador.

Las capacidades de un cilindro de gas **propano** pueden ser de 24 lbs., 100 lbs., 150 lbs., 200 lbs. y 250 lbs.; siendo los más comerciales las de 24 lbs. y **100 lbs.**

## 2.2 SISTEMA DE DISTRIBUCION DE GAS PROPANO

La **distribución** del gas **propano en hospitales** normalmente es realizada a la presión de 2 585 (0,026 36 kg/cm<sup>2</sup>), la cual se consigue instalando un regulador a la salida del manifold.

Para el transporte, desde la central de abastecimiento hasta los lugares de distribución y utilización, se emplearán las siguientes líneas de tuberías.

- **Línea de Tubería Principal.** - Es la tubería que conduce la totalidad del caudal de gas.

- **Línea de Tubería Secundaria.** - Son las que toman el gas de la tubería principal, ramificándose por las áreas de **trabajo**, y de las cuales saldrán las tuberías de servicio.
- **Línea de Tubería de Servicio.** - Son las que alimentan a los equipos y a los puntos de servicio.

### 3.0 DIMENSIONAMIENTO DE LA CENTRAL DE ABASTECIMIENTO DE GAS PROPANO Y SISTEMA DE TUBERIAS DE DISTRIBUCION

#### 3.1 CENTRAL DE ABASTECIMIENTO

##### Consideraciones:

- Consumo por salida en laboratorios:

El consumo de gas propano en laboratorios es por el uso de Mecheros Bunsen, siendo el consumo de cada uno **de 0,023 m<sup>3</sup> /h** (Normas de Ingeniería de Diseño del Instituto Mexicano de Seguridad Social).

- Número de salidas en laboratorios: 17 salidas
- Frecuencia de cambio de cilindros: c/15 días
- Horas diarias de operación: 6 horas
- Peso específico: 1,83 kg/m<sup>3</sup>

##### Cálculo:

$$0,023 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times 17 \text{ salidas} \times 6 \frac{\text{h}}{\text{día}} \times 15 \text{ días} \times 1,83 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 64,40 \text{ kg}$$

Considerando el uso de cilindros standard de 45 kg

$$\# \text{ cilindros} = \frac{64,40 \text{ kg}}{45 \text{ kg/cilindro}}$$

$$\# \text{ cilindros} = 1,43$$

Entonces se instalará un manifold con dos baterías de cilindros, cada batería conformada por dos cilindros de 100 lbs (45 kg) cada uno. La presión del gas en estos cilindros se encuentra a 68 948 Pa (10 psig).

### 3.2 SISTEMA DE TUBERIAS DE DISTRIBUCION

Para el dimensionamiento de tuberías nos ceñiremos a la información técnica de FISHER CONTROLS LP - GAS HANDBOOK OF TECHNICAL DATA, (apéndice No IV.1), la cual considera despreciable la caída por accesorios y nos garantiza que la caída máxima dentro del sistema será menor del 5% de la presión de distribución 2 585 Pa (0,026 36 kg/cm<sup>2</sup>).

NOTA.- Ver resumen de evaluación en el cuadro IV.2 y diagrama IV.1

## V

### SISTEMA DE OXIGENO

#### 1.0 REQUERIMIENTO DE OXIGENO

El oxígeno es un gas medicinal muy importante, y es una necesidad primordial en las instalaciones de todo hospital.

En un hospital el oxígeno es usado en el tratamiento de pacientes con problemas respiratorios, durante la anestesia para asegurar que el enfermo tenga suficiente oxígeno, así también como gas propulsor para succionadores - inyectores.

El requerimiento de oxígeno en las diferentes zonas de un hospital, es realizado en coordinación con el médico programador.

Según los médicos programadores en un hospital general, los ambientes donde es necesario el suministro de oxígeno son:

- Sala de Operación.
- Sala de Recuperación.
- Sala de Cuidados Intensivos.

- Sala de Aislados.
- Sala de Legrado.
- Sala de Coronaria.
- Sala de Partos.
- Sala de Recién nacidos.
- Sala de Prematuros.
- Sala de Referidos.
- Sala de Tópicos.

El requerimiento de oxígeno en el Hospital General María Auxiliadora podemos apreciar en el cuadro V.1

## 2.0 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El suministro de este gas medicinal (Oxígeno) en un hospital, debe ser rápido y fácil de poderse suministrar al paciente en el ambiente e instante solicitado, por ello, para la distribución de oxígeno a los diferentes ambientes del hospital, se instalará una central de abastecimiento y un sistema de distribución de tuberías.

### 2.1 CENTRAL DE ABASTECIMIENTO

La selección del tipo de central de abastecimiento depende de la magnitud del consumo y de las facilidades del suministro en la localidad por parte de los proveedores.

Para hospitales de hasta 150 camas se recomienda instalar centrales a base de cilindros de gas de oxígeno y para hospitales mayores de 150 camas, con-

siderando que el abastecimiento del oxígeno líquido sea posible en la localidad por parte de los proveedores, como primera alternativa se recomienda instalar centrales a base de tanque con oxígeno líquido.

Cuando la central es a base de tanque con oxígeno líquido, se recomienda instalar una reserva de emergencia base de una bancada de cilindros, cuya capacidad sea por lo menos, igual la del consumo de un día.

Para el abastecimiento de oxígeno del Hospital General María Auxiliadora se instalará una central de oxígeno líquido y como reserva de emergencia consistente en una bancada de cilindros.

## 2.2 SISTEMA DE DISTRIBUCION DE TUBERIAS

La distribución de este gas medicinal, se realiza a la presión de 413 682 Pa (60 psig), para el transporte, desde la central de abastecimiento hasta los lugares de distribución y utilización, se emplearán las siguientes líneas de tuberías:

- Línea de Tubería Principal.- Es la tubería que conduce la totalidad del caudal de oxígeno.
- Línea de Tubería Secundaria.- Son las que toman el oxígeno de la tubería principal, ramificándose por las áreas de trabajo, y de las cuales salen las tuberías de servicio.
- Líneas de Tubería de Servicio.- Son las que alimentan a los equipos y/o pacientes.

### 3.0 DIMENSIONAMIENTO DE LA CENTRAL DE ABASTECIMIENTO DE OXIGENO Y SISTEMA DE TUBERIAS DE DISTRIBUCION

#### 3.1 CENTRAL DE ABASTECIMIENTO

Para el dimensionamiento de la central se ha tomado las siguientes consideraciones:

- Consumo Promedio:  $6 \text{ m}^3 / 10 \text{ camas} \times \text{día}$
- Número de Camas: 400 camas
- Frecuencia de Llenado del Tanque: Cada 15 días

Cálculo:

$$\begin{array}{r}
 \begin{array}{c} 6 \text{ m}^3 \\ \hline 10 \text{ camas} \times \text{día} \end{array} \times 400 \text{ camas} \times \begin{array}{c} 15 \text{ días} \\ \hline \text{mes} \end{array} \\
 3 \cdot 600 \text{ m}^3 \langle \rangle 127 \cdot 133 \text{ pie}^3 \text{ de oxígeno}
 \end{array}$$

Según la información técnica de LIQUID CARBONIC DEL PERU S.A. seleccionamos el tanque de almacenamiento cuyas características corresponden al modelo 1500.

Las características de este modelo son:

Diámetro	66 pulg Ø
Longitud	180 pulg
Capacidad	1 629,5 Gl
Capacidad Neta	1 458,5 Gl
Capacidad de Gas	167 862 pie <sup>3</sup>

La reserva de emergencia estará conformada por una bancada de cilindros, cuya capacidad será a la del consumo de un día.

Entonces:

$$\frac{3 \text{ m}}{10 \text{ camas} \times \text{día}} \times 400 \text{ camas} = \frac{240 \text{ m}}{\text{día}}$$

Las capacidades de los cilindros de oxígeno, que se pueden encontrar en el mercado son de: 6, 7, 8, 9 10 m ; a presiones de 150 a 200 ATM

Considerando el uso de cilindros standard de 8 m<sup>3</sup> entonces la bancada estará conformada por:

$$\# \text{ CILINDROS} = \frac{240 \text{ m}^3}{8 \text{ m}^3} = 30$$

### 3.2 SISTEMA DE TUBERIAS DE DISTRIBUCION

Para el cálculo del dimensionamiento de tuberías, primeramente realizamos un predimensionamiento, según el apéndice V.1 confeccionada por el Instituto Mexicano del Seguro Social (NORMAS DE INGENIERIA DE DISEÑO)

Luego de realizar el pre-dimensionamiento, verificamos que la velocidad del oxígeno, esté en el rango de 3 a 10 m/s y primordialmente que la presión en el punto más lejano respecto a la central de abastecimiento sea como mínimo 344 735 Pa (50 psig).

EJEMPLO DE CALCULO:

La caída de presión puede calcularse en forma aproximada, según la fórmula planteada por la información "AGA AKTIEBOLAG LIBINGO 1 SUECIA - CENTRALES DE GAS PARA HOSPITALES"

$$\frac{\Delta P}{L} = \frac{1,852}{45 \frac{Q^3}{d^5 (P+1)}}$$

Donde:

d = Diámetro interior en mm.

L = Longitud de tubería total en m.

Q = Caudal del gas en m<sup>3</sup>/h.

$\Delta P$  = Caída de presión en Atm.

P = Presión inicial en Atm.

