

2j'177



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

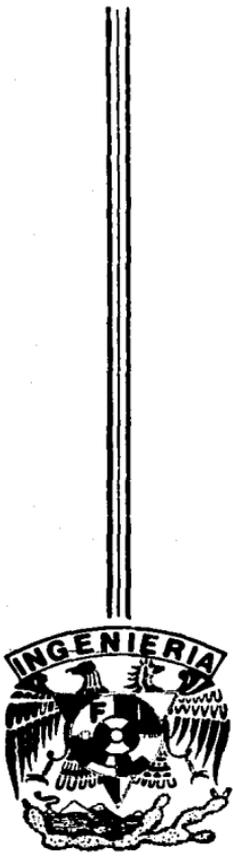
FACULTAD DE INGENIERIA

"PROYECTO HIDROSANITARIO PARA UN HOTEL DE CINCO ESTRELLAS LOCALIZADO EN LA BAHIA DE TANGOLUNDA, HUATULCO, OAX."

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :

FILEMON VAZQUEZ MIRANDA



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D. F.

1989



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

CAPITULO I

GENERALIDADES

	PAGINA	
I.1	Importancia de la hotelería en México	1
I.2	Descripción general de los diferentes sistemas	2
I.3	Alcance del trabajo	6
I.4	Estimación de la demanda total de agua	9
I.4.1	Estimación del volúmen total de agua	10
I.4.2	Estimación de la demanda total de agua fría y agua caliente	11
I.4.3	Determinación de la demanda pico de agua	19
I.4.4	Distribución del volúmen total de agua	22

CAPITULO II

SISTEMA PARA MANEJO DE AGUA, VAPOR Y COMBUSTIBLES

II.1	Bases de diseño	24
II.1.1	Servicio de agua cruda, agua potable, vapor y combustibles	24
II.1.2	Para tuberías y accesorios. Diseño hidráulico	31
II.2	Diseño del sistema para manejo de agua	36
II.2.1	Dimensionamiento de cisterna	36
II.2.2	Diseño del sistema de tuberías para agua fría y agua caliente	38
II.2.3	Diseño del equipo de bombeo	44
II.2.3.1	Cálculo de pérdidas por fricción	47
II.2.3.2	Cálculo de pérdidas por reducción en la sección de la tubería	50
II.2.3.3	Cálculo de pérdidas por cambio de dirección	52
II.2.3.4	Resumen de pérdidas	54
II.2.3.5	Bombas para agua cruda	58
II.2.3.6	Bombas para agua tratada. Sistema de presión programada	62
II.2.3.7	Sistema de agua para albercas	68
II.2.3.8	Dimensionamiento cárcamo de derrames y equipo de bombeo	75

II.2.3.9	Red de agua para riego	78
II.2.3.10	Bomba para fuente principal y fuente de alberca.	82
II.2.3.11	Diseño de recipientes a presión	83
II.3	Diseño del sistema para manejo de vapor	85
II.3.1	Estimación de la demanda de vapor	86
II.3.1.1	Vapor requerido para calentar el agua para regaderas	86
II.3.1.2	Demanda total de vapor	89
II.3.2	Sistema de distribución de vapor	92
II.3.2.1	Requerimientos de vapor en lavandería y valet	93
II.3.2.2	Requerimientos de vapor en cocinas	96
II.3.2.3	Requerimientos de vapor en baño	97
II.3.2.4	Diseño del cabezal principal	97
II.4	Diseño del sistema para manejo de combustibles	100
II.4.1	Estimación de la demanda de gas L.P.	100
II.4.2	Revisión de la presión en el cabezal principal	104
II.4.3	Capacidad de almacenamiento de gas	105
II.4.4	Diseño de la red de tuberías para la conducción de gas	106

CAPITULO III

INSTALACION SANITARIA

III.1	Bases de diseño	111
III.1.1	Descripción general del sistema	111
III.1.2	Pruebas	115
III.1.2.1	Prueba a tubo lleno	115
III.1.2.2	Prueba a columna llena	115
III.2	Diseño de sistema sanitario	115
III.2.1	Dimensionamiento del sistema de aguas residuales	115
III.2.2	Dimensionamiento del sistema para aguas pluviales.	130

CAPITULO IV

SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIO.

