



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Mecánica



“MEMORIA DE MONTAJE E INSTALACION DE
SISTEMA DE GENERACION Y DISTRIBUCION DE
VAPOR EN EL HOSPITAL TEOFILO DAVILA”

INFORME TECNICO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO MECANICO

Presentado por:

Pedro Rafael Correa Alonso

Guayaquil - Ecuador

1989



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DEL GUAYAS
Facultad de Ingeniería Mecánica

AGRADECIMIENTO

El presente informe técnico se elaboró en el
Laboratorio de Mecánica y Distribución de
Energía del Hospital Técnico de la
Universidad Politécnica del Guayas.

AI ING. IGNACIO WIESNER F.
Director de Informe Técnico,
por su valiosa y desinteresada
ayuda en la elaboración del
presente Informe Técnico.

AI COLEGIO DE INGENIEROS
MECANICOS DEL GUAYAS, por su
invalorable colaboración.

DEDICATORIA

A MIS PADRES LUCIO Y MERCEDES
A MI ESPOSA EDILMA MEDINA A.
A MIS HIJOS PEDRO XAVIER Y
MARIELA PRISCILA, Sin cuyo
apoyo, cariño y comprensión
no hubiera logrado la
culminación de mi carrera
profesional.

DECLARACION EXPRESA

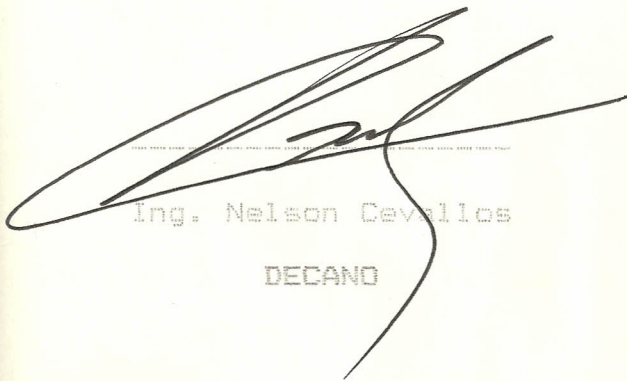
Declaro que:

"Este Informe Técnico corresponde a la resolución de un problema práctico relacionado con el perfil profesional de la Ingeniería Mecánica".

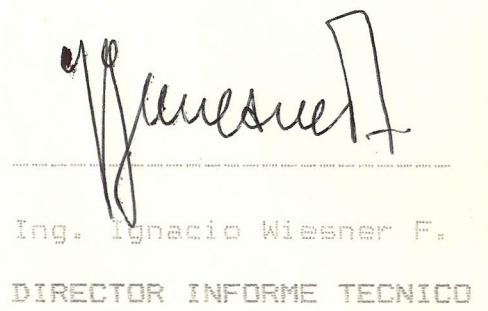
(Reglamento de graduación mediante la elaboración de Informes Técnicos).



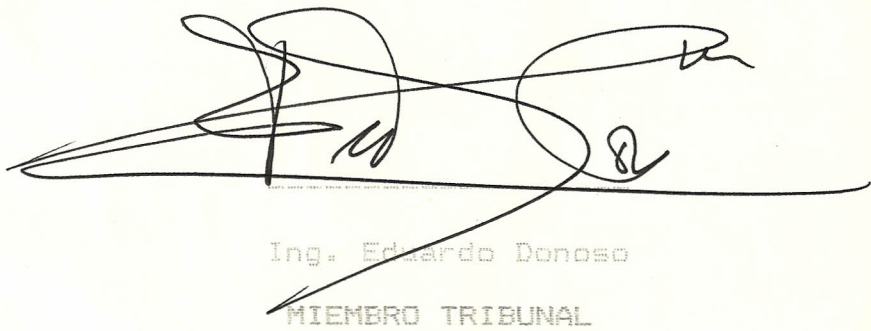
Pedro Rafael Correa Alonso



Ing. Nelson Cevallos
DECANO



Ing. Ignacio Wiesner F.
DIRECTOR INFORME TECNICO



Ing. Eduardo Donoso
MIEMBRO TRIBUNAL

RESUMEN

El presente Informe Técnico trata del trabajo realizado en el nuevo edificio del Hospital "Teófilo Dávila" de la ciudad de Machala en la Provincia de El Oro, en el cual describo el trabajo en que participé como Jefe del Departamento de Mantenimiento de esta casa de salud, junto con el personal del Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias, el mismo que consistió en montaje e instalación del sistema de generación de vapor, redes de distribución y equipos que trabajan con vapor y agua caliente en las áreas de: Casa de Máquinas; Alimentación y Dietética; Lavandería; Esterilización; Laboratorio de leches y Lavachatas, así como los accesorios necesarios para que dichos equipos funcionen normalmente.

INDICE GENERAL

RESUMEN

INDICE GENERAL

INDICE DE FIGURAS

SIMBOLOGIA

ANTECEDENTES

1.- NECESIDADES DE VAPOR

1.1.- Organigrama del Hospital

1.2.- Revisión de planos de instalación

1.3.- Verificación de requerimientos de vapor

2.- MONTAJE E INSTALACION DE EQUIPOS Y REDES DE

DISTRIBUCION

2.1.- Revisión y montaje de equipos

2.2.- Instalación de redes de distribución

2.3.- Pruebas hidrostáticas de tuberías

2.4.- Pruebas del sistema del vapor

2.5.- Control de tuberías, accesorios y aislamiento
térmico

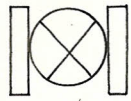
2.6.- Sistema de tratamiento de agua para calderos

2.7.- Modificaciones de las instalaciones de equipos del
departamento de lavandería a sistema eléctrico de
emergencia

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

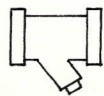
SIMBOLOGIA



VALVULA DE COMPUERTA



VALVULA CHECK



FILTRO



UNIVERSAL



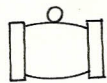
VALVULA DE ESFERA



TRAMPA TERMODINAMICA



TRAMPA TERMOSTATICA



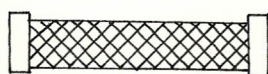
VALVULA DE SEGURIDAD



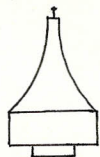
ELECTROVALVULA



REDUCCION



CONEXION FLEXIBLE



VALVULA REGULADORA

INDICE DE FIGURAS

- Fig. 1.- ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL DEL HOSPITAL TEOFILO
DAVILA DE MACHALA
- Fig. 2.- INSTALACIONES INICIALES DE CASA DE MAQUINAS
- Fig. 3.- INSTALACIONES FINALES DE CASA DE MAQUINAS
- Fig. 4.- PERNO DE ANCLAJE FIJO CON GANCHO
- Fig. 5.- CHIMENEA DE CALDERO
- Fig. 6.- DETALLE INSTALACION TANQUE DIARIO DE COMBUSTIBLE
- Fig. 7.- DETALLE DE TRINCHERA DE PISO
- Fig. 8.- DETALLE DE INSTALACION DE TANQUE DE CONDENSADO
- Fig. 9.- DETALLE DE INSTALACION DE TANQUE DE AGUA CALIENTE
- Fig.10.- DETALLE DE INSTALACION DE BOMBAS DE RECIRCULACION
AGUA CALIENTE
- Fig.11.- MARMITA MODELO D
- Fig.12.- MARMITA MODELO PT
- Fig.13.- MARMITA MODELO DL
- FIG.14.- DETALLE DE INSTALACION DISTRIBUIDOR DE VAPOR
- Fig.15.- REGULADOR TEMPERATURA TANQUE DE AGUA CALIENTE
- Fig.16.- DISTRIBUCION DE VAPOR Y CONDENSADO
- Fig.17.- DETALLE ESQUEMATICO DE SOPORTE PARA TUBERIA AEREA
- Fig.18.- CORTE A-A'
- Fig.19.- TOMA DE VAPOR DE LA LINEA PRINCIPAL AL EQUIPO

- Fig.20.- SISTEMA DE VAPOR Y CONDENSADO DEPARTAMENTO DE
LAVANDERIA
- Fig.21.- CONEXION PLANCHADORAS
- Fig.22.- CONEXION CALANDRIA
- Fig.23.- CONEXION LAVADORA 200 LIBRAS
- Fig.24.- CONEXION SECADORAS
- Fig.25.- SISTEMA DE VAPOR Y CONDENSADO DEPARTAMENTO DE
ALIMENTACION
- Fig.26.- BANCO REDUCTOR PRESION ALIMENTACION
- Fig.27.- AREA DE COCCION
- FIG.28.- CONEXIONES MARMITAS MODELOS D Y DL
- Fig.29.- CONEXIONES MARMITAS MODELO PT
- Fig.30.- CONEXIONES HORNO
- Fig.31.- CONEXIONES TREN LAVAVAJILLA
- Fig.32.- INSTALACION EQUIPOS ESTERILIZACION
- Fig.33.- INSTALACION AUTOCLAVE LABORATORIO DE LECHE
- Fig.34.- BANCO REDUCTOR DE PRESION ESTERILIZACION Y
LACTARIO
- Fig.35.- DRENAJE DE CONDENSADO EN LA RED DE VAPOR A
ESTERILIZACION
- Fig.36.- DRENAJE DE CONDENSADO DE COLUMNA
- Fig.37.- BANCO REDUCTOR DE PRESION LAVACHATAS
- Fig.38.- SISTEMA DE VAPOR Y CONDENSADO LAVACHATAS
- Fig.39.- DETALLE DE INSTALACION DE ABLANDADOR DE AGUA

ANTECEDENTES

En el año de 1975 el Gobierno Nacional por intermedio del Ministerio de Salud Pública contrata a la compañía INARD para que realice la construcción del edificio en que funcionaría el Hospital "Teófilo Dávila" de la ciudad de Machala, debido a que el edificio con el que contaba a la fecha no cumplía con las condiciones necesarias para atender a una población en aumento y además de estar ubicado en una provincia fronteriza. Este nuevo edificio serviría para hospitalizar 220 pacientes y estaría dotado de equipos para poder atender la mayoría de enfermedades.

En el mes de Agosto de 1984, es decir aproximadamente diez años después de que se inició la construcción de la planta física del Hospital, debido a la rigurosidad del invierno que produjo fallas en el vetusto edificio en que funcionaba el Hospital, las mismas que produjeron inundación en el área de Cirugía contaminando el Quirófano, lo cual impedía el desarrollo de operaciones y la atención a los pacientes, obliga a que el personal que laboraba en esta casa de salud decida ocupar ciertas áreas del nuevo edificio, el cual a pesar del tiempo transcurrido aún no estaba terminado, para así de esta manera exigir al Gobierno de

turno se termine la construcción del edificio del Hospital. En vista de este problema el Ministerio de Salud Pública y el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (IEOS), resuelven asumir directamente la realización de los trabajos necesarios para la culminación de las instalaciones del Hospital y de su equipamiento, para lo cual consiguen financiamiento de parte del PEDE por la cantidad de Cincuenta y Tres Millones de sucres, y mientras se realizan dichos trabajos se autoriza la utilización de ciertas áreas, y es así que se procede a utilizar cuarto y quinto pisos para que funcione hospitalización, una parte de la planta baja en donde funcionaría la parte Administrativa, Consulta Externa, Mantenimiento y Emergencia, en esta última se acondicionó provisionalmente una sala para Quirófano y por último para el funcionamiento de esterilización en el primer piso se acondicionó una sala en la que se instaló un Autoclave eléctrico.

No pudiéndose utilizar los espacios físicos donde deberían de funcionar: Casa de Máquinas, Lavandería, Alimentación y Dietética, etc., por cuanto aun sus instalaciones no estaban concluidas peor aún los respectivos equipos instalados, motivos por los cuales Lavandería debía de seguir funcionando en su antiguo local y continuarse con el lavado a mano y el secado en cordelas. De igual forma Alimentación y Dietética seguiría laborando en el local contiguo a Lavandería y continuar preparando los alimentos para el personal y para pacientes en la vieja cocina a gas

con que contaba a la fecha.

En el mes de Septiembre del mismo año es aprobado el presupuesto de reapertura del Hospital, continuando a partir de esa fecha el IEOS con la realización de la obra física del Hospital, pero sin el ritmo necesario para que se concluya lo más pronto posible, motivo por el cual es que a partir del mes de Marzo de 1985 se procede a la iniciación de los trabajos necesarios para la instalación de los equipos de Casa de Máquinas (calderos, generador, etc), Lavandería (lavadoras, secadoras, etc), Alimentación y Dietética (marmitas, horno, etc), etc.

CAPITULO I

NECESIDADES DE VAPOR

1.1. ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL DEL HOSPITAL

Orgánicamente para su mejor funcionamiento el Hospital se encuentra dividido en Departamentos como se indica en la figura # 1 y cada uno cumple funciones específicas, teniendo como principal al de Dirección el cual tiene como apoyo al Consejo Técnico y a los Comités, para luego estar los restantes Departamentos. Los Departamentos que son de interes para nuestro caso son:

- Departamento de Mantenimiento, al cual pertenece la Casa de Máquinas que es el lugar en el cual esta instalado el sistema de generación de vapor y de agua caliente.
- Departamento de Lavandería, Ropería y Costura.
- Departamento de Alimentación y Dietética.
- Departamento de Cirugía, al cual pertenece Esterilización.
- Departamento de Pediatría, al cual pertenece el Laboratorio de Leches o Lactario.

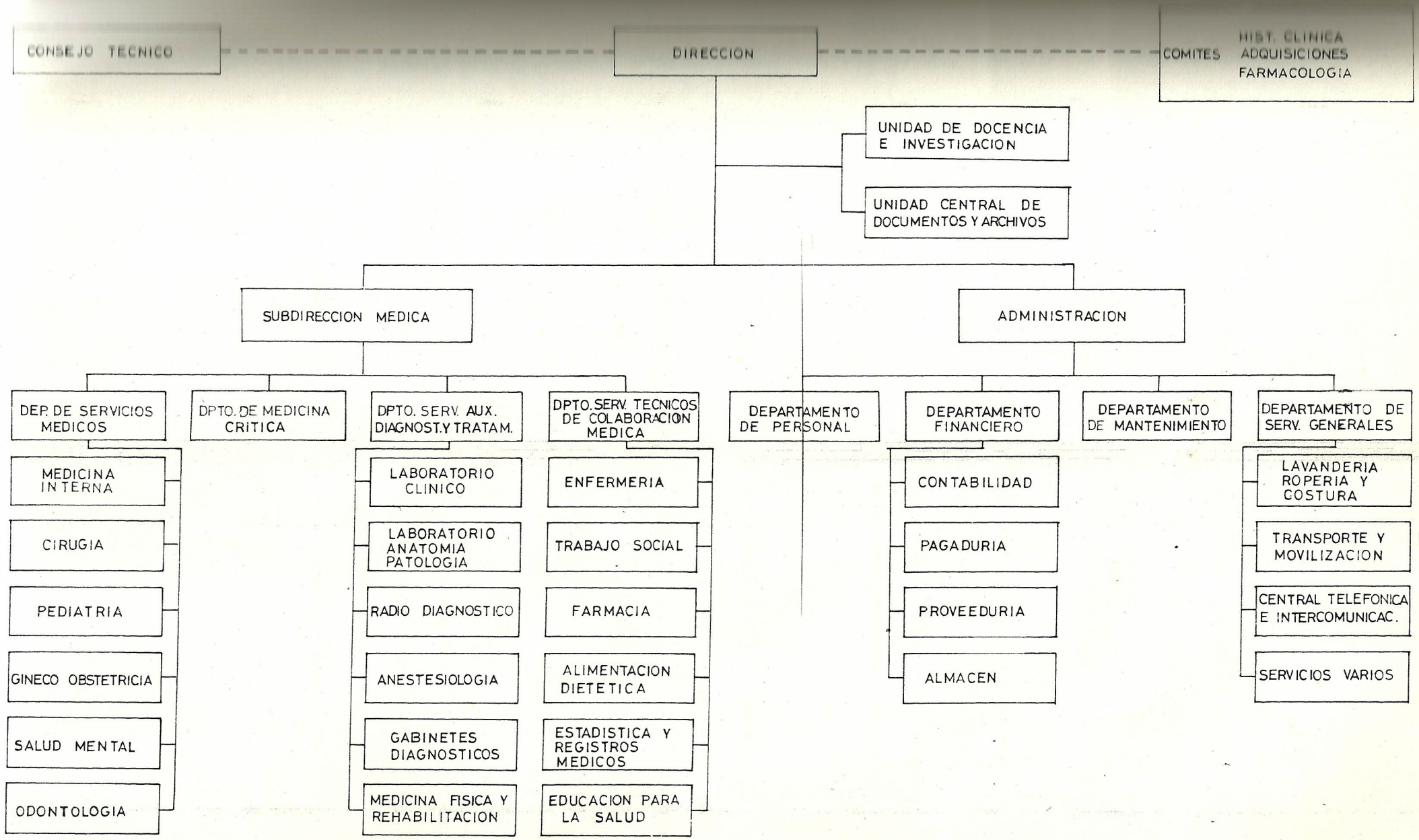


FIG. Nº 1 ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL DEL HOSPITAL TEOFILO DAVILA DE MACHALA

1.2. REVISION DE PLANOS DE INSTALACION.

La revisión de los planos iniciales de las ubicaciones de los diferentes equipos fue necesaria de realizar por cuanto desde la fecha en que éstos fueron aprobados hasta la que se empezó a trabajar, algunos de los equipos iniciales fueron cambiados y en lo relacionado a la ubicación de la red de distribución de vapor esta también sufriría modificaciones.

Como ejemplo de esto en las figuras # 2 y 3 se muestran las instalaciones iniciales y finales de Casa de Máquinas en los cuales podemos observar como diferencias que: Inicialmente el generador estaría instalado fuera de este lugar; se cambio la ubicación del banco regulador de temperatura del tanque de agua caliente así como el lugar por el cual se alimenta agua desde los ablandadores al tanque de condensado, de igual manera la tubería de retorno de condensado desde el tanque de agua caliente.

