

Universidad Nacional de Ingeniería

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



“ Proyecto de un Sistema de Calefacción para el Hospital General de Huaráz - Ancash ”

T E S I S

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECANICO

GERMAN BENITO VASQUEZ PARAGULLA

PROMOCION: 1979 - I

LIMA • PERU • 1990

C O N T E N I D O

	Pag.
PROLOGO	
1. INTRODUCCION.....	11
2. CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL SISTEMA DE CALEFACCION EN HOSPITALES.....	13
2.1 Instalaciones de calefacción en un hospital....	16
2.2 Calderas en hospitales medianos.....	19
2.2.1 Calderas de vapor con baja presión	
2.2.2 Calderas de vapor con baja presión y calderas de agua caliente.	
2.2.3 Calderas de vapor con alta presión y calderas de agua caliente.	
2.3 Sistemas de calefacciones de ambientes mas usuales en hospitales.....	20
2.3.1 Calefacción con agua caliente.	
2.3.2 Calefacción con vapor a baja presión.	
2.4 Elementos calefactores mas usuales en hos - pitales.....	22
2.5 Consumo de calor en hospitales.....	23
2.6 Principales ambientes a calefaccionar en hospitales.....	26
3. ELECCION DEL SISTEMA Y TIPOS DE CALEFACCIONES.....	30
3.1 Clasificación de una instalación de cale- facción.....	30
3.2 Sistemas de calefacción.....	30
3.2.1 Sistema de calefacción local.	

- 3.2.2 Sistema de calefacción central.
 - 1 \ Calefacción con agua caliente.
 - 1.1 Calefacción con agua caliente por gravedad.
 - 1.2 Calefacción con agua caliente por bombeo.
 - 1.3 Aparatos de seguridad en calefacción con agua caliente.
 - 1.4 Calefacción de superficies con agua caliente.
 - 2 Calefacción con vapor.
 - 3 Calefacción con aire caliente.
 - 3.1 Calefacción con aire caliente natural.
 - 3.2 Calefacción con aire caliente forzado.
- 3.2.3 Sistema de calefacción a distancia.
- 3.2.4 Sistemas especiales de calefacción.
 - 1 Calefacción con bomba térmica.
 - 2 Calefacción con energía solar.
- 3.3 Tareas y exigencias de una instalación de calefacción..... 80
 - 3.3.1 Taréas.
 - 3.3.2 Exigencias.
- 3.4 Sistema de calefacción elegido..... 83
 - 3.4.1 Puntos de vista técnicos de calefacción.

3.4.2	Puntos de vista constructivos.	
3.4.3	Puntos de vista de organización y rentabilidad de funcionamiento.	
4.	CALCULO DE LA DEMANDA DE CALOR SEGUN NORMAS DIN 4701 Y ESQUEMA DE PRINCIPIO DEL SISTEMA DE CALEFACCION.....	88
4.1	Estructura del cálculo.....	88
4.2	Temperaturas.....	88
4.2.1	Temperatura exterior a condiciones normales.	
4.2.2	Temperatura interior a condiciones normales.	
4.3	Demanda de calor por transmisión a condiciones normales.....	91
4.3.1	Coefficiente de transmisión térmica total a condiciones normales.	
4.3.2	Estructuras exteriores.	
4.3.3	Estructuras interiores.	
4.3.4	Estructuras en contacto con la tierra.	
4.3.5	Valor α - D.	
4.4	Demanda de calor por ventilación a condiciones normales.....	96
4.4.1	Caso de ventilación libre.	
	- 1 Fundamento.	
	- 2 Cálculo y puesta en ecuación.	
	- 3 Permeabilidad de aire de la construcción.	

- 4 Magnitud característica del edificio.
- 5 Factor de corrección por altura.
- 6 Característica del ambiente.
- 7 Diferencia de temperatura.
- 8 Valor mínimo de la demanda de calor por ventilación a las condiciones normales.

4.4.2 Caso de ventilación forzada.

4.4.3 Ambientes con instalaciones sanitarias interiores.

4.5 Demanda de calor del edificio a condiciones normales..... 106

4.6 Ejecución del cálculo..... 106

4.6.1 Información para el cálculo.

4.6.2 Proceso de cálculo de estructura actual.

4.6.3 Disposiciones sobre ahorro de energía y protección térmica en edificios.

4.6.4 Proceso de cálculo de estructura corregida.

4.6.5 Cálculo de la demanda total de calor de los ambientes proyectados.

4.7 Esquema del sistema de calefacción..... 130

5. CALCULO Y SELECCION DE EQUIPAMIENTO..... 132

5.1 Selección de los calefactores..... 132

5.2 Cálculo de la red de tubería y selección de las válvulas del calefactor..... 139

5.3 Selección de la válvula de mezcla.....	157
5.4 Selección de la bomba de recirculación.....	159
5.5 Selección del depósito de expansión.....	160
5.6 Selección del caldero de calefacción.....	163
5.7 Dimensionamiento de la chimenea.....	168
5.8 Selección del intercambiador de calor.....	170
5.9 Montaje y distribución del sistema en planta.....	171
6. REGULACION Y CONTROL EN EL SISTEMA DE CALE FACCION.....	173
6.1 Técnica de regulación y control.....	173
6.1.1 Circuito de regulación	
6.1.2 Circuito de control.	
6.1.3 Magnitudes fundamentales de la téc- nica de regulación.	
6.1.4 Comportamiento transitorio dinámico del circuito de regulación.	
6.2 Circuitos de regulación de temperatura.....	181
6.3 Elección de la instalación de regulación.....	185
7. INDICACION DE COSTOS.....	190
7.1 Costos de adquisición y capital.....	190
7.2 Costos de reparación.....	196
7.3 Costos de servicios y mantenimiento.....	196
7.4 Cálculo.....	198
- CONCLUSIONES.....	203
- BIBLIOGRAFIA.....	208
- PLANOS.....	
- APENDICE A.....	209
- APENDICE B.....	225
- APENDICE C.....	246
- APENDICE D.....	281

P R O L O G O

Este proyecto de calefacción para el Hospital General de Huaráz Ancash, consta de siete capítulos, en el primer capítulo describimos el objeto y finalidad que se quiere lograr con éste proyecto indicando sus limitaciones y proyecciones para hacerlo realidad. En el segundo capítulo describimos todas las consideraciones generales que se tiene que tener presente para calefaccionar ambientes especialmente en Hospitales; se analiza las instalaciones típicas de generación y distribución de calor a los diferentes servicios en dependencia conjunta con sus respectivas instalaciones de calefacción, indicando valores técnicos que hasta la fecha se han logrado en esta rama y que de acuerdo a la experiencia se recomienda para el caso típico de calefacción en Hospitales. En el tercer capítulo se elige el sistema de calefacción para lo cual se describe el modo como se clasifica una instalación de calefacción en general y se analiza todos los sistemas posibles para calefaccionar ambientes con sus respectivas ventajas y desventajas, así como representandolo esquemáticamente para su mejor interpretación. En el cuarto capítulo se presenta el cálculo de la demanda de calor según DIN 4701; que son las Normas Internacionales Alema -

nas deducidas de acuerdo a experiencias prácticas y teóricas y en las cuales todo Ing. de calefacción obligatoriamente debe regirse para proyectar o renovar instalaciones de calefacción, en principio se presenta el método de procedimiento de cálculo y posteriormente se hace un ejemplo de cálculo y luego todos éstos valores son tabulados ordenadamente para todos los ambientes, aquí también se presenta y aplica las disposiciones sobre ahorro de energía y protección térmica en edificios y al final se presenta el esquema propuesto del sistema de calefacción elegido. En el capítulo cinco se hace el cálculo y selección de equipamiento como son selección de calefactores, cálculo y dimensionamiento de la red de tubería, selección de las válvulas del calefactor, selección de la válvula de mezcla, selección de la bomba de recirculación, selección del depósito de expansión, selección del caldero de calefacción, dimensionamiento de la chimenea, selección del intercambiador de calor, montaje y distribución del sistema en planta.

Todo esto se hace ayudandose de catálogos de fabricantes de varias firmas. En el capítulo seis se analiza el control y regulación que se debe hacer en un sistema de calefacción, describiendo todo los parámetros que intervienen para ello y su relación ya sea en el circuito de regulación o en el circuito de control, así como también se presenta las consideraciones que se debe tener en cuenta

ta para elegir la adecuada instalación de regulación. En el capítulo siete se indican los costos de calefacción - como son los costos de adquisición, de capital, de reparaciones, de servicio y mantenimiento; se presentan tablas con valores referenciales y además se presenta el cálculo como si todos los componentes se fueran a importar.

Para terminar quiero agradecer a todos los profesores de la Academia RENANA de la ciudad de Colonia en Alemania - por haberme brindado todos los conocimientos en la técnica de calefacción, ventilación y aire acondicionado y - que han hecho posible realizar éste trabajo, así como - también a la Asociación Alemana de Cooperación Técnica - GTZ que conjuntamente con el Ministerio de Salud me ofrecieron la Beca para Alemania en un proyecto de Cooperación Técnica Peruano- Alemán.

1. INTRODUCCION

Este proyecto tiene por objeto calefaccionar los ambientes de tratamientos y consultas del Hospital General de Huaráz con la finalidad de mejorar los servicios asistenciales de los pacientes y su mas pronta y eficiente recuperación. Para ello vamos hacer uso de la técnica moderna de calefacción ampliamente conocida y utilizada en Europa y que en nuestro país el Perú sobre todo en toda la Zona de la sierra es necesario su aplicación por las bajas temperaturas que se presentan en casi todo el ano, utilizando ésta técnica de calefacción podríamos elevar no solo el standart de vida de las personas sino tambien se promovería el desarrollo y crianza de animales; calefaccionando Granjas y Establos, se promovería el desarrollo y germinación de plantas y hortalizas a través de la calefacción de invernaderos para almácigos, allá en lugares fríos y de poco desarrollo Agrícola y Ganadero.

La técnica de calefacción que se presenta se basa mas que todo en el buen uso de los conocimientos de transferencia de calor a través de las Normas Internacionales Alemanas DIN-4701, y el buen uso de los materiales de las estructuras a utilizar a través de las normas DIN-4108 ,

asi como también del buen diseño y selección de tuberías, accesorios y equipos. Este proyecto se ha logrado realizar tomando en cuenta recomendaciones técnicas de fabricantes extranjeros y que si nosotros quisieramos desarrollar y aplicar ésta técnica nos veríamos en la imperiosa necesidad de desarrollar nuestra propia tecnología comenzando con fabricar todos los equipos y accesorios inherentes a este proyecto que no es dificil y está al alcance de los profesionales peruanos como son el de desarrollar proyectos para la fabricación de pequeños calderos para calefacción, calefactores, bombas de recirculación, depósitos de expansión, válvulas termostáticas y hasta el propio sistema de Control y Regulación, todo esto es un reto y que si nosotros quisieramos descentralizar nuestro país en esta rama tenemos una enorme fuente de trabajo e investigación desde ya altamente rentable por las enormes extensiones territoriales de nuestro país asi como por sus condiciones climáticas y que si nosotros no lo empezamos ahora obligadamente otros lo tendrán que empezar mañana.

2.
CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL SISTEMA DE CALEFACCION
EN HOSPITALES.

- Datos técnicos del Hospital General de Huaráz.-

Departamento	: Ancash	Latitud	: 9° 31'
Provincia	: Huaráz	Longitud	: 77° 32'
Distrito	: Huaráz	Altura	: 3,038 m.

Capacidad : 300 camas.

Temperatura media anual : 13°C.

Humedad relativa media anual: 76 %

Velocidad del viento media anual: Norte, 4 m/s

Total de horas de sol media anual: 2,400 h.

Todos estos datos son tomados de los últimos 5 años - proporcionados por el servicio nacional de meteorología e hidrología del Perú.

- Esquema de ubicación de la ciudad de Huaráz.- respecto de su longitud de Greenwich y latitud, Ver Fig. 1.

- Esquema de alturas y ubicación de la ciudad de Huaráz.- respecto al nivel del mar, asimismo representaciones de las 8 regiones del Perú y las presiones atmosféricas y temperaturas a condiciones normales (Segun DIN ISO 2533 Dic.79) - Ver Fig. 2.

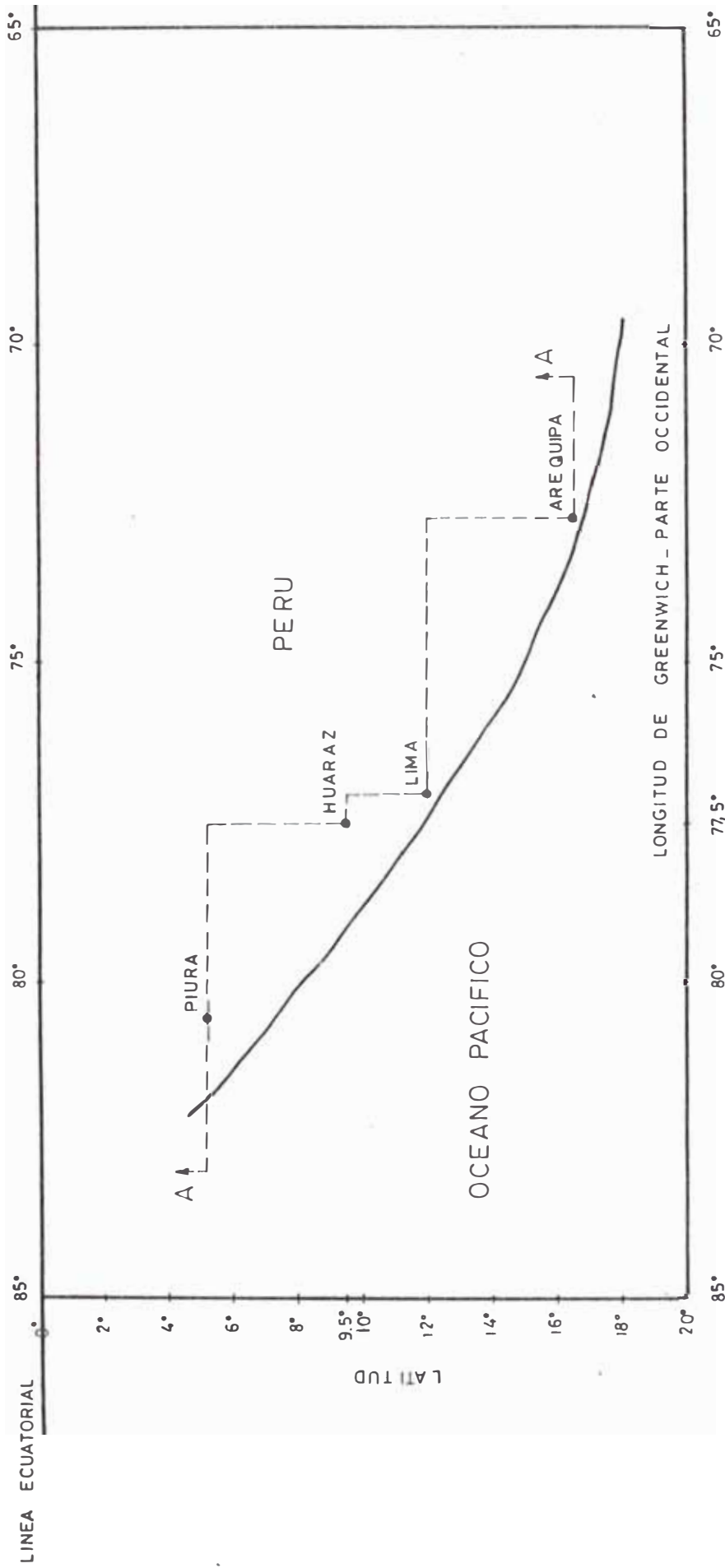


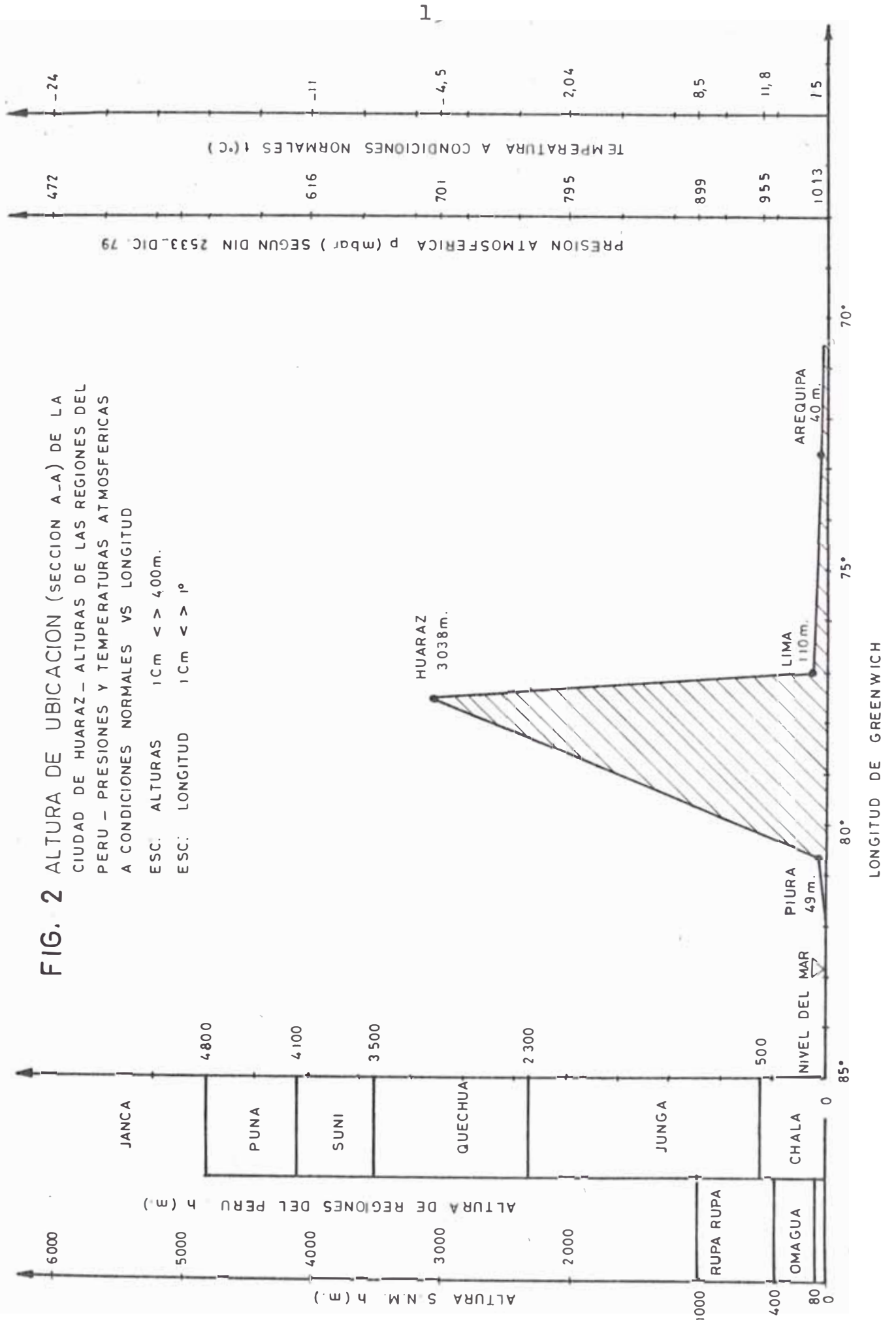
FIG. 1.- UBICACION DE LA CIUDAD DE HUARAZ RESPECTO DE SU LONGITUD Y LATITUD

ESC. LATITUD 1 c.m. < > 2°
ESC. LONGITUD 1 c.m. < > 1°

FIG. 2 ALTURA DE UBICACION (SECCION A-A) DE LA CIUDAD DE HUARAZ - ALTURAS DE LAS REGIONES DEL PERU - PRESIONES Y TEMPERATURAS ATMOSFERICAS A CONDICIONES NORMALES VS LONGITUD

ESC: ALTURAS 1Cm <> 400m.

ESC: LONGITUD 1Cm <> 1°



- Esquema de representación de los días de calefacción para la ciudad de Huaráz, Ver Fig. 3.

- Clasificación de los hospitales

Según el tipo de construcción:

- Construcciones planas (tipo pabellón).
- Construcciones altas (super estructuras).

Según el tamaño:

- Hospitales pequeños : hasta algo de 100 camas.
- Hospitales medianos : hasta algo de 500 camas.
- Hospitales grandes : con mas de 500 camas.

Según el tipo de tratamiento:

- Hospitales generales, con todas las especialidades.
- Hospitales especiales, como son: sanatorios antituberculosos, hospitales para tuberculosos, maternidades, hospitales para niños, clínicas ginecológicas, sanatorios para tratamiento de nervios, etc.
- Clínicas universitarias, con instalaciones para investigación y enseñanza.
- Policlínicos, con tratamiento ambulatorio de pacientes.

2.1 Instalaciones de calefacción en un Hospital.

Las instalaciones de calefacción en hospitales son a considerarse en dependencia conjunta con la totalidad de calor producido, ya que además de calefacción tambien se utiliza una gran cantidad de calor para uso doméstico (cocina, lavandería) para fines medicinales (desinfección, esterilización de algo-

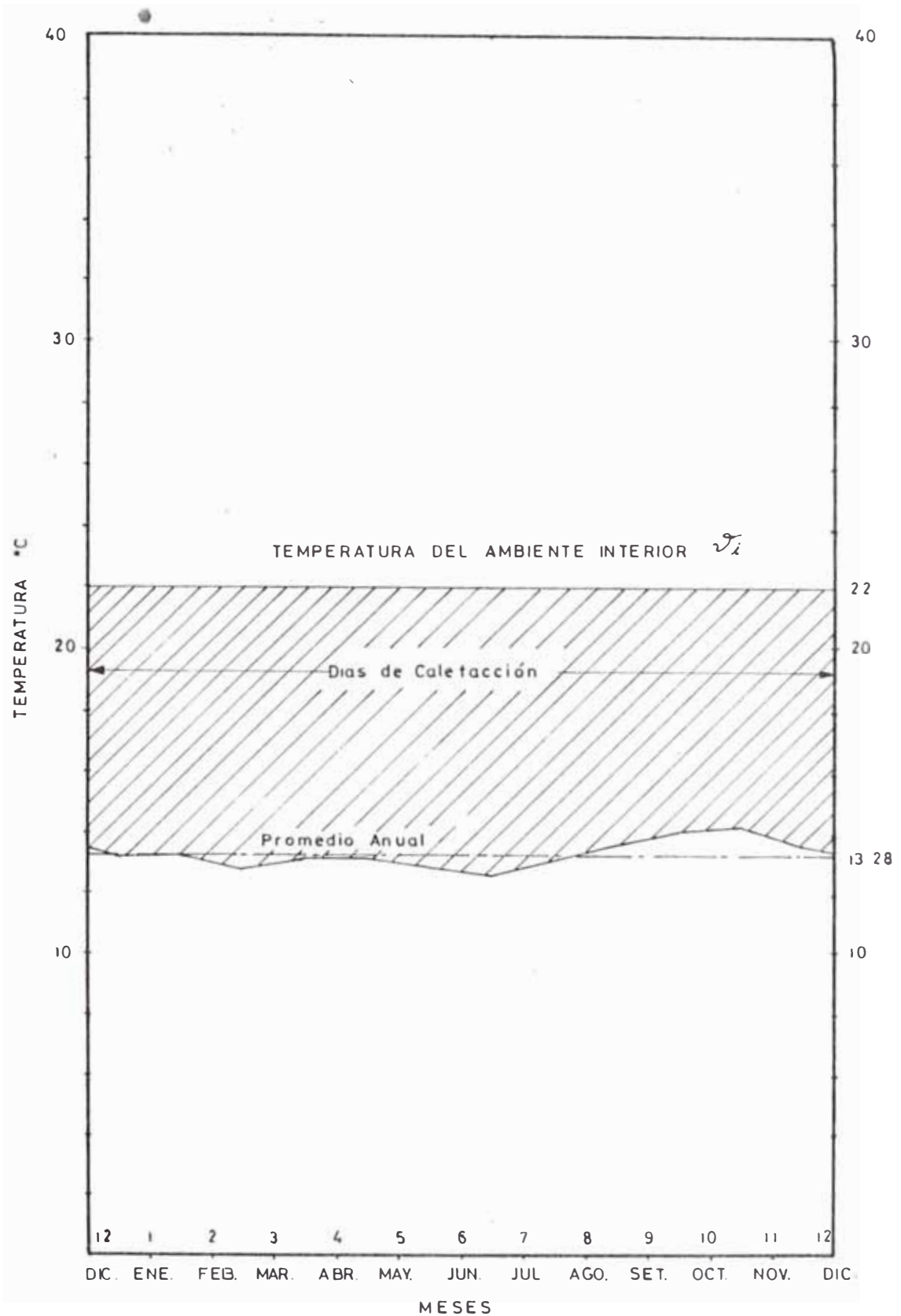


FIG. 3 DIAS DE CALEFACCION DE LA CIUDAD DE HUARAZ (ANUAL)

ESC: Temperatura: 1 Cm. $\langle \rangle$ 2 °C
 ESC: Meses: 1 Cm. $\langle \rangle$ 1 Mes
 (SEGUN DATOS DE SENAMHI AÑO 1971-1975)

don hidrófilo e instrumentos quirúrgicos) así como para preparación de agua. La dificultad en su planificación es el hecho, que se necesita para los diferentes fines calor de diferente tipo y temperatura, por ejm:

- Para la cocina. vapor de 0,5 bar
- Para desinfección y esterilización. vapor de 2...4 bar
- Para lavandería. vapor de 4...6 bar
- Para calandria de vapor y secador. vapor de 10...14 bar
- Para calefacción de ambientes con agua caliente. con temperaturas variables.
- Para instalaciones de ventilación y aire acondicionado. agua caliente o vapor.
- Para calentamiento de agua potable. vapor o agua caliente.

Los costos de calor en los hospitales con todo eso alcanzan de por si hasta el 6 % de los gastos de servicio, por tanto debe prestarse gran importancia a la economía de la producción de calor y de su distribución. Por otra parte, la instalación debe cumplir todas las exigencias tanto en el aspecto higiénico como en el técnico. En caso de abastecerse de calor a gran distancia, se exige para ello un cálculo particular de rentabilidad.

2.2 Calderas en Hospitales Medianos.

Lo mejor es generar el calor necesario para la calefacción y demandas de las otras dependencias, - centralizado en la sala de calderas, donde es posible realizar distintas disposiciones.

Los combustibles mas empleados, por regla general, son el petróleo y el coque, con tarifas favorables pueden ser tambien el gas o alternadamente.

2.2.1 Calderas de vapor con baja presión.

Con éste sistema se realiza el abastecimiento de vapor a la cocina y la lavandería. La calefacción se efectua con agua caliente a $90/70^{\circ}\text{C}$, la cual es generada por un intercambiador de calor. Los esterilizadores funcionan eléctricamente. Es ventajoso que solo exista un tipo de caldera, con ello se obtiene un manejo sencillo y una menor potencia de la caldera de reserva.

2.2.2 Calderas de vapor con baja presión y calderas de agua caliente.

El agua caliente se emplea para la calefacción y el vapor a baja presión para los fines de las restantes dependencias.

El empleo de los distintos tipos de calderas

dificulta el servicio y precisa una mayor reserva de caldera.

2.2.3 Calderas de vapor con alta presión y calderas de agua caliente.

Aquí se elige una presión de caldero adecuado, con lo que podrían ser satisfechas todas las exigencias de calor del hospital, sin que se tenga que utilizar equipos individuales, de particular significado es, el agua caliente se emplea para circuito de agua caliente, calentamiento de agua e instalaciones de ventilación o aire acondicionado y el vapor a alta presión para los fines de las restantes dependencias.

Fig.4 Esquema de principio de abastecimiento de calor para un hospital mediano de ~~baja~~ presión y calentadores de agua caliente.

2.3 Sistemas de calefacciones de ambientes mas usuales en Hospitales.

2.3.1 Calefacción con agua caliente.

El sistema de calefacción habitual para todo tipo de locales es el de distribución inferior y temperaturas de $90/70^{\circ}\text{C}$, lo que

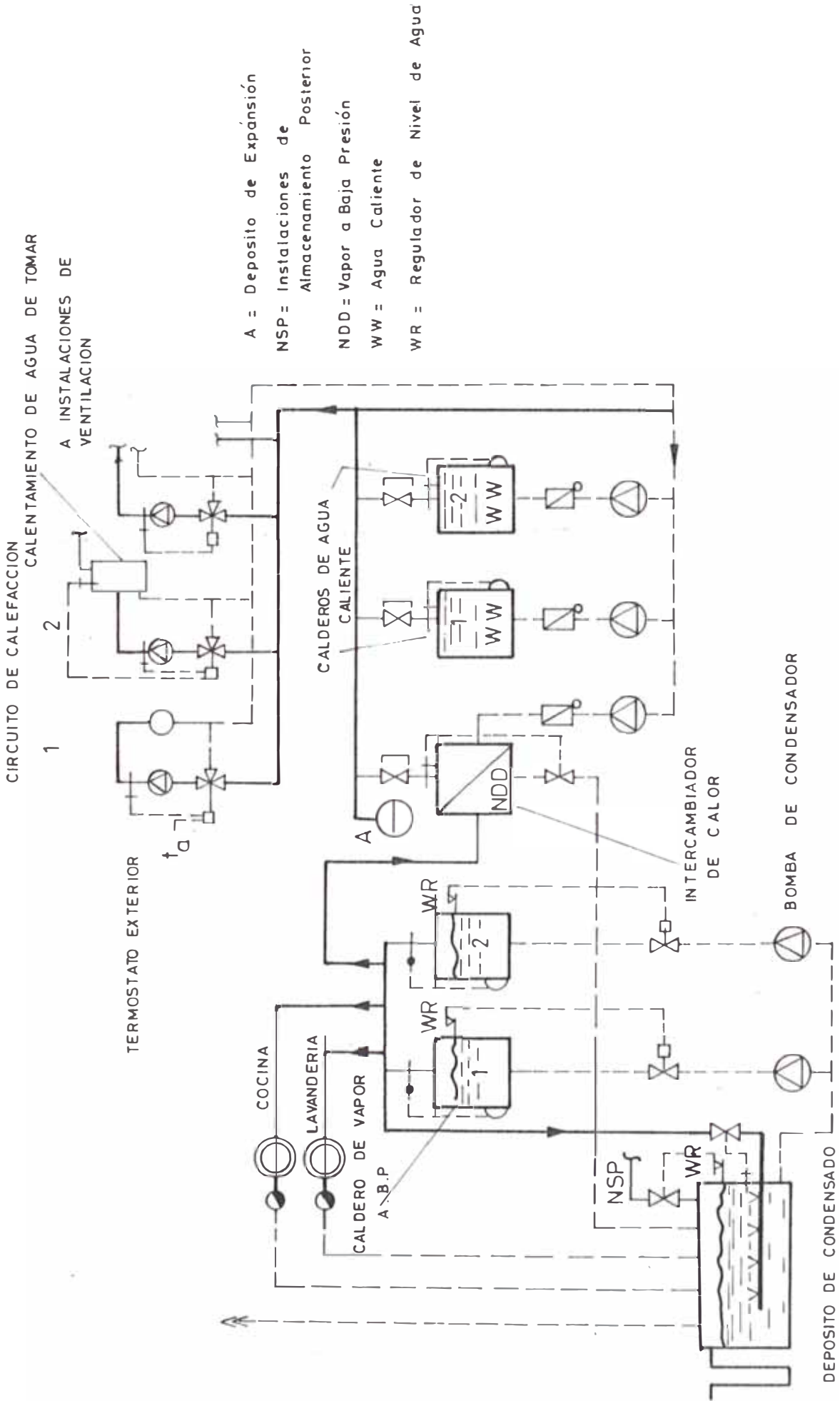


FIG. 4.— DIAGRAMA DE PRINCIPIO DE APROVISIONAMIENTO DE CALOR PARA UN HOSPITAL MEDIANO CON VAPOR A BAJA PRESION Y CALDEROS DE AGUA CALIENTE

proporciona un calor suave y agradable, con división en grupos para radiadores de locales con la misma orientación, pasillos, ambientes de aseo y calefacciones de superficies. Se puede efectuar una regulación cómoda de la temperatura de ida mediante la mezcla de retorno; los ramales de subida y bajada pueden ir acoplados en el muro.

2.3.2 Calefacción con vapor a baja presión.

No es aplicable debido a las enormes ventajas de calefacción con agua caliente, tampoco para el suministro a calentadores de aire en instalaciones de aire acondicionado.

2.4 Elementos calefactores mas usuales en Hospitales.

- Radiadores de diferentes tipos principalmente los conocidos radiadores de tubos, son los que mas usualmente se emplean en hospitales, el lugar mas idóneo para su colocación es debajo de las ventanas sobre consolas, disponen de válvulas termostáticas, calefactores de atornilladura con funcionalidad de extrangular, purgar y cerrar y no precisan revestimiento.
- Calefactores de superficie, en la forma de calefacción de suelo, regularmente tambien en forma de calefacción por radiación de techo, son espe

cialmente apropiados para hospitales, dado a que los calefactores son invisibles y no originan movimientos de aire, tal como los producidos con los radiadores, para evitar corrientes de aire en las ventanas, deben instalarse tambien debajo de ellas; superficies de calefacción o placas calefactoras, sin embargo su ejecución resulta a proximadamente un 30 % mas alto que la calefacción por radiadores.

- Calefactores planos, son muy apropiados para hospitales, debido a que estan excentos de polvos.
- Convectores, no son recomendables en hospitales- debido al peligro de ensuciamientos y por razones higienicas.
- Calefacción de aire, no son empleados en los hospitales, por ser mas dificil de regular la temperatura en cada una de las habitaciones, se usa solamente como ventilación y calefacción adicional. Los equipos de inducción con intercambiadores de calor y convectores son asimismo inapropiadas en las áreas de camas, de consultas o tratamiento.

2.5 Consumo de calor en Hospitales.

El consumo de calor asimismo el consumo de energía de hospitales depende de muchos factores, por

ejm. ubicación número de camas, tipo y número de departamentos especiales, forma constructiva, malestar, tiempo de servicio, porcentaje de instalaciones de ventilación y sus propios recuperadores de calor, etc.

con la finalidad de ahorrar energía se exige la presentación de un balance energético y un análisis de consumo, lo cual en la práctica lamentablemente raras veces es posible. Los valores numéricos dados a conocer son diferentes, sobretodo y usualmente son puestos a consideración diferentes valores de relación, tal que no es posible ninguna comparación exacta.

El cálculo del consumo de calor total anual se subdivide en 2 grupos:

- Dependiente de la temperatura exterior: Calefacción estática, calor sensible y calor de humidificación para instalaciones de aire acondicionado,
- Independiente de la temperatura exterior: Preparación de agua caliente y calor de uso doméstico (cocina, desinfección y lavandería).

La mejor forma de cálculo se hace tal que, primeramente se fije los valores de demanda máxima, con ello y con ayuda de las horas de funcionamiento total, el consumo de calor anual.

Este método nos conduce a valores insatisfechos , pero sin embargo nos da valores referenciales.

- Calefacción estática, la demanda de calor exigida aqui esta comprendida dentro del cálculo de transmisión de calor.

- Instalaciones de ventilación y aire acondicionado,

Aqui los valores de consumo de calor son fuertemente dependientes de la técnica de aire acondicionado empleado donde por razones higiénicas se prepara hasta el 100 % del aire del exterior, es por ello aqui rentable la utilización de recuperadores de calor, el flujo nominal de aire que se movilizan estan entre $5 - 25 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ relacionado al área utilizable.

- Preparación de agua caliente, aqui la determinación del consumo es menos difícil, los consumidores principales son las áreas de camas, cocina, lavandería. El consumo de cada cama en un hospital mediano es de $80 \dots 120 \text{ l/día}$, con temperatura de 55°C .

- Calor de uso doméstico y calor restante, aqui la determinación del consumo es difícil, asimismo el tiempo de servicio y carga podrian ser predeterminados pero dificultosamente. Los consumidores -

principales son: la cocina, lavandería, esterilización y desinfección. La tabla 2.5-1 (sin clínica universitaria) nos muestra el consumo de calor de las diferentes áreas, en donde se toman muchas veces estimaciones.

