

**Universidad Nacional de Ingeniería**  
*Programa Académico de Ingeniería Sanitaria*



**“REMODELACION DEL SISTEMA DE  
AGUA CALIENTE DEL HOSPITAL  
CENTRAL Nº 1”**

**TESIS DE GRADO  
Y DE BACHILLER**  
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

*Ingeniero Sanitario*

**JOSE MENDOZA CASTILLO**

**PROMOCION 1974**

**LIMA • PERU • 1977**

## I N D I C E

### CAPITULO I

- 1    Introducción
- 3    Descripción
- 14  Instalaciones
- 18  Servicios que presta el Hospital.

### CAPITULO II

- 23  Descripción del sistema actual

### CAPITULO III

#### ANALISIS DE LOS PROBLEMAS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

- 30  Aspectos Generales
- 31  Tanques Hidroneumáticos
- 33  Los ablandadores y la Regeneración de la Resina
- 34  La capacidad de almacenamiento
- 35  Otros

### CAPITULO IV

- 38  Diagnóstico del sistema actual

### CAPITULO V

- 42  Plan de Remodelación de Instalaciones de agua caliente.

## CAPITULO VI

### ESTUDIO DE DEMANDA Y CALIDAD DEL AGUA

- 45 Demanda
- 61 Demanda de agua de caldera
- 65 Demanda de Cocina y Lavandería
- 98 Calidad del Agua

## CAPITULO VII

- 105 Soluciones Técnicas
- 110 Desarrollo del sistema adaptado
- 122 Cálculo de equipo
- 142 Especificaciones técnicas
- 155 Costos y Presupuesto

## CAPITULO VIII

- 157 ~~Recomendaciones~~ y Conclusiones
- 160 ~~Anexos~~

\*\*\*\*

Indudablemente que es más fácil  
efectuar el diseño de nuevas ins  
talaciones, que tener que Remode  
lar algo ya existente por las im  
plicancias y dificultades que se  
presentan.

JOSE MENDOZA C.



## I N T R O D U C C I O N

Los Hospitales son unas de las Instituciones más complejas que ha creado el hombre. En cuanto a las Instalaciones Sanitarias, exige al Ingeniero a utilizar toda su experiencias

Generalmente el diseño comprende el dimensionamiento de tuberías y cálculo de equipamiento. El primero se resuelve muy facilmente mediante el Método de Roy Hunter; pero en cuanto al equipamiento, esto lo resuelven con la experiencia, en buena parte ayudado de las "características de placa" del equipo. Es, pues, el criterio del proyectista el que interviene en la estimación de la demanda de agua conjuntamente con estos factores.

En este trabajo se presenta un procedimiento práctico , de como se puede estimar el consumo de agua para calderas y lavandería de un Hospital.

Para la solución de los problemas de servicio de agua dentro del Hospital se ha diseñado un sistema de Tanque Hidroneumático elevado. Teniéndose en consideración la poca disponibilidad de espacio con que se cuenta, y fundamentalmente, la imposibilidad de efectuar grandes cambios.

La Remodelación del Sistema de agua caliente del Hospital Cen -

tral N° 1, ha llevado al autor a tener la oportunidad de ver en funcionamiento y conocer mejor los equipos y máquinas sanitarias, experiencia, ésta, tan valiosa para un nuevo profesional.

La ayuda del Departamento de Mantenimiento ha hecho posible llevar adelante este trabajo.

Se agradece, pues, a ese Departamento por las facilidades prestadas. Por último, espero que este modesto trabajo contribuya en algo al mejor conocimiento de los factores de diseño, que se utilizan en un Hospital.

\*\*\*

## C A P I T U L O    I

### 1.- INTRODUCCION .-

El Hospital Central N° 1 (ex-Hospital Obrero de Lima), pertenece a la Organización de Prestaciones de Salud del Seguro Social del Perú; Institución, esta , Pública descentralizada del sector trabajo.

El Seguro Social del Perú tiene como finalidad asistir al asegurado en caso de enfermedad, maternidad, accidente de trabajo y enfermedades ocupacionales. A través de su Gerencia de Prestaciones de Salud, se encarga de la Promoción, prevención, recu-

peración y rehabilitación de la salud del asegurado, para lo cual cuenta con una red de hospitales y centros asistenciales. El Hospital Central N° 1, es uno de ellos.

Fue construído en el año 1938, siendo inaugurado el 1ro. de Febrero de 1941. El costo total de los edificios con sus respectivas instalaciones fue de \$ 10'617,054.99.

Los planos fueron diseñados por la firma Stevens, Curtin Mason, de Boston, Massachusetts, Estados Unidos de América. Los planos adicionales sobre instalaciones fueron efectuados por:

BUERKEL Co. Inc. Ventilación, calefacción y  
aire acondicionado.

JOHN F. Mc. CARRON Servicios sanitarios y elimi-  
nación de basura.

JOHN VAN RANGE Co. Cocinas y servicios alimenti-  
cios.

FOSTER ELECTRIC Co. Instalaciones eléctricas de  
luz, fuerza, timbres y teléfo-  
nos.

Para su construcción, fue encargada a la firma  
Fred T. Ley & Co. Inc. de New York.

Inició sus actividades con 559 camas.

## 2.- DESCRIPCION .-

Ubicado en la Av. Grau N° 700, Distrito de la Victoria, Provincia de Lima. Ocupa un área de terreno total de 42,046.37 metros cuadrados, con una capacidad actual de 906 camas.

La distribución de los edificios es como sigue:

Un Pabellón Frontal, Pabellón Administrativo, Pabellón de Hospitalización A, Pabellón de Hospitalización B, Cocinas y Comedores, Lavandería, Casa de Calderas, Laboratorio Clínico, Residencia de Religiosas, Pabellón de Empleados, Capilla.

Además, dentro del perímetro del Hospital se encuentra la Escuela de Enfermeras del Seguro Social del Perú.

### 2.1.- PABELLON FRONTAL .-

El Pabellón Frontal consta de sótano y tres pisos, donde se encuentran los siguientes ambientes y servicios:

- Sótano :

Planta de Agua o de Ablandadores

Una Estación de Tanques Hidroneumáticos

Una Estación de Calentadores de Agua

Una Sub-estación Eléctrica

Cisterna de Agua Tratada

Servicio de Medicina Nuclear

Roentgenfoto

Archivos de Radiografías

Medicina Física y Rehabilitación

Laboratorio de Farmacia

Consultorio de Pediatría

Consultorio de Cirugía Plástica

Terapia Ocupacional

Otorrinolaringología.

- Primer Piso :

Emergencia

Consultorio de Oftalmología

Consultorio de Ortopedia

Farmacia

Salas de Rayos X

Tópicos y Archivos.

- Segundo Piso :

Consultorio de Medicina;

Consultorio de Dental

Consultorio de Traumatología

Consultorio de Reumatología

Consultorio de Gastroenterología

Consultorio de Urología

Encefalografía

Consultorio de Neumología

Ginecología

Dermatología

Consultorio de Medicina

Archivo

Cuerpo Médico

Estar de Médicos

Sala de Lectura

Biblioteca

Auditorio.

- Tercer Piso :

Residentado Médico

Consultorio de Cirugía

Consultorio de Cardiovascular

Consultorio de Neurocirugía

Consultorio de Medicina General

Consultorio de Psiquiatría

Sala de Tratamiento

Una Aula

Archivo.

2.2.- PABELLONES DE HOSPITALIZACION .

Los Pabellones A y B, son de hospitalización.

Consta de una parte central y dos alas: Este y Oeste. La circulación se hace mediante un pasadizo, los cuartos de hospitalizados son de cuatro, seis y ocho camas; y, para pacientes aislados, de una cama.

Los servicios higiénicos son de tres tipos: para pacientes, enfermeras y para el personal médico. En cada piso hay un repostero, una estación de enfermeras y un ambiente para tópicos.



2.2.1.- En el Pabellón A se presta servicios de:

- Primer Piso :

a. Oeste -

Traumatología (Mujeres)

Cirugía Plástica

Urología

Maxilo Facial

b. Este -

Ortopedia

- Segundo Piso :

Este y Oeste, Cirugía

- Tercer Piso :

a. Oeste -

Neurocirugía

b. Este -

Otorrino

Tórax

Cirugía Torácica

- Cuarto Piso :

a. Oeste -

Tópico Ginecología

Sala de Maternidad

Ginecología

Tópico Cirugía

Cirugía

Urología

Maxilo Facial y Cirugía

Cirugía Plástica

b. Este :

Sala de Partos

Sala de Operaciones

Sala de Periodo Repulsivo

Sala de Maternidad

Sala de Recién Nacidos

- Quinto Piso :

Sala de Operaciones N° 1,2,3,4,5,6,7,8.

Sala de Cirujanos

Depósito de Materiales

Taller de Reparación de Equipos Médicos

Anestesia N° 1,2,3.

Patología

Depósito de Material Estéril

- Sótano :

Almacén de Drogas

Esterilización Central de Gasas

Una Estación de Tanques Hidroneumáticos

Una Estación de Calentadores de Agua

Una Sub-estación Eléctrica

Taller de Electricidad

Taller de Refrigeración

Almacén de Ropas de Pacientes

Laboratorio de Producción Farmacéutica

2.2.2.- En el Pabellón B, se presta los siguientes servicios:

- Primer Piso

a. Oeste -

Medicina General

b. Este -

Nefrología

Dermatología

Psiquiatría Hombres

Psiquiatría Mujeres

- Segundo Piso

a. Oeste -

Medicina General

b. Este -

Cardiología

Neurología

Diversos (Mujeres)

- Tercer Piso

a. Oeste -

Medicina General

b. Este -

Medicina General

- Cuarto Piso

a. Oeste -

Gastroenterología

b. Este -

Medicina General (Mujeres)

- Quinto Piso

a. Oeste -

Neumología

b. Este -

Neumología

En el Sótano de este pabellón se encuentra:

- Almacén de Materiales Diversos

- Almacén de ropa de pacientes hospitalizados

- Sub-estación Eléctrica
- Estación de Tanques Hidroneumáticos
- Estación de Calentadores de Agua
- Taller de Costura
- Sala de desinfección con autoclaves.

### 2.3.- LABORATORIO CLINICO .-

En el Laboratorio Clínico se encuentran los siguientes servicios:

- Sótano : Anatomía Patológica
- Primer Piso: Anatomía Patológica
  - Microbiología
  - Hematología
  - Autopsia y Refrigeración de Cadáveres
- Segundo Piso: Bioquímica
  - Hematología Clínica
  - Banco de Sangre.

2.4.- PLANTA FISICA .-

El área total construída de todos estos edificios es 13,204 metros cuadrados, y la superficie total construída es de 46,705.86 metros cuadrados. La superficie de las áreas construídas, analíticamente, se distribuyen en la forma siguiente:

<u>Bloques</u> Construídos	Area Construída	Area total de <u>Superficie</u>
Pabellón Frontal	2,980.12 m <sup>2</sup>	12,589.76 m <sup>2</sup>
Pabellón A	1,745.12	9,409.96
Pabellón B	1,745.12	9,260.16
Pabellón Administrativo	854.88	3,419.52
Cocina y Comedores	854.00	2,562.00
Laboratorio Clínico	826.48	1,625.86
Residencia de Religiosas	404.19	808.38
Capilla	130.20	130.30
Lavandería	480.00	480.00
Casa de Calderas	300.76	601.52
Mecánica Automotriz	181.68	181.68
Escuela de Enfermeras	529.76	984.52
Pabellón de Empleados	404.64	1,976.52
Imprenta	127.32	127.32
Cafetería	93.80	93.80

<u>Bloques Construidos</u>	<u>Area Construida</u>	<u>Area Total De Superfici</u>
Campo Deportivo	873.60 m <sup>2</sup>	873.60 m <sup>2</sup>
Depósito de Inflamables	35.20	35.20
Vestuarios	153.48	153.48
Planta de Oxígeno	74.88	74.88
Incinerador	24.00	24.00
Sub-estación Eléctrica Exterior	30.72	30.72
Taller de Pintura	50.00	50.00
Pasajes Centrales (a Pabellón A)	65.92	263.68
Pasajes Centrales (a Pabellón B)	163.20	816.00
Surtidor Servicentro	18.00	18.00
Caseta de Vigilancia	25.92	25.92
Pasajes anexos a Laboratorio Clínico	30.68	61.36
	<hr/> 13,204.00 m <sup>2</sup>	<hr/> 46,705.86 m <sup>2</sup>

Estos edificios están contruidos de material noble; es decir, de concreto, ladrillo, mayólica y pisos de losetas.

### 3.- INSTALACIONES

#### 3.1.- ELECTRICAS .

El abastecimiento de corriente eléctrica, se realiza mediante una toma de alta tensión, de la cual se reparten a las diferentes sub-estaciones que existen. Una en el Pabellón A y otra en el Pabellón B; lugares donde se transforma la corriente de 10,000 voltios a 220 voltios.

El consumo de un día es el siguiente:

Según el totalizador:

Carga Máxima	380,000 W	$\cos \phi$ máx = 0.8
Carga Mínima	81,000 W	$\cos \phi$ mín = 0.7
Carga Promedio	218,000 W	$\cos \phi$ Prom = 0.75

La potencia instalada de cada transformador es de 330 Kva.

De los tableros de cada sub-estación que existe, nacen otros tableros zonales para distribuir la corriente eléctrica, ya sea a los circuitos de alumbrado o de fuerza. Los cables corren a



través de tuberías Conduit, sean empotradas o colgadas a través de los sótanos.

Aquí es necesario indicar que este Hospital no cuenta con grupo electrógeno de emergencia.

### 3.2.- MECANICAS .

El Hospital cuenta con una central de producción de vapor, una central de vacío, una planta de destilación, aire comprimido y un sistema de ventilación y aire acondicionado.

Las instalaciones de agua potable, centrales de calefacción, ablandamiento, etc., se tratarán por separado. .

Por ser de interés para el presente trabajo, paso a hacer una descripción de los calderos que posee el Hospital.

Son tres calderos:

#### Caldero N° 1

Marca	" Promecán "
Tipo	Tubos de fuego horizontal, automático.
Serie	Nº 7558
Fabricante	Promecán Ingenieros S.A.
Año de Fabricación	1967
Potencia	400 H.P.
Máxima presión de Trabajo	75-85 PSIA
Superficie Calorífica	2,000 pies <sup>2</sup>
Capacidad	13,800 libras de vapor por hora.
Modelo	No 32-192

Caldero Nº 2

Marca	"Power Master"
Tipo	Tubos de fuego horizontal, automático.
Modelo	No 3H
Serie	P-7040054
Fabricante	Fabricaciones Mecánicas S.A.
Año de Fabricación	1970
Potencia	400 H.P.
Presión Máxima	150 PSIA
Superficie Calorífica	2,000 pies <sup>2</sup>
Capacidad	13,800 Libras de vapor por hora.

Caldero N° 3

Marc a	"Bigelow"
Tipo	Tubos de fuego, semi-automático
Modelo	No 4618
Fabricante	The Bigelow Co.
Año de Fabricación	1939
Potencia	225 H.P.
Máxima Presión de Trabajo	90 PSIA

Dichas calderas se encuentran ubicadas en la denominada: "Casa de Fuerza", donde se inicia la distribución del vapor a los diferentes servicios. El vapor es utilizado principalmente, en la Cocina Central, en la Central de Esterilización, en la Lavandería y para el calentamiento del agua.

Se distribuye mediante dos tuberías troncales, una que recorre todo el sótano alimentando en su recorrido a los servicios de cada pabellón, la otra, se dirige íntegramente para la alimentación de vapor de la Lavandería. Las tuberías alimentadoras son generalmente de 8 pulgadas de diámetro, con vapor a 80 PSIA y protegidos con aislante térmico convenientemente. El condensado es

devuelto a la casa de fuerza, mediante un sistema que incluye -  
bomba, tuberías de retorno y receptor almacenador.

#### 4.- SERVICIOS QUE PRESTA EL HOSPITAL

El Hospital Central N° 1, es Hospital Base de una Red Asistencial, distribuida en todo el país y destinada a la atención médica de los asegurados en el Seguro Social del Perú.

Actualmente la Red Asistencial está constituida por:

- 18 Hospitales con 4,225 camas instalada y para atender a una población asegurada de aproximadamente 1"200,000 trabajadores asegurados.
- 3 Policlínicos y
- 52 Postas Médicas.

Presta servicio para la protección de la salud y el tratamiento del paciente que requiere internamiento o asistencia ambulatoria; esto se realiza mediante los denominados "Consultorios Externos" o el "Servicio Domiciliario de Consultas".

También atiende a los pacientes remitidos con fines de tratamiento muy especial, de los diferentes hospitales que integran la Red Asistencial.

El servicio de Consultas Externas y de Internamiento o de Hospitalización, se complementa con el servicio de Farmacia.

4.1.- NUMERO DE CAMAS .-

4.1.1.- Dotación Normal: 850

Capacidad Disponible: 906

Capacidad Máxima de Emergencia: 1,020

4.1.2.- Distribución de camas por servicio:

	<u>HOMBRES</u>	<u>MUJERES</u>
Emergencia	13	12
Medicina General	214	50
Cardiología	13	2
Endocrinología	8	2
Nefrología	5	-
Gastroenterología	48	4
Dermatología	16	-
Neumología	26	6
Psiquiatría	12	9
Neurología	24	2
Cirugía General	87	34
Cirugía Ortopédica	51	5
Cirugía Torácica	26	6
Cirugía Plástica	18	2
Urología	26	2
Ginecología	-	21
Tisiocirugía	26	-
Neurocirugía	43	6
Otorrinolaringología	12	6
Oftalmología	10	-

- Atención médica en Islas Guaneras (al personal SENAER que interviene en las Campañas de Explotación del Guano).
- Atención obstétrica a domicilio
- Atención de enfermería domiciliaria (para cumplir las prescripciones médicas)
- Interviene en las campañas de vacunación programadas por el Ministerio de Salud Pública.
- Interviene en el Censo de Población Hospitalaria y Transeúnte (cuando lo determina el Ministerio del ramo).

## C A P I T U L O    I I

### DESCRIPCION DEL SISTEMA ACTUAL

Antes de pasar a describir el sistema actual, es necesario hacer una descripción de las características de agua que se requiere dentro del hospital.

Se requiere agua, para: servicios higiénicos,



planta generadora de vapor, planta de agua bidestilada, cocina central, lavandería y para el sistema de agua caliente. El agua que se utiliza en todos estos servicios es agua ablandada.

El abastecimiento se hace mediante el agua de la red pública de Lima, la cual es almacenada en una cisterna de doble compartimiento, de  $360 \text{ m}^3$  de capacidad, que se llena, mediante una conexión de 4 pulgadas y, el otro con un tubo de 2" de diámetro. De dicha cisterna se procede al ablandamiento, para lo cual se eleva la presión con tres electrobombas y es conducida a través de los ablandadores. Estos ablandadores son del tipo de intercambio iónico, para lo que usa resina de "Amberlite". Para mayor detalle véase los planos adjuntos.