1.3. VERIFICACION DE REQUERIMIENTOS DE VAPOR.

En lo que respecta a este tema, se realizó un análisis por área para verificar que equipos de los a instalar necesitarían de vapor y así obtener la demanda del mismo, dandonos el siguiente resultado:

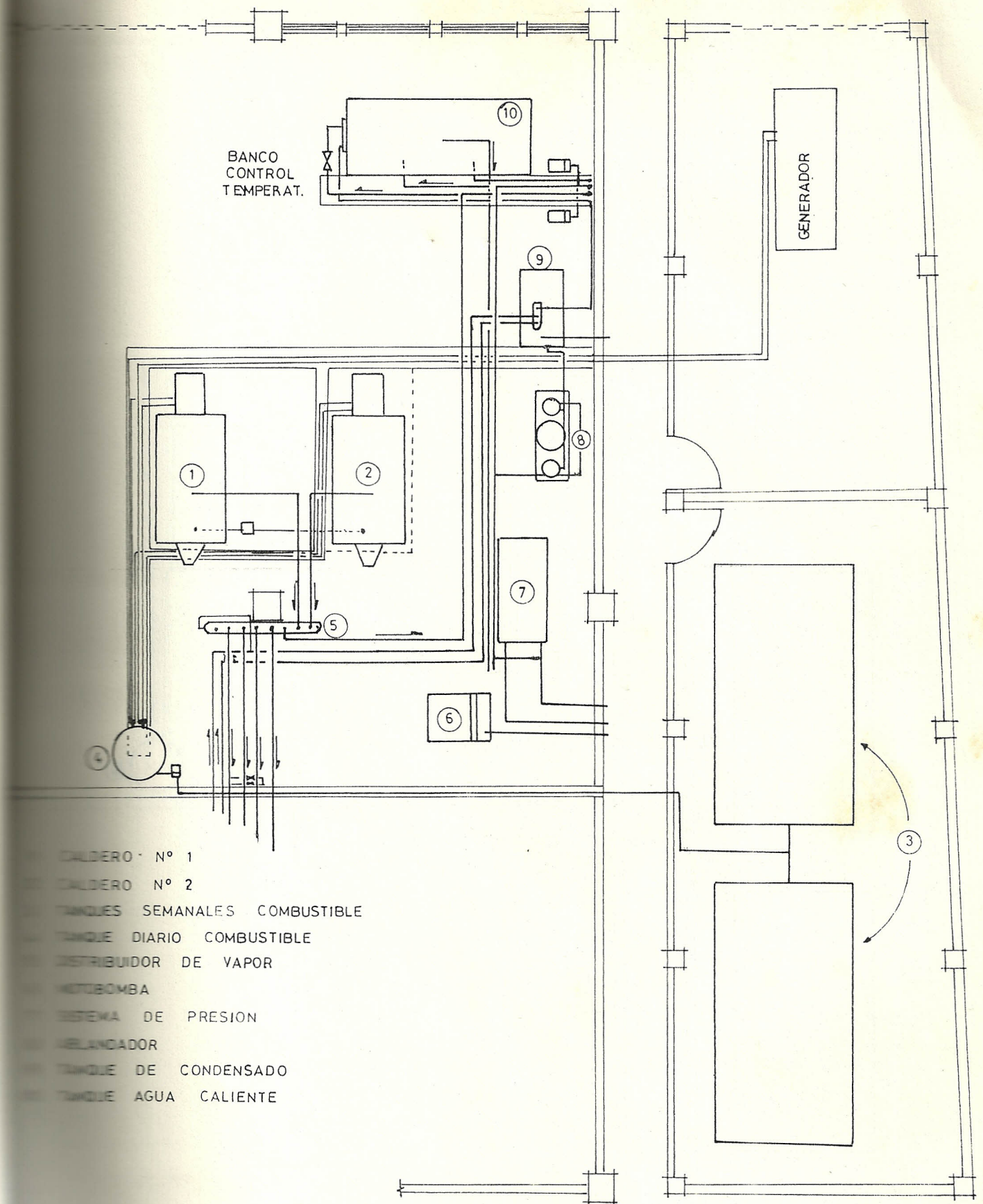


FIG. Nº 2 INSTALACIONES INICIALES DE CASA DE MAQUINAS

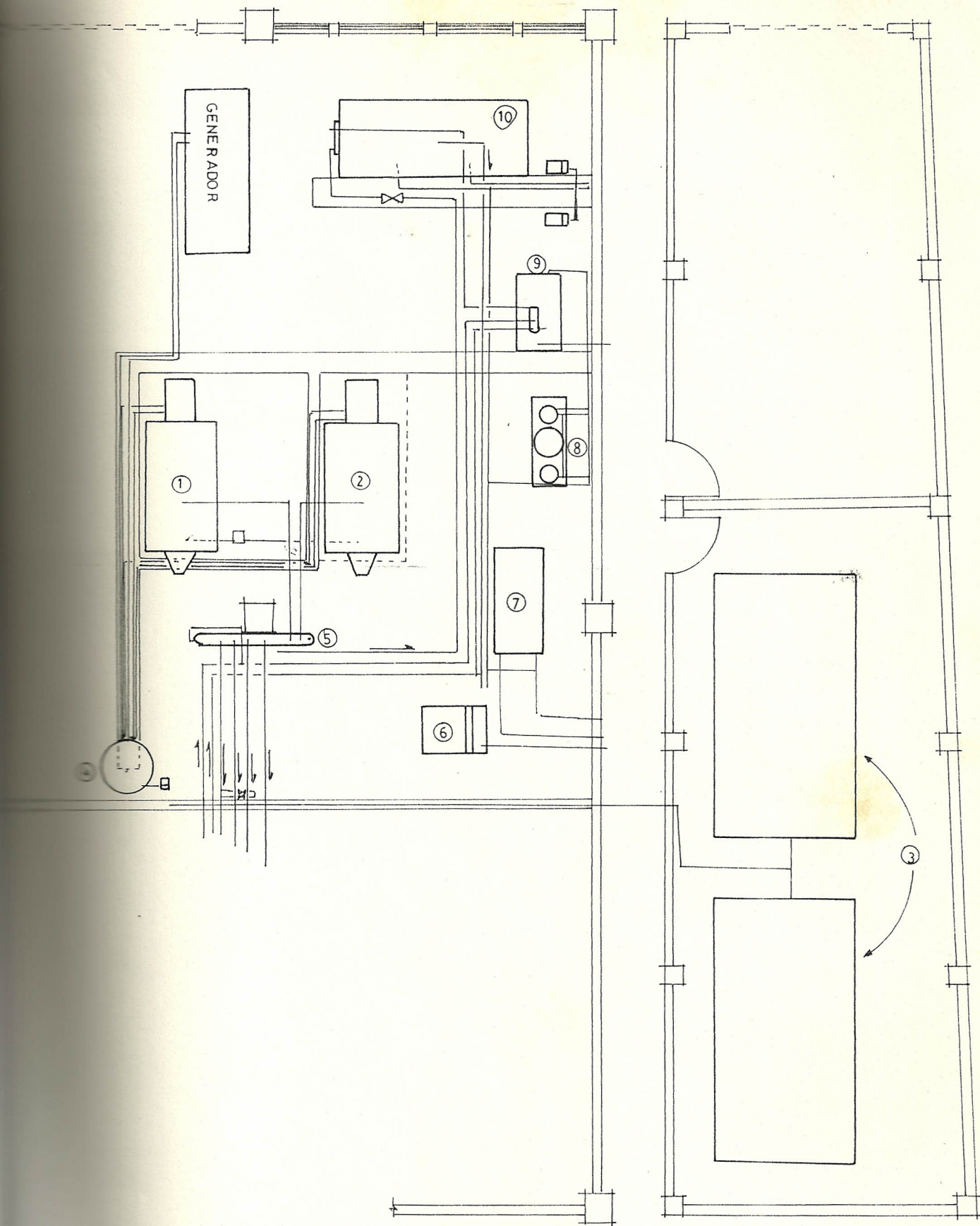


FIG. N° 3 INSTALACIONES FINALES DE CASA DE MAQUINAS

AREA	DEMANDA (Kg/hr)
Casa de Máquinas	1080
Lavandería	580
Alimentación y Dietética	370
Esterilización	340
Laboratorio de Leches	90
Lavachatas	15

Lo cual nos dio una demanda total de 2475 kilogramos de vapor por hora.

En lo relacionado con la calidad del vapor el que se utiliza en hospitales es vapor saturado, es decir que debe tener un 100% de materia en forma gaseosa y nada de humedad, porque en caso contrario al ser utilizado en el Área de esterilización se correría el riesgo de que los equipos no queden bien esterilizados o que se produzca condensación dentro del instrumental, lo cual traería como consecuencias que tenga que suspenderse la intervención quirúrgica o que en caso de realizarse se presenten complicaciones en el paciente.

CAPITULO II

MONTAJE E INSTALACION DE EQUIPOS Y REDES DE DISTRIBUCION

2.1. REVISION Y MONTAJE DE EQUIPOS.

Como primer paso antes del montaje de los equipos se procedió a su revisión.

En cada área a ser instalados se abrieron las cajas en que venían los equipos para proceder a revisar si estaban completos, para lo cual con el acta Entrega-Recepción de dichos equipos se fue verificando si lo existente en las cajas coincidía con la lista que se disponía para tal efecto. Como ejemplo se presentan los datos de dos equipos:

- Secadora CISELL Modelo 44BD42, Serie No. 5421, 208 v, 60 Hz, con sistema de señalización con los siguientes repuestos: un contactor tripolar con bobina de 208 v; un control termostático TU1980; un filtro TU1989; una banda TU2363; dos temporizadores General Time; cuatro filtros de 10 1/4x22 1/4x1" para 110 lbs a vapor.
- Autoclave CASTLE Modelo 3220, con cámara de 54x81x90 cm, con tres repisas, dos canastillas,

manómetro registrador, termómetro, sistema de vacío, a vapor doble puerta.

Ventajosamente no existieron problemas mayores y se continuó con el montaje de los equipos, para a continuación proceder a su ubicación en su lugar respectivo. En lo que tiene que ver con las cimentaciones de los equipos, hubo que considerar que las cimentaciones para maquinarias constituyen una parte muy importante en cualquier instalación pues el diseño de éstas es más complejo que la de los edificios, ya que las cimentaciones de maquinarias además de soportar las cargas estáticas, soportara las fuerzas dinámicas causadas por el funcionamiento de las maquinarias. Estas fuerzas dinámicas son transmitidas a la cimentación que se encuentra soportando la maquinaria y a la vez al suelo donde se ha construido la cimentación, motivo por el cual durante la construcción de la planta física se tomó en consideración estos requerimientos y en base a la experiencia adquirida por los técnicos del IEOS durante la instalación de equipos en otros hospitales se construyeron las cimentaciones en la que se instalarían los equipos respectivos, teniendo además en consideración que las cimentaciones sean construidas de tal forma que la maquinaria a ser instalada pueda ser colocada, nivelada, alineada y acoplada a su equipo auxiliar de la manera más exacta

posible, para así evitar problemas posteriores que podrían aparecer al momento de la operación y mantenimiento del equipo.

Entre los factores generales que se consideraron para la construcción de las cimentaciones tenemos:

- La resistencia al asentamiento vertical
- El asentamiento diferencial
- Previsión para la instalación de accesorios y anexos
- Cambios térmicos
- Protección anticorrosiva
- Vibraciones.

Para la fijación de los equipos fue necesario de la utilización de pernos de anclaje, los cuales se ubicaron según las indicaciones de montaje dada por los fabricantes de los equipos. En la figura # 4 se muestra un perno de anclaje del tipo de los utilizados.

Los equipos que se instalaron fueron los siguientes:

- CASA DE MAQUINAS

En el área de casa de máquinas como se ve en la figura # 3 se procedió al montaje e instalación de los siguientes equipos

SISTEMA DE GENERACION DE VAPOR

Para la generación de vapor se instalaron dos calderos con una capacidad de producción de 1255 kilogramos de vapor por hora cada uno.

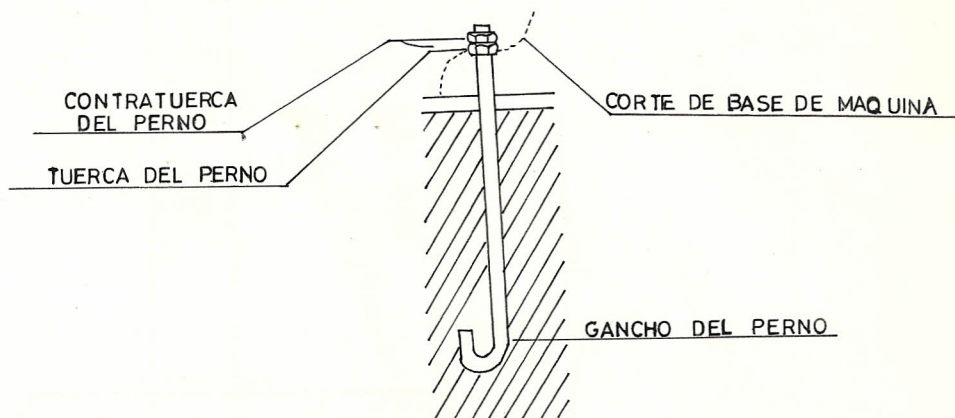


FIG. #4 PERNO DE ANCLAJE FIJO CON GANCHO.

Para su ubicación en el lugar respectivo fue necesario solicitar la colaboración de Autoridad Portuaria de Puerto Bolívar, institución que facilitó un montacarga con el cual se levantó cada uno de los calderos y se los colocó en su respectivo lugar.

Luego se procedió a instalar las chimeneas de los calderos en la forma como se indica en la figura # 5, teniendo en consideración las siguientes notas:

- 1.- El diámetro interno de las chimeneas es de 12 pulgadas en todo el recorrido de la misma
- 2.- Las chimeneas fueron acabadas tanto interna como externamente con dos capas de pintura anticorrosiva color negro, así como también la lámina de tol galvanizado que recubre la lana de

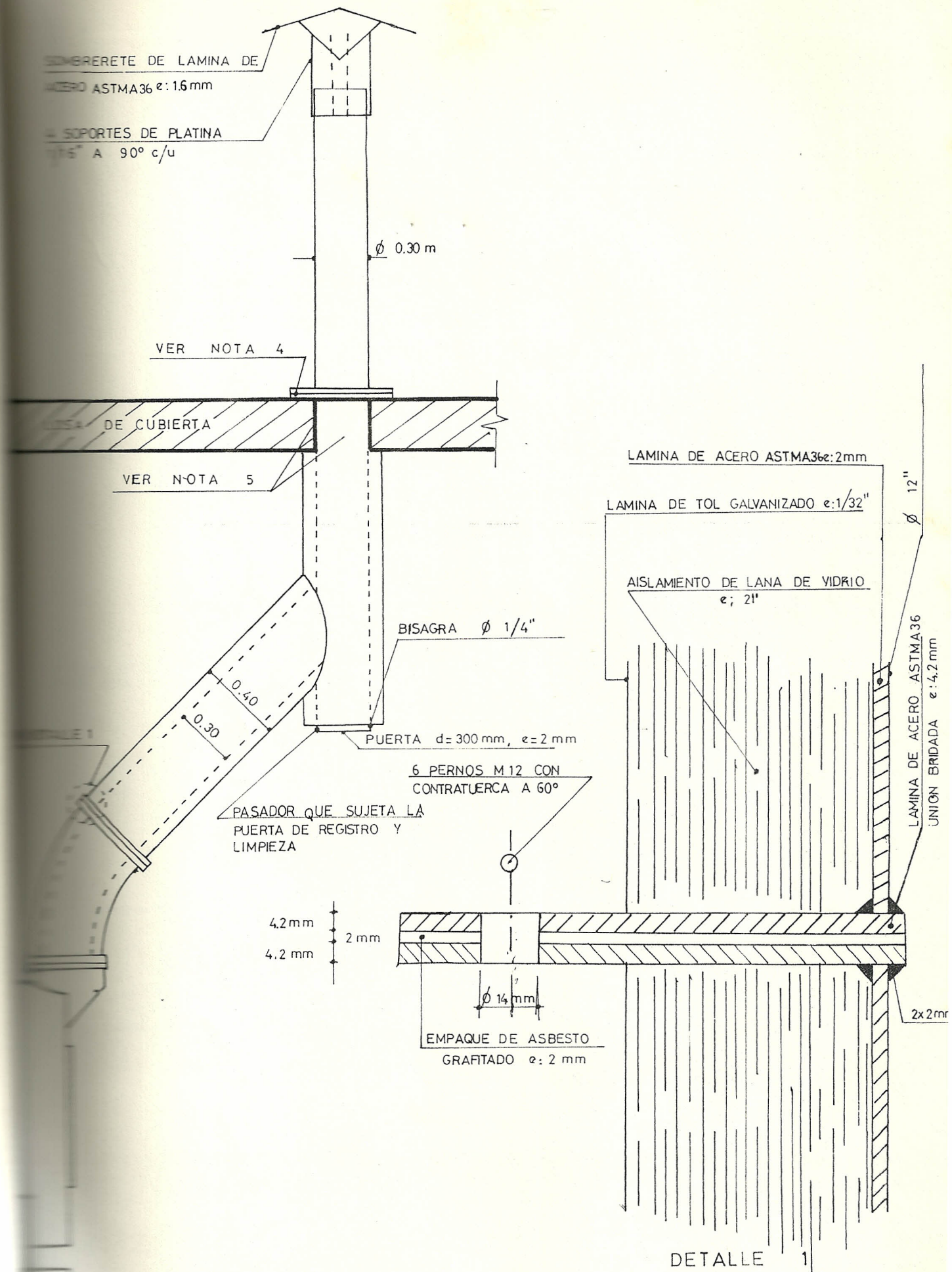


FIG. N° 5 CHIMENEA DE CALDERO

vidrio

3.- En todo el recorrido de las chimeneas dentro de casa de máquinas fueron recubiertas con lana de vidrio y tol galvanizado tal como se indica en el Detalle 1 de la figura # 5, en la parte exterior del edificio las chimeneas no fueron aisladas

4.- Estas dos bridas fueron soldadas en obra con el fin de garantizar que el peso de la chimenea sea absorbido totalmente por la losa del edificio y la cabeza de los pernos fue soldada a la brida inferior

5.- Estas superficies fueron recubiertas con material impermeabilizante para impedir el paso de la humedad.