2.6 Principales ambientes a calefaccionar en Hospitales.

- Grupo de sala de operaciones.

El grupo de sala de operaciones consta, por regla general, de dos quirófanos, un local de esterilización situado entre ellos y de una sala de preparación para el lavado de los recién operados y para la anestesia. Dado que en los quirófanos en si, se necesita una limpieza concienzuda y altas exigencias de esterilización. Por eso se ejecutan en las modernas salas de operaciones, con ambientes sin ventanas, las cuales son totalmente climatizadas.

Las temperaturas interiores se escogen previamente según recomendaciones, las cuales se tienen que mantener con instalaciones de aire acondicionado ya sea para el caso de calefacción o refrigeración.

Los esterilizadores ahora funcionan solo con electricidad, los demás ambientes usan normalmen

Tabla 2.5-1 Consumo de Calor en Hospitales.

Area de Consumo	Capacidad Máxima KW/cama	Horas Totales de Servicio h/a.	Consumo Anual MWh/cama	Consumo Diario kwh/cama	Consumo %
-Calefacción Estática.	2,3.....4	2000	5.....8	14.....22	30.....34
-Instalación de Venti lación y Aire Acondi cionado.	2.....12	1200.....1300	7.....14	18.....39	42.....43
-Preparación de Agua Caliente.	1.....2	2000	2.....4	5,5.....11	9.....12
-Calor de uso domésti co y restante.	2,5.....5	1000	2,5.....5	7.....14	14.....16
Suma	7,8.....23		16,5...31	44,5.....86	100

te calefactores.

- Sección de Pediatría y Maternidad.

Aquí pertenecen un circuito de salas, ambientes de preparación, ambientes para pequeñas operaciones, nidos para partos prematuros y para recién nacidos y ambientes de camas. Aquí se exige un nivel de temperatura ambiental elevado - todo el día y anualmente y por ende un circuito de calefacción particular, ya que un sistema de calefacción normal tiene un periodo limitado de calefacción y una usual emisión de calor al ambiente. y es aquí donde vamos a centrar - nuestro proyecto de calefacción que es el caso del hospital de Huaráz.

- Estación de Camas.

En estas secciones la calefacción se efectúa, por regla general, mediante radiadores o calefactores planos debajo de las ventanas.

Es conveniente una instalación adicional de ventilación o climatización.

- Sección de Radiología.

A ella pertenecen las salas de consultas y de tratamiento, los cuartos de vestir, las cámaras oscuras. La ejecución de la calefacción en

ellos es igual que en la sección de camas, pero es absolutamente necesario que dispongan - de ventilación.

- Sección de Fisioterapia.

Se trata igual que la sección de camas.

3. ELECCION DEL SISTEMA Y TIPOS DE CALEFACCIONES

3.1 Clasificación de una Instalación de Calefacción.

- Según la ubicación del hogar:
Calefacciones locales, centrales y a distancia.
- Según el combustible empleado:
Calefacciones de carbón, de gas, de petróleo, eléctrica, solar y con bomba de calor.
- Según el tipo de fluido transmisor:
Calefacciones con agua caliente, agua sobrecalentada, a vapor ó por aire.
- Según el tipo de emisión de calor:
Calefacciones por convección, por radiación, por aire y/o combinadas.

3.2 Sistemas de Calefacción.

3.2.1 Sistema de calefacción local.

En calefacciones locales el hogar se encuentra en el mismo ambiente a calefaccionar. - Estos a la vez pueden ser de diferentes tipos:

- Hogares con chimenea.
- Estufas acumuladoras.
- Estufas de acero.

- Estufas para ambientes grandes.
- Estufas acumuladoras de aire caliente.
- Equipo de calefacción a gas.
- Equipo de calefacción eléctrico.
- Estufas de calefacción a petroleo.

Fig.5. Chimenea de 3 lados abierta.

3.2.2 Sistema de calefacción central.

Se usan para calefaccionar varios ambientes utilizando una central generadora de calor que puede estar compuesto de uno o varios - calderos, situados principalmente en el sótano, mientras que el calor es distribuido por intermedio de conductos a los calefactores ubicados en cada ambiente. Como fluido transmisor se emplean agua, vapor o aire, - estos a la vez se dividen en:

- Calefacciones con agua caliente.
- Calefacciones con vapor y
- Calefacciones con aire caliente.

Ventajas de una calefacción central:

- Un menor número de hogares y chimeneas.

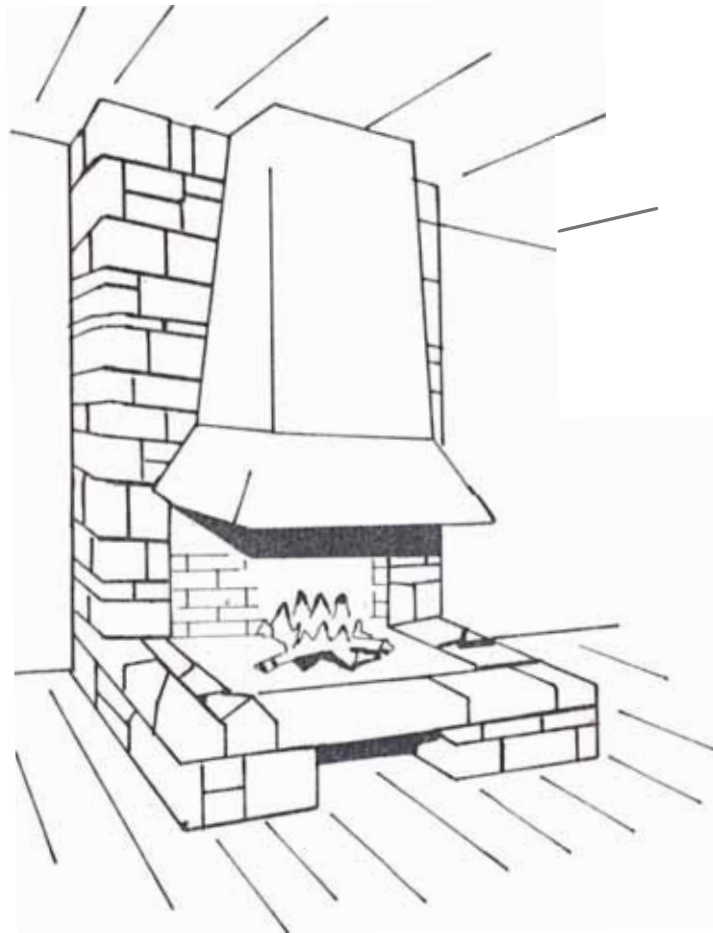


FIG. 5 CHIMENEA DE 3 LADOS ABIERTA

- Poca contaminación ambiental.
- Supresión del transporte de combustible y cenizas en las viviendas.
- Gran economía en la utilización del combustible.
- Los calefactores ocupan poco espacio.
- Poca trabajo de servicio.

Desventajas de una calefacción central:

- Altos costos de adquisición.
- Dificultades en el cálculo de costos de calefacción de viviendas en alquiler.
- Altos costos de servicio.
- Pérdida de energía en la distribución de calor.

-1 Calefacción con agua caliente (CAC).

La CAC, trabaja con agua caliente hasta una temperatura de 120°C , el cual es calentado en un caldero para luego ser distribuido por una red de tuberías a los calefactores, aquí el agua caliente emite calor al ambiente y se enfría regresando nuevamente a la caldera y así sucesivamente se repite nuevamente el ciclo. Estos a la vez se subdividen:

- Según la circulación del agua por e-

fecto de la fuerza motriz:

CAC por gravedad y CAC por bomba.

- Según la conexión del sistema de tubería con la atmósfera:

CAC abierta y cerrada.

- Según la conducción del agua en el sistema de tubería:

Sistema de un tubo y de dos tubos.

- Según la posición del distribuidor principal:

Distribución en la parte superior y en la parte inferior.

- Según el combustible empleado:

CAC con combustibles sólidos, petróleo, gas, electricidad.

La CAC entre todos los sistemas de calefacción es ampliamente difundida en Europa sobre todo el sistema con bombeo de agua caliente, mientras que el sistema de calefacción por gravedad ya casi no se emplea.

Ventajas:

- Facilidad de manejo.
- Gran seguridad de operación.

- Como consecuencia de las temperaturas de áreas superficiales bajas de los calefactores, el calentamiento es atenuado y confortable.
- Regulación central através del cambio de temperatura del agua.
- Poco daño por corrosión y con ello larga durabilidad.

Desventajas:

- Mucha inercia y como consecuencia largos tiempos de calentamiento.
 - Altos costos de adquisición.
 - Peligro de bloqueo.
- 1.1 CAC por gravedad.

El caldero, en el cual se produce el calor, se encuentra en la parte mas baja de la instalación, y es conectado a los calefactores a través de tuberías, en las superficies de calefacción se enfría el agua y retorna nuevamente hacia el caldero.

La circulación del agua se consigue debido a la diferencia de den

sidades del agua caliente en la ida y el agua fría en el retorno. La diferencia de presiones que - sirve para vencer la resistencia de las tuberías, contiene para una temperatura de partida de 90°C y una temperatura de retorno de 70°C solo 1,25 mbar cada metro de altura. La expansión del agua durante el calentamiento es asimismo en un depósito de expansión abierto. (Ver Fig. 6,7)

Toda CAC por gravedad tiene muchas desventajas.

- Son difícil de regular, ya sea con quemador de petróleo ó gas.
- Estas necesitan tuberías gruesas y por ello costosos y de acción lenta.
- La conducción de tubería es restringido.

Fig.6 CAC por gravedad abierto y con distribución inferior - (sistema de 2 tuberías)

sidades del agua caliente en la ida y el agua fría en el retorno. La diferencia de presiones que - sirve para vencer la resistencia de las tuberías, contiene para una temperatura de partida de 90°C y una temperatura de retorno de 70°C solo 1,25 mbar cada metro de altura. La expansión del agua durante el calentamiento es asimismo en un depósito de expansión abierto. (Ver Fig. 6,7)

Toda CAC por gravedad tiene muchas desventajas.

- Son difícil de regular, ya sea con quemador de petróleo ó gas.
- Estas necesitan tuberías gruesas y por ello costosos y de acción lenta.
- La conducción de tubería es restringido.

Fig.6 CAC por gravedad abierto y con distribución inferior - (sistema de 2 tuberías)

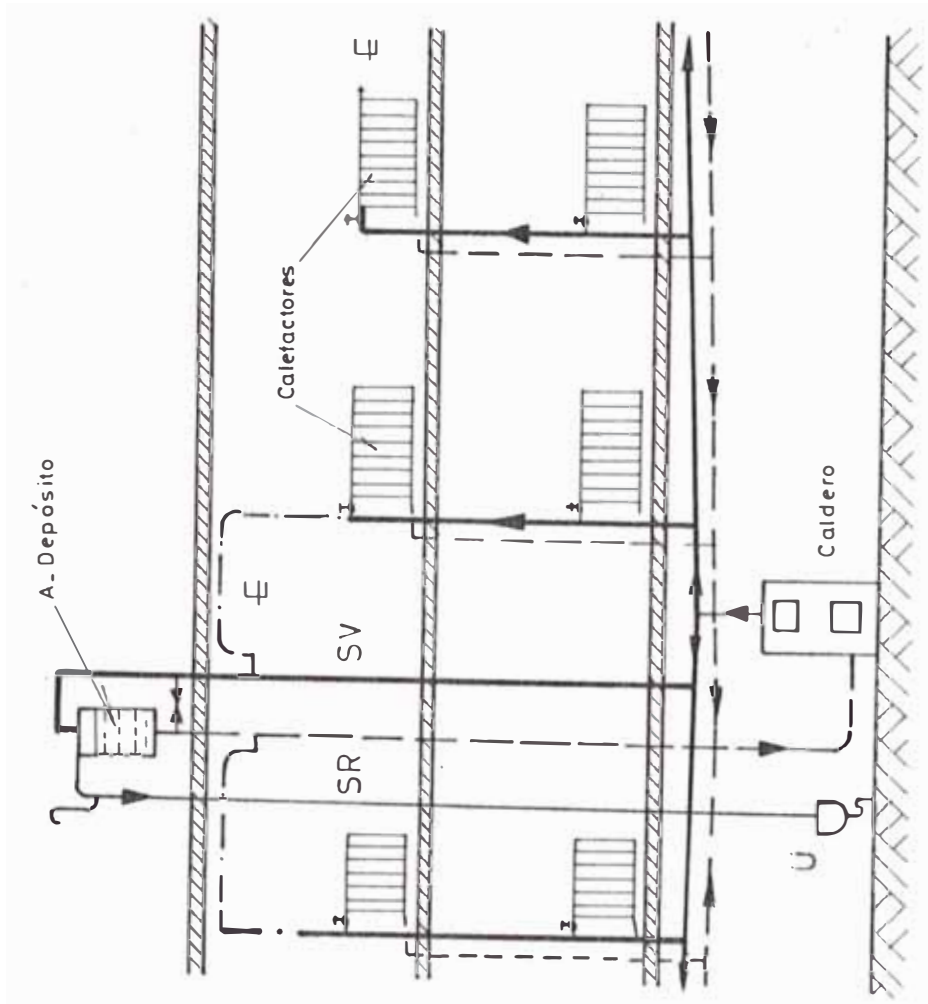


FIG. 6 CALEFACCION DE AGUA CALIENTE POR GRAVEDAD
ABIERTO Y CON DISTRIBUCION INFERIOR (SISTEMA DE 2 TUBERIAS)

- A: Depósito de Expansión
 E: Desaireación
 SV: Tubería de seguridad en la ida
 SR: Tubería " " el retorno
 " " de rebose

Fig.7 CAC por gravedad abierto y con distribución superior - (sistema de 2 tuberías).

-1.2 CAC por bombeo.

La circulación de agua se efectúa a través de una bomba, la cual produce una diferencia de presión y con ello vence la pérdida de presión en el circuito de agua caliente.

Ventajas.

- Rápida calefacción; pequeña inercia.

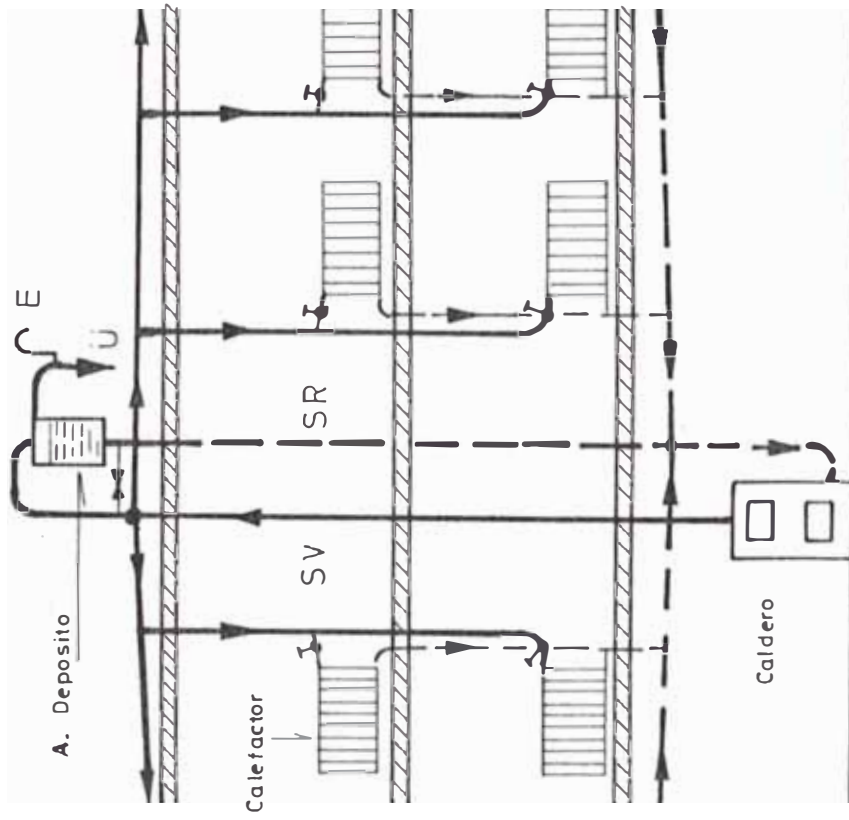


FIG. 7 CALEFACCION DE AGUA CALIENTE POR GRAVEDAD
 ABIERTO Y CON DISTRIBUCION SUPERIOR (SISTEMA DE LAS TUBERIAS)

- A: Depósito de Expansión
- E: Desaireación
- SV: Tuberia de Seguridad en la ida
- SR: " " " el retorno
- Ú " " de rebose

- Mejoramiento de la regulación central y local; fácil mezcla del agua de ida y de retorno.
- Pérdida de calor pequeña por tubos delgados.
- Mayor independencia en la conducción de tuberías.
- Red de tubería con bajo costo.

Desventajas.

- Mucho mantenimiento.
- Dependencia en el suministro de corriente.
- Consumo permanente de corriente eléctrica.

La mas alta temperatura de ida anteriormente fue de 90°C , ahora se fija con la finalidad y razones de ahorro de energía solo a una temperatura máxima de 65 ó 70°C .- (calefacción con temperaturas bajas).

La expansión del agua es asimilado ya sea através de un depósito de expansión abierto, el cual esta en conección con la atmósfera,

ó en un depósito cerrado (depósito con membrana).

- Conducción con dos tuberías.

Esta forma es el que mas se ejecuta para distribuir calor a diferentes ambientes , cada calefactor esta conectado a una tubería de ingreso y de retorno en forma independiente, la regulación de la capacidad de calefacción se hace por medio de una válvula de regulación extrangulando la cantidad de agua.

Se diferencian entre:

- Distribución de agua de calefacción por la parte inferior (Fig.8).
- Distribución de agua de calefacción por la parte superior (Fig.9).

Fig.8 Calefacción de agua caliente por bombeo cerrado y con distribución inferior.

Fig.9 Calefacción de agua caliente por bombeo cerrado, con distribución superior y bomba en la ida.

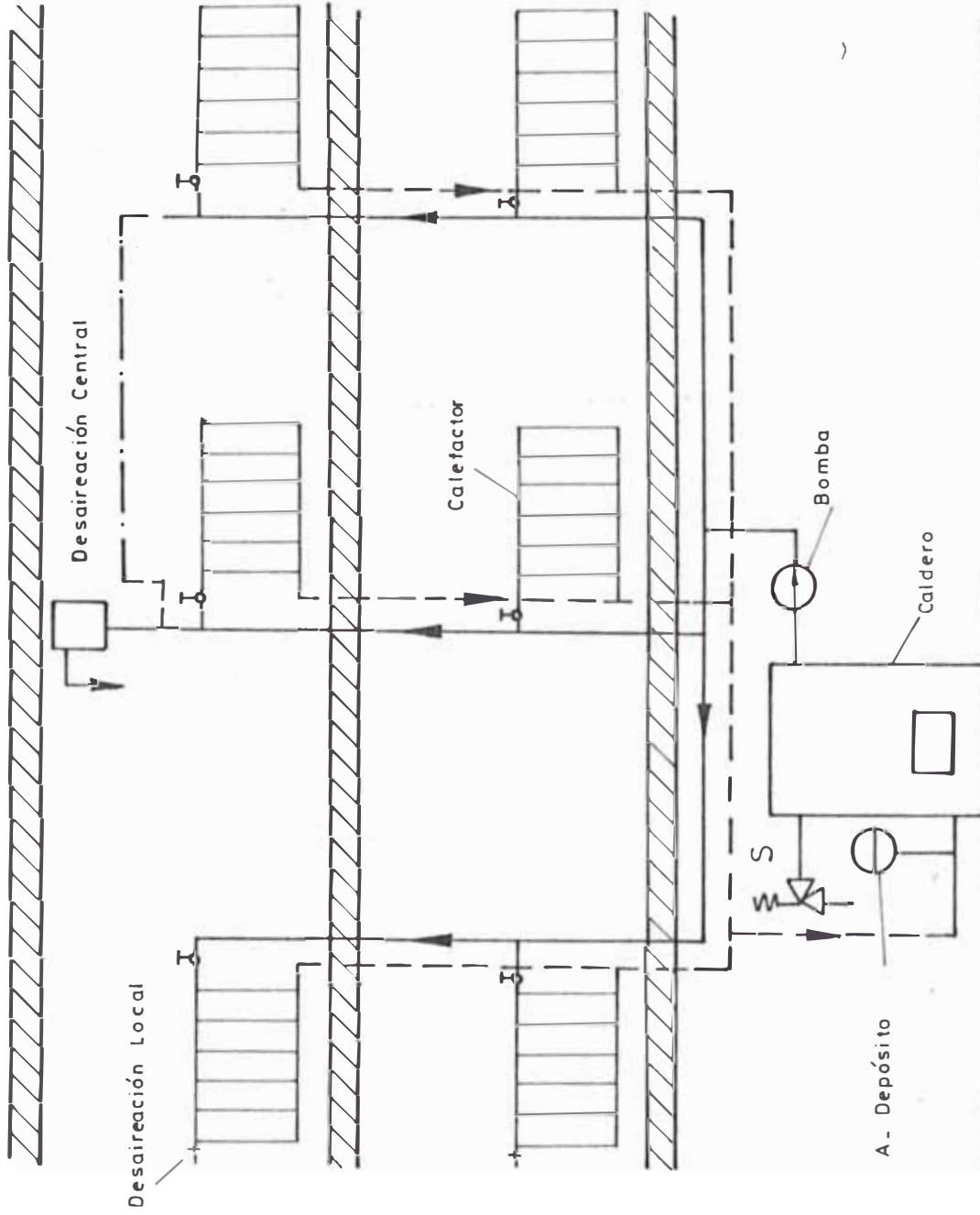


FIG. 8 CALEFACCION DE AGUA CALIENTE POR BOMBEO Y CON DISTRIBUCION INFERIOR

S = VALVULA DE SEGURIDAD
 A = DEPOSITO DE EXPANSION

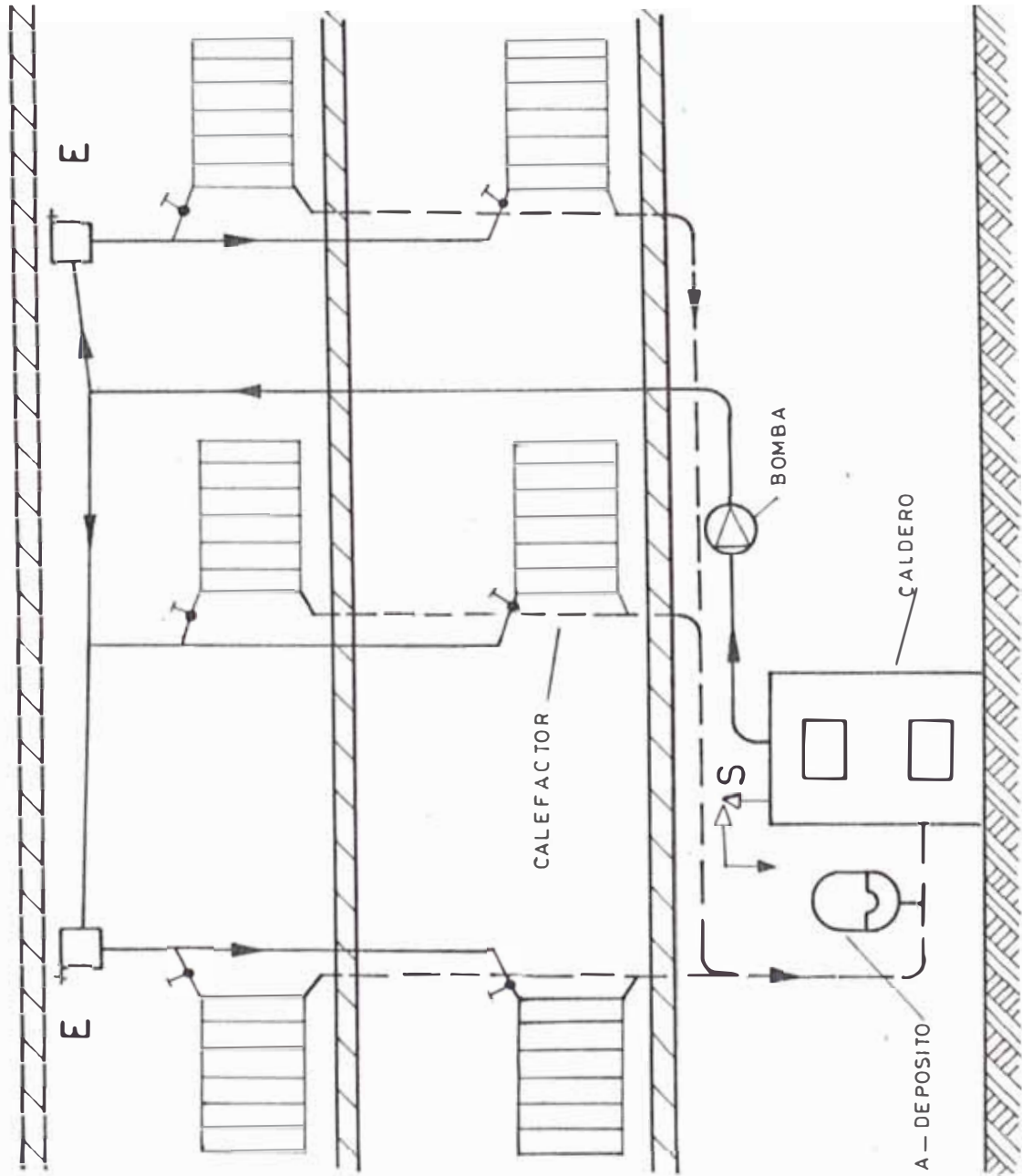


Fig. 9 CALEFACCION DE AGUA CALIENTE POR BOMBEO CERRADO POR DISTRIBUCION SUPERIOR Y BOMBA EN LA IDA.

S : VALVULA DE SEGURIDAD

E : DESAIREACION

- Desaireación (Purga de aire).

Aire dentro de tuberías o calefactores producen destrucción del circuito de agua así como corrosión y ruido. El contenido de aire en el agua es dependiente de la presión y temperatura, así tenemos que para 1 bar y 10°C, el contenido de aire es algo de 43 l/m³ de agua; y para 90°C solo 20 l/m³. Por esto se tiene que prestar gran importancia para obtener una buena desaireación, la cual es más difícil sobre todo para altas velocidades de agua. La desaireación puede ser local o central. (Ver Fig. 8,9).

- Distribución de Presión.

La bomba puede ser montada en la tubería de ida o de retorno, para lo cual hay que tener en cuenta la distribución de presión en la red de tubería. (Ver Fig. 10).

- Instalaciones abiertas.

Para el punto de conexión de la tubería de expansión en la red de tubería reina siempre la presión estática correspondiente a la Diferencia de altura del depósito de expansión, a través de la bomba se produce la diferencia de presión adicional permitida para vencer la resistencia de tuberías, el cual a lo largo de la

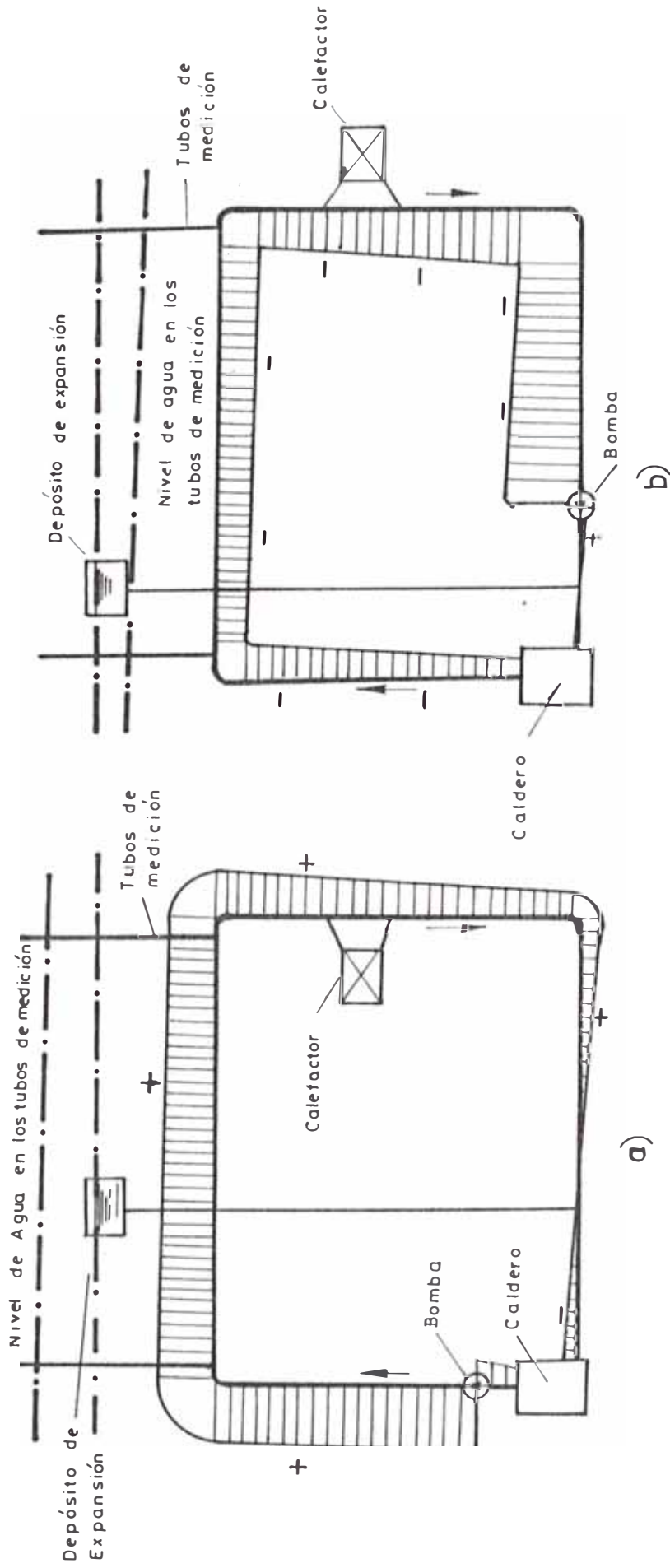


FIG. 10 DISTRIBUCION DE PRESION EN LA RED DE TUBERIA PARA CALEFACCION DE AGUA CALIENTE POR BOMBA PARA INSTALACIONES ABIERTAS

a).-- CONEXION DEL DEPOSITO DE EXPANSION EN EL LADO DE SUCCION DE LA BOMBA.- BOMBA EN LA IDA.

b).-- CONEXION DEL DEPOSITO DE EXPANSION EN EL LADO DE PRESION DE LA BOMBA.- BOMBA EN EL RETORNO.

red de tubería parte se presenta como sobre presión y parte como subpresión frente a la presión estática, ese cambio de presión en el circuito se llama presión de trabajo, de la bomba hasta la conexión del depósito de expansión se produce sobre presión, después subpresión, según el punto de conexión del depósito de expansión se producen diferentes posiciones de la línea de presión de trabajo. Si se conecta la bomba en el lado de succión, la línea de presión de trabajo queda necesariamente sobre la línea de presión estática, para la conexión de la bomba en el lado de presión necesariamente mas abajo.

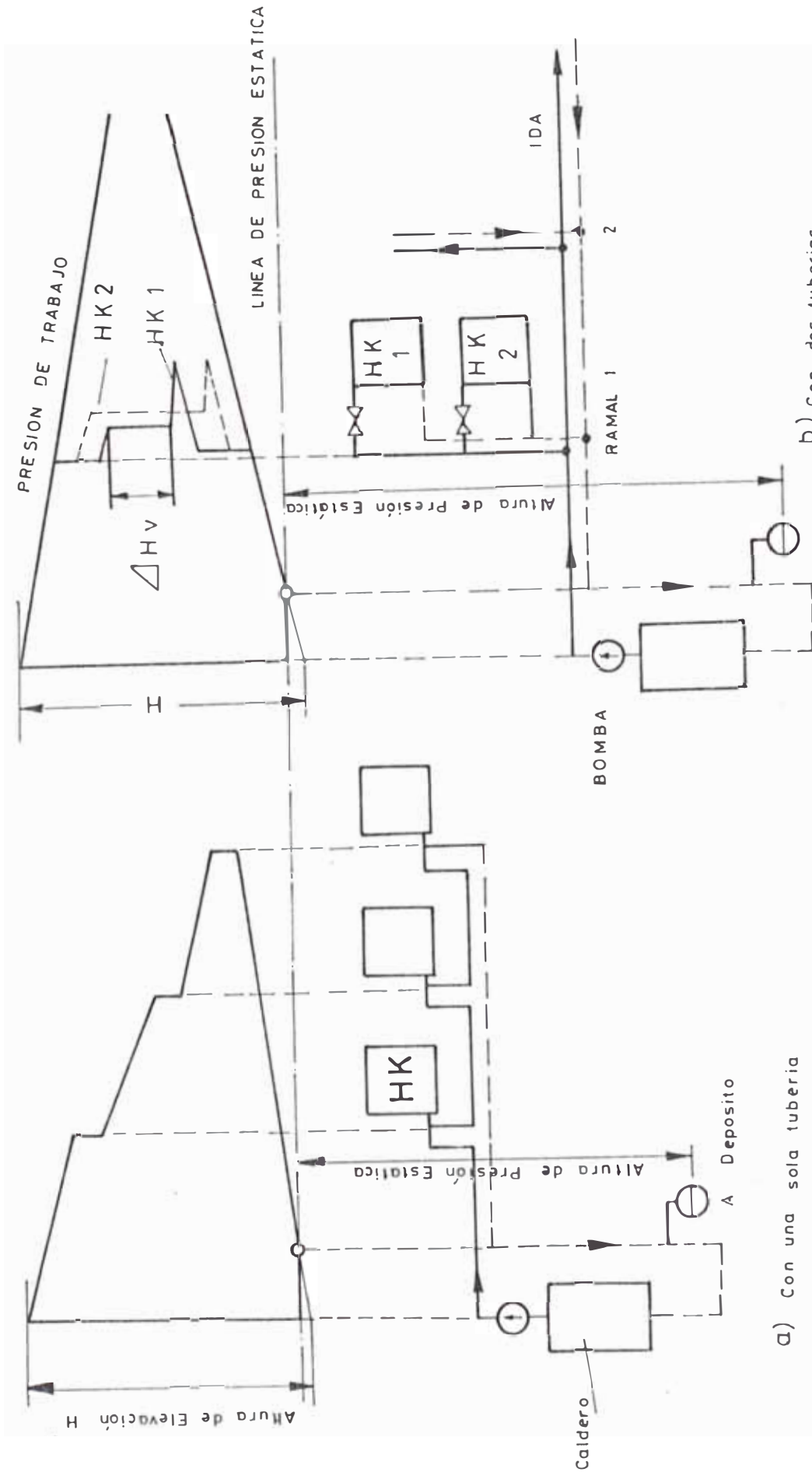
En último caso hay que tener en cuenta, que los calefactores colocados en los puntos mas altos de la presión de trabajo en cada caso debe quedar sobre la presión atmosférica.

Para subpresión se debe succionar aire en el - prensa estopas de la válvula y en la válvula de desaireación.

- Instalaciones Cerradas.

En instalaciones cerradas con depósito de expansión colocados en la parte mas baja, que es lo que ahora mayormente se emplea, se tiene en cuenta las mismas consideraciones que para instalaciones abiertas. En el punto de conexión del depósito de membrana en la red corresponde la presión, la cual es dependiente de la temperatura del agua y la presión de gas del depósito de expansión (Ver.Fig.11). La línea de presión estática oscila en forma paralela según la temperatura del agua hacia arriba o hacia abajo.

Fig.11. Distribución de presión en la red de tubería para instalaciones cerradas.



a) Con una sola tubería

b) Con dos tuberías

Fig. 11 DISTRIBUCION DE PRESION EN LA RED DE TUBERIA PARA INSTALACIONES CERRADAS

H = Altura de Elevación

HK = Calefactor

ΔHV = Extragulamiento de la Válvula del HK 1

- Bombas.