IV.1	Importancia del sistema	138
IV.2	Requerimientos de diseño del sistema contra incendio.	139
IV.2.1	Suministro de agua para servicio exclusivo contra incendio.	139
IV.2.2	Equipo de bombeo	139
IV.2.3	Red de tuberías de distribución	140
IV.2.4	Gabinetes contra incendio	140
IV.2.5	Extintidores	140
IV.2.6	Equipo de bomberos	140
IV.2.7	Protección contra incendio para las áreas del hotel.	140
IV.2.7.1	Area de servicios y administrativa	144
IV.2.7.2	Area de habitaciones	144
IV.2.7.3	Areas públicas	144
IV.2.8	Pruebas al sistema	144
IV.3	Diseño del sistema de protección contra incendio.	144
IV.3.1	Descripción del proyecto	145
IV.3.2	Cálculo de los elementos del sistema	149
IV.3.2.1	Capacidad del sistema de agua contra incendio	149
IV.3.2.2	Diámetros de tuberías	149
IV.3.2.3	Equipo de bombeo	150
IV.3.2.4	Distribución del equipo contra incendio	154

CAPITULO V.

Conclusiones.	157
---------------	-----

Apéndice.

Bibliografía.

CAPITULO I
GENERALIDADES

I.1. Importancia de la hotelería en México.

El servicio de hotelería, viene a cumplir y a satisfacer - una serie de servicios demandados por los diferentes tipos de turismo. Este servicio es requerido, generalmente por personas -- ajenas a determinadas zonas y necesitan por diferentes circuns-- tancias permanecer un tiempo en determinado lugar, para ello tendrán la necesidad de un lugar adecuado para su hospedaje.

En el país se cuenta con una gran variedad de climas, consecuencia de la geografía del territorio nacional, en algunas zo nas se han propiciado para la formación de grandes ciudades in-- dustriales y comerciales, en otras se caracterizan por ser puer-- tos donde el comercio con el extranjero son la principal activi-- dad y son parte de enlace con las ciudades del interior del país otras má son clasificadas por su carácter recreativo y las compo-- nen lugares como: puertos turísticos, ricos en playas propicias para el descanso y zonas arqueológicas que ofrecen todo un espectáculo debido a la importancia de la cultura que prevalecía en - el ugar de que se trate.

Se mencionó con anterioridad, que en el país existen ciudades, grandes y pequeñas cuyas actividades son de diferente natu-- raleza como consecuencia, cada una de ellas demandará scrvicios de hotelería diferentes, una ciudad pequeña con escasos medios - de comunicación tendrá requerimientos de hotelería diferentes a los de una ciudad cuya actividad económica sea importante y con

una amplia red de comunicaciones.

Es decir la ubicación hotelera está determinada y condicionada por los factores socio-económico-políticos y geográficos de una región.

En la actualidad el gobierno ha tenido especial cuidado e interés por desarrollar el sector turismo y para ello ha creado ambiciosos programas hoteleros en el país, con el propósito de generar divisas por este concepto, ya que por este medio se obtienen grandes utilidades.

La parte importante se tiene en la inversión inicial, posteriormente se tienen gastos relativamente pequeños que se van amortizando paulatinamente.

La importancia de la hotelería estriba en que es la columna vertebral del sector turismo que como generador de divisas -- apoya a los otros sectores productivos del país y que en forma conjunta integran e impulsan la actividad económica para lograr un desarrollo más armonioso y equilibrado en el país.

I.2. Descripción general de los diferentes sistemas.

Con el desarrollo de este trabajo se pretende marcar la secuencia para el cálculo y diseño de los diferentes aspectos que comprende el proyecto hidrosanitario para un hotel de cinco estrellas que cumpla con los requerimientos establecidos por la SECTUR para este tipo de inmuebles.

El enfoque será genérico, cubriendo los aspectos principales y proporcionando ejemplos que ilustren el procedimiento de -

de su cálculo de los elementos que conformen cada uno de los sistemas en estudio. Consultar plano de arreglo general en el Apéndice.

El hotel es un inmueble destinado a la prestación de servicios, por lo tanto requiere un diseño que involucre un conjunto de sistemas suficientes para proporcionar comodidad y confort en una forma óptima y un grado de seguridad elevado, aceptable por parte de las compañías aseguradoras de estos inmuebles.

El proyecto a desarrollar ha tomado como base las instalaciones correspondientes a el hotel ubicado en la Bahía de Tangolunda, en Huatulco, Oax. y será integrado de la siguiente manera:

- Sistema para manejo de agua, vapor y combustibles.
- Instalación sanitaria.
- Sistema de protección contra incendio.