Para el funcionamiento de los calderos fue necesario la instalación de:

- Dos tanques de almacenamiento de combustible con una capacidad de 25 m³ cada uno
- Tanque diario de combustible de 250 galones de capacidad, cuyo detalle de instalación se muestra en la figura # 6, en la figura # 7 se muestra el detalle de la trinchera de piso con la distribución de las tuberías de alimentación y retorno de combustible
- Tanque de condensado de 210 galones de capacidad, el cual en su parte inferior consta

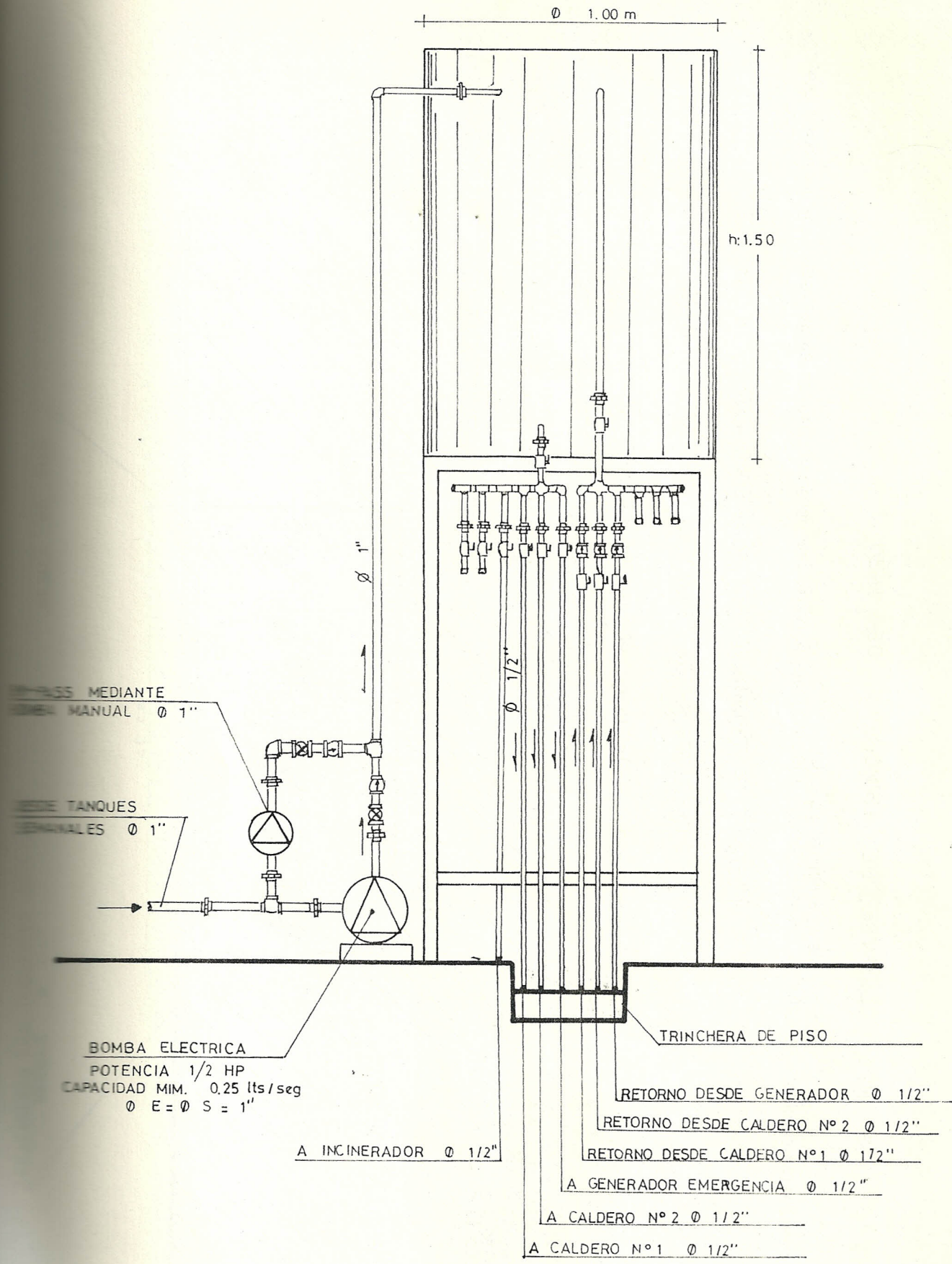
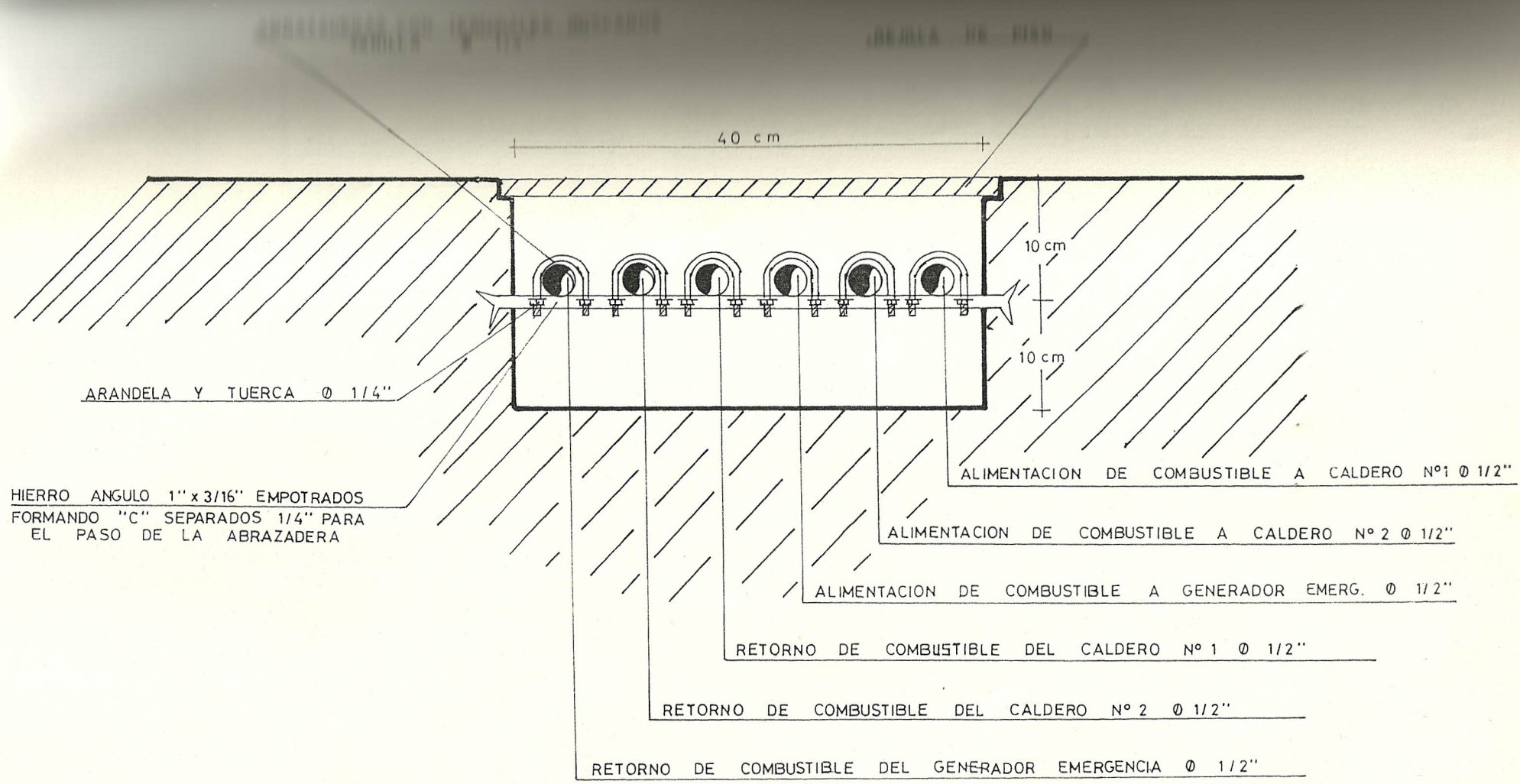


FIG. N° 6 DETALLE INSTALACION TANQUE DIARIO DE COMBUSTIBLE



NOTA: LAS ABRAZADERAS SE CONSTRUYERON DE ACUERDO AL DIAMETRO DE LA TUBERIA Y SE PINTARON CON ANTICORROSIVO DE COLOR NEGRO CONJUNTAMENTE CON LOS 2 ANGULOS QUE FORMAN EL SOPORTE

FIG. N° 7 DETALLE DE TRINCHERA DE PISO

de dos bombas para la alimentación del agua a los calderos y cuyas características son:

Voltaje	208/230-460	Amp.	13,2/6,6
RPM	1740	HP	5
Ciclo	60	Fases	3

El detalle de las instalaciones del tanque se muestra en la figura # 8.

TANQUE DE AGUA CALIENTE

Dentro del área de Casa de Máquinas, también se instaló el tanque de agua caliente el cual tiene una capacidad de 4,5 m³ y que alimenta a las instalaciones existentes en todo el hospital tanto para equipos como para duchas y lavabos, cuya demanda de vapor es de 1080 kg/hr.

En la figura # 9 se muestra el detalle de la instalación del tanque.

Para la recirculación del agua caliente, el tanque está provisto de dos bombas cuyo detalle de instalación se muestra en la figura # 10 y que tienen las siguientes características:

Voltaje	115/230	Ciclos	60
RPM	3450	HP	1/2

- DEPARTAMENTO DE LAVANDERIA

En lo relacionado a esta área los equipos que se instalaron y que necesitan vapor para su

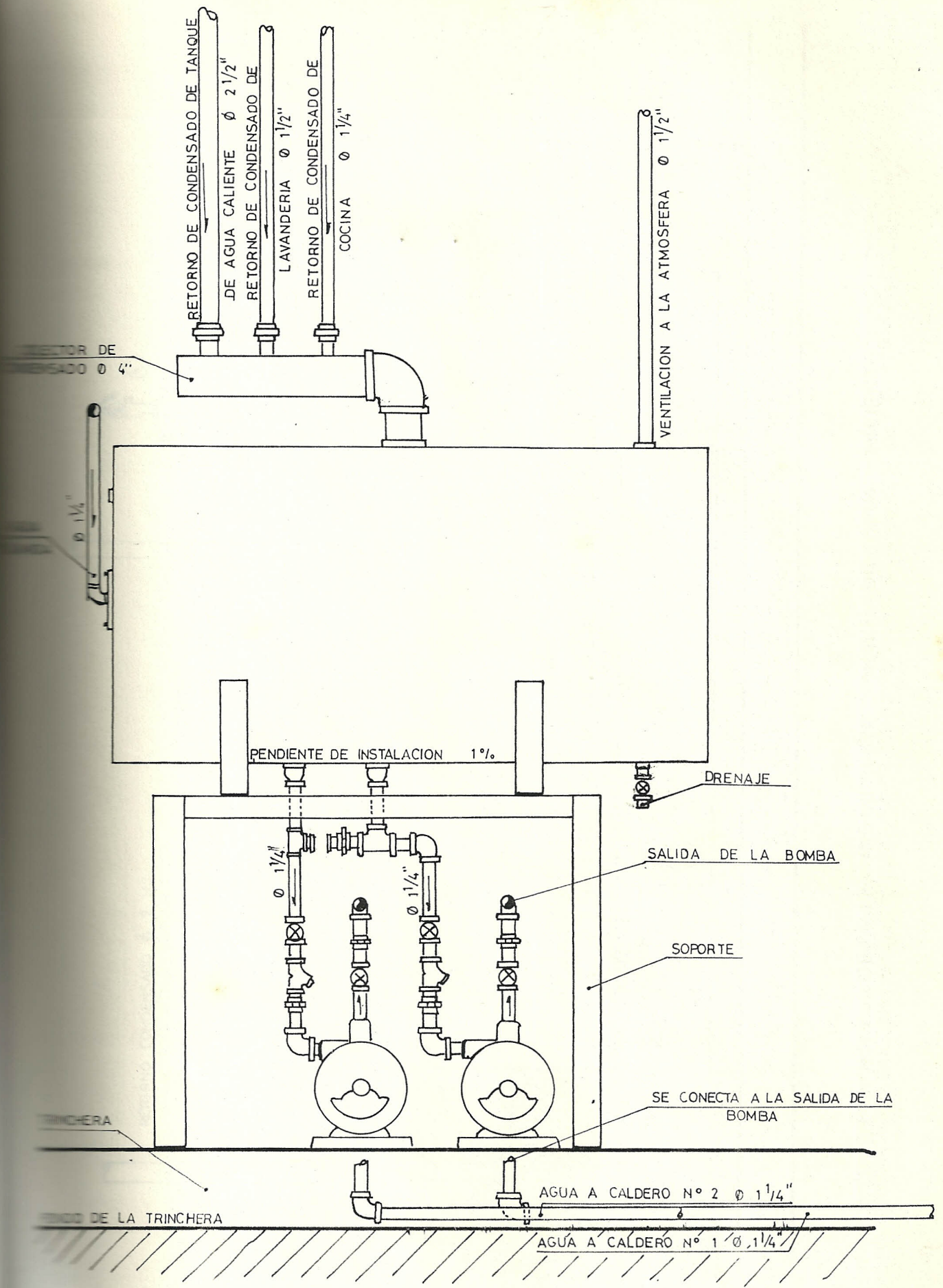


FIG. N° 8 DETALLE DE INSTALACION DE TANQUE DE CONDENSADO

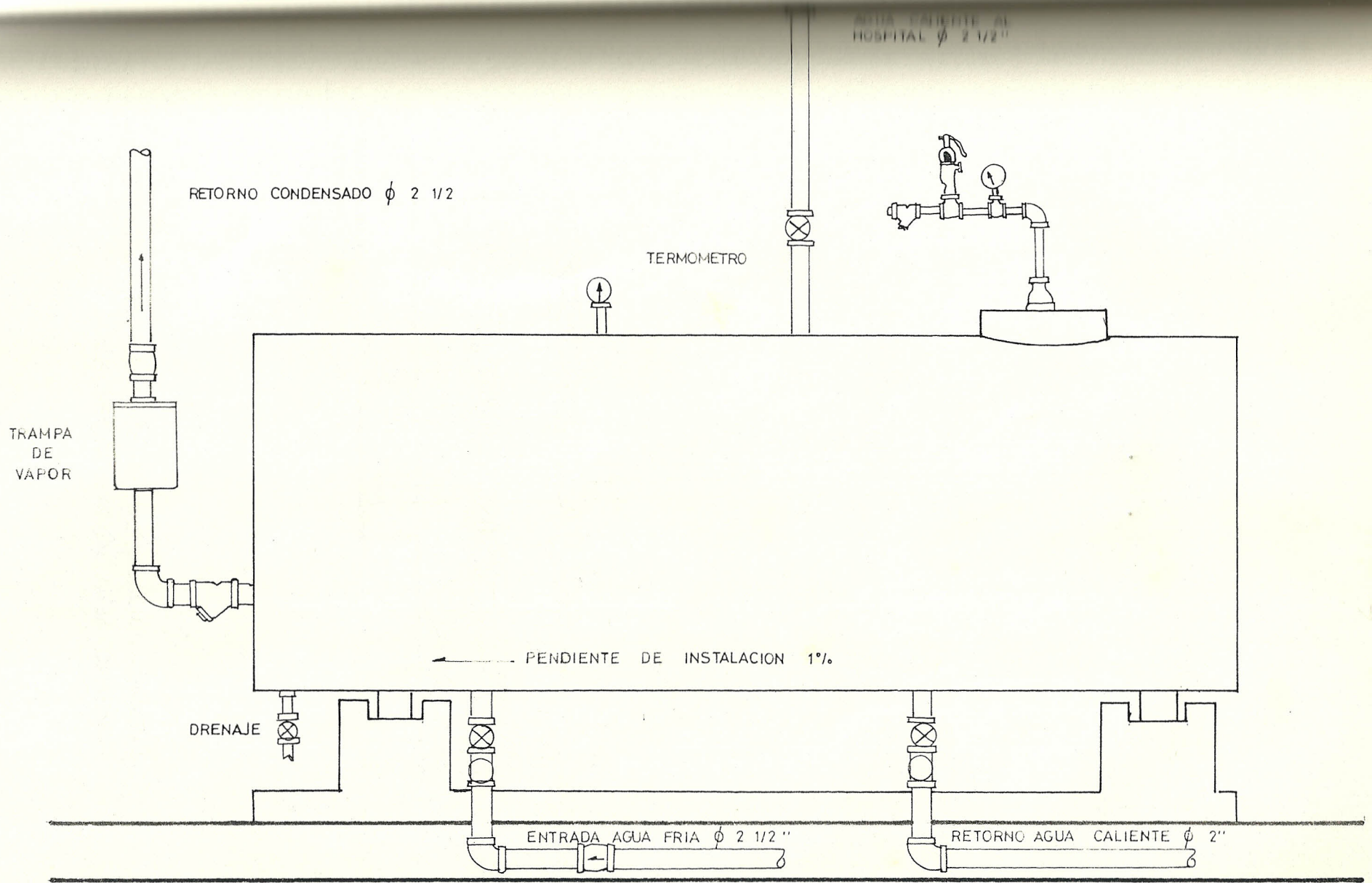


FIG. Nº 9 DETALLE INSTALACION TANQUE DE AGUA CALIENTE.

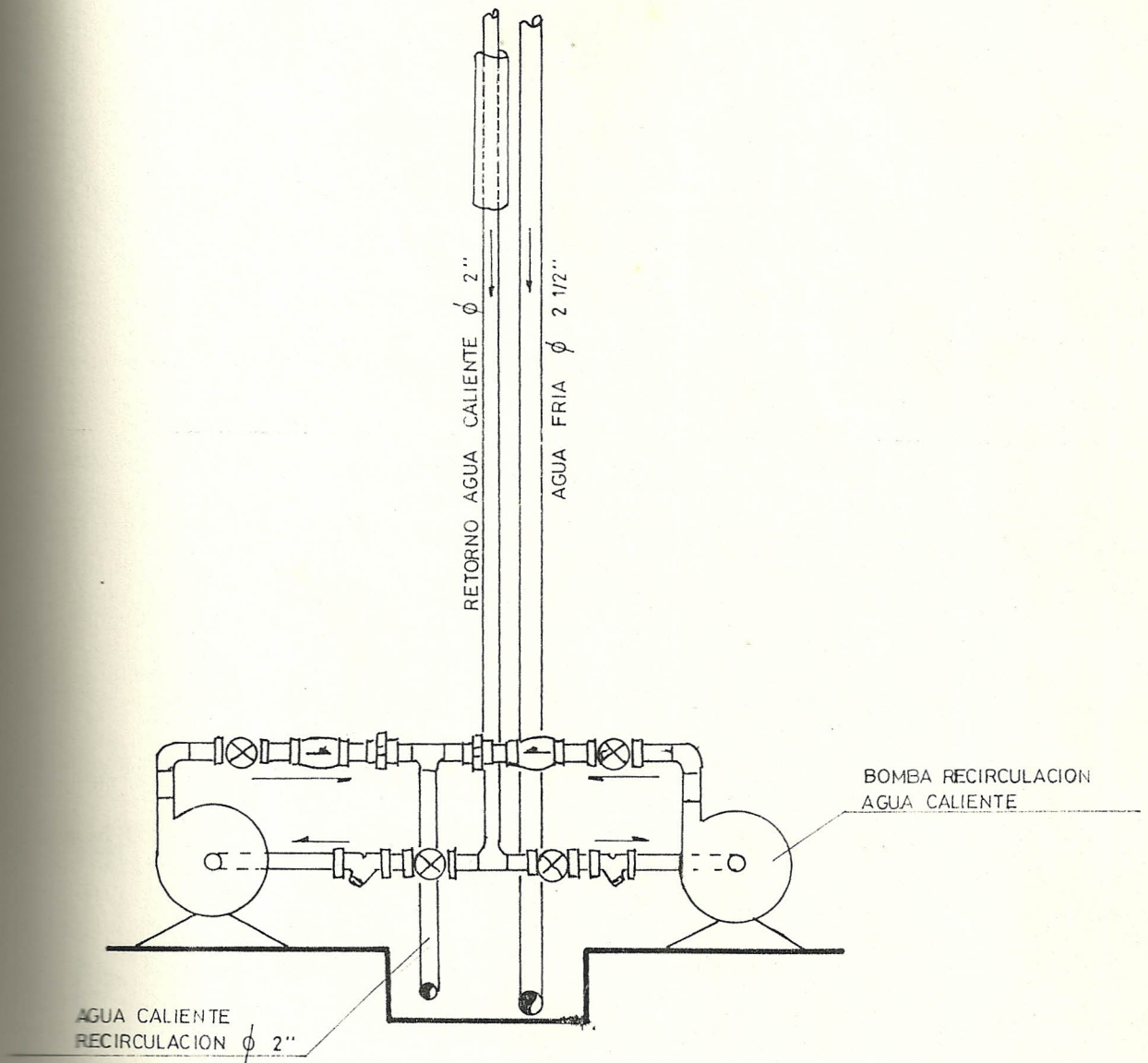


FIG. Nº 10 DETALLE DE INSTALACION BOMBAS DE RECIRCULACION AGUA CALIENTE.

funcionamiento son:

- Una lavadora de 200 lbs de capacidad
- una calandria
- Dos secadoras de 110 lbs de capacidad
- Tres prensas de diferentes tamaños

Para la instalación de la lavadora y de la calandria fue necesario la utilización de un montacarga para la colocación en el lugar respectivo.