Como bomba se emplean exclusivamente las bombas de recirculación, el cual es accionado por un motor eléctrico. Para reducir la propagación de ruidos en los lugares de contacto de la tubería y el edificio se debe colocar buen aislamiento, las bombas grandes trabajan a bajas revoluciones y los motores no hacen ruido. Para instalaciones grandes se pueden usar varias bombas, la bomba de servicio nocturno debe trabajar con baja potencia. Cuanto mas alta se elige la presión de elevación de la bomba, resulta diámetros de tuberías pequeños ; pero tambien los costos de corriente son mayores. La conexión de la bomba puede ser manual o automática, la conexión automática se puede obtener:

- Dependiente del tiempo, por ejm. bajas revoluciones en la noche.
- Dependiente de la presión.
- Dependiente del caudal.

Con ello se consigue ahorrar energía, reducir los ruidos, evitar fallas en las válvulas termostáticas.

Presiones medias de Elevación,

- Para instalaciones hasta 50KW 0,05...0,3 bar

- Para instalaciones de 50KW
hasta 100KW 0,2...0,5 bar
- Para instalaciones sobre 100KW 0,5...1,0 bar

Según la expansión horizontal de la red de calefacción, se calcula así:

- Para 100 m 0,1...0,2 bar
- Para 500 m 0,4...0,6 bar
- Para 1000 m 0,6...1,2 bar.

Para reducir los costos de la red de tubería y por una correcta conducción de tubería ahora se equipan también en pequeñas instalaciones bombas montadas en tubería con seguro de trabajo. Estas encuentran también gran aceptación en instalaciones grandes. Por seguridad y contra la detención o paralización de una bomba, se pueden usar bombas mellizas con conexión automática.

-1.3 Aparatos de seguridad con agua caliente.

- Depósito de expansión ubicado en la parte superior.

Las instalaciones de seguridad para calefacción de agua caliente sistema abierto o cerrado con depósito de expansión ubicado en la parte superior se usa por ahora muy escasamente pero en -

todo caso estan normalizados según DIN 4751-1(1962).

Todo caldero de calefacción por agua - caliente, el cual es calentado con combustibles, gases de escape, electricidad o tambien con vapor $> 0,5$ bar asi mismo con agua sobre 110°C , tienen que tener para reducir las presiones altas un desbloqueo de seguridad en los conductos de ida (SV) y en los conductos de retorno (SR), los cuales se encuentran en la tubería ascendente que van hacia el depósito de expansión, el cual esta ubicado en la parte mas alta. El SV desenboca hacia arriba en instalaciones abiertas y el SR hacia abajo del depósito de expansión. (Ver Fig.12)

Conducciones de seguridad y depósitos de expansión tienen que ser protegidos contra congelamientos. Para el caso de varios calderos, cada caldero tiene un SV y SR, o los calderos son equipados con válvulas de seguridad de múltiples vias (Ver Fig.13), los cuales producen una indeterminada conexión con la atmósfera al bloquear la conexión con

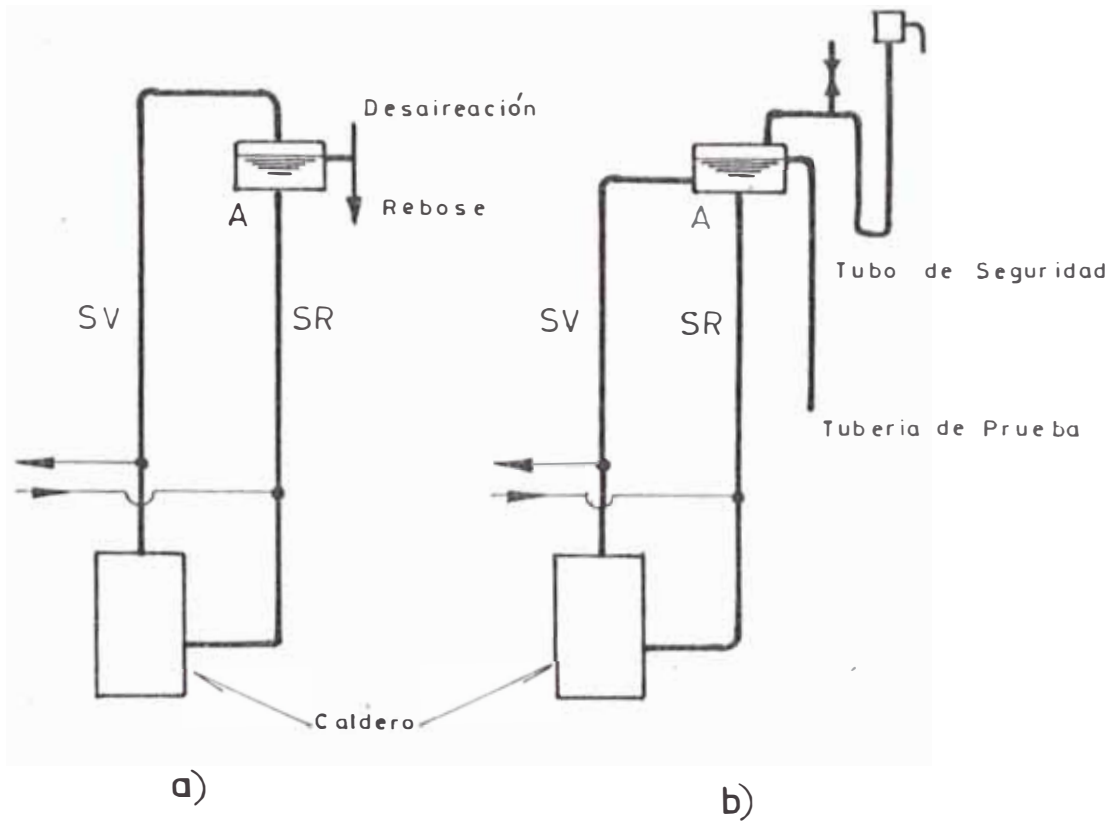


FIG. 12 INSTALACIONES DE SEGURIDAD PARA CALEFACCION DIRECTA CON CALDEROS DE AGUA CALIENTE DE COMBUSTIBLE O VAPOR $> 0,5$ bar

a) _ Depósito de Expansión Abierto

b) " " " Cerrado con tubo de cierre rápido o Válvula de Seguridad

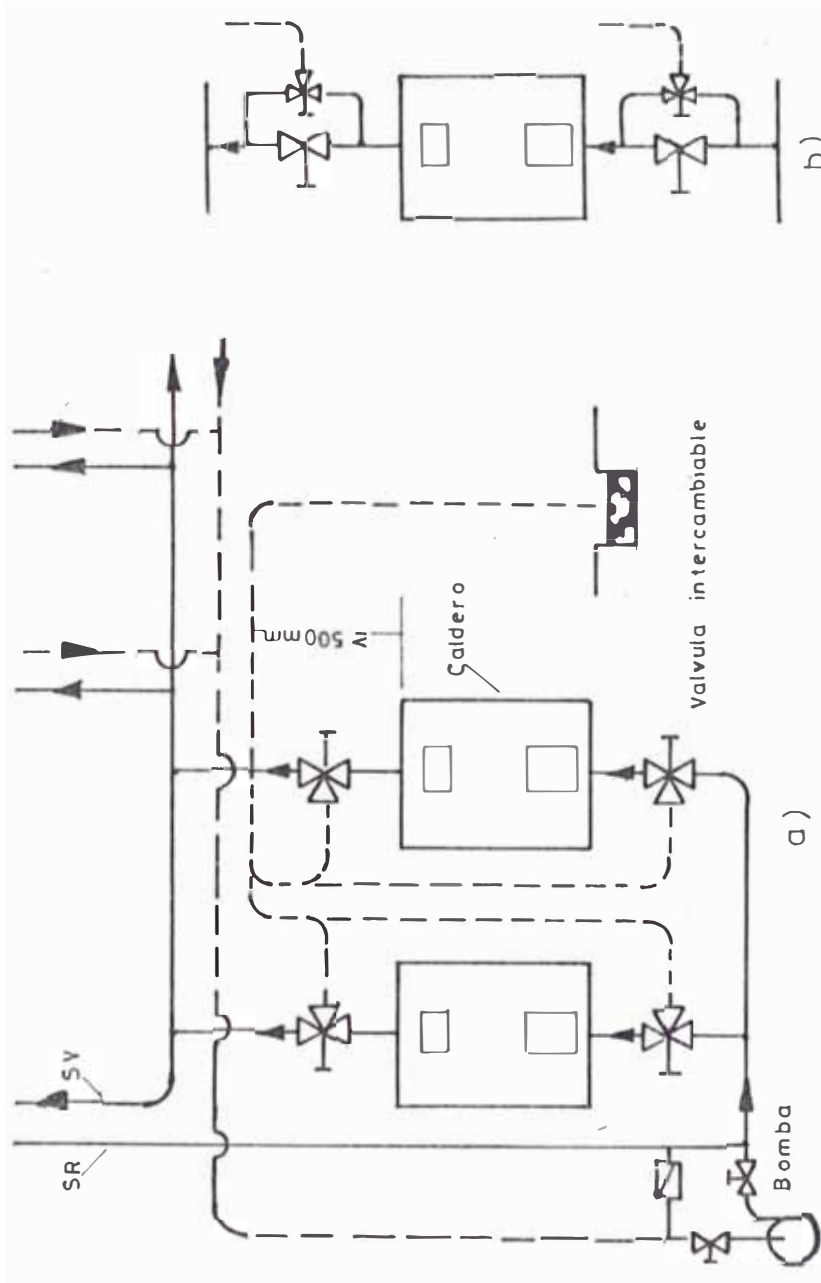


FIG. 13 ORDENAMIENTO DE VALVULAS DE MULTIPLES VIAS PARA CALDEROS DE AGUA CALIENTE

- a) VALVULAS DE MULTIPLES VIAS EN LA IDA Y RETORNO
- b) " " " " EN CONEXION PARALELA

el depósito de expansión a través de una tubería de desfogue.

Para instalaciones hasta 350KW suficiente sólo una conducción de seguridad según DIN 4751-2 (1968) Ver Fig.14 bajo las siguientes condiciones:

- a) Máxima presión estática 15m WS(1,5-bar).
- b) Calefacción rápida y regulable, por ejm. con petróleo, gas, corriente eléctrica.
- c) Seguridad termostática através de un regulador de temperatura y un controlador de temperatura.

Para calefacción de agua caliente sistema cerrado con temperaturas en la ida hasta 120°C el depósito de expansión contiene un tubo de cierre rápido según DIN 4750 (Ver.Fig.12) o una válvula de seguridad. Conexión de conductos de SV y SR debajo del depósito de expansión.

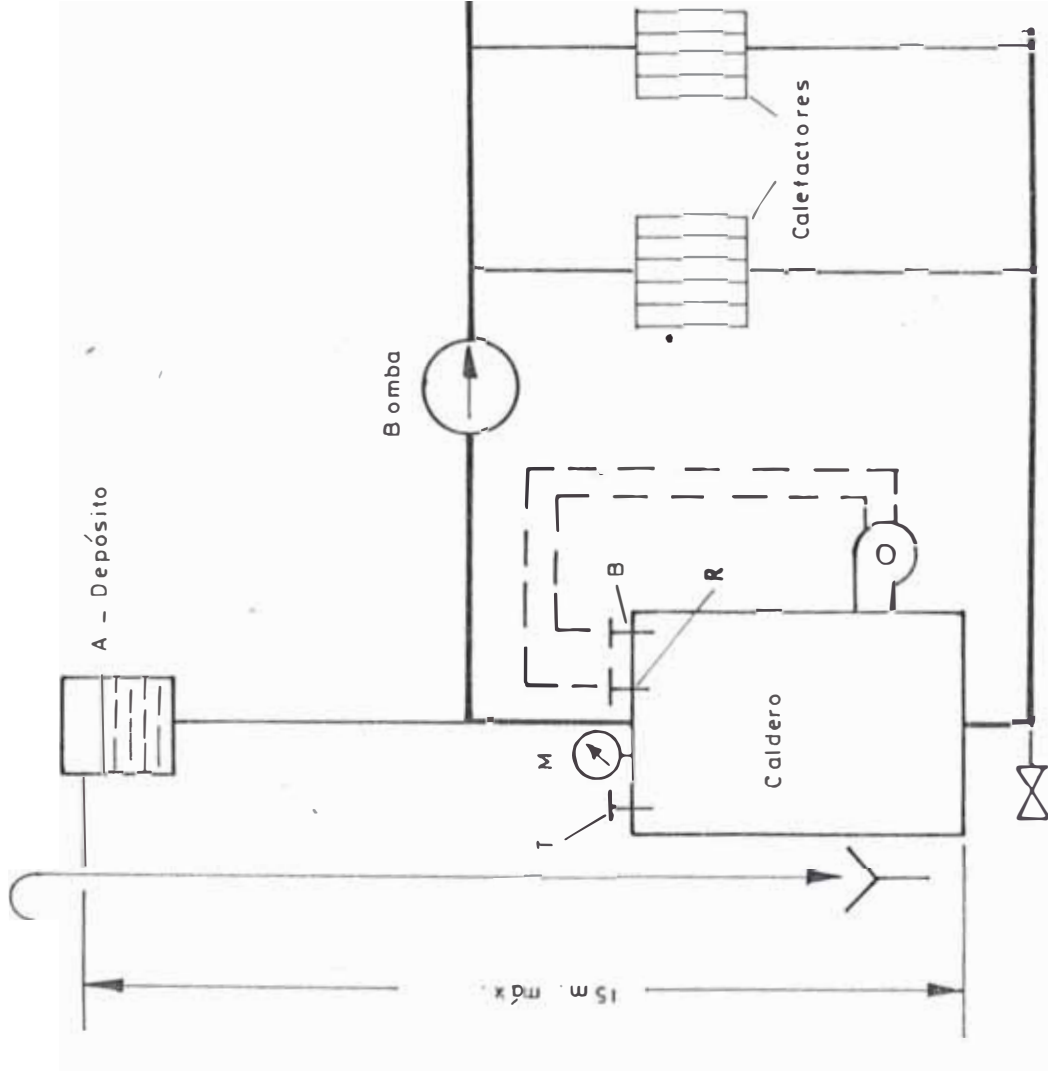


FIG. 14 INSTALACIONES DE SEGURIDAD EN CALEFACCION DE AGUA CALIENTE CON DEPOSITO DE EXPANSION UBICADA EN LA PARTE SUPERIOR SISTEMA ABIERTO (hasta 350 KW)

- B = CONTROL DE TEMPERATURA
- R = REGULADOR DE TEMPERATURA
- T = TERMOMETRO
- M = MANOMETRO

- Depósito de Expansión con Membrana.

En instalaciones cerradas hasta con una capacidad de calefacción de 350KW son ejecutados con depósito de expansión con membrana colocados en la parte mas baja según DIN 4751-2 (1968). Este depósito de expansión es conectado al caldero - solo através de una tubería de expansión y cerca de él. Este es el tipo de construcción que ahora casi usual y exclusivamente se emplea.

Ventajas:

- Ninguna corrosión por oxígeno.
- Ninguna pérdida de agua por evaporación.
- Ningun peligro de congelamiento.
- Fácil colocación.

Son condiciones para esto,

- a) Combustión rápida y regulable, por ejm. - combustión a petróleo o gas.
- b) Altura de presión estática $\leq 15\text{m}$ (1,5 bar)
- c) Protección termostática através de un regulador de temperatura y un seguro limitador de temperatura adicionalmente.
- d) Prueba de Protección, desbloqueo de la valvula de seguridad en el caldero o cerca de él.
- e) Seguro de carencia de agua para instalaciones $> 150\text{KW}$.

- f) Termómetro y manómetro.
- g) Caldero con certificado de construcción según TRD.702.

El depósito de expansión es generalmente - de 2 formas diferentes:

- a) Depósito sin membrana, donde se encuentra aire comprimido sobre la superficie de agua; allí el agua absorbe aire, para esto se tiene que purgar el depósito de tiempo en tiempo. Casi raras veces ejecutado.
- b) Depósito con membrana, donde la membrana supera uno a otro el agua del compartimiento de gas, Ver Fig.15. Esto es lo que normalmente se ejecuta.

La Fig.16 nos muestra una instalación cerrada con el montaje de un tanque almacenador de agua potable, como es lo que ahora mayormente son ejecutados.

Instalaciones de calefacción hasta una capacidad de 93KW con combustibles sólidos - podrían ser equipados igualmente con un depósito de expansión con membrana, así el caldero (caldero con quemador intercambiable) tiene que tener montado a él una segu

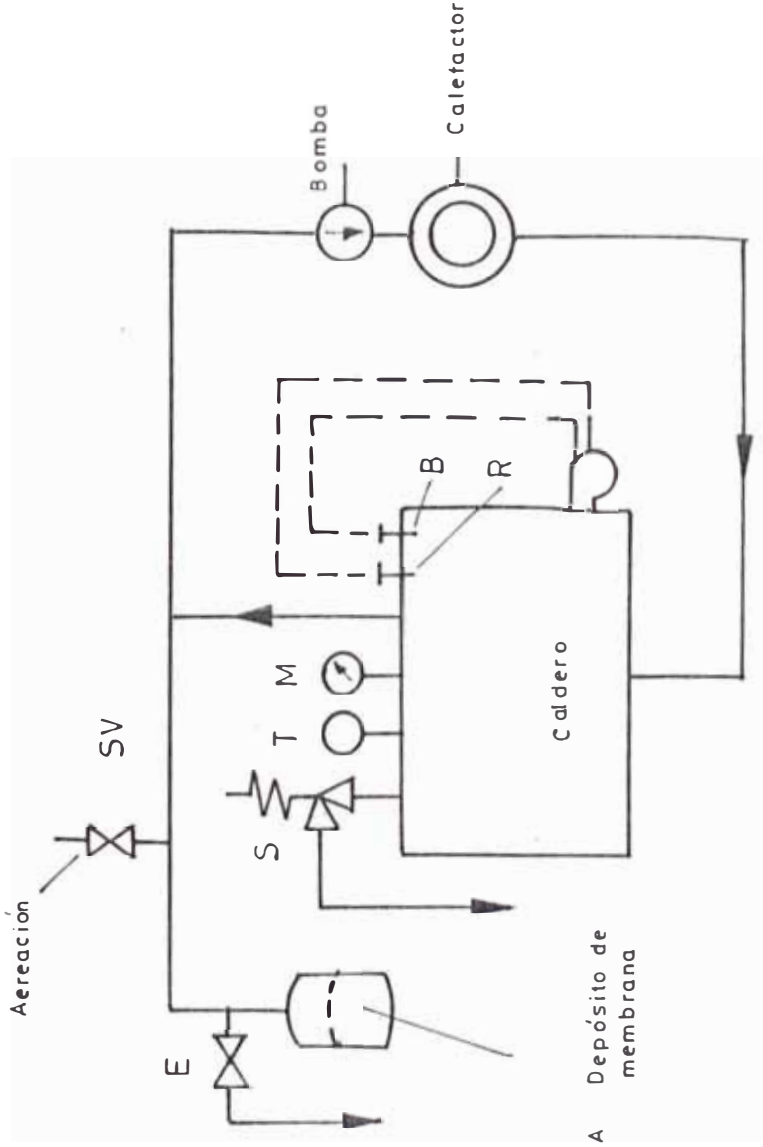


FIG. 15.-INSTALACIONES DE SEGURIDAD PARA CALEFACCION DE AGUA SISTEMA CERRADO CON DEPOSITO DE MEMBRANA hasta (350 KW)

- B LIMITADOR DE TEMPERATURA
- E VALVULA DE DESFOGUE
- M MANOMETRO
- R REGULADOR DE TEMPERATURA
- S VALVULA DE SEGURIDAD
- T TERMOMETRO

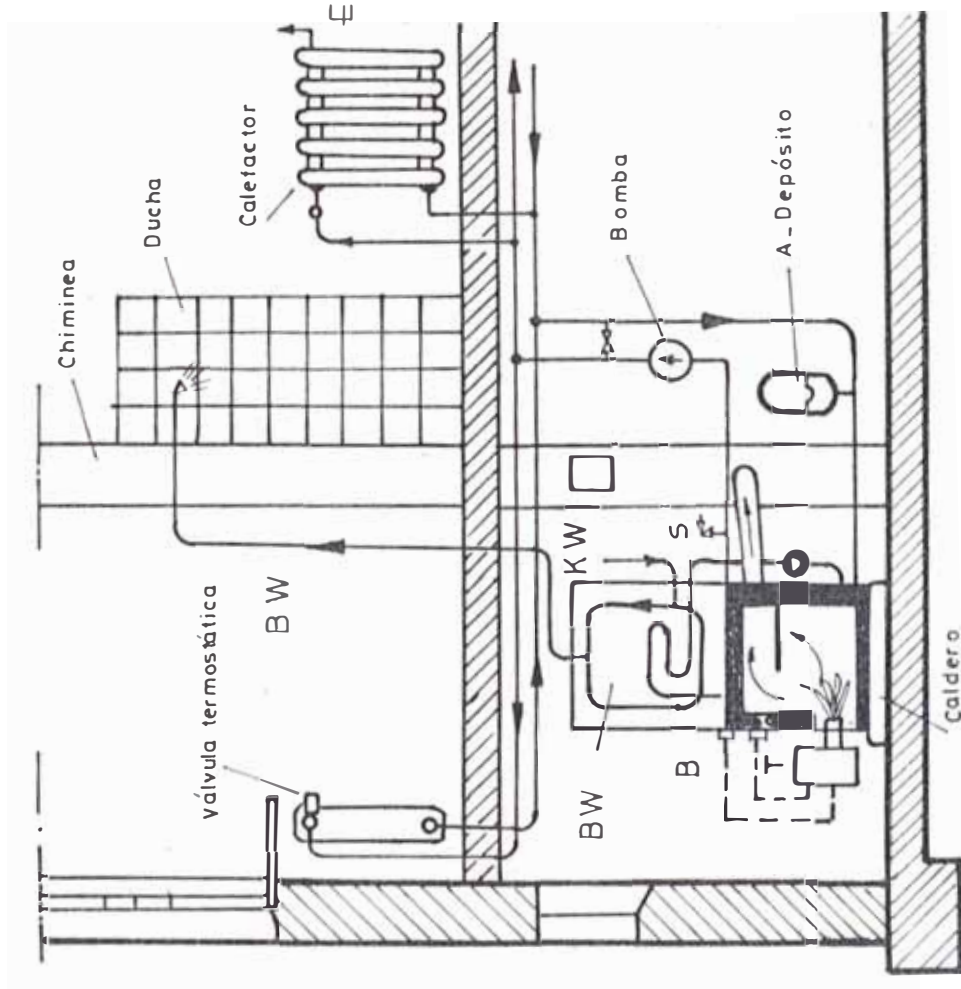


FIG. 16 CALEFACCION DE AGUA CALIENTE SISTEMA CERRADO CON DEPOSITO DE EXPANSION DE MEMBRANA Y TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA

- BW = AGUA POTABLE
- S = VALVULA DE SEGURIDAD
- KW = AGUA FRIA
- B. = LIMITADOR
- E. = DESAIREADOR
- T = REGULADOR DE TEMPERATURA

ridad termostática de desagüe, para reducir una sobrepresión peligrosa que se presente. El seguro consiste esencialmente de un intercambiador de calor, el cual está conectado a la tubería de agua fría. Si la temperatura del agua sube los 90°C , automáticamente se abre una válvula, tal que fluya agua fría a través del intercambiador y el calor sobrante en forma de agua caliente circule tanto tiempo pueda, hasta que el peligro pase (Fig.17). El intercambiador de calor puede ser también un depósito almacenador de agua.

El intercambio de un quemador de petróleo o gas a quemador de combustible sólido solo es posible pero con dificultades.

Para instalaciones con varios calderos con tiene ya sea cada caldero su propio depósito de expansión o un solo depósito de expansión para el conjunto, pero cada caldero es conectado sobre una válvula de cierre de seguridad (Ver.Fig.18).

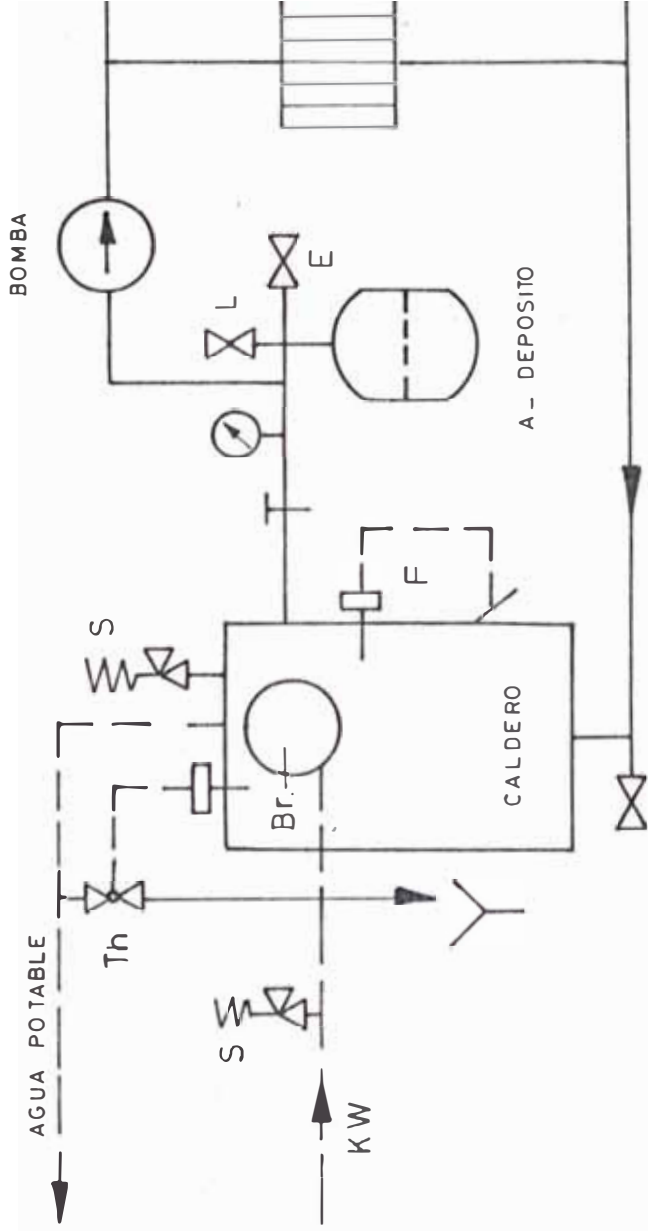


FIG. 17 INSTALACION DE SEGURIDAD PARA CALEFACCION DE AGUA CALIENTE CON COMBUSTIBLE SOLIDO Y DEPOSITO DE EXPANSION CON MEMBRANA HASTA 93 KW.

Br = CALENTAMIENTO DE AGUA POTABLE

F = REGULADOR DE FUEGO

L = DESAIREADOR

Th = SEGURIDAD TERMOSTATICA DE DESAGUE

S = VALVULA DE SEGURIDAD

Fig.18 Instalación de calefacción con 2 calderos y un solo depósito de expansión con membrana según DIN 4751.

-1.4 Calefacción de Superficies con agua caliente.

Bajo la denominación de calefacción de superficies se entiende aquella calefacción, en las cuales se produce emisión de calor a los ambientes a través de superficies calientes del mismo ambiente, por ejm. superficies de techo, de suelo o paredes, la calefacción de superficies se realiza casi sin excepción con agua caliente.

Para la calefacción de techo el calor es emitido de los tubos calientes alineados la mayor parte de calor se emite del techo por radiación, por eso también se le denomina calefacción por radiación, -

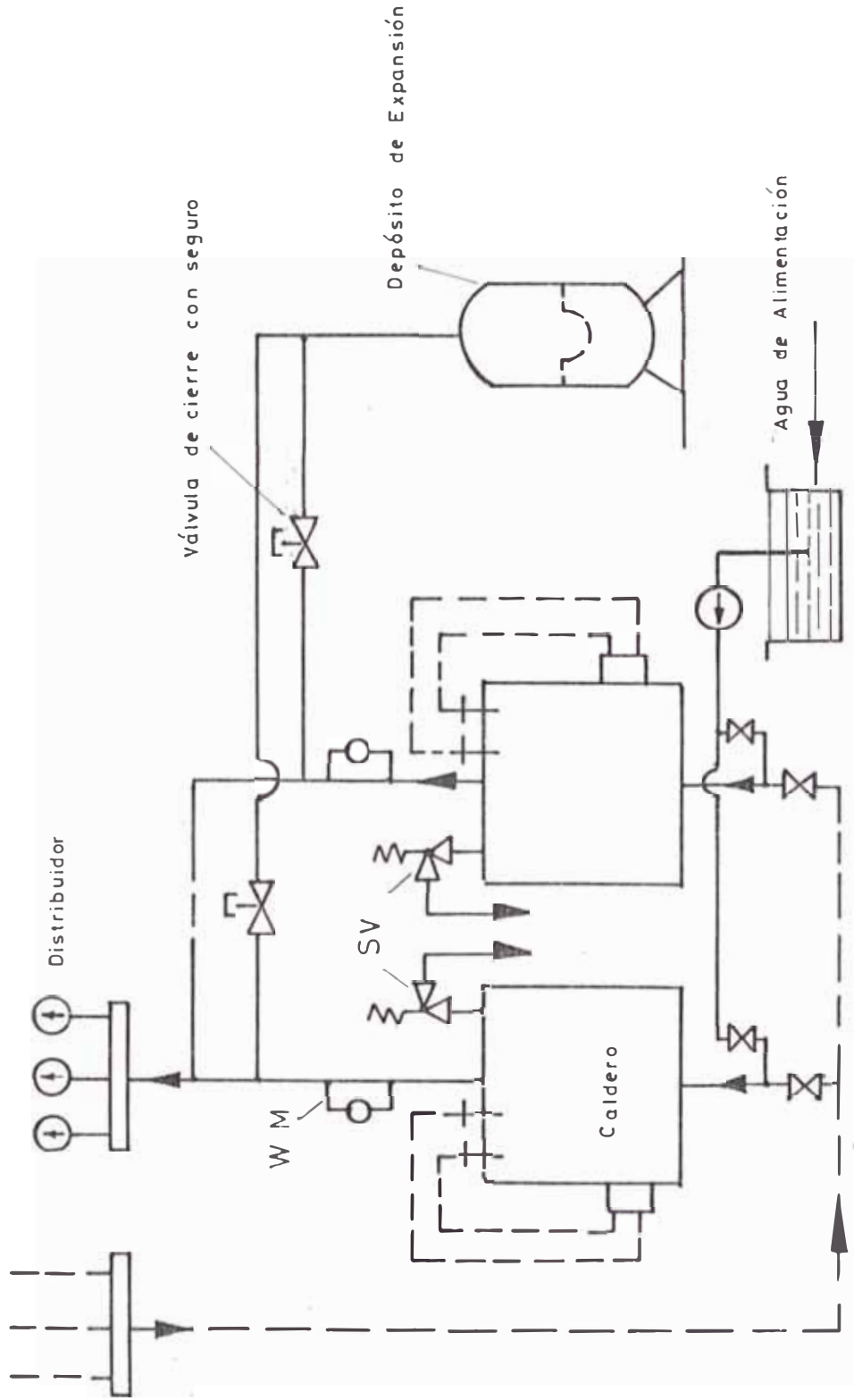


FIG. 18 INSTALACION DE CALEFACION CON 2 CALDEROS Y UN SOLO DEPOSITO DE EXPANSION CON MEMBRANA SEGUN DIN 4751

WM. = SEGURO POR FALLA DE AGUA

SV = VALVULA DE SEGURIDAD

en el cual la radiación térmica que sale del techo caliente incide en las superficies de las paredes, estas se calientan y nuevamente emiten calor en todas direcciones parte por radiación y parte por convección, este tipo de calefacción se ejecuta aun ahora pero casi raramente.

Para el caso de calefacción de suelo, - que en los ultimos tiempos se está pro - pagando mucho, se empotran conductos calientes en el hormigón, en el solado o en la madera de los pisos del ambiente , la temperatura del piso no debe sobrepasar de un determinado valor en las superficies, ya que en todo caso se presentarían dificultades en el piso.

Para el caso de calefacción de pared (calefacción de paneles), estas superficies de calefacción en las paredes son las que en definitiva son mas utilizados, principalmente en las paredes exteriores debajo de las ventanas.

Ventajas para calefacción por radiación:

- No es necesario sitio para calefactores en los ambientes, son invisibles.
- Nada de acumulación de polvo en los ca

lefactores.

- Bajas temperaturas de aire y por consiguiente adecuado calentamiento fisiológico de las personas.
- Posibilidades de bajas temperaturas de ida, favorable para calefacción con bomba térmica y solar.
- Posibilidades de enfriamiento ambiental en verano a través del empleo de agua refrigerada.

Desventajas:

- Demasiada inercia y por consiguiente poca aptitud de regulación.
- Ninguna posibilidad de hacer cambios posteriores de superficies de calefacción.
- Costos elevados por gastos de construcción.

— 2 Calefacción con Vapor.

Para la calefacción con vapor se emplea como fluido transmisor vapor, el cual se genera en un caldero para luego ser distribuido por tuberías a los calefactores, aquí se condensa y como condensado retorna de vuelta al caldero, y así el ciclo se repite nuevamente.

Se diferencian:

- Según la conexión con la atmósfera:
Calefacción de vapor abierto y cerrado.
- Según la presión de vapor:
Calefacción de vapor con alta presión, baja presión y vacío.
- Según el sistema de tuberías:
Sistema de un tubo, sistema de dos tubos.
- Según la ubicación del distribuidor principal de vapor:
Distribución en la parte superior e inferior.
- Según la ubicación de la tubería de condensado:
Retorno de condensado por la parte superior (seco).
Retorno de condensado por la parte inferior (humedo).
- Según el tipo de retorno de condensado:
Retorno por caída natural y forzado.

A través de la combinación de éstas diferentes posibilidades se ejecutan muchos otros tipos de calefacción con vapor.

Para calefacción de viviendas y oficinas se emplea casi raramente vapor, a veces para uso de ambientes provisionales o periódicas como salas de exhibiciones, de exposiciones etc, así como en cocinas, lavanderías y para fabricas, el vapor se utiliza para otros fines.

-3 Calefacción con Aire Caliente.

La calefacción con aire caliente utiliza circulación de aire como fluido transmisor, el aire calentado en un equipo calefactor es distribuido por conductos de aire a los ambientes a calefaccionar, aquí se enfría y retorna nuevamente al equipo y así el ciclo se repite de nuevo, este sistema también se denomina calefacción de aire directo o inmediato, en forma contraria a la calefacción de aire indirecto o mediato, para la cual se emplea agua o vapor como fluido transmisor intermedio.

Se diferencian:

Según la circulación de aire provocado por la fuerza de inercia:

- Calefacción de aire por gravedad (ca-

lefacción de aire por empuje).

- Calefacción de aire por ventilador - (aire caliente automático).

Según el porcentaje de aire caliente:

- Calefacción de aire recirculado, para la cual el aire recircula constantemente.
- Calefacción de aire fresco, para la cual todo el aire a calentar es tomado del exterior.
- Calefacción de aire mezclado, para la cual se mezcla el aire exterior con el aire recirculado.

Según el medio calefactor:

- Calefacción de aire con quemador de carbón e intercambiador de calor.
- Calefacción de aire con quemador de petróleo e intercambiador de calor.
- Calefacción de aire con quemador de gas e intercambiador de calor.
- Calefacción de aire con electricidad e intercambiador de calor.

-3.1 Calefacción con aire caliente natural.

Este tipo de calefacción fue empleado anteriormente principalmente para pequeñas viviendas unifamiliares, además

de ésto para pequeñas salas, escuelas, iglesias y otros ambientes parecidos.

El generador de aire caliente se encuentra en lo posible en el medio y debajo del ambiente a calefaccionar, mayormente en el sótano del edificio. El puede calentar con carbón, petróleo o gas.-

El equipo calienta el aire con temperaturas de 50 hasta 80°C y lo distribuye a través de conductos o canales a los ambientes a calefaccionar, el movimiento de aire se logra debido a la diferencia de peso específico entre el aire caliente y el aire frío. Cada ambiente tiene conductos de recirculación a la estufa, actualmente no tiene mucho significado este tipo de calefacción y ha sido reemplazado por la calefacción forzada o por ventilador.

-3.2 Calefacción con aire Caliente Forzado.

Este tipo de calefacción se caracteriza por que emplea un ventilador generado eléctricamente para producir y hacer circular el aire. (Ver Fig.19).