En un primer aspecto se detallarán las características y condiciones de diseño para un sistema que nos permita el almacenamiento de agua, la potencia del equipo de bombeo, y los sistemas de distribución necesarios, así como los accesorios complementarios para el suministro de agua, tanto en bloque como potable, vapor y combustibles que requieran los equipos para su funcionamiento en las diferentes áreas del hotel.

Los combustibles principales a utilizar serán: Gas L.P., diesel, combustóleo, gasolina y aceites lubricantes.

El agua requerida en el hotel será de tres tipos, los cuales tendrán una función específica, para la elaboración de ali-

mentos, aseo de la ropa, aseo personal, etc. requiere agua potable, este tipo de agua deberá cumplir con las normas establecidas por la SEDUE.

El segundo tipo de agua será utilizada para riego en jardines y áreas verdes, así como para el aseo de áreas pavimentadas este tipo de agua no requiere potabilización. Es además -- utilizado por el sistema de protección contra incendio.

Tenemos un tercer tipo de agua que es distribuido a las - albercas, su tratamiento no requiere exigencias tan completas - como las anteriores. El uso de estas aguas es con fines puramente recreativos, su sistema está integrado de tal forma que el agua que almacenan las albercas esté siendo reciclada y en este proceso se cuida de darle el tratamiento correspondiente.

El vapor tendrá una utilidad importante dentro del funcionamiento del equipo en cocinas, lavanderías y baños, es por eso que requiere de un sistema de generación y conducción adecuado para satisfacer en forma óptima con su propósito.

Los combustibles necesarios para los diferentes equipos, deberán tener un lugar de almacenamiento con capacidad suficiente para guardar un volumen de reserva establecidos para las normas existentes para este tipo de servicios, generalmente un --- buen período de almacenamiento oscila entre los 15 y 20 días, - con un funcionamiento sin interrupciones durante el período.

La utilización del gas se restringe a cocinas de restaurantes y cafeterías, su uso será exclusivo para la elaboración de alimentos.

El diesel y combustible se utilizarán en calderas para la generación de vapor y agua caliente.

El almacenamiento para cada tipo de combustible será en tanques estacionarios con capacidades y características diferentes. Los tanques para el gas deberán alojarse en una zona despejada y con suficiente ventilación, lejos de lugares flamables de alto riesgo.

El siguiente sistema que forma parte del proyecto es el involucrado con el desalojo de aguas negras y pluviales, esta parte está asociada a lo que corresponde al estudio y diseño de las instalaciones que comprenden el sistema sanitario.

Por un lado se estudiarán las descargas que correspondan al desalojo de las aguas residuales que se deriven del funcionamiento de los muebles sanitarios de las diferentes áreas e instalaciones del hotel. La otra parte en estudio estará comprendida por un sistema capaz de desalojar en la brevedad posible las aguas producto de la precipitación sobre las superficies expuestas a la intemperie, estos volúmenes de agua deberán ser conducidos por sistemas de drenaje hasta los colectores municipales que a su vez los conducirán a lugares adecuados y alejados para su desecho.

Finalmente se pretende tratar un tema que involucre la seguridad de todas las instalaciones del hotel, estos aspectos se comprenderán en el sistema de protección contra incendio, se pretende dar a conocer los diferentes elementos que lo constituyen, así como el procedimiento de cálculo que se requiere para su determinación.

El sistema de protección contra incendio está integrado por:

- A).- Una red de agua cruda que alimenta una serie de hidrantes distribuidos convenientemente en todo el hotel para que en caso de siniestro se tenga cubierta cualquier área.
- B).- Se deberá contar con una serie de gabinetes que alojen a los hidrantes mencionados en el punto anterior para que además contengan extinguidores portátiles - de polvo químicos para fuegos de tipo A.B.C.
- C).- Otro elemento que debe formar parte de este sistema es el que corresponde al de equipo para bomberos, lo constituyen una serie de accesorios útiles en la protección física de las personas que realicen las labores de bombero.

Esto es en forma general, el panorama de lo que se tratará en el desarrollo de este trabajo, existirán conceptos que requieran explicaciones detalladas pero como no es nuestro objetivo, - se suplica consultar la bibliografía complementaria que se recomienda al final de este trabajo.

I.3 Alcance del trabajo.

Esta tesis tiene como propósito definir los lineamientos y parámetros para la determinación de los diferentes elementos que constituyen cada uno de los sistemas para alcanzar la comodidad y el CONFORT que caracterizan a este tipo de inmueble.