Después de haber sido ablandada el agua, es almacenada en un reservorio de doble compartimiento de  $51 \text{ m}^3$ , que se encuentra al nivel del piso. De este lugar el agua es succionada, por sus respectivas bombas, por las estaciones de tanques hidroneumáticos. Estos tanques, alimentan los servicios de los -

pisos de cada pabellón y a las estaciones de calentamiento de agua;

Las estaciones son:

Pabellón Frontal dos tanques de 2,165 galones cada uno.

Pabellón A, dos tanques de 2,165 galones ( $8.2 \text{ m}^3$ ) c/u.

Pabellón B, dos tanques de 2,165 galones ( $8.2 \text{ m}^3$ ) c/u.

Cocina Central, dos tanques de 1,210 galones ( $4.6 \text{ m}^3$ ) c/u.

Casa de Fuerza, dos tanques de 1,210 galones ( $4.6 \text{ m}^3$ ) c/u.

Pabellón de Empleados un tanque de 1,210 galones ( $4.6 \text{ m}^3$ ).

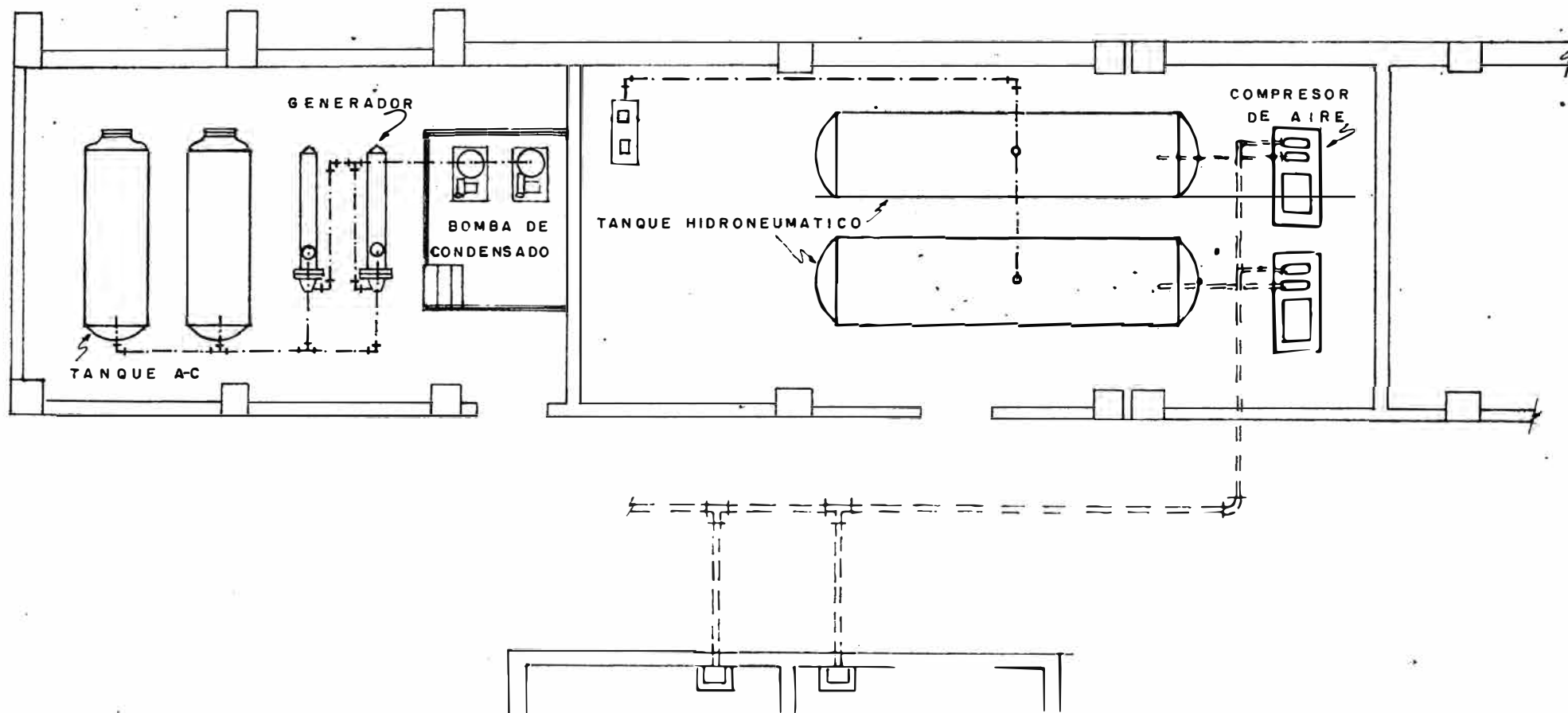
Los tanques de la Casa de Fuerza alimenta de agua a las calderas, la lavandería y, con un tubo de 2", ala Escuela de Enfermería; también, sale una línea que va a los calentadores, que abastece de agua caliente a los lugares antes mencionados.

El tanque del Pabellón de Empleados, además de a

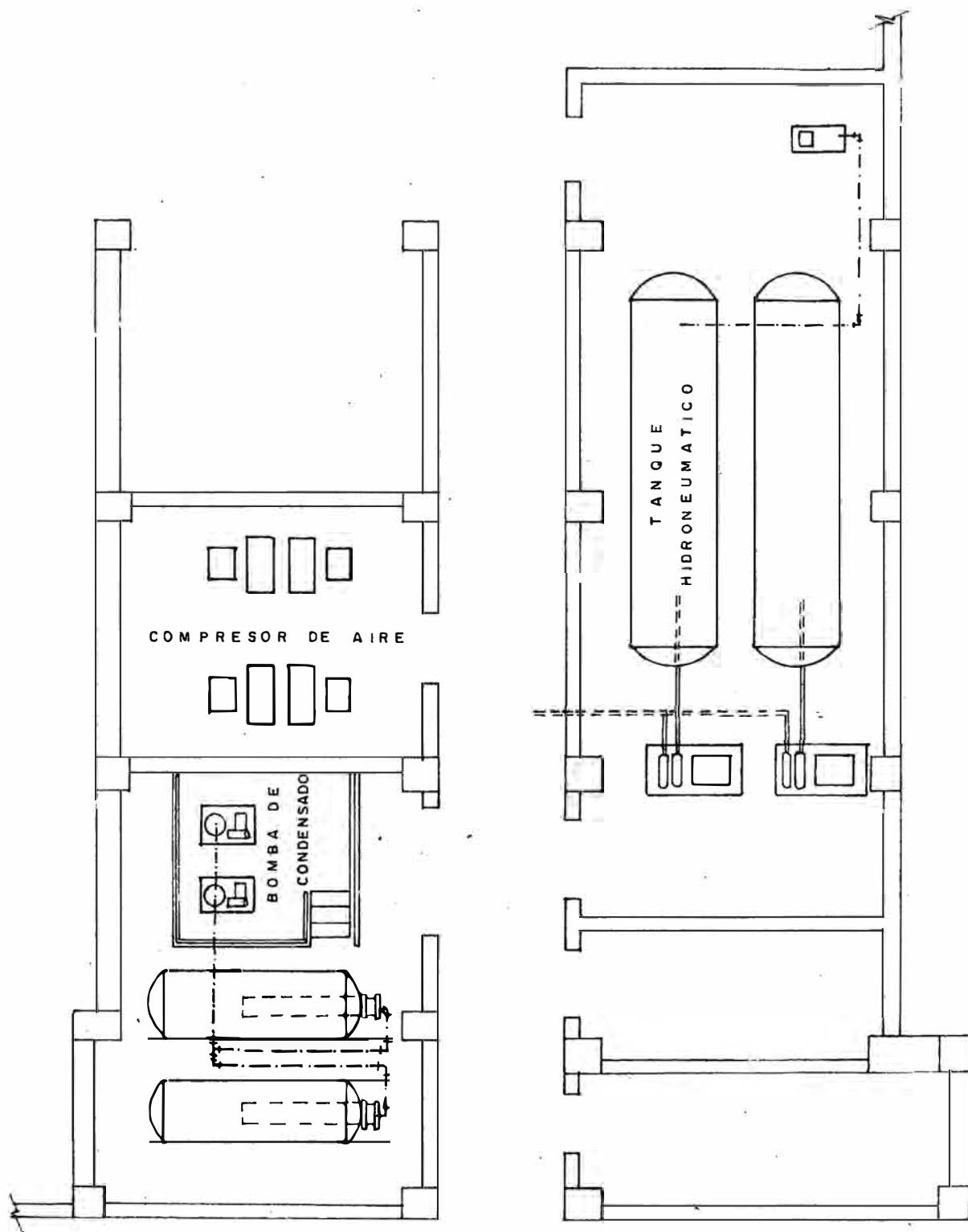
alimentar a los servicios de este edificio, alimenta también, mediante un tubo de 2 y 1/2" de diámetro, al calentador que se encuentra en el sótano del edificio denominado Laboratorio Clínico.

Todas las estaciones de tanques hidroneumáticos están dispuestos en la forma que indica en la Figura N° , que funcionan en batería, con bombas tipo turbina regenerativa de dos fases, interruptores de presión, alternador, etc. Cada bomba funciona independientemente; no funcionan juntas en ningún caso. De los tanques salen dos líneas troncales de alimentación, una vertical a los servicios de los pisos de cada pabellón, y, la otra, hacia los calentadores que existen para cada estación. No se dispone de un tanque hidroneumático especial para el agua caliente.

El sistema, pues, de abastecimiento de agua caliente, es del tipo "Calefacción Central". Una central de calentamiento de agua existe en cada pabellón; además, una en la casa de fuerza para la lavandería, y la otra más pequeña, en el sótano

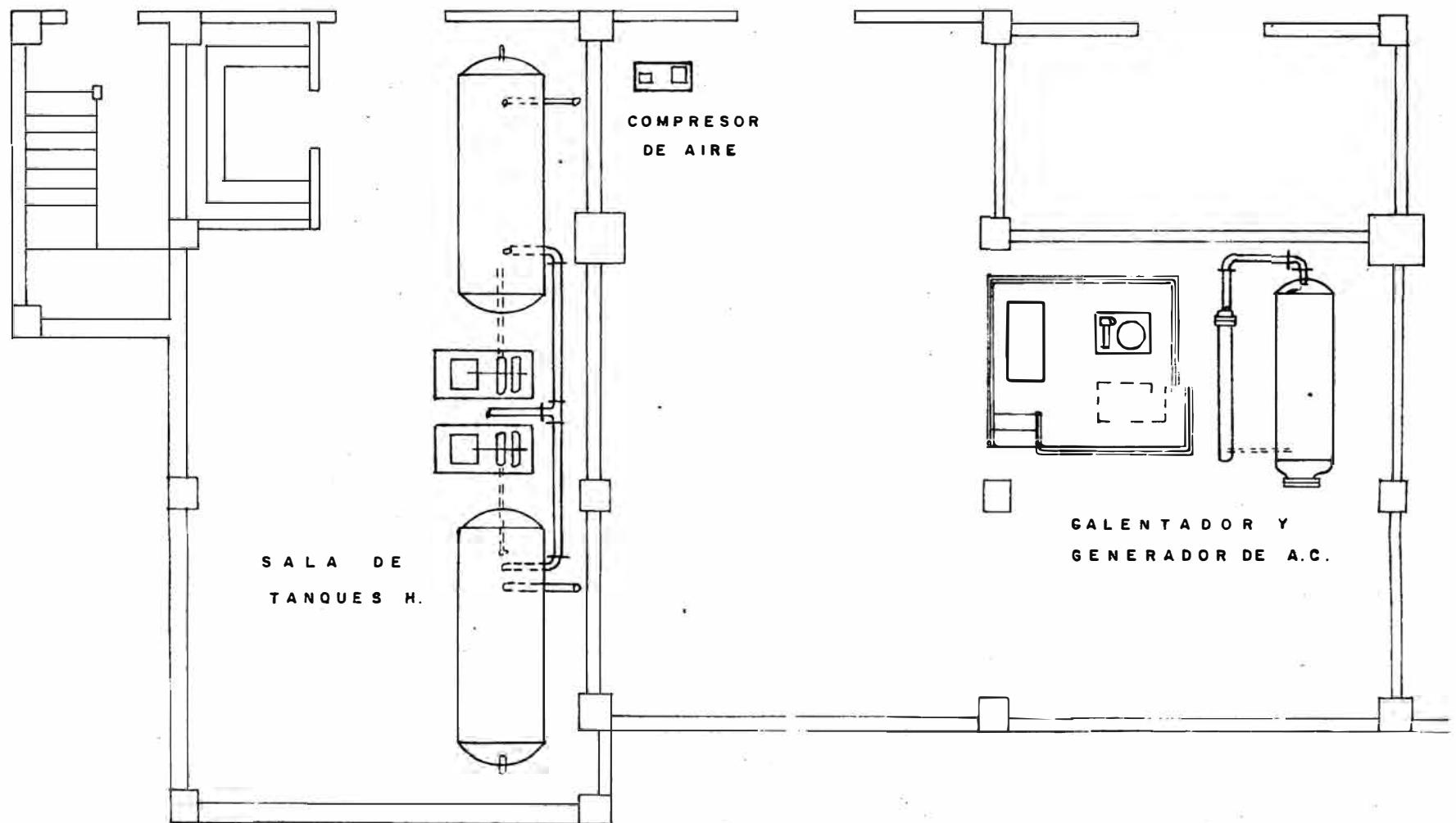


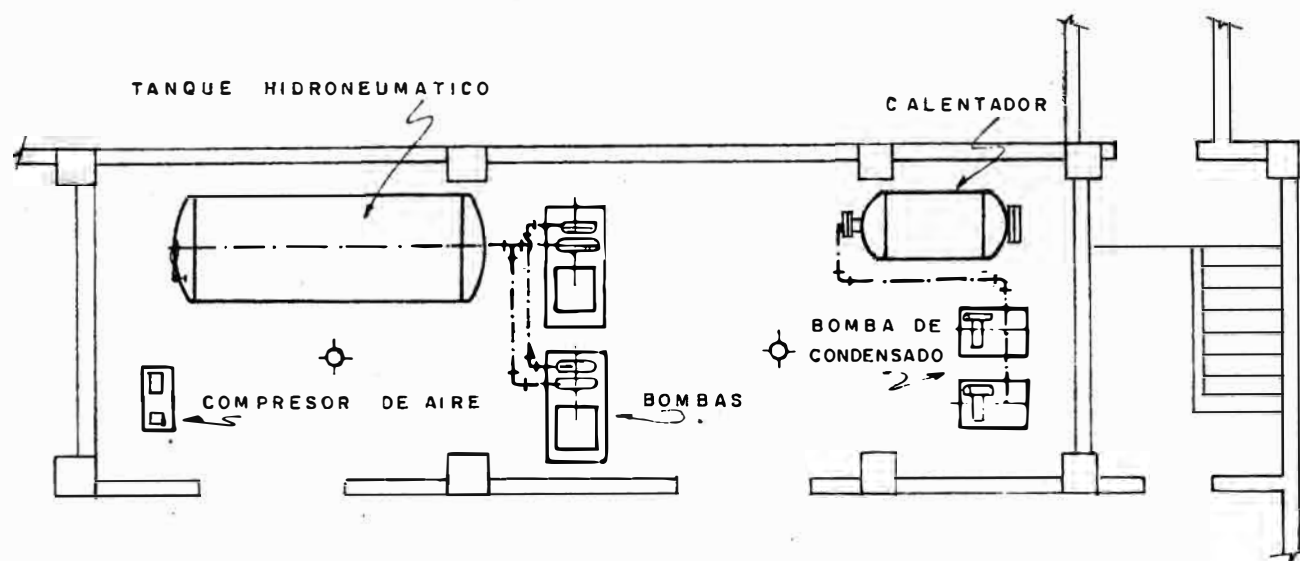
DISPOSICION DEL CALENTADOR Y  
EQUIPO HIDRONEUMATICO DEL  
PABELLON FRONTAL



**DISPOSICION DE EQUIPO  
HIDRONEUMATICO Y CALENTADORES  
DEL PABELLON A y B**

DISPOSICION DEL CALENTADOR  
Y EQUIPO HIDRONEUMATICO  
DE COCINA CENTRAL





DISPOSICION DE EQUIPO, CALENTADORES  
Y TANQUE HIDRONEUMATICO  
DEL PABELLON DE EMPLEADOS

del Laboratorio Clínico.

Las centrales de calentamiento de agua, consta de una unidad generadora de agua caliente y un tanque de almacenamiento. El generador es cilíndrico, de 14" de diámetro y 78" de largo, situado en la parte inferior del tanque de almacenamiento. Este es de capacidad y número:

Pabellón Frontal, dos,	660 galones
Pabellón A, dos,	660 galones
Pabellón B, dos,	660 galones
Casa de fuerza, dos,	660 galones
Cocina Central, dos.....	500 galones

Estos calentadores están instalados de tal manera que sólo una unidad de calentamiento funciona, o sea, la otra queda de repuesto, para el caso que se tenga que hacer trabajos de mantenimiento o reparación de una de ellas.



En el Pabellón de empleados y en el Laboratorio Clínico existe un calentador de 310 gal. con el generador y el tanque de almacenamiento juntos.

Todos los calentadores son de marca "Patterson-Kelly Co. Inc.", los cuales usan el vapor como medio de transporte calorífico.

La temperatura de servicio, son las siguientes:

Lavandería; oscila entre 140-150° F.

Servicios Generales del Hospital; 140° F.

La circulación del agua caliente se realiza por gravedad, para lo cual existe un circuito de retorno.

El material utilizado en las instalaciones de agua fría como en las de agua caliente, son de tuberías de cobre rígido.

En resumen, el recorrido del agua desde la cister

na de agua tratada, hasta la parte posterior, es la siguiente:

De la cisterna de agua ablandada sale una tubería de 6" de diámetro, con una presión aproximadamente de 1.40 metros de agua (nivel del agua en la cisterna), de la que nace la línea de succión positiva de cada estación de tanques hidroneumáticos. Primero la estación del Pabellón Frontal; segundo, la de los Pabellones A y B, y luego de la Cocina Central. De aquí, una línea de tres pulgadas continúa hacia la parte posterior del perímetro del hospital, llegando a la estación de tanques del Pabellón de Empleados.

Además, en la Casa de Fuerza existe un reservorio de concreto de 26 m<sup>3</sup> de capacidad, la cual se surte de agua ablandada mediante una línea de by-pass, desde la estación de tanques del Pabellón Frontal.

### C A P I T U L O    I I I

#### ANALISIS DE LOS PROBLEMAS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

##### ASPECTOS GENERALES .-

Los principales problemas del abastecimiento de agua de este Hospital, son los tanques hidroneumáticos, los ablandadores y la capacidad de almacenamiento de agua.

Los tanques hidroneumáticos no funcionan automáticamente; los interruptores de parada no logran funcionar y las bombas funcionan en vacío en determinados momentos.

Los ablandadores se encuentran en situación de ser reemplazados por su deterioro por el tiempo de uso.

Innecesariamente se ablanda el agua de consumo para todo el hospital.