**Consideraciones:**

P = 60 psig = 4,082 Atm

d = 18,923 mm (3/4"Ø)

Q = 674,5 N (LPM) = 40,47 N (m<sup>3</sup>/h)

- Cálculo de la longitud total de tubería L (m)

$$L = L_{\text{tub}} + L_{\text{equiv x acc}}$$

$$L_{\text{tub}} = 25,85 \text{ m}$$

Pérdida por **accesorios**: Ver apéndice II.1 referencia: ARROYO CARNICER

ACCESORIO	CANTIDAD	LONG. EQUIV(m)	LONG. TOTAL(m)
TEE 3/4"	1	1,55	1,55
Codo 3/4"	6	0,2	1,20
UNION SIMPLE 3/4"	2	0,2	0,40
			-----
			3,15

$$\gamma_{\text{oxígeno}} = 1,103$$

$$L_{\text{equiv x acc}} = 3,15 \times 1,103 = 3,47 \text{ m}$$

$$L = 25,85 + 3,47$$

$$L = 29,32 \text{ m}$$

- Cálculo de la caída de presión  $\frac{\Delta P}{L}$  (Pa/m)

$$\frac{\Delta P}{L} = \frac{45 \times (40,47)^{1,852}}{(18,923)^5 \times (4,082 + 1)}$$

$$\frac{\Delta P}{L} = 3,46 \times 10^{-3} \frac{\text{ATM}}{\text{m}} = 350,58 \frac{\text{Pa}}{\text{m}}$$

$$\Delta P = L \times \Delta P/L = 29,32 \times 350,58 = 10\,279,00 \text{ Pa}$$

NOTA.- Ver resumen de cálculos en los:

Cuadros Ng V.2, V.3, V.4, V.5 y

Diagramas Ng V.1, V.2, V.3, V.4

- Cálculo del caudal a condiciones de trabajo  $Q_2$  (m<sup>3</sup>/h)

$$Q_2 = P_1 \sqrt{\frac{Q_1}{P_2}}$$

Donde:

$$P_1 = 101\,353 \text{ Pa (14,7 psia)} \quad \text{Presión ambiental}$$

$$P_2 = 515\,038 \text{ Pa (74,7 psia)} \quad \text{Presión de trabajo}$$

$$Q_1 = 40,47 \text{ N (m}^3\text{/h)} \quad \text{(Caudal de oxígeno a condiciones normales)}$$

$$Q_2 = \frac{101\,353 \text{ Pa}}{515\,038 \text{ Pa}} \times 40,47 \text{ m}^3\text{/h}$$

$$Q_2 = 7,96 \text{ m}^3\text{/h}$$

- Cálculo de la velocidad  $V$ (m/h)

$$V = \frac{4 Q_2}{d^2}$$

Donde:

$$Q_2 = 7,96 \text{ m}^3\text{/h (Caudal de oxígeno a condiciones de trabajo)}$$

$$d = 0,0189 \text{ m (Diámetro interior)}$$

Reemplazando:

$$V = \frac{4 \times 7,96 \text{ m}^3/\text{h}}{n \times (0,0189 \text{ m})^2}$$

$$V = 28\,372,63 \text{ m}^3/\text{h} = 7,88 \text{ m}^3/\text{s} < 10 \text{ m}^3/\text{s}$$

## VI

### ESPECIFICACIONES TECNICAS

#### 1.0 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE EQUIPOS, MATERIALES Y ACCESORIOS PARA LAS INSTALACIONES DE VAPOR Y RETORNO DE CONDENSADO

##### 1.1 CALDERO

Caldero totalmente equipado, listo para entrar en funcionamiento una vez instalado en un lugar determinado.

- a) Tipo horizontal, pirotubular de 3 ó 4 pases de gases, para una potencia mínima de 125 BHP y una producción por lo menos de 1 782 kg/h de vapor saturado a 8,4 kg/cm<sup>2</sup> (120 psig), con el empleo de Petróleo Bunker No 6 con quemador de tiro forzado.
- b) La superficie de calefacción deberá ser lo suficientemente amplia para garantizar una eficiencia mayor de 80%.
- c) Deberá ser construido para una presión normal de trabajo, de 120 psig, debiendo ser la presión mínima de diseño de 150 psig y durante su

- construcción deberá ser sometido a la presión Hidrostática de prueba certificada de 225 psig
- d) Las características del suministro eléctrico del lugar, 220V/60 Hz - 3 Ø.
- e) Las superficies del hogar y de desvío de los gases incandescentes cuyo lado opuesto no esté en contacto con el agua, deberán ser protegidos con material refractorio de alta calidad y toda la superficie exterior deberá quedar recubierta por lo menos con 5 cm. de lana de vidrio aislante distribuido con 2 ó más capas. Sobre lana de vidrio deberá llevar un casco protector de plancha de acero galvanizado de un grosor mínimo de 1,5 mm. con tratamiento anticorrosivo en ambas superficies (interior y exterior) adecuado a la temperatura de trabajo en aquellos casos de daño de la película galvanizada y acabado con silicón gris similar a "Aurora" No 1657.
- f) Deberá tener a ambos extremos puertas de acero con bisagras de pasadores y tornillos de acero inoxidable con sello de empaquetadura de asbesto de fibra bien trensada de alta resistencia mecánica y térmica. Estas puertas en la parte que no tienen contacto con accesorios deberán llevar también el aislamiento y casco protector especificado en el párrafo anterior. La puerta del lado del quemador deberá incluir mirilla para permitir apreciar la calidad de la llama. El

casco además deberá tener entradas suficientemente amplias para permitir inspección general de los tubos y la limpieza de los mismos.

g) Todo el conjunto de caldero y accesorios incluyendo el equipo auxiliar del mismo, deberá apoyar sobre una base rectangular de perfiles estructurales entrelazados con soldadura. Esta base deberá ser suficientemente rígida para el peso de la unidad y no deberá tener un ancho mayor al diámetro del caldero. Se deberá tener en cuenta además que los calderos deberán ingresar por puertas de un edificio ya construido cuyo ancho y altura es de 2,50 m.

h) El diseño, los materiales que intervengan en la construcción y la forma de construcción de estos calderos deberán corresponder a las normas y códigos de:

- American Soc. Of. Mechanical Engineers (ASME)
- American Soc. For Testing Materiales (ASME)

El proveedor o fabricante o su distribuidor deberá incluir una constancia escrita de cumplir con estas normas o códigos, indicando entre otros la calidad del acero de las placas, los tubos, el sistema de soldado, las pruebas de rayos X, el tratamiento térmico y otras pruebas.

Esta constancia escrita o certificación deberá ser de ITINTEC, UNI u otra firma especializada.

Asimismo la entrega del caldero se hará con el respectivo Certificado de Inspección de Fabricación otorgados por las entidades mencionadas.

#### EQUIPOS Y ACCESORIOS INCORPORADOS AL CALDERO

Cada caldero deberá ser suministrado con los siguientes equipos:

- a) **Electrobomba** de alimentación de agua tipo turbina de múltiple etapa para velocidad no mayor a 1 800 r.p.m. y con acoplamiento directo y flexible, separable entre la bomba y el motor montados sobre rodajes con sellos adecuados a la presión de trabajo.

**Motor para 220 V, 60 c, 3 fases.**

Deberá incluir además válvula de compuerta, válvula de retención, manómetro indicador de presión de descarga con dial no menor de 10 cm. de diámetro, filtro en el lado de succión e inyector de agua a vapor.

- b) **Control automático de nivel de agua** para accionar la electrobomba entre límites preestablecidos de la cantidad de agua dentro del caldero. Deberá incluir un control básico de columna de agua, válvulas de control de nivel de agua, purga e interruptores de mercurio.

Se deberá incluir controles de emergencia para niveles de agua más bajos que el interiormente fijado, uno para alarma y el más bajo

para detener el funcionamiento total del caldero.

- c) Control automático de presión de vapor para modulación plena del quemador es decir de regulación automática para llama de alta y baja mediante motor modular.

Además debe poseer un dispositivo de seguridad y otra contra falla de llama tipo Fotocelda

- d) Nivel de vidrio de alta resistencia mecánica y a los cambios de temperatura, dentro de funda de acero. Deberá incluir válvulas tipo aguja o de ángulo para conexión y verificación de nivel purgado respectivo. El centro del nivel deberá quedar en la zona de regulación del nivel del control automático.

- e) Manómetro indicador de presión con dial no menor a 15 cm. de diámetro graduado en kg/cm y Lb/PULG con sifón, válvula y conexión a su lado para habilitar manómetro testigo.

- f) Válvula o válvulas de seguridad respectivas de construcción normalizada para este tipo de uso, deberá cumplir con las especificaciones ASME., debiendo acondicionar el desfogue hacia el exterior de la casa de fuerza.

- g) Conjunto de válvulas a la salida de vapor del caldero, consistente en una de tipo globo y una válvula de retención o del tipo combinado del

globo y retención. Los elementos internos de este conjunto deberán ser de acero inoxidable y la marca de reconocido prestigio internacional.

h) Conjunto de válvulas de purga de fondo del caldero con una válvula especial de apertura rápida y otra para apertura lenta, ambas de semiacero con elementos internos de acero inoxidable, de asiento recambiable o rectificable. Estas válvulas deberán ser de marca de reconocido prestigio internacional, e instalados en la parte interior y posterior del caldero.

i) Equipo completo de purga continua regulable manualmente.

j) Quemador de tipo forzado especial para petróleo pesado tipo Bunker Nº 6 con precalentador eléctrico y a vapor incorporados. Este quemador deberá ser giratorio con todo su conjunto de accesorios de tal manera de permitir la limpieza de los elementos de pulverización, así como, la inspección de la cámara de combustión, deberá incluir ventilador de aire primario con sistema de atomización y ventilador de aire secundario.