Con la demanda del agua que se calcule para satisfacer las necesidades del hotel, se dimensionará la capacidad de almacenamiento requerida (cisterna), así como la red de tubería de acuerdo a las especificaciones de diseño vigente, es decir, se determinarán las características hidráulicas y geométricas así como de los accesorios y equipo adicional que se requiera para el buen funcionamiento del sistema.

El dimensionamiento será en función del gasto, requerido diario por las diferentes instalaciones del hotel, este gasto se deriva a su vez en dos partes, uno que corresponde a el agua fría y el otro a el agua caliente.

La demanda tendrá una variación relativa en el transcurso de las 24 horas, esto debio a que existen horas de mayor demanda denominadas horas pico, por otro lado habrá horas que demanden volúmenes mínimos o nulos.

Se diseñarán instalaciones sanitarias que permitan a todos los muebles del hotel, el desalojo de las aguas producto del desecho (Aguas residuales), así como de las aguas pluviales que se precipiten en las áreas expuestas.

Se establecerán y proporcionarán los criterios básicos para desarrollar el proyecto sanitario que se requieran en el inmueble. Los criterios consideran las normas vigentes para este tipo de instalaciones que editan ó establecen las autoridades correspondientes.

En el apéndice de esta obra se encontrará una relación con los códigos y normas vigentes que deben ser aplicados en el desarrollo del proyecto.

En el cálculo del diseño de cada sistema se marcarán los procedimientos con las características físicas que tenga cada problema como condicional ó limitante. Se indicarán los modelos matemáticos que se empleen en determinar el dimensionamiento de una alternativa, sea que se acepte o se rechace.

El estudio del sistema sanitario se enfocará en dos partes principales, que son:

- A).- El estudio del sistema de aguas de desecho por las diferentes instalaciones del hotel.
- B).- El estudio de las aguas producto de la precipitación su estudio se hará en forma particular debido a que cada uno de ellos es de origen diferente, en consecuencia son de características diferentes en su ocurrencia en el tiempo.

Por tal motivo su estudio de modelos matemáticos diferentes que contemplen variables y constantes que se ajusten a su naturaleza.

Otro aspecto importante a estudiarse en el presente trabajo es el que contempla la seguridad del inmueble y de todos sus habitantes en caso de presentarse un incendio. El objetivo principal de éste sistema es establecer y proporcionar los elementos nece-

sarios que se requieren para que en caso de siniestro, se cuente con el equipo necesario y suficiente para hacer frente y controlar dicho fenómeno.

El diseño de cada uno de los elementos que integrarán el sistema, deberán de cumplir con los requerimientos mínimos que establecen las especificaciones del reglamento de la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros (:AMIS), ramo incendio y por la Asociación Norteamericana de Protección Contra Incendio (NFPA).

El proyecto del sistema deberán someterse a la revisión y -aprobación de la aseguradora seleccionada por el cliente.

Los requerimientos de diseño deberán apegarse a las normas y especificaciones que establecen AMIS y NFPA; para este tipo de proyectos.

Una indicación general para todos los sistemas y sxs equipos es de respetar todas las recomendaciones que hagan los proveedores para su instalación, con el proyecto de hacerlos accesibles y eficientes en su manejo.

1.4. Estimación de la demanda total de agua.

El volumen de agua demandado por día, para la satisfacción de las necesidades del hotel, se hará de acuerdo a datos establecidos estadísticamente y basados en la experiencia son de carácter confiable aplicable en el trabajo en estudio.

Las dotaciones recomendadas de agua por la estimación del -volumen demandado por el hotel son:

+ Para hoteles con todos los servicios - - - - -	-200 Lts./huesped/día
+ Restaurantes- - - - -	30 Lts./comensal
ó bien	10 Lts./comida/turno
+ Lavanderías - - - - -	20 Lts./persona
ó bien	40 Lts./Kg. ropa
+ Baños y vestidores (públicos)	300 Lts./reg. Persona
+ Areas exteriores - - - - -	2 Lts./ m2
+ Jardines- - - - -	5 Lts./ m2

1.4.1. Estimación del volumen total de agua.

- Area de habitaciones	358 X 4 pers.= 1432 personas
Gasto	1432 X 200 (P) (L/P/D)=286,400 Lts./día.
- Restaurante principal	200 comensales
Gasto	200 X 30 Lts./coms=6,000 Lts./día
- Cafetería principal	100 comensales
Gasto	100 X 30 Lts/coms.=3,000 Lts/día
- Lavandería	1432 Perso.X 20 Lts./p.=28640 - Lts./día.
- Club de salud	8 reg.X300=2,400 Lts./ día.
- Camerinos y sanitarios	40 X 150=6,000 Lts./día.
- Baños y vest.empleados	160 X 150=24,000 Lts. /día.
- Video-Disco	200 X 30=6,000 Lts./día
- Lobby Bar-Cocktail L.	100 X 30=3,000 Lts./día
- Salón de Usos Múltiples	150 X 30=4,500 Lts./día
- Oficinas administrativas	40 X 70=2,800 Lts./día.