EN EL DEPARTAMENTO DE ALIMENTACION Y DIETETICA

En lo que tiene que ver con esta área de los equipos instalados, los que trabajan con vapor son los siguientes:

- Tres marmitas Modelo D (figura # 11)
- Dos marmitas Modelo PT (figura # 12)
- Una marmita Modelo DL (figura # 13)
- Un horno
- Un tren lavavajilla

Los equipos fueron instalados sobre una superficie nivelada siguiendo las indicaciones recomendadas por el fabricante y para el caso de las marmitas el pedestal o patas fueron ancladas con seguridad al piso.

- ESTERILIZACION

En lo que respecta a esta área se instalaron los

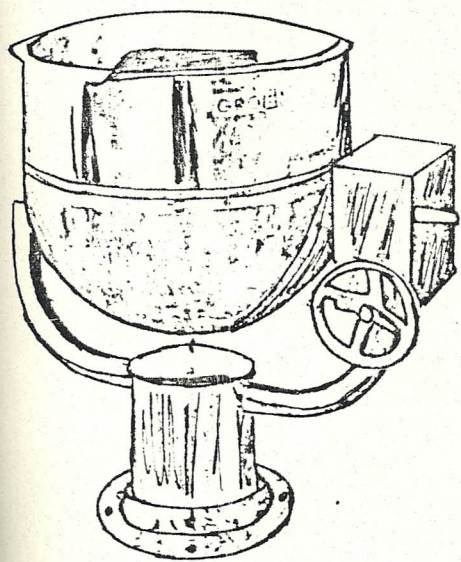


FIG. N° 11 MARMITA MODELO D

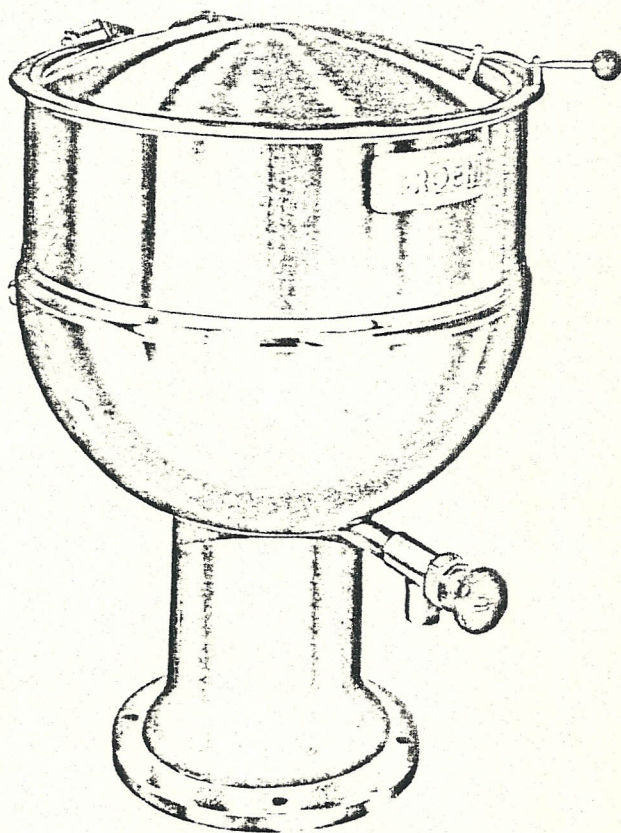


FIG. N° 12 MARMITA MODELO PT

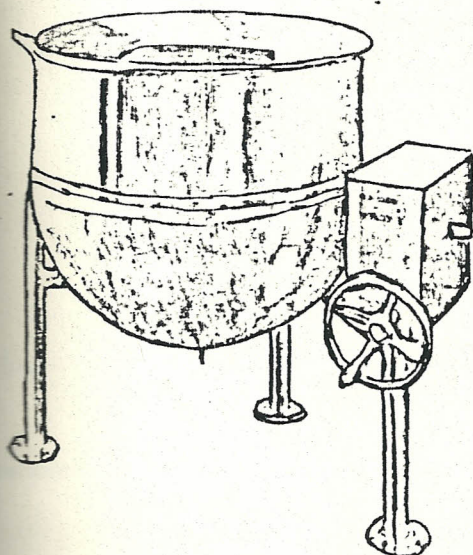


FIG. N° 13 MARMITA MODELO DL

siguientes equipos que requieren vapor para su funcionamiento:

- Autoclave CASTLE 3120 doble puerta
- Autoclave CASTLE 3220 doble puerta

- LABORATORIO DE LECHE

En esta área se instaló un Autoclave CASTLE 3120 de una puerta el cual funciona a vapor.

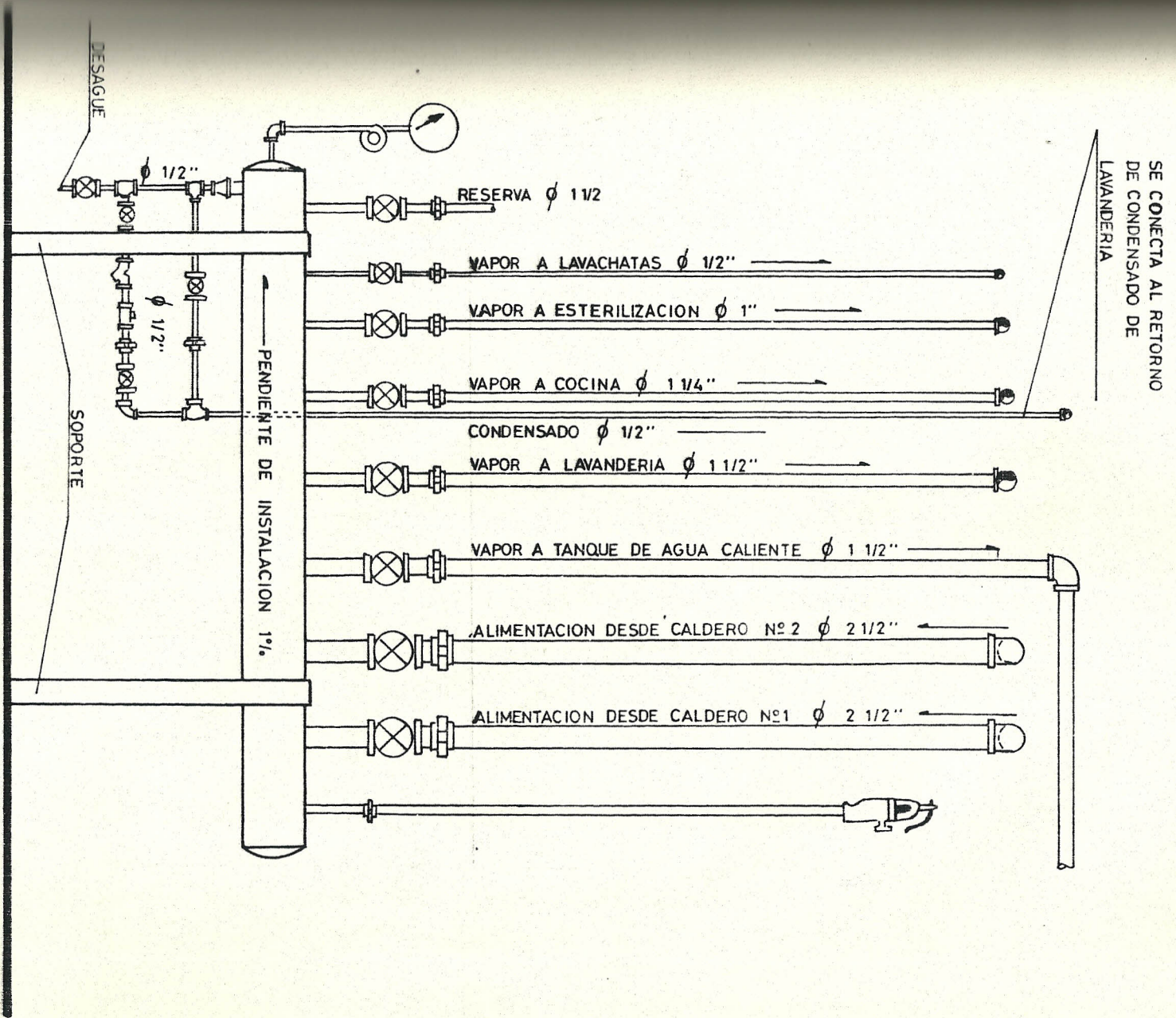
- LAVACHATAS

En lo relacionado con los lavachatas, estos fueron instalados en un número de cinco repartidos en los diferentes pisos del hospital, instalaciones que se realizaron durante el proceso de construcción de la planta física del hospital, faltando que se realice la instalación de la tubería que suministre el vapor necesario para su funcionamiento.

2.2. INSTALACION DE REDES DE DISTRIBUCION

Como primer paso para la instalación de la red de distribución fue necesario instalar en casa de máquinas el distribuidor de vapor, el cual fue construido de acero ASTM A36 de 8 pulgadas de diámetro y cuyo detalle de instalación se muestra en la figura # 14, en este se soldaron luego de perforar el respectivo agujero en la parte superior del mismo

FIG. Nº 14 DETALLE DE INSTALACION
DISTRIBUIDOR DE VAPOR



ocho neplios de diferentes medidas con rosca en el otro extremo, los cuales servirían para conectar las tuberías de alimentación de vapor desde los calderos y las tuberías de distribución hacia las diferentes áreas, quedando uno de reserva. En uno de los costados también se soldo un neplio en el cual se conectó el manómetro que indicaría la presión existente en el distribuidor, además dispone de una válvula de seguridad de una pulgada regulable con tubería de desfogue a la atmósfera. Las tuberías de alimentación y de distribución se conectaron por medio de universales y disponen de válvulas de globo Tipo 150. El distribuidor fue colocado sobre dos soportes empotrados en el piso y contruidos de ángulos de hierro de 2x1/4 pulgada colocados con una separación L/2 simétricamente con respecto al centro del distribuidor.

En la parte inferior se realizó la instalación de un sistema para la purga del condensado que se acumule en el distribuidor.

Dentro de casa de máquinas también se realizó la instalación de la tubería de vapor hacia el tanque de agua caliente, instalación que se indica en la figura # 3, para el funcionamiento del tanque fue necesario la instalación de un banco para el control de la temperatura del agua caliente que se distribuye a las diferentes áreas de la institución. En la figura # 15

vemos el detalle de la instalación del banco, el cual dispone de una válvula de seguridad de 1/2 pulgada de diámetro cuya máxima presión de trabajo es de 125 psi. Luego se continuó con la instalación de la tubería hacia las distintas áreas según como se muestra en la figura # 16, el material utilizado tanto en las tuberías como en los accesorios de unión de estas fue acero al carbono ASTM A53, utilizando además en las uniones aditivos con el propósito de que estas queden lo más precisas posible para evitar las fugas. Para la instalación de las tuberías se tomaron las siguientes precauciones:

- Se limpió el interior de la tubería antes de proceder a su instalación
- Cuando se necesitó tarrajear la tubería antes de proceder a su instalación se tomó la precaución de eliminar las rebabas
- Al ejecutar uniones roscadas entre tubos y válvulas, la pasta o aditivo se aplicó solamente en las roscas machos, con el fin de evitar que se introduzca en la tubería
- Cuando se conectó un tubo con una válvula por medio de unión a rosca, no se empleó demasiada fuerza para introducir el tubo, con el propósito de evitar que se causen deformaciones en el cuerpo de la válvula, así como también se utilizó las llaves adecuadas

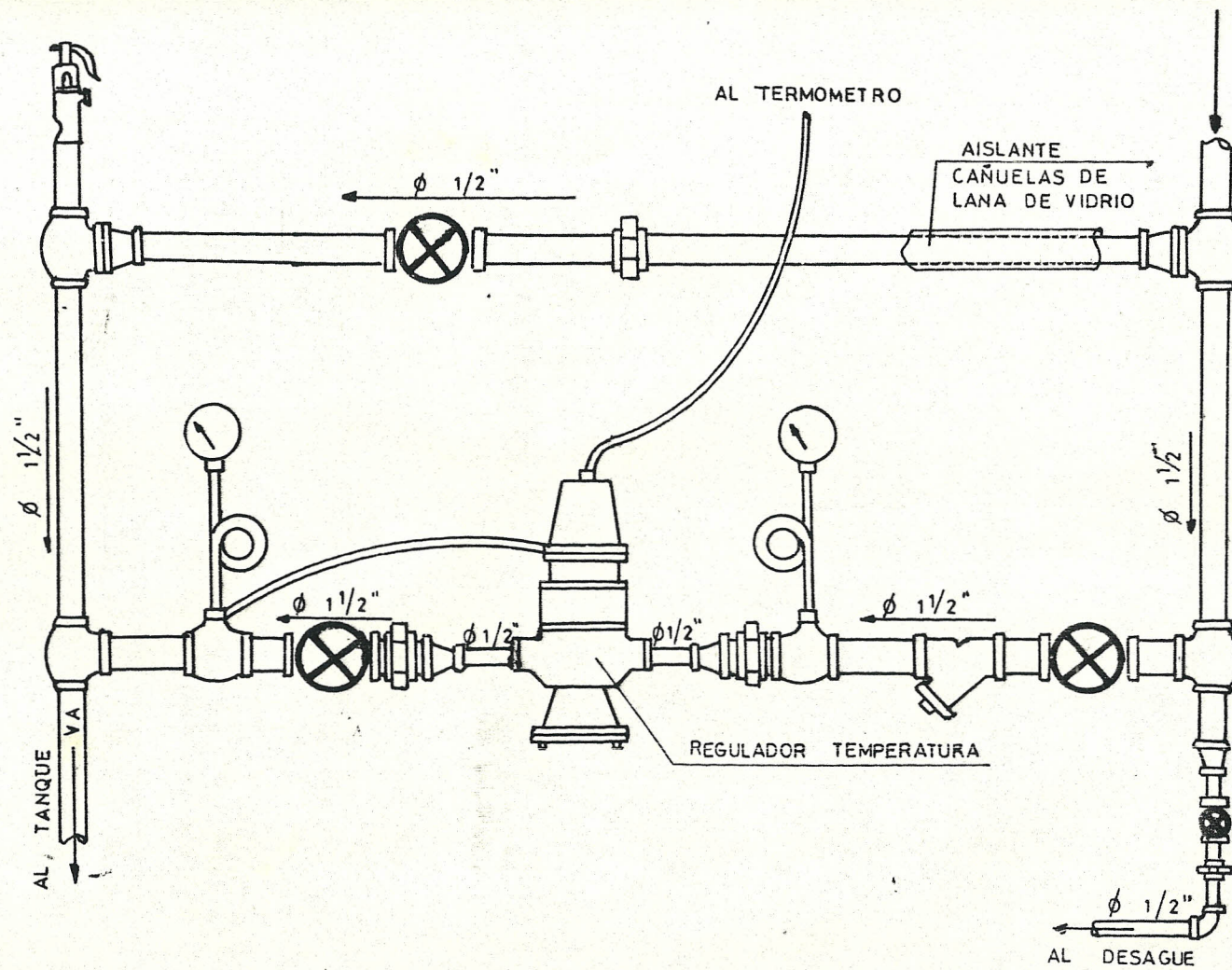
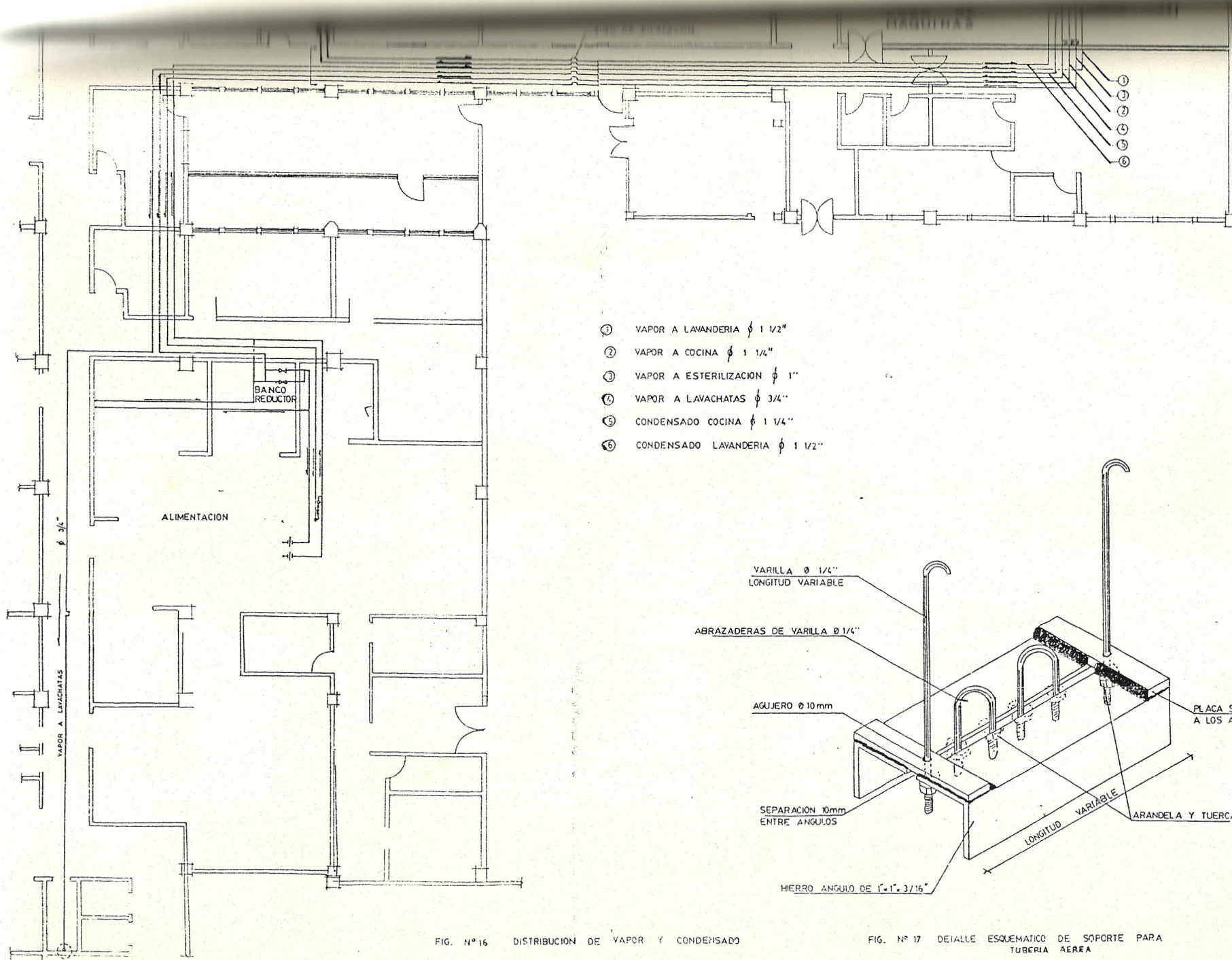