El sistema de arranque del quemador deberá ser en llama baja a base de un piloto a petróleo Diesel Nº 2 y simultáneamente precalentamiento del petróleo pesado mediante resistencia

eléctrica y cambio automático a llama alta con petróleo pesado cuando éste último llega temperatura adecuada de trabajo, modulándose posteriormente de acuerdo a la demanda de vapor. Asimismo el precalentamiento del petróleo se deberá cambiar automáticamente de eléctrico a vapor cuando se disponga de suficiente presión de vapor dentro del caldero.

El quemador deberá incluir bomba para petróleo Diesel; control de cantidad de aire; motor modulante que trabajará comandado por el control automático de presión, calentador eléctrico y a vapor, válvulas magnéticas, bomba de petróleo pesado con sistema de regulador de proporción de combustible y filtro de combustible, transformador de ignición, interruptores de arranque y de cierre del quemador.

- k) El gabinete o caja de controles deberá ser constituido de plancha de acero de 1,5 mm. con tratamiento anticorrosivo y acabado similar al del caldero, conexiones visibles mediante tubería y fierro galvanizado pesado, conectores de enchufe y regleta de conexiones.

Deberá contener básicamente un programador con motor auxiliar que actúe sobre un conjunto de levas que termine la secuencia de funcionamiento del caldero y sistemas complementarios de seguridad por falla de encendido de la llama

piloto y/o de la llama principal, así como, por falta o exceso de agua o exceso de presión de vapor.

Este programador deberá accionar los arran-  
cadores o contactores que pongan en marcha  
detengan los motores.

El tablero incluirá conjunto de luces que  
indiquen el funcionamiento normal y conjunto de  
fusibles de protección a los motores.

El programador alternativamente podrá ser  
electrónico mediante transistores, temporiza-  
dores, rectificadores, etc.

- l) El caldero deberá estar provisto de placas de  
datos de fabricación según normas, indicándose  
en todo caso dimensiones pero en vacío y con  
agua, cantidad, diámetro y grosor de tubos,  
grosor de la placa principal y superficie de  
calefacción y consumo de petróleo, año de fa-  
bricación, etc.
- m) Como accesorios complementario se deberá poner  
los siguientes termómetros y horímetro:
  - Termómetro para medir temperatura de salida  
de vapor.
  - Termómetro para medir temperatura de los  
gases de salida de cada caldero (a ser insta-  
lados por el proveedor de los calderos en los  
ramales de chimenea correspondiente a cada

caldero).

- Termómetro para medir la temperatura de entrada de agua al caldero.
- Termómetro para medir la temperatura de llegada del petróleo de inyección.
- Horímetro para llevar un mantenimiento preventivo del caldero.

n) Cada caldero deberá ser suministrado con un conjunto completo de equipo de agregados químicos para calderos, que incluya bomba dosificadora.

Asimismo se deberá describir en forma detallada las características de los equipos dosificadores que proponen para sus respectivos calderos.

o) Cada caldero deberá llevar las conexiones que se necesitan para la operación:

- El suministro de agua, al suministro y retorno de combustible y a la corriente eléctrica.
- A las líneas de vapor con la protección de fibra de vidrio correspondiente para cada caso.
- A la chimenea de tiro para el desfogue de los gases.

p) El proveedor deberá proveer los manuales de operación y mantenimiento, acreditando asimismo que el servicio será permanente.

## 1.2 TANQUES DE CONDENSADO DE VAPOR

Deberán ser de forma cilíndrica para trabajo horizontal, de construcción normalizadas para recipientes a baja presión, con planchas de acero especial para calderos a vapor de 3/16" de grosor, de primer uso, con empalmes soldados eléctricamente.

Dimensiones: 64" de largo por 38" de diámetro

Deberán llevar en la generatriz superior y al centro un hueco para limpieza con tapa (entrada de mano), otro a un extremo junto al control de nivel, además las siguientes conexiones:

- Copla bridada de 3" para ventilación al costado de la entrada de mano, otra roscada de 1" a 0,20 m. de la anterior.
- Copla bridada de 2"  $\phi$ , otra análoga de 3"  $\phi$  y una roscada de 3/4  $\phi$  para entrada del condensado de vapor, con una separación de 0,25 m. entre ejes de una a otra, en la misma generatriz antes indicada y al lado opuesto de la copla para ventilación.
- Copla bridada de 3"  $\phi$  en la generatriz diametralmente opuesta a la anterior, cerca del extremo y del lado correspondiente a la copla de ventilación, para salida o descarga a los calderos.
- Copla roscada de 1"  $\phi$  para entrada de agua blanda en la tapa más cercana a la copla de ventilación y a 0,70 m. por encima del fondo.
- Copla roscada de 1 1/2  $\phi$  para rebose a 0,80 m. del

- fondo al lado opuesto de la entrada.
- Copla roscada de 1"  $\phi$  para interconexión de los dos tanques a 0,70 m. del fondo, debajo de la de rebalse.
  - Copla roscada de 1 1/4"  $\phi$  en el fondo y al centro, con válvula para drenaje.
  - Debe incluir control de nivel automático mediante boya.
  - Deberá de llevar tubo de nivel de vidrio especial tipo pirex de alta resistencia a los cambios de temperatura y a eventuales esfuerzos mecánicos de desconexión y reinstalación por limpieza.
  - El acabado de los tanques deberá hacerse previa limpieza interior y exterior mediante arenado, sopleteado, y desengrasado con adecuadas sustancias químicas.
  - Interiormente se les deberá aplicar una capa de pintura anticorrosiva base resistente a Ácido y Alcalis con disolvente xilol (similar a "Aurora" No 1211), luego una capa de pintura a base de caucho clorinado y pigmentos resistentes a ácidos y álcalis (similar a "Aurora" No 1642).
  - Exteriormente se le deberá aplicar 2 capas de pintura anticorrosiva a base de cromato de zinc (similar a "Aurora" No 1639).
  - Deberán quedar forrados con 40 mm. de aislamiento de lana de vidrio y una chaqueta de acero galvanizado de 1/32" de grosor, costuras engrapada y con

soldadura de fusión plomo - estaño. Acabado con silicón gris a "Aurora" Ng 1657.

### 1.3 EQUIPO DE TRATAMIENTO DE AGUA

El equipo de tratamiento de agua estará conformado por dos ablandadores, dos filtros y un tanque de salmuera.

a) Ablandadores. - Cuyas dimensiones serán de 42"  $\phi$  x 72" para trabajar con un flujo de 100 GPM.

Será construido de plancha de acero ASTM 242, con tapas bombeadas y pestañadas según código ASME.

El cilindro será fabricado de plancha de 5/16" de espesor y las tapas de plancha de 3/8" de espesor.

Deberá certificar prueba hidrostática la cual serán debidamente certificadas según las normas de ITINTEC.

Deberá tener dos entradas debidamente embridadas para su carga, descarga y mantenimiento respectivo.

El acabado deberá tener un arenado comercial interior y exterior, y protección anticorrosiva interior de resina Epóxi Bituminosa y protección exterior con dos capas de pintura anticorrosiva y acabado con dos capas con esmalte.

Los soportes y planchas de apoyo del

equipo deben de ser de plancha estructural de 15" de longitud y terminados en asiento de disco.

El árbol de tuberías deberá ser de Fe galvanizado, standard y estará conformado por: una válvula multiport, válvulas de compuerta, manómetro y un medidor de flujo.

La presión de trabajo será entre 30 y 40 Psig, presión de diseño de 100 Psig y la presión de prueba de 125 Psig.

b) Filtros. - Cuyas dimensiones serán de 68"  $\phi$  x 47" para trabajar con un flujo de 100 GPM.

Construcción, requisitos, acabados similares al descrito en el inciso precedente.

El árbol de tuberías deberá ser de Fe galvanizado, standard y estará conformado por una válvula multiport, válvulas de compuertas y manómetros.

c) Tanque de Salmuera. - Cuyas dimensiones serán de 48"  $\emptyset$  x 48".

Será construido de plancha de acero ASTM 242 con tapa plana y pestañada según código ASME.

El cilindro será fabricado de plancha de 3/16" de espesor y la tapa de plancha de 1/4" de espesor, con el fin de proteger el tanque de la acción corrosiva de la salmuera, este deberá ser revestido interiormente con fibra de vidrio.

#### 1.4 SISTEMAS DE BOMBEO DEL CONDENSADO PROVENIENTE DE LA ZONA DE COCINA Y LAVANDERIA

Para el **retorno de condensado de la cocina y lavandería** se instalará un sistema de bombeo de condensado dual; compuesto de un tanque **reservorio** cuya capacidad sea de 90 galones, dimensiones aproximadas a 0,60 m  $\phi$  x 1,20 m., construido en plancha de acero ASTM. 242, **rolada y soldada con cabezas bombeadas y pestañas** según normas ASME. Protección interna con **pintura EPOXI - BITUMINOSO**, **exteriormente dos manos de anticorrosivo.**

El **tanque reservorio irá acompañado de dos electrobombas para condensado**, el cual serán operados por interruptores de **flotador y estarán provistos** de alternador y protección térmica de fases.