-Restaurante de Especiali- dades	70 X 30=2,100 Lts./día
S U B - T O T A L:	<u>374,840 Lts./día</u>

AREAS EXTERIORES.

-Cafetería Alberca	50 X 30=1500 Lts./día
-Restaurante Playa	100 X 30=3,000 Lts. /día
-Area Doméstica Alberca	72 X 150=10,800 Lts./día
-Jardines y Areas Pavi- mentadas	6250 m ² X 4 Lts./m ² =25,000 Lts./día
S U B - T O T A L:	<u>40,300 Lts./día</u>

Del análisis anterior obtenemos el volumen total demandado por las diferentes instalaciones del hotel, esto es:

$$Q = 374\ 840 + 40\ 300 = 415\ 140 \text{ Lts./día}$$

$$Q \approx 416\ 000 \text{ Lts. /día}$$

$$Q = 416 \text{ m}^3/\text{día}$$

Obteniendo el volumen total de agua, requerido para el correcto funcionamiento de las instalaciones del hotel, si está en condiciones de diseñar un compartimiento del almacenamiento con la capacidad, considerando cierto factor de seguridad.

1.4.2. Estimación de la demanda total de agua fría y agua caliente.

La estimación de la cantidad de agua se determinará por ca

da instalación y en base a la cantidad de unidades mueble que se tengan en servicio y en reserva.

Para esto es necesario que se determinen perfectamente todos los muebles que requieran del servicio de agua para su funcionamiento, ello implica un conocimiento completo de todas las partes integrantes del hotel.

A continuación se presenta el desarrollo detallado para la obtención de las unidades mueble (U.M.), de cada instalación para posteriormente obtener el total de todo el edificio.

Conociendo el total de las Unidades Mueble, se esta en posibilidades de conocer el gasto necesario mediante el auxilio de la gráfica No. 1 que se presenta en el apéndice. Conociendo el - gasto y la velocidad permisible para el diseño se determina la - sección suficiente para permitir el paso del gasto calculado.

Diseñada la red, conociendo sus características, tanto hidráulicas como de fabricación, se procede al cálculo del equipo de bombeo, suficiente para distribuir los gastos requeridos por - las diferentes instalaciones del Hotel.

ESTIMACION DE LA DEMANDA TOTAL DE AGUA
DE ACUERDO A LAS DIFERENTES INSTALACIONES DEL HOTEL

NUM	INSTALACION	APARATO	CANTIDAD	U.M.	U.M.	TOTAL
		WC C/CAJA	354	3		1062
1.-	HABITACIONES (TIPO)	LAVABO	354	1		354
		REGADERA	354	2		708
		SUB-TOTAL		6		2124
		WC C/CAJA	4	3		12
		LAVABO	5	1		5
2.-	SUITE PRESIDENCIAL	REGADERA	3	2		6
		FREGADERO	1	2		2
		SUB-TOTAL		8		25
		WC C/FLUX	12	10		120
		MING C/FLUX	3	10		30
3.-	OFICINAS	LAVABO	15	2		30
		TARJA	2	4		8
		SUB-TOTAL				188
		WC C/FLUX	8	10		80
4.-	ROPERIA Y LAVANDERIA	MING C/FLUX	4	10		40
		LAVABO	16	2		32
		REGADERA	22	4		88
		TARJA	2	4		8
		LAVADORAS	3	10		30
		SUB-TOTAL				278

ESTIMACION DE LA DEMANDA TOTAL DE AGUA
DE ACUERDO A LAS DIFERENTES INSTALACIONES DEL HOTEL.