Ventajas:

- Pequeñas dimensiones de conductos para la misma capacidad de calefacción.
- Mayor independencia en la conducción de conductos.
- Se consigue una mayor capacidad de calefacción.
- Calentamiento rápido.
- Buena regulación.
- Posibilidades de empleo adicional con equipos de preparación de aire como filtros de polvo, enfriadores de aire, humidificadores, recuperadores de calor, etc.

Desventajas:

- Altos costos así como consumo constante de corriente eléctrica.
- Mas mantenimiento.

Fig.19 Principio de calefacción con aire caliente por ventilador.

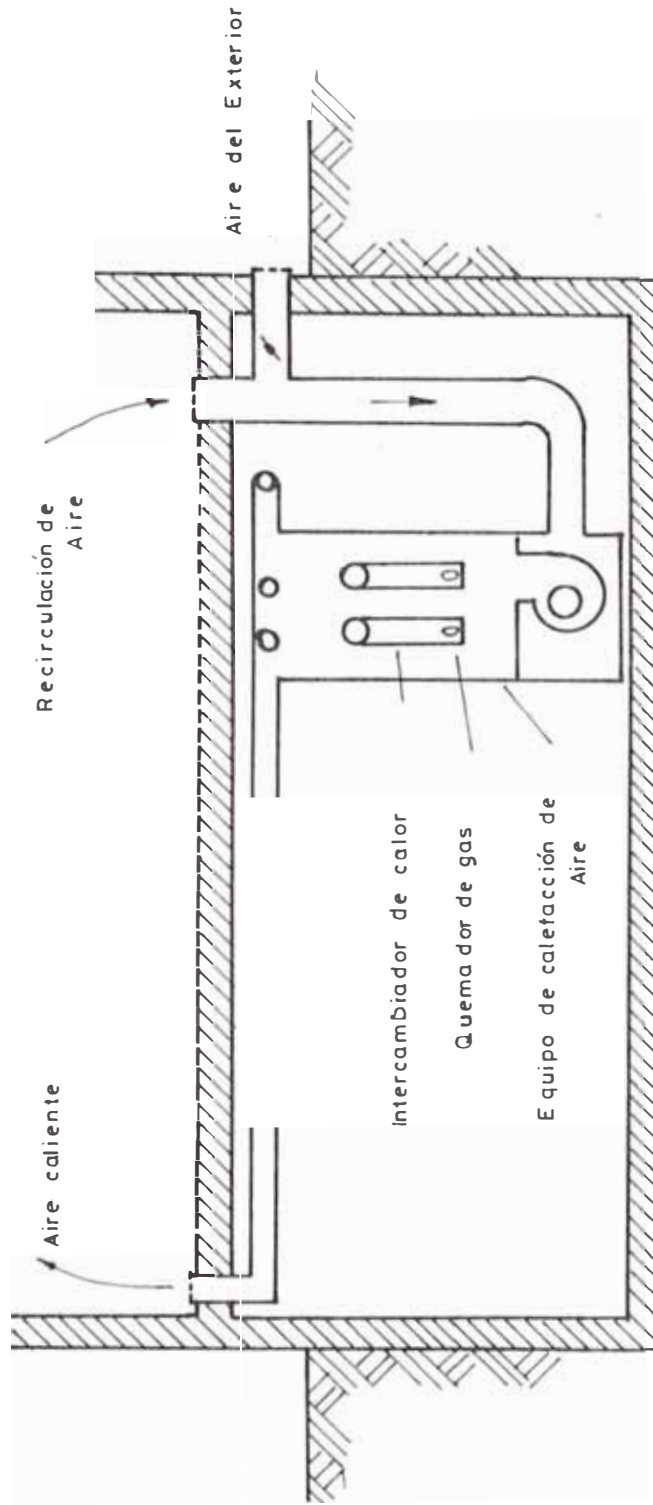


FIG. 19 PRINCIPIO DE CALEFACCION CON AIRE CALIENTE POR VENTILADOR

3.2.3 Sistema de Calefacción a Distancia.

Este tipo de calefacción es empleado para - centros hospitalarios, cuarteles, fábricas, grupo de edificios, pequeños pueblos o un barrio urbano, con una central de calefacción o casa de fuerza donde se genera el calor producido por un combustible y después es distribuido en forma individual a los edificios.

La calefacción a distancia consiste de las siguientes partes principales:

- Casa de fuerza con calderos, hogar, chimenea, almacén de combustibles, bombas, tratamiento de agua, instalaciones de mediciones y accesorios.
- Red de tubería para calor a gran distancia, el cual conduce a los diferentes edificios el vapor, agua caliente o agua sobrecalentada.
- Estación de suministro, en donde se transfiere el calor de la red de tubería a distancia hacia el interior de las viviendas.
- Red de tubería en el interior de las viviendas, el cual distribuye el calor dentro del edificio hacia los diferentes am-

bientes o calefactores y/o otros consumidores de calor.

Importante para la construcción de un sistema de calefacción a distancia es que se debe demostrar su economía, y para esto - se debe tener en cuenta principalmente los siguientes puntos de vista:

- Densidad Calorífica para su aprovisionamiento en el lugar:
 - Densidad superficial (MW/Km²)
 - Densidad lineal (MW/Km)
 - Venta de corriente (para una central - térmica)
- Estructura para su aprovisionamiento en el lugar:
 - Posibilidades de instalar una central de calefacción, sala de calderas,
 - Capacidad de transporte de los combustibles y acarreo de cenizas.
 - Malestar de sustancias dañinas:SO₂, polvo, cenizas.
 - Valores permitidos de emisión - inmisión
 - Malestar de ruidos.
- Elección del sistema de parámetros del sistema de calefacción:
 - Temperatura de ida y retorno.

- Presión y temperatura de vapor (utilización del calor).
- Pico máximo de potencia.
- Horario de utilización anual.

- Conducción de tubería y construcción de red:
 - En canal, canal abierto, durabilidad.
 - Seguridad de aprovisionamiento (sistema de UN-DOS-TRES conductos).
 - Accesibilidad de la conducción de tubería (ciudades grandes, pequeñas, terreno abierto).
 - Agua subterránea, agua por infiltración, agua salobre.
 - Tipo de terreno.

- Conducción de operación de la central de calefacción.
 - Reglamentación de caldero de vapor con o sin supervisión cambio de turno.

Ventajas de un sistema de calefacción a distancia:

- Supresión del transporte de combustible y cenizas en forma individual.
- Utilización barato de combustible, por ejm. basura o lastre de carbón.
- Gran economía en la utilización de com-

bustible.

- Gran seguridad de operación por la operación intercambiable de varios calderos.
- Ahorro de espacio, nada de sotano de calefacción, nada de almacén para combustible, nada de chimenea para el consumidor.
- Nada de servicio de operación, alta protección contra incendios.
- Disminución de la molestia de humos y residuos de SO₂.

Subdivisión de los sistemas de calefacción a Distancia.

Según el fluido transmisor:

- Calefacción con agua caliente con temperatura hasta 100°C.
- Calefacción con agua sobrecalentada con temperatura hasta 120°C.
- Calefacción con agua sobrecalentada con temperatura sobre 120°C.
- Calefacción con vapor.

Según el tipo de Conexión:

- Directo, donde el medio de calefacción sale indeterminadamente a la red de tubería del comprador.

- Indirecto, donde se interconecta un intercambiador de calor.

Según el Tamaño:

3 hasta 1000 MW.

Según el número de ambientes a calefaccionar.

Según el tipo de edificio a calefaccionar:

- Calefacción de bloque.
- Calefacción de fábricas.
- Calefacción de ciudades.

3.2.4 Sistemas Especiales de Calefacción.

Por el consiguiente aumento de los precios de la energía en los últimos años, digamos el petróleo, actualmente se tiene por objeto, a través del ahorro de energía y la utilización de energías alternativas, disminuir la dependencia del petróleo y el gas.- - Principalmente esto es importante en la técnica de calefacción, así por ejm. en Alemania para calefacción de viviendas se necesita cerca del 40 % del consumo total de energía, de los cuales actualmente cerca del 80 % se abastecen por petróleo y gas.

Frente a esto desarrollar nuevas tecnologías

son aún un gran riesgo, los cálculos económicos en la mayoría de las veces conducen a resultados muy desfavorables, las energías alternativas que actualmente han logrado un standart de desarrollo son las llamadas:

- Calefacción con bomba calorífica o térmica, accionado con electricidad, petróleo o gas.
- La utilización de energía solar con colectores y absorbedores.

El resto de energías alternativas, como el viento, calor de la tierra, celulas solares, biomasa, etc, actualmente tienen poco significado, estos podrían cubrir tambien según datos actuales en el año 2000 solo algo de 6 - 7 % de la demanda total.

-1 Calefacción con Bomba Térmica.

Con la bomba térmica es posible, bajo el empleo de trabajo en un proceso de ciclo absorber calor de las inmediaciones y emplear esto luego para calefacción en un nivel de temperatura mas alto, donde la cantidad de calor es un equivalente térmico múltiple del trabajo empleado, por ejm se puede alcanzar con accionamiento eléctrico de la bomba térmica, es decir

por cada KW de potencia de motor un aprovisionamiento de calor de 3 a 4 KW, mientras que para la calefacción por resistencia directa conocido es que se entrega como máximo 1 KW de calor.

La totalidad de calor a disposición para fines de calefacción esta conformado de 2 partes: Alto bombeo térmico de baja a alta temperatura y el equivalente térmico del correspondiente trabajo utilizado.

La bomba térmica trabaja casi como la maquina de regrigeración solo con la diferencia, de que no se hace para conseguir la capacidad frigorífica del evaporador, sino la capacidad calorífica del condensador.

Para la bomba térmica se puede utilizar para fines de calefacción fuentes de calor relativamente fríos como aguas subterranas, terrenos, aire exterior, por ejm. para calefacción de ambientes, para preparación de agua caliente, calentamiento de piscinas etc, sobre recuperación de calor se habla, si es que por ejm. mediante la bomba térmica se aprovecha el calor de las aguas servidas para calenta

miento de agua potable o el calor del aire de salida de una instalación de calefacción para el calentamiento del aire de entrada del exterior en un sistema de calefacción.

Además es posible una doble utilización en cada máquina de refrigeración, si al mismo tiempo se puede disponer de una demanda de calor y una demanda de frío a la vez, este es el caso, si es que en una parte de un edificio existe calor sobrante y en otra parte se tiene que calefaccionar, relación parecida se presenta, - si al costado de una piscina a calefaccionar existe una pista de hielo a refrigerar.

Tambien en numerosas industrias de procesos existe la posibilidad de emplear la bomba térmica para ahorrar energía.

-2 Calefacción con Energía Solar.

El sol emite diariamente una enorme cantidad de energía a la tierra, en las afueras de las capas límites de la atmósfera algo de 1,35 KW/M², en la superficie de la tierra máximo algo de 1,0 KW/M².

Hace tiempo que se hacen esfuerzos para que ese calor se aproveche para fines de calefacción, un real éxito se tiene naturalmente solo en aquellos lugares, donde brille el sol por largos períodos en los meses fríos, por ejm. en Huaráz el sol - brilla algo de 2,400 horas en el año.

Otras instalaciones de diferente tipo y potencia para su aprovechamiento en corriente eléctrica o procesos térmicos están ya en operación o en construcción. Generalmente la calefacción solar trabaja de acuerdo al grado de latitud en forma - tal que, la energía solar es absorbido - con colectores y a través de agua mezclado con protectores de congelamiento o apropiados aceites sintéticos como fluido transmisor son conducidos a un tanque de almacenamiento. Luego el agua calentada en ese tanque de almacenamiento se emplea para - calefacción. Los colectores son colocados generalmente en techos, pero asimismo podrían ser colocados en otros lugares cerca de las viviendas.

3.3 Tareas y Exigencias de una Instalación de Calefacción.

Están impuestas por:

- Medidas para ahorrar y racionalizar el empleo de energía, con recuperación de calor.
- Incremento de confort y rentabilidad de operación, ser concientes del aumento de energía y protección de calor.
- Modernización de las construcciones antiguas, re agruparlo con fines de calefacción.
- Descenso en la construcción de viviendas unifamiliares, por límites de crecimiento.
- Reducir el malestar de contaminación, con leyes de protección de emisiones.
- Estrecho enlace con la técnica de ventilación y climatización.

3.3.1 Tareas:

Las tareas de cada instalación de calefacción consiste en que, la vivienda o ambiente de trabajo debe ser calentado tal que, utilizando la energía óptima se logre un clima ambiental confortable. Exactamente se dice que la tarea consiste en regular, la emisión de calor del cuerpo de las personas en las temporadas frías a través del calentamiento del medio que lo envuelve en un determinado lugar,

tal que se pone en equilibrio entre la producción de calor y la emisión de calor y la persona se sienta con un calor fisiológico confortable.

Los factores que influyen para esto fuera de la vestimenta son principalmente:

- La temperatura del aire.
- La temperatura media de la pared.
- La humedad del aire.
- El movimiento del aire y
- La purificación de aire.

En calefacción tiene influencia directa solo 2 de estos 5 factores, la temperatura del aire y la temperatura media de la pared (incluso las superficies de calefacción), los demás factores tienen influencia en las instalaciones de climatización.

3.3.2 Exigencias.

En instalaciones de calefacción podrían estar resumidos como sigue:

- a) Calefacción económica, a través de la adecuada elección del sistema y puesta en operación.
- b) Funcionamiento sin interrupciones y adecuada seguridad de operación, a través de

buena calidad; cuidadoso montaje (por ejm disminución de ruidos); exácta regulación; convenientes medidas de seguridad (considerar todas las prescripciones); contrato de mantenimiento; asesoramiento.

- c) Adecuado confort, a través de una cuidadosa planificación; óptima regulación; buena distribución de temperatura (por ejm. elección y ordenamiento de las superficies de calefacción); servicio fácil; disminución de molestias por malos olores, Propagación de malos olores, molestias por calor de radiación y aparición de tensiones; mantenimiento rápido; suficiente ventilación; buen aspecto.

3.4 Sistema de Calefacción Elegido.

Para esto vamos a tener en cuenta todos los factores de influencia así como las indicaciones y advertencias para su planificación y ejecución, consideraremos 3 puntos de vista.

3.4.1 Puntos de vista técnicos de Calefacción.

- a) Elección del sistema de calefacción, éste tiene que ser económico y para nuestro caso consideramos:
- Tipo de construcción del edificio: Plana.

- Tamaño : Sección de Pediatría y Maternidad : 542 M2.
 - Construcciones antiguas y pesadas : 1856 Kg/M2.
 - Sin sótano.
 - Muchas áreas de vidrio : 60 M2.
 - Altura de ambiente : 2,75 m.
 - Distribución de ambientes : 30 ambientes.
 - Tipo de utilización de los ambientes : para Pediatría y Maternidad.
 - Funcionamiento sin interrupciones.
 - Estancia de personas: las 24 horas.
 - Distribución de temperatura constante : 22°C.
 - No hay instalaciones de ventilación.
- b) Elección de la forma de energía y tipo de hogar, consideramos:
- El edificio de Pediatría y Maternidad - es antigua.
 - Los servicios son las 24 horas.
 - Distante a la casa de fuerza
 - Demanda neta de calor : 25 KW.
- c) Elección del generador de calor:
- El montaje sera, en un pequeño cuarto adicional.
 - Con intercambiador de calor.

- Con chimenea.
 - Con instalaciones de seguridad.
- d) Elección de las superficies de calefacción:
- Caso de hospitales.
 - Ambientes de camas y de trabajo.
 - Piso de loza.
 - Confortable para niños.
 - Con áreas de ventanas.
- e) Elección de material y distribución de tubería:
- Construcciones de un piso.
 - Tuberías para agua caliente.
- f) Elección de la regulación:
- Regulación automático y manual
 - Para calefacción con agua caliente por bombeo.
 - Con utilización de calefactores.

3.4.2 Puntos de vista constructivos.

En la técnica de suministros, eso quiere decir en el campo técnico de calefacción, ventilación, climatización, sanitarios, electricidad están conectados muy estrechamente con la construcción por eso es necesario tener conocimiento sobre materiales, elementos de

construcción, formas de construcción para -
nuestro caso vamos a considerar:

- La conducción de tubería, por el techo.
- Tuberías, serán aisladas.
- Paredes exteriores, renovadas.
- Puertas principales, hermetizadas.
- Cuarto auxiliar de calderas con chimenea,
serán construidos.

3.4.3 Puntos de vista de Organización y Rentabili- dad de funcionamiento.

Conjuntamente con los conocimientos técnicos en nuestro caso se abarca también los problemas de rentabilidad de operación y de cálculo tratándose de una zona que se encuentra sobre los 3000 metros sobre el nivel del mar.

Con esto y tomando en cuenta las consideraciones generales para el sistema de calefacciones en hospitales así como analizando las ventajas y desventajas de todos los sistemas de calefacción escogemos para nuestro caso:

- Tipo de Energía : PETROLEO
- Tipo de Generador de Calor: CALEFACCION -
CENTRAL CON CALDERO E INTERCAMBIADOR DE CA
LOR.
- Tipo de Emisión de Calor: MONTAJE CON CALE

FACTORES DEL TIPO RADIADORES.

- Temperatura de Agua: TEMPERATURAS USUALES HASTA 90°C.
- Tipo de Conducción y Material de Tubería: DE DOS TUBOS, CON INSTALACION CENTRAL Y CALDERO EN CUARTO ADYASCENTE, TUBOS DE FIERRO GALVANIZADO.
- Sistema Elegido: CALEFACCION CON AGUA - CALIENTE POR BOMBEO.
- Distribución de agua de Calefacción: POR LA PARTE INFERIOR.
- Instalación de tubería : CERRADA.
- Montaje de bomba : A LA IDA.
- Ubicación del depósito de expansión : EN LA PARTE INFERIOR.

4.
CALCULO DE LA DEMANDA DE CALOR SEGUN NORMAS DIN 4701 Y
ESQUEMA DE PRINCIPIO DEL SISTEMA DE CALEFACCION.

4.1 Estructura del Cálculo.-

A las condiciones normales (CN) la demanda del calor \dot{Q}_N esta conformada por la suma de la demanda de calor por transmisión \dot{Q}_T y la demanda de calor por ventilación \dot{Q}_L :

$$\dot{Q}_N = \dot{Q}_T + \dot{Q}_L \quad (1)$$

4.2 Temperaturas.-

4.2.1 Temperatura exterior a CN.- Para el cálculo de la demanda de calor es necesario fijar la temperatura exterior de un lugar con el promedio de las temperaturas mas bajas ocurridas en 2 días (\mathcal{V}'_a) y en el transcurso de los últimos 20 años, aquí se toma en cuenta también la estructura física del edificio ; para ello se considera una correctura de temperatura exterior. ($\Delta \mathcal{V}_a$) :

$$\mathcal{V}_a = \mathcal{V}'_a + \Delta \mathcal{V}_a \quad (2)$$

Aquí significa :

t_a = Temperatura exterior a las CN.

Δt_a = Corrección de temperatura exterior.

La corrección de temperatura exterior Δt_a se obtiene en dependencia con el tipo de construcción así:

Construcción Ligera : $\Delta t_a = 0 \text{ K}$

Construcción Pesada : $\Delta t_a = 2 \text{ K}$

Construcción Muy Pesada: $\Delta t_a = 4 \text{ K}$

Estas construcciones físicas se fundamenta en el siguiente orden:

Construcciones Ligeras:

$$\frac{m}{\Sigma A_s} < 600 \text{ Kg/m}^2. \quad (3)$$

Construcciones Pesadas:

$$600 \leq \frac{m}{\Sigma A_s} \leq 1400 \text{ Kg/m}^2. \quad (4)$$

Construcciones Muy Pesadas:

$$\frac{m}{\Sigma A_s} > 1400 \text{ Kg/m}^2. \quad (5)$$

Aquí significa:

m = Masa de contención de la estructura

ΣA_s = Suma de todas las superficies exte -

riores del ambiente (ventanas y paredes exteriores).

La correctura de temperatura exterior queda fijado uniformemente para todo el edificio.

La masa de contención relacionado a las superficies exteriores se calculará solo para el ambiente mas desfavorable como máximo - con dos paredes exteriores (valor mas bajo).

$$m = \sum (0,5 m_{\text{stahl}} + 2,5 m_{\text{holz}} + m_{\text{Rest}})a + 0,5 \sum (0,5 m_{\text{stahl}} + 2,5 m_{\text{holz}} + m_{\text{Rest}})i \quad (6)$$

Aquí significa:

m = masa de la estructura

Indices:

- ... stahl = Estructura de metal.
- ... holz = Estructura de madera.
- ... Rest = Estructura de Otros materiales.
- ... a = Masa de superficies exteriores.
- ... i = Masa de superficies interiores.

4.2.2 Temperatura interior a CN.- Aquí se emplea una "temperatura experimental" que considera la temperatura del aire asi como tambien la

temperatura media de las superficies. La temperatura interior a CN estan fijadas segun DIN 4701-2, (tabla 2) para ambientes con diferente aplicación.

4.3 Demanda de Calor por Transmisión a CN.- Es la suma del flujo de calor, que se conduce en el ambiente a traves de paredes, ventanas, puertas, techos, pisos :

$$\dot{Q}_T = \sum_j A_j \cdot \dot{q}_j \quad (7)$$

Aquí significa:

A_j = Superficie del elemento j en m².

\dot{q}_j = Flujo de calor específico del elemento j en w/m².

Para los elementos, que limitan con el aire exterior o los ambientes vecinos, se tiene:

$$\dot{q} = K_N \Delta \mathcal{T} \quad (8)$$

Aquí significa:

K_N = Coeficiente de transmisión térmica total a CN en W/(m² K).

$\Delta \mathcal{T}$ = Diferencia de temperaturas en K.

4.3.1 Coeficiente de transmisión térmica total a CN.- Para la resistencia térmica total R_K de una estructura es válido:

$$R_K = R_i + \sum_j R_{\lambda j} + R_a = \frac{1}{\alpha_i} + \sum_j \frac{d_j}{\lambda_j} + \frac{1}{\alpha_a} \quad (9)$$

Aquí significa:

R_i = Resistencia térmica de película interior en $(m^2K)/W$.

R_a = Resistencia térmica de película exterior en $(m^2K)/W$.

$R_{\lambda j}$ = Resistencia térmica por conductividad de capa en $(m^2K)/W$.

α_i = Coeficiente de transmisión térmica del interior por convección o de película interior en $W/(m^2K)$.

α_a = Coeficiente de transmisión térmica del exterior por convección o de película exterior en $W/(m^2K)$.

d_j = Espesor de capa de la estructura en m.

λ_j = Conductividad térmica de la capa j en $W/(mK)$.

El coeficiente de transmisión térmica total K resulta de:

$$K = \frac{1}{R_K} \quad (10)$$

En el coeficiente de transmisión térmica se consideran correcciones, por estructuras ex-

teriores para compensar las bajas temperaturas de superficie, y en ventanas para compensar la radiación solar. Con estas correcciones se obtiene el coeficiente de transmisión térmica total a condiciones normales (CN):

$$K_N = K + \Delta K_A + \Delta K_S \quad (11)$$

Aquí significa:

ΔK_A = Correctura por superficies exteriores para el coeficiente de transmisión térmica.

ΔK_S = Correctura por radiación solar para el coeficiente de transmisión térmica.

ΔK_A es dependiente del coeficiente de transmisión térmica de la superficie exterior y se obtiene de la (tabla 3), según DIN 4701-2.

ΔK_S considera la ganancia de calor por radiación difusa (cielo abierto) y es siempre negativa e independiente de la orientación solar, ver (tabla 4), DIN 4701-2.

Para ventanas con vidrio transparente (con grado de energía total de paso $g_v = 0,85$) - se obtiene:

$$\Delta K_S = - 0,3 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)} \quad (12)$$

Para vidrios especiales con fuerte desviación del grado de energía total de paso \mathcal{S}_v es valido:

$$\Delta K_s = 0,35 \mathcal{S}_v \text{ W/(m}^2\text{.K)} \quad (13)$$

4.3.2 Estructuras Exteriores.- El flujo de calor específico \dot{q} dado en (8) es para estructuras exteriores, se calcula según:

$$\dot{q} = K_N \cdot (\mathcal{T}_i - \mathcal{T}_a) \quad (14)$$

4.3.3 Estructuras Interiores.- En estructuras interiores el flujo de calor específico \dot{q} se obtiene según:

$$\dot{q} = K (\mathcal{T}_i - \mathcal{T}'_i) \quad (15)$$

Aquí significa:

\mathcal{T}'_i = Temperatura interior en ambientes vecinos a CN.

4.3.4 Estructuras en contacto con la tierra.- En estructuras, que se encuentran en contacto con la tierra, la pérdida de calor no solamente es "sobre la tierra al aire exterior, sino tambien en dirección a las aguas subterranas", aqui se consideran varios factores, asi para calcular el flujo de calor específico \dot{q} para toda superficie en contacto

con la tierra (vertical y horizontal) se hace segun:

$$\dot{q} = \frac{\mathcal{T}_i - \mathcal{T}_{AL}}{R_{AL}} + \frac{\mathcal{T}_i - \mathcal{T}_{GW}}{R_{GW}} \quad (16)$$

$$R_{AL} = R_i + R_{\lambda B} + R_{\lambda A} + R_a \quad (17)$$

$$R_{GW} = R_i + R_{\lambda B} + R_{\lambda E} \quad (18)$$

$$R_{\lambda E} = \frac{T}{\lambda E} \quad (19)$$

Aquí significa:

\mathcal{T}_{AL} = Temperatura exterior promedio sobre un largo periodo frío.

\mathcal{T}_{GW} = Temperatura de aguas subterranas - promedio.

R_{AL} = Resistencia térmica equivalente del aire exterior del ambiente.

R_{GW} = Resistencia térmica equivalente de las aguas subterranas del ambiente.

$R_{\lambda B}$ = Resistencia térmica por conductividad de las estructuras.

$R_{\lambda A}$ = Resistencia térmica equivalente de la tierra hacia el aire exterior (ver fig.2, DIN 4701-2).

$R_{\lambda E}$ = Resistencia térmica de la tierra hacia las aguas subterranas.

R_i = Resistencia térmica interior (de ta-

bla 16, DIN 4701-2).

R_o = Resistencia térmica exterior (de tabla 16, DIN 4701-2).

λ_E = Conductividad térmica de la tierra.

T = Profundidad de las aguas subterráneas (fig 2, DIN 4701-2).

Por regla general se puede guiar por los siguientes valores numéricos:

$$v_{AL} = v_a + 15 \text{ en } ^\circ\text{C} \quad *(-4.5^\circ\text{C})$$

$$v_{GW} = + 10^\circ\text{C}$$

$$\lambda_E = 1,2 \text{ W/(m.K).}$$

4.3.5 Valor D .- El valor D es un valor nominal para la temperatura superficial media de todas las superficies que encierran un ambiente, para esto es válido:

$$D = \frac{\dot{Q}_T}{A_{ges}(v_i - v_a)} \quad (20)$$

Aquí significa:

A_{ges} = Suma de todas las superficies exteriores e interiores del ambiente.

4.4 Demanda de calor por Ventilación a CN.- Para la demanda de calor por ventilación a CN es válido:

$$\dot{Q}_L = \dot{Q}_{FL} + \Delta \dot{Q}_{RLT} \quad (21)$$

Así mismo:

$$\dot{Q}_L = \dot{Q}_{Lmin} \quad (22)$$

Aquí significa:

Q_{FL} = Demanda de calor por ventilación caso de ventilación libre según (26) ó (27).

ΔQ_{RLT} = Demanda de calor por ventilación adicional por aflujo de aire de instalaciones forzadas con descarga de aire, según (30).

Q_{Lmin} = Valor mínimo de demanda de calor por ventilación a CN según (28)

4.4.1 Caso de Ventilación Libre.

-1 Fundamento.- Edificios de tipo usuales - de construcción son permeables al aire - sobre todo por los contornos de los marcos, este aire exterior que entra tiene que ser calentado, en general para esto es válido:

$$\dot{Q}_{FL} = \dot{V} \cdot C \cdot \rho (\dot{v}_i - \dot{v}_a) \quad (23)$$

Aquí significa:

V = Flujo de volumen en m^3/s

C = Capacidad de calor específico en $J/(Kg \cdot K)$.

ρ = Densidad en Kg/m³.

Para el flujo de aire a través de ranuras , se puede poner en ecuación:

$$\dot{V} = \Sigma(a.l).(P_a - P_i)^n \quad (24)$$

Aquí significa:

a = Coeficiente de permeabilidad por ranuras.

l = Longitud de ranuras.

P_a = Presión, exterior.

P_i = Presión, interior.

Para ranuras en estructuras y con bastante aproximación para la diferencia de presiones se puede usar como exponente $n = 2/3$.

La diferencia de presiones ($P_a - P_i$) se producen por fuerzas de viento y empuje, para edificios pequeños (altura < 10 m), las fuerzas de empuje no se considera.

Según (fig.3, DIN 4701-2) hay 2 tipos de edificios:

- Edificio tipo torre (sin subdivisiones interiores) y
- Edificio tipo pisos (con superficies de separación de pisos que impermeabilizan el aire).

Así como también se diferencian 2 tipos de viviendas:

- Viviendas individuales, tipo I $\frac{\sum(a.l)A}{\sum(a.l)N} = \frac{1}{3}$

- Viviendas en serie, tipo II $\frac{\sum(a.l)A}{\sum(a.l)N} = 1$

Aquí significan:

A = Con aflujo de aire.

N = Sin aflujo de aire.

- 2 Cálculo y Puesta en Ecuación.- Se coloca en las ecuaciones (23) y (24):

$$C.p.(P_a - P_i)^{2/3} = Hh = \mathcal{E}_h.H \quad (25)$$

Con:

Hh = Magnitud característica del edificio.

H = Magnitud característica del edificio - por influencia del viento relacionado a 10m de altura.

\mathcal{E}_h = Factor de corrección de altura por influencia del viento y empuje a una altura h.

Para la demanda de calor por ventilación - en los casos limitados y descritos se obtiene con ello:

- Para edificio tipo torre (campo de validez: $\mathcal{E}_{SN} \geq 0$):

$$\dot{Q}_{FLS} = \left[\mathcal{E}_{SA} \cdot \Sigma(a \cdot l)A + \mathcal{E}_{SN} \cdot \Sigma(a \cdot l)N \right] \cdot H \cdot r \cdot (\bar{v}_i - \bar{v}_a) \quad (26)$$

- Para edificio tipo Pisos:

$$\dot{Q}_{FLG} = \mathcal{E}_{GA} \cdot \Sigma(a \cdot l)A \cdot H \cdot r \cdot (\bar{v}_i - \bar{v}_a) \quad (27)$$

Aquí significan:

H = Magnitud característica del edificio
(tabla 10, según DIN 4701-2)

\mathcal{E} = Factor de corrección por altura (tabla 11, 12, según DIN 4701-2)

a = Coeficiente de permeabilidad por ranuras (tabla 9, según DIN 4701-2)

l = Longitud de ranuras.

\bar{v}_i = Temperatura interior a CN.

\bar{v}_a = Temperatura exterior a CN.

r = Característica del ambiente (tabla 13, según DIN 4701-2).

Indices:

S = Edificio tipo torre.

G = Edificio tipo pisos.

A = Aflujo de aire (viento)

N = Sin aflujo de aire (viento).

Para la demanda de calor por ventilación - Q_{FL} caso ventilación libre, es válido el mayor de los valores según (26) o (27).

-3 Permeabilidad de aire de la Construcción.-

La permeabilidad del aire es en gran medida a través de las ranuras de cierre de las puertas y ventanas, así como por los marcos de ventanas y construcciones de paredes o por los elementos individuales de las paredes exteriores. En (tabla 9, DIN 4701-2), se indican el coeficiente de permeabilidad de aire por puertas, ventanas y otras estructuras.

-4 Magnitud característica del Edificio.-

Es dependiente de la velocidad del viento, y esta determinado por la situación geográfica del edificio y su localización en los alrededores (ver tabla 10, según DIN 4701-2).

-5 Factor de Corrección por Altura.-

Los factores de corrección por altura ϵ considera la velocidad del viento tomado con la altura y el efecto de la presión térmica. Estos son dependientes de la altura del ambiente considerado sobre el suelo, del tipo de edificio y del tipo de vivienda (individual o en serie).

En general se deja reconocer ya sin cálculo si se debe emplear la ecuación (26)

o (27); para la demanda de calor por ventilación en todo caso se emplean las dos igualdades y se escoje el de mayor valor.

Para edificios hasta 10m de altura es válido $\mathcal{E}_{GA} = \mathcal{E}_{SA} = 1,0$ y $\mathcal{E}_{SN} = 0$.

Las (tablas 11,12, según DIN 4701-2) contiene los factores de corrección para todas las variantes indicadas.

-6 Características del Ambiente.-

La característica del ambiente r es un factor de reducción, el cual considera la disminución de flujo através del edificio por resistencias internas (paredes interiores con puertas). El es parecido al factor de corrección por altura para todo edificio dependiente de la relación de permeabilidad con aflujo de las superficies exteriores $\Sigma(a.l)A$, a las correspondientes puertas interiores y ventanas eventuales de los lados del edificio sin aflujo $\Sigma(a.l)N$ del ambiente considerado.

Para los casos usuales en que el aire sólo fluya por las puertas interiores, se indica en (tabla 13, según DIN 4701-2).-

La característica del ambiente γ en de -
pendencia con el número y calidad de las
puertas interiores.

-7 Diferencia de Temperatura.-

Es la misma diferencia de temperatura que
para el cálculo de la demanda de calor -
por transmisión.

-8 Valor Mínimo de la Demanda de Calor por
Ventilación a CN.-

Para estadias largas en ambientes y por
razones higiénicas se exige un valor mi-
nimo de cambio de aire, así es válido:

$$\dot{Q}_{Lmin} = \beta_{min} \cdot V_R \cdot C \cdot \rho \cdot (\bar{v}_i - \bar{v}_a) \quad (28)$$

Aquí significa:

β_{min} = Cambio de aire mínimo en 1/h

V_R = Volúmen del ambiente en m³.

C = Capacidad de calor específico del
aire en J/(Kg.K)

ρ = Densidad del aire en Kg/m³.

Considerando un cambio de aire $\beta_{min} = 0,5$
h⁻¹ y $\rho \cdot c = 0,35$, la demanda de calor
mínimo por ventilación a CN es :

$$\dot{Q}_{Lmin} = 0,17 \cdot V_R (\bar{v}_i - \bar{v}_a) \quad \text{en W} \quad (29)$$

Con :

V_R en m^3

$\bar{v}_i - \bar{v}_a$ en K.

4.4.2 Caso de Ventilación Forzada (con máquina).-

Este es el caso de ambientes con ventilación que usan impulsores o extractores de aire, se presentan dos casos:

-1 Instalaciones sin excedente de aire de salida o con sobrepresión. Aquí es válido:

$$\Delta Q_{RLT} = 0.$$

-2 Instalaciones con excedente de aire de salida o con subpresión.- Aquí es válido:

$$\Delta \dot{Q}_{RLT} = (\dot{V}_{AB} - \dot{V}_{ZU}) \cdot c \cdot \rho (\bar{v}_i - \bar{v}_u)$$

en W. (30)

Aquí significan:

ΔQ_{RLT} = Incremento adicional de calor por ventilación debido al aflujo de aire ocasionado por instalaciones de ventilación accionado por motor.

C = Calor específico del aire en J/(Kg.K).

V_{AB} = Flujo de aire de salida en m^3/s

\bar{t}_u = Temperatura promedio del aflujo, del aire de las inmediaciones.

ρ = Densidad del aire en Kg/m³ (20°C;
= 1,2 Kg/m³).

4.4.3 Ambientes con instalaciones sanitarias interiores.-

Estos ambientes interiores están provistos ya sea con instalaciones de ventilación libre o forzada, para el caso de ventilación libre el cálculo de la demanda de calor se fija con un cambio de aire = 4 h⁻¹ con ello la demanda de calor por ventilación a CN resulta:

$$\dot{Q}_L = \dot{Q}_{FL} = 1,36 \cdot V_R (\bar{t}_i - \bar{t}_u) \text{ en W} \quad (31)$$

Aquí significa:

V_R = Volúmen del ambiente en m³.

$\bar{t}_i - \bar{t}_u$ = Diferencia de temperatura en K.