FIG. N° 15 REGULADOR TEMPERATURA TANQUE
AGUA CALIENTE



- ① VAPOR A LAVANDERIA ϕ 1 1/2"
- ② VAPOR A COCINA ϕ 1 1/4"
- ③ VAPOR A ESTERILIZACION ϕ 1"
- ④ VAPOR A LAVACHATAS ϕ 3/4"
- ⑤ CONDENSADO COCINA ϕ 1 1/4"
- ⑥ CONDENSADO LAVANDERIA ϕ 1 1/2"

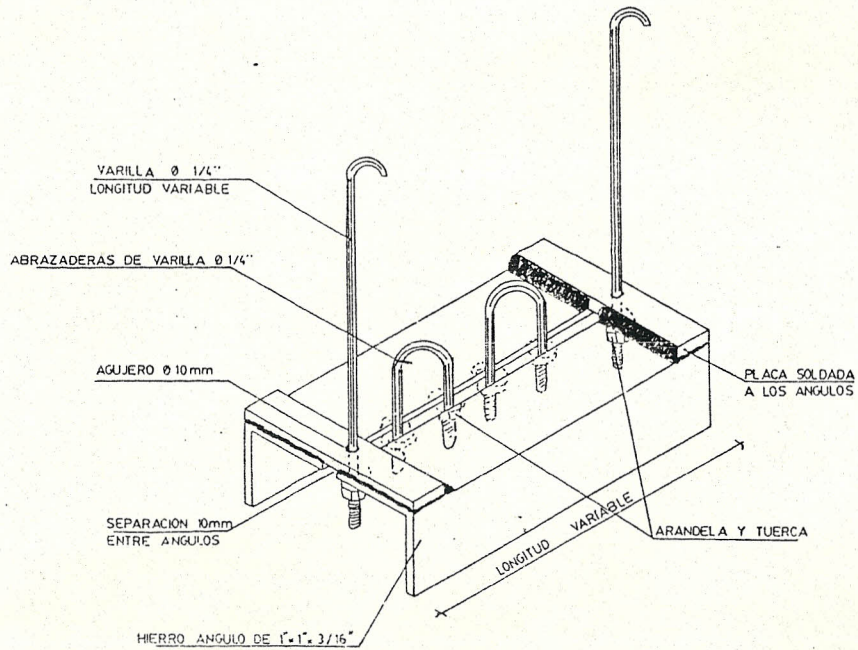


FIG. N° 16 DISTRIBUCION DE VAPOR Y CONDENSADO

FIG. N° 17 DETALLE ESQUEMATICO DE SOPORTE PARA TUBERIA AEREA

- Con el propósito de absorber la expansión térmica de las tuberías se utilizó para el caso de la de distribución de vapor para lavachatas dos liras de dilatación y para las otras una lira como se ve en la figura # 16.

El tendido de la tubería fue aéreo para lo cual se utilizaron soportes contruídos de la forma como se indica en la figura # 17.

Para establecer la separación de los soportes de las tuberías fue necesario tener presente las siguientes condiciones:

- La luz o tramo horizontal no debería ser tan larga que la tubería imponga un esfuerzo excesivo en la pared de la misma
- La tubería debería inclinarse en sentido descendente.

Motivos por los cuales para la separación de los soportes, de la Tabla 1 se obtuvo que la separación entre soportes sería de 2,5 metros y se instaló la tubería con una pendiente del 1% en dirección del flujo de vapor.

En la figura # 18 vemos el corte A-A' que nos muestra la disposición de los tubos una vez realizado el tendido de la tubería hacia cada área.

En la figura # 19 se muestra la forma como se realizó la toma de vapor desde la línea principal para bajar hacia el equipo.

Diamétero Exterior (mm)	Separación entre Soportes (mm)
27 - 42,4	2,5
48,3 - 73	3,0
88,9 - 111,6	3,5

TABLA 1 SEPARACION ENTRE SOPORTES PARA TUBOS DE
ACERO

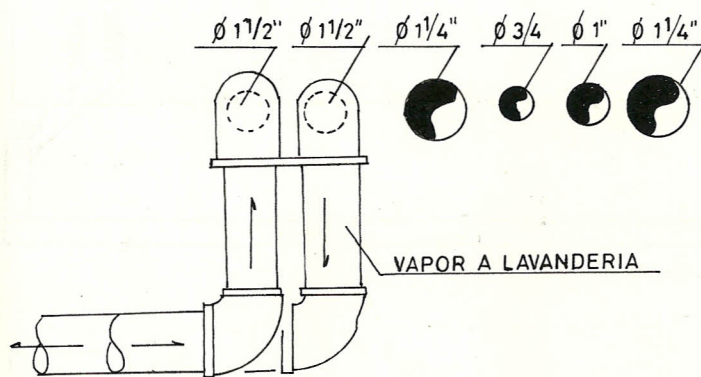


FIG. N°18 CORTE A-A'

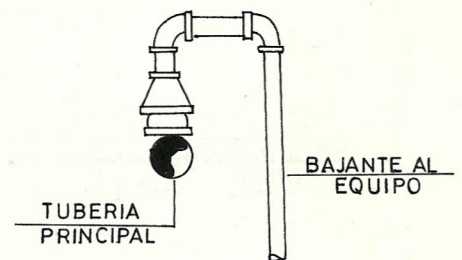


FIG. N°19 TOMA DE VAPOR DE LA LINEA PRINCIPAL AL EQUIPO

Luego se realizó la conexión a los equipos de la forma como se describe a continuación:

- LAVANDERIA

En la figura # 20 vemos en planta la forma como se realizó el tendido de la tubería de vapor y la de retorno de condensado en el departamento de Lavandería.

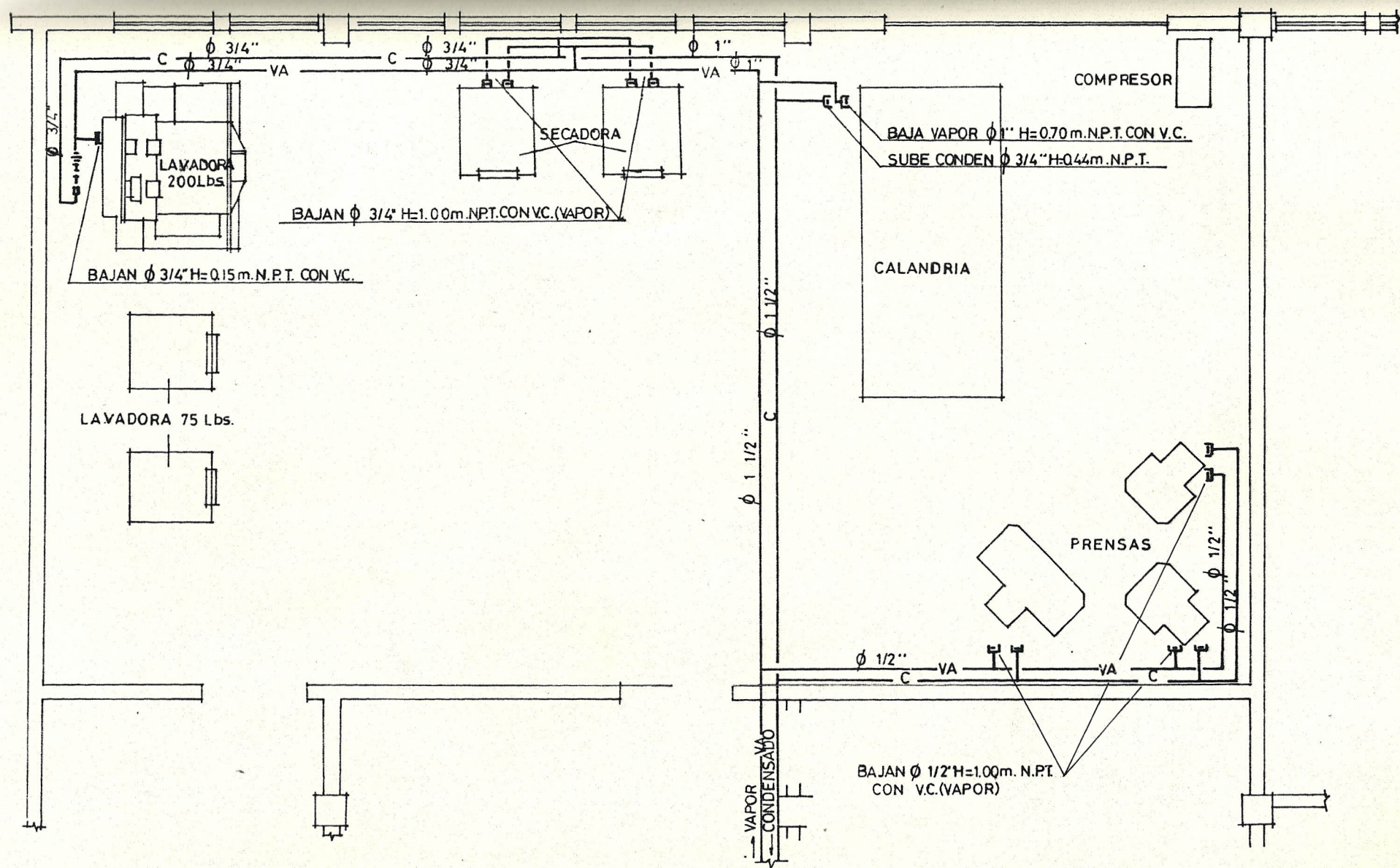


FIG. Nº 20 SISTEMA VAPOR Y CONDENSADO DPTO. LAVANDERIA.

La conexión se realizó directamente desde la tubería de alimentación principal de vapor por cuanto las indicaciones de trabajo de los equipos instalados decían que la máxima presión de trabajo era de 125 psi.

La forma como se realizaron las conexiones de las tuberías de alimentación y retorno se muestran en los detalles de las figuras # 21, 22, 23, 24.

- ALIMENTACION Y DIETETICA

La figura # 25 nos muestra en planta la forma como se realizó el tendido de las tuberías de alimentación de vapor y de retorno de condensado dentro de este departamento, en el cual debido a que las especificaciones de trabajo de los equipos aquí instalados indicaban que el rango de la presión de trabajo de los mismos es de 5 a 25 psi, fue necesario la instalación de un banco reductor de presión, el cual fue instalado de la forma como se indica en el detalle de la figura # 26.

La forma como se dispusieron los equipos en el área de cocción así como la forma en que se realizó la alimentación de vapor y el retorno del condensado a cada uno de estos equipos se presenta en la figura # 27.

Para las conexiones de las tuberías de alimentación y retorno a cada equipo, estas se realizaron de la

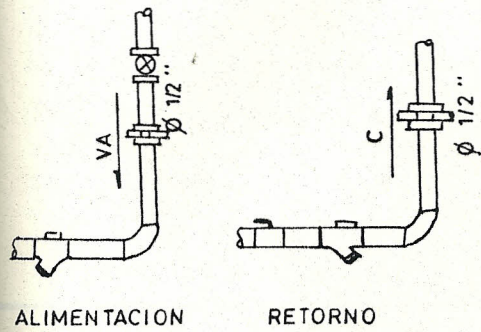


FIG. Nº 21 CONEXION PLANCHADORAS

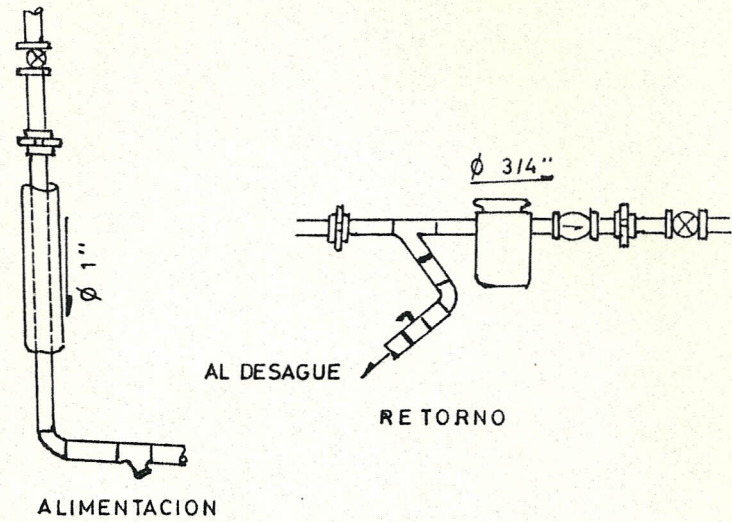


FIG. Nº 22 CONEXION CALANDRIA

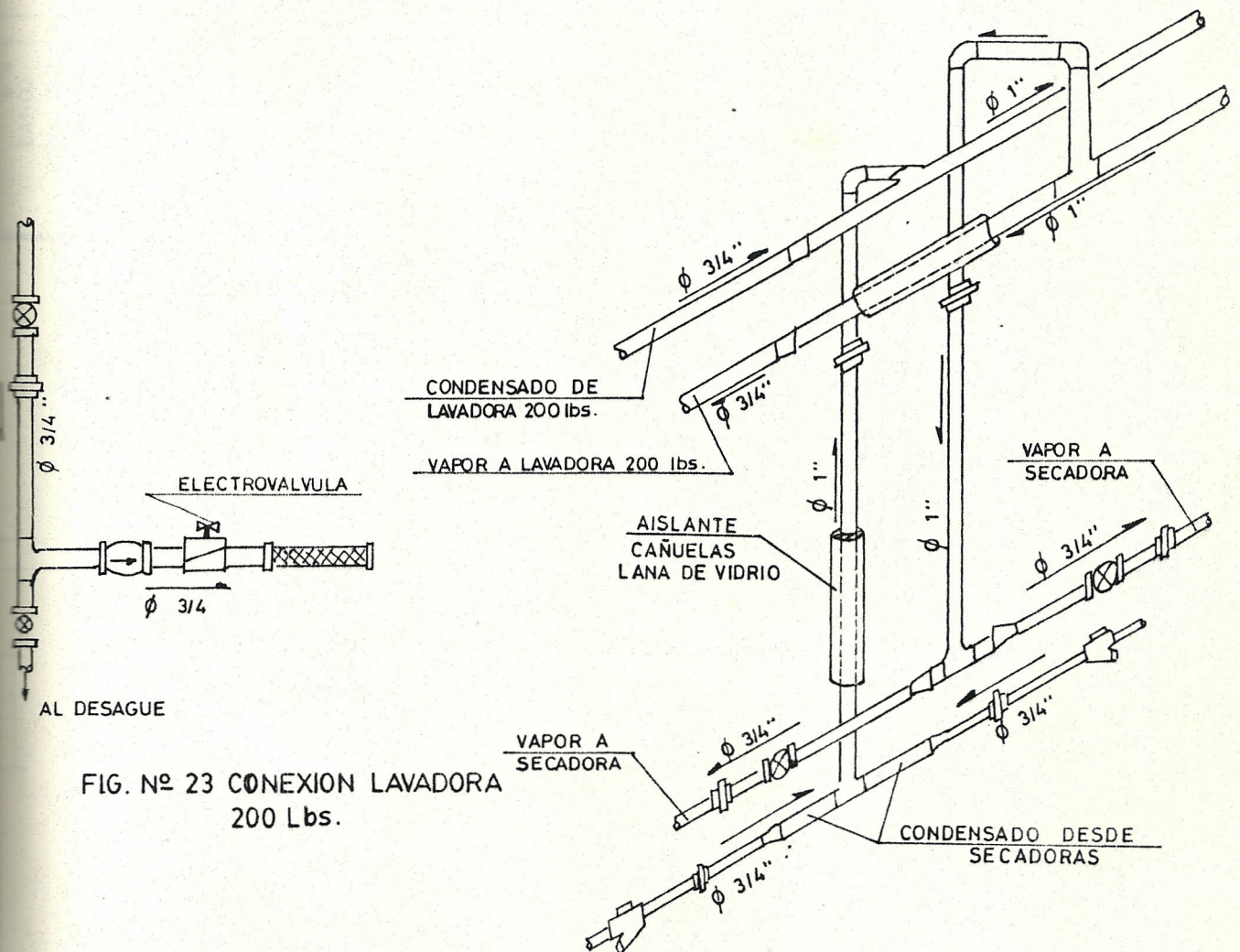


FIG. Nº 23 CONEXION LAVADORA 200 Lbs.