NUM.	INSTALACION	APARATO	CANTIDAD	U.M.	U.M. TOTAL
5.-	ALMACEN GENERAL	WC C/FLUX	2	10	20
		MING. C/FLUX	1	10	10
		LAVABO	5	2	10
		TARJA	1	4	4
		SUB-TOTAL			
6.-	CASA DE MAQUINAS	TARJA	1	4	4
		TARJA (VERT.)	1	4	4
		SUB-TOTAL			
7.-	VIDEO DISCO	WC C/FLUX	9	10	90
		MING. C/FLUX	3	10	30
		REGADERA	2	4	8
		LAVABO	12	2	24
		TARJA	2	4	8
	SUB-TOTAL				160
8.-	CAFETERIA PRINCIPAL	WC C/FLUX	3	10	30
		MING. C. FLUX	2	10	20
		LAVABO	4	2	8
		SUB-TOTAL			
9.-	RESTAURANT PRINCIPAL	WC C/FLUX	4	10	40
		MING. C. FLUX	2	10	20
		LAVABO	4	2	8
		SUB-TOTAL			

NUM.	INSTALACION	APARATO	CANTIDAD	U.M.	UM TOTAL
10.-	CLUB DE SALUD	WC C/FLUX	2	10	20
		MING. C/FLUX	3	10	30
		REGADERA	6	4	24
		LAVABO	4	2	8
		SUB-TOTAL			

11.-	SALON DE JUEGOS	WC C/FLUX	8	10	80
		MING. C. FLUX	3	10	30
		LAVABO	5	2	10
		SUB-TOTAL			

12.-	COCKTAIL LOMNGE (COCINA)	WC C/FLUX	11	10	110
		MING. C/FLUX	5	10	50
		LAVABO	10	2	20
		SUB-TOTAL			

13.-	SALON DE BELLEZA	WC C/FLUX.	4	10	40
		REGADERA	6	4	24
		LAVABO	4	2	8
		SUB-TOTAL			

14.-	RESTAURANT DE ESPECIALIDADES	WC C/FLUX	6	10	60
		MING. C/FLUX	3	10	30
		LAVABO	4	2	8
		SUB-TOTAL			98

NUM.	INSTALACION	APARATO	CANTIDAD	U.M.	U.M.	TOTAL
15.-	COCINA PRINCIPAL	FREGADERO	23	4		92
		TARJA	2	4		8
		SUB-TOTAL				100

T O T A L E S : 3605

En el análisis se consideran dos cocinas más independiente-
mente de la principal, una de la suite presidencial y otra para
empleados, de la experiencia se recomienda considerar 25 unida-
des Mueble por cada una de ellas, haciendo un total de 50 unida-
des Mueble.

En consecuencia se tendrá un total de Unidades Mueble como-
sigue:

De las 15 instalaciones anteriores tenemos ---	3 605 U.M.
De las 2 cocinas-----	50 U.M.
	<hr/>
Total de Unidades Mueble -----	3 655 U.M.

Consultando la gráfica 1 del apéndice con el total de Uni-
dades Mueble obtenemos el gasto correspondiente que es 31.90 Lts.

De información obtenida a través de la experiencia para es-
te tipo de proyectos, se ha observado que para el gasto demanda -
do de agua fría se satisface con un 75% del total de las Unidades
Mueble, consultando de nuevo la gráfica 1 se observa que le co-
rresponde un gasto $q=25.80$ Lps.

Siguiendo el mismo criterio para el agua caliente, solo -
que para esta demanda se considera 41.56% del total de Unidades -
Mueble, le corresponde un gasto $q= 20.80$ Lps., el análisis queda-
como sigue:

PARA AGUA FRÍA.

75% (total U.M.) = $0.75 \times 3655 = 2741$ U.M.

Gasto correspondiente 25.80 Lps.

Para Agua Caliente

$$56\% \text{ (Total U.M.)} = 0.56 \times 3655 = 2046.80 \text{ U.M.}$$

$$\text{Gasto correspondiente} \quad 20.80 \text{ Lps.}$$

Nuestro problema aquí es la determinación de la sección necesaria para conducir nuestros gastos ya determinados, que fueron:

$$q_1 = 25.80/\text{ps} \quad \text{para agua fría.}$$

$$q_2 = 20.80/\text{ps} \quad \text{para agua caliente.}$$

Otra base de diseño es la velocidad y está en considerada-- como $V = 1 \text{ m/s}$, esto es con el propósito de evitar erosiones ó - sedimentaciones en la tubería, quedando finalmente.

$$A = \frac{Q}{v} \quad \text{cómo el área del círculo es } A = \pi r^2.$$

$$\pi r^2 = \frac{Q}{v} = r^2 = \frac{Q}{v \pi} \quad r = \sqrt{\frac{Q}{\pi v}}$$

Y así obtenemos el diámetro interior necesario para condu-- cir un gasto con la velocidad requerida.