#### TANQUES HIDRONEUMATICOS .

En las estaciones de tanques hidroneumáticos de los pabellones A, B ó de la Cocina Central, aún cuando no sea la hora de máxima demanda, cuando se pone en funcionamiento dos ó más estaciones simultáneamente, la bomba de cualquiera de las estaciones comienza a funcionar. en vacío.

Esto sucede por que, si sumamos el caudal de dos

o más estaciones, nos dá un gasto tal que es difícil que por la línea de succión pueda fluir dicho caudal sin que una de las bombas succionantes funcione en vacío; es decir, que, estas tuberías resultan, ahora, insuficientes.

Y, respecto al funcionamiento, estos tanques funcionan constantemente, las bombas no logran apagarse automáticamente, debido a que los interruptores de presión no funcionan. Y, no es que estos interruptores estén malogrados, sino que las condiciones de consumo y de bombeo se las impide.

Un tanque hidroneumático tiene por finalidad proporcionar a la red, agua a presión; dentro de un rango determinado de buen servicio. Se diseña con una bomba que pueda suministrar un caudal, por lo menos, igual a la máxima demanda simultánea y compresores y/o cargadores de aire, debido a que la máxima demanda simultánea dura poco tiempo, el caudal remanente va llenando el tanque hasta que a una determinada presión, o nivel, un interruptor apaga la bomba.

Actualmente, si las bombas en ningún momento logran almacenar agua para ir llenando el tanque; es por que la bomba no da un caudal remanente, respecto a la demanda promedio, lo que significa, que, la actual máxima demanda promedio de la instalación es superior a la que se utilizó para diseñar los tanques hidroneumáticos en servicio.

Es explicable esta situación si se tiene en consideración la sobrecarga de servicio que tiene el hospital, en lo que respecta al número de pacientes hospitalizados y ambulatorios.

#### LOS ABLANDADORES Y LA REGENERACION DE LA RESINA .-

En lo que respecta a los ablandadores, estos se tienen que reemplazar, indudablemente, puesto que se encuentran deteriorados por el uso y la corrosión.

En el Hospital actualmente se ablanda injustificadamente toda el agua de consumo. El consumo de sal que se utiliza para regenerar la resina es de 1,373 kilos por día, y, al año 501,206 kilos. El costo anual por concepto de regeneración, sería a \$ 6.10 kilo, de \$ 3'057,356.60; esto se podría reducir grandemente si sólo se ablandaría el agua para los servicios que lo requieran única y exclusivamente. (agua caliente y vapor).

LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO .-

La capacidad de agua almacenada en las cisternas es de  $411 \text{ m}^3$ , y según el Reglamento Nacional de Construcciones, Título X-III-3.19, la capacidad de almacenamiento sería:

<u>Dotación</u>	<u>Nº de Camas</u>	<u>Almacenamiento</u>
600 litros/cama/día	906	$543.6 \text{ m}^3$
Con lo que el déficit sería $543.6 - 411 = 132.6 \text{ m}^3$ .		

Este déficit es relativamente poco. En expe -

riencias pasadas, en que el suministro público se interrumpió, se tuvo oportunidad de comprobar que la cantidad de agua almacenada sólo daba para unas cuantas horas de servicio, no obstante que la capacidad actual es el 76 % de lo que exige el reglamento para un día.

Haciendo un estudio de los requerimientos específicos de los servicios dentro del hospital, se podría determinar la capacidad de agua real que se necesitaría para el funcionamiento del nosocomio. Si se considera que este es un Hospital Central, el que debe de tener una cierta independencia, en lo que se refiere a servicio público, se puede ampliar la capacidad de almacenaje de agua a mucho más del déficit antes mencionado.

#### OTROS .

Dentro de la problemática del sistema de abastecimiento de agua potable de este hospital, es necesario mencio -



nar la carencia de pozo de agua y de una red de agua contra incendio. Actualmente existe una perforación, situada cerca del Edificio Frontal, que se encuentra desmantelada; posiblemente - por que nunca dió agua, o por que resultó innecesaria con la llegada de la red pública del servicio de agua potable; a criterio de los constructores del Hospital.

Sin embargo, este pozo se puede poner en servicio mediante una profundización si es necesario o, inmediatamente, haciendo una prueba de bombeo a fin de viabilizar su puesta en servicio.

En lo que respecta a la red de agua contra incendio, es necesario acotar que todos los ambientes con riesgo de incendio se encuentran protegidos con extinguidores portátiles, - no existe una red de agua. Esto se debe posiblemente a que en la época en que fue diseñada sus instalaciones, dicha red sólo era opcional, y no un requisito, como lo es actualmente.

Como se puede observar, todos los problemas — mencionados se deben, fundamentalmente, al aumento de capacidad del Hospital y al deterioro por el uso de los equipos y máquinas. Problemas que se resumen como un diagnóstico del sistema actual en el capítulo siguiente.

## C A P I T U L O   I V

### DIAGNOSIS DEL SISTEMA ACTUAL

Del análisis efectuado en el capítulo anterior se desprende que el hospital requiere una serie de modificaciones y renovaciones en lo que respecta a instalaciones sanitarias. Debido esto, en gran parte, a los años de uso de funcionamiento continuo.

El mismo hecho de las necesidades de ampliaciones que se presentan dentro del hospital y de la falta de estudios adecuados que resuelvan los problemas de instalaciones, en general, agravado en muchos casos por soluciones de tipo provisional y de la falta de una política que enfoque los problemas en forma integral, hacen que el funcionamiento de las instalaciones no estén de acuerdo a los requerimientos de las necesidades actuales.

Es necesario acotar que los requerimientos de mejoras y modificaciones se presentan, como es de imaginar, tanto en instalaciones sanitarias como eléctricas, mecánicas y todo lo relacionado con servicios, que son necesarios cuando se amplía un hospital.

Como se entenderá, este capítulo es consecuencia del capítulo anterior (Capítulo III), por lo que voy a referirme al Diagnóstico del sistema actual de acuerdo con el análisis de

los problemas que se ha efectuado. El que es como sigue:

1.- MAQUINAS Y EQUIPOS .-

- Los tanques hidroneumáticos requieren ser aliviados en lo que respecta a demanda de agua.
- Los ablandadores deben ser reemplazados por encontrarse excesivamente deteriorados.

2.- INSTALACIONES Y CONSTRUCCIONES .-

- Debe aumentarse la capacidad de almacenamiento de agua
- Debe aumentarse el diámetro de la tubería de alimentación de los tanques hidroneumáticos.
- Debe de instalarse una red de agua contra incendio
- Debe de habilitarse el pozo existente a fin de dar independencia del servicio de agua potable público.

3.- TRATAMIENTO DE AGUA .-

Sólo debe de ablandarse el agua para los servicios:

- Calderas
- Agua Caliente
- Central Bidestillada.

El agua fría para los otros servicios sanitarios  
no requiere de ablandarse.

## C A P I T U L O   V

### PLAN DE REMODELACION DE INSTALACIONES DE AGUA CALIENTE

Al considerarse el siguiente plan de remodelación, se tuvo en cuenta la factibilidad de realizarlo, aprovechando la - disposición particular de las instalaciones y aparatos sanitarios, a fin de evitar grandes cambios, roturas y acondicionamientos de nuevos ambientes que le hubieran hecho poco viable y costosa.

El plan consiste, fundamentalmente, en independi-

. zar la red de agua fría, del sistema de agua caliente, con lo —  
` cual se han de lograr los siguientes objetivos:

- Disminuir el flujo a que han de trabajar los tanques hidroneumáticos actuales.
- Disminuir el gasto en las tuberías de alimentación a los tanques hidroneumáticos.
- Ablandar agua solo para la caldera y servicio de agua caliente, disminuyendo el costo de tratamiento.
- Construir una nueva cisterna, aumentando la capacidad de almacenamiento de agua del hospital.
- Tener una red para agua caliente propia.

El plan consiste en trasladar la planta de ablandamiento a un lugar cercano a la Casa de Calderas, ablandando el agua sólo para agua caliente y consumo de calderas; luego, almacenarla y, posteriormente distribuirla a las diferentes centrales de calentamiento de agua que existe en cada pabellón. Para esto se hará uso de cualquiera de las alternativas propuestas en este trabajo. La red de agua fría funcionará con el actual sistema de abastecimiento.



Es decir que sólo se diseñará la forma como han de alimentarse los calentadores con agua a presión y ablandada convenientemente, después de ser independizado del actual sistema de distribución; estos calentadores son:

- a.- Pabellón Frontal
- b.- Pabellón A y B.
- c.- Cocina Central.

## C A P I T U L O    V I

### ESTUDIO DE DEMANDA Y CALIDAD DEL AGUA

#### I.- DEMANDA .

##### 1.- Generalidades .-

En el cálculo de las instalaciones sanitarias es siempre necesario conocer el gasto que se requiere en el edificio . En algunos casos interesará el gasto promedio en otros, además, el máximo y mínimo y, más frecuentemente, sólo el gasto máximo simultáneo.

El ingeniero sanitario tiene medios para poder diseñar una instalación con sólo contar con planos arquitectónicos, cuando se trata de viviendas u otras edificaciones simples.

En cambio, el cálculo en edificaciones más completas tales como hoteles, clínicas, hospitales y otras instituciones sociales, es también más compleja; pues, habrá que determinar el consumo de cocinas, lavanderías, calderas, aparatos de destilación, aire acondicionado, etc.

Para el cálculo de la demanda de agua para estos servicios no se dispone de un método determinado, debido a la gran variedad de tipos, tamaños, etc., que existen para satisfacer las necesidades de un particular establecimiento.

Sin embargo, esto se resuelve mayormente utilizando criterios generales dentro de los cuales el de la máxima demanda simultánea es el más importante.

El consumo de agua dentro de un edificio puede va-

riar durante el día, la semana, el mes y de año a año. También, entre un tipo u otro el consumo es característico. Por ejemplo, es bien conocido el de las oficinas, hospitales, clínicas, etc., donde el consumo es casi uniforme durante el día.

En cambio, para los edificios destinados a vivienda, albergues, se presentan horas de "puntas", que se verifican por las mañanas en las horas anteriores al mediodía, y son como máximo dos o tres.

En los cuarteles y colegios, la punta de consumo se produce por las mañanas, cuando simultáneamente todos los soldados o escolares se lavan, y no demora normalmente más allá de una hora, o bien, cuando se duchan y entonces dura en proporción al número de duchas y en relación a los usuarios.

En lo que sigue se hará una estimación de la demanda según la naturaleza e importancia de los servicios.

Los pabellones, Frontal, "A", "B" y Edificio de Empleados tienen características similares y se hará la estimación de

su demanda de agua también en forma similar y en mismo Sub-Capítulo.

En cuanto a demanda de cocina y lavandería se hará en forma aparte, lo mismo en lo que respecta a consumo de calderas.

## 2.- Demanda de Agua en Pabellones .-

Para los cálculos necesarios nos interesa la Demanda Máxima Simultánea. Es decir, el máximo gasto que se puede presentar en un instante dado.

La Máxima Demanda Simultánea se puede calcular utilizando el método desarrollado por el profesor Roy B. Hunter, asignando un número Hunter a cada aparato sanitario, totalizando y hallando el equivalente en unidades de gasto se determina la Demanda Máxima Simultánea de una montante.

Aquí se determinará la demanda por el método Hunter, utilizando las tablas y valores que especifica el Reglamento Nacional de Construcciones para cada pabellón.

Se ha hecho un inventario de aparatos sanitarios por pabellones. Determinando la Demanda Máxima Simultánea para agua fría y caliente, usando la Tabla N° III-4-2 y la N° III-4-3 - del Reglamento Nacional de Construcciones. En el apéndice con Tablas:°

NUMERO DE APARATOS SANITARIOS DEL PABELLON "A"

<u>Aparatos</u>	<u>Número</u>
<u>Primer Piso</u>	
W.C.	14
Lavatorio	18
Ducha/tina	2
Urinario	2
Botadero	8
Lavadero Repestero	1
<u>Segundo Piso</u>	
W.C.	10
Lavatorio	18
Ducha/tina	3
Urinario	2
Botadero	8

- 50 -

Lavadero Repostero	1
--------------------	---

#### Tercer Piso

W.C.	13
------	----

Lavatorio	28
-----------	----

Ducha/tina	3
------------	---

Urinario	2
----------	---

Botadero	8
----------	---

Lavadero Repostero	1
--------------------	---

#### Cuarto Piso

W.C.	15
------	----

Lavatorio	32
-----------	----

Ducha/tina	3
------------	---

Urinario	
----------	--

Botadero	9
----------	---

Lavadero Repostero	1
--------------------	---

#### Quinto Piso

W.C.	17
------	----

Lavatorio	19
-----------	----

Duchas	12
--------	----

Urinarios	6
Botadero	-
Lavadero Repostero	4

Sótano

W.C.	1
Lavatorio	6
Ducha	1
Urinario	1
Botadero	-
Lavadero Repostero	-

Total de Aparatos Sanitarios

<u>Aparatos</u>		<u>Unidades Hunter</u>		<u>Total Unidades H.</u>	
		<u>A.F.</u>	<u>A.C.</u>	<u>A.F.</u>	<u>A.C.</u>
W.C.	70	8	-	560	-
Lavatorios	121	1.5	1.5	182	182
Duchas/tinas	11	6	6	66	66
Duchas	13	3	3	39	39
Urinarios	13	5	-	65	-
Botaderos	33	3	-	99	-
Lavadero- Repostero	8	2	2	16	16
Total U. H. para el Pabellón				1,027	303



De la Tabla de Hunter se obtiene que 303 equivale ~~aproximadamente~~ a 4.16 litros por segundo, la cual es la demanda simultánea máxima para el Pabellón "A".

NÚMERO DE APARATOS SANITARIOS DEL PABELLÓN "B"

<u>Aparatos</u>	<u>Número</u>
<u>Primer Piso</u>	
W.C.	12
Lavatorio	13
Ducha/tina	2
Urinario	2
Botadero	8
Lavadero Repostero	1
<u>Segundo Piso</u>	
W.C.	14
Lavatorio	22
Urinario	2
Ducha/tina	2
Botadero	9
Lavadero Repostero	1

<b>Tercer Piso</b>	<b><u>Aparatos</u></b>	<b>Número</b>
	W.C.	17
	Lavatorios	17
	Ducha/tina	2
	Urinario	2
	Botadero	9
	Lavadero Repostero	1
 <b>Quarto Piso</b>		
	W.C.	13
	Lavatorio	21
	Ducha/tina	2
	Urinario	2
	Botadero	8
	Lavadero Repostero	1
 <b>Quinto Piso</b>		
	W.C.	12
	Lavatorio	18
	Ducha/tina	2
	Urinario	2
	Botadero	3
	Lavadero Repostero	1

	<u>Aparatos</u>	<u>Número</u>
<u>Sótano</u>	W.C.	1
	Lavaterios	3
	Duchas	1
	Urinario	1
	Botadero	-
	Lavadero Repostero	-

TOTAL DE APARATOS SANITARIOS

Aparatos	Nº	<u>Unidades Hunter</u>		<u>Total Unidades Hunter</u>	
		A.F.	A.C.	A.F.	A.C.
W.C.	69	8	-	552	-
Lavatorio	94	1.5	1.5	141	141
Ducha/tina	10	6	6	60	60
Duchas	1	3	3	3	3
Urinario	11	5	-	55	-
Botadero	37	3	-	111	-
Lavadero Repostero	5	2	2	10	10
Total de Unidades Hunter Para el Pabellón				932	214

De la Tabla de Hunter se obtiene que 214 unidades

corresponde a 3.47 litros por segundo aproximadamente, la cual es la Máxima Demanda Simultánea de agua caliente en el Pabellón "B".

NUMERO DE APARATOS SANITARIOS DEL PABELLON FRONTAL

	<u>Aparatos</u>	<u>Número</u>
<u>Primer Piso</u>	W.C.	12
	Lavatorio	33
	Ducha/tina	1
	Urinario	7
	Botadero	3
<u>Segundo Piso</u>		
	W.C.	17
	Lavatorio	35
	Ducha/tina	—
	Urinario	11
	Botadero 1	2
<u>Tercer Piso</u>		
	W.C.	22

<u>Aparatos</u>	<u>Número</u>
Lavatorio	53
Ducha/tina	14
Urinario	6
Botadero	2
Lavadero Repostero	1

Cuarto Piso

W.C.	1
Lavatorio	1
Ducha	1
Botadero	1

Sótano

W.C.	7
Lavatorio	11
Ducha/tina	—
Urinario	—
Botadero	1

TOTAL DE APARATOS SANITARIOS

Aparatos	Nº	Unidades Hunter		Total Unidades Hunter	
		A.F.	A.C.	A.F.	A.C.
W.C.	59	8	-	472	-
Lavatorio	133	1.5	1.5	200	200
Ducha/tina	15	6	6	90	90
Ducha	1	3	3	3	3
Urinario	24	5	-	120	-
Botadero	8	3	-	24	-
Lavadero Repostero	1	2	2	2	2
Total Unidades Hunter para el Pabellón				911	295

Unidades que, según el método Hunter, equivalen a litros por segundo como gasto probable; así, 295 es equivalente a 4.08 litros/segundo. Luego, la Máxima Demanda Simultánea de agua caliente de este pabellón es 4.08 litros/segundos.

Para determinar la demanda de agua en el Pabe-

llón de Empleados, Laboratorio Clínico y Residencia de Religiosas se ha hecho el siguiente inventario:

PABELLON DE EMPLEADOS

Aparatos	Nº	Unidades Hunter		Total Unidades Hunter	
		A.F.	A.C.	A.F.	A.C.
W.C.	20	8	-	160	-
Lavatorio	18	1.5	1.5	27	27
Ducha/tina	9	6	6	54	54
Urinario	1	5	-	5	-
Botadero	2	3	-	6	-
Total Unidades Hunter					
Por Pabellón				252	81

Unidades que corresponden a 3.71 Lts/seg. para agua fría y 2.35 Lts/seg. para agua caliente. Gastos que son las máximas demandas simultáneas para este Pabellón.

LABORATORIO CLINICO

Aparatos	Nº	Unidades Hunter		Total Unidades Hunter	
		A.F.	A.C.	A.F.	A.C.
W.C.	8	8	-	64	-
Lavatorio	9	1.5	1.5	13.5	13.5
Duchas	6	3	3	18	18
Botadero	3	3	-	9	-
Lavadero Repostero	3	2	2	6	6
Lavatorio de Laboratorio	16	2	-	32	-

Total Unidades

Hunter en Laboratorio 143      38

Unidades que corresponden a 2.85 Lts/seg. para agua fría y 1.70 Lts/seg. para agua caliente. Gastos que representan la máxima demanda simultánea para Laboratorio Clínico.



CASA DE RELIGIOSAS

Aparatos	Nº	Unidades Hunter		Total Unidades Hunter	
		A.F.	A.C.	A.F.	A.C.
W.C.	7	8	-	56	-
Lavatorios	17	1.5	1.5	25.5	25.5
Duchas	4	3	3	12	12
Bidet	4	0.75	0.75	3	3
Lavatorio Repostero	1	2	2	2	2
Botadero	1	3	-	3	-
<hr/>					
Total Unidades Hunter					
Residencia de Religio-					
SAs				102	43

Unidades que corresponden a 2.55 Lts/seg. para agua fría y 1.82 Lts/seg. para agua caliente. Gasto que representa la demanda máxima simultánea para la Residencia de Religiosas.