FIG. Nº.24 CONEXION SECADORAS

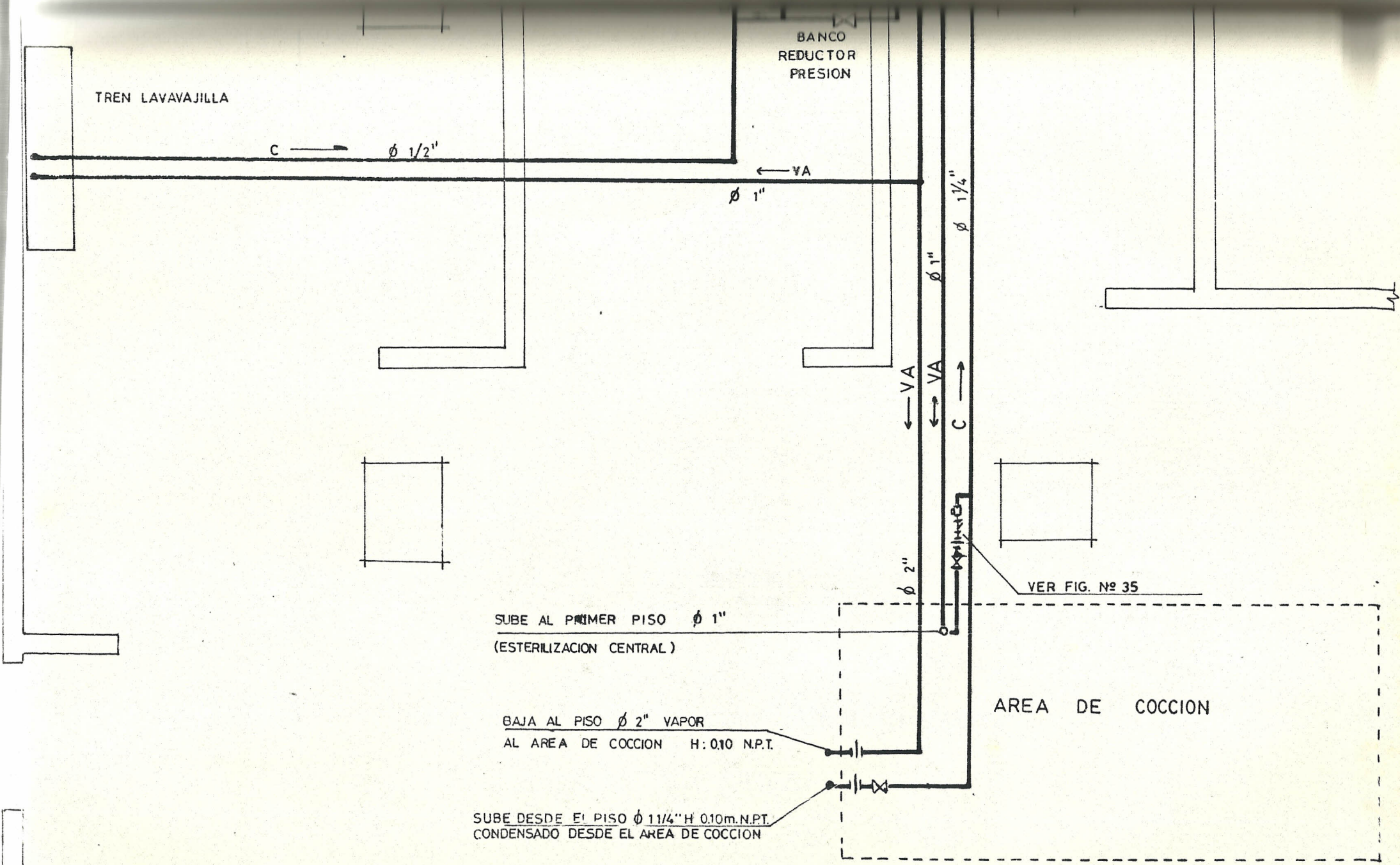


FIG. Nº 25 SISTEMA VAPOR Y CONDENSADO DPTO. ALIMENTACION.

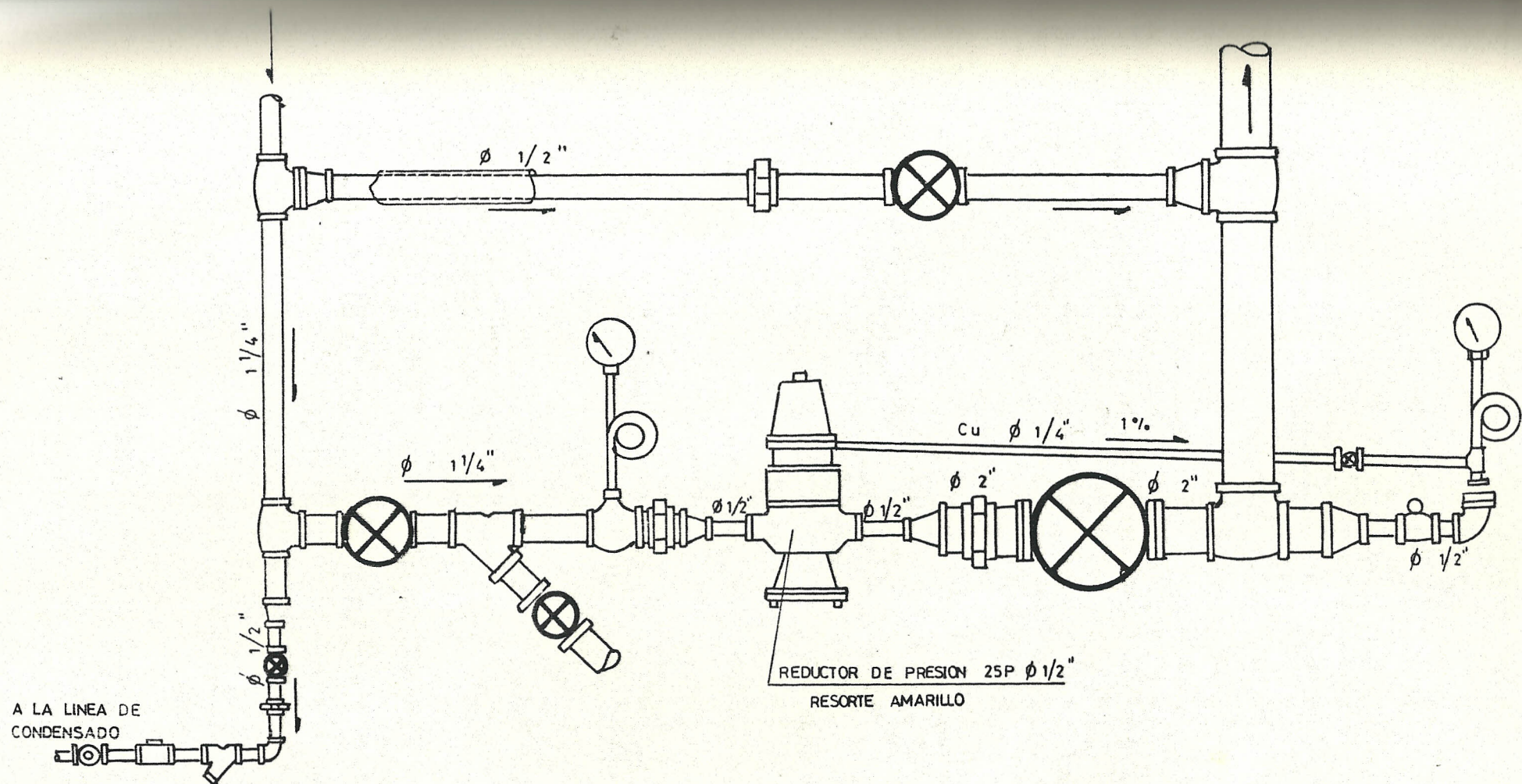


FIG N° 26 BANCO REDUCTOR PRESION ALIMENTACION

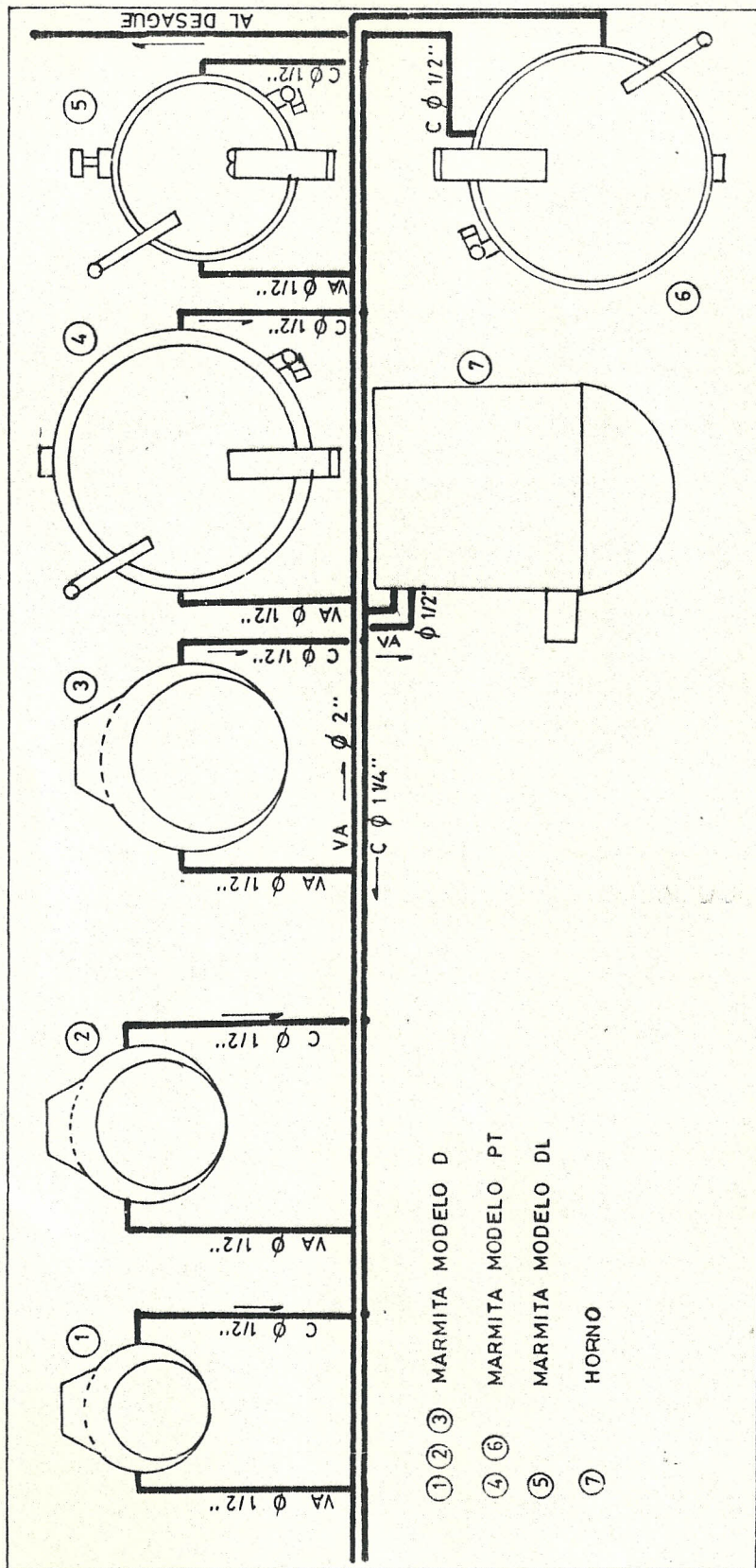


FIG. Nº27 AREA DE COCCION.

manera como se indican en las figuras # 28, 29, 30, 31.

Para las conexiones de las marmitas fue necesario seguir las indicaciones dadas por los fabricantes que eran:

- La línea de alimentación de vapor se conectó a el acople de entrada de vapor. Para la mejor operación de la unidad la línea de alimentación fue del mismo diámetro que el acople de entrada de vapor, se instaló una válvula de control en la entrada cerca de la marmita.

- La línea de retorno de condensación de la marmita se conectó a la línea de retorno y se instalaron: una trampa de vapor, un filtro, una válvula de chequeo y una válvula de compuerta en la línea de condensación cerca de la marmita

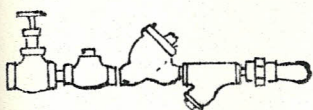
- La válvula de seguridad vino precalibrada para aliviar la presión si es que ésta excede el límite estampado en la marmita

- Se necesitó instalar otra válvula reductora de presión cerca de la marmita con el propósito de obtener la presión de trabajo estampada en la marmita la cual se controla en el manómetro instalado después de la válvula.

- ESTERILIZACION Y LABORATORIO DE LECHE

En las figuras # 32 y 33 se muestra la manera como

RETORNO DE CONDENSADO

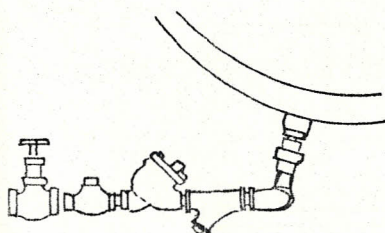


INGRESO DE VAPOR



FIG. N° 28 CONEXIONES MARMITAS MODELOS D Y DL

RETORNO DE CONDENSADO



INGRESO DE VAPOR

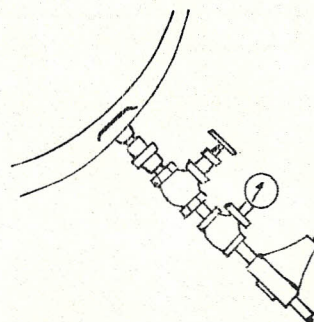
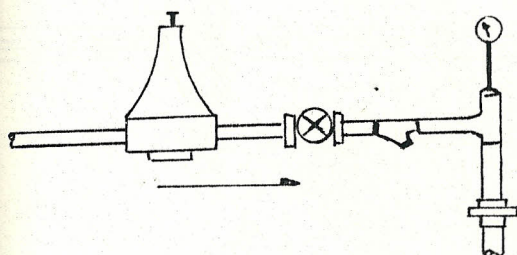


FIG. N° 29 CONEXIONES MARMITAS MODELO PT

INGRESO DE VAPOR



RETORNO DE CONDENSADO

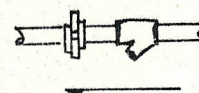
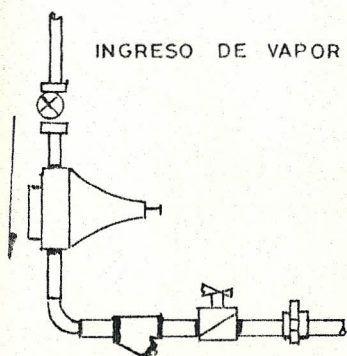


FIG. N° 30 CONEXIONES HORNO

INGRESO DE VAPOR



RETORNO DE CONDENSADO

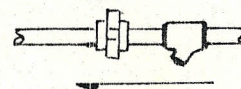


FIG. N° 31 CONEXIONES TREN LAVAVAJILLA

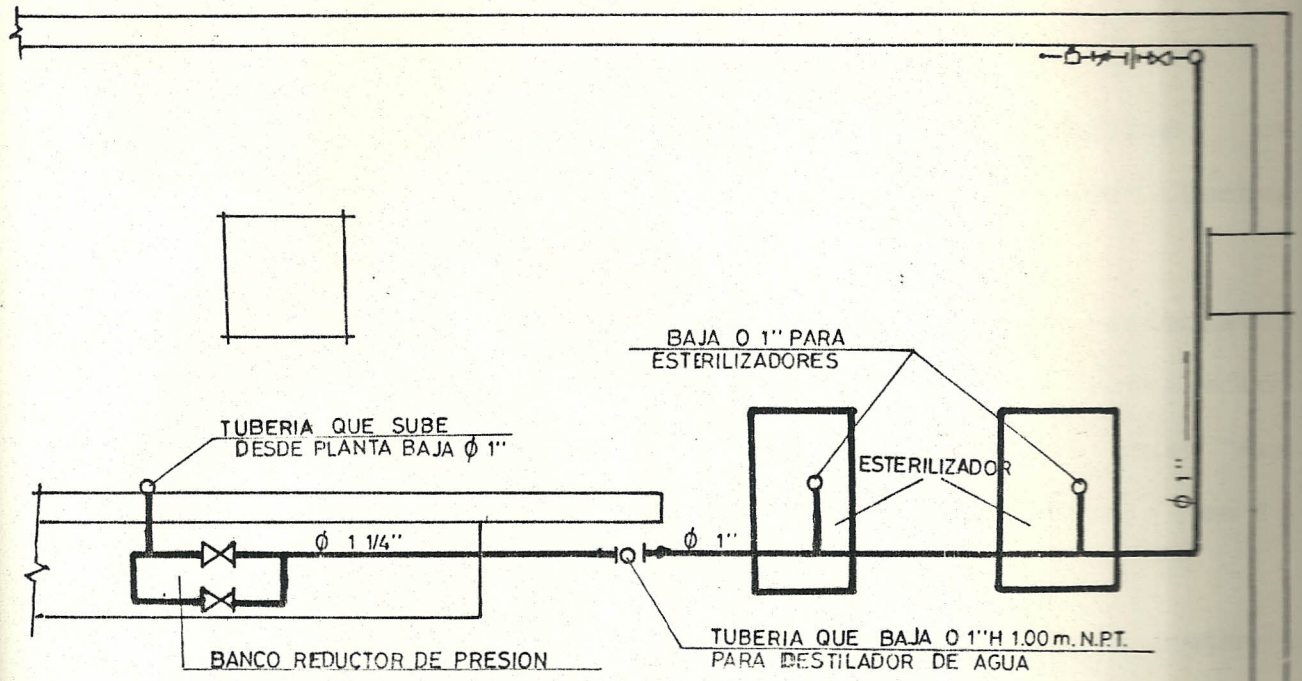


FIG. Nº 32 INSTALACION EQUIPOS ESTERILIZACION

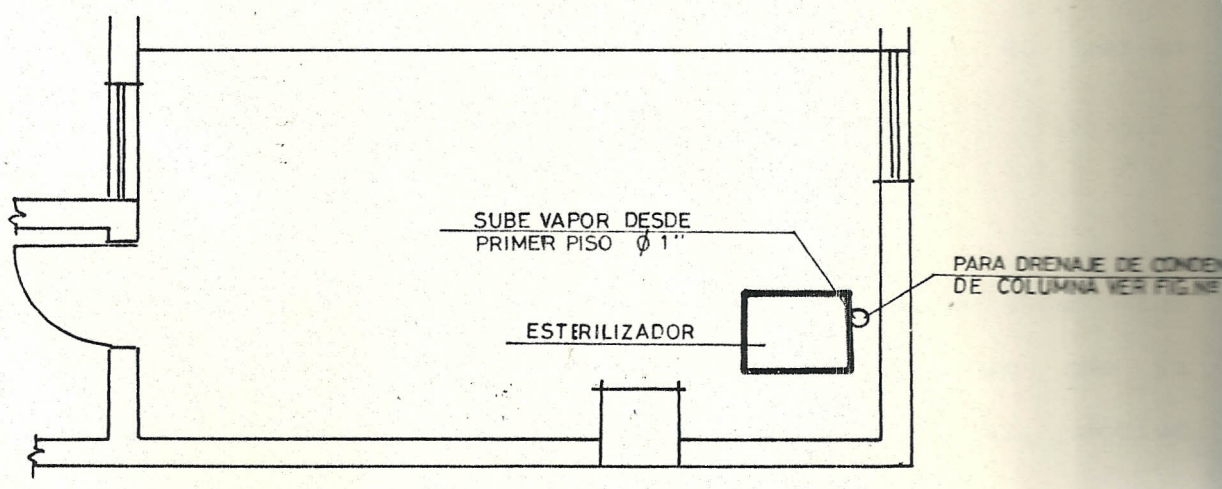
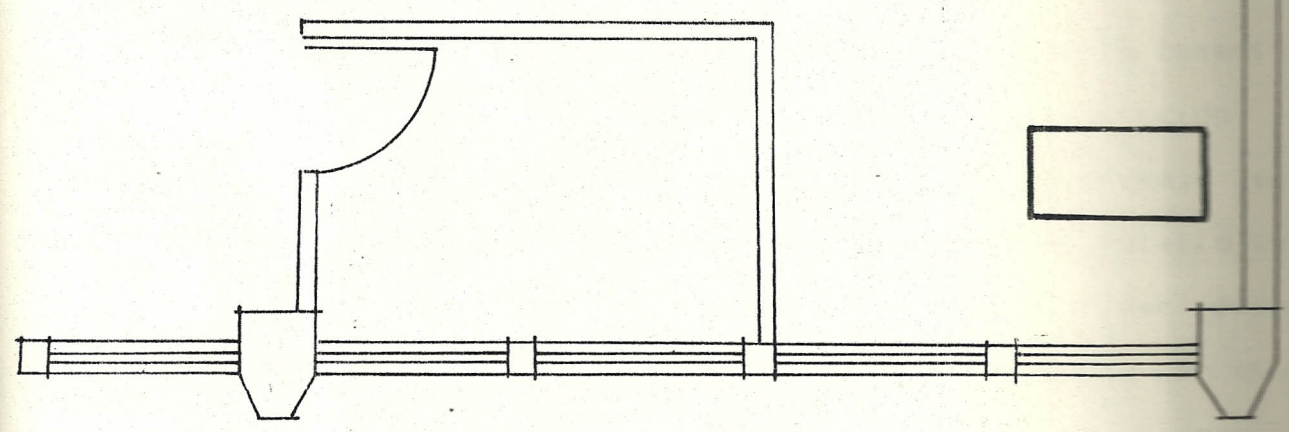


FIG. Nº 33 INSTALACION AUTOCLAVE LABORATORIO DE LECHE

se encuentran instalados los autoclave de esterilización y del laboratorio de leches respectivamente.