La temperatura \bar{t}_u del aflujo de aire de los alrededores se fija según la relación de flujo de ingreso:

Para ambientes con especial chimenea de aire de entrada $\bar{t}_u = +10^\circ\text{C}$.

Para ambientes sin chimenea de aire de entrada, según medida del ambiente, a los cuales la corriente de aire entra.

4.5 Demanda de calor del edificio a CN.-

La demanda de calor del edificio a CN $Q_{N \text{ Geb}}$ resulta de:

$$Q_{N \text{ Geb}} = \sum_j Q_{T,j} + \zeta \sum_j \dot{Q}_{L,j} \quad (32)$$

Aquí significa:

$\dot{Q}_{T,j}$ = Demanda de calor por transmisión a CN del ambiente j.

$\dot{Q}_{L,j}$ - Demanda de calor por ventilación a CN del ambiente j.

ζ = Simultaneidad efectiva del calor parcial - de ventilación; se toma de la (tabla 14, según DIN 4701-2).

4.6 Ejecución del Cálculo.-

4.6.1 Información para el cálculo.-

Fig.20 Plano de ubicación del Hospital General de Huaráz.

Fig.21 Corte A-A del pabellón de Pediatría y Maternidad. (ver al final)

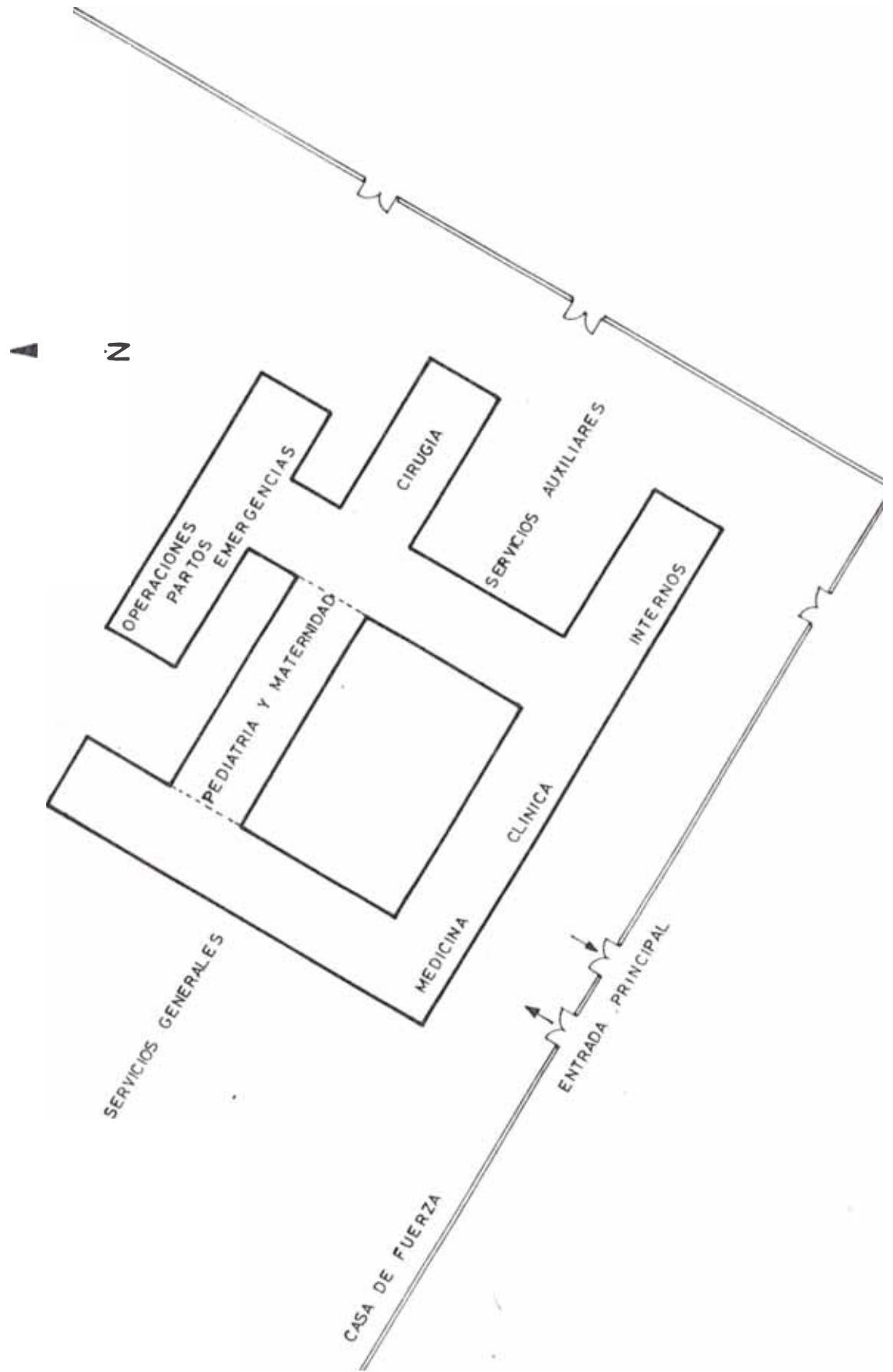
Fig.22 Vista de planta del pabellón de Pediatría y Maternidad. (ver al final)

Fig.23 Vista de planta del ambiente 29 de 4 camas.

Tabla 4.6-1 Determinación del coeficiente - de transmisión térmica K relacionado a la masa de contención

FIG. 20 PLANO DE UBICACION DEL HOSPITAL GENERAL DE HUARAZ

ESC: 1:1,000



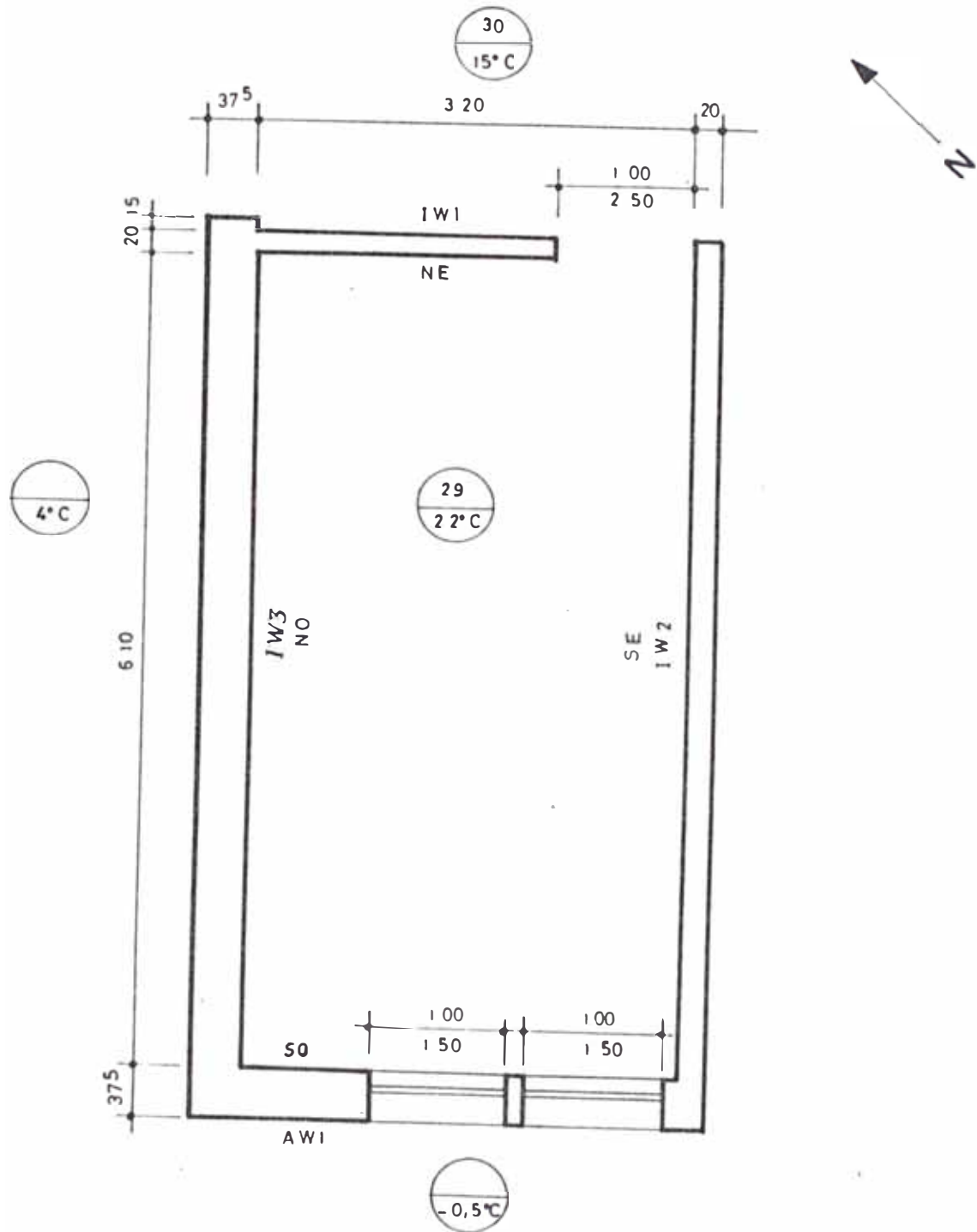


FIG. 23.- VISTA DE PLANTA DEL AMBIENTE 29 DE 4 CAMAS

GH = 300 cm.

RH = 275 cm.

AW d = 37,5 cm.

IW d = 20,0 cm.

De d = 35,0 cm.

Fb. d = 20,0 cm.

$A_{Fb} 3,2.6,1 = 19,52 M^2$

ESC: 1:50

de las superficies exteriores , actual (usando valores de tabla 1, según DIN 4108-4, ver apéndice).

Tabla 4.6-2 Formato de ejemplo de cálculo - de la demanda de calor \dot{Q}_N del ambiente 29, actual.

Tabla 4.6-3 Determinación del coeficiente de transmisión térmica K, relacionado a la masa de contención de las superficies exteriores, corregido.

Tabla 4.6-4 Formato de ejemplo de cálculo - de la demanda de calor \dot{Q}_N del ambiente 29, corregido.

4.6.2 Proceso de cálculo de estructura actual.-

El edificio tiene una altura menor de 10 metros, los elementos individuales se reconocerán con las siguientes abreviaturas:

AF : Ventana exterior.

AT : Puerta exterior.

AW : Pared exterior.

DA : Techo.

DE : Techo de piso o cielo raso.

FB : Suelo.

IF : Ventana interior.

IT : Puerta interior.

IW : Pared interior.

El edificio esta ubicado en una edificación cerrada, es decir en ubicación normal.

Para el ambiente de techo es válido lo siguiente:

- El valor de cálculo $\bar{t}'_i = +4^{\circ}\text{C}$ ^{*} se obtiene de (tabla 7, DIN 4701-2), donde la superficie exterior de techo se considera no hermético.
- Resistencia térmica hacia afuera $R_{Ka} = 0,2$ m²K/W.
- Resistencia térmica al ambiente caliente $R_{Kb} = 0,8$ m²K/W.

Masa de contención relacionado a las superficies exteriores para ambiente 29 según ecuación (6):

$$m = \sum (mRest)_a + 0,5 \sum (mRest)_i = (Ad \rho)_{AW} + (Ad \rho)_{AF} + 0,5 [(Ad \rho)_{IW1} + (Ad \rho)_{IW2} + (Ad \rho)_{IW3} + (Ad \rho)_{IT} + (Ad \rho)_{DE} + (Ad \rho)_{FB}]$$

Según tabla 46-1

$$\begin{aligned} (Ad \rho)_{AW} &= [(1Xh)_{AW} - (1Xh)_{AF}] (d \rho)_{AW} \\ &= [3,20 \times 3 - 1 \times 1,5 \times 2] \text{m}^2. (500 \text{ Kg/m}^2) \end{aligned}$$

$$= 3300 \text{ Kg.}$$

$$(Ad \rho)_{AF} = 0$$

$$\begin{aligned} (Ad \rho)_{IW} &= [(1Xh)_{IW1,2,3} - (1Xh)_{IT}] (d \rho)_{IW} \\ &= [(6,10+3,20+6,10) \times 3 - 1 \times 2,5] \text{m}^2. \\ &\quad (340 \text{ Kg/m}^2) \\ &= 14858 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

$$(Ad \rho)_{IT} = 0$$

$$\begin{aligned} (Ad \rho)_{DE} &= (1Xa)_{DE} (d \rho)_{DE} \\ &= (6,10 \times 3,20) \text{m}^2. (296 \text{ Kg/m}^2). \\ &= 5778 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (Ad \rho)_{FB} &= (1Xa)_{FB} (d \rho)_{FB} \\ &= (6,10 \times 3,20) \text{m}^2. (430 \text{ Kg/m}^2) \\ &= 8394 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m &= 3300 + 0 + 0,5 [14858 + 0 + 5778 + \\ &\quad 8394] \\ &= 17815 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

$$Aa = 3,20 \times 3 = 9,6 \text{ m}^2.$$

$$\frac{m}{Aa} = \frac{17815}{9,6} = 1856 \text{ Kg/m}^2.$$

- Temperatura exterior.- Debido que en nuestro país no existe cartas isotérmicas publicadas que nos indiquen las temperaturas

de aire mas bajas ocurridas en los últimos 10 ó 20 años asi como tampoco esta fijado en tablas éstas temperaturas de aire exterior para las principales provincias, nosotros tomaremos como temperatura exterior - la temperatura relacionado con la altura a condiciones normales siguiente:

Según (DIN - ISO 2533 - Diciembre 79)

↓

Altura (Km)	0	0,5	1,0	2	3	4	6	8	10
Presión aire(mbar)	1013	955	899	795	701	616	472	356	264
Temperatura (°C)	15	11,8	8,5	2,0	-4,5	-11	-24	-37	-50

Adoptamos para Huaráz a 3038 m s.n.m.

Presión de aire a CN 701 mbar.

Temperatura de aire a CN = -4,5 °C.

Entonces $\tilde{t}'_a = -4,5$ °C.

Correctura de la temperatura exterior según ecuación (5) tipo de construcción muy pesada $\Delta\tilde{t}'_a = 4$ K.

Temperatura exterior a CN según ecuación (2)

$$\tilde{t}_a = -4,5 + 4 = -0,5 \text{ °C.}$$

Tipo de construcción según (fig.4, DIN 4701 -2). planta tipo II (vivienda en serie).

Magnitud característica del edificio según

(tabla 10, DIN 4701-2)

$$H = 1,3 Wh Pa^{2/3} / (m^3.K)$$

Factores de corrección por altura según -
(tabla 12, DIN 4701-2)

$$\mathcal{E}_{SA} = 1,0$$

$$\mathcal{E}_{SN} = 0,0$$

$$\mathcal{E}_{GA} = 1,0$$

Magnitud característica del ambiente r según (tabla 13, DIN 4701-2):

Ambiente 29 :

Tiene una puerta interior normal, sin umbral, las ventanas son abribles, clasificado en grupo B según (tabla 9).

coeficiente de permeabilidad :

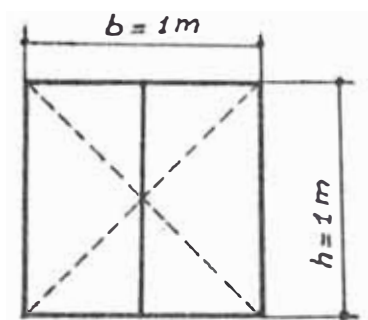
$$a = 0,3 m^3 / (mh.Pa^{2/3})$$

Longitud de juntas:

$$l = (2Xb+3Xh)$$

$$l = (2X1+3X1)m$$

$$l = 5 m.$$



Para dos ventanas $l = 10 m.$

$$\Sigma(a.l)A = 3 m^3 / (h.Pa^{2/3})$$

entonces magnitud característica del ambiente : $r = 0.9.$

El cálculo del coeficiente de transmisión térmica K para las diferentes estructuras estan dadas en la tabla 46-1.

Las temperaturas interiores a CN según (tabla 5,6,7, DIN 4701-2), estan incluidos en los planos fig.21,22,23.

Estructuras en contacto con la tierra: En el caso del ambiente 29 para determinar la resistencia térmica equivalente $R_{\lambda A}$ de la tierra hacia el aire exterior se considera:

$$A_{FB} = 3,2 \times 6,10 = 19,52 \text{ m}^2$$

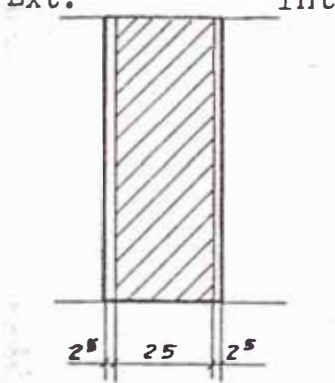
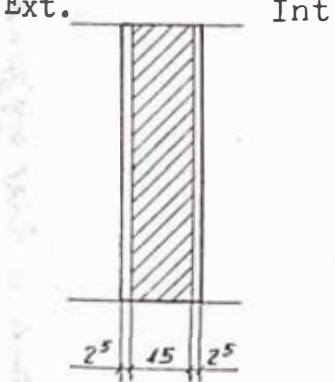
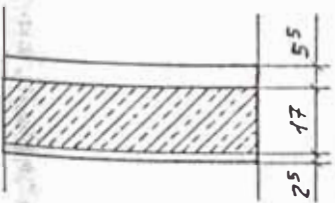
$$1/b = 6,10/3,20 = 1,91$$

Profundidad de agua subterranea T = 10 m.
según ecuación (9) asi como (fig.2.DIN 4701-2) se tiene:

$$R_{\lambda A} = 0,24 \sqrt{\frac{A_{FB}}{T^{0,44} (1/b)^{0,36}}}$$

$$R_{\lambda A} = 0,24 \sqrt{\frac{19,52 \text{ m}^2}{10^{0,44} (1,91)^{0,36}}} = 0,57$$

Observación: Para construcciones verticales no aisladas en contacto con la tierra se puede considerar solo el 50 %.

ESTRUCTURA	MATERIAL	d m	ρ kg/m ³	d. ρ kg/m ²	λ w/mk	R_{λ} m ² k/W	k w/m ² k
<p>PARED EXTERIOR</p> <p>Ext. Int.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Enlucido interior Mezcla (arena fina + cemento) - Ladrillo maciso - Enlucido Exterior Mezcla (arena fina + cemento) 	0,025	2000	50	1,4	0,0179	
		0,250	1600	400	0,74	0,3378	
		0,025	2000	50	1,4	0,0179	
		0,300		500		$R_i = 0,13$ $R_a = 0,04$	1,84
<p>PARED INTERIOR</p> <p>Ext. Int.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Enlucido Interior Mezcla (arena fina + cemento) - Ladrillo Maciso - Enlucido Exterior Mezcla (arena fina + cemento) 	0,025	2000	50	1,4	0,0179	
		0,150	1600	240	0,74	0,2227	
		0,025	2000	50	1,4	0,0179	
		0,200		340		$R_i = 0,13$ $R_a = 0,13$	2,00
<p>TECHO</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Pavimento de cemento Exterior. (arena fina + cemento) - Ladrillo hueco - Enlucido Interior (arena fina + cemento) 	0,055	2000	110	1,4	0,0395	
		0,170	800	136	0,47	0,3617	
		0,025	2000	50	1,4	0,0179	
		0,250		296		$R_i = 0,13$ $R_a = 0,13$	1,47
<p>PISO</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Losa - Pavimento de cemento (arena + cemento) - Hormigón normal - Gravilla 	0,020	2000	40	1,0	0,02	
		0,030	2000	60	1,4	0,0214	
		0,100	2400	240	2,1	0,476	
		0,050	1800	90	0,7	0,0714	
		0,200		430		$R_{2B} = 0,1605$	

Así resulta para el piso, ver ecuaciones 17,18,19 y tabla 4.6-1:

$$R_{AL} = R_i + R_{\lambda B} + R_{\lambda A} + R_a$$

$$\begin{aligned} R_{AL} &= 0,17 + 0,1605 + 0,57 + 0,04 \\ &= 0,9405 \text{ m}^2\text{K/W.} \end{aligned}$$

$$K_{AL} = 1,063 \text{ W/m}^2\text{K.}$$

$$R_{GW} = R_i + R_{\lambda B} + R_{\lambda E}$$

$$R_{GW} = 0,17 + 0,1605 + 10/1,2 = 8,66 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$K_{GW} = 0,1155 \text{ W/(m}^2\text{K).}$$

Para las ventanas en todo el local:
vidrio simple según (DIN 4108-4), y material de marco según grupo 1.

$$K_F = 5,2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Correctura por superficie exterior según (tabla 3, DIN 4701-2)

$$\Delta K_A = 0,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Correctura por radiación solar según ecuación (12)

$$\Delta K_S = - 0,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

coeficiente de transmisión a CN

$$K_N = 5,2 + 0,8 - 0,3 = 5,7 \text{ W/(m}^2\text{K).}$$

Coeficiente de permeabilidad según (tabla 9, DIN 4701-2), para exigencias de grupo A según (DIN 18055)

$$a = 0,3 \text{ M}^3/(\text{m}\cdot\text{h}\cdot\text{Pa}^{2/3}).$$

Para la pared exterior:

$$K = 1,84$$

Correctura por superficie exterior según (tabla 3, DIN 4701-2)

$$\Delta K_A = 0,1$$

$$K_N = 1,84 + 0,1 = 1,94 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K}).$$

Para puertas exteriores e interiores:
según (tabla 8, DIN 4701-2)

Puertas exteriores de madera $K = 3,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Puertas interiores de madera $K = 2,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}).$

Ambiente 29 de 4 camas.

Demanda de calor por ventilación

$$\dot{Q}_L = \dot{Q}_{FL} + \Delta \dot{Q}_{RLT}$$

asi mismo

$$\dot{Q}_L = \dot{Q}_{Lmin}$$

donde:

$$\mathcal{E}_{SN} = 0, \mathcal{E}_{SA} = \mathcal{E}_{GA} = 1,0$$

según ecuación (27)

$$\dot{Q}_{FL} = \dot{Q}_{FLG}$$

$$\begin{aligned}\dot{Q}_{FL} &= \mathcal{E}_{GA} \cdot \sum (a.l)_A \cdot H.r (\mathcal{V}_i - \mathcal{V}_a) \\ &= 1,0 \cdot 3 \cdot 1,3 \cdot 0,9 \cdot (22 + 0,5)\end{aligned}$$

$$Q_{FL} = 79 \text{ W.}$$

$$\Delta Q_{RLT} = 0, \text{ W}$$

$$\begin{aligned}\dot{Q}_{Lmin} &= \beta_{min} \cdot V_R \cdot C \cdot \rho \cdot (\mathcal{V}_i - \mathcal{V}_a) \\ &= 0,17 \cdot V_R (\mathcal{V}_i - \mathcal{V}_a) \\ &= 0,17 \cdot 53,68 (22 + 0,5) \\ &= 205,3 \text{ W.}\end{aligned}$$

Demanda de calor por ventilación a CN.

$$\dot{Q}_L = 205 \text{ W.}$$

Demanda de calor por transmisión:

$$\dot{Q}_T = \sum_j A_j \dot{q}_j \quad (\text{ver tabla 4.6-2})$$

Valor D :

$$D = \frac{\dot{Q}_T}{A_{ges} (\mathcal{V}_i - \mathcal{V}_a)} = \frac{2212,09}{94,84(22+0,5)} = 1,04$$

Para AL :

$$\Delta \mathcal{V}_1 = \mathcal{V}_i - \mathcal{V}_{AL}$$

$$\mathcal{V}_{AL} = \mathcal{V}_a + 15 = -0,5 + 15 = 14,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta \mathcal{V}_i = 22 - 14,5 = 7,5 \text{ } ^\circ\text{C} = 7,5 \text{ K}$$

Para GW:

$$\Delta \mathcal{V}_2 = \mathcal{V}_i - \mathcal{V}_{GW}$$

$$\mathcal{V}_{GW} = + 10^\circ\text{C}$$

$$\Delta \mathcal{V}_2 = 22 - 10 = 12 \text{ K}$$

Valores tabulados en tabla 4.6-2.

4.6.3 Disposiciones sobre ahorro de energía y protección térmica en edificios:

Se exige, que el coeficiente de transmisión térmica en dependencia de la relación de área de transmisión A, entre el volumen V de todo los ambientes a calefaccionar considerando como uno solo, debe cumplir lo siguiente:

$$K_{m,\text{máx}} = 0,45 + 0,165 \cdot \frac{1}{A/V} \text{ en W/(m}^2\text{K)}$$

-1 Cálculo de la superficie de transmisión A.-

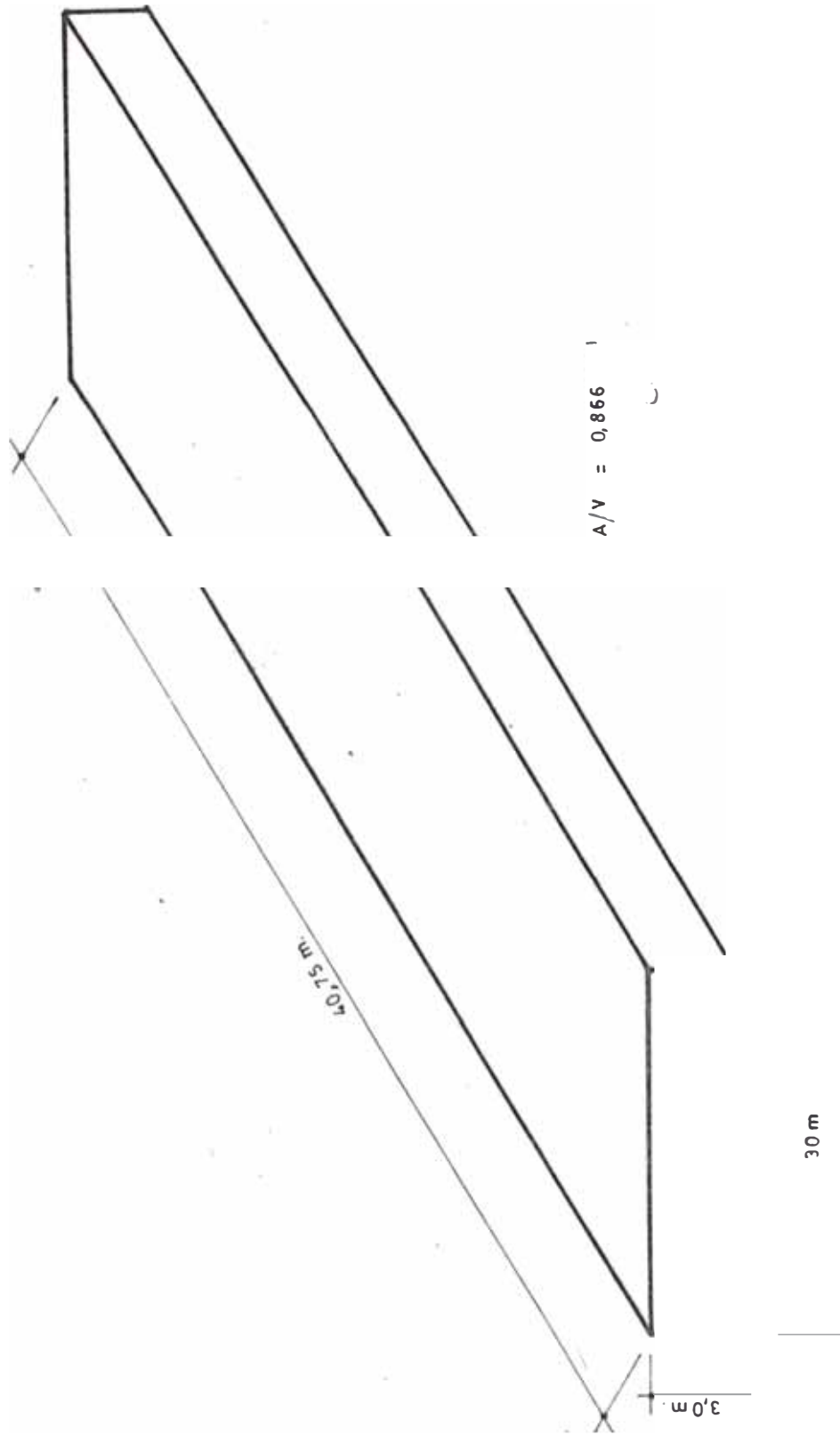
$$A = A_W + A_F + A_D + A_G + A_{DL}$$

Fig.24 Representación global del pabellón de Pediatría y Maternidad.

A_F = Superficie de ventanas (ventanas de - puerta; de techo, etc).
 $= 40 \times 1,0 \times 1,5 = 60 \text{ m}^2$.

A_W = Superficie exterior en contacto con el aire exterior.

FIG. 24.- REPRESENTACION GLOBAL DEL PABELLON DE
PEDIATRIA Y MATERNIDAD E : : 250



$$= 40,75 \times 3 \times 2 - 60 = 184,5 \text{ m}^2.$$

A_D = Superficie de techo con o sin aislamiento

$$= 40,75 \times 13,30 = 541,98 \text{ m}^2.$$

A_G = Superficie de suelo

$$= 40,75 \times 13,30 - 541,98 \text{ m}^2.$$

A_{DL} = Superficie de techo que limita por debajo con aire exterior. (techo en voladizo)

$$= 0$$

$$A = 184,5 + 60 + 541,98 + 541,98 + 0$$

$$A = 1328,5 \text{ m}^2$$

-2 Cálculo del volumen V.-

$$V = 40,75 \cdot 13,30 \cdot 3$$

$$V = 1626 \text{ m}^3.$$

-3 Cálculo del valor A/V.-

$$A/V = 1328,5/1626 = 0,817$$

$$K_{m,\text{máx}} = 0,45 + 0,165 \cdot \frac{1}{0,817}$$

$$K_{m,\text{máx}} \approx 0,70 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

-4 Cálculo del coeficiente de transmisión térmica media actual (según dispositivo de protección térmica del 24.02.82 del Ministerio

de Economía de Alemania).

$$K_m = \frac{Q_T}{A \cdot \Delta T}$$

$$K_m = \frac{K_W \cdot A_W + K_F \cdot A_F + 0,8 K_D \cdot A_D + 0,5 K_G \cdot A_G + K_{DL} \cdot A_{DL}}{A}$$

K_G = Coeficiente de transmisión térmica en contacto con la tierra.

$$K_G = 10 / \sqrt[3]{A_G}$$

$$K_G = 10 / \sqrt[3]{542} = 1,22.$$

$$K_m = \frac{1,94 \cdot 184,5 + 5,7 \cdot 60 + 0,8 \cdot 1,47 \cdot 542 + 0,5 \cdot 1,22 \cdot 542 + 0}{1328,5}$$

$$K_m = \frac{1668}{1328,5} = 1,26 > 0,70 \quad \text{corregir !!}$$

Así mismo se considera los siguientes límites de transmisión térmica para edificios nuevos o por renovar.

Tabla 4.6-5. Límites de Transmisión Térmica para Edificios.

ESTRUCTURA	COEFICIENTE DE TRANSMISION T <u>ER</u> MICA MAXIMO W/(m ² K)	ESPESOR DE AISLAMIENTO MINIMO EXIGIDO SIN PRUE <u>BA</u> .
Paredes Exteriores.	0,60	✓ 50 mm.
Ventanas	Vidrio doble o Vidrio vitrificado.	
Cielo raso debajo de locales sin techo o que limitan hacia arriba o hacia abajo con aire exterior	0,45	✓ 80 mm.
Cielo raso de sótanos en contacto con tierra, paredes y cielo raso, los cuales limitan con ambientes sin calefacción.	0,70	40 mm.

4.6.4 Proceso de cálculo de la estructura corregida.-

Para esto vamos a aislar la pared exterior - con aislamiento de fibra de vidrio y con - 50 mm de espesor, asimismo el techo pero - con espesor de aislamiento de 80 mm, según recomendaciones de tabla 4.6-5, y con esto confeccionamos la tabla 4.6-3.

Comprobando tenemos:

$$K_W = 0,55 \text{ W/(m}^2\text{K)} \quad K_G = 1,22 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

$$A_W = 184,5 \text{ m}^2. \quad A_G = 542 \text{ m}^2.$$

$$K_F = 5,7 \text{ W/(m}^2\text{K)} \quad K_{DL} =$$

$$A_F = 60 \text{ m}^2. \quad A_{DL} =$$

$$K_D = 0,37 \text{ W/(m}^2\text{K)} \quad A = 1328,5 \text{ m}^2.$$

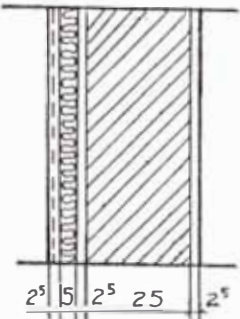
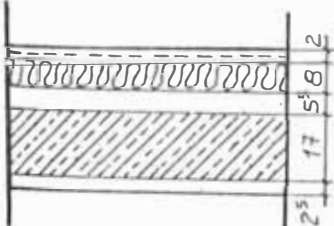
$$A_D = 542 \text{ m}^2.$$

$$K_m = \frac{0,55 \times 184,5 + 5,7 \times 60 + 0,37 \times 542 + 0,5 \times 1328,5}{1328,5}$$

$$\frac{1,22 \times 542 + 0}{1328,5}$$

$$K_m = \frac{953}{1328,5} \quad 0,72 \approx 0,70 \quad \text{OK !!}$$

Con esta corrección y con el mismo procedimiento del punto 4.6.2 confeccionamos la tabla 4.6-4, cuyos resultados para el ambien-

ESTRUCTURA	MATERIAL	d m	ρ kg/m³	d·ρ kg/m²	λ w/mk	R ₂ m²k/w	k w/m²K
<p>PARED EXTERIOR</p> <p>Ext. Int.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Enlucido interior Mezcla (arena fina + cemento) - Ladrillo maciso - Enlucido intermedio - Aislamiento (040) Fibra de vidrio - Enlucido exterior (Mortero de yeso + cemento) 	0,025	2000	50	1,4	0,0179	
		0,250	1600	400	0,74	0,3378	
		0,025	2000	50	1,4	0,0179	
		0,050	-	-	0,04	1,25	
		0,025	1800	45	0,87	0,0287	
						R _i = 0,13	R _a = 0,04
		0,375		545		1,8223	0,55
<p>TECHO</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Enlucido exterior Mortero de yeso + cemento - Aislamiento (040) Fibra de vidrio - Pavimento de cemento (arena fina + cemento) - Ladrillo hueco - Enlucido interior 	0,020	1800	36	0,87	0,023	
		0,080	-	-	0,040	2,0	
		0,055	2000	110	1,4	0,0393	
		0,170	800	136	0,47	0,3617	
		0,025	2000	50	1,4	0,0179	
						R _i = 0,13	R _a = 0,13
		0,350		332		2,7	0,37
<p>PARED INTERIOR</p> <p>(igual tabla 4.6-1)</p>							
		0,200		340		0,4985	2,0
<p>PISO</p> <p>(igual tabla 4.6-1)</p>							
		0,200		430	R ₂₃ =	0,1605	

te 29 son:

$$Q_N = 1300 \text{ W}$$

$$Q_{N/m^2} = 13,7 \text{ W/m}^2.$$

$$\dot{Q}_{N/m^3} = 24,22 \text{ W/m}^3.$$

4.6.5 Cálculo de la demanda total de calor de los ambientes proyectados.-

Con los resultados obtenidos en el ambiente 29, hacemos la prospección para el cálculo de la demanda de calor de los demás ambientes, así ambiente 1 con 52,99 m³ y 19,27 m² de área de suelo, se tiene:

$$Q_1 = 24,22 \frac{\text{W}}{\text{m}^3} \times 52,99 \text{ m}^3 = 1283,5 \text{ W}$$

y así sucesivamente con los demás ambientes confeccionamos la tabla 4.6-6. Esta tabla nos arroja una demanda total de calor de 22,88 KW.

Tabla 4.6-6 Calor requerido en los ambientes a calefaccionar.