#### ELECTROBOMBAS

Comprenderá de una bomba especial para condensado, **capaz de bombear 0,3 l/s**, **contra** una altura manométrica de 5m.

Deberá ser de una sola etapa, carcasa de **fierro fundido**, impulsor de bronce, eje de acero inoxidable **montado** sobre dos cojinetes de bolas de **lubricación por grasa.**

El motor eléctrico será monofásico de 220V 60cc y deberán ser diseñadas para trabajar a **90°C.**

#### 1.5 TANQUE RECUPERADOR DE VAPOR

Consistente en un depósito para trabajar a **presión**, en el cual se aprovecha la diferencia de la **presión** de vapor de 120 Psig, cuyo **condensado** de

vapor está aproximadamente a esa misma presión y se evapora parcialmente al bajar la presión a 10 Psig.

Este tanque deberá ser construido a partir de una tubería de acero sin costura de 8" de diámetro, Schedule 40, de peso normalizado según designación ANSI - B 36.1 y deberá corresponder a las especificaciones ASTM - A53.

El tanque será tal como indica en el plano IM-04.

### 1.6 TANQUE DE PURGA

Compuesto de un tanque reservorio cuya capacidad es de 240 Gl., dimensiones 39"  $\phi$  x 47" construido de plancha de acero ASTM 242, rolada y soldada según normas ASME. Protección interna con pintura EPOXI-BITUMINOSA, exteriormente dos manos de anticorrosivo.

El tanque será tal como indica en el plano IM-01.

### 1.7 ALIMENTACION DE AGUA A CALDEROS

La alimentación de agua a calderos se hará a partir de un cabecero, el cual deberá ser construido a partir de una tubería de fierro galvanizado de 4" de diámetro, asimismo deberá tener 5 coplas, dos de éstas de 3"  $\phi$  hacia arriba para recibir la llegada de agua proveniente de los tanques de condensado y las otras tres de 2 1/2"  $\phi$  hacia abajo para la alimentación de las electrobombas.

A la salida del cabecero cada una de estas deberá llevar una válvula de compuerta de 3"  $\phi$  y 2 1/2"  $\phi$  respectivamente.

### 1.8 CABECERO DE VAPOR

El cabecero deberá ser construido a partir de una tubería de acero sin costura de 8" de diámetro, Schedule 40, de peso normalizado según designación ANSI - B 36.1, y deberá corresponder a las especificaciones ASTM -A53.

Los extremos deberán llevar bridas con cuello para soldar y bridas ciegas de acero forjado clase 150, según especificaciones ANSI-B 16.5

### 1.9 ESTACIONES REDUCTORAS DE PRESION

Las estaciones reductoras de presión, fundamentalmente estarán conformadas por dos válvulas reductoras de presión y asimismo deberán instalarse para las siguientes presiones

- De 100 a 50 psig para la troncal de 50 psig.
- De 120 a 10 psig para la troncal de 10 psig.
- De 50 a 10 psig para la troncal de 10 psig.

### 1.10 VALVULAS REDUCTORAS DE PRESION

El cuerpo de las válvulas reductoras de presión deberán ser de semiacero, de operación a diafragma, de bronce fosforado y resorte, accionado por una válvula piloto. El sistema de regulación de presión deberá ser mediante resorte y tornillo. Los elementos internos deberán ser de acero inoxidable y para las siguientes capacidades mínimas:

- Cada una de las válvulas reductoras de presión de 100 a 50 psig: 7 350 lb/h.
- Cada una de las válvulas reductorea de presión

de 120 a 10 psig: 2 200 Lb/h.

- Cada una de las válvulas reductoras de presión de 50 a 10 psig: 3 500 Lb/h y 350 Lb/h.

(Usar sarco 25 P).

### 1.11 VALVULAS REGULADORAS DE TEMPERATURA

En las válvulas reguladoras de temperatura, el tipo de control deberá ser termostática, de expansión líquida que actúa directamente sobre la válvula piloto y esta a su vez sobre el diafragma.

El bulbo del termostato deberá ser de bronce, previsto de funda de acero inoxidable, asimismo deberá tener como mínimo 8' de tubo capilar que deberá ser de bronce, armado con espiral flexible de bronce.

El cuerpo de las válvulas reguladoras de temperatura deberán ser de bronce o semiacero para una presión mínima de 150 psig.

(Usar Sarco 25T)

### 1.12 VALVULAS DE COMPUERTAS BRIDADAS

El cuerpo de las válvulas de compuerta embridadas deberán ser de fierro fundido, desarmables, con vástago saliente y bonete con tuerca.

Estas válvulas de compuerta deberán ser diseñadas para presiones de trabajo de 125 psig de vapor saturado. Se usarán en instalaciones de tubería mayores de 2 1/2" de diámetro, excepto en las líneas salientes del cabecero y estaciones reductoras, en las cuales todas deberán ser bridadas.

(Estas Válvulas serán marca CRANE o SIMILAR).

#### 1.13 VALVULAS DE COMPUERTA ROSCADAS

El cuerpo de las válvulas de compuertas **roscadas** deberán ser de bronce, con terminales roscados y con vástago ascendente.

Estas válvulas de compuerta deberán ser diseñadas para **presiones de trabajo de 125** psig de vapor saturado. Se usarán en instalaciones de tubería de 2 1/2" y diámetros menores.

(Estas válvulas serán marca CRANE o SIMILAR).

#### 1.14 VALVULAS DE GLOBOS ROSCADAS

El cuerpo de las válvulas de **globos roscadas** deberán ser de bronce con terminales roscadas, unión **de bonete**, vástago ascendente, **disco tipo tapón y asiento** recambiable de acero inoxidable endurecido para la presión de trabajo de 150 psig de vapor saturado.

(Estas válvulas serán marca CRANE o SIMILAR).

#### 1.15 VALVULAS DE RETENCION

El cuerpo de las válvulas de retención deberán de ser de bronce, tipo Charnela.

Estas válvulas de retención deberán ser diseñadas para **presiones de trabajo de 125** psig de vapor saturado.

#### 1.16 VALVULAS DE SEGURIDAD

El cuerpo de las válvulas de seguridad deberán ser de **bronce, con ajuste de presión a resorte,**

provista de palanca para prueba.

La capacidad de cada una de las válvulas de seguridad deberán ser igual a 100% de la capacidad de la válvula reductora de presión respectiva.

(Estas válvulas serán marca CRANE, KUNKLE o SIMILAR).

#### 1.17 MANOMETROS

Los manómetros deberán ser con mecanismo interno de tubo Bourdon de bronce fosforado, con dial de 10 a 15 cm. de diámetro calibrado en psig. Tendrán un rango máximo de 20 Psig para la línea de vapor de 10 psig, de 100 psig para la línea de vapor de 50 psig y 150 psig para a línea de vapor de 120 psig.

#### 1.18 TRAMPAS DE VAPOR

Se podrán emplear los siguientes tipos de trampa de vapor:

a) Trampa de disco.- Llamada también **termodinámica**; esta consiste fundamentalmente en un cuerpo que lleva dos asientos concéntricos en forma de anillo. El asiento interior unido al ingresos de vapor y al asiento exterior unido la descarq. Sobre dichos asientos rectificadas apoya un disco igualmente rectificado y finalmente una tapa que encierra herméticamente al conjunto de asientos y disco.

Estas trampas se deberán usar en las líneas de condensado procedentes de los equipos que trabajan con 50 y 120 psig.

b) Trampa de **flotador y termostática**.- Consistente

de un elemento termostático de presión equilibrada y de un flotador conectado a una palanca de manivela que actúa sobre una válvula.

Estas trampas se deberán usar en las líneas de condensado procedentes de las marmitas y otros equipos que trabajen con presiones de 5 psig menos.

#### 1.19 FILTROS PARA VAPOR

Los filtros deberán ser del tipo Y, de semiacero, con canastillas de metal de acero inoxidable. Deberán estar provisto para conexión de tuberías de purga.

#### 1.20 VISORES

El cuerpo de los visores deberán ser de bronce con mirilla de luna para observación del flujo de condensado.

#### 1.21 ELIMINADORES DE AIRE

Los eliminadores de aire deberán ser del tipo termostático de presión equilibrada, fuelle termostático de bronce fosforado, asiento y orificio de acero inoxidable.

#### 1.22 JUNTAS DE EXPANSION

Deberán tener las partes deslizantes de acero sin costura maquinada, cromadas sobre base de níquel, con tope limitador de máxima y mínima carrera. La caja de prensaestopa deberá ser profunda y cuyas empaquetaduras sean especiales para 150 psig y una

temperatura de 400 oF deberán tener conducto para **introducción** de lubricante al sistema de su **sujeción** de empaquetadura el cual además deberá ser fácilmente desarmable para su inspección.

### 1.23 GUIAS DE ALINEAMIENTO

Las juntas de expansión deberán estar precedidas y seguidas de guías de alineamientos las cuales solo deberán permitir el movimiento unidireccional.

### 1.24 TUBERIAS

Todas las tuberías que se usan para el vapor deberán ser SCHEDULE 40 sin **costura**, cuyo peso standard deberá corresponder a la designación ANSI 36.1 y especificaciones ASTM - A53. (Para tuberías **menores de 2"  $\phi$**  se usará ASTM - A120).