### 3.- Demanda de Agua de Calderas .-

El conocimiento del consumo de agua de una Caldera es importante, puesto que permite al diseñador calcular la capacidad de los ablandadores que se van a usar para el tratamiento del agua de alimentación de la caldera.

Como es natural, la cantidad de agua que se necesita para alimentar a una caldera está relacionada directamente con la capacidad de ésta para producir vapor.

El vapor es utilizado como vehículo para conducir calor a los lugares que se le necesite, cede su calor latente y se condensa. Es una práctica general que en sistemas de distribución de vapor se provee un sistema de "retorno" de condensado con el objeto de aprovecharlo en forma económica. La cantidad disponible de condensado es de gran utilidad, por dos motivos: Uno por que ya no se utilizará energía para calentarlo sino que se le introducirá directamente al caldero; y otra, porque al utilizar esta agua se reducirá la frecuencia de purgas. Ya que el agua de condensado no posee sólidos disueltos. Algo más sobre estas purgas se tratará en la sección sobre Calidad del Agua.

Todo esto es importante puesto que está relacionado con la capacidad del ablandador que se ha de diseñar.

Existen dos tipos fundamentales de calderas; las de alta presión y las de baja presión. Las calderas de baja presión son las que se utilizan en instalaciones del tipo que estamos tratando y, también, en industria de alimentos y en toda industria que requiera vapor para cocimiento; en cambio, las calderas de alta presión son las que se utilizan para producir fuerza motriz, tales como las llamadas Centrales Térmicas de Producción de Electricidad, en algunas otras industrias y antiguamente para la propulsión de barcos. Todas las calderas de baja presión son de tubo de fuego y las de alta presión son de "tubos de agua".

Las calderas se especifican bien en H.P. (Horse Power) o en Libras de Vapor por hora, cuando se dispone de esta característica se podrá estimar el consumo de la siguiente manera:

$$1 \text{ Libra de vapor/hora} = 126 \times 10^{-6} \text{ Litros/seg.}$$

Y cuando se especifica en H.P.

$$1 \text{ H.P.} = 0.0156 \text{ m}^3/\text{hora} = 4.11 \text{ galones/hora.}$$

Debido a que es frecuente que el vapor se produce de 80 a 150 libras/pulgada<sup>2</sup> de presión y a una temperatura de alrededor de 358 grados Fahrenheit, se ha hecho el siguiente razonamiento, teniendo en cuenta que este análisis puede ser válido a otras condiciones de presión y temperatura que se acostumbra en calderas de baja presión y la poca variación que presenta dentro de este rango.

Por ejemplo, una libra de vapor a 150 libras de presión absoluta a 358 grados Fahrenheit de temperatura, será igual a una libra de agua líquida a condiciones de presión y temperatura ambientales. Así a 21 grados Centígrados y a presión atmosférica se tendrá que una libra de agua tendrá 453 centímetros cúbicos (la densidad del agua a estas condiciones es de un gramo por centímetro cúbico). También se podrá escribir:

$$1 \text{ Libra de vapor/hora} = 453 \text{ cm}^3/\text{hora} \quad \dots \text{Ec. (1)}$$

$$1 \text{ Libra de vapor/hora} = 126 \times 10^{-6} \text{ litros/seg.} \quad \dots \text{Ec. (2)}$$

En calderas de baja presión se cumple que H.P. igual a 34.5 libras de vapor/hora, lo que se transformaría usando la ecuación (1) en:

$$\text{H.P.} = 34.5 \times 453 \text{ cm}^3/\text{hora}$$

$$\text{H.P.} = 15,628 \text{ cm}^3/\text{hora} = 0.0156 \text{ m}^3/\text{hora}$$

$$\text{H.P.} = 0.0156 \text{ m}^3/\text{hora} = 4.11 \text{ galones/hora.} \quad \dots \text{Ec. (3).}$$

Ya que 264 galones hacen un metro cúbico. Por otra parte, la Ecuación (1) se puede expresar en litros por segundo, es decir:

$$\text{Libra de vapor/hora} = \frac{0.453 \text{ litros}}{3,600 \text{ segundos}} =$$

$$\text{Libras de vapor} = 126 \times 10^{-6} \text{ litros/seg.} \quad \dots \text{Ec. (4)}$$

Las ecuaciones 3 y 4 son idénticas a las ecuaciones que se propuso anteriormente, por lo que se puede dar por demostradas. Con estos valores se puede estimar la demanda de la Casa de Calderas del Hospital, teniendo en cuenta las capacidades de éstas, según consta en el Artículo I-3.2, son:

Caldero N° 1 .....	13,800 libras de vapor/hora
Caldero N° 2 .....	13,800 libras de vapor/hora
Caldero N° 3 .....	225 H.P.

El funcionamiento es: Durante el día (Caldera -

Nº 1) una y durante la noche otra (Caldera Nº 2), quedando la restante en Stand by. Por lo que el consumo será:

$$(13,800 \text{ libras vapor/hora}) \left(126 \times 10^{-6} \frac{\text{Lts/seg}}{\text{lbs.v./hora}}\right) = 1.74 \text{ Lts/seg.}$$

De este caudal de apote solo el 60 % se necesitará ablandar, puesto que el 40 % se considera agua de condensado que retorna, como mínimo. Esto es,  $1.74 \times 0.60 \text{ litros/seg.} = 1.04 \text{ litros por seg.}^*$

#### 4.- Demanda de Cocina y Lavandería .-

Como en todo ambiente especial que hay que diseñar, es necesario siempre conocer la finalidad y las operaciones que se realizarán allí, en todas sus etapas, a fin de poder suplir

---

\* Para mayor referencia respecto a la problemática del uso del agua de condensado, véase el libro "Tratamiento de Aguas" de F. J. Matthew.

---

satisfactoriamente en cada una de ellas sus necesidades, tanto sanitarias como en cualquier aspecto de instalaciones en general.

El criterio anterior es válido también cuando se trata de un estudio de Demanda de agua en instalaciones ya existentes por lo que paso a describir las operaciones que se realizan tanto en cocina como en lavandería del Hospital.

#### 4.A.- Cocina.-

Los alimentos para el Hospital Central N° 1 se preparan en la llamada "Cocina Central". Luego se distribuyen en repasteros que existen en cada pabellón y piso de hospitalizados y en el comedor para el personal. Se preparan las raciones siguientes:

Desayuno = 700

Almuerzo = 2,000

Cenida = 220

Refrigerios\* 450

Las principales operaciones se realizan en los siguientes sectores:

- 1.- Sector de Abastecimiento: Recepción y almacenamiento de los productos.
- 2.- Sector de Preparación: Se preparan carnes, vegetales, cereales, masas, ensaladas, jugos, y postres
- 3.- Sector de Cocción: Cocina Central y de Dietas.
- 4.- Sector de Distribución: Para pacientes y personal autorizado.
- 5.- Sector de lavado: Limpieza de todo el menaje utilizado.

1.- Sector de Abastecimiento.-

Recepción de Productos .-

Se reciben en el Almacén General con un día de anticipación, a excepción de frutas y verduras que se aceptan en el mismo día. Luego se trasladan a Cocina Central en un montacarga.

Almacenamiento.-

Los productos son traídos para consumo diario. Por consiguiente, solamente se almacenan verduras, carnes y pescado en 3 diferentes cámaras frigoríficas. Los sacos de cereales y vegetales, son apilados en una tarima para ser utilizados posteriormente.



Los productos lácteos y frutas, son de uso inmediato. Menestras y granos son remojados en lavaderos de material inoxidable durante un día.

## 2.- Sector de Preparación .-

Se distinguen 3 zonas:

Panadería, Carnicería y Verdulería, que se encuentran debidamente equipado para el cumplimiento de sus respectivas labores.

## 3.- Sector de Cocción .-

Comprende :

- a) Cocina Central y
- b) Cocina de Dietas

Ambas poseen sus correspondientes equipos y mesas de trabajo.

- Cocina Central cuenta con:

- 7 Marmitas fijas y 4 volcables de diferentes capacidades.
- 2 sartenes eléctricas
- 1 tostadora

- 2 Batidoras y
- Todo lo necesario para la distribución de alimentos.

Marmitas Fijas, son grandes ollas a presión que trabajan con vapor a 7 PSI.

Marmita Volcable, Son similares a las anteriores, pero de menor capacidad y están dotadas de un dispositivo pendular mecánico que facilita la extracción de alimentos. Se usa como complemento de las marmitas fijas.

Sartenes Eléctricas, Son utilizadas para preparar frituras de inmersión dentro de un baño de aceite. Son volcables.

Cocina de Dietas, Con un equipo eficientemente adecuado, realiza diariamente la cocción de alimentos dietéticos.

#### 4.- Sector de Distribución .-

Existe un comedor, para uso médico, alumnado y personal autorizado. Cuenta con un equipo de carritos térmicos para transportar los alimentos de los pacientes desde la -

cocina hasta cada repostero ubicado en el respectivo pabellón.

Otro equipo para la distribución de alimentos de los reposteros a los pacientes. Otro más para las vajillas.

#### 5.- Sector Lavado .-

No existe lavadoras automáticas, todo el lavado del servicio se hace manualmente, en lavadoras de acero inoxidable.

#### EQUIPO OPERATIVO .-

##### Cocina Central.-

Marmita, marca "Kupper Bush"

3 Marmitas fijas de	500 lts.
1 Marmita fija de	400 lts.
2 Marmitas fijas de	200 lts.
1 Marmita fija de	150 lts.
2 Marmitas volcables de	50 lts
1 Marmita volcable de	40 lts.
1 Marmita volcable de	30 lts.

Sartenes Eléctricas, 2, marca "Siemens".

Testadora Eléctrica de 2 divisiones, 1, marca "Siemens".

Batidora Eléctrica mediana, 1, marca "Alexander".

EN COCINA DE DIETAS.-

1 Cocina Eléctrica de 4 hornillas

1 Marmita fija de 100 litros

3 Marmitas volcables, "Kupperbush" de 30, 40 y 50 litros.

1 Máquina extractora de jugos.

1 licuadora industrial .

EN PANADERIA .-

2 Hornos eléctricos

1 Amasadora eléctrica

1 Batidora "Alexander".

EN VERDULERIA .-

1 Máquina peladora de papas

1 Máquina cortadora de verduras

9 Cámaras de Refrigeración, de las cuales funcionan solamente

7, 3 están ubicadas en Cocina Central y 4 han sido prestadas al Almacén de Víveres.

#### 4.B.- Lavandería .-

La secuencia de operaciones en el proceso de la Lavandería, es el siguiente:

- 1.- Recepción, peso y clasificación.
- 2.- Lavado
- 3.- Secado
- 4.- Planchado
- 5.- Doblado
- 6.- Reparación
- 7.- Almacenamiento y distribución.

Según esto, los procesos en la Lavandería están divididos en 3 áreas definidas.

- Area de recepción, peso y clasificación
- Area de Lavandería propiamente dicho, donde se desarrolla las operaciones de lavado, secado y planchado.
- Area de reparación, almacenamiento y distribución.

Veamos a continuación el desarrollo de cada una de las operaciones, dentro de las áreas arriba mencionadas.

- Recepción, Peso y Clasificación.-

La ropa de los diversos pisos del Hospital llega a la lavandería en sacos de yute, transportados en carritos de mano desde el sótano, operación que realiza una sola persona. Se recibe, luego es pesada en una balanza, debido a que todas las máquinas trabajan en base a peso y, finalmente es clasificada de acuerdo con el tipo y grado de suciedad.

Clasificada la ropa, es llevada en carros a las lavadoras. La ropa recibida se controla en formularios diseñados exclusivamente para la lavandería.

- Lavado .-

Para la operación de lavado se cuenta con cinco lavadoras: 3 automáticas y 2 manuales. Las lavadoras automáticas constituyen las unidades más importantes de la lavandería porque tienen un programador que controla automáticamente el tiempo de operación de lavado, pero que no funcionan en dos de ellos por estar malogrados.

El tiempo de lavado varía de acuerdo con las piezas a lavar y la fórmula usada en la operación. Se estima como tiempo de operación de lavado de 2 tipos de ropa controlada por el Programador y que se ilustran a continuación.

1.- Ropa que requiere lavado simple; Sábanas, colchas, etc.

<u>Tiempo</u>	<u>Fases del Lavado</u>
0 - 20'	Lavado con agua caliente
20' - 23'	Enjuague con agua tibia
23' - 26'	Enjuague con agua fría
26' - 29'	Enjuague con agua fría

2.- Ropas con manchas rebeldes Maternidad, Sala de Operaciones.

<u>Tiempo</u>	<u>Fases del Lavado</u>
0 - 10'	Enjuague con agua fría
10' - 20'	Pre-lavado con agua tibia
20' - 35'	Lavado con agua caliente
35' - 45'	Desmanchado con agua caliente
45' - 48'	Enjuague con agua tibia
48' - 51'	Enjuague con agua fría
51' - 54'	Enjuague con agua fría.

Entre 20-60°C. las temperaturas de pre-lavado están comprendidas y el de lavado entre 60-90°C.

Las lavadoras están formadas por dos cilindros uno interno y otro externo, con puertas en cada uno para la entrada y salida de carga.

El cilindro interno recibe la carga de ropa a lavarse, posee agujeros por donde circula el agua y unido a un motor eléctrico gira a uno y otro lado en forma alternada.

El cilindro externo es parcialmente llenado con agua caliente o fría, dependiendo de la fase del lavado.

En las lavadoras automáticas la carga, descarga y adición de detergente se hacen manualmente.

Descarga la ropa de las lavadoras, se depositan en carritos para enseguida pasar a las centrifugadoras.

Centrifugadoras.- Existen 5, pero funcionan 4. Sirven para retirar el agua de la ropa absorbiendo aproximada-



mente 50% del agua.

Están constituidas por 2 cilindros, uno exterior y otro interior que gira a grandes velocidades, provisto de agujeros con una tamera en el centro que permite acomodar la ropa y que por acción de la fuerza centrífuga reduce la humedad, eliminando el agua al cilindro externo y salir al desagüe a través de un tubo.

El tiempo empleado se estima en 20' y 10' para cargar y descargar!

La ropa exprimida se coloca en carros, luego es clasificada manualmente en tipos de ropa, para:

- a) Calandria
- b) Planchar
- c) Secar

- Secado. -

Esta operación se realiza en las Secadoras, se disponen de 6, pero funcionan 5. Son utilizados para retirar

la humedad a las piezas que no necesitan planchado, tales como frazadas, toallas, etc. sin embargo, toda la ropa pasa por las secadoras con un menor tiempo para las ropas tipo "a" y "b".

Una secadora está constituida por un tambor montado sobre una base, dentro de la cual se encuentra instalado un aspirador accionado por un motor eléctrico. Por arriba del aspirador se encuentra ubicado un cilindro interior con agujeros en su alrededor y unas paletas que permiten el desenvolvimiento de la ropa y no se formen ovillos.

El cilindro gira a determinado RPM. Cuando la máquina entra en funcionamiento, el aspirador produce succión de aire, que al pasar por los serpentines, los calienta, el aire calentado pasa por los agujeros del cilindro interno y por la carga de ropa, secándola.

Posteriormente un ducto evacúa al exterior el aire utilizado, que funciona sin extractor.

Finalizada la operación, se descarga la ropa lle-

vándola al lugar respectivo para su conveniente planchado o doblado.

- Planchado .-

Se realiza en la Calandria, en prensa y a mano.

Calandria .- Hay 2, funciona 1. Realiza el planchado de sábanas, cubrecamas, manteles, servilletas y todas las piezas planas que no requieren acabado.

La Calandria está constituida por 2 rollos compresores por cuyo interior circula vapor.

También tiene otros rollos de menor diámetro - que sirven de guía.

Es alimentada por 2 personas que colocan las piezas sobre los rollos guías, tomándolas de los extremos. Por la parte posterior dos operarios reciben las piezas, preparándolas para ser dobladas y sean llevadas a roperías para su almacenamiento y distribución.

La selección de ropa que va a ser planchada, - tanto por prensas como a mano se hace manualmente.

Prensas .- Existen 8, funcionan 7. Son pasadas por las prensas los uniformes de médicos, enfermeras y otras piezas que necesitan un buen acabado de planchado.

Constan de 2 partes, una fija acolchada y otra móvil de metal inoxidable por donde circula vapor.

El planchado se produce colocando la pieza sobre el acolchado y oprimiendo un botón conectado a un circuito de aire comprimido, baja la parte móvil, calzando perfectamente con la fija.

La disposición de 6 Prensas es tal que cada 3 de ellas forman una "U" con el fin de que sean operados por una sola persona. Las otras 2 se operan individualmente.

Compresoras.- Existen dos.

Cada una de ellas accionadas por un motor eléctrico, distribuye aire comprimido a un tanque de almacenamiento.

to para abastecer a las prensas.

Planchado a Mano .- Se efectúa con 4 planchas eléctricas.

- Doblado.-

Es realizado manualmente.

- Por una persona, la ropa que sale de Calandria.
- Por un grupo de operarios, la ropa que no necesita planchado y que es pasada tanto por la prensa y plancha a mano.

- Reparación .-

Realizan esta labor 6 operarias, en 5 máquinas de coser y una de zurcir encargándose de una de ellas del marcado y control de la ropa deteriorada.

- Almacenamiento y Distribución .-

Estas operaciones se efectúan en ropería, que dispone de armarios para guardar la ropa de la siguiente manera:

- 1.- Seleccionar la ropa doblada y mezclada, con la finalidad de ubicarla en su casillero correspondiente del armario de acuerdo al lugar de procedencia.
- 2.- Distribuir a los pisos correspondientes o entregarla en su local a los usuarios, previo control.

**Equipo Operativo:**

La lavandería desarrolla sus operaciones en las siguientes máquinas y equipos, que a continuación se describen con sus respectivas características de placa.

**1.- LAVADORAS**

Lavadora N° 1

Marca	.....	"American"
Serie	.....	4725

Fabricante .....	A. Laundry Machinery Co.
Tamaño del Cilindro .....	42" x 96"
Capacidad .....	200 lbs.
Termómetro	
Rango .....	30 - 240 F
Motor Eléctrico	
Marca .....	"Lima Electric Motor Co. Inc"
Tipo .....	RSB
Serie .....	S3935 2 RD
Frame .....	2540
Potencia .....	5HP
Velocidad .....	1200 RPM
Fases .....	3
Ciclaje .....	60/50
Voltaje .....	208 - 220/240
Amperaje .....	16.3 - 15.4/7.7

Lavadora N° 2

Marca .....	"Senking"
Serie N° .....	481081/62
Tipo .....	TAO 190/68
Capacidad .....	100 Kg.

Termómetro

Rango ..... 30 - 240 ° F.

Motor Eléctrico

Modelo N° ..... BA 132 Ma-8

Potencia ..... 3 Kw

Fases ..... 4

Ciclaje ..... 60

Voltaje ..... 220/380

Amperaje ..... 13.8/8

Lavadora N° 3

Marca ..... "Senking"

Serie N° ..... 481084/68

Capacidad ..... 100 Kg.