Como la máxima presión de trabajo de los autoclaves es de 25 psi, también fue necesario la instalación de un banco reductor de presión, el cual fue instalado según como se indica en el detalle de la figura # 34.

Para estos equipos no se instaló tubería de retorno de condensado, motivo por el cual fue necesario la instalación de un drenaje de condensado en la red de vapor, el cual se realizó en el punto que la tubería de vapor sube desde el área de Alimentación y Dietética hacia el primer piso, este drenaje se realizó de la manera como se indica en el detalle de la figura # 35. De igual forma en el primer piso también se instaló otro drenaje en el punto en que la tubería sube hacia el lugar en que se encuentra instalado el autoclave de lactarios, el detalle de la instalación de este drenaje de condensado se presenta en la figura # 36 el cual a su vez se conecta al desagüe.

- LAVACHATAS

Para el funcionamiento de los lavachatas las indicaciones de los constructores decían que la presión de trabajo de estos era de 25 psi, motivo

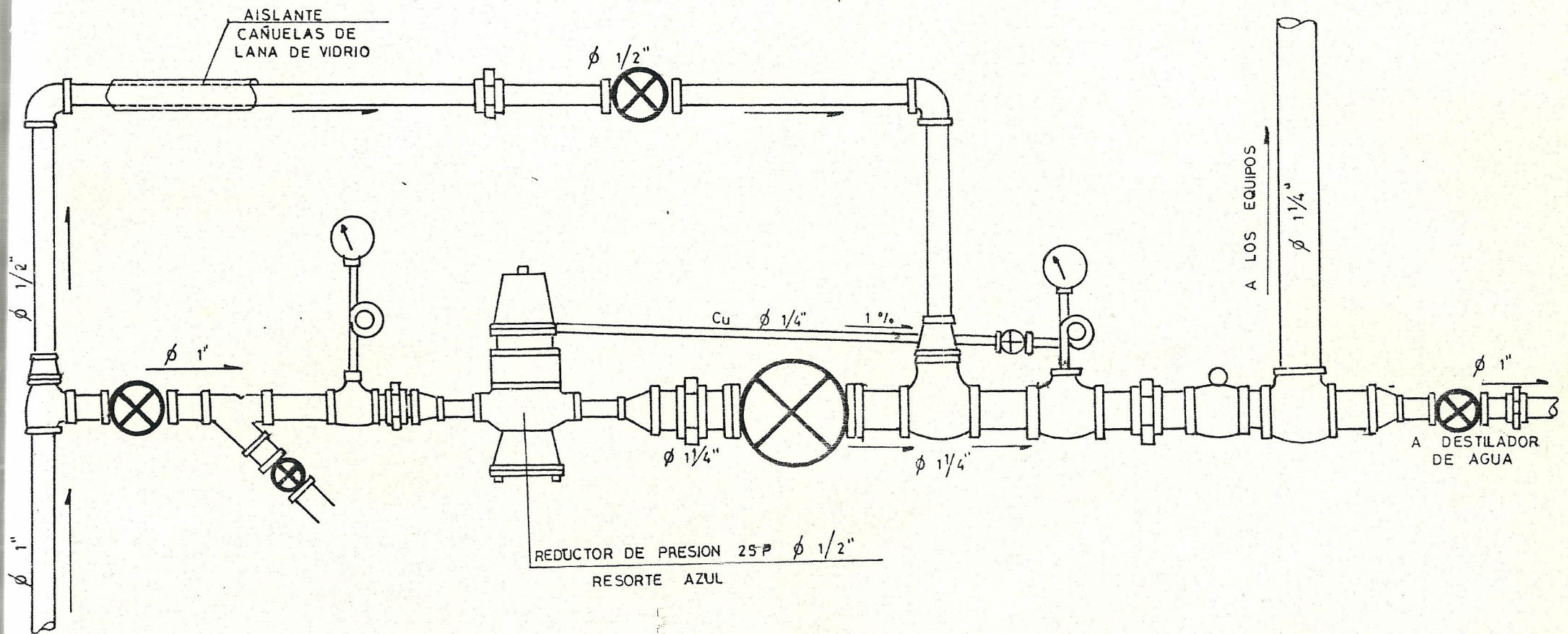


FIG. N° 34 BANCO REDUCTOR PRESION ESTERILIZACION
 Y LACTARIO

ESTERILIZACION DE LACTATORIO DE
LECHES (SEGUNDO PISO)

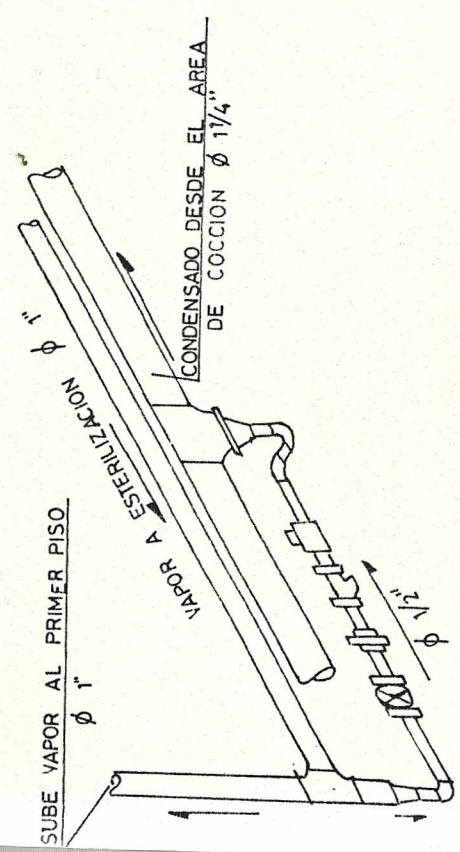
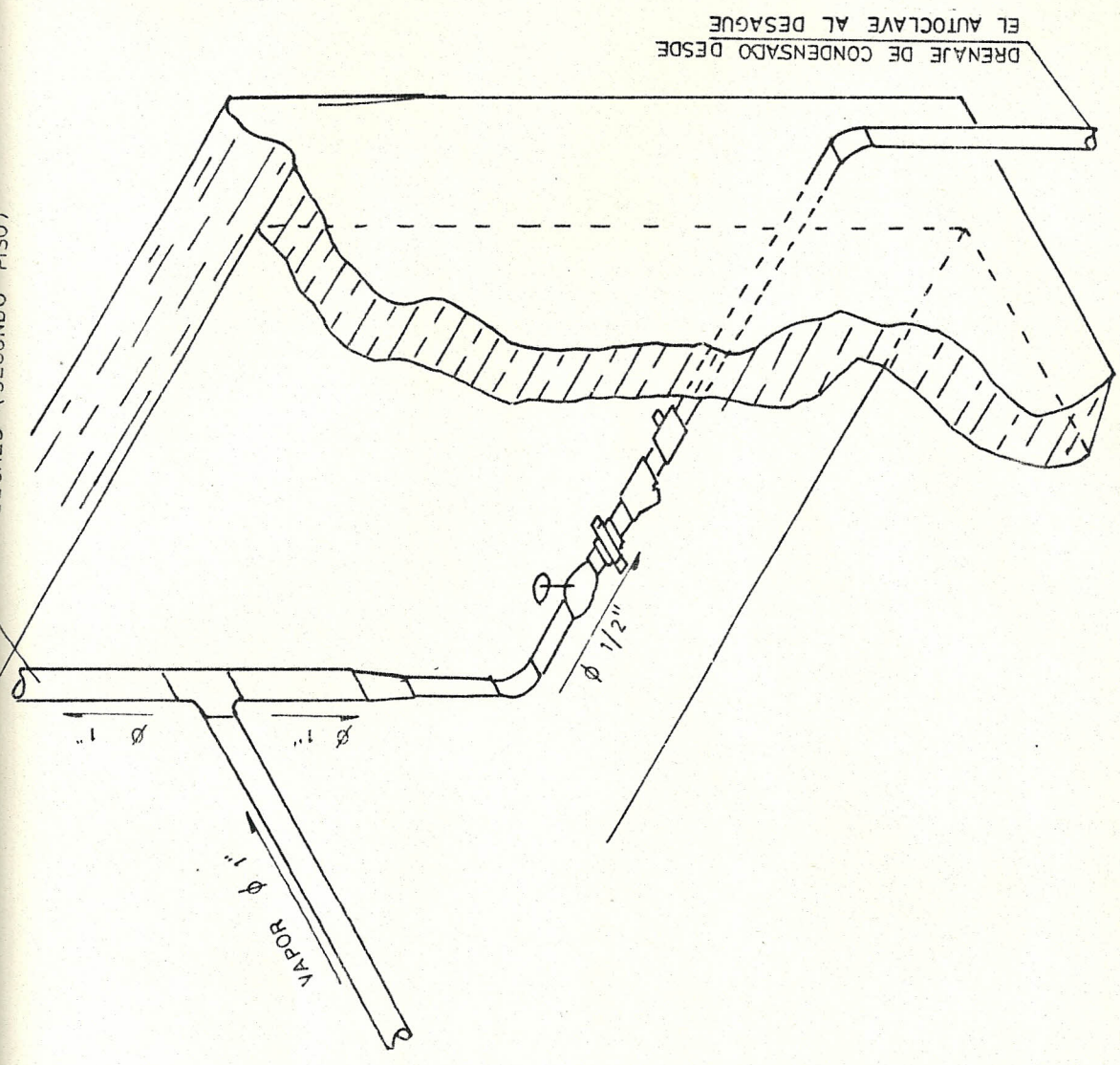


FIG. N° 35 DRENAJE DE CONDENSADO EN LA RED DE VAPOR A ESTERILIZACION

FIG. N° 36 DRENAJE DE CONDENSADO DE COLUMNA

por el cual se necesitó instalar un banco reductor de presión, el que fue instalado de la manera como se indica en la figura # 37 en el área de casa de máquinas y desde aquí se distribuye el vapor hacia las distintas áreas en que se encuentran instalados los lavachatas.

En la figura # 38 se muestra esquemáticamente la forma como se realizó la alimentación de vapor hacia estos, y el drenaje de condensado en el punto en que la tubería sube hacia los pisos, el drenaje se conectó directamente al desagüe.

Luego de terminadas las instalaciones de las tuberías de alimentación de vapor y retorno de condensado a los equipos, se procedió a conectar las tuberías de retorno al tanque de condensado, las mismas que fueron conectadas al colector de condensado cuyo diámetro es de 4 pulgadas y que se encuentra ubicado en la parte superior del tanque.

Durante la instalación de las distintas válvulas utilizadas en la red de distribución se tomaron las siguientes precauciones:

- La instalación de la válvulas principia desde el momento en que se retira las envolturas de estas, motivo por el cual hubo que limpiarlas perfectamente para eliminar toda clase de adherencias

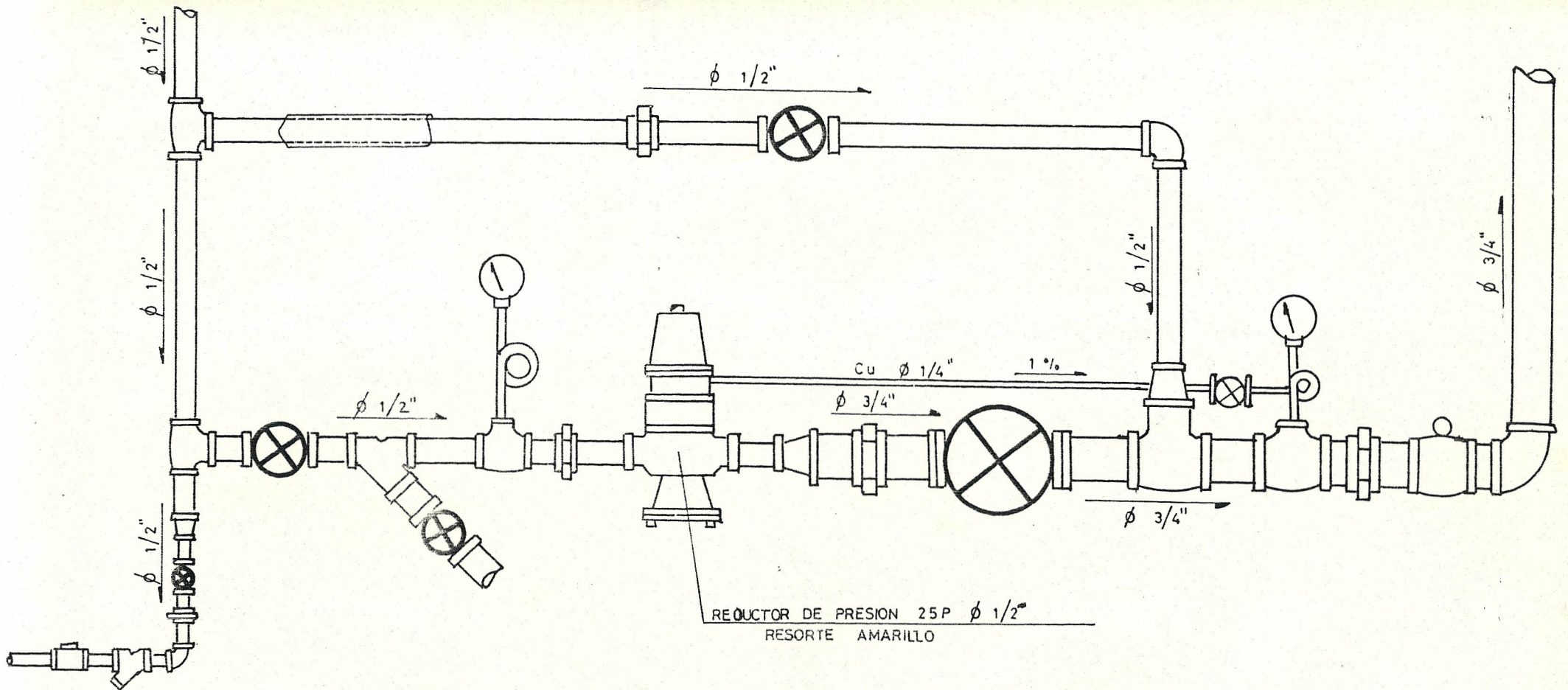


FIG. N° 37 BANCO REDUCTOR PRESION LAVACHATAS

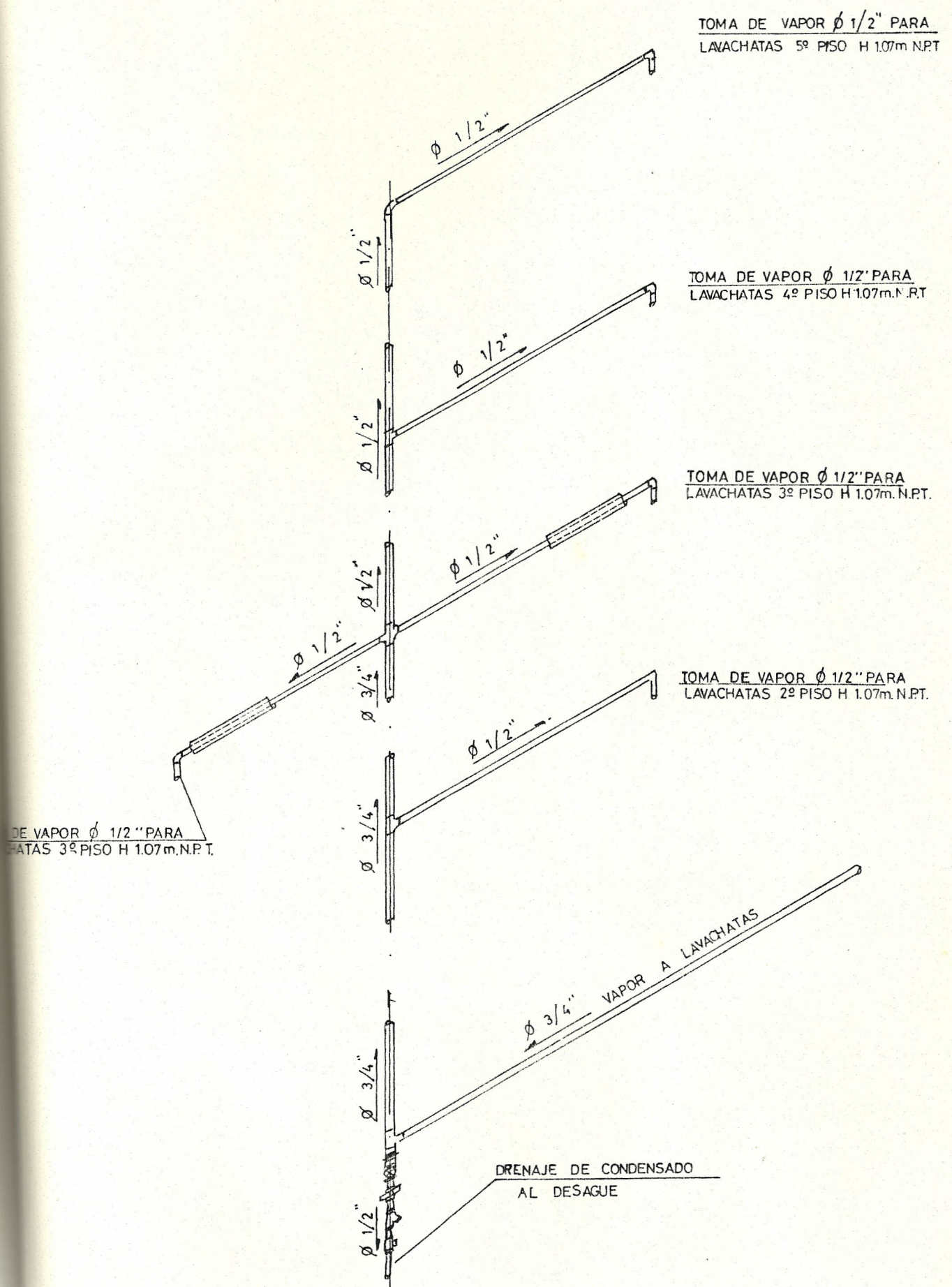


FIG. Nº 38 SISTEMA DE VAPOR Y CONDENSADO LAVACHATAS

- Se limpió las tuberías donde se instalarían las válvulas con el propósito de evitar deterioros de los asientos o de los discos de las válvulas
- Las válvulas fueron situadas con fácil accesibilidad para efectos de operación, mantenimiento y reparación
- Se evitó en lo posible ubicarlas en tuberías verticales seguidas de curvas, ya que al cerrar éstas quedaría el líquido atrapado en la tubería y sin posibilidades de ser drenado totalmente.