### 1.25 ACCESORIOS

a) **Bridas.** - Serán de acero forjado clase 150 Lb. Tipo con cuello según especificaciones ANSI B 16.5, se emplearán para juntas de tubería y válvulas mayores de 2 1/2" **de diámetro**.

b) **Conexiones para Soldar.** - Los codos de 90 o y 45o, TEES, reducciones concéntricas y excéntricas, etc.

    Serán de acero para soldar, SCHEDULE 40 o standard, según especificaciones ANSI - B 16.9 y ASTM A235. Serán empleados en tuberías **mayores de 2 1/2" de diámetro**.

c) **Conexiones para Roscar.** - Los codos de 90 o y 45 o, TEES, uniones simples, reducciones concéntri-

cas y excéntricas, etc. Serán de fierro maleable roscado con extremos reforzados para presión de trabajo de 150 psig vapor saturado.

Deberán conformar los standards americanos ANSI - B 16.3 y ASTM 197. Serán empleados en tuberías de 2 1/2" y diámetros menores.

d) **Uniones Universales.**- Serán de fierro maleable para presión de trabajo de 150 psig. Vapor saturado, con rosca hembra y asiento cónico de bronce.

Deberán conformar los Standars Americanos ANSI - B 16.3 y ASTM 197.

e) **Las Roscas.**- Tanto de las tuberías, válvulas como accesorios serán Standars Americanos de acuerdo a especificaciones ANSI - B 2.1.

f) **Coplas.**- Serán reforzadas, reborde, para presión de trabajo de 150 psig, (utilidad para las uniones de tubo a tubo).

## 1.26 ANCLAJES

Se deberá emplear anclajes fijos o deslizantes en los lugares indicados en el plano.

Los anclajes deslizantes deberá permitir el deslizamiento de la tubería en el sentido que no lleva junta de expansión.

## 1.27 COLGADORES

Para las tuberías colgadas o suspendidas de los techos serán del tipo "CLEVIS" ajustables, similares a la figura No 239 - F del catálogo No 53 de CRANE.

la figura Ng 239 - F del catálogo Ng 53 de CRANE. Soportados por varillas roscadas y tuercas por medio de los cuales se efectúa la nivelación de las tuberías. Los diámetros de las varillas serán como sigue:

TUBERIAS HASTA 2"  $\phi$  2 1/2"  $\phi$  A 3 1/2"  $\phi$  4"  $\phi$   
 VARILLAS HASTA 3/8"  $\phi$  1/2"  $\phi$  5/8"  $\phi$

Para colgadores de varillas triples, cuádruple, quintuple se colocará ángulo de 1 1/2" x 1/4" sostenido por dos insertos en el techo.

La distancia máxima entre colgadores para diferentes diámetros de tubería será como sigue:

DIAMETRO: 1"  $\phi$  1 1/2"  $\phi$  2"  $\phi$  2 1/2"  $\phi$  3"  $\phi$   
 DISTANCIA: 2.2m 2.8m 3.3m 3.5m 4.0m

## 1.28 AISLAMIENTO

Todas las tuberías de vapor y retorno de condensado serán aislados adecuadamente. Se emplearán aislamiento de fibra de vidrio para temperaturas mayores de 360 oF, y menores de 450 oF, preformado en forma de media caña, cubierta con forro de tocullo y asegurados con flejes de metal.

Para uniones y codos se emplearán el mismo aislamiento o cemento aislante, que será aplicado en espesores en 1" y cubierto con forro de tocullo.

## 2.0 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE EQUIPOS, MATERIALES Y ACCESORIOS PARA LA INSTALACION DE PETROLEO

## 2.1 TANQUE DE ALMACENAMIENTO PARA PETROLEO DIESEL N<sup>o</sup> 2

Cantidad: 02 tanques

Capacidad: 1 000 Gl. aprox.

Dimensiones: 1,50 m  $\phi$  x 2,40 m

Construcción: serán construidos con planchas de fierro negro de 1/4" de espesor, soldados eléctricamente a tope interior y exteriormente previo biselamiento de los cantos de las planchas. Estarán provistos con huecos para la entrada de hombre, con bridas a la cual irá empernadas con tapa de plancha del mismo material y de 5/16" de espesor.

Todas las coplas serán extrapesadas y soldadas eléctricamente al tanque sobre una misma generatriz, la cual no deberá coincidir con las costuras de la soldadura.

La conexión de medición se prolongará a través del techo por medio de un niple de 3"  $\phi$  con tapón roscado tipo sombrero y con cadena anclada.

La conexión de succión llevará copla extrapesada con bridas, para facilitar la revisión de la canastilla y colador.

Junto con el tanque se suministrará una regla graduada en galones, de platina de 1/8" de espesor, graduada de tal forma que introduciendola dentro del tanque se pueda leer directamente la cantidad de galones existente en el tanque.

El acabado exterior se pintará con dos capas de

pintura anticorrosiva y sobre esas dos capas se pintará a la piroxilina.

## 2.2 TANQUE DE ALMACENAMIENTO PARA PETROLEO BUNKER N<sup>o</sup> 6

Cantidad: 02

Capacidad: 7 000 G1

Dimensiones: 2,4 m  $\phi$  x 6,0 m

Construcción: serán construidos con plancha de fierro negro de 1/4" de espesor, soldadas eléctricamente a tope interior y exteriormente previo biselamiento de los cantos de las planchas.

Las características y aditamento, requisito y condiciones serán similares a la de los tanques de almacenamiento para petróleo Diesel N<sup>o</sup> 2, descritos en el inciso precedente. Además con hueco especial previsto de bridas y de tapa empernada para la instalación de un calentador de succión.

## 2.3 TANQUE DE SERVICIO DIARIO DE PETROLEO BUNKER N<sup>o</sup> 6 PARA CALDEROS

Cantidad: 01

Capacidad: 800 G1

Dimensiones: 1,6 m  $\phi$  x 1,5 m

Construcción: será construido con plancha de fierro negro de 1/4" de espesor y de acuerdo a las especificaciones de los tanques citados en los incisos precedentes, provisto de las conexiones que se muestran en el plano, inclusive tubo de vidrio de nivel indicador con llaves de cierre de purga y varillas protectoras, con sus soportes al piso para instala-

ción a 0,50 m del N.P.T. de la casa de fuerza.

Este tanque además irá forrado con 1" de espesor de lana de vidrio y malla protectora con cemento asbesto en polvo. Provisto de interruptor flotador para el arranque y parada de las electrobombas, modelo a prueba de flama especial para tanques de petróleo, la cubierta del switch de material fundido, sin posibilidad de escape de combustible dentro de dicho switch para ser instalado en el tanque mediante una brida.

#### 2.4 TANQUE DE SERVICIO DIARIO DE PETROLEO DIESEL No 2 PARA ARRANQUE DE CALDEROS

Cantidad: 01

Dimensiones: sección cuadrada de 0,6m x 0,6 m

altura: 0,75 m

Construcción: Será construido con una plancha de fierro negro de 3/16" de espesor y de acuerdo las especificaciones de los tanques citados en los incisos precedentes, con coplas soldadas extrapesadas para las conexiones de entrada, ventilación, rebose, purga, salida y retorno de quemador de caldero, conexión de entrada con flotador y cierre mecánico, además interruptor flotador de arranque y paradas similar al Item 3.

#### 2.5 TANQUE DE SERVICIO DIARIO PARA INCINERADOR DE BASURA

Cantidad: 01

Dimensiones: sección cuadrada de 0,6 m x 0,6 m

altura: 0,65 m

**Construcción:** Será construido con plancha de fierro negro de 3/16" de espesor y de acuerdo con las especificaciones del inciso anterior Item 4 con retorno del quemador del incinerador. La conexión de entrada llevará un interruptor flotador de cierre mecánico para interrumpir el flujo de entrada antes de que llegue al nivel del rebose. Provisto además de un interruptor flotador de arranque y parada similar al especificado en el Item 3.

## 2.6 TANQUE DE SERVICIO DIARIO DE PETROLEO DIESEL No PARA GRUPO ELECTROGENO

Cantidad: 01

Dimensiones: sección cuadrada de 0,6 m x 0,6 m

altura: 0,8 m

**Construcción:** será construido con plancha de fierro negro de 3/16" de espesor y de acuerdo con las especificaciones de los tanques citados en los incisos precedentes, provisto de las conexiones que se muestran en el plano, inclusive tubo de vidrio de nivel indicador con llave de cierre de purga y varillas protectoras, con sus soportes al piso para su instalación a 1,8 m del NPT de la casa de fuerza.

La conexión de entrada llevará un interruptor flotador de cierre mecánico para interrumpir el flujo de entrada antes de que llegue al nivel de rebose. Provisto además de un interruptor flotador

de arranque y parada similar al especificado en el Item 3.

## 2.7 ELECTROBOMBAS

Las bombas podrán ser rotativas o centrífugas, en éste último caso deberán tener impelente de bronce de diseño especial para petróleo No 2 y No 6 debiendo cumplir con los siguientes requisitos:

a) Para petróleo diesel No 2

- Caudal:  $8,33 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$  (50 LPM)
- Diámetro de admisión y descarga: 1"  $\phi$
- Altura: 29 m aprox.
- Potencia del motor: 665 W - 220 V - 60 Hz
- Accionamiento mediante relevador magnético desde el tanque diario.
- Protección termomagnética del motor.

b) Para petróleo residual No 6

- Caudal:  $8,33 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$  (50 LPM)
- Diámetro de admisión y descarga: 1 1/2"  $\phi$
- Altura: 26 m aprox.
- Potencia del motor: 679 W - 220 V - 60 Hz
- Accionamiento mediante relevador magnético desde el tanque diario.
- Protección termomagnética del motor.