Motor Eléctrico

Serie N° ..... 5833958

Modelo N° ..... BA 132 MA-8

Potencia ..... 3 Kw

Fases ..... 4

Ciclaje ..... 60

Voltaje ..... 220/380

Amperaje ..... 13.8/8



Lavadora N° 4

Marca	.....	"Poensgen"
Capacidad	.....	100 Kg.
Motor Eléctrico		
Potencia	.....	3.5 Kw

Lavadora N° 5

Marca	.....	"Senking"
Modelo	.....	Doble carga
Serie N°	.....	701055
Capacidad	.....	50 Kg.
Motor Eléctrico		
Potencia	.....	1.1 Kw

2.- CENTRIFUGAS (cinco)

Centrífuga N° 1

Marca	.....	"Poensgen"
Capacidad	.....	100 Kg.

Centrífuga N° 2

Marca	.....	"Goedeckar"
Serie N°	.....	22485
Capacidad	.....	80 Kg.

Centrífuga N° 3

Marca	.....	"American"
Modelo	.....	348
Fabricante	.....	Canadian Laundry Machinery
Máxima Velocidad	.....	750 RPM
Capacidad	.....	160 Kg.

Centrífuga N° 4

Capacidad	.....	30 Kg.
-----------	-------	--------

Centrífuga N° 5

Marca	.....	"Senking"
Serie N°	.....	14774
Capacidad	.....	100 Kg.

## 3.- SECADORAS (seis)

Secadora N°s. 1 y 2

Marca	.....	"Thematic American"
Series N°	.....	F.T. 15741    F.T. 15742
Capacidad	.....	40 Kg.

Secadora N° 3

Marca	.....	"Hammond"
Serie N°	.....	B0 3855
Modelo N°	.....	H2L
Fabricante	.....	Laundry Cleaning Machine Co. Inc

Secadora N° 4

Marca	.....	"Troy"
-------	-------	--------

Secadoras N°s. 5 y 6

Marca	.....	"American"
Capacidad	.....	15 Kg.

## 4.- COMPRESORAS (dos)

Compresora N° 1

Marca	.....	"Ingersoll-Rand"
Serie N°	.....	122245
Tipo	.....	308

Motor Eléctrico

Marca	.....	"Newman"
Serie N°	.....	EC 1282 BB
Potencia	.....	HP
Velocidad	.....	1710 RPM
Fases	.....	3
Ciclaje	.....	60
Voltaje	.....	440/220
Amperaje	.....	3.6/7.2

Compresora N° 2

Serie N°	.....	156332
Tipo	.....	30

Motor Eléctrico

Marca	.....	"General Electric"
Modelo	.....	5K 215 AG 2127

Potencia	.....	5 HP
Velocidad	.....	1750/1450
Frame	.....	215
Fases	.....	3
Ciclaje	,.....	60/50
Voltaje	.....	220/440
Amperaje	..... ...	14/7 - 17.2/8.6
Temperatura	.....	40/50

#### 5.- CALANDRIAS (dos)

##### Calandria N° 1

Marca	.....	"Maschinenfabrik-Bernhard" J. Goedecker-Munchen 54
Capacidad	.....	6 sabanas/minuto
Motor Eléctrico		
Marca	.....	"Ziehi - Abegg".
Serie N°	.....	114436
Tipo	.....	DN 20
Potencia	.....	1.85 Kw.
Velocidad	.....	1100U/min.

Ciclos	.....	60
Voltaje	.....	220/380
Amperaje	.....	8/4.6

#### Calandria N° 2

Marca	.....	"Hoffman"
Características	.....	2 rodillos

### 6.- PRENSAS

#### Prensa N°s. 1 y 2

Marca	.....	"American"
Serie N°	.....	611-M-314035
Modelo	.....	51 A

#### Pr ensas N°s. 3 y 4

Marca	.....	"Ajax"
Series N°s.	.....	SPDB 66742478 - SPDB 6674215
Modelo	.....	222
Máxima presión de vapor	.....	125 PSI
Máxima temperatura	.....	65 F

Prensa N° 5

Marca	.....	"Ajax"
Serie N°	.....	SPHB 6674214
Modelo N°	.....	554

Prensas N°s. 6 y 7

Marca	.....	"Ajax"
Series N°	.....	SPDB 12612169 - SPDB 12612167
Modelo N°	.....	222

Prensa N° 8

Marca	.....	"Ajax"
Serie N°	.....	460592
Modelo N°	.....	451 SP-MA

7.- MAQUINAS DE COSER (tres)

Marca	.....	"Singer"
Series N°s.	.....	AG 466922
		W 1050364
		W 1050127

8.- MAQUINAS DE ZURCIR (dos)

Marca	.....	"Singer"
Series N°.	.....	W 1245006
		AD 682752

4.C.- Resumen

COCINA .-

Para Cocina Central, haciendo un análisis de los ~~procesos~~, y de los equipos disponibles, se saca la siguiente conclusión: Sólo se necesita agua caliente en los servicios de Preparación, Cocción, Distribución y Lavado. Estas ~~operaciones~~ se realizan mediante los siguientes medios:

- 7 Lavaderos tipo cocina, en la Cocina Central
- 7 Lavaderos tipo cocina en la zona de Distribución
- 7 Puntos de agua para cada mamita.

Además a esto hay que añadir el consumo de agua caliente de los servicios higiénicos que son dos; es decir, 4 lavaderos de mano y una ducha. Véase plano de distribución de



Cocina Central. También hay que prever la incorporación de un Lavadero Mecánico.

Según la tabla que aparece en el Artículo — X-III-9.15 del Reglamento Nacional de Construcciones (En el Apéndice como Tabla N° 15A) se puede obtener la demanda total de agua caliente para los aparatos que posee la Cocina Central .

<u>Aparato Sanitario</u>	<u>N°</u>	<u>Consumo Por Unidad</u>	<u>Total Parcial</u>
Lavadero de Cocina	14	75 litros/hora	1,050 litros/hora
Lavadero de mano	4	30 litros/hora	120 litros/hora
Lavaplate Mecánico	1	750 litros/hora	750 litros/hora
Ducha	1	280 Litros/hora	280 litros/hora
Puntos de Agua (Equivalente a una ducha)	7	280 litros/hora	1,960 litros/hora
Consumo Total en Cocina Central			4,160 Litros/hora

La demanda probable debe de ser un porcentaje

del consumo total en este caso es de 30 %. Así, la demanda probable en la Cocina es  $0.30 \times 4,160 = 1,248$  litros/hora.

Por otra parte, los fabricantes de calentadores Patterson-Keley sugieren los siguientes consumos de agua caliente para hospitales a  $180^{\circ}$  F. de temperatura.

<u>Aparato Sanitario</u>	<u>N°</u>	<u>Consumo por Unidad</u>	<u>Total Parcial</u>
Lavadero de Cocina	14	15 gal/hora	210 gal/hora
Lavadero de mano	4	8 gal/hora	32 gal/hora
Lavaplate Mecánico	1	250 gal/hora	250 gal/hora
Ducha	1	18 gal/hora	18 gal/hora
Puntos de agua (considerando como baño baño de hidroterapia)	7	150 gal/hora	1,050 gal/hora
Consumo total en Cocina Central			1,560 gal/hora

Y la demanda probable es:  $0.30 \times 1.560 = 468$  gal/hora, lo que expresado en litro da  $1,755$  por hora =  $0.485$  Lts/seg.

La diferencia de consumos hallado por uno y otra forma se debe posiblemente, a que el agua de consumo es a diferentes temperaturas. Por ejemplo, el consumo a 140° F. será diferente a 180° F. u otra temperatura; intuitivamente, se puede decir que habrá más consumo cuando el agua es menos caliente, y habrá menos consumo cuando el agua es más caliente. En todo caso la firma Patterson-Kelley advierte que las capacidades asignadas a cada aparato se basa en ensayos y experiencias, los cuales se encuentran necesariamente sujetos a alguna variación al momento de aplicarlos en un caso particular.

A fin de tener más datos que consultar se menciona que en el libro: "Mechanical and Electrical Equipment for Buildings", cuarta edición, en las páginas 28,29, 30 y 31 se pueden obtener datos de consumo de agua caliente a 140° F. para diferentes tipos de edificios; también algo sobre el criterio que se debe de tener para elegir volumen de almacenamiento y capacidad de calentador en diferentes tipos de edificios.

## LAVANDERIA

No es difícil decir que sólo se necesitará agua para el lavado, en lavadoras mecánicas. Las otras operaciones tales como secado, planchado, etc. no requieren agua.

Lo siguiente es el equipo operativo de la operación de lavado,

1 Lavadora de 200 Libras

4 Lavadoras de 100 Kg.

1 Lavadora de 50 Kilos.

En el "Manual de Mantenimiento de Hospitales" de la Asociación Americana de Hospitales, se recomienda para el cálculo de consumo de agua 3.5 gal/libra de ropa lavada, para agua caliente, y 1.5 gal/libra de ropa lavada para agua -- fría.

En las publicaciones del Ing° Antonio Ferreccio N. titulada

"Instalaciones para Lavanderías", menciona que el consumo de agua para lavanderías es de 4 a 6 galones por libra de ropa; de los cuales  $\frac{2}{3}$  corresponde a agua caliente a  $180^{\circ}$  F. y  $\frac{1}{3}$  a agua fría.

También el Reglamento Nacional de Construcciones en el Artículo X-III-3.20 se recomienda que para cada kilo de ropa lavada se asigne una dotación de 40 litros.

Cualquiera de los datos mencionados anteriormente se puede utilizar, puesto que prácticamente es la misma cosa.

Cualquiera de los datos mencionados anteriormente se pueden utilizar, puesto que prácticamente es la misma cosa.

Ahora, si se observa el análisis de tiempos — que se utiliza en el lavado de una "carga" de ropa en la lavadora (véase en la página 74 ) se puede decir que en el lavado.

de un kilo de ropa se emplea una hora de tiempo y 40 litros de agua.

Por otra parte, hay cinco lavadoras de 100 kilos y una de 50 kilos de capacidad que puede considerarse que todas funcionan simultáneamente. Por consiguiente se podrá escribir:

$550 \text{ kilos} \times 40 \text{ Lts/kilos/hora} = 22,000 \text{ litros/hora}$ , que será la demanda máxima simultánea en lavandería, de los cuales  $\frac{2}{3}$  corresponden a agua caliente; es decir 14,666 lts/horas 4.07 litros/seg.

Según las estadísticas de ropa lavada llevadas por el Departamento de Mantenimiento del Hospital se sacó como promedio anual del año 1974 la cantidad de 2,575 kilos por día.

Con esta cantidad de ropa de ropa lavada por día se puede estimar el consumo promedio durante un día del año 1974.

Considerando 8 horas de trabajo y la dotación de 40 litros/kg. se tiene:

$$(2,575 \text{ Kg} \times 40 \text{ Lts/Kg} \times \frac{8}{24}) = 3.57 \text{ Lts/seg.}$$

De los cuales  $\frac{2}{3}$  corresponden a agua caliente, o sea 2.37 Lts/seg.

Si se compara 4.07 lts/seg., que se está considerando como demanda máxima simultánea, con 2.37 lts/seg. como consumo promedio, se tiene  $\frac{4.07}{2.37} = 1.7$ . Por lo que se puede decir que la demanda máxima simultánea es 170 % de la demanda promedio; lo cual es un porcentaje razonablemente esperado.

Para los cálculos se tomarán como demanda de Lavandería 4.07 Lts/seg.

## II .- CALIDAD DEL AGUA

### Generalidades.-

En cuanto a la calidad de agua que se ha de suministrar, ésta debe de ser del tipo que se acostumbra suministrar para este tipo de instalaciones; es decir, agua que cumpla las normas establecidas de potabilidad. Sin embargo, es necesario aclarar que a pesar de utilizar un agua de calidad química especial para la producción de vapor de agua caliente. Esta agua debe de tener las siguientes características:

Alcalinidad Total	2.5 - 3.5 p.p.m.
Contenidos de cloruros	50 p.p.m.
pH	10.5 a 11.5
Dureza total	0 p.p.m.

El hospital se provee de agua potable de la red pública de Lima. La red pública de Lima acusa una dureza promedio de 250 p.p.m., no conveniente para alimentación de calderas ni para poder calentarlo. Normalmente, para alimentar calderas se tiene que tratar el agua, sea cual fuere la fuente.

Estas calderas son en general alimentadas por aguas claras desprovistas de sólidos en suspensión y materia



orgánica, las cuales han sido eliminadas por una decantación con o sin coagulación, seguida de una filtración mediante filtros abiertos de hormigón o filtros metálicos a presión.

No obstante lo anterior, estas aguas se encuentran más o menos cargadas de sales disueltas, las cuales en el interior del caldero aumentan su concentración hasta llegar a términos perjudiciales; la vaporización tiende a elevar las cifras indicadas anteriormente por efecto de la concentración, lo cual obliga a efectuar periódicamente extracciones de parte del agua de los límites de seguridad.

Estas extracciones se conocen con el nombre de "purgas". Es muy importante aplicar un buen régimen de purgas; pues el grado de tendencia a la incrustación que pueda presentar el agua de un caldero, está íntimamente ligado con la concentración de sólidos y esto contribuye notablemente a la buena conservación del equipo y a la producción de vapor más puro.

Problemas causados por el agua dentro de la Caldera.-

Los principales problemas causados por el agua en una caldera son:

1.- Incrustaciones.-

La formación de incrustaciones, depende de la solubilidad de las sales que la componen. Hay sales que no producen incrustaciones por más de que se encuentren hasta cierto límite; por el contrario, otras con la temperatura existente en el interior del caldero y pocas concentraciones, producen incrustaciones. Las incrustaciones sobre las paredes del caldero impiden la transferencia de calor de la superficie de calentamiento al agua; lo cual se refleja en:

- Mayor consumo de petróleo
- Recalentamiento localizado.

A continuación se presenta el siguiente cuadro, para dar una idea de la pérdida de calor producida por las incrustaciones:

<u>Espesor</u> en mm.	Pérdidas de calor
0.503	4 %
0.793	7 %
1.016	9 %
1.270	10 %
1.537	13 %
2.381	15 %
2.794	16 %

El potencial incrustante de un agua, depende de, si sus sales de menor solubilidad son las de calcio y magnesio; por lo tanto, son ellas las que causan los mayores problemas de incrustación en el caldero. Se debe señalar que el carbonato de calcio ( 13 ppm. a 100°C) produce una incrustación poco consistente y poco adherente; por el contrario, el sulfato de calcio forma incrustaciones muy duras en las partes más calientes del caldero.

## 2.- Corrosiones .-

Las corrosiones son de naturaleza muy variada; pero son inevitables cuando el agua contiene oxígeno y CO<sub>2</sub> en

exceso. Se producen igualmente, por la acción directa del agua sobre el fierro o el acero, si estos no son recubiertos de una película protectora. Como en las calderas se utiliza agua exenta de dureza, la capa protectora no puede formarse. Para evitar la corrosión, deberá mantenerse el pH superior a 9.5, eliminándose cuando sea posible el oxígeno disuelto.

### 3.- Fragilidad Cáustica .-

Es originada por una elevada alcalinidad del agua; es decir, cuando las concentraciones de NaOH y KOH son altas, las consecuencias en la caldera se reflejan en agrietamientos de la chapa, en las juntas y en los puntos de soldaduras.

### 4.- Arrastre .-

Se origina este fenómeno debido a una excesiva concentración de sales disueltas y alta alcalinidad, lo cual aumenta la viscosidad del agua, favoreciendo el arrastre de gotas de agua por el vapor. Generalmente el arrastre se origina

por:

- Sobrecarga de trabajo en el caldero
- Formación de espuma
- Nivel alto
- Distribución defectuosa del fuego
- Construcción defectuosa del caldero.

## C A P I T U L O    V I I

### A.- S O L U C I O N E S    T E C N I C A S .-

La manera de llevar a cabo el Plan de Remodelación propuesto en el Capítulo V, deberá condicionarse a la independización de la red de agua caliente, de la red de agua fría.

Deberá de plantearse la forma, de como se hará la alimentación con agua ablandada a los calentadores de cada pabellón y Cocina Central.

La disposición de los calentadores se indica en la figura 7-1; es- decir, calentadores muy cerca del corredor central que recorre todo el sótano. Con lo que se puede ver claramente la posibilidad de alimentar cada uno de los calentadores convenientemente.

En la parte superior, en la azotea de los edificios de los Pabellones A y B y Frontal, se dispone de espacio suficiente como para colocar un tanque elevado. Con esto se aprovisionaría en punto de empalme, agua a presión gracias a la gravedad. Esta solución es favorable, si se adopta de acuerdo con el informe estructural requerido para desarrollar esta alternativa. Véase Figura 7-2.

Asímismo, aprovechando el espacio de las azoteas se puede colocar tanques hidroneumáticos en cada edificio, lo cual resultaría "Tanques Hidroneumáticos Elevados". Véase Figura 7-3.

#### DISCUSION DE LAS SOLUCIONES .

a.- Tanque Elevado.-

Aparte del informe estructural, para ver cuanto de carga puede colocarse sin que se afecte la estructura, hay que considerar la altura en que se colocará y que cantidad de agua con tendrá.

En el punto de ~~empalme~~, a la entrada de agua — fría para calentar, en el calentador, se requiere de 40 a 50 Libras/pulg.<sup>2</sup> de presión, o sea de 28 a 35 metros de presión. Considerando el promedio, 30 metros y la altura del edificio actual, que es 23 metros, se ~~tendría~~ que tener un tanque elevado de 7 metros encima del nivel de azotea.

Por otra parte, la dotación para agua caliente que recomienda el Reglamento Nacional de Construcciones para Hospitales es de 250 litros/cama/día. En el Pabellón B, hay 431 camas, para lo cual se requiere  $250 \times 431 = 107.7 \text{ m}^3/\text{día}$ . Semejante cantidad de agua no sería práctico almacenar en un tanque elevado, por lo que se optaría lo que sugiere el Reglamento Nacional de Construcciones en su Artículo X-II-6.5; es decir, sólo almacenar en el



tanque elevado un cuarto de la dotación del día. En este caso es  $27 \text{ m}^3$ .

Esta solución aparte del problema estructural - que conllevaría, es desde el punto de vista arquitectónico inconveniente. Un tanque elevado de  $27 \text{ m}^3$  a 7 metros de la azotea desarmóniza completamente el conjunto de la edificación.

b.- Tanque Hidroneumático Elevado.-

Normalmente los tanques hidroneumáticos son colocados en la parte inferior del edificio, en este caso por razones que fueron expuestas en el Plan de Remodelación; es decir, evitar grandes cambios, roturas y acondicionamiento de nuevos ambientes, se ha considerado colocar un tanque que almacene una cierta cantidad de agua en la azotea, y que debido a su nivel tendrá que poseer una cierta presión. Este tanque hidroneumático, debido también a su posición, trabajará en un rango de presiones muy especiales. Esto conllevará, pues, a un tipo de diseño analítico, puesto que en la práctica usual los tanques hidroneumáticos son calculados con diferentes tablas y abacos que la técnica ha desarrolla

do con rangos de presión de operaciones tales como 20 a 40 Libras/pulg.<sup>2</sup>, 30 a 50 Libras/pulg.<sup>2</sup>, etc.