En el Croquis No. 1 se detalla el arreglo final del siste-- ma de tuberías principales, con dos ramales que alimentan la par-- te superior, área de habitaciones, de servicios, Swite presiden-- cial etc.

Los puntos designados con letras de nuestro alfabeto seña-- lan alimentaciones secundarias, a los niveles superiores.

En el Croquis No. 1 se ilustran los dos tipos de conduc--- ción, tanto del agua caliente como del agua fría, con sus respec

tivas longitudes, diámetros y gastos. Se observa que los gastos van disminuyendo, al igual que los diámetros, cosa que sucede a menudo que se alejan de la toma principal, esto es lógico y se debe a que va decreciendo el número de unidades mueble que demandan consumo de agua.

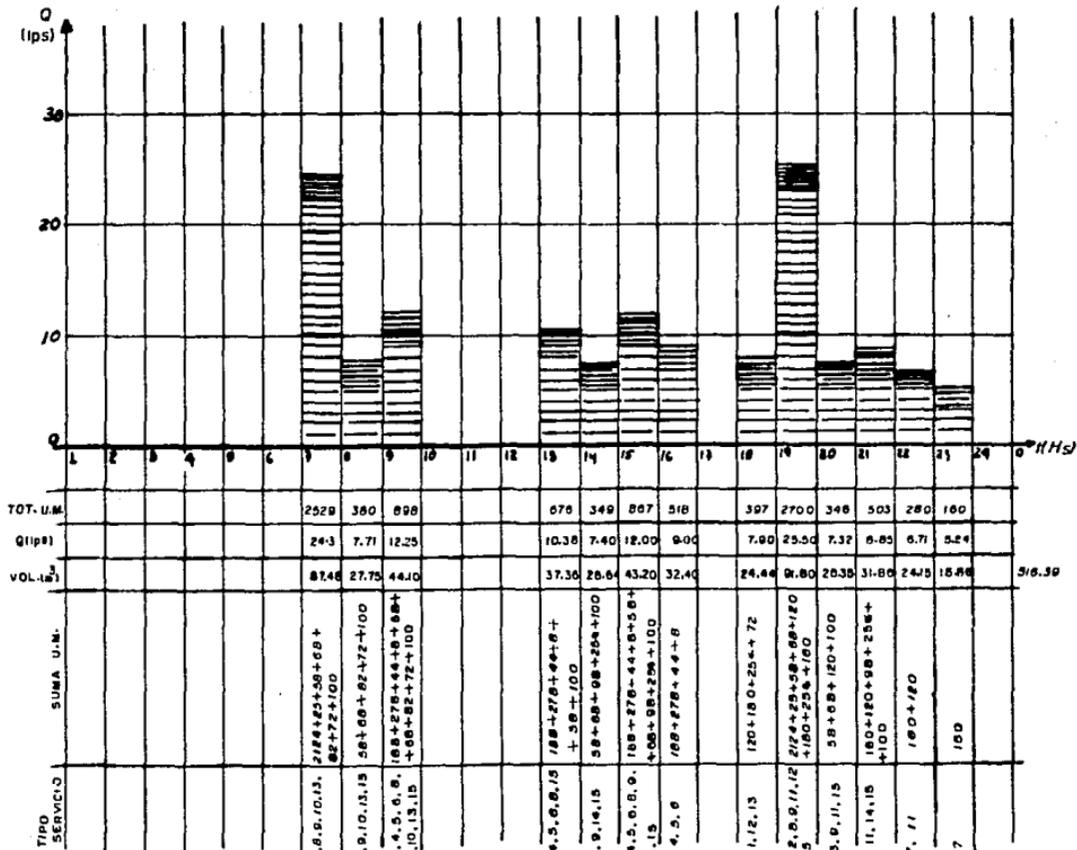
I.4.3 Determinación de la Demanda Pico de Agua.

La estimación de la demanda total de agua, se obtiene de los servicios que requieren de agua para su funcionamiento, dichos servicios fueron numerados de acuerdo a las diferentes instalaciones del Hotel y pueden consultarse en el análisis correspondiente, anterior a este inciso.

La gráfica de la siguiente página, ilustra las horas pico en que se requiere un mayor gasto de acuerdo a los servicios solicitados. Es decir cada servicio dependiendo de la instalación a la que corresponda, dará un total de unidades mueble que entrando a la gráfica indicada del apéndice obtendremos un gasto y en función de éste estamos en condiciones de determinar el volumen de agua necesaria para satisfacer las necesidades requeridas por hora.