## 2.8 TUBERIAS

Todas las tuberías de distribución deberán ser de fierro negro SHC-40, debiendo corresponder a las especificaciones ASTM A120.

## 2.9 ACCESORIOS

Se deberán usar los siguientes accesorios: Tees, codos, niples, uniones simples, uniones universales, reducciones; que serán de hierro maleable similares a lo especificado en accesorios para vapor.

## 2.10 VALVULAS DE CONTROL

Se usarán válvulas tipo compuerta, de globo, de retención, similares a lo especificado en válvulas para vapor.

## 3.0 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE EQUIPOS, MATERIALES Y ACCESORIOS PARA LA INSTALACION DE AIRE COMPRIMIDO

### 3.1 CENTRAL DE AIRE COMPRIMIDO

La central deberá constar de: tanque receptor de 1,2<sup>3</sup> m<sup>3</sup> construido de acuerdo a normas ASME, dos compresores accionadas por motores eléctricos montados sobre una base estructural, tablero de control automático.

La central deberá estar equipada con sistemas automáticos, válvulas de retención, válvulas de salida del tanque, indicadores de presión, interruptores de presión, válvula de seguridad, compresores centrífugos, filtros silenciadores de entrada, controles eléctricos automáticos, válvula reductora para trabajar de (100 - 60) psig, post enfriador, secador de aire, amortiguadores de vibración y otros.

Los compresores deberán ser de tipo llamado "sin

aceite" diseñado exclusivamente para instalaciones hospitalarias con una capacidad mínima a condiciones normales de 1,6 m<sup>3</sup>/min por compresor, a una presión de trabajo de 100 psig, motor trifásico de 15 CV aprox. 220 V, 60 Hz.

Los filtros o dispositivos equivalentes deberán tener la facultad de eliminar olores, vapores de aceite, sólidos, partículas microscópicas tales como el polvo, el hollín, el polen y otros materiales extraños que pudieran ser portadores de elementos patógenos.

Los controles eléctricos deberán incluir arrancadores directos del tipo pesado, protección de los motores contra sobrecarga y cortocircuito, interruptores y alternador automático del tipo pesado para invertir la secuencia de operación de los compresores para así asegurar un desgaste uniforme de ellos.

### 3.2 TUBERIA

Todas las tuberías de distribución deberán ser de fierro galvanizado SHC-40, debiendo corresponder a las especificaciones ASTM A120.

### 3.3 ACCESORIOS

Se usaran los siguientes accesorios: Tees, codos, niples, uniones simples, uniones universales, reducciones; que serán de fierro maleable similares a lo especificado en accesorios para vapor, excepto que deberán ser galvanizadas.

### 3.4 VALVULAS REDUCTORAS DE PRESION

Serán de cuerpo de bronce o latón de alta resistencia, con diafragma de teflón y resorte, elementos internos de acero inoxidable, sistema de regulación mediante resorte y tornillo.

### 3.5 VALVULAS DE CONTROL

Se usarán para la interrupción de la distribución, serán del tipo compuerta, cuerpo de bronce, bonete roscado, con terminales roscados y vástago ascendente. Estas válvulas deberán ser diseñadas para presión de trabajo de 125 psig de aire comprimido.

(Estas válvulas serán de marca CRANE o SIMILAR)

## 4.0 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS MATERIALES Y ACCESORIOS PARA LA INSTALACION DE GAS PROPANO

### 4.1 CENTRAL DE GAS PROPANO

La central deberá estar conformada por dos baterías de cilindros, cada batería consistente por 2 cilindros de 100 Lb cada uno.

El suministro será controlada por una válvula reguladora, sistema de control semiautomático y manifold de tubería de cobre correspondiente a la denominación internacional tipo "K".

### 4.2 TUBERIAS

Todas las tuberías de distribución deberán ser de cobre temple blando, correspondiente a la denominación internacional tipo "L".

#### 4.3 ACCESORIOS

Se usarán los siguientes accesorios: Tees, codos, unión simple, unión universal y reducciones; que serán similares a lo especificado en accesorios para oxígeno.

La soldadura a utilizar deberá ser de una aleación de plomo-estaño en proporción 50% y 50% respectivamente y como fundente se usará pasta de soldadura recomendada por el fabricante.

#### 4.4 VALVULA REDUCTORA DE PRESION

Deberá ser de bronce con elementos internos de acero inoxidable o bronce, sellos de neoprene, asiento de teflón, pernos y tornillos de acero cadmiado o inoxidable, resortes de acero al cromo níquel.

#### 4.5 VALVULAS DE CONTROL

Se usarán para la interrupción de la distribución, el cuerpo de estas serán de bronce, tipo esfera con asiento de teflón para una presión de trabajo de 150 psig.

### 5.0 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MATERIALES Y ACCESORIOS PARA LA INSTALACION DE OXIGENO

#### 5.1 CENTRAL DE OXIGENO

La central de oxígeno constará de un tanque de almacenamiento para oxígeno líquido de una capacidad de gas mínima de 127 133 pies <sup>3</sup> .

La reserva de emergencia deberá estar conformada por dos baterías de cilindros, cada batería consis-

3

tente en 15 cilindros de 8 m<sup>3</sup> cada uno.

El suministro de la reserva de emergencia será controlada mediante válvulas SHERWOOD, válvula reguladora, válvula de seguridad, sistema de control semi-automático y manifold de tubería de cobre de alta presión.

## 5.2 TUBERIA

Todas las tuberías de distribución deberán ser de pared gruesa rígida, correspondiente a la denominación internacional tipo "K".

## 5.3 ACCESORIOS

Se usarán los siguientes accesorios:

- a) Tees. - Deberán ser de cobre puro, de fabricación normalizada, con los encajes de cada extremo (FITTINGS) expofesos para soldadura (o tipo "SOLDER") maquinado fino y libre de porosidades.
- b) Codos. - Deberán ser de cobre puro, de radio corto y fabricación normalizada, con los encajes análogos a lo especificado para las Tees.
- c) Unión Simple. - Deberán ser de cobre puro, de fabricación normalizada, con los encajes análogos a lo especificado para las Tees.
- d) Uniones Universales. - Deberán ser de bronce y de fabricación normalizada.
- e) Soldadura. - Se deberá usar soldadura con aleación de plata, según denominación ASTM 4 o ASTM 5, también puede ser usada la denominada comercialmente "SILFOS" u "EASY FLO".

## VII.- PLANOS Y PRESUPUESTO

HOSPITAL GENERAL MARIA AUXILIADORA

RESUMEN

METRADO - PRESUPUESTO

MAYO 1 988

ITEMS	DESCRIPCION	SUB-TOTAL (I/.)	TOTAL (I/.)
1 al 33	INSTALACION DE VAPOR Y RETORNO DE CONDEN- SADO.	53 411 478,77	
1 al 21	INSTALACION DE PETRO- LEO.	4 352 210,10	
1 al 10	INSTALACION DE AIRE COMPRIMIDO.	6 381 613,50	
1 al 7	INSTALACION DE GAS PROPANO	355 848,00	
1 al 8	INSTALACION DE OXIGENO	1 962 849,20	
		66 463 999,57	
	M.O. 30%	19 939 199,87	
	GASTOS GENERALES 12%	7 975 679,95	
	UTILIDAD 10%	6 646 399,96	
			101 025 279,35

\* COTIZACION DEL DOLAR: MAYO 88

FINANCIERO I/. 75,00

MUC 33,00

OCONA 158,65

HOSPITAL GENERAL MARIA AUXILIADORA  
 INSTALACION DE VAPOR Y RETORNO  
 METRADO - PRESUPUESTO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	COSTO			
				UNITARIO	PARCIAL	SUB-TOTAL	TOTAL
1.0	CABECERO DE VAPOR						
1.1	TUBERIA SHC-40						
	6" Ø	m	11	14 856	163 416		
	3" Ø	m	23	7 366	16 418		
1.2	VALVULA DE COMPUERTA BRIDADA						
	3" Ø	UND	4	81 000	324 000		
	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> " Ø	UND	1	76 500	76 500		
	2" Ø	UND	1	57 100	57 100		
	1" Ø	UND	1	35 000	35 000		
	3/4" Ø	UND	1	25 500	25 500		
1.3	CODO DE RADIO LARGO PARA SOLDAR						
	3" Ø	UND	9	10 990	98 910		
1.4	COPLA PARA SOLDAR						
	6"x6"x4"	UND	1	9 184	9 184		
	6"x6"x3"	UND	4	10 303	41 212		
	6"x6"x2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> "	UND	1	12 023	12 023		
	6"x6"x2"	UND	1	14 014	14 014		
	6"x6"x1"	UND	1	14 450	14 450		
	6"x6"x3/4"	UND	1	14 900	14 900		
1.5	BRIDAS PARA SOLDAR						
	6" Ø	UND	2	18 478	36 956		
	4" Ø	UND	1	13 566	13 566		
	3" Ø	UND	4	12 092	48 368		
	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> " Ø	UND	1	10 362	10 362		
	2" Ø	UND	1	8 890	8 890		
	1" Ø	UND	1	4 445	4 445		
	3/4" Ø	UND	1	3 510	3 510		
1.6	BRIDA CIEGA						
	6" Ø	UND	2	15 265	30 530		
1.7	BRIDA CIEGA DE 4" Ø CON SALIDA DE 1" Ø ROSCADA	UND	1	11 500	11 500		
1.8	VARIOS (SOLDADURA PERNOS, SOPORTE DE CABECERO Y OTROS)		GLOBAL		60 000	1 283 754	