De igual manera que para el caso de las válvulas, también se debieron tomar precauciones para cuando se instalaron trampas de vapor, entre las que tenemos:

- Se utilizó una trampa para cada equipo
- Antes de la trampa se instaló un filtro con el propósito de protegerla contra las escamas o suciedades que pueda tener el condensado
- Las tuberías horizontales se instalaron con una ligera inclinación hacia la trampa a fin de evitar el bloqueo de vapor en la tubería
- Las trampas se utilizaron:
 - Delante de las válvulas de paso
 - Antes de las válvulas de control de presión y de temperatura
 - En frente de todas las tuberías ascendentes
 - Al final de las tuberías principales de entrega

- En cualquier punto de nivel inferior en una línea horizontal donde podía existir la posibilidad de formarse un depósito de condensado
- Cuando se trató de elevar el condensado se consideró:
 - La trampa de vapor no puede subir condensado, cuando la trampa se abre la presión de vapor puede elevar condensado a una línea de retorno superior
 - El vapor a baja presión de 1 lb/pulg², puede elevar condensado 0,66 m, pero dejando un margen para la fricción en la tubería la elevación debe ser limitada a 0,46 m por cada lb/pulg² en el lado de descarga
 - Al escoger el tamaño de la trampa se consideró la elevación de condensado, porque está reduce la presión diferencial a través de la trampa reduciendo así su capacidad
- Para la localización de las trampas se consideró que:
 - Las trampas se deben colocar debajo de los equipos o de la tubería que se quiera drenar para permitir al condensado fluir por gravedad a la trampa
 - Se deben instalar cerca de los equipos a ser drenados
 - Las trampas que drenan tuberías de retorno elevadas se deben instalar frecuentemente cerca

del piso para facilitar su mantenimiento.

2.3. PRUEBAS HIDROSTATICAS DE TUBERIAS

En lo que respecta a este tema, se realizó las pruebas hidrostáticas únicamente a la tubería de conducción y retorno de agua caliente, probándose estas con una presión de 100 psi, la cual fue soportada por la tubería sin presentar fallas.

Para el caso de la tubería utilizada en la red de distribución de vapor, no se realizaron pruebas hidrostáticas con dicha tubería, sino que se trabajó únicamente en base a las especificaciones de construcción de dichos tubos, las cuales indican que se permite su utilización para presiones de hasta 600 lb/pulg².

2.4. PRUEBAS DEL SISTEMA DE VAPOR

Una vez que estuvo instalado todo el sistema de generación y distribución de vapor así como el de retorno de condensado, se procedió a realizar las pruebas al sistema.

En primer lugar se realizaron las pruebas sin carga con el objeto de comprobar el funcionamiento de cada uno de los calderos, para lo cual como primer paso se debió realizar el proceso de lavado inicial del caldero, es decir eliminar de las superficies internas de este el aceite u otra capa protectora empleada por

el fabricante, con el fin de evitar que éstas puedan estorbar la transferencia de calor y dar como resultado temperaturas dañinas a la tubería.

El procedimiento que se siguió para el lavado de los calderos fue el siguiente:

- Se utilizó Soda Cáustica en la relación de una libra por cada 50 galones de agua
- Para la disolución de la soda se puso agua tibia en un recipiente y lentamente se fue agregando la soda, revolviendo constantemente hasta que ésta se disolvió completamente. La soda se agregó despacio y en cantidades pequeñas con el fin de evitar excesiva turbulencia y calor. Para realizar esto se utilizó la protección respectiva
- Se conectó una tubería de desagüe desde el agujero de la parte superior de la caldera hacia el desagüe
- Se quitaron las válvulas de seguridad de vapor
- Se cerraron las válvulas de entrada y de salida del sistema como el fin de evitar que la solución penetre a éste
- Se llenó la caldera hasta cubrir los tubos con agua limpia, luego se puso la solución limpiadora y se terminó con el llenado. La temperatura del agua que se introdujo al caldero fue la del ambiente
- Luego se prendió el caldero a fuego bajo, suficiente para mantener la solución apenas en ebullición, se hirvió el agua durante 5 horas, sin

producir presión de vapor

- A continuación se dejó entrar un poco de agua fresca al caldero para producir un ligero derrame que lleve los contaminantes de la superficie

- Se continuó con la ebullición y derramando hasta que salió agua clara

- Se apagó el quemador y se eliminó el agua del caldero directamente al desagüe

- Se quitaron las lunetas de hombre y de mano y se procedió a enjuagar las superficies interiores hasta que éstas quedaron limpias y sin depósitos, utilizando una manguera con agua a presión

- Se examinaron las superficies y se comprobó que estaban limpias

- Por último se cerraron todas las aberturas, se reinstalaron las válvulas teniéndose mucho cuidado y se llenó la caldera de nuevo, Se prendió el caldero hasta que la temperatura fue de 85°C para eliminar los gases que podrían haber quedado.

Después de realizar este procedimiento se procedió a realizar las pruebas sin carga, comprobando que el sistema funcionaba normalmente.

Luego se procedió a realizar las pruebas del sistema con carga, para lo cual fue necesario en primer lugar realizar la calibración de los diferentes bancos reductores, lo cual se realizó de la siguiente manera:

- Se cerraron todas las válvulas del banco

- Se aflojo el tornillo del reductor de presión
- Se abrieron las válvulas colocadas a la izquierda y derecha del reductor en la línea de alimentación de vapor
- Se procedió a calibrar el reductor con ayuda del tornillo, hasta que el manómetro colocado en la línea de alimentación a los equipos marcó la presión deseada.

Luego de esto se puso a funcionar los distintos equipos instalados en cada área.

Una vez que estuvieron funcionando todos los equipos se observó que el sistema funcionaba normalmente y no existían problemas.

Estas pruebas se realizaron a fines del mes de Febrero de 1986.

2.5. CONTROL DE TUBERIAS, ACCESORIOS Y AISLAMIENTO TERMICO

Luego de concluidas las pruebas del sistema de vapor se procedió a realizar un control de tuberías, accesorios y aislamiento térmico al sistema.

En primer lugar para el caso de las tuberías se verificó que éstas se encuentren en perfectas condiciones y que no presenten fugas a través de éstas ni de los dispositivos de acoples de la red, lo cual podría producir problemas posteriores y pérdidas caloríficas que influirían en el rendimiento del sistema.

En lo que tiene que ver con los accesorios se observó si es que se habían utilizado los correctos y si es que estos se encontraban funcionando perfectamente, especial control se tuvo al examinar los accesorios de seguridad por cuanto éstos serían los que protegerían al equipo en caso de presentarse problemas posteriores.

Para el aislamiento térmico el cual es necesario para evitar pérdidas caloríficas y por lo tanto la disminución de la eficiencia del sistema, el aislamiento a instalar debería de ser capaz de soportar la temperatura máxima de operación del fluido, acoplarse adecuadamente sobre la superficie de la tubería y formar una buena unión. El aislamiento que se utilizó fue casquillos de lana de vidrio para el caso de las tuberías con un espesor de una pulgada, los cuales fueron asegurados a la tubería con piola de nylon para posteriormente ser forrada. Para el distribuidor de vapor y el tanque de agua caliente estos fueron recubiertos con una pulgada de espesor de lana de vidrio y luego forrados con lata, la cual se pintó con pintura anticorrosiva.

2.6. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA CALDEROS

El tratamiento de agua de alimentación y del agua de la caldera es de considerable importancia. Los principales objetivos del tratamiento son:

- Prevenir la formación de incrustaciones en los tubos del caldero que estorbaran la transferencia de calor y que pueden resultar en temperaturas excesivas en las partes metálicas y en paradas para reparación costosas
- Eliminación de gases corrosivos en el agua de abastecimiento o en el agua que ya está en el sistema interno
- Prevención de hendiduras entrecristalinas o un estado quebradizo del metal, debido a la presencia de elementos cáusticos
- Prevención de espumaje y la entrada de vapor llevado indebidamente por el agua caliente, lo cual acarrearía inestabilidad del nivel de agua en la caldera.

Para tratar de conseguir estos objetivos ya que la dureza del agua que se alimenta al caldero es considerable, dentro de casa de máquinas se instaló un ablandador de agua (figura # 39) al cual se alimenta directamente desde la red de distribución del Hospital.

Posteriormente se instaló una bomba dosificadora de producto químico por medio de la cual se bombea un producto químico que está constituido de alcalinizantes para regular la alcalinidad, evitando así corrosiones y provocando la precipitación de la dureza como carbonato de calcio e hidróxido de

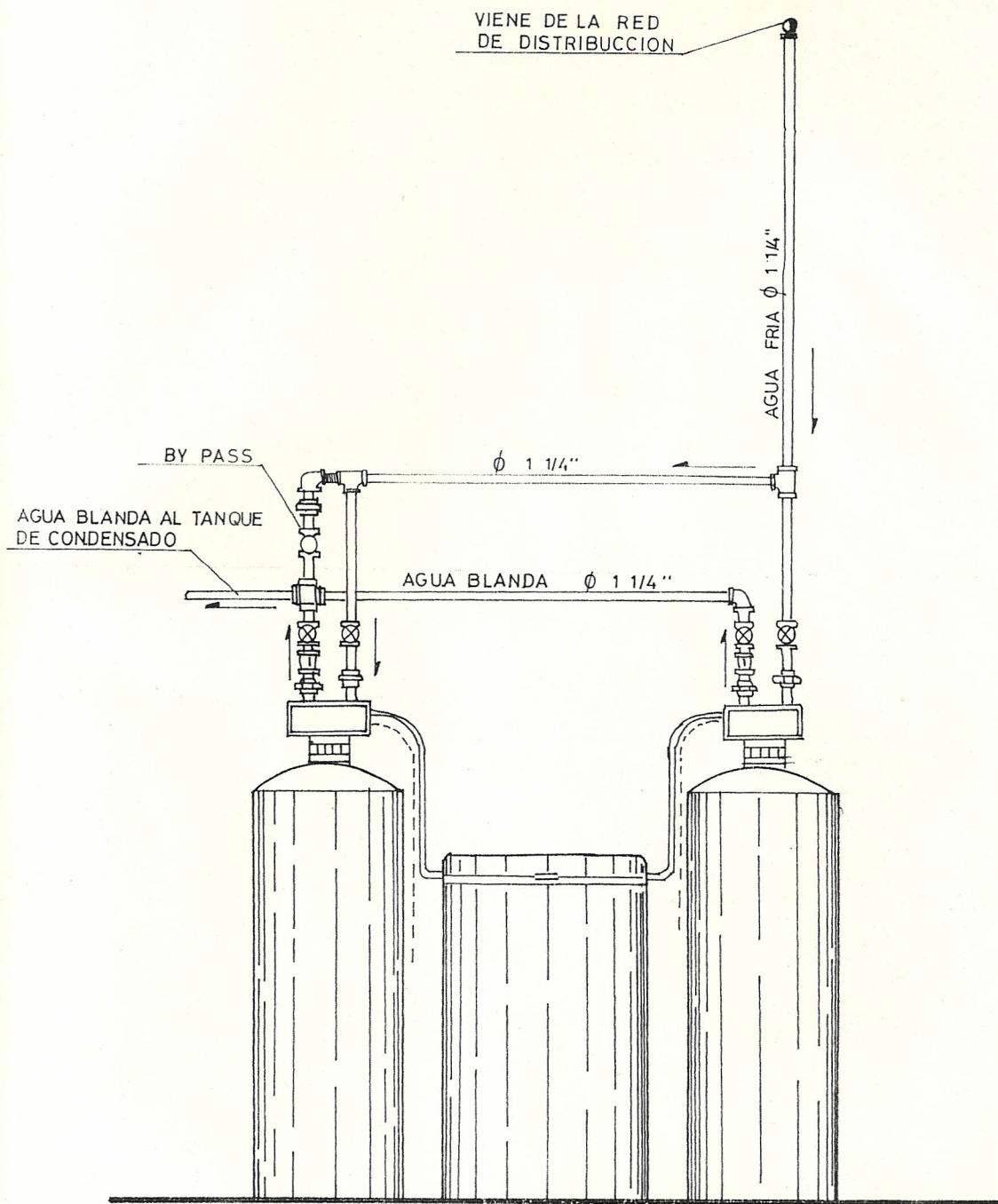


FIG. N° 39 DETALLE DE INSTALACION DE
 ABLANDADOR DE AGUA

magnesio; atrapadores de oxígeno catalizados; mezcla de aminas neutralizantes de recorrido largo y corto; antiespumantes de alto rendimiento; condicionadores de lodos y precipitados, formados por polielectrolitos orgánicos, polifenoles y catequinas hidroxiladas, reforzados con un tipo especial de fosfonatos orgánicos, para evitar la reconversión del lodo precipitado en incrustaciones y mantener inactivo el hierro presente, denominado SDLVEX 520; el que fue recomendado por una compañía de tratamientos de agua, el mismo que se utiliza para aguas cuya dureza sea de 60 a 120 partes por millón. La cantidad utilizada es de un litro por cada doce horas de trabajo. La línea de salida de la bomba se conectó a la tubería de absorción de las bombas de alimentación de los calderos, debidamente calibrada para que se alimente la cantidad exacta.

2.7. MODIFICACIONES DE LAS INSTALACIONES DE EQUIPOS DEL DEPARTAMENTO DE LAVANDERIA A SISTEMA ELECTRICO DE EMERGENCIA

Originalmente todos los equipos del departamento de Lavandería fueron conectados al sistema normal de distribución de energía eléctrica, motivo por el cual cuando se producía falta de energía eléctrica este departamento no podía laborar, lo cual implicaba problemas en el abastecimiento de ropa para el normal

funcionamiento del Hospital.

Con el propósito de superar este inconveniente se realizó un estudio para ver las posibilidades de conectar al sistema eléctrico de emergencia una lavadora de 75 lbs y una secadora, estudio que dió el siguiente resultado:

- El generador instalado es de 733 amperios de capacidad

- Existe un carga instalada a este sistema de:

Fase	R	S	T
Carga	602	602	605

- La carga a instalarse es:

Lavadora	8 amp.	3 fases
Secadora	13 amp.	1 fase

Por lo cual se vió que sí era factible realizar dicha instalación y el nuevo estado de carga sería:

Fase	R	S	T
Carga	623	610	613

Es decir la lavadora se instalaría en la fase R y la secadora en todas.

Para la instalación se procedió de la siguiente manera:

En el tablero principal de emergencia se instaló un breaker trifásico de 30 amperios, al cual se alimentó energía por medio de tres cables # 8.

Como el tablero principal de emergencia se encuentra ubicado en casa de máquinas hubo la necesidad de

llevar a través de una distancia aproximada de 50 metros los cables que alimentarían la nueva caja de breaker en la que se conectarían los equipos. Para alimentar la nueva caja se utilizó tres alambres # 10, los cuales se llevaron a través de una tubería sujeta a la pared a una altura de 3 metros con abrazaderas y clavos de acero.

La tubería fue de EMT de 3/4 pulgada.

Como para el funcionamiento de la secadora era necesario la utilización del neutro de la corriente, éste se obtuvo de la caja ya existente.

En la nueva caja se instalaron:

- Un breaker de 3 polos de 20 amperios para la lavadora.
- Un breaker de 1 polo de 20 amperios para la secadora.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Después de instalar el sistema de generación y distribución de vapor en el Hospital podemos concluir:

- Al momento de funcionar todos los equipos, es decir durante las horas de demanda pico se necesitará que funcionen los dos calderos para poder abastecer la máxima demanda de vapor que sería de 2475 Kg/hr. La producción total sería de 2510 Kg/hr, es decir que la demanda máxima sería el 98,6% de la capacidad de producción máxima.
- El equipo que más necesitará de vapor sería el tanque de agua caliente, con una demanda de 1080 Kg/hr, lo que equivaldría al 43% de la producción de los dos calderos o en caso de funcionar solo uno el 86%, que para nuestro caso sería un desperdicio de la producción de vapor, ya que la demanda de agua caliente es mínima por cuanto únicamente se utiliza para la lavadora de 200 lbs.
- El tiempo utilizado en la instalación de los equipos fue demasiado para las características de la obra realizada.

En lo que respecta a las recomendaciones podemos decir:

- Con el propósito de evitar desperdicio de la producción del sistema y a la vez desperdicio de dinero se debería de evitar en lo posible la utilización del tanque de agua caliente ya que el resto de la demanda se la podría

abastecer con el funcionamiento de un caldero.

- Se debe realizar un correcto tratamiento del agua de alimentación a los calderos, para evitar daños que podrían ocasionar paradas de estos equipos, con los consiguientes problemas que estos ocasionaría.

- Se debe realizar un chequeo periódico de la calidad del vapor con el propósito de que éste siempre sea el indicado.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Angel Vargas z., MONTAJE DE MAQUINARIA INDUSTRIAL.
- 2.- Cleaver Brooks, MANUAL DE OPERACION, MANTENIMIENTO Y REPUESTOS DE CALDERA INTEGRADA.
- 3.- Revista Power, COMO CUIDAR SU CALDERO, Dic. 1980.
- 4.- IEOS, PLANOS DE MONTAJE E INSTALACION EQUIPOS HOSPITAL TEOFILLO DAVILA.
- 5.- Proyectos e Instalaciones, CUADROS DE CARGAS TABLEROS HOSPITAL TEOFILLO DAVILA.