TABLA : 4.6-6

NR	AMBIENTES	A m ²	V m ³	CALOR REQUERIDO W
1	Repostería	19,27	52,99	1284
2	Aislados	17,58	48,33	1171
3	Limpieza	3,99	---	
4	Tinas	10,81	29,73	720
5	Limpieza	13,12	36,08	874
6	Estar de Enfermeras	10,91	30,0	727
7	Chatas	3,99	--	-
8	Estar de Médicos	10,81	29,73	720
9	Tópico	13,22	36,08	874
10	Tinas	6,3	--	-
11	Chatas	3,99	--	-
12	Aislados	16,14	44,39	1075
13	Ropa	9,84	--	-
14	Batas	1,90	--	-
15	Depósito	8,39	--	-
16	Camillas	5,23	--	-
17	Trabajo	7,88	40,91	991
18	Cunas	7,0		
19	Trabajo	13,42	36,91	894
20	6 camas	31,72	87,23	2113
21	3 camas	19,52	53,68	1300
22	6 camas	34,16	93,94	2275
23	3 camas	20,74	57,04	1381

TABLA 4.6-6 (Continuación)

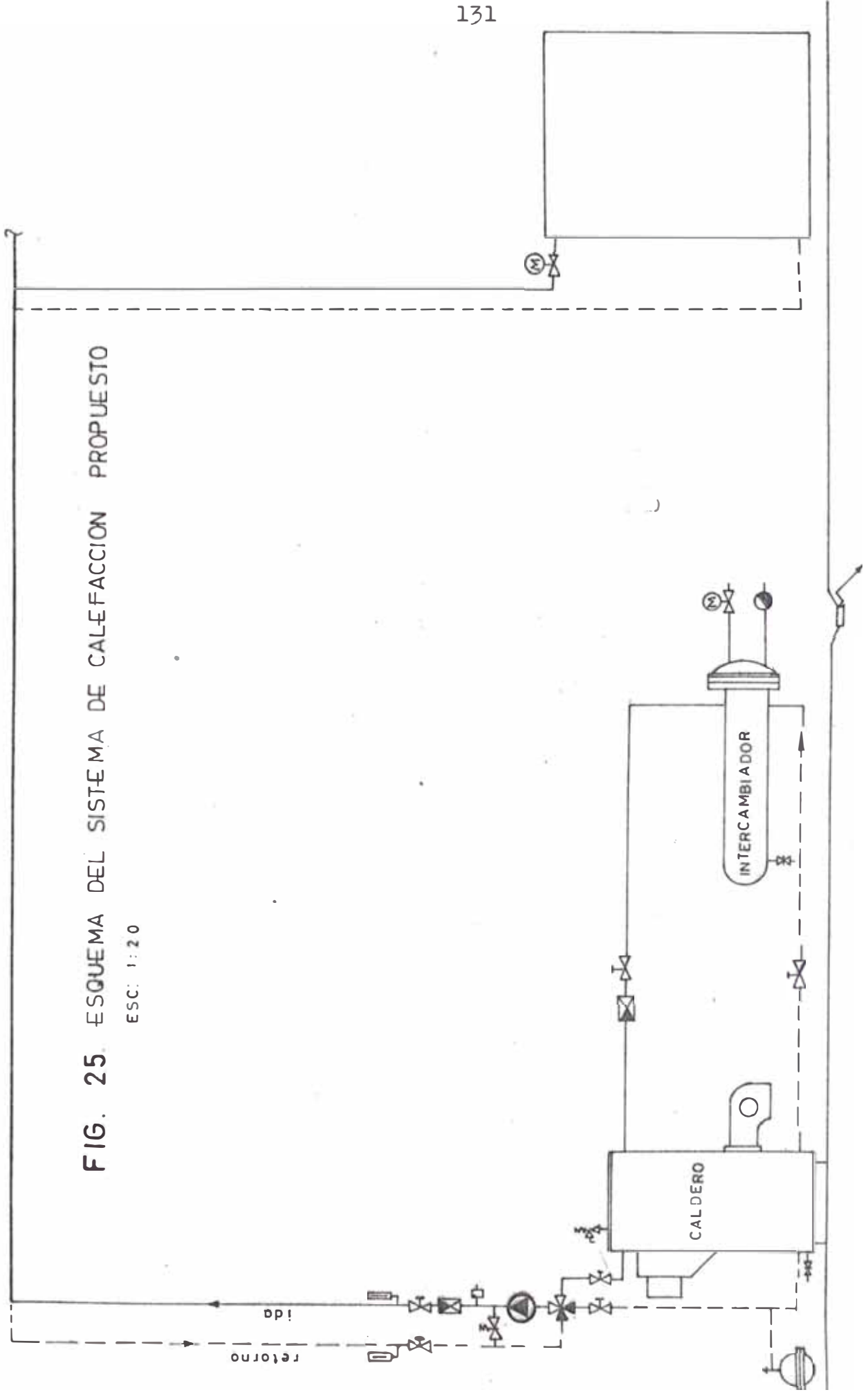
24	Estar	19,52	53,68	1300
25	4 camas	20,74	57,04	1381
26	Cunas	9,52	46,28	1121
27	Trabajo	7,31		
28	4 camas	20,74	57,04	1381
29	4 camas	19,52	53,68	1300
TOTAL		483,62	1428,38	2288

4.7 Esquema del sistema de Calefacción Propuesto.

Tomando en cuenta lo indicado en Párrafos 3.3 y 3.4 se propone lo esquematizado en Fig. 25, es decir: un sistema de calefacción central, con agua caliente, con dos tuberías una de ida y otra de retorno en circuito cerrado, con bomba de recirculación a la ida, con depósito de expansión de membrana ubicado en la parte mas baja, con dispositivos de seguridad todo interconectado a un caldero y alternativamente en forma opcional a un intercambiador de calor que entraría en servicio con vapor suministrado de la red de vapor que pasa por la terraza del pasillo de servicios generales; esto sería durante el tiempo de operación del caldero de vapor del mismo Hospital.

FIG. 25. ESQUEMA DEL SISTEMA DE CALEFACCION PROPUESTO

ESC: 1:20



5.
CALCULO Y SELECCION DE EQUIPAMIENTO.

5.1 Selección de los Calefactores.

La transferencia de calor al ambiente se producen de 2 formas:

- a) Por circulación de aire (convección)
- b) Por radiación

Asi:

Tipo de Calefactor	Transferencia de Calor	
	Convección	Radiación
Radiadores	Grande	Pequeño
Convectores	Muy grande	Nada
Placas	Pequeño	Muy grande

Fig.26. Transferencia de calor por calefactores al ambiente.

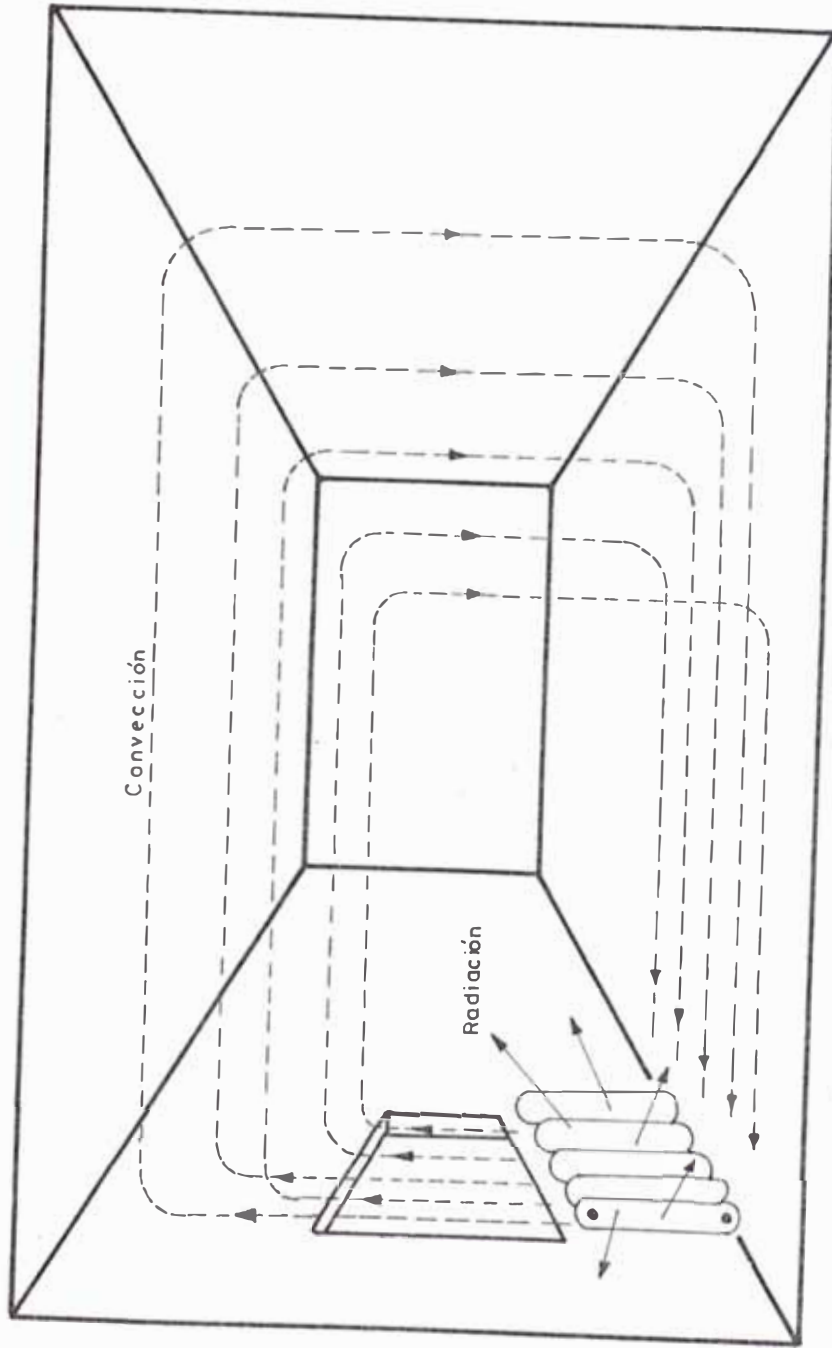


FIG. 26 TRANSFERENCIA DEL CALOR POR MEDIO DE CALEFACTORES AL AMBIENTE

En la distribución de temperatura al ambiente se reconoce lo siguiente:

	Calefactores ubicados debajo de ventanas.	Calefactores ubicados en la pared interior
Distribución de temperatura	Favorable	Desfavorable
Aire frío de ventanas	Se principia	Cae al piso
Aparición de tensiones	Ninguno	Perceptible

Fig.27. Distribución de temperatura caso de calefactores ubicados debajo de ventanas (Favorable).

Un calefactor (HK) es reconocido a través de los siguientes criterios:

1. Longitud de construcción (BL)
2. Distancia entre centros (NA)
3. Altura de construcción (BH) = (NA + 100)mm.
4. Ancho de construcción (BT)
5. Número de celdas (Cel) caso de radiadores.

Ejm. Calefactor tipo 13/880/70

Cel/NA/BT

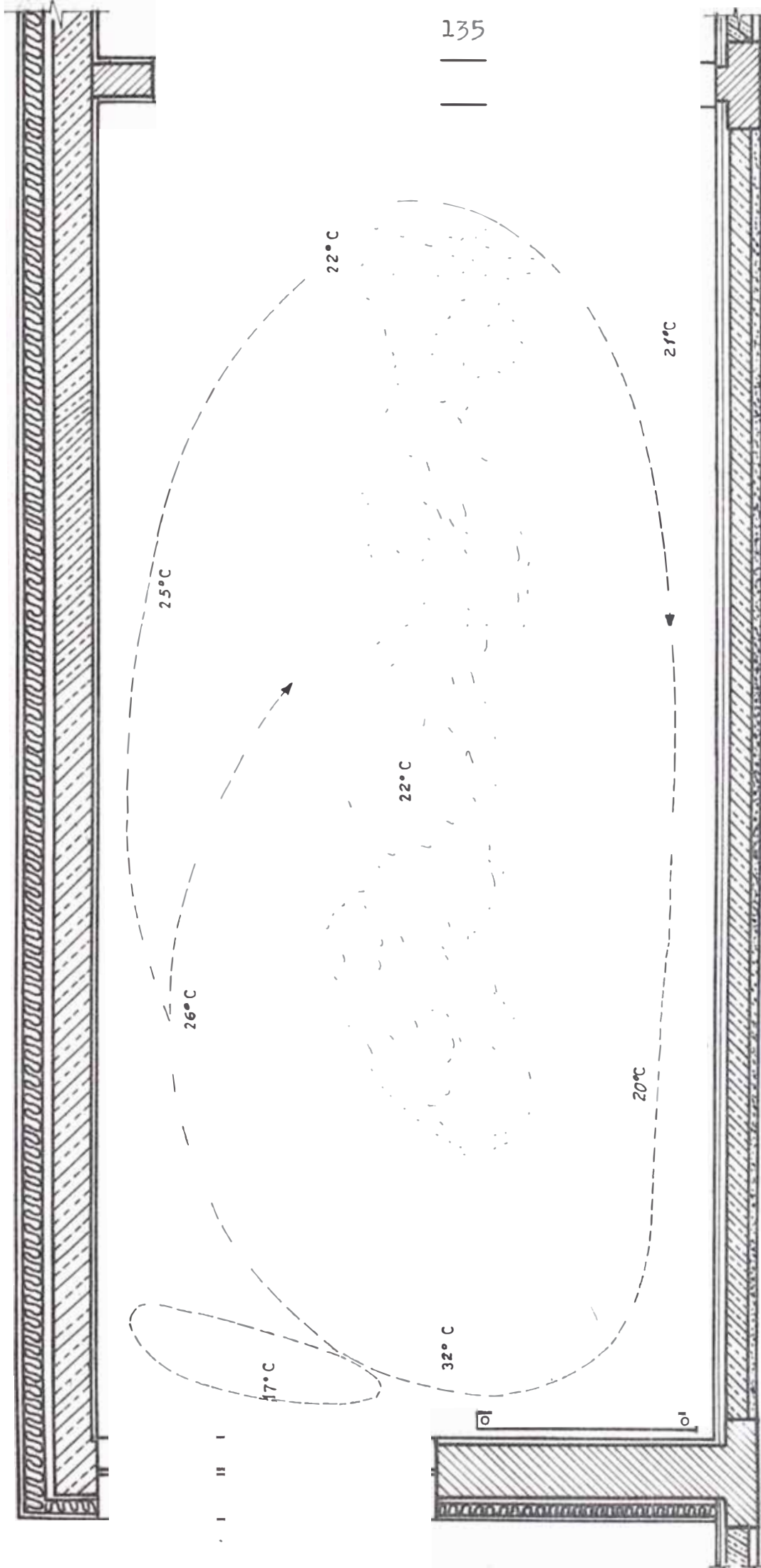


FIG. 27 DISTRIBUCION DE TEMPERATURA CCN LOS CALEFACTORES UBICADAS DEBAJO DE LAS VENTANAS
 CASO DE AMBIENTE 29 (Corte B-B)
 ESC: 1:2.

Con las siguientes características:

$$t_V / t_R / t_L$$

$$90^{\circ}\text{C}/70^{\circ}\text{C}/22^{\circ}\text{C}.$$

t_V = Temperatura de ida.

t_R = Temperatura de retorno.

t_L = Temperatura del ambiente.

Fig.28. Medidas de montaje mínimo.

Fig.29. Longitud de nicho (NL)

$$NL = BL + 200 \text{ mm (mínimo)}$$

$$NL = BL + 250 \text{ mm (máximo)}$$

Ejemplo de cálculo para el ambiente Nr 29.

Demanda de calor necesario = 1284 W.

Temperatura de ida del medio calefactor $t_V = 90^{\circ}\text{C}$

Temperatura de retorno del medio calefactor

$$t_R = 70^{\circ}\text{C}$$

Temperatura promedio del medio calefactor

$$t_m = 80^{\circ}\text{C}$$

Temperatura del ambiente a calefacto-
nar

$$t_L = 22^{\circ}\text{C}$$

Se escoge una BH = 980 mm (según altura disponible).

(De catálogo de Buderus: Para Radiadores fundidos

DIN "FKR" Pagina 7) se escoge:

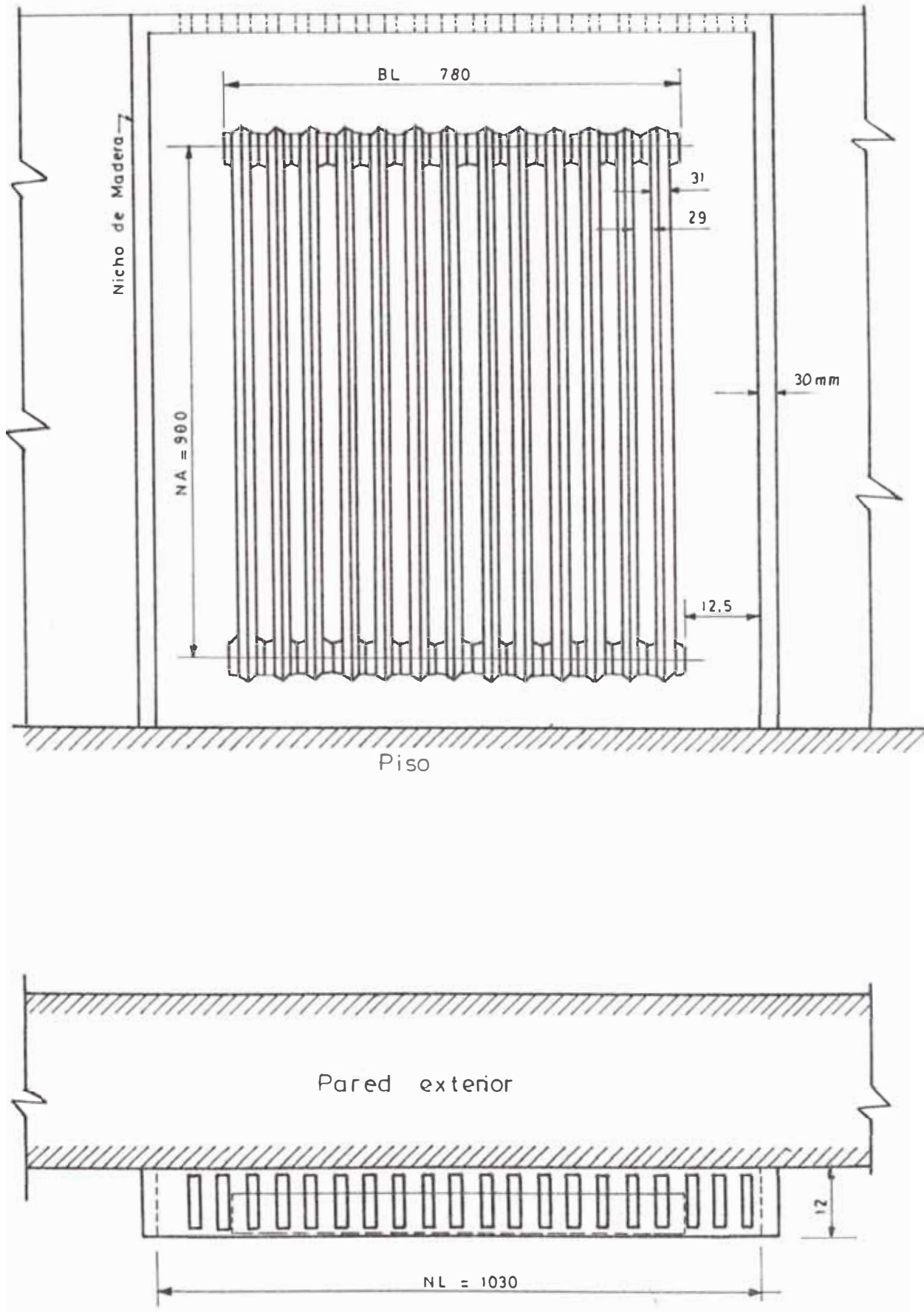


FIG. 29 LONGITUD DE NICHOS (NL)
ESC: 1:10

Calefactor tipo 13 / 880 / 70

Capacidad nominal máxima = 1380 W

BL = 780 mm

NL = 780 + 220 = 1000 mm.

Del mismo modo se selecciona los demas calefactores y se tabulan en la tabla 5.1-1.

Tabla 5.1-1. Tabulación de calefactores seleccionados.

5.2 Cálculo de la Red de Tubería y Selección de las Válvulas del Calefactor.

Procediendo de la instalación dimensionada, se determina primero la red de tubería (suponiendo un valor-R o una supuesta velocidad), después se determina la pérdida de presión por la válvula termostática, de pie y seguidamente del mezclador, - con la determinación de la pérdida de presión total y la cantidad de agua necesaria, se determina la bomba de recirculación apropiada. Los pasos a seguir son:

a) Determinación de la cantidad de agua.

$$m = \frac{Q}{C \cdot \Delta T}$$

\dot{m} = Flujo de agua en Kg/h

Q = Demanda de calor en W

Nr.	Ambiente Desig- nación	Temp. °C	Reque- rido: W	Tipo de Calefactor Nr de unid/BH/BT	BL mm	Q̄ Máximo W	Q̄ en cálculo W
1	REPOST		1284	13/880/70	780	1380	1284
2	AISL		1171	11/880/70	660	1167	1167
4	TINA		720	7/880/70	420	743	720
5	LIMP		874	8/880/70	480	849	849
6	E.ENF		727	7/880/70	420	743	727
8	E.MED		720	7/880/70	420	743	720
9	TOPICO		874	8/880/70	480	849	849
12	AISL		1075	10/880/70	600	1061	1061
17+18	CUNAS		991	10/880/70	600	1061	991
19	TRAB.	22°C	894	9/880/70	540	955	894
20	6-C		2113	20/880/70	1200	2122	2113
21	3-C		1300	13/880/70	780	1380	1300
22	6-C		2275	22/880/70	1320	2335	2275
23	3-C		1381	13/880/70	780	1380	1380
24	ESTAR		1300	13/880/70	780	1380	1300
25	4-C		1381	13/880/70	780	1380	1380
26+27	CUNAS		1121	11/880/70	660	1167	1167
28	4-C		1381	13/880/70	780	1380	1380
29	4-C		1300	13/880/70	780	1380	1300
TOTAL					23455	22885	

C = Calor específico del agua = 1,163 Wh/(Kg.K)

Δt = Diferencia de temperatura = $(t_V - t_R) = 20$ K

b) Dimensionamiento del Ramal.- Se dimensiona primero el circuito mas desfavorable; eso quiere decir el circuito el cual bajo consideraciones del flujo de agua es el mas largo asimismo el de mayor resistencia.

$$H = R \cdot l + Z \quad (\text{mbar})$$

H = Caída de presión total de cada tramo en mbar.

R = Caída de presión por metro de tubería en mbar/m.

l = Longitud de un tramo de tubería.

Z = Pérdida de presión individual en mbar.

$$Z = \sum \zeta \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}$$

$\sum \zeta$ = Suma del coeficiente de resistencia específica (determinado según experiencias)

ρ = Densidad del agua a la temperatura promedio $80^\circ\text{C} = 0,9718$ Kg/dm³.

Esquemas Previos.-

Fig.30 Vista de planta del pabellón de Pediatría y Maternidad con tendido de tubería desde el caldero hasta los calefactores.

(ver al final, conjuntamente con fig.31)

Fig.31 Vista de corte del pabellón de Pediatría y Maternidad con tuberías y calefactores.

Fig.32 Vista de corte mostrando conexiones de tuberías a caldero en cuarto de calefacción.

Fig.33 Perspectiva isométrica con distribución de tuberías a todos los calefactores del pabellón de Pediatría y Maternidad.

Tabla 5.2 -1

Conformación de los valores h .- Según (tabla 11.3 por Ihle).

Tabla 5.2-2

Longitud de tuberías con sus respectivos valores- h , dimensionado según fig. 30,31, 32.

Ejemplo de cálculo.

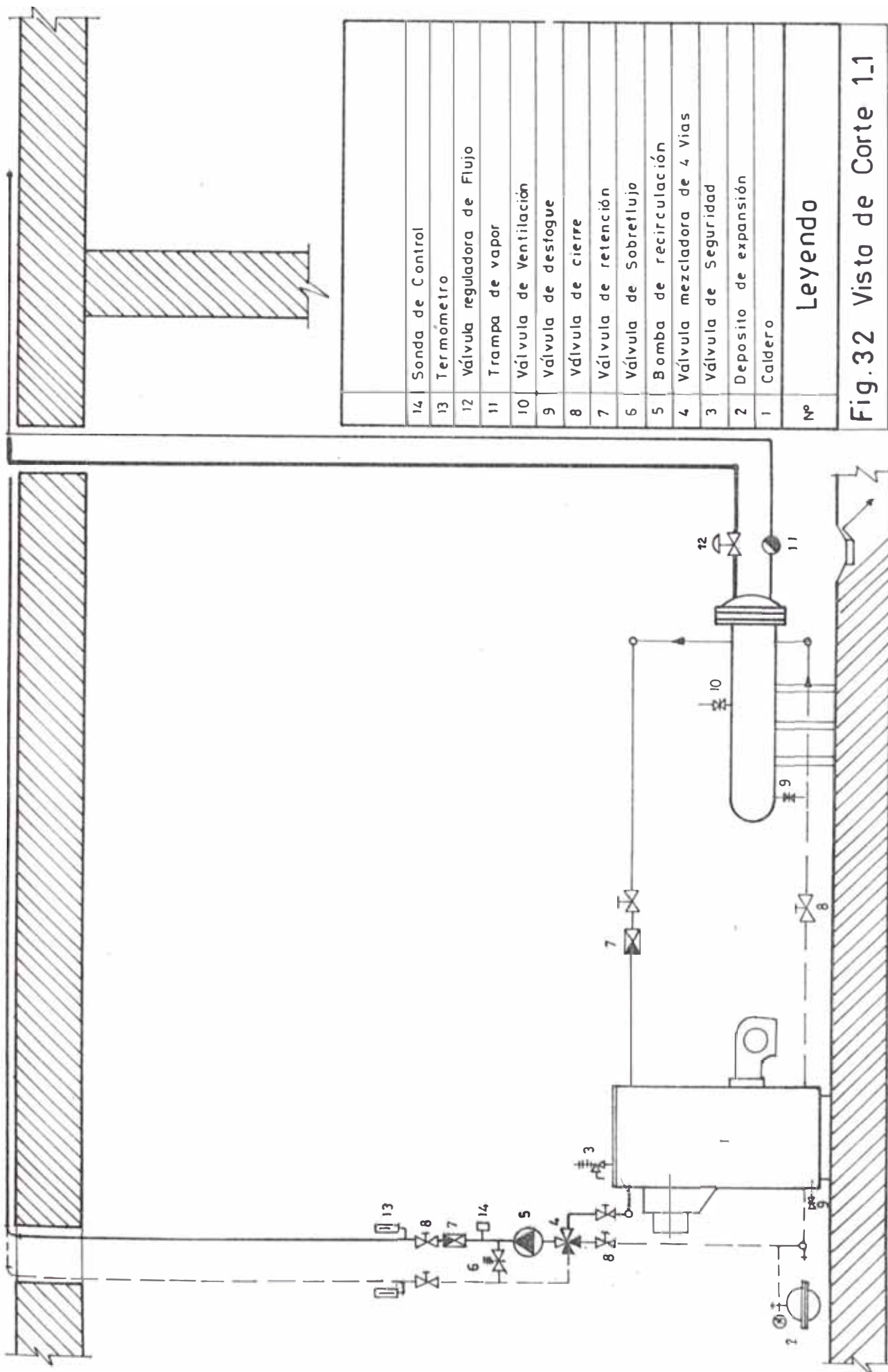
Según fig.30 el ramal mas largo esta conformado por el calefactor (17+18) y el caldero, asi tenemos:

1. Tramo 22/23

2. Demanda de calor (17+18) $Q = 991 \text{ W}$

$$3. \text{ Flujo de masa } \dot{m} = \frac{Q}{C \cdot \Delta T} = \frac{991}{1,163 \cdot 20} = \frac{W}{\frac{Wh.}{KgK} K}$$

$$\dot{m} = 42,60 \text{ Kg/h}$$



14	Sonda de Control
13	Termómetro
12	Válvula reguladora de Flujo
11	Trampa de vapor
10	Válvula de Ventilación
9	Válvula de destogoe
8	Válvula de cierre
7	Válvula de retención
6	Válvula de Sobreflujo
5	Bomba de recirculación
4	Válvula mezcladora de 4 Vias
3	Válvula de Seguridad
2	Deposito de expansión
1	Caldero
Nº	Leyenda

Fig.32 Vista de Corte 1.1

Tabla 5.2-1 Conformación de los Valores ζ .

<u>Tramo 1</u>		<u>Tramo 6</u>	
1 Caldero	2,5	2 TD _T	$\Sigma \zeta = 0,6$
5 Codos 90°	6,5	<u>Tramo 7</u>	= 5
2 Valv. compuerta	0,6	<u>Tramo 8</u>	= 6
1 TA _{GV}	3,0	<u>Tramo 9</u>	= 5
1 Bomba	1,0	<u>Tramo 10</u>	= 6
1 Valv. Retención	<u>1,5</u>	<u>Tramo 11</u>	= 5
	$\Sigma \zeta = 15,1$	<u>Tramo 12</u>	= 6
<u>Tramo 2</u>		<u>Tramo 13</u>	= 5
1 TD _T	0,3	<u>Tramo 14</u>	= 6
1 TA _T	<u>1,5</u>	<u>Tramo 15</u>	= 5
	$\Sigma \zeta = 1,8$	<u>Tramo 16</u>	= 6
<u>Tramo 3</u>		<u>Tramo 17</u>	= 5
1 TD _T	0,3	<u>Tramo 18</u>	= 6
2 Codos 90°	<u>2,6</u>	<u>Tramo 19</u>	= 5
	$\Sigma \zeta = 2,9$	<u>Tramo 20</u>	
<u>Tramo 4</u>		1 TD _T	0,3
1 TA _T	1,5	1 TA _T	<u>1,5</u>
1 TD _T	<u>0,3</u>		$\Sigma \zeta = 1,8$
	$\Sigma \zeta = 1,8$	<u>Tramo 21</u>	
<u>Tramo 5</u>		1 TA _T	1,5
1 TA _T	1,5	3 Codos 90°	<u>3,9</u>
2 Codos 90°	<u>2,6</u>		$\Sigma \zeta = 5,4$
	$\Sigma \zeta = 4,1$		

Tabla 5.2-1 (Continuación)

<u>Tramo 22*</u>		<u>Tramo 34</u>	= 26
3 Codos 90°	3,9	<u>Tramo 35</u>	= 25
1 Codo 45°	0,4	<u>Tramo 36</u>	= 26
	$\Sigma \ell = 4,3 \checkmark$	<u>Tramo 37</u>	= 25
<u>Tramo 23*</u>		<u>Tramo 38</u>	= 26
3 Codos 90°	3,9	<u>Tramo 39</u>	= 25
1 TD _T	0,3	<u>Tramo 40</u>	= 26
	$\Sigma \ell = 4,2 \checkmark$	<u>Tramo 41</u>	
<u>Tramo 24</u>		1 TD _V	0,5
2 Codos 90°	2,6	1 TA _{GV}	3,0
1 TA _V	1,0		$\Sigma \ell = 3,5$
	$\Sigma \ell = 3,6$	<u>Tramo 42</u>	
<u>Tramo 25</u>		1 Codo 90°	1,3
2 TD _V	$\Sigma \ell = 1,0$	1 TA _{GV}	3,0
<u>Tramo 26</u>			$\Sigma \ell = 4,3$
1 Codo 90°	1,3	<u>Tramo 43</u>	
1 TA _V	1,0	1 TA _{GV}	3,0
	$\Sigma \ell = 2,3$	1 TD _V	0,5
<u>Tramo 27</u>	= 25		$\Sigma \ell = 3,5$
<u>Tramo 28</u>	= 26	<u>Tramo 44</u>	= 4
<u>Tramo 29</u>	= 25	<u>Tramo 45</u>	= 5
<u>Tramo 30</u>	= 26	<u>Tramo 46</u>	= 6
<u>Tramo 31</u>	= 25	<u>Tramo 47</u>	= 5
<u>Tramo 32</u>	= 26	<u>Tramo 48</u>	= 6
<u>Tramo 33</u>	= 25		

Tabla 5.2-1 (Continuación)

<u>Tramo 49</u>	= 5	<u>Tramo 65</u>	= 25
<u>Tramo 50</u>	= 6	<u>Tramo 66</u>	= 26
<u>Tramo 51</u>	= 5	<u>Tramo 67</u>	= 25
<u>Tramo 52</u>	= 6	<u>Tramo 68</u>	= 26
<u>Tramo 53</u>	= 5	<u>Tramo 69</u>	= 25
<u>Tramo 54</u>	= 6	<u>Tramo 70</u>	= 26
<u>Tramo 55</u>	= 5	<u>Tramo 71</u>	= 25
<u>Tramo 56</u>	= 6	<u>Tramo 72</u>	= 26
<u>Tramo 57</u>	= 5	<u>Tramo 73</u>	
<u>Tramo 58</u>		1 TA _{GV}	3,0
1 TD _T	0,3	1 TA _V	1,0
2 Codos 90°	2,6		$\Sigma \zeta = 4,0$
1 Codo 45°	0,4	<u>Tramo 74</u>	
	$\Sigma \zeta = 3,3$	1 TD _V	0,5
<u>Tramo 59</u>		5 Codos 90°	6,5
2 Codos 90°	2,6	2 Valv. Compuerta	0,6
1 TD _V	0,5		$\Sigma \zeta = 7,6$
	$\Sigma \zeta = 3,1$	<u>NOTA:</u> No se considera	
<u>Tramo 60</u>	= 26	pérdidas de la valv.	
<u>Tramo 61</u>	= 25	termostática ni del	
<u>Tramo 62</u>	= 26	calefactor. (*)	
<u>Tramo 63</u>	= 25		
<u>Tramo 64</u>	= 26		

Tabla 5.2-2 Longitud de Tuberías con sus respectivos Valores ζ

Tramo	Longitud m.	$\Sigma \zeta$	Tramo	Longitud m.	$\Sigma \zeta$
1	10	15,1	24	4,20	3,6
2	12,5	1,8	25	4,30	1,0
3	2,65	2,9	26	3,5	2,3
4	2,5	1,8	27	3,5	1,0
5	2,65	4,1	28	3,5	2,3
6	3,6	0,6	29	4,5	1,0
7	2,65	4,1	30	3,5	2,3
8	3,6	0,6	31	4,6	1,0
9	2,65	4,1	32	3,5	2,3
10	3,4	0,6	33	3,6	1,0
11	2,65	4,1	34	3,5	2,3
12	3,6	0,6	35	3,4	1,0
13	2,65	4,1	36	3,5	2,3
14	4,7	0,6	37	3,6	1,0
15	2,65	4,1	38	3,5	2,3
16	4,6	0,6	39	3,6	1,0
17	2,65	4,1	40	3,5	2,3
18	3,5	0,6	41	2,3	3,5
19	2,65	4,1	42	3,5	4,3
20	4,30	1,8	43	12,6	3,5
21	3,25	5,4	44	0,30	1,8
22	5,6	4,3	45	2,65	4,1
23	6,55	4,2	46	3,90	0,6

Tabla 5.2-2 (Continuación)

47	2,65	4,1	73	0,30	4,0
48	4,40	0,6	74	10,0	7,6
49	2,65	4,1			
50	4,0	0,6			
51	2,65	4,1			
52	3,0	0,6			
53	2,65	4,1			
54	4,20	0,6			
55	2,65	4,1			
56	2,90	0,6			
57	2,65	4,1			
58	10,25	3,3			
59	11,1	3,1			
60	3,50	2,3			
61	2,90	1,0			
62	3,50	2,3			
63	4,20	1,0			
64	3,50	2,3			
65	3,0	1,0			
66	3,50	2,3			
67	4,20	1,0			
68	3,50	2,3			
69	4,50	1,0			
70	3,50	2,3			
71	3,80	1,0			
72	3,50	2,3			

4. $l = 12,15$ m según tabla 52-2.
5. Diámetro nominal (DN) en mm; esto se determina con el flujo de agua.