HOSPITAL GENERAL MARIA AUXILIADORA  
 INSTALACION DE VAPOR Y RETORNO  
 METRADO - PRESUPUESTO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	COSTO			
				UNITARIO	PARCIAL	SUB-TOTAL	TOTAL
2.0	AISLAMIENTO DE LANA DE VIDRIO PARA LAS LINEAS DE VAPOR Y RETORNO						
	4" 0	m	127	575	73 025		
	3" 0	m	96	508	48 768		
	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> " 0	m	70	424	29 680		
	2"	m	157	369	57 933		
	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> " 0	m	119	259	30 821		
	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> " 0	m	201	222	44 622		
	1" 0	m	179	185	33 115		
	3/4" 0	m	321	167	53 607		
	1/2" 0	m	181	156	28 236	399 807	
3.0	JUNTA DE EXPANSION						
	4" 0	UND		179 616			
	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> " 0	UND		148 580			
	2" 0	UND		132 451			
	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> " 0	UND					
	1" 0	UND		75 756			
	1/2" 0	UND		30 441			

HOSPITAL GENERAL MARIA AUXILIADORA  
 INSTALACION DE VAPOR Y RETORNO  
 METRADO - PRESUPUESTO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	COSTO			
				UNITARIO	PARCIAL	SUB-TOTAL	TOTAL
4.0	ESTACION REDUCTORA DE 120/50 PSIG 7 350 Lbs/h						
4.1	TUB. SHC-40						
	4" Ø	m	2,4	10 461	25 106,4		
	3" Ø	m	1,6	7 366	11 785,6		
	2 1/2" Ø	m	4,0	2 908	11 632		
	2"	m	1,8	2 187	3 936,6		
	3/8" Ø	m	2,5	899	2 247,5		
4.2	VALVULA DE COMPUERTA BRIDADA						
	4" Ø	UND	2	181 840	363 680		
	3" Ø	UND	2	81 000	162 000		
4.3	VALVULA DE GLOBO BRIDADA						
	3" Ø	UND	1	115 716	115 716		
4.4	VALVULA DE GLOBO ROSCADA						
	3/8" Ø	UND	1	2 800	2 800		
4.5	VALVULA REDUCTORA						
	2" Ø	UND	2	309 819	619 638		
4.6	VALVULA DE SEGURIDAD						
	2" Ø	UND	2	97 603	97 603		
4.7	FILTRO 3" Ø	UND	2	31 152	62 304		
4.8	MANOMETRO DE 4" DE DIAL CON RANGO 0-150 PSIG	UND	1	10 752	10 752		
4.9	CODO 4" Ø	UND	2	7 559	15 108		
	3" Ø	UND	3	7 327	21 981		
	2" Ø	UND	2	2 140	4 280		
	3/8" Ø	UND	4	182	728		
4.10	TEE 4" Ø	UND	4	12 565	50 260		
	3" Ø	UND	2	12 186	24 372		
	3/8" Ø	UND	2	573	1 146		

HOSPITAL GENERAL MARIA AUXILIADORA  
 INSTALACION DE VAPOR Y RETORNO  
 METRADO - PRESUPUESTO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	COSTO			
				UNITARIO	PARCIAL	SUB-TOTAL	TOTAL
4.11	REDUC. EXCENTRICA						
	4x3	UND	1	8 286	8 286		
	4x2	UND	2	7 102	14 204		
	3x2	UND	2	5 078	10 156		
4.12	REDUC. CONCENTRICA						
	4x2	UND	2	5 072	10 144		
4.13	UU 3/8" Ø	UND	2	573	1 146		
5.0	ESTACION REDUCTORA DE 120/10 PSIG 2 200 Lbs/h						
5.1	TUBERIA SHC-40						
	4" Ø	m	2,0	10 461	20 922		
	2 1/2" Ø	m	2,0	2 908	5 816		
	2" Ø	m	2,5	2 187	5 467,5		
	3/8" Ø	m	2,5	899	2 247,5		
5.2	VALVULA DE COMPUERTA BRIGADA						
	4" Ø	UND	2	181 840	363 680		
	2" Ø	UND	2	57 100	114 200		
5.3	VALVULA DE GLOBO BRIGADA						
	2" Ø	UND	1	42 773	42 773		
5.4	VALVULA DE GLOBO ROSCADA						
	3/8" Ø	UND	2	2 800	5 600		
5.5	VALVULA REDUCTORA 1" Ø	UND	2	212 500	425 000		
5.6	VALVULA DE SEGURIDAD 2" Ø	UND	1	97 603	97 603		
5.7	FILTRO 2" Ø	UND	2	18 190	36 380		
5.8	MANOMETRO DE 4" DE DIAL CON RANGO 0-150 PSIG	UND	1	10 752	10 752		
5.9	CODO 4" Ø	UND	2	7 554	15 108		
	2" Ø	UND	2	2 140	4 280		
	3/8" Ø	UND	4	182	728		

HOSPITAL GENERAL MARIA AUXILIADORA  
 INSTALACION DE VAPOR Y RETORNO  
 METRADO - PRESUPUESTO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	COSTO			
				UNITARIO	PARCIAL	SUB-TOTAL	TOTAL
5.10	TEE 4" Ø	UND	3	12 565	37 695		
	2" Ø	UND	2	2 414	4 828		
	3/8" Ø	UND	4	573	2 292		
5.11	REDUC. EXCENTRICA 4"x2"	UND	1	7 102	7 102		
	4"x1"	UND	2	6 087	12 174		
	2"x1"	UND	2	3 602	7 204		
5.12	REDUC. CONCENTRICA 4"x2"	UND	1	5 072	5 072		
	2"x3/8"	UND	1	2 785	2 785		
5.13	UU 3/8" Ø	UND	2	573	1 146	1 230 855	
6.0	ESTACION REDUCTORA DE 50/10 PSIG 3 500 Lbs/h						
6.1	TUBERIA SHC-40 3" Ø	UND	2,4	7 366	17 678,4		
	2 1/2" Ø	UND	1,0	2 908	2 908		
	2" Ø	UND	3,4	2 187	7 435,8		
	3/8" Ø	UND	2,5	899	2 247,5		
6.2	VALVULA DE COMPUERTA BRIGADA 3" Ø	UND	2	81 000	162 000		
	2" Ø	UND	2	57 100	114 200		
6.3	VALVULA DE GLOBO BRIGADA 2" Ø	UND	1	42 773	42 773		
6.4	VALVULA DE GLOBO ROSCADA 3/8" Ø	UND	2	2 800	5 600		
6.5	VALVULA REDUCTORA 2" Ø	UND	2	309 819	619 638		
6.6	VALVULA DE SEGURIDAD 2" Ø	UND	2	97 603	97 603		
6.7	FILTRO 2" Ø	UND	2	18 190	36 380		
6.8	MANOMETRO DE 4" DE DIAL CON RANGO 0-150 PSIG	UND	1	10 752	10 752		

HOSPITAL GENERAL MARIA AUXILIADORA  
 INSTALACION DE VAPOR Y RETORNO  
 METRADO - PRESUPUESTO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	COSTO			
				UNITARIO	PARCIAL	SUB-TOTAL	TOTAL
6.9	CODO 3" Ø	UND	3	7 327	14 654		
	2" Ø	UND	2	2 140	4 280		
	3/8" Ø	UND	4	182	728		
6.10	TEE 3" Ø	UND	4	12 186	48 744		
	2" Ø"	UND	2	2 414	4 828		
	3/8" Ø	UND	2	573	1 146		
6.11	REDUC. EXCENTRICA 3"x2"	UND	3	5 078	15 234		
6.12	REDUC. CONCENTRICA 3"x2"	UND	2	3 627	7 254		
6.13	UU 3/8"	UND	2	573	1 146	1 217 229,7	
7.0	ESTACION REDUCTORA DE 50/10 PSIG 350 Lbs/h						
7.1	TUBERIA SHC-40 2" Ø	m	2,0	2 187	4 374		
	1 1/4" Ø	m	1,6	1 373	2 196,8		
	3/4" Ø	m	0,5	959	479,5		
	1/2" Ø	m	0,9	924	831,6		
	3/8" Ø	m	2,5	899	2 247,5		
	7.2	VALVULA DE COMPUERTA BRIGADA 2" Ø	UND	2	57 100	114 200	
	1 1/4" Ø	UND	2	43 750	87 500		
7.3	VALVULA DE GLOBO BRIGADA 1 1/4" Ø	UND	1	20 624	20 624		
7.4	VALVULA GLOBO ROSCADA 3/8" Ø	UND	2	2 800	5 600		
7.5	VALVULA REDUCTORA 1/2" Ø	UND	2	170 000	340 000		
7.6	VALVULA DE SEGURIDAD 1/2" Ø	UND	1	35 571	35 571		