Por esta oportunidad de revisar los fundamentos de cálculo de tanques Hidroneumáticos y por la ventaja que ofrece este sistema en instalaciones interiores, es por lo que se le ha adoptado como solución técnica para los problemas del hospital<sup>1</sup>. Amén de lo que puede ser útil para otros casos en circunstancias similares<sup>2</sup>.

En ambos casos se tiene que considerar una cisterna con capacidad adecuada de acuerdo con lo establecido en el Capítulo III en lo que se refiere a capacidad de almacenamiento.

---

<sup>1</sup> Las ventajas que ofrecen los Tanques Hidroneumáticos se puede ver en "Instalaciones Sanitarias" de Angelo Gallizio. sexta Edición, pag. 48-49.

<sup>2</sup> Se puede averiguar que en algunos hospitales militares, debido a un gran aumento de sus capacidades de atención, ya necesitan algún sistema de aliviación en sus diferentes servicios, tales como agua, vapor, electricidad, etc.

---

## B .- DESARROLLO DEL SISTEMA ADOPTADO

### TANQUES HIDRONEUMÁTICOS ELEVADOS.-

El desarrollo de este sistema comprende el cálculo de línea de impulsión, sistema de bombeo y tanque hidroneumático, según se muestra en el plano Siguiente.

La cisterna que se ha considerado es de  $150 \text{ m}^3$  con las dimensiones  $5 \text{ m} \times 10 \text{ m} \times 3 \text{ m}$ , la que satisface convenientemente la necesidad de aumentar la capacidad de almacenaje del hospital según se analizara en el Capítulo III de este trabajo.

Como en realidad la línea de alimentación a los tanques de almacenamiento elevado son líneas de impulsión, se determinará su diámetro como tal.

#### Línea de Impulsión .-

Considerando el Caudal de suministro para el tanque, igual a la máxima demanda simultánea de cada pabellón, y recurriendo a las recomendaciones que hace el Reglamento Nacional de Construcciones en su Artículo X-III-7.4 para líneas de

impulsión, se obtuvo los siguientes resultados.

PABELLON	DEMANDA MAXIMA SIMULTANEA	DIAMETRO DE TUBER de IMPULSION
Pabellón A y- Cocina Central	4.65 Lts/seg*	2"
Pabellón B	3.47 Lts/seg	2"
Pabellón Frontal	4.08 Lts/seg	2"

Sistema de Bombeo.-

El bombeo que se ha de efectuar para el normal abastecimiento del Tanque Hidroneumático elevado de cada Pabellón se hará con una bomba de capacidad adecuada y otra de repuesto, Estas arrancarán o pararán de acuerdo con las presiones mínima o máxima del Tanque y funcionarán alternativamente.

Las disposiciones de estas bombas es como se muestra en el plano

---

\*Se ha considerado la Demanda Máxima Simultánea del Pabellón A, más el consumo de Cocina Central; es decir  $4.16 + 0.485 = 4.65$  Lts.

---

adjunto.

Cada pabellón tendrá sus propias bombas, y para especificarlas se ha procedido de la manera siguiente:

PABELLON FRONTAL

Caudal	= 4.08 Lts/seg.
Díametro Tubería de Impulsión	= 2"
Díametro Tubería Succión	= 2 <sup>1/2</sup> "
Altura Estática	= 22 metros.

Pérdidas en Succión .-

<u>Accesorios<sup>3</sup></u>	<u>Pérdidas en Mts.</u>
Válvula de pie con canastilla 2 <sup>1/2</sup> "	0.20
1 Codo de 90° x 2 <sup>1/2</sup> "	0.08
1 Unión Universal 2 <sup>1/2</sup> "	<u>0.01</u>
Total	0.29 m.

---

<sup>3</sup> Para el cálculo de estas pérdidas por fricción se hizo uso de los diagramas N° 5 y 6.

---

Tubería <sup>4</sup>

$$L = 3 \text{ m.}$$

$$Q = 4.08 \text{ Litros/seg.}$$

$$D = 2\frac{1}{2}"$$

$$S = 60^\circ/\infty$$

$$h_f = \frac{60 \times 3}{1000} = 0.18 \text{ m.}$$

$$\text{Total de pérdidas en succión} = 0.29 + 0.18 = 0.47 \text{ m.}$$

Pérdidas en Impulsión .-

<u>Accesorios-</u>	<u>Pérdidas en m.</u>
3 uniones Universales 2"	0.03
1 Tee 2" x 1/2"	0.17
2 válvulas- de Retención <sup>5</sup> 2"	0.80
2 Válvulas de compuerta 2"	0.08
2 codos de 90° x 2"	0.21
1 Cruz de 2"	0.17
3 Codos 90° x 2"	0.61
16 uniones roscadas	0.16
Total	2.29 m.

Tubería

$$L = 112 \text{ m.}$$

$$Q = 4.08 \text{ Litros/seg.}$$

$$D = 2"$$

$$S = 160 \text{ } \%$$

$$h_f = \frac{160 \times 112}{1000} = 17.9$$

$$\text{Total pérdidas en impulsión} = 2.19 + 17.90 = 20.13 \text{ m.}$$

La altura dinámica total de la bomba será:

$$HDT = H_{fs} + H_{fi} + H_p + H$$

Donde: HDT= Altura Dinámica Total

$H_{fs}$ = Pérdidas por fricción en metros en línea de Succión.

$H_{fi}$ = Pérdidas por fricción en metros en línea de impulsión

$H_p$  = Presión promedio en metros del tanque hidroneumático elevado.<sup>6</sup>

---

<sup>4</sup> Para la determinación de esta pendiente hidráulica se usó un abaco para tubería de fierro galvanizado normal. En el apéndice con el Número ....

<sup>5</sup> Se usó Diagrama N° 8 del Apéndice.

<sup>6</sup> Esta presión es el promedio del rango de presiones que trabajará el tanque hidroneumático, es decir 40 -50 lb/pulg.<sup>2</sup> menos la altura de Edificio = (28-22) y (35-22)= 6 y 13 mts. y el promedio 9.50 mts.

---

H = Altura estática

$$\text{Luego HDT} = 0.47 + 20.13 + 9.50 + 22.00 = 52.06 \text{ m.}$$

La potencia requerida para la elevación es:

$$\text{H. P.} = \frac{\text{HDT} \times Q}{75 \times \text{Ef}_t}$$

Donde ; HDT = Altura dinámica total

Q = Caudal en litros/seg.

$\text{Ef}_t$  = Eficiencia total, la de la bomba y el motor eléctrico,  $0.60 \times 0.85$

Así, H.P. para las bombas del Pabellón frontal son:

$$\text{H.P.} = \frac{4.08 \times 52}{75 \times 0.6 \times 0.85} = 5.5.$$

Y la bomba seleccionada es:

Marca : Hidrostral

Tipo : Electrobomba Monoblock

Modelo : 32-160-6.6

Potencia Nominal: 6.6 H.P.



- 116 -

Frecuencia de corriente : 60 Hz

Corriente : Trifásica

PABELLON "A"

Caudal = 4.65 litros/seg.

Diámetro Tubería de Impulsión = 2"

Diámetro Tubería de Succión = 2 1/2"

Altura Estática = 22 metros

Pérdidas por Succión ;

<u>Accesorios</u>	<u>Pérdidas en Metros</u>
Válvula de pie con canastilla 2 1/2"	0.25
1 Codo de 9-0° x 2 1/2"	0.10
Unión Universal de 2 1/2"	0.01
Total	0.36

Tubería

L = 3 m

Q = 4.65 litros/seg.

D = 2 1/2"

- 117 -

$$S = 75 \% \bullet$$

$$h_f = \frac{75 \times 3}{1,000} = 0.22$$

Total pérdidas en succión =  $0.36 + 0.22 = 0.58$  m.

Pérdidas en Impulsión :

<u>Accesorios</u>	<u>Pérdidas en Metros</u>
3 uniones Universales	0.03
1 Tee 2" x 1/2"	0.21
2 Válvulas de Retención 2"	1.00
2 Válvulas de compuerta 2"	0.10
2 Codos 90° x 2"	0.53
1 Cruz 2"	0.21
3 Codos 90° x 2"	0.79
8 Uniones simples roscadas	0.10
	<hr/>
Total	2.97 m.

Tubería

$$L = 52 \text{ m.}$$

$$Q = 4.65 \text{ Litros/seg.}$$

$$D = 2''$$

$$S = 220 \text{ }^{\circ}$$

$$h_f = \frac{220 \times 52}{1,000} = 11.44 \text{ m.}$$

$$\text{Total pérdidas en Impulsión} = 2.97 + 11.44 = 14.41$$

Y la altura dinámica total:

$$\text{HDT} = 0.58 + 14.41 + 9.50 + 22.00 = 46.50 \text{ m.}$$

Y la potencia que se requiere es:

$$\text{H.P.} = \frac{4.65 \times 4.65}{75 \times 0.60 \times 0.85} = 5.7$$

La Bomba s-eleccionada es:

Marca: Hidrostral

Tipo : Electrobomba Monoblock

- 119 -

Modelo : 32-160-6.6

Potencia Nominal : 6.6 H.P.

Frecuencia de Corriente : 60 Hz

Corriente : Trifásica

PABELLON "B"

Caudal : 3.47 Litros/seg.

Diámetro de Tubería de Impulsión = 2"

Diámetro de Tubería de Succión = 2<sup>1/2</sup>"

Altura Estática = 22 metros

Pérdidas en Succión

<u>Accesorios</u>	<u>Pérdidas en Metros</u>
Válvula de pie con canastilla	0.14
1 Codo de 90 ° x 2 <sup>1/2</sup> "	0.06
1 Unión Universal	0.01
	<hr/>
Total	0.21 m.

Tubería

$$L = 3 \text{ m}$$

$$Q = 3.47 \text{ Litros/seg.}$$

$$D = 2^{1/2} \text{''}$$

$$S_{\text{—}} = 32 \text{ ‰}$$

$$h_f = \frac{32 \times 3}{1,000} = 0.09 \text{ m.}$$

$$\text{Total pérdidas- en succión} = 0.21 + 0.09 = 0.30 \text{ m.}$$

Pérdidas en Impulsión:

<u>Accesorios</u>	<u>Pérdidas en metros</u>
3 Uniones Universales	0.03
1 Tee 2" x 1/2"	0.08
2 Válvulas de Retención 2"	0.63
2 Válvulas de compuerta Ø 2"	0.06
2 Codos 90 ° x 2"	0.19
1 Cruz 2"	0.08
3 Codos 90 ° x 2"	0.29
13 Uniones roscadas	0.06
	<hr/>
Total	1.42 m!

Tubería

$$L = 86 \text{ m}$$

$$Q = 3.47 \text{ Litros/seg.}$$

$$D = 2''$$

$$S = 100 \text{ }^\circ$$

$$h_f = \frac{100 \times 86}{1,000} = 8.60 \text{ m.}$$

$$\text{Total pérdidas en Impulsión} = 1.42 + 8.60 + 10.02 \text{ m.}$$

Y la altura dinámica total :

$$\text{HDT} = 0.30 + 10.02 + 9.50 + 22.00 = 42.40 \text{ m.}$$

Luego, la potencia requerida es;

$$\text{H.P.} = \frac{3.47 \times 42.4}{75 \times 0.60 \times 0.85} = 3.8$$

La bomba seleccionada para el Pabellón B, es:

Marca : Hidrostral

Tipo: Electrobomba Monoblock

Modelo: 32-160L-5

Potencia Nominal : 5 H.P.

Frecuencia de Corriente: 60 Hz

Corriente:Trifásica

### C.- CALCULO DE EQUIPO .-

Anteriormente se calculó la capacidad del equipo de bombeo, aquí se hará el cálculo de los Tanques Hidroneumáticos y del equipo de ablandadores.

#### C.1.- Tanques Hidroneumáticos

"Todo sistema hidroneumático para el aprovisionamiento de agua a presión, cualquiera sea su tamaño, consta de los siguientes elementos:

- a.- Una ó dos electrobombas
- b.- Un compresor o cualquier otro artefacto capaz de suministrar aire a presión
- c.- Un dispositivo adecuado para mantener las presiones y/o el nivel del agua.
- d.- Un reservorio a presión llamado comúnmente Tanque Neumático."

Lo que primeramente se debe de hacer es deter-  
minar la capacidad del tanque. El criterio principal para esto  
es el de considerar el número de arranque por hora que pueden  
soportar los motores eléctricos que se han de utilizar; de a-  
cuerdo a esto el tanque tendrá una cierta capacidad.

Sin embargo los rangos de presiones a que van  
a trabajar también es importante, y en función de ellos es lo  
que se calcula la capacidad TOTAL del tanque.

Debido a que los rangos de presiones a que va  
a trabajar el Tanque Hidroneumático Elevado es 6 y 13 metros, ó  
8.5 y 18.5 Libras/pulg.<sup>2</sup>, y los rangos de presiones más comunes  
que se presentan en diseño de instalaciones son generalmente de  
20-40, 30-50, 40-60 Lib./pulg.<sup>2</sup>, para lo que se dispone tablas  
y abacos que pueden utilizar, es que se tiene que recurrir a --  
las fórmulas mismas para poder resolver nuestro problema.

Se puede hacer rápidamente un análisis del desa-  
rrollo matemático de las Fórmulas<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> De las Publicaciones del Ing°Antonio Ferreccio N.



Sean:

$V_u$  = El volumen útil del tanque hidroneumático, o sea el volumen del agua que contiene por encima del nivel mínimo.

$v_1$  = El volumen del aire al final de la compresión, o sea cuando la bomba se desconecta.

$V_2$  = El volumen del aire al final de la expansión, o sea cuando la bomba se pone en marcha.

$P_u$  = La presión absoluta cuando el tanque está vacío.

$P_1$  = La presión absoluta de la presión de parada.

$P_2$  = La presión absoluta de la presión de arranque.

$Q$  = Volumen contenido entre los límites de presión de parada y arranque.

Por la ley de Mariotte se tendrá:

$$P_u v_u^k = P_1 v_1^k = P_2 V_2^k = P_2 (V_1 + Q)^k$$

Por lo cual:

$$P_u V_u^K = P_2 \left( V_u \frac{P_u^k}{P_1} = Q \right)^k$$

Y determinando el valor de Q, esta expresión, obtiene:

$$Q = V_u \left[ \sqrt[k]{\frac{P_u}{P_2}} - \sqrt[k]{\frac{P_u}{P_1}} \right] \quad (1)$$

El valor del exponente k de la fórmula de Mariotte es igual a 1.41, en la suposición simplificadora de que la transformación es adiabática (esto es que no se quita ni se añade calor), la ecuación (1) adquiere la forma:

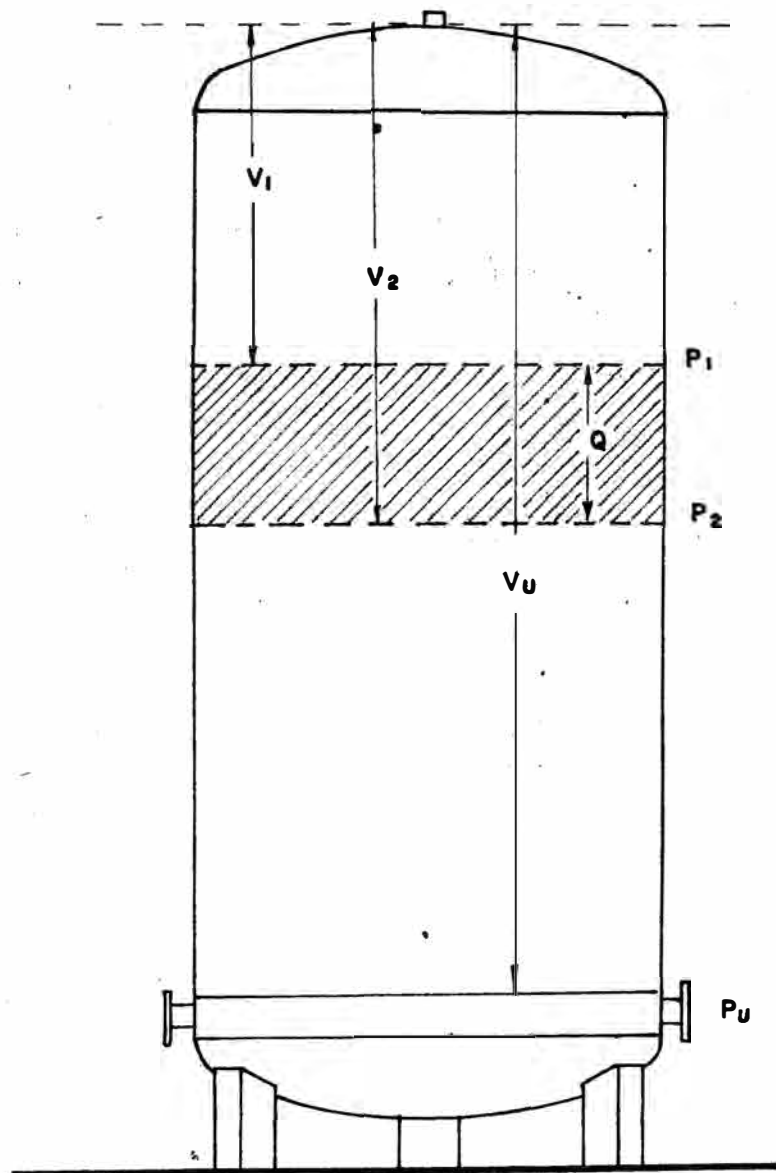
$$Q = V_u \left[ \frac{P_u^{0.71}}{P_2^{0.71}} - \frac{P_u^{0.71}}{P_1^{0.71}} \right]$$

Se puede realizar una simplificación a esta fórmula haciendo igual a 1 el exponente 0.71. Una simplificación justificada se tiene en consideración en el campo de las aplicaciones como es la presión, donde estas no exceden de las 10 atmósferas, y por lo tanto la expresión quedaría: Reducida a:

---

<sup>8</sup> Extraído del Libro de "Instalaciones Sanitarias" de Angelo Gallizio.

---



TANQUE HIDRONEUMATICO

$$Q = V_u \left[ \frac{P_u}{P_2} - \frac{P_u}{P_1} \right]$$

La cual no ocasiona variaciones muy sensibles del valor de Q.

La ecuación puede escribirse por consiguiente en la forma:

$$V_u = Q \frac{P_1 P_2}{P_u P_1 - P_u P_2} \quad (2)$$

La que es la ecuación fundamental del cálculo de los tanques hidroneumáticos.

Por otra parte, el volumen Q debe ser el menor posible por motivos económicos. Este es el que cumple con las condiciones de permitir a la bomba efectuar un número determinado de arranques, sin perjudicar al motor eléctrico y sin interrumpir el abastecimiento.