Para esto se fija que $R \leq 0,80$ mbar/m.

de tabla para dimensionamiento de tubería para agua caliente con $\Delta T = 1K$, seleccionamos tubería con rosca semipesada según DIN 2440 (tabla 11.8 por Ihle) y obtenemos para $\dot{m} = 42,6$ Kg/h.

$$DN = 10 \text{ mm}$$

$$di = 12,5 \text{ mm}$$

$$R = 0,19 \text{ mbar/m}$$

Para:

$$\dot{m} = 42,6 \text{ Kg/h de tabla}$$

$$v = 0,10 \text{ m/s de tabla.}$$

6. Velocidad real (v) según cálculo.

$$v = \frac{\dot{m}}{\rho \cdot \frac{\pi \cdot di^2}{4}} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{h}} \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{Kg}} \cdot \frac{1}{\text{m}^2} \cdot \frac{1 \text{h}}{3600 \text{s}} \right)$$

$$\dot{m} = 42,6 \text{ Kg/h}$$

$$\rho = 971,8 \text{ Kg/m}^3$$

$$di = 0,0125 \text{ m}$$

reemplazando se obtiene:

$$v = 0,099 \text{ m/s}$$

7. Caída de Presión por metro de longitud (R)

igual que en 5, $R = 0,19 \text{ mbar/m}$.

8. Multiplicando 4 X 7 (R.1)

$$0,19 \frac{\text{mbar}}{\text{m}} \times 12,15 \text{ m} = 2,375 \text{ mbar.}$$

9. $\Sigma h = 8,5$ según tabla 5.2-1

$$\begin{aligned} 10. Z &= \Sigma h \times \frac{\rho}{2} \times v^2 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \cdot \frac{10^3 \text{mbar}}{10^5 \text{N/m}^2} \right) \\ &= 8,5 \times \frac{971,8}{2} \times (0,099)^2 \times 10^{-2} \text{ mbar.} \\ &= 0,405 \text{ mbar.} \end{aligned}$$

$$11. \Sigma R1 + Z = 8 + 10 = 2,375 + 0,405 = 2,78 \text{ mbar.}$$

- Elección de la Válvula termostática (THV)

De fabricaciones Heimeier se tiene los siguientes tipos:

1. ET 10 - DT 20 (3/8"E - 3/8"D)

$$Z = 1,11 \cdot 10^{-3} \dot{\text{m}}^2 \text{ (mbar.)}$$

2. ET 15 - DT 15 (1/2"E - 1/2"D)

$$Z = 8,0 \times 10^{-4} \dot{\text{m}}^2 \text{ (mbar)}$$

3. ET 20 - DT 20 (3/4"E - 3/4"D)

$$Z = 6,0 \cdot 10^{-4} \dot{\text{m}}^2 \text{ (mbar)}$$

ET 10 válvula termostática forma es -
quinada de 10 mm. de DN.

DT 10 válvula termostática de paso de

10 mm de diámetro nominal.

Z_{THV} Caída de presión de la válvula termostática.

Valores para la determinación:

<3,5 KW	DN 10
3,5 KW .. 4,7 KW	DN 15
4,7 KW .. 5,8 KW	DN 20
>5,8 KW	DN 25

Se elige una válvula termostática tipo
THV - DT 10

$$Z = 1,11 \cdot 10^{-3} (42,6 \text{ Kg/h})^2$$

$$Z = 2,014 \text{ mbar.}$$

- Elección de la Válvula de pie (FV)

De fabricaciones Heimeier se tiene los siguientes tipos:

Forma Esquinada :

DN 10/15/20

$$Z = 2,5 \cdot 10^{-4} \dot{m}^2 \text{ (mbar).}$$

Forma de Paso :

$$\text{DN 10} \quad Z = 5 \cdot 10^{-4} \dot{m}^2 \text{ (mbar)}$$

$$\text{DN 15} \quad Z = 4 \cdot 10^{-4} \dot{m}^2 \text{ (mbar)}$$

$$\text{DN 20} \quad Z = 2,67 \cdot 10^{-4} \dot{m}^2 \text{ (mbar)}$$

Se elige una válvula de pie de paso tipo
FV-D 1'

$$Z = 5 \cdot 10^{-4} (42,6 \text{ Kg/h})^2 \text{ en mbar.}$$

$$Z = 0,91 \text{ mbar.}$$

Suma de caída de presión en tramo 22/23 con válvulas.

$$2,78 + 2,014 + 0,91 = 5,704 \text{ mbar.}$$

Del mismo modo para los siguientes tramos - confeccionamos la tabla 5.2-3, obteniendo una caída total de presión de 72,86 mbar en el ramal que parte del calefactor (17+18) hasta el caldero, con temperaturas de agua 90/70°C.

Tabla 5.2-3

Cálculo de caída de presión de Ramal HK(17+18) hasta el caldero.

Tabla 5.2-4

Cálculo de la caída de presión del Ramal que parte del calefactor 12 hasta el caldero, - aquí la caída de presión total es de 39,467 mbar, menor que 72,86 mbar. Prevalciendo el ramal más desfavorable -- (17+18)-caldero.

Tabla 5.2-5

Cálculo de la caída de presión de los tramos individuales conectados al resto de calefactores.

Fig.34 Esquema representativo de caída de presión del Ramal de tubería mas desfavorable y caída de presiones individuales.

5.3 Selección de la Válvula de mezcla.

Para garantizar la perfecta mezcla de paso del flujo en conjunto de la cantidad de agua, se debe determinar la pérdida de presión de la válvula de mezcla seleccionada, como valores aproximados es válido lo siguiente:

La conexión debe ser una dimensión mas pequeña que el conducto de tubería. En general una válvula de mezcla debe utilizar de 15 a 25 % del total de la presión de instalación, el valor no debe ser menor del 10 % ni pasarse del 35 %.

Dimensionamiento.-

$$\dot{Q} = 22\,857 \text{ W}$$

$$\dot{m} = 982,66 \text{ Kg/h.}$$

$$\dot{V} = \frac{\dot{m}}{\rho_{80}} = \frac{982,66}{0,9718} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{h}} \times \frac{1}{\text{Kg}} \right)$$

$$\dot{V} = 1011,18 \text{ l/h (para determinar la pérdida de presión).}$$

De catálogo de Fabricaciones CENTRA-BUERKLE se tiene los siguientes tipos con su caída de presión:

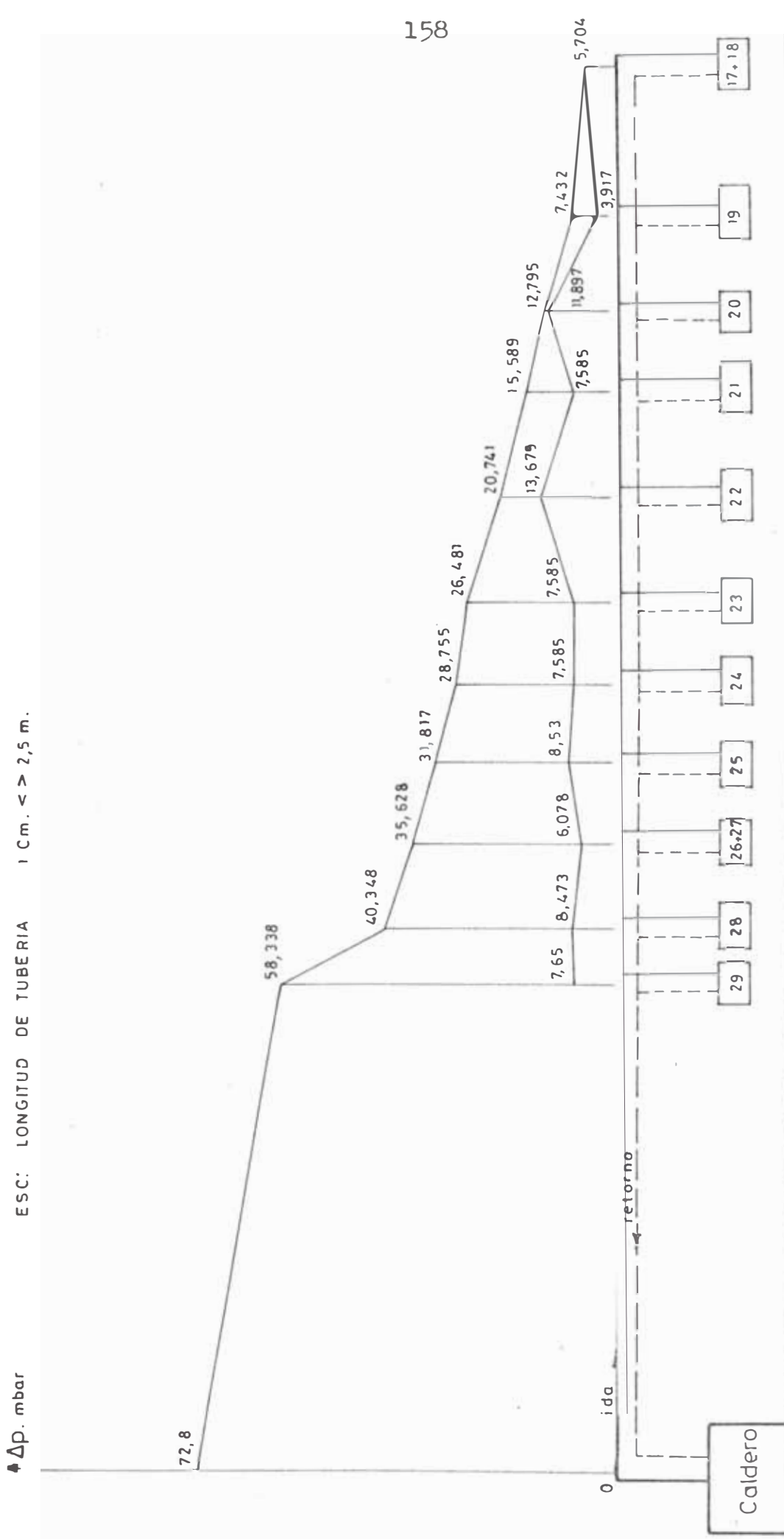
$$\text{DN } 15 \quad Z_m = 6,0 \cdot 10^{-5} \dot{V}^2 \text{ (mbar)}$$

$$\text{DN } 20 \quad Z_m = 2,5 \cdot 10^{-5} \dot{V}^2 \text{ (mbar)}$$

FIG. 34 ESQUEMA REPRESENTATIVO DE CAIDA DE PRESION DEL RAMAL DE TUBERIA MAS DESFAVORABLE Y CAIDAS DE PRESIONES INDIVIDUALES.

ESC: CAIDA DE PRESION Δp . 1 Cm. $\lt \gt$ 10 mbar

ESC: LONGITUD DE TUBERIA 1 Cm. $\lt \gt$ 2,5 m.



$$\text{DN 25 } Z_m = 9,6 \cdot 10^{-6} \dot{V}^2 \text{ (mbar)}$$

$$\text{DN 32 } Z_m = 4 \cdot 10^{-6} \dot{V}^2 \text{ (mbar)}$$

$$\text{DN 40 } Z_m = 1,5625 \cdot 10^{-6} \dot{V}^2 \text{ (mbar).}$$

Se elige el tipo DN 25 (menor que DN32)

$$Z_m = 9,6 \cdot 10^{-6} (1011,18 \text{ l/h})^2$$

$$Z_m = 9,82 \text{ mbar.}$$

Cálculo del porcentaje.-

$$\Sigma R_l + Z = 72,86$$

$$Z_{m\text{DN}25} = 9,82$$

$$H = 82,68 \text{ (= altura de elevación de la} \\ \simeq 0,83 \text{ m bomba)}$$

$$X = \frac{9,82}{82,68} \times 100 \% = 11,88 \% > 10 \% \text{ OK!}$$

5.4 Selección de la Bomba de Recirculación.

$$\dot{Q} = 22 \ 857 \text{ W}$$

$$\dot{m} = 982,66 \text{ Kg/h , } \dot{V} = 1,011 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H = (\Sigma R_l + Z) + Z_m$$

$$H = 72,86 + 9,82 = 82,68 \text{ mbar} \simeq 8,3 \text{ KPa}$$

Cálculo de la Potencia.

$$P = \frac{\dot{m} \cdot H \cdot g}{\eta} = \frac{\dot{m} \cdot \Delta p}{\eta}$$

P = Demanda de Potencia en W.

\dot{m} = Flujo de masa = 982,66 Kg/h

H = Altura de elevación = 0,8 268 m.

g = Gravedad de la tierra = 9,8 1 m/s²

η = Grado de rendimiento total = $\eta_B \cdot \eta_M$

η_B = Rendimiento de la bomba \cong 0,4 ... 0,6 (bombas pequeñas)

η_M = Rendimiento del motor \cong 0,5... 0,6

(Según Ihle en libro Die Pumpen Warm Wasser-
heizung)

$$\eta = 0,5 \cdot 0,6 = 0,3$$

$$P = \frac{98\,2,66 \cdot 0,8\,268 \cdot 9,8\,1}{0,3} \left(\frac{\text{Kg} \cdot \text{m} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \frac{\text{h}}{3600 \text{ s}} \right)$$

$$P = 7,38 \text{ W.}$$

De catálogo del Fabricante GRUNDFOS se elige:

Bomba de recirculación GRUNDFOS (ver apendice) -
con motor tubular ranurado.

Tipo UM 36- 20 R DN 32

Número de revoluciones $n = 1300 \text{ (min}^{-1}\text{)}$

Potencia absorbida $P = 70 \text{ W}$

Corriente nominal $I_N = 0,30 \text{ (A)}$

Voltaje $V = 1 \text{ x } 220 \text{ V.}$

Condensador $C = 2,5 \text{ (}\mu\text{F)}$

5 .5 Selección de Depósito de Expansión.

Las magnitudes de partida para la determinación

del volúmen del depósito (V_G) son:

- Volúmen de agua de la instalación (V_A)
- Temperatura promedio de calefacción (t_m)
- Presión inicial (altura estática de la instalación) (P_A)
- Presión final (0,5 bar debajo de la presión correspondiente de la válvula de seguridad) (P_E)

Valores previos (del libro de Ihle).-

Tabla 5.5-1 Volúmen de agua (forma aproximada)

Instalaciones de caldero con:	V_A
- Radiadores	16 l/1,2 KW
- Calefactores de placas	11 l/1,2 KW
- Convectores	6 l/1,2 KW
- Inst. de ventilación	9 l/1,2 KW
- Tuberías a distancia	20 l/1,2 KW

Tabla 5.5-2 Expansión porcentual de agua (W_A) en dependencia con la temperatura media del agua (t_m)

t_m	10	20	30	40	50	60	70
W_A	0,03	0,18	0,43	0,77	1,20	1,70	2,26
	80	85	90	95	100		
	2,96	3,21	3,59	3,94	4,35		

- Válvula de seguridad regulada en 3 bar.

- Formulas a emplear:

$$\text{Volúmen de agua} \quad V_A = Q_N \cdot \mathcal{V}_A \quad \text{en l}$$

$$\text{Expansión del agua} \quad \Delta V = \frac{V_A \cdot W_A}{100} \quad \text{en l}$$

$$\text{Volúmen del depósito} \quad V_G = \frac{\Delta V}{1 - \frac{P_{A\text{abs}}}{P_{E\text{abs}}}} \quad \text{en l}$$

- Cálculo:

$$t_v = 90^\circ\text{C}$$

$$t_R = 70^\circ\text{C}$$

$$P_E = 2,5 \text{ bar} \quad (P_E \text{ abs} = 3,2 \text{ bar})$$

$$P_A = 0,5 \text{ bar} \quad (P_A \text{ abs} = 1,2 \text{ bar})$$

$$V_A = 22,857 \cdot \frac{16}{1,2} \left(\frac{\text{KW} \cdot 1}{\text{KW}} \right) = 304,8 \text{ l}$$

$$\Delta V = \frac{304,8 \cdot 2,96}{100} \left(\frac{1 \cdot \%}{\%} \right) = 9,02 \text{ l}$$

$$V_G = \frac{9,02 \text{ l}}{1 - \frac{1,2 \text{ bar}}{3,2 \text{ bar}}} = 14,43 \text{ l}$$

- Selección:

(de tabla 7.6 del libro de Ihle) se escoge un tipo. 18/0,5

Con máximo contenido de agua = 305 l

Con máxima capacidad de calentamiento = 22,1 KW

Altura estática = 0,5 bar.

5.6 Selección del Caldero de Calefacción.

Datos previos.-

Demanda de calor $\dot{Q}_N = 22,857 \text{ KW}$

temperatura de ida $t_v = 90^\circ\text{C}$

temperatura de retorno $t_R = 70^\circ\text{C}$

combustible: Petróleo con poder calorífico

$$H_{\mu} = 11,6 \text{ KW h/kg}$$

Selección.-

De Fabricante Vaillant (ver apéndice) escogemos:

Caldero tipo GP120-23 calormatic con las siguientes características:

- Material de acero fundido
- Compuerta del quemador aislado
- Tubo de gases de escape con 130 mm de diámetro, con recipiente de recolección de hollín.
- Con instalaciones de conexión para medición y control compuesto de: regulador de temperatura del caldero, controlador, válvula de seguridad, interruptor de prendido y apagado, interruptor de bomba, termómetro de caldero, apertura hecha para contador de horas de servicio, cable de conexión al quemador con enchufe.
- controlador de quemador con conexión de día y - de noche con intervalo de reserva, sonda de temperatura de ida, sonda de temperatura exterior,

temperatura de ida con límite mínimo regulado a 38°C.

- temperatura de ida permitida = 90°C
- presión total permitida = 4 bar
- campo de potencia nominal = 16 23 KW
- tiro = 0,12 mbar
- contenido de gases en el caldero = 0,048 m³
- volúmen de agua cerca de 24 l
- conexión eléctrica : 220 V/60HZ
- conexiones de tubería de ida y retorno 1 1/4 pulg.
- dimensiones exteriores
 - alto : 975 mm.
 - ancho : 500 mm.
 - profundidad : 385 mm.
- peso sin agua = 123 Kg.

Cálculo del grado de rendimiento del caldero.-

Fórmulas a usar:

$$\eta_K = 100 - VA - VS$$

η_K = rendimiento del caldero (%)

VA = pérdida por gases de escape (%)

VS = pérdida a las inmediaciones por la superficie exterior del caldero (%)

$$VA = y \cdot \frac{t_A - t_L}{\%CO_2 + \%CO}$$

t_A = temperatura a la salida de los gases de escape, valor mínimo = 180°C y no debe sobre-

pasar de 260°C

t_L = temperatura del aire de entrada al caldero.

%CO₂ = porcentaje de anhídrido carbónico, debe estar entre 12 a 13 %,

%CO = porcentaje de monóxido de carbono (no se considera)

y = coeficiente aplicado según el combustible, así:

para petróleo $y = 0,58$

para coque $y = 0,73$

para carbon de piedra $y = 0,66$

para gas natural $y = 0,43$

V_S = debe variar entre 3 4 %

En general según el libro de Recknagel Sprenger, el rendimiento del caldero varía según la capacidad del caldero y debe estar entre los siguientes valores:

Tabla 5.6-1 Rendimiento del caldero en función de su capacidad.

Capacidad del caldero en MW	Rendimiento del caldero η_K en %	
	Carbón-Coque	Petróleo-Gas
0,05	78	86
0,05 hasta 0,1	80	87
0,1 " 0,4	83	88
0,4 " 1,0	85	90

Tabla 5.6-1 (continuación)

1,0	Hasta 5,0	87	90
5,0	" 10,0	88	91
10,0		89	92

En nuestro caso consideramos un rendimiento

$$\eta_K = 86 \%$$

Paso de petróleo necesario por el quemador (\dot{V}_E)

Se puede determinar como sigue:

$$\dot{V}_E = \frac{\dot{Q}_N}{\eta_{K.H\mu}} = \frac{22,857}{0,86 \cdot 11,6} \text{ KW} \cdot \frac{\text{Kg}}{\text{KWh}}$$

$$\dot{V}_E = 2,29 \text{ Kg/h}$$

Transformando a galones US : densidad del petróleo.

$$\rho = 0,86 \text{ Kg/l}$$

$$\dot{V}_E = \frac{2,29}{0,86 \cdot 3,785} \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \cdot \frac{1}{\text{Kg}} \frac{\text{gal}}{1}$$

$$\dot{V}_E = 0,704 \text{ gal/h}$$

Cálculo de la demanda de combustible.-

Según lineamientos de la agrupacion de Ings.

alemanes (VDI) la demanda de combustible (B_p),
asi como la demanda anual (B_a) se determina en forma
aproximada con las siguientes relaciones:

En el periodo de calefacción.-

$$B_p = \frac{b_p \cdot \dot{Q}_N}{H_{\mu} \cdot \eta_{ges}} \quad \text{en Kg (asi como en m}^3\text{)}$$

En el año.-

$$B_a = B_p \cdot 1,15 \dots\dots 1,2$$

donde:

\dot{Q}_N = demanda de calor en KW

b_p = total de horas utilizables durante el periodo
de calefacción.

H_{μ} = poder calorífico = 11,6 KW h/Kg.

η_{ges} = grado de rendimiento anual de la instalación,
que para pequeñas y medianas instalaciones -
varía entre 72 75 %

Para el cálculo asumimos:

b_p = 1600 h/a caso de hospitales según (tabla 3.3
de Ihle)

$$\eta_{ges} = 0,74$$

$$B_p = \frac{1600 \cdot 22,857}{11,6 \cdot 0,74} \left(\frac{\text{h} \cdot \text{KW} \cdot \text{Kg}}{\text{a} \quad \text{KWh}} \right)$$

$$B_p = 4260,4 \text{ Kg/a} = 4953,95 \text{ l/a}$$

$$B_a = 4260,4 \cdot 1,2$$

$$Ba = 5112,5 \text{ Kg/a} - 5944,7 \text{ l/a}$$

Selección del tanque de almacenamiento de combustible:

Capacidad mínima = 6000 l.

5.7 Dimensionamiento de la Chimenea.-

El tamaño del area de chimenea es dependiente de:

- potencia del caldero (\dot{Q}_k)
- altura efectiva de la chimenea (h)
- la cantidad de gases de escape.

La altura mínima para calderos a petróleo y gas esta entre 4 a 5 m. y para combustibles sólidos entre 7 y 8 m.

El dimensionamiento se puede conseguir:

- Según DIN 4705
- Según diagramas de los fabricantes
- Según formulas empíricas.

Nosotros lo dimensionaremos según la siguiente fórmula:

$$As = \frac{a \cdot \dot{Q}_K}{\sqrt{h}} \quad (\text{cm}^2)$$

As = sección de chimenea en cm^2 .

\dot{Q}_K = potencia del caldero - 23 KW.

h - altura efectiva de chimenea = 5 m.

a = coeficiente

Coeficiente para caldero de petróleo y gas a = 12,9

Coeficiente para caldero intercambiable a = 18,9

Coeficiente para caldero con combustible sólido

a = 22,3

Cálculo:

$$A_s = \frac{12,9 \cdot 23}{\sqrt{5}} = 132,7 \text{ cm}^2$$

Elegimos una chimenea de 12 x 12 cm.

Area de entrada de aire (A_m)

El área de entrada de aire al cuarto de calefacción con calderos hasta de 50 KW de capacidad debe ser como mínimo = 300 cm^2 , mayores aumenta $2,5 \text{ cm}^2$ por cada KW.

Elegimos una área $A_{zu} = 15 \times 20 \text{ cm}$.

Area de salida de aire (A_{ab}).-

Esta debe ser la mayor entre la mínima de 180 cm^2 y/o el 25 % del área de chimenea (A_s).

Así :

$$A_{ab} = 180 \text{ cm}^2 \text{ ó } 0,25 A_s.$$

$$A_{ab} = 0,25 \cdot 144 \text{ cm}^2 = 36 \text{ cm}^2$$

Elegimos $A_{ab} = 180 \text{ cm}^2$; tamaño 15 x 12 cm

5.8 Selección del Intercambiador de Calor.

Este intercambiador se proyecta como alternativa con el fin de aprovechar el vapor disponible durante el tiempo de funcionamiento del caldero principal de la casa de fuerza y estará instalado en serie con el caldero de calefacción (ver plano de instalación).

Indicaciones necesarias para su dimensionamiento:

Capacidad de calefacción = 22,857 KW (19657 Kcal/h)

Presión de vapor de calefacción = 0,5 bar

Cantidad de agua de recirculación = 1,011 m³/h

Calentamiento de agua de recirculación de 70°C a 90°C.

Selección.-

Del catálogo (del Fabricante WILHELM DELLER KG D14-3) escogemos un intercambiador de calor de contra corriente modelo GD Agua - Vapor.

Tamaño Nr. 12 para 0,5 bar

con:

Capacidad de calentamiento = 20000 Kcal/h (23,3 KW)

Superficie de calentamiento = 0,7 m².

Conexiones de entrada de vapor = 40 mm

Conexiones de salida de condensado = 20 mm

Conexiones de agua de ida = 50 mm

Conexiones de agua de retorno = 50 mm

Longitud total = 1425 mm

Peso 44 Kg.

Posición Horizontal.

5.9 Montaje y Distribución del Sistema en Planta.-

Esta distribución se representan en el Plano en conjunto correspondientes a las figuras 30 y 31 (ver al final) para lo cual se tomarán las siguientes consideraciones:

Aislamiento de tuberías.- Son siempre necesario cuando las tuberías estan fuera de los ambientes a calefaccionar, las tuberías hasta con un Diámetro Nominal de 100 mm. se deben aislar de tal forma que el espesor de aislamiento le debe corresponder como mínimo las $\frac{2}{3}$ del Diámetro Nominal (Para un $\lambda = 0,035$ W/m.K). Para tuberías sobre los 100 mm de Diámetro Nominal el espesor de aislamiento debe ser como mínimo 100 mm, en bifurcaciones, distribuciones y armaduras el espesor de aislamiento se debe colocar hasta la mitad, en tuberías de conexiones a los calefactores mayores de 8 m el espesor de aislamiento debe ser como mínimo - la $\frac{1}{3}$ del Diámetro Nominal (Para $\lambda = 0,06$ W/m.K).

Los criterios de Elección para aislar tuberías y el correspondiente espesor de aislamiento es dependiente del diámetro de tubería, el precio de Energía, Temperatura y Horas de funcionamiento ,

asi como por influencias externas (como sustancias líquidas, ácidos, humedad, microorganismos, ozón, e influencias mecánicas), tambien por el precio (Costos de Montaje y Adquisición), y por el lugar y tipo de construcción del Edificio.

Nosotros utilizaremos aislamiento ya preparado correspondiente para cada Diámetro Nominal en forma de conductos de lana de vidrio en tamaños de 1 a 1,20 m de longitud envuelto con cinta negra de material sintético y una capa externa de lona con yeso.

6. REGULACION Y CONTROL EN EL SISTEMA DE CALEFACCION.

6.1 Técnica de Regulación y Control.

6.1.1 Circuito de Regulación.- Bajo regulación, se entiende un proceso, en el cual se mantiene una magnitud física (magnitud de regulación), lo mas constante posible o dentro de determinados valores prescritos, a pesar de las influencias exteriores, como por ejemplo la temperatura del aire, presión de aire, etc.- El proceso de regulación transcurre en un circuito cerrado (circuito de regulación), el cual contiene 2 grupos principales:

El dispositivo de regulación.- que consiste en:

- Sonda
- Regulador
- Accionamiento de ajuste

El tramo de regulación.- que comprende de:

- Válvula de ajuste
- Calefactor
- Ambiente.

6.1.2 Circuito de Control.- Es un proceso en un -

sistema mediante el cual las magnitudes de entrada influyen en las magnitudes de salida, pero no a la inversa, el camino efectuado es pues un circuito abierto (circuito de control)

6.1.3 Magnitudes fundamentales de la técnica de regulación.-

Magnitud de regulación (X).- Es la magnitud a mantener constante, por ejemplo la temperatura interior de un cuarto.

Valor nominal ó teórico (X_G).- Es el valor deseado de la magnitud de regulación, el es prescrito por la magnitud piloto.

Magnitud piloto (W).- Es la magnitud, según el cual la regulación asimismo el valor nominal debe ser comandado.

Si se prescribe W manualmente como valor nominal constante, se conoce esto como regulación de valor constante (por ejm. 90°C en la regulación del intercambiador de calor).

Si se prescribe W como señal de tiempo, eso quiere decir X_G cambia dependiendo del tiempo según un programa predeterminado, se habla de una regulación programada o temporal (por ejm. reducción de temperatura en las noches, etc.)

Valor real o efectivo (X_i).- Es el valor de X , el cual es medido y registrado en un instante por el organo medidor.

Variación de la regulación (X_w).- Es la diferencia entre $X_i - X_G$, el es determinado por el regulador, en el cual se compara el valor real medido con el valor nominal predeterminado.

Organo medidor (M G).- Es el dispositivo que averigua el valor real X_i .

Lugar de medida (MO).- Es el lugar, donde es llevado el organo medidor (por ejm. sonda en tubería de ida). En el lugar se registra el valor de la magnitud de regulación.

Dispositivo de regulación.- Este está constituido por un elemento de ajuste y un accionamiento de ajuste.

Elemento de ajuste (SG).- Es el dispositivo, el cual a través de un desplazamiento (por ejm. cambio de carrera) la desviación de la magnitud de regulación se debe rectificar.- Elementos de ajuste son por ejm. válvulas de regulación (válvulas de paso, válvulas de 4 vías, válvulas de mezcla o distribución, vál

vulas extrangulamiento), bombas, quemador, - chapaleta de regulación. Los elementos de ajuste son los "Receptores" de la magnitud de ajuste.

Lugar de ajuste (SO).- Es el lugar donde se instala el elemento de ajuste.

Magnitud de ajuste (Y).- Es la magnitud, en el cual el dispositivo de regulación del elemento de ajuste "ordena", con ello un determinado flujo de masa o de energía del tramo de regulación se retorna. Por ello la magnitud de regulación X es influenciado y el valor real es llevado nuevamente aproximandolo al valor nominal.

Margen de ajuste (ΔY).- Es el campo dentro - del cual se puede efectuar la magnitud de ajuste.

Velocidad de regulación (V_y).- Esta es la velocidad, que con la influencia de la magnitud de ajuste se detiene.

Magnitud de perturbación (Z).- Estas son todas las magnitudes, las cuales producen una desviación de la regulación, esto quiere decir si la magnitud de regulación cambia hace con ello necesario una regulación general -

(las perturbaciones influyen en el tramo de regulación).

Regulador (R).- Es el componente, el cual - compara el valor real y el valor nominal y contiene como mínimo y esencialmente otro elemento de construcción del dispositivo de regulación ejm. un amplificador.

Dispositivo de regulación((R)).- Esta com - puesto de, un regulador, elemento de medida, sonda, sujetador del valor nominal, accionamiento de ajuste. Este es, los cambios de - las magnitudes de perturbación son compensados através de los cambios de las magnitudes de ajuste.

Tramo de regulación (S).- Es el camino del lugar de ajuste SO hasta el lugar de medida MO, esto quiere decir en una instalación a regular, las magnitudes de entrada son Y; Z, la magnitud de salida es X. El tramo de regulación consiste de una válvula de ajuste, calefactor y el cuarto.

Constante de tiempo (T_D).- Es el lapso de - tiempo necesario para alcanzar el estado final conservando en todo momento la velocidad inicial o el tiempo transcurrido hasta

que X sea igual a $0,63 \Delta X$.

Tiempo muerto (T_t).- Es el tiempo transcurrido hasta que se manifiesta en la magnitud de regulación el cambio de la magnitud de recorrido.

Tiempo de retardo (T_u).- Esta determinado por la tangente en el punto de inflexión, incluye el T_t .

Tiempo de compensación (T_g).- Se basa principalmente en la acumulación y corresponde aproximadamente a la constante de tiempo T.

Coefficiente de transferencia (K_s).- esta definido por la siguiente relación:

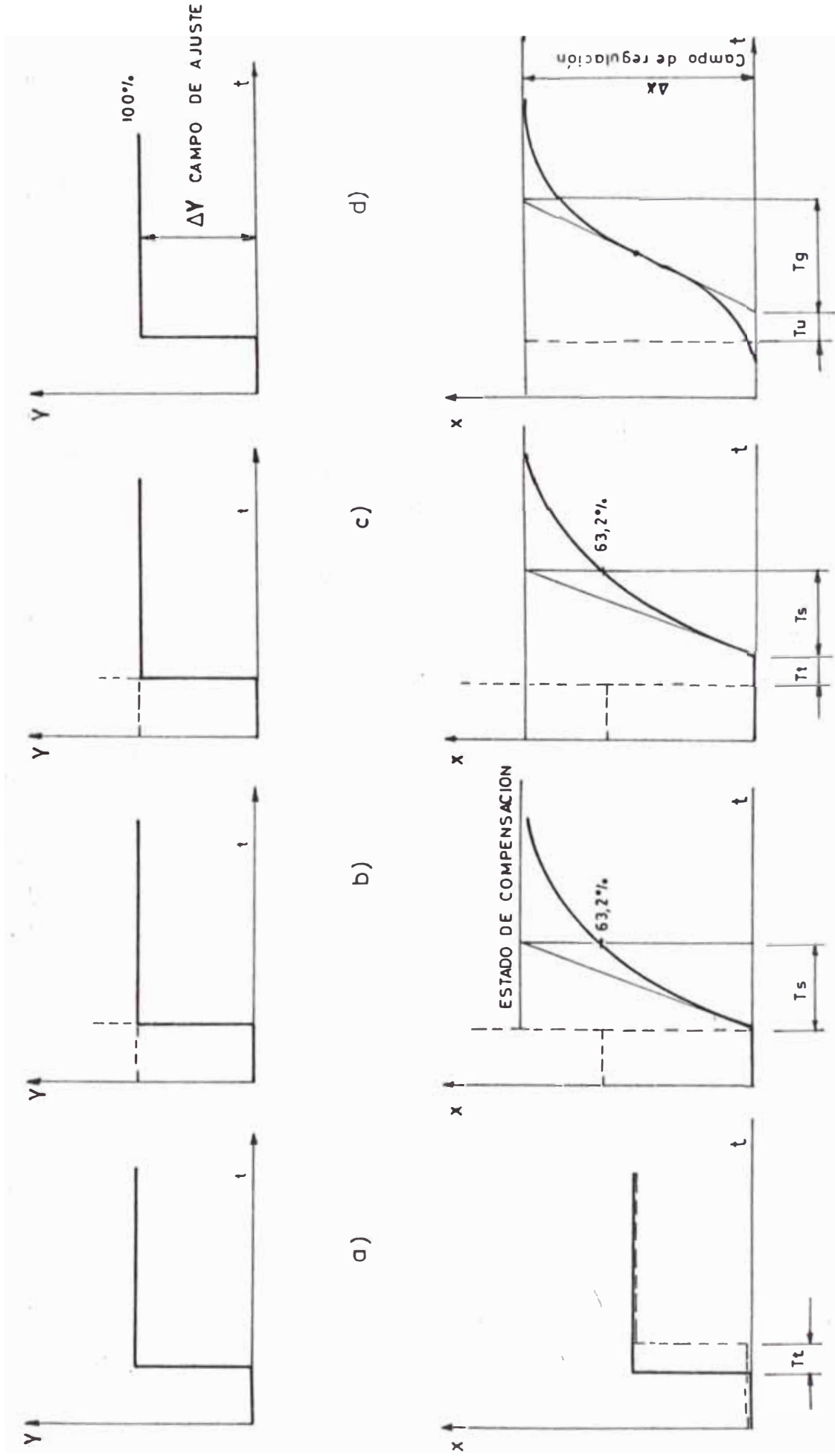
$$K_s = \frac{\text{cambio de la magnitud de salida}}{\text{cambio de la magnitud de entrada}} = \frac{\Delta X}{\Delta Y}$$

La elección del mejor sistema de regulación depende del conocimiento y la determinación de éstas magnitudes.

6.1.4 Comportamiento transitorio dinámico del circuito de regulación.- Ver fig.35.

- a) Recorrido sin retraso, quiere decir sin almacenamiento (recorrido "de orden nulo")

FIG. 35 COMPORTAMIENTO TRANSITORIO DINAMICO DEL CIRCUITO DE REGULACION (RECORRIDO DE LA MAGNITUD DE REGULACION) vs. MAGNITUD CARACTERISTICA DEL TIEMPO.



ejm: regulación de flujo de masa en un tramo de tubería, el paso termina con tiempo muerto.

- b) Recorrido con un elemento de retraso, quiere decir con almacenamiento ("recorrido de 1er orden").- El cambio de la magnitud de regulación se desarrolla según una función exponencial.
- c) Lo mismo que b) pero con tiempo muerto , ejm: recorrido de regulación de la temperatura de un ambiente con válvulas termostáticas en el calefactor.
- d) Recorrido con varios elementos de retardo, quiere decir con varios almacenadores ("recorrido de mayor orden"), estos son los recorridos de regulación usuales con la técnica de calefacción. Almacenadores son por ejm. caldero, calefactor, cuarto.