H. HERNANDEZ

HOSPITAL GENERAL MARIA AUXILIADORA  
 INSTALACION DE VAPOR Y RETORNO  
 METRADO - PRESUPUESTO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	COSTO			
				UNITARIO	PARCIAL	SUB-TOTAL	TOTAL
7.7	FILTRO 1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> " Ø	UND	2	9 066	18 132		
7.8	MANOMETRO DE 4" DE DIAL CON RANGO 0-150 PSIG						
7.9	CODO 2" Ø	UND	2	2 140	4 280		
	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> " Ø	UND	2	1 116	2 232		
	3/8" Ø	UND	4	182	728		
7.10	TEE 2" Ø	UND	3	2 414	7 242		
	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> " Ø	UND	2	1 336	2 672		
	3/8"	UND	2	573	1 146		
7.11	REDUC. EXCENTRICA						
	2"x1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> "	UND	1	3 601	3 601		
	2"x1/2"	UND	2	2 916	5 832		
	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> "x1/2"	UND	2	2 917	5 834		
7.12	REDUC. CONCENTRICA						
	2"x1/2"	UND	1	2 125	2 125		
	1/2"x3/8"	UND	1	431	431		
7.13	UU 3/8"	UND	2	573	1 146	679 777,4	

HOSPITAL GENERAL MARIA AUXILIADORA  
 INSTALACION DE VAPOR Y RETORNO  
 METRADO - PRESUPUESTO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	COSTO			
				UNITARIO	PARCIAL	SUB-TOTAL	TOTAL
8.0	LINEA DE VAPOR Y RETORNO DE VAPOR DE 120 PSIG						
8.1	TUBERIA SHC-40						
	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> " Ø	M	57,53	2 908	167 297,24		
	2" Ø	M	15,20	2 287	33 242,40		
	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> " Ø	M	22,35	1 633	36 497,55		
	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> " Ø	M	14,40	1 373	19 771,20		
	1" Ø	M	20,65	1 020	21 063		
	3/4" Ø	M	34,35	959	32 941,65		
	1/2" Ø	M	3,30	924	3 049,20		
8.2	VALVULA DE GLOBO						
	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> " Ø	UND	2	6 336	12 672		
	3/4" Ø	UND	2	3 234	6 468		
8.3	VALVULA DE GLOBO						
	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> " Ø	UND	1	8 528	8 528		
	3/4" Ø	UND	1	4 620	4 620		
8.4	FILTRO DE 1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> "	UND	1	9 066	9 066		
8.5	TRAMPA TERMODINAMICA						
	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> "	UND	1	26 288	26 288		
8.6	VISOR DE 1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> "	UND	1	19 459	19 459		
8.7	CODOS 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> " Ø	UND	10	1 473	14 730		
	2" Ø	UND	1	997	997		
	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> " Ø	UND	4	681	2 724		
	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> " Ø	UND	8	520	4 160		
	1" Ø	UND	1	311	311		
	3/4" Ø	UND	8	172	1 376		
8.8	TEE 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> " Ø	UND	3	1 552	4 656		
	2" Ø	UND	2	1 438	2 876		
	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> " Ø	UND	5	985	4 925		

## CONCLUSIONES

- El presente proyecto contempla una infraestructura moderna de tal manera que ofrece seguridad e higiene industrial al personal de servicio.
- Se ha previsto que toda la red de tuberías sean instaladas en sótano y ductos, con el fin de que, cuando se realice cualquier cambio debido a su envejecimiento y/o ampliación, éste no interfiera en los servicios que presta el hospital.
- Considerando que, el H.G.M.A. es un hospital moderno, se ha previsto que todos los equipos y/o accesorios tengan en lo posible toda la información necesaria para poder llevar a cabo un mantenimiento preventivo.
- Actualmente en la mayoría de todos los hospitales, el personal que trabaja en mantenimiento son de baja capacidad técnica, por lo que se ha previsto exigir que, el personal de mantenimiento para el H.G.M.A. sea personal técnico calificado.
- Exigiendo mejor capacidad técnica para la operación y mantenimiento de las instalaciones y equipos, garantizamos un buen servicio a la comunidad.
- Para los ambientes de lavandería, cocina y esterilización se ha tenido en consideración que las instalaciones no interfieran en la labor del operador del equipo, asimismo se ha tenido presente dejar los espacios suficientes, para que no interfiera la labor del personal de mantenimiento.
- Con la finalidad de minimizar los costos de operación de los calderos se ha obtenido en usar petróleo residual #6 para la operación continua y el petróleo diesel #2 para el arranque de calderos, incinerador y grupo electrógeno.
- Para un mejor control de las horas de trabajo de los calderos se ha previsto la instalación de horímetros (contador de horas) las cuales funcionarán cada vez que estén en operación los calderos.
- En todas las acometidas a los equipos que utilizan vapor se ha instalado una válvula de control, para interrumpir el flujo cuando exista falla en el equipo.

- En las estaciones reductoras, se está considerando la instalación de dos reductoras con la finalidad de que el suministro no se vea interrumpido como consecuencia de fallas imprevistas y falta de stock de repuestos
- - Se ha previsto el suministro de aire comprimido para el uso de equipos en sala de operación y cuidados intensivos ( respiradores artificiales ), porque en muchos hospitales usan el oxígeno para este fin, cuyo costo es mas elevado repercutiendo desfavorablemente en la economía del hospital.
- En la central de oxígeno se ha previsto la instalación de una válvula de seguridad en la línea de salida del manifold, por considerarse demasiado peligroso en el caso de falla del regulador.
- Para la ubicación de la casa de fuerza, central de gas propano y oxígeno, se ha previsto que esté en una zona bien ventilada y alejada del edificio.
- Para la ubicación de la central de aire comprimido se ha previsto que esté en una zona bien ventilada y a su vez cercana a la zona de mayor consumo.

## BIBLIOGRAFIA

- MANUAL DE INGENIERIA DE HOSPITALES.  
American Hospital Association.  
Editorial Limusa-Mexico 1 976.
- MANTENIMIENTO DE EQUIPOS HOSPITALARIOS Y SANEAMIENTO  
BASICO EN HOSPITALES.  
Organización de Estados Americanos, Organización Paname-  
ricana de  
la Salud. UNI Facultad de Ingeniería Sanitaria.  
Lima - Setiembre a Octubre 1 965.
- NORMAS DE INGENIERIA DE DISEÑO HOSPITALARIO.  
Instituto Mexicano de Seguridad Social.
- PLANEAMIENTO DE HOSPITALES.  
Antonio García Erazo.  
Bogotá 1 971.
- CENTRALES DE GAS PARA HOSPITALES.  
Editada por AGA AKTIEBOLAG.  
Lidingo 1 Suecia.
- ZENTRALE STERILGUTVERSORGUNGS - ABTEILUNGEN.  
Por: Von J. Huber.
- DOSIFICACION DE ALIMENTOS PARA RACIONES NORMALES EN  
HOSPITALES.  
Editada por : Ministerio de Salud.
- INSTALACION DE LAVANDERIAS.  
Por : Antonio Ferreccio Nosiglia.  
UNI - 1 975.
- REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES.  
Editada por : La Cámara Peruana de la Construcción  
(CAPECO).  
Lima - Enero 1 987 - 5ta. edición.
- INSTALACION DEL AIRE COMPRIMIDO.  
Por : Arroyo Carnicer.
- LP - GAS. HANDBOOK OF TECHNICAL DATA.  
Copyright 1 971 Fisher Controls Company.  
Printed in USA. 30M -10 -71.
- VIKING ENGINEERING DATA.  
Viking Pump Division, Houdaille Industries Inc.  
Cedar Falls, Iowa 50613 USA.

- MANUAL DE AIRE ACONDICIONADO.  
For : Carrier Air Conditioning Company.
- MANUAL DEL INGENIERO MECANICO DE MARKS.  
For : Lionel S. Marks y Theodore Baumeister.  
1era. Edición en Español.
- MANUAL DE HIDRAULICA.  
For : Azevedo Alvarez.
- MANUAL DE INGENIERIA SARCO.  
Hook-up Designs for steam and fluid systems.  
Third Edition-Second Printing. December 1 971.
- PROCESOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR.  
For : Donald Q. Kern.  
11a Impresión - Mayo 1 977.
- FLOW OF FLUIDOS - THROUGH VALVES, FITTINGS AND PIPE.  
For : Crane Co.
- AIRE COMPRIMIDO.  
For : Atlas Copco Peruana S.A.
- CURSO DE POST-GRADO. INSTALACIONES DE VAPOR.  
Colegio de Ingenieros del Perú - Capítulo de Ingenieros  
Mecánicos y Electricistas.  
Expositores : Ing. Jorge Nakamura Muroy  
                  Ing. Victor Mori Marin  
Invitado Especial : Ing. Roberto Heredia Zavala.
- SEMINARIO DE CALDERAS INDUSTRIALES.  
Generación, distribución del vapor y operación de calde-  
ras.  
Expositor : Proterm - Ing. Victor Mori Marín.
- SEMINARIO DE BOMBAS HIDRAULICAS.  
Expositores : Ing. Eduardo Mendoza G.  
                  Ing. Luis Villanueva V.  
Lima - Perú 1 981.
- CATALOGOS TECNICOS COMERCIALES DE :  
CALDEROS, CALENTADORES, ABLANDADORES, FILTROS, BOMBAS ETC.