Los motores eléctricos de acuerdo a su capacidad pueden hacer los siguientes arranques por hora <sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> De las Publicaciones del Ing° Antonio Ferreccio N. titulado:  
Normas Electromecánicas que influyen en el diseño de Tanques  
Neumáticos.

---

Tamaño de las Instalaciones	Potencia H.P.	Arranques-Hora N
Pequeñas	Menores 1 H.P.	12 a 24
Medianas	de 1 a 5 H.P.	8 a 10
Grandes	Mayores 5 H.P.	4 a 6

Por otra parte, se asume que el caudal A de la bomba será en todo momento el mismo y el consumo E, también será el mismo en todo momento, la bomba del sistema hidroneumático dará como mínimo el caudal E; pero también se puede decir que:

$$A = E$$

Ahora designamos a T como "periodo de disparo"; tiempo este en minutos entre un arranque y otro y es igual:

$$T = t_1 + t_2 \quad (3)$$

Donde  $t_1$  = tiempo en que funciona la bomba

$t_2$  = tiempo en que la bomba no funciona

Luego se puede establecer que:

$$t_1 = \frac{Q}{A} \quad \text{y} \quad t_2 = \frac{Q}{E}$$

Por lo cual la ecuación (3) se puede escribir, reemplazando:

$$T = \frac{Q}{A} + \frac{Q}{E}$$

Y como  $A = E$ , se tiene:

$$T = 2 \frac{Q}{A} \quad (4)$$

Si definimos  $N_h$  como el número de arranques por hora que se puede permitir para una particular instalación se cumple que:

$$T N_h = 60 \text{ minutos}$$

Reemplazando esta ecuación en la ~~número~~ (4)

$$\frac{60}{N_h} = 2 \frac{Q}{A}$$

Y despejando  $Q$  se tiene:

$$Q = 30 \frac{A}{N_h} \quad (5)$$

Reemplazando la ecuación 5 en (2):

$$v_u = 30 \frac{A}{N_h} \frac{P_1 P_2}{P_u P_1 - P_u P_2} \quad (6)$$

Este mismo procedimiento, pero haciendo mayores consideraciones, tales como la variabilidad del caudal que entrega una bomba a diferentes presiones del tanque, la de tener compresora de - aire y otras consideraciones. ha llevado a Gallizio a estipular las siguientes fórmulas:

$$V = 27.5 \frac{A}{S_c} \frac{(P_1 + 1) (P_2 + 1)}{(P_1 - P_2)} \quad (7)$$

Para instalaciones sin compresor, y para los que tienen:

$$V = 30 \frac{A}{S_c} \frac{P_1 + 1}{P_1 - P_2} \quad (8)$$

Donde:

V = Volumen del tanque hidroneumático,

A= caudal de la bomba en litros por minutos, equivalente al consumo máximo absoluto de agua de la instalación.

$S_c$  = Número de arranques máximo por hora admitidas para la buena conservación de los aparatos de control automático.

$P_1$  = Presión máxima de trabajo de la instalación.

$P_2$  = Presión mínima de trabajo de la instalación.

### Cálculo de Tanque Hidroneumático para el Hospital Central N°1

Se usará la fórmula N° 8 , la cual se tendrá en consideración , las siguientes unidades se trabajará:

A = Caudal de la bomba seleccionada a las condiciones de elevación de cada pabellón; en Litros/minuto.

$S_c$  = Número de arranques por hora correspondiente a los H.P. nominal del motor eléctrico de la bomba seleccionada.

$P_1$  = Presión de parada en metros de agua.

$P_2$  = Presión de arranque en metros de agua.

1 Atmósfera = 10.34 metros de agua.

### Pabellón Frontal

A = 4.6 Litros/seg.= 276 litros/minuto

$S_c$  = 6 arranques por hora.



- 131 -

$$P_1 = 13 \text{ m.}$$

$$P_2 = 6 \text{ m.}$$

Aplicando la fórmula 8 teniendo las presiones en metros de agua, se tiene:

$$V = 30 \times \frac{276}{6} \times \frac{(13 + 10.34)}{13 - 6}$$

$$V = 4,595 \text{ Litros} = 4.6 \text{ m}^3$$

$V = 4.6 \text{ m}^3 \times 264 = 1,214$  galones, ya que un metro cúbico tiene 264 galones.

A este volumen se le agrega el 10 % más por sello de agua, o sea:

$$V = 1,214 + 121 = 1,335 \text{ galones.}$$

Y el tanque nominal será 1,500 galones, usando dimensiones normalizadas.

Pabellón A

A = 5.1 Litros/seg = 306 Litros/minuto.

$S_g = 6$  arranques por hora.

Presiones- igual que el pabellón anterior.

$$V = 30 \times \frac{306}{6} \times \frac{(13 + 10.34)}{13 - 6}$$

$$V = 5,099 \text{ litros} = 5.099 \text{ m}^3$$

$$V = 5,0099 \times 264 = 1,346 \text{ galones}$$

Más el 10 % por sello de agua; se tiene:

$$V = 1,346 + 134 = 1,480 \text{ galones}$$

El tanque de capacidad con dimensiones Standard 1,500 galones.

Pabellón B.-

A = 3.7 litros/seg. = 222 litros/minuto

$S_c = 6$  arranques por hora.

Presiones igual a la anterior.

$$V = 30 \times \frac{222}{6} \times \frac{(13 + 10.34)}{13 - 6}$$

$$V = 3,696 \text{ Lts.}$$

$$V = 3.69 \times 264 = 975.7 \text{ galones.}$$

$$\text{Volumen total (más 10\%)} = 975.7 + 97 = 1.073 \text{ galones}$$

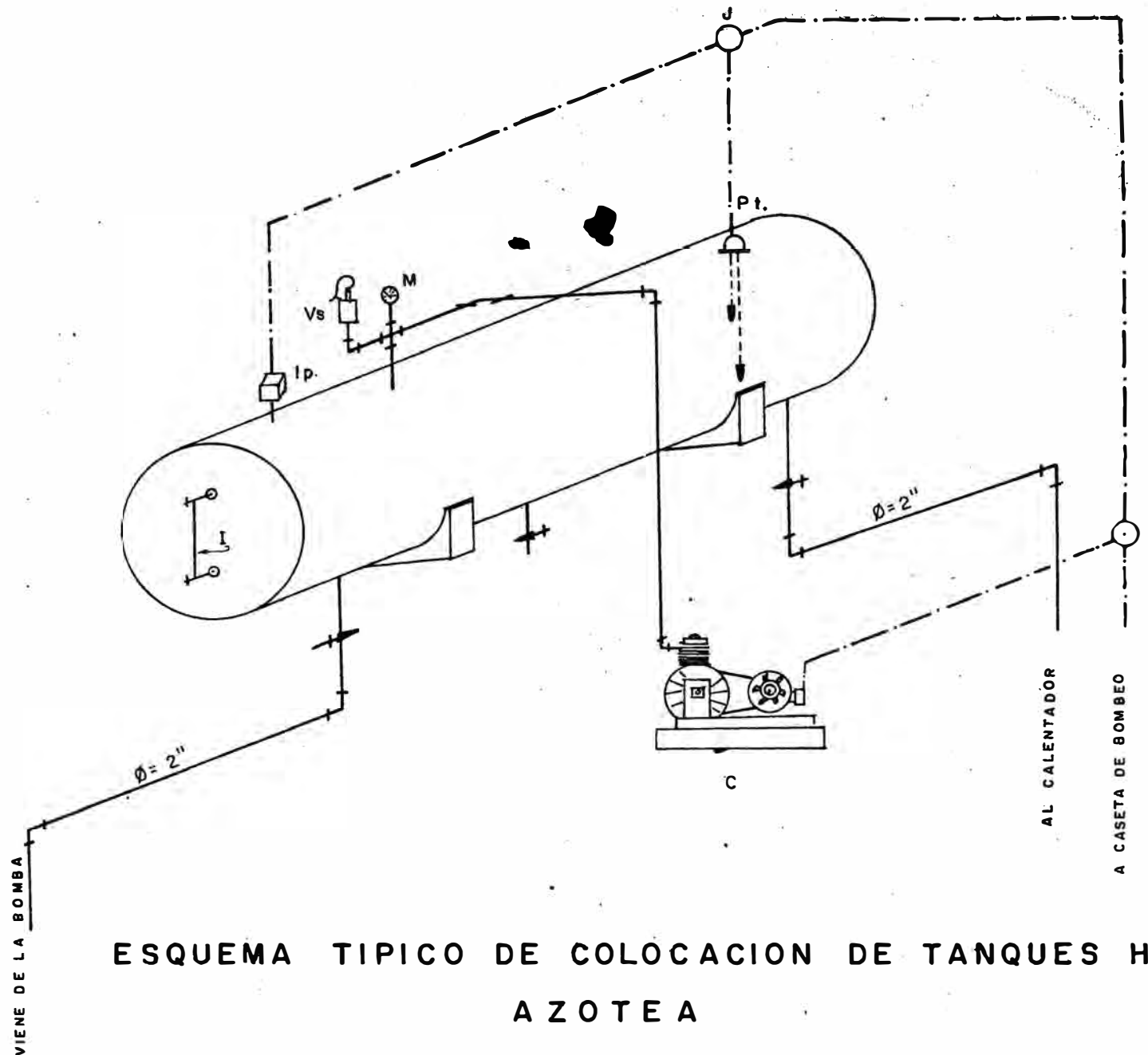
y el volumen nominal es : 1,050 galones de capacidad.

En resumen, los tanques a pedirse son de las siguientes capacidades estandarizadas:

Pabellón Frontal	: 1,500 galones
Pabellón A	: 1,500 Galones
Pabellón B	: 1,050 Galones.

En cuanto al compresor que se va a necesitar se debe de decir que se utilizará aquel que trabaje a una presión mínima que ofrezcan los fabricantes. Digamos 30 Libras/pulgadas<sup>2</sup>. La potencia de este compresor también será la mínima por la siguiente razón:

Primeramente, el volumen efectivo del tanque más grande de este proyecto (el de 1,050 galones) es 1050- 25% descontado por sello de agua; es decir 788 galones.



- C = COMPRESOR DE AIRE
- Pt = PORTA ELECTRODOS
- Vs = VALVULA SEGURIDAD
- I = INDICADOR DE NIVEL
- Ip = INTERRUPTOR PRESION
- M = MANOMETRO
- J = JUNTA

ESQUEMA TIPICO DE COLOCACION DE TANQUES H. EN LA  
AZOTEA

El volumen de aire a introducir en el tanque para la presurización necesaria es  $\frac{16.34}{10.34} = 1.58$  veces el volumen efectivo del tanque ( se ha considerado 6 metros de presión de agua y la presión atmosférica en metros de agua también). O sea 1,245 galones, que se deberá introducir con un compresor que entrega aire a 30 libras/pulg.<sup>2</sup> ( 44.7 Libras/pulg.<sup>2</sup> de presión absoluta). Y el trabajo que se realiza de pasar de 1,245 galones a 788 galones es, utilizando la fórmula W= Px variación de volumen.

$$W = 44.7 \text{ Libras/pulg.}^2 \times (1245 - 788) \text{ gal.}$$

$$W = 44.7 \text{ Libras/pulg.}^2 \times 457 \text{ galones.}$$

1. Convirtiendo convenientemente las unidades, se tiene:

$$W = 30.7 \text{ New /cm}^2 \times 1.7 \times 10^6 \text{ cm}^3$$

$$W = 52 \times 10^6 \text{ New x cm} = 52 \times 10^4 \text{ New m.}$$

$$W = 52 \times 10^4 \text{ Joule.}$$

Se supone que esta recarga se deba de hacer en dos horas. así lo recomienda Gallizio, tiempo que se considera prudencial para un consumo de aire durante el funcionamiento del tanque es decir:

$$\text{Watt} = 52 \times 10^4 \text{ Joule/2 horas}$$

$$W_{\text{att}} = 65$$

$$Y \text{ en H.P.} = 65/746 = 0.09$$

Y considerando la eficiencia de 70 % que el compresor debe ser de  $0.09/0.70 = 0.128 \text{ H.P.}$

Motivo por el cual se podrá usar un compresor de 1/6 ª de  $61 \text{ pies}^3/2 \text{ horas} = 0.5 \text{ P.C.M.}$  ( 457 galones transformados a  $\text{pie}^3$  es 61).

## C.2.- Ablandadores.-

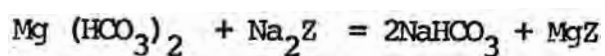
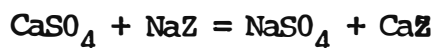
El ablandamiento de agua para este tipo de instalaciones- se realiza generalmente mediante ablandadores del tipo intercambio iónico. Es decir mediante zeolita ( $\text{Na}_2\text{Z}$ ). que son silicatos hidratados de Sodio y Aluminio cuya fórmula es:  $\text{Na}_2\text{OAl}_2\text{O}_3\text{SiO}_2$ . Pueden ser naturales y artificiales (resinas).

La Zeolita tiene la propiedad de cambiar el radical de su base con aniones que se encuentran disueltos en

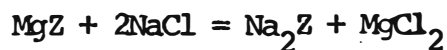
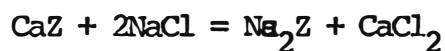
el agua. Si se logra obtener un intercambio de Sodio por Calcio se obtiene como resultado el ablandamiento del agua.

La Zeolita más usada es la de Sodio, cuya fórmula general es :  $\text{Na (Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8\text{)}$  la que se puede simplificar r - con  $\text{NaZ}$ .

Las reacciones de la Zeolita con el agua dura son;



La Zeolita tiene la propiedad de poderse regerar mediante una lavado salmuera, para restituir el sodio, según las siguientes reacciones.



Las zeolitas naturales están indicadas para tratar agua fría exenta de ácidos y se utilizan con éxito en ciertos casos, aunque en muchos han sido desplazados por la Zeolita Artificial, la cual tiene mayor capacidad de ablandamiento.

Las zeolitas artificiales o Resinas pueden soportar las altas temperaturas, ácidos y álcalis.

En el Hospital Central N°1, se hace el ablandamiento con resina Amberlite LR- 120 de 30,000 granos de dureza expresado en  $\text{CaCO}_3$  por pie cúbico de resina, de capacidad a 8 galones/minuto/pie<sup>2</sup> de sección. Por otra parte de un catálogo LEWATT se pudo obtener los siguientes datos:

Tipo = S-100

Densidad= 50-56 lbs/pie<sup>3</sup>

Rango de pH= 0 - 12

Temperatura permisible= 230°F.

Flujo de servicio = 0.6 - 5 U.S. gal/minuto/pie<sup>3</sup>

Capacidad de operación = 31-44 kilo granos  $\text{CaCO}_3$ /  
Pie<sup>3</sup>

#### FACTORES EN EL DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS DE ABLANDADORES

##### TIPO INTERCAMBIO IONICO .-

##### Flujo .-

Puede considerarse el flujo promedio de una



instalación durante un día completo de trabajo, o el flujo "pico" en un intervalo de tiempo. Cuando se halla decidido usar el tanque de almacenamiento de agua blanda o no tendrá que trabajarse con consumos promedio o la demanda máxima simultánea. El usar tanque de almacenamiento permite diseñar una única unidad de ablandamiento; por que mientras se abastece de agua al sistema se puede estar realizando la regeneración. En cambio, cuando se tiene integrado los ablandadores al sistema debe de diseñarse más de dos unidades, puesto que cuando se regenera uno, la otra debe de sobrecargarse.

#### Ciclo de Operaciones.-

La elección de un ciclo de operación o sea el número de horas de servicio requeridas, entre regeneraciones, será el número de regeneraciones al día, dependiendo esto de las condiciones de operaciones y personal.

#### Capacidad de Ablandamiento de la Zeplita

Depende de la calidad de la resina a usar.

Desarrollo del Cálculo de Ablandadores .-

Flujo .-

Debido a las características del hospital se considerará la Demanda Máxima Simultánea.

Unidades Hunter

Pabellón Frontal	295
Pabellón A	303
Pabellón B	214
	<hr/>
	812 U.H.

Estas unidades corresponden a 6,84 Litros/seg. la que es la demanda más probable para el conjunto de estos tres pabellones. Por otra parte, como se vió en el Capítulo V, el consumo de Lavandería, Caldera y Cocina Central se considera como un flujo constante que se debe de agregar al gasto probable anterior, es decir que el consumo más probable del hospital es 12.4 litros /seg.

Dureza del agua a tratar, como se vió anteriormente esta es de 250 .p.p.m. , la que expresado en ~~granos~~ por galón es:

$$\text{Granos por galón (GPG)} = \frac{250 \text{ ppm}}{17.1} = 14.6$$

Total de granos de dureza a tratar, se utilizará la fórmula

$$\text{Granos} = \text{GPG} \times \text{galones por Ciclo.}$$

En este caso 14.6 granos por galón y el total de galones por ciclo de 6 horas es:

$$\begin{aligned} \text{Galones} &= 12.4 \text{ litros/seg.} \times 6 \text{ horas} \\ &= 12.4 \times 15.85 \times 60 \times 6 = 70,560 \end{aligned}$$

$$\text{Y los granos a tratar} = 14.6 \times 70,560 = 1'030,176.$$

Cantidad de Zeolita.- usando resina de 30,000 granos por pie cúbico, puede ser Amberlite LR-120, ó Lewatit S-100, se tiene:

$$\text{Volumen de resina} = \frac{1'030,176}{30,000} = 34.4 \text{ pie}^3$$

Area de Filtración .- Considerando una rata de filtración de 5 galones por minuto por pie cuadrado de area filtrante, se tendrá que se necesitará la siguiente área.:

- 141 -

$$\text{Pies cuadrados} = \frac{(12.4 \times 15.85) \text{ g.p.m.}}{5 \text{ g.p.m.}} = \frac{196.5 \text{ g.p.m.}}{5 \text{ g.p.m.}} = 39$$

Se aclara que en realidad esta área no trabajará como filtro, sino que será un medio de soporte para la resina. En todo caso, para cálculo de área de filtración propiamente dicho se usan ratas de filtración más bajas, tales como 2, 3, g.p.m./pie<sup>2</sup>.

#### Dimensión del Ablandador.-

Un tanque de 84 pulgadas de diámetro cumple los requisitos de tener 38.48 pies cuadrados y contendrá 34.4 pies cúbicos de resina.

#### Características del ablandador.-

Tendrá que ser de 84" de diámetro, de acero - con capacidad para soportar como mínimo 75 libras de presión y en general las normas electromecánicas internacionales. T, entra en los dispositivos de entrada y salida.

Tendrá un soporte de áridos (grava y arena) conveniente.

#### Disposición general y accesorios.-

Véase croquis adjunto.