En lugar del tiempo muerto y el tiempo constante se presenta aquí el conocido tiempo de retardo y el tiempo de compensación.

Tabla 6.1-1: Datos de regulación usuales en la técnica de calefacción.

Magnitud de regulación	Tiempo de retardo	Tiempo de compensación	Grado de dificultad	Campo de regulación	Coefficiente de transferencia.
X	Tu	Tg	S=Tu/Tg	ΔX	Ks
Temperatura interior del ambiente	5-15 min	1-2,5 h	0,05-0,2	20-30 K	0,2-0,3 K/%
Temperatura de ida	10-20 s	30-60 s	0,2-0,4	20-80 K	0,2-0,8 K/%
Temperatura de calentamiento de agua.	0,5-2,0 min	10-30 min	0,05-0,2	30-60 K	0,3-0,6 K/%

6.2 Circuitos de Regulación de Temperatura.

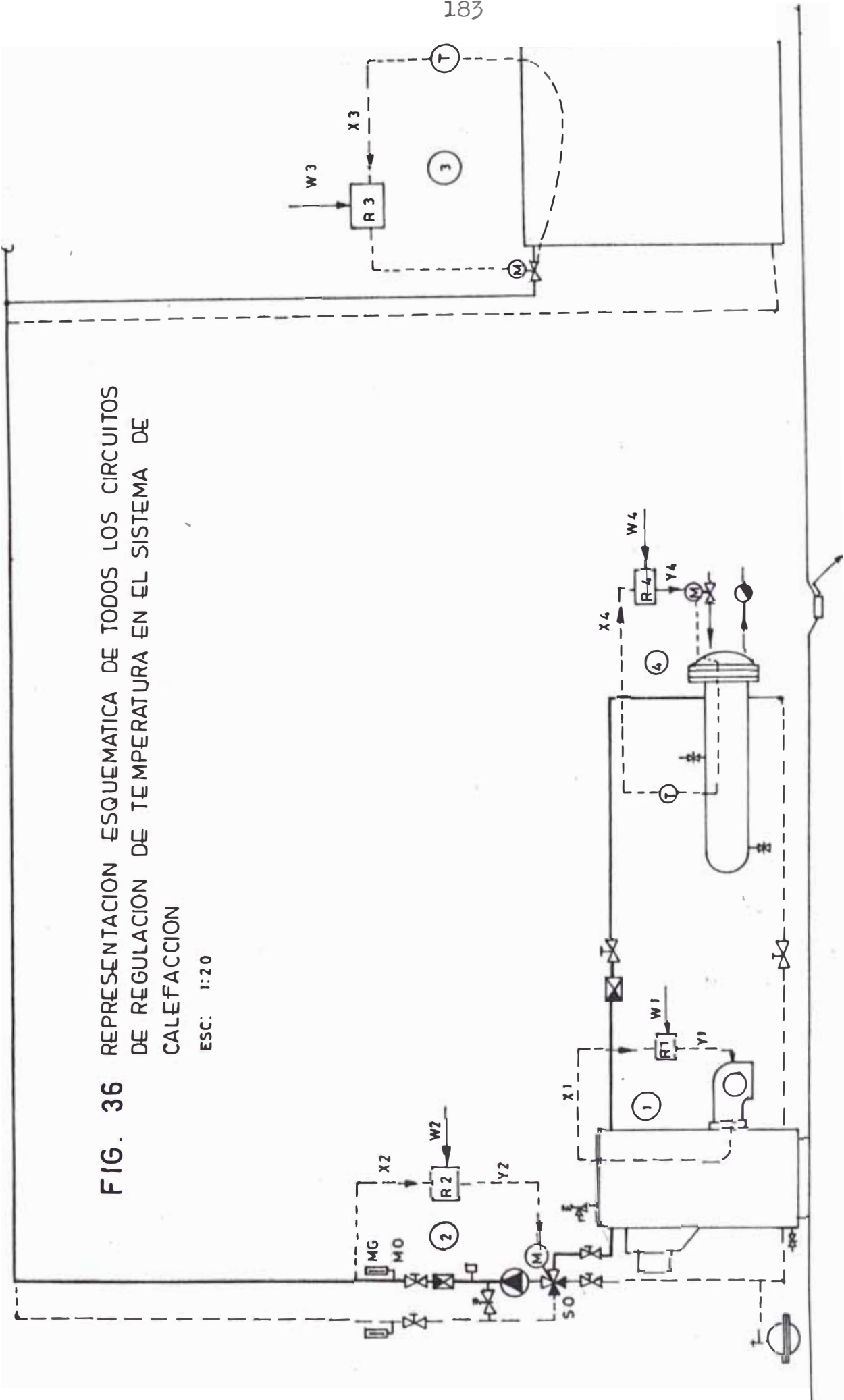
Los circuitos de regulación de temperatura que se presentan en nuestro sistema de calefacción con agua caliente por bomba para el pabellon de Pediatría y Maternidad son los siguientes:

Circuito de regu-	Dispositivo de regulación	Magnitud de regulación	Tramo de regulación	Magnitud piloto
		X	S	W
	Quemador	Temperatura del caldero	Del quemador hasta la sonda.	Valor nominal constante
2	Mezclador de 4 vías	Temperatura de ida	Del mezclador hasta la sonda	Valor nominal variable
3	Válvula termostática del calefactor	Temperatura del ambiente interior	De la válvula hasta la sonda.	Valor nominal constante
4	Válvula reguladora de vapor.	Temperatura en el intercambiador	De la válvula hasta la sonda.	Valor nominal constante.

Estos circuitos de regulación se representarán en la Fig. 36. Así como también en la Fig. 37 presentaremos un ejemplo en esquema de bloque de regulación de temperatura en el interior de la habitación.

FIG. 36 REPRESENTACION ESQUEMATICA DE TODOS LOS CIRCUITOS DE REGULACION DE TEMPERATURA EN EL SISTEMA DE CALEFACCION

ESC: 1:20



R DISPOSITIVO DE REGULACION **S** TRAMO DE REGULACION

CONSISTE DE :
Sonda
Regulador y
Accionamiento de Ajuste

CONSISTE DE
Válvula de Ajuste
Calentador y
Ambiente

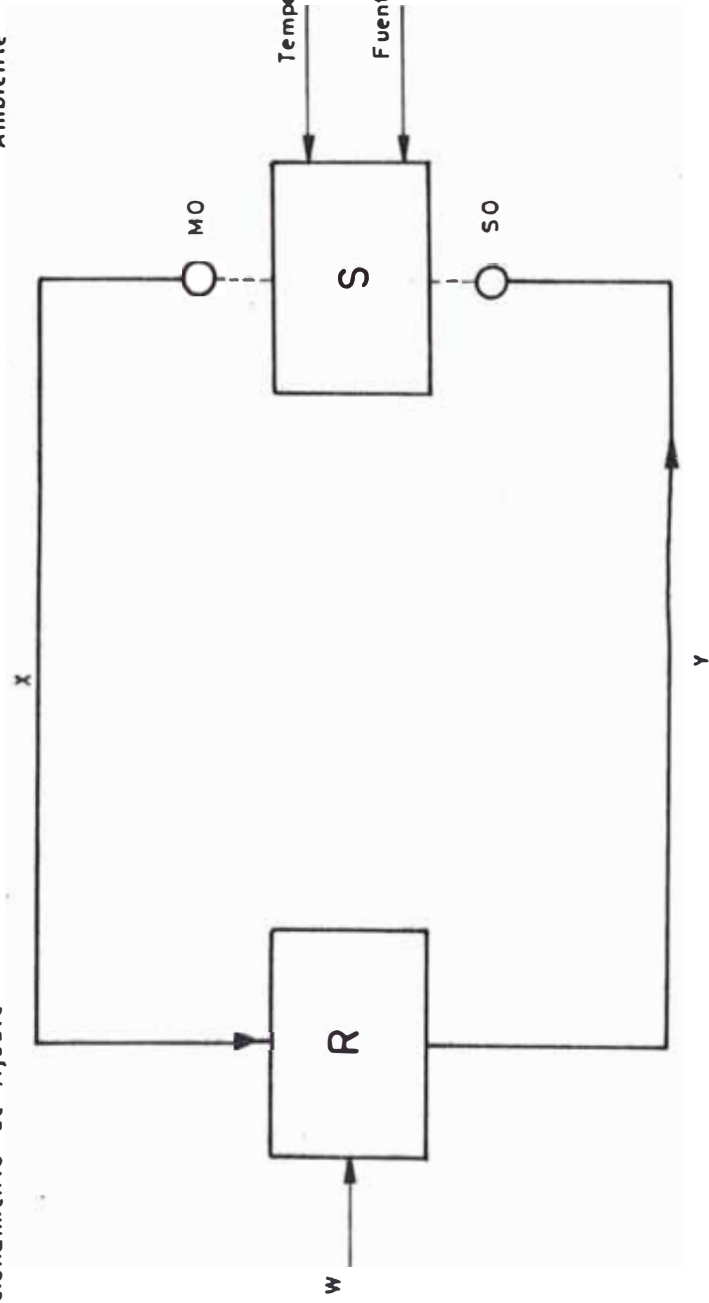


FIG. 37 ESQUEMA DE BLOQUE DE REGULACION DE TEMPERATURA EN EL INTERIOR DEL AMBIENTE

6.3 Elección de la Instalación de Regulación.

Para una correcta elección y equipamiento de una instalación de regulación fuera de las posibilidades de regulación de temperatura ya presentado se debe indicar lo siguiente:

Local:

Pabellón de Pediatría y Maternidad de un Hospital ubicado a 3038 m.s.n.m, altura de ambientes GH=30m.

Equipo de Calefacción:

Caldero de calefacción central a petróleo con intercambiador de calor conectado en paralelo:

Demanda de calor según DIN 4701 $Q_N = 22,857 \text{ KW}$

Temperatura exterior mas baja $t_{Amin} = -0,5^\circ\text{C}$

Caída de presión en caldero $\Delta_{Pk} = 0,94 \text{ mbar}$

Temperatura de ida $t_v = 90^\circ\text{C}$.

Temperatura de retorno $t_R = 70^\circ\text{C}$.

Red de Tubería:

Número de ramales de calefacción = 2.

Coefficiente de rozamiento $R = 0,8 \text{ mbar/m}$

Longitud de tubería de conexión $2 \times 3,5 \text{ m}$.

Calefactor:

Número total de calefactores = 19.

Pérdida de presión en el calefactor con conexiones

$$\Delta P_{HK} = 5,7 \text{ mbar.}$$

Capacidad de calefacción del calefactor a regular

$$\dot{Q}_{HK} = 1,3 \text{ KW.}$$

Tabla 6.2-1:

Ahorro de gastos de calefacción, en comparación a instalaciones reguladas manualmente y grado de rendimiento de regulación η_R de las instalaciones de regulación indicadas.

Dispositivo de regulación	Sólo válvulas termostáticas en todos los ambientes	Regulación de la temperatura del ambiente con mezclador.	Regulación de la temperatura de ida con mando al exterior.	Regulación de la temperatura de ida con mando al exterior y válvulas termostáticas.	Sin regulación automática.
Ahorro por:					
Cumpliendo el nivel de temperaturas reguladas.	~ 14%	~ 14%	~ 14%	~ 14%	
Registrando el calor extrañío en el ambiente.	5...8%	3...5%		5...8%	
Reduciendo la alta pérdida de transporte		2...3%	2...3%	2...3%	

Tabla 6.2-1 (Continuación)

Disminución en las noches 8 horas		9...13%	8..12%	8..12%	
Pérdida por mala aproximación de regulación produciendo mayormente una regulación mayor.	~ 5%			~ 2%	
Rendimiento de regulación.	81%	76%	79%	93%	70%

Según Tabla 6.2-1 y por razones económicas se recomienda:

Instalación con regulación de temperatura de ida y mando al exterior, con ello válvulas termostáticas (THV) en los calefactores de ambientes con presencia de calor extraño.

Argumentación:

Las válvulas termostáticas THV son prescritas por la ley de ahorro de energía para ambientes con áreas mayores de 8m², éstos producen un ahorro por costos de calefacción de 5....8%.

Por las mismas razones se debe considerar una central de regulación, importante podría ser asimismo la posibilidad de un programa de tiempo (para redu

cir la temperatura en las noches) que podría significar un ahorro de otros 8....12 % de costos de calefacción frente a una instalación regulada manualmente.

De la firma BUDERUS se escoge un dispositivo de regulación electrónico tipo ECOMATIC UMB para la regulación del caldero y del circuito de calefacción.

Cuya representación Esquemática lo haremos en la fig. 38 y la Descripción de la simbología indicada es la siguiente:

HO = Panel de Dispositivos de regulación

TW = Selector de Temperaturas

ZG = Panel del Regulador Proporcional

AF = Sonda de temperatura Exterior

RF = Sonda de temperatura de la habitación

K1 = Sonda de temperatura del caldero

s = Seguro limitador de temperatura del caldero

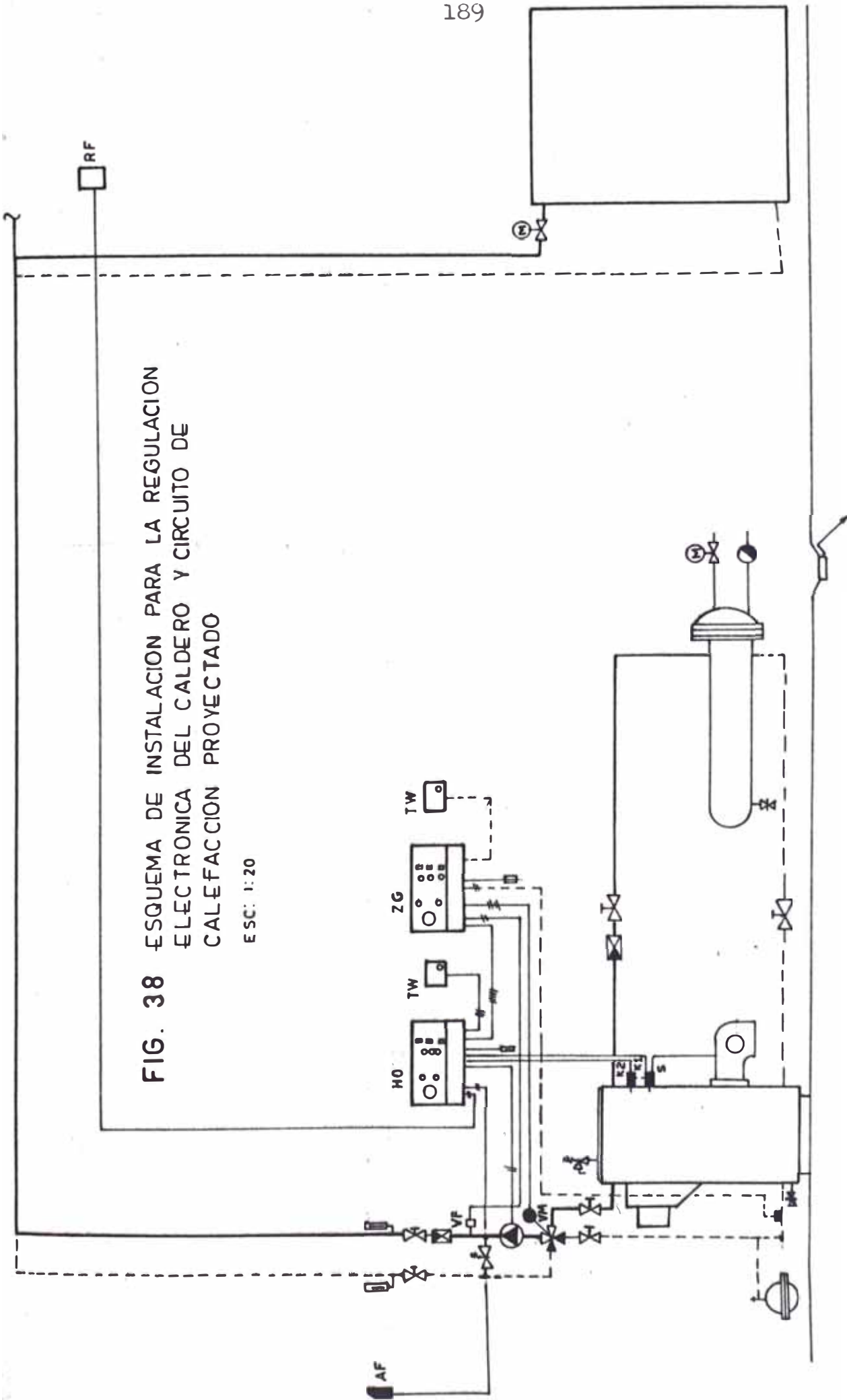
K2 = Sonda de temperatura del agua del caldero

VF = Sonda de temperatura a la ida

VM = Servo Motor de la Válvula de mezcla.

FIG. 38 ESQUEMA DE INSTALACION PARA LA REGULACION ELECTRONICA DEL CALDERO Y CIRCUITO DE CALEFACCION PROYECTADO

ESC: 1:20



7. INDICACION DE COSTOS.

Los costos para instalaciones de calefacción son porcentualmente muy diferentes, tal que cada vez estos costos estan comprendidos por separado para su cálculo exacto. Y se agrupan de la siguiente forma:

a. Costos de Consumo.

- Costos de combustible
- Costos por electricidad auxiliar
- Costos por otros medios.

b. Costos de Capital.

- Costos de capital (crédito y amortizaciones)
- Costos de reparación.

c. Costos de Operación.

- Costos de servicios
- Costos de mantenimiento
- Costos de control.

d. Otros Costos.

- Seguro
- Contribuciones, impuestos
- Costos parciales de administración.

7.1 Costos de Adquisición y Capital.

Los costos de adquisición (costos de inversión) - de una calefacción de agua caliente por Bomba son dependientes del tamaño de la instalación, del tipo de sistema, de la calidad de los componentes - de la instalación (principalmente del caldero y calefactores) y de la regulación, éstos oscilan - tanto, que solo se podrían indicar a groso modo - valores referenciales (ver tabla 7.1-1). Estos costos son según DIN 276 de 8 a 12 % de los costos de construcción.

Tabla 7.1-1 Valores referenciales para determinar los costos de inversión de calefacción de agua caliente por bomba (valores - pequeños para hogar de gas, valores - altos para hogar de petróleo con instalación de tanque)

Capacidad de Calefacción en KW	Precio en dollar/KW
10	241...296
20✓	215...259✓
50	185...233
100	174...215
200	\ 167...196
500	159...178

Para construcciones nuevas, sin costos adicionales.

Otros valores de Referencia:

Para saneamiento de construcciones antiguas los -
costos son necesariamente mas altos.

Los costos adicionales de construcción (trabajo de
albañería, pintura, carpintería, electrificación,
etc) son para los diferentes tipos de construcción
muy diferentes y contienen cerca de:

Para calefacción central	10 [✓] ...15%
Para hornos individuales	20...30%

Porcentajes parciales de los costos totales de ins-
talación de calefacción referido a los costos de
construcción son algo de:

Para hornos individuales con coque	4....6%
Para hornos individuales con petróleo	5....7%
Para hornos individuales con gas	6....8%
Para estufas de azulejos	7....8%
Para estufas de azulejos de aire caliente	6...8%
Para calefacción de bloques	8...10%
Para calefacciones centrales	8...12% [✓]

Para calefacción central de agua caliente con ho-
gar de petróleo los costos parciales son como si-
gue:

Caldero con quemador, tanque, regulación y otros accesorios	≈ 55...35%
--	------------

Red de tubería con bomba	≈ 25...30%
Calefactores	≈ 30...35%

Los Costos de Capital (K).- Se calculan según los costos de los fabricantes (costos de inversión) , según el tiempo de vida (ver tabla 7.1-2) y según la tasa de interes. Estos sirven para el rédido y amortización del capital de instalación (A).

El pago anual se denomina anualidad (a), con este valor se distribuye los costos de inversión según los años (n) o tiempo de vida. Estos se pueden - indicar en porcentajes del capital de instalación A en tablas ver tabla (7.1-3) o según la siguiente fórmula:

$$a = \frac{100 \cdot A}{K} = \frac{p \cdot (1 + p/100)^n}{(1 + p/100)^n - 1} \text{ en \% anual}$$

La tasa de interés (p) para el rédito del capital estan entre 6 y 10 %. Los costos de instalación A para una calefacción de agua caliente por bomba ; relacionado a 1KW de capacidad de calefacción son muy diferentes ver tabla 7.1-1.

Tabla 7.1-2 Tiempo de vida de los componentes de la instalación en años, así como los costos de reparación anual en porcentaje de los costos de inversión (valor en parentesis) según VDI 2067.

GENERADOR DE CALOR:

Calderos especiales 20(1); Calderos intercambiables de gas, petróleo 16(1), carbón 20(1); Equipos con electricidad directa 12(2); Calderos con bloques de serpentines eléctricos y con electrodos 25(1); Generadores rápidos de vapor 10(4); Calderos con tubos de agua 25(1); Quemadores a gas a la atmósfera 20(1), Quemadores a gas, petróleo con soplador incluido - accesorios 12(2).

CALEFACTORES CON ACCESORIOS, TUBOS, GRIFERIAS, REGULACION, CALENTADORES DE AGUA DE CONSUMO:

Calefactores de acero 20(1); Calefactores de fierro fundido 30(1); Convectores 20(2); pintado de calefactores 8(0), tuberías de agua, vapor, gas 40(1), favorable para preparación de agua 25(2), desfavorable 15(2), para condensado 8(5); aislamiento de tuberías 40(1).- Bombas de condensado 10(2); base de bombas - 18(2); Griferías 20(1,5); Intercambiadores de calor de cobre para calentamiento o preparación de agua y/o vapor 12(2); para agua recalentada o vapor/agua recalentada 20(2); depósito de condensado 10(1); Depósito de expansión abierto hasta 46 KW 10(0); depósito de expansión de membrana 15(0); equipos de medi-

ción y regulación 12(3); instalaciones de preparación de agua 20(4).

ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES:

Depósito de acero para almacenamiento subterráneo de una sola alma 15(2); lo mismo de doble alma así como depósito de acero terminados en el mismo lugar 15(1,5). Depósito de acero para almacenamiento sobre la tierra parcial o total 15(2); con capa interior sintético, envolturas interiores de protección 18(1,5); Depósito construidos de materiales no corrosivos (aluminio, fibras sintéticas, con capas interiores) 20(1); accesorios de tanque 20(3); equipos de señalización 10(3), depósitos de gas líquido 18(1).

OTROS

Costos constructivos, chimeneas interiores y aislamiento adicional 50(1).

Tabla 7.1-3.- Anualidad a en porcentaje del capital de instalación según VDI 2067 (en extracto).

Tabla 7.1-3

n-años	4 %	5 %	6 %	7 %	8 %	9 %	10 %
5	22,46	23,10	23,74	24,39	25,05	25,71	26,38
10	12,33	12,95	13,59	14,24	14,90	15,58	16,27
15	8,99	9,63	10,30	10,98	11,68	12,41	13,15
20	7,36	8,02	8,72	9,44	10,19	10,95	11,75
25	6,40	7,10	7,82	8,58	9,37	10,18	11,02
30	5,78	6,51	7,26	8,06	8,88	9,73	10,61
40	5,05	5,83	6,65	7,50	8,39	9,30	10,23
50	4,66	5,48	6,34	7,25	8,17	9,12	10,09

7.2 Costos de Reparación.

Bajo costos de reparación se entiende, los gastos que se tiene que hacer para conservar el equipo - durante el tiempo de vida. La mayor parte de reparaciones son por desgaste, antigüedad o influencia del tiempo. Estos se determinan porcentualmente - (parentesis de tabla 7.1-2) y se distribuyen uniformemente durante los años de vida útil, eso quiere decir entran en el cálculo económico sobre gastos de reparación y vida útil.

7.3 Costos de Servicios y Mantenimiento.

Estos costos comprenden: Control y cuidado de la instalación, pruebas cotidianas de funcionamiento, graduación y cuidado de seguridad, limpieza de la instalación y control de emisiones en el

cuarto de calefacción.

Valores de orientación de los gastos de servicios.-

Para instalaciones con hogar de petróleo o gas -

<120 KW estan con 50 h/a (200 h/a para hogares de combustibles sólidos), <350 KW con 100 h/a (90 h/a para hogares a gas, 300 h/a para combustibles sólidos).

Valores de referencia para servicio de mantenimiento.- Incluyendo la limpieza del caldero estan indicados en VDI 2067 (para instalaciones pequeñas y medianas se considera en valor promedio de 60 dolares).

Tabla 7.3-1.- Valores referenciales para mantenimiento y limpieza (VDI 2067).

Tipo de quemador	Petróleo y gas con soplador.	Petróleo con soplador.	Gas en soplador.	Quemador a la atmósfera	Depósito de petróleo.
Mantenimiento.	1 x año mínimo.	---	---	1 x año	---
Limpieza		1 x año	cada 2 años	1 x año	cada 5 años

Tabla 7.3-2.- Valores referenciales (según el tamaño de la instalación) en % adicional a los costos de combustibles.

Calefacción de agua caliente por Bomba con:

Hogar de petróleo	6 ... 12 %	✓
Hogar de gas	5 ... 10 %	
Calefacción eléctrica	2 ... 5 %	

Sin reparaciones mayores.

7.4 Cálculo.

Vamos a determinar en forma aproximada los costos totales anuales para la calefacción de agua caliente por bomba, con una capacidad de 23 KW; y una superficie de vivienda de 484 m².

I Costos de Instalación.-

- a) Costos de inversión (sin costos adicionales).- según oferta del fabricante o tabla 7.1-1.

$$23 \text{ KW} \cdot 259 \frac{\$}{\text{KW}} = \$ 5957,=$$

más 6 % de impuestos generales a la venta.

$$6 \% \times 5957,0 = \$ 357,42$$

$$K_1 = \$ 6314,42$$

- b) Instalaciones eléctricas para elementos de ajuste, Bomba y Regulación (según oferta o valores referenciales).

Valor referencial \simeq 2 % de costo de inversión

$$K2 = 2 \% \times 5957$$

$$K2 = \$ 119,14$$

c) Costos adicionales de Construcción.- Según valores referenciales indicados después de tabla 7.1-1 (Ejm. trabajos de acoplamiento, trabajos en el cuarto de calefacción)

$$K3 = 12 \% \times 5957$$

$$K3 = \$ 714,84$$

$$\text{Total} = \$ 7148,40$$

II Costos de Capital.-

-Para calefacción, con valores referenciales de tabla 7.1-2, con fórmula dada y/o tabla 7.1-3 se tiene:

$$n1 = 12$$

$$p = 10 \%$$

$$a_1 = \frac{p(1 + p/100)^{n1}}{(1+p/100)^{n1} - 1} = \frac{10(1 + 10/100)^{12}}{(1+10/100)^{12} - 1}$$

$$a_1 = 14,67 \%$$

$$A1 = \frac{K1 \cdot a1}{100} = \frac{6314,42 \cdot 14,67}{100}$$

$$A1 = 926,33 \text{ Dollar/año}$$

-Para instalaciones Eléctricas, con valores referenciales de tabla 7.1-2, del mismo modo se

tiene:

$$n_2 = 12$$

$$p = 10 \%$$

$$a_2 = 14,67 \%$$

$$A_2 = \frac{K_2 \cdot a_2}{100} = \frac{119,14 \cdot 14,67}{100}$$

$$A_2 = 17,48 \text{ Dollar/año}$$

-Para gastos de construcción, con valores referenciales de tabla 7.1-2, de la misma forma se tiene:

$$n_3 = 50$$

$$p = 10 \%$$

$$a_3 = \text{de tabla 7.1-3 o con fórmula dada}$$

$$a_3 = 10,09$$

$$A_3 = \frac{K_3 \cdot a_3}{100} = \frac{714,84 \cdot 10,09}{100}$$

$$A_3 = 72,13 \text{ Dollar/año}$$

$$\text{Total } 1015,94 \text{ Dollar/año}$$

III Costos de Operación.-

a) Costos de Combustible Anual:

La demanda anual de combustible B_a (ver capítulo 5.6) es de $B_a = 5851,4 \text{ l/a} \approx 1546 \text{ Gal/a}$.

El costo actual de petróleo Diesel Nr.2 $\approx 0,75 \text{ Dollar/gal}$

$$\begin{aligned} \text{Costo de combustible} &= 1546 \text{ Gal/a} \times 0,75 \\ &\text{Dollar/Gal.} \\ &= 1159,5 \text{ Dollar/a.} \end{aligned}$$

b) Costo de Reparaciones

$$2 \% \text{ de K1 (según tabla 7.1-2)}$$

$$2 \% \cdot 6314,42 = 126,29 \text{ Dollar/a}$$

c) Costos de Mantenimiento y Energía Auxiliar

$$10 \% \text{ de costo de combustible (según tabla 7.3-2)}$$

$$10 \% \cdot 1159,5 \approx 116 \text{ Dollar/a}$$

$$\text{Total} = 1401,79 \text{ Dollar/a}$$

$$\begin{aligned} \text{Gastos Totales Anuales (II+III)} &= 2417,73 \\ \text{Dollar/a.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gastos Totales Anuales y por m}^2 \text{ de Calefacción} &= 2417,73 \text{ Dollar/a} \approx \underline{\underline{5 \text{ Dollar/(a.m}^2)}} \\ &484 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Observaciones.

Los costos presentados varía uno de otros según la variación de precios y ofertas en el mercado, así como también según la ubicación, distancia y otros factores de construcción como por ejemplo los costos de chime - nea, costos de ductos, ambientes de ubicación del tan - que de almacenamiento de combustible, cuarto de cale - facción y gastos adicionales para mejorar el aislamien - to que le compete al constructor y se calculan en for - ma separada.

En caso de la alternativa para ahorrar energía también se calcularía en forma separada los costos del inter - cambiador de calor presentado.

CONCLUSIONES

1. Los datos climáticos de la ciudad de Huaráz promedios ocurridos en 5 años, según valores proporcionados por SENAMHI resultan ser: temperatura = 13°C , humedad relativa = 76 %, velocidad de viento = 4 m/s, horas de sol anual = 2400 h, pero lo ideal hubiese sido contar con la carta isotérmica de la provincia.
2. Los días necesarios para usar calefacción es durante todo el año, para mantener así una temperatura interior de los ambientes a 22°C requeridos en el pabellón de Pediatría y Maternidad.
3. El sistema de calefacción elegido es de tipo calefacción central por bombeo de agua caliente, con temperaturas de agua a la ida de 90°C y de retorno de 70°C , la emisión de calor es a través de Radiadores, la conducción de agua es por un circuito cerrado de dos tuberías, material de tubería de fierro galvanizado, la distribución de agua caliente es por la parte inferior, la bomba está montado a la ida y el depósito de expansión en la parte inferior.

4. El cálculo de la demanda de calor para todo el Hospital se hace analizando el ambiente más crítico y desfavorable en este caso resulta ser el ambiente N° 29 de la sección de Pediatría y Maternidad el cual nos arroja una demanda de calor de :

Sin Protección Térmica	Con Protección Térmica
$Q_N = 2272 \text{ W}$	1300 W
$Q_{N/m^2} = 23,95 \text{ W/m}^2$	13,7 W/m ²
$Q_{N/m^3} = 42,32 \text{ W/m}^3$	22,22 W/m ³

Con éstos parámetros queda definido en forma confiable la demanda específica de calor en W/m² ó W/m³ para todo el Hospital así como para cualquier otro ambiente de la provincia con características semejantes.

Lo ideal sería determinar la demanda de calor específico para cada ambiente; pero eso sería si se tratara de proyectar un nuevo Hospital diseñado con su respectiva calefacción ambiental, pero nosotros para éste proyecto estamos partiendo de una edificación antigua pero acondicionandolo para lograr nuestro objetivo enmarcada dentro de la técnica moderna de calefacción resultando una Demanda total de calor solo para el pabellón de Pediatría y Maternidad de 23 KW.

5. Los calefactores elegidos han sido los de tipo Radia-

dores de material fundido DIN"FKR" con una capacidad de 111 W/celda con temperaturas de calefacción de ingreso de 90°C y de retorno de 70°C. La capacidad de calefacción máxima que producen todos los radiadores elegidos es de 23,46 KW de los 22,86 KW en cálculo.

6. La tubería para agua caliente elegido ha sido del tipo con rosca semipesada según DIN 2440 de Fierro Galvanizado, la caída de Presión máxima por metro fijado para estos casos es de 0,80 mbar. Las válvulas termotáticas y de pie son del tipo de Paso. El Ramal de tubería mas crítico es el que parte del calefactor (17 + 18) y llega hasta el caldero produciendo una pérdida de presión total máxima de 72,86 mbar con temperaturas de agua de 90°C/70°C los Diámetros Nominales (DN) de tuberías a usar varían desde 10 mm hasta 32 mm.
7. La válvula de Mezcla de 4 vías nos produce una pérdida máxima de presión de 9,82 mbar.
8. La bomba de recirculación elegida para un caudal de 1,011 m³/h y para vencer la resistencia de 82,68 mbar resulta ser de una potencia de 70 W; 1300 RPM; 0,30A y de 220V.
9. El depósito de Expansión resulta ser del tipo 18/0,5 con un máximo contenido de agua de 305 l, una máxima

capacidad de calentamiento de 22,1 KW y una altura estática de 0,5 bar.

10. El caldero elegido tiene una potencia nominal de 16...
..23 Kw con presión y temperatura de ida permitida de 4bar y 90°C, con conexión eléctrica de 220V/60HZ, - con conexiones de tubería de ida y de retorno de 32 mm, el paso de petróleo necesario por el quemador es de 2,29 Kg/h (0,704 Gal/h). El tanque de almacenamiento de combustible debe tener una capacidad mínima de 6000 litros.

11. La chimenea debe ser de forma cuadrada de 12 X 12 cm, el área de entrada de aire fresco al cuarto de calefacción debe ser de 15 X 12 cm.

12. El intercambiador de calor elegido es de contracorriente Agua-Vapor y tiene una capacidad de 23,3 Kw, una superficie de calentamiento de 0,7 m² para una - presión de vapor de 0,5 bar y una cantidad de agua de 1,011 m³/h conexiones de entrada de vapor de 40 mm , salida de condensado de 20 mm, conexiones de agua de ida y de retorno de 50 mm.

13. La instalación de regulación recomendada es del tipo de regulación de temperatura de ida y mando del exterior con un dispositivo para regular el caldero y el

circuito de calefacción.

14. Los costos que se indican son los costos que se harían si éstos equipos y accesorios se importaran resultando un costo total anual y por metro cuadrado de calefacción de 5,0 Dollar.

Para calefaccionar solo el Pabellón de Pediatría y Maternidad se tendría que pagar 2418 Dolares anuales durante 12 anos.

15. Al hacer el análisis de los cambios de estado del aire la humedad relativa disminuye de 76 % a 43,2 % estando dentro del rango ideal que es de 35 %.....60 %. La densidad del aire húmedo a la presión atmosférica de 701 mbar resulta ser de 0,8488 Kg/m³.

BIBLIOGRAFIA

1. Recknagel/Sprenger: Técnica de Calefacción y Climatización, Editor: R. Oldenbourg, Edición 63 de 1,987.
2. Ihle Claus, Tomo 2: Calefacción con Bombeo de agua caliente, Editor: Werner, Edición 3 de 1,979.
3. Buderus: Manual para climatización y Calefacción, Editor: VDI Düsseldorf, Edición 32 de 1,975.
4. Appold, Hans: Constructores de Calefacción y Ventilación, Editor: Handwerk und Technick, Edición 13 de 1,982.
5. Círculo de Trabajo de Docentes de Karlsruhe: Técnica para climatización tomos I, II y III, Editor: C.F Müller, año 1,980
6. Círculo de Trabajo de Docentes de Karlsruhe: Suministros para la Técnica de Regulación, Editor: C.F Müller GmbH, año 1,983

Prospectos y observaciones Técnicas de:

Buderus, Danfos, Grundfos, Academia Renana de Colonia-especialidad de calefacción, Vaillant, Viessmann, Weisshaupt, Wilo.

Asi como las correspondientes recomendaciones de las reglas y normas técnicas.