## ESQUEMA DE INSTALACION DE ABLANDADOR

V = VENTURI

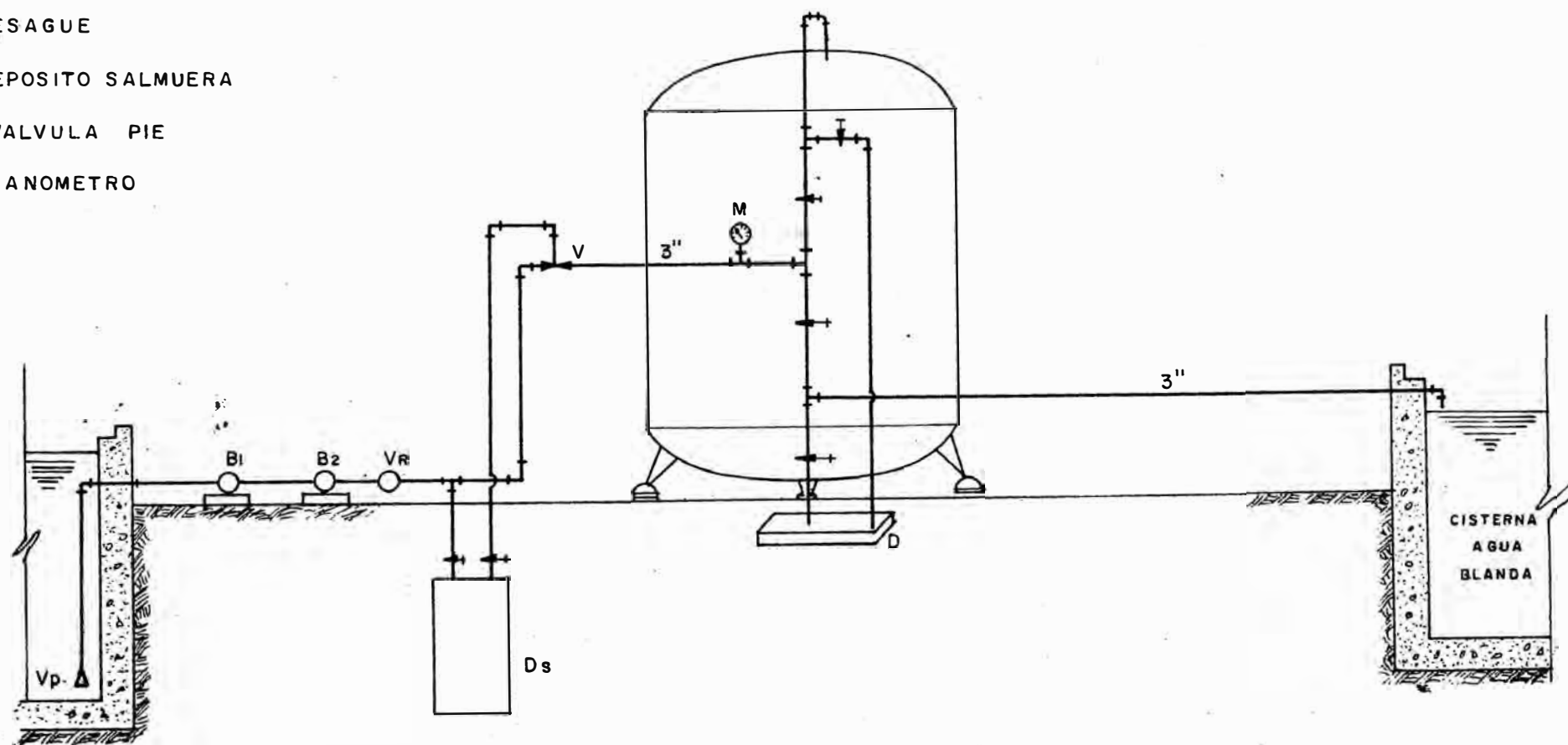
B<sub>1</sub> B<sub>2</sub> = BOMBAS

D = DESAGUE

D<sub>s</sub> = DEPOSITO SALMUERA

V<sub>p</sub> = VALVULA PIE

M = MANOMETRO



D.- ESPECIFICACIONES TECNICAS .

Memoria Descriptiva .-

El presente trabajo comprende las Instalaciones de Remodelación del Hospital Central N° 1.

Consiste en independizar el sistema de agua caliente del sistema de agua fría de las instalaciones del Hospital. Se ha planteado la eliminación de los ablandadores actuales y a blandar agua solamente para agua caliente, lavandería y calderas. Se solicitará una nueva toma domiciliaria en el Jr. Abtao, la que llenará una cisterna y con un par de bombas enviará al ablandador. De un reservorio de agua ablandada se bombeará a los tanques hidroneumáticos que se encuentran situados en las azoteas de cada pabellón. La alimentación de los calentadores se hará de estos tanques, hasta este punto se refiere este proyecto de remodelación que pretende solucionar los problemas de falta de agua y mal funcionamiento de bombas y tanque hidroneumáticos actuales.

Generalidades .

El objetivo de los planos y especificaciones,

es dejar al finalizar la obra en perfecto estado de funcionamiento las instalaciones interiores del sistema de agua fría y caliente del grupo de edificios que comprende el Hospital Central N° 1.

- a.- Los materiales a usarse deben ser nuevos, de reconocida calidad, de primer uso y de utilización actual en el mercado nacional o internacional.
- b.- Cualquier material que llegue malogrado a la obra o que se malogre durante la ejecución de los trabajos serán reemplazados por otros en buen estado. El inspector de la obra indicará por escrito al Contratista el empleo de un material cuya gravedad de su daño no impida su uso.

#### Trabajos .-

- a.- Cualquier cambio durante la ejecución de la obra que obligue a modificar el proyecto original, será resuelto mediante consulta y aprobación del Ingeniero Inspector.
- b.- El Contratista para la ejecución del proyecto deberá chequear los otros proyectos: Arquitectura, Estructura, Instalaciones Eléctricas, Instalaciones Mecánicas; a fin de evitar interfe -

rencias en la ejecución de la construcción total; si hubiese interferencia deberá comunicarla por escrito a la firma constructora.

- c.- Al término del trabajo se deberá proceder a la limpieza de los desperdicios de materiales utilizados o por equipos empleados en la ejecución de los trabajos.
- d.- Cualquier accesorio o batería de ellas, que aparezca en el plano en forma esquemática y cuya posición no estuviese definida, habrá de consultarse al constructor para su ubicación final.
- e.- Luego de darse por terminados los trabajos se procederá a elaboración de los planos de replanteo, los que serán entregados en la Recepción de la obra.

#### Descripción del Sistema de Abastecimiento.-

Se recomienda la construcción de una Cisterna de 70 m<sup>3</sup> de capacidad, la cual se llenará de la toma domiciliaria de la calle. De dicha cisterna un equipo doble de bombas elevará el agua a presión para ablandarlas en los tanques respec



tivos. El agua ya ablandada se almacenará en un reservorio a nivel del suelo de  $150 \text{ m}^3$  de capacidad.

Del reservorio de  $150 \text{ m}^3$  se bombea a cada pabellón a los tanques hidroneumáticos que se instalarán en cada azotea de los pabellones.

De los tanques bajará una línea que empalmará al actual sistema de distribución de agua caliente en el punto - donde el agua fría entra a los calentadores.

#### Tuberías y Accesorios .

Las tuberías y accesorios que se utilizan en este proyecto se harán con tubería de ~~fierro~~ hierro galvanizado pesado, con uniones y accesorios roscados e irán protegidos con dos capas de pintura anticorrosiva. Serán de  $125 \text{ libras/pulg.}^2$  de presión.

#### Válvulas .-

Las válvulas de agua fría, compuerta, globo,

chek, flotadores, etc., serán de bronce con uniones roscadas y para 125 libras/pulg.<sup>2</sup> de presión, serán de primera calidad, similares a la Crane.

Al lado de cada válvula se instalará una unión universal cuando se trate de tubería visible y de dos uniones universales cuando la válvula se instale en cajas o nichos.

#### Ejecución Trazado y Mano de Obra

Se observarán las siguientes prescripciones:

- a.- Las uniones entre tuberías y tuberías y accesorios se unirán con pintura en pasta, o con cemento en pasta o Teflón.
- b.- Las uniones universales serán del tipo normal con asentamiento de bronce cónico.
- c.- Para tubería colgada, se usarán colgadores cada cuatro metros.

#### Mano de obra.-

La mano de obra se ejecutará siguiendo las -

normas de un buen trabajo, teniendo especial cuidado de que presenten un buen aspecto en lo que se refiere al alineamiento y aplomo de las tuberías.

En todo caso de respetarán las instrucciones dadas por los Ingenieros controladores de la obra.

#### Tapones Provisionales .-

A fin de que no entre material extraño a las tuberías se colocarán tapones provisionales de fierro galvanizado o plástico P.V.C..

#### Pruebas .-

Las pruebas consisten en elevar la presión a 100 lib./pulg.<sup>2</sup> durante 30 minutos a un tramo o circuito de tubería, debiendo permanecer llena y sin presentar fugas.

La prueba se podrá ejecutar parcialmente a medida que el trabajo vaya avanzando, debiéndose de realizar una prueba general.

En cuanto a las pruebas de los equipos, estos se probarán uno a uno. Para ablandadores y tanque Hidroneumático será el doble de la presión de trabajo.

Aplicación del Reglamento de Construcción.-

Por lo no especificado en este capítulo serán válidos los artículos del Reglamento Nacional de Construcciones en lo que se refiere a Instalaciones Sanitarias.

Validez de Especificaciones - Planos.-

En los presupuestos del Sub-Contratista, se tendrán en cuenta que las presentes especificaciones se complementan con planos de metrados, en forma tal que las obras deben ser ejecutadas totalmente, aunque estas figuren en un solo de los tres documentos citados; en caso de divergencia de interpretación, las especificaciones tienen prioridad sobre los planos; y los planos sobre los metrados.

Equipos de Bombeo .-

PABELLON FRONTAL:

Número de unidades	: 2
Marca	: Hidrostal
Tipo	: Electrobomba Monoblock
Potencia Nominal	: 6.6 H.P.
Modelo	: 32-160-6.6
Energía Eléctrica	: 220 V., 60 Hz, 3F.

PABELLON A

Número de Unidades	: 2
Marca	: Hidrostal
Tipo	: Electrobomba Monoblock
Modelo	: 32-160-6.6
Potencia Nominal	: 6.6. H.P.
Energía Eléctrica	: 220V., 60 Hz, 3F.

PABELLON B

Número de Unidades	: 2
Marca	: Hidrostal
Tipo	: Electrobomba Monoblock

Modelo	: 32-160L-5
Potencia Nominal	: 5 H.P.
Energía Eléctrica	: 220 V., 60 Hz, 3F.

Controles Eléctricos.-

- a.- Llave de cuchilla de 22 A, en caja blindada, con fusibles en cartuchos renovables.
- b.- Arrancador Magnético con protección para descarga y cortos circuitos, para 22 A.
- c.- Interruptor selector de tres posiciones (Manual, parada y - automática).
- d.- Guarda nivel que impida el funcionamiento de las bombas cuando falte agua en la cisterna.
- e.- Alternador eléctrico de secuencia para las dos bombas.
- f.- Tablero de planchas de acero reforzado, con puerta frontal.

Accesorios.-

- 2 Válvulas de retención simple de 2" diámetro, para trabajo vertical.

- 2 Válvulas de pie con canastilla 2<sup>1/2</sup>"
- Válvulas de compuerta de 2" diámetro de Bronce.
- Manómetro de 150 Libras/pulg<sup>2</sup> de 2" de diámetro.

Equipos Ablandadores .-

Tanque.-

Será de 84 pulgadas de diámetro, para una presión de trabajo de 75 libras/pulg<sup>2</sup>, podrá usarse el código ASME de construcción (haciendo consideraciones de seguridad y efecto de la corrosión).

Constará con una entrada de hombre (Manhole)

Dispositivo adecuado de entrada y salida de agua.

Un soporte de áridos convenientemente graduado.

Accesorios.-

Para la operación del ablandador se necesitan 5 válvulas de compuerta de 3" de diámetro, un tubo venturi para incorporación de la salmuera. Depósito a presión 40 litros para preparación de salmuera. Un medidor de caudal, dos manómetros

de 100 libras de 2" .

Bombas .

Dos bombas de 12 litros/seg.

Tipo: Monoblock

Altura Dinámica Total: 33 metros

Potencia aproximada: 10 H.P.

Fases : 3

Voltios : 220

Ciclos: 60 Hz.

Controles Eléctricos.-

- a.- Llave de cuchilla en caja blindada, con fusibles con cartuchos removibles, para 27 amperios.
- b.- Dos arrancadores magnéticos con sus dispositivos de protección para 27 amperios.
- c.- Interruptor selector de tres posiciones (manual, parada y - automático), para 27 amperios.
- d.- Guarda nivel que impida el funcionamiento de las bombas cuando falte agua en la cisterna.
- e.- Interruptor de flotador del tipo de cadena completa, con contrapeso y corredora para parada de las bombas.



f.- Alternador eléctrico.

g.- Tablero de control de acero.

Equipos Hidroneumáticos .-

Tanque .

Serán uno de 1,050 galones y dos de 1,500 galones. De las siguientes dimensiones :

Para 1,050, 42 pulgadas de diámetro por 14 pies de largo.

Para 1,500 galones, 48 pulgadas de diámetro por 15 pies de longitud. Diseñadas para trabajar a 30 libras/pulg<sup>2</sup> y siguiendo las normas del Código de ASME. Se proveerá de dispositivo para ubicarlo en posición horizontal.

Dispositivos y Controles.-

Deberá contar cada tanque con:

- a.- Manómetro para 50 libras de 2"
- b.- Válvula de seguridad para sobrepresiones.
- c.- Válvula de compuerta que permita la operación y desmontaje de los equipos.
- d.- Dispositivo de drenaje del tanque, con su correspondiente llave de compuerta.

e.- Compresor de 1/6 H.P. para 30 Libras/pulg<sup>2</sup> y de 0.5 C.F.M.,  
como mínimo.

f.- Interruptor de presión para presiones de arranque y parada  
del compresor y las bombas.

g.- Indicador de nivel de agua dentro del tanque.

E.- COSTOS Y PRESUPUESTO .

P R E S U P U E S T O

DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD ESTIMADA	P R E C I O UNITAR.	TOTAL
<u>Tubería de Fierro Galvanizado</u>				
1.1. Tubería de 2" diámetro	ml.	250	370	92,500
1.2. Tubería de 2 <sup>1/2</sup> " diámetro	ml.	10	495	4,950
<u>Equipo de Bombeo.- Comprende bomba,</u>				
Controles e instalación	u	8	170,000	1'360,000
<u>Ablandador .- Comprende tanque, ma</u>				
terial desoporte, resina e instala				
ción.	u	1	309,000	309,000
<u>Tanques Hidroneumáticos .- Comprende</u>				
un tanque, compresor, controles e				
instalación.	u	3	204,000	612,000
Total General				2'378,450

El monto presupuestado es: DOS MILLONES TRESCIENTOS  
SESENTIOCHO MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA SOLES ORO.

ANALISIS DE COSTO DE TUBERIA DE FIERRO GALVANIZADO

Diámetro	Costo por	Desperdicios	Por accesorio	Transporte	Mano de Obra		Monto	Monto	
Pulg.	ml.	2%	15%	1%	Jornal	L.Soc.	Análisis	Presu.	
					30%	21%			
2"	205.07	4.10	30.76	2.05	72.59	50.81	365.38	370	- 156 -
2 1/2"	275.99	5.52	41.39	2.76	97.69	68.39	491.74	495	

## C A P I T U L O   V I I I

### RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

#### A.   CONCLUSIONES .

Se han podido sacar las siguientes conclusiones:

Cuando se desea remodelar un hospital, un hotel, etc. desde el

punto de vista sanitario, se debe de independizar la red de agua caliente de la red de agua fría; si no estuviera hecho ya. Esto permitiría aliviar la demanda en cuanto al agua fría se refiere y diseñar aparte el suministro para el agua caliente, posibilitándose así el ablandamiento del agua sólo para este servicio.

- Desde el punto de vista profesional, efectuar una remodelación resulta más difícil, puesto que exige al ingeniero hacer un estudio más laborioso; realizar un inventario de los aparatos, equipos, máquinas, etc., que existen, para así dar una buena solución. En comparación cuando se diseña una instalación nueva, en donde el mismo propone y se ajusta a un tipo o capacidad de un determinado equipo.

#### B.- RECOMENDACIONES .-

Considerando que en las Instalaciones Sanitarias se hace una inversión que es de un buen monto, se debe de tomar medidas para protegerlas y conservarlas.

El Departamento de mantenimiento del Hospital tiene a cargo esta labor, para ellos se les recomienda elaborar un Programa de Mantenimiento, tanto Preventivo, como Correctivo.

Uno de los factores que permiten llevar a cabo un Programa de Mantenimiento, es la organización de la misma. Se debe de contar con planos de las instalaciones replanteadas y actualidos, ~~ter~~ tener un inventario de máquinas y equipos en funcionamiento, el uso de un Kardex podría ser de gran utilidad.

Del Programa de Mantenimiento se podrá conocer la frecuencia del servicio a los aparatos. Luego se hace algunas recomendaciones para estos equipos, durante su instalación.

#### Bombas Centrífugas .-

- a.- Un anclaje que fije perfectamente a la bomba es recomendable.
- b.- Que el conjunto motor-bomba esté perfectamente alineado.
- c.- Válvula de pie perfectamente instalada.
- d.- Alineamiento perfecto del trecho horizontal de la tubería de succión, si hay desnivel en este trecho debiera de ser en el sentido del flujo. Esto con la finalidad de evitar puntos al-

tos que luego pudieran ocasionar efecto de sifón o bolsas de aire.

- e.- También en la tubería de succión, cuando se tiene que acoplar la boquilla de succión más pequeña que la del tubo se debe de usar reducciones excéntricas.
- f.- Los soportes de las tuberías deben de hacerse en forma adecuada, a fin de evitar presiones inconvenientes sobre la bomba.
- g.- Emplear uniones entre la bomba y las tuberías, de manera tal que permitan la fácil remoción de la bomba.
- h.- Las válvulas de retención deben instalarse después de la descarga y antes de la válvula de compuerta.
- i.- Se debe de anclar la tubería de impulsión, de manera que no cree tensiones ni esfuerzos longitudinales sobre la bomba.

Por último, en toda la instalación del hospital se debe de poner en práctica los colores de seguridad estandarizado por ITINTEC; tanto para una mayor seguridad como para el mejor servicio de mantenimiento.



## B I B L I O G R A F I A

- Documento presentado por "Degremont Perú S.A." en el IV Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales - Nov. 1973; por el Ing° V. del Solar, titulado: "Tratamiento de Agua para Calderas de Baja Presión".
- "Tratamiento de Agua" de F.J. MATTHEUS (Tratamiento de Agua para Calderas).
- "Mechanical and Electrical Equipment for Buildings" Fourth Edition. por WILLIAM J. McGUINNESS y BENJAMIN STEIN y otros autores.
- Publicaciones de la Universidad Nacional de Ingeniería del Ing°. ANTONIO FERRECCIO NOSIGLIA.
  - Instalaciones para Lavandería.
  - Consejos para la utilización de Motores Eléctricos.
  - La Automatización en Plantas de Bombeo.
  - Normas Electromecánicas que influyen en el Diseño de Tanques Neumáticos.
- "Manual de Mantenimiento de Hospitales" de la Asociación Americana de Hospitales.

\*\*\*