En el histograma siguiente se puede apreciar que las horas de Máxima demanda (horas pico), son aquellas en que las barras son más pronunciadas que corresponden a los horarios de 7:00 a 8:00 hrs., y de 19:00 a 20:00 hrs., respectivamente. Esto refleja que en estas horas hay una mayor utilización de los servicios en forma conjunta de empleados y huéspedes del hotel.

De este análisis concluimos que de acuerdo al total de Unidades Mueble en servicio por hora y por instalación, requerimos de un volumen total de agua VT=516.39 m³ para satisfacer adecuada y oportunamente las necesidades del hotel.



I.4.4 Distribución del Volumen Total de Agua.

Del análisis del tema anterior, se obtienen los volúmenes - horarios necesarios para satisfacer los servicios del hotel. Con estos datos podemos formar una gráfica denominada "Curva masa de demandas", que consiste en graficar volúmenes contra tiempo (t), - el volumen será acumulando, teniendo un comportamiento creciente hasta cubrir las 24 hrs.

El propósito de analizar esta curva es para determinar el - equipo de bombeo suficiente para cubrir la cantidad de agua deman dada en las horas pico y en las horas que requieran cierta canti dad de agua en las instalaciones del hotel. Como se puede obser- var la curva presenta una forma totalmente irregular, lo que oca- siona problemas ya que se tendría que estar utilizando un equipo de bombeo diferente en cada hora de acuerdo a los gastos reque- ridos por hora. Se pretende hacer un sistema lo más uniforme - posible en su funcionamiento y operación, por lo que es necesaa- rio, dar un comportamiento lineal al volumen requerido, sufi- - - - - ciente que cubra el volumen demandado en las horas correspondien- tes. En la curva masa que a continuación presento se observa una línea punteada que representa un suministro de agua constante - $Q=11.35/lps.$ y en las horas que se indican cubriendo el volumen total demandado.

En la parte superior se anota el equipo de bombeo suficien- te para mantener el gasto $Q=11.35/lps.$, necesario para cubrir - las demandas de agua. Ejemplo de 7:00 a 8:00 hrs., se indica - 1-15, lo que quiere decir que se necesita una bomba de 15 HP.

CAPITULO II

SISTEMA PARA MANEJO DE AGUA, VAPOR Y COMBUSTIBLES.

II.1 Bases de Diseño.

II.1.1 Servicios de Agua cruda, Agua potable, Vapor y Combustibles.

Sistemas requeridos y su descripción.

Los servicios requeridos en el hotel se conforman de sistemas que estarán diseñados para operar en forma continua o intermitente según se requiera, con materiales de calidad y con las protecciones adecuadas para garantizar el suministro del servicio en cualquier área que lo demande.

Sistemas requeridos:

- i).- Almacenamiento y manejo de agua cruda y potable.
- ii).- Sistema automático programado a presión constante.
- iii).- Generación de vapor y agua caliente.
- iv).- Almacenamiento y manejo de Combustible.
- v).- Red de riego.
- vi).- Bombeo y filtración de Agua de Alberca.

- i).- Almacenamiento y manejo de agua cruda y potable.

La finalidad de este sistema es la recepción, almacenamiento y suministro del agua cruda y agua potable para cubrir las necesidades del personal que ocupa el hotel, deberá constar del siguiente equipo:

- a).- Cisterna para almacenamiento de agua cruda y agua potable.
- b).- Bombas de agua cruda.
- c).- Equipo de potabilización y suavización de agua.

a).- CISTERNA.- La capacidad de la cisterna será para satisfacer aproximadamente la demanda de 3 días de operación u constará de 4 compartimientos, 2 para agua cruda y 2 para agua potable, esto con el fin de proporcionar mantenimiento preventivo, los compartimientos de agua potable serán de aproximadamente 1/3 del volúmen de la cisterna y los de agua cruda de 1/6.

La demanda máxima estimada de agua es 500 m³/día.

b).- BOMBAS DE AGUA CRUDA.- Tienen como finalidad hacer pasar el agua cruda a través de los sistemas de potabilización y suavización y posteriormente a los compartimientos de agua potable, este equipo constará de dos bombas tipo centrífuga horizontal con capacidad suficiente para reponer el volúmen de la cisterna según demanda normal y pico en un tiempo máximo de 10 Hrs.

Operarán, una en condiciones normales y la segunda en demanda máxima a la vez que también funcionaría como bomba de relevo por su baja operación.

c).- EQUIPO DE POTABILIZACION Y SUAVIZACION DE AGUA.- De acuerdo a la información que se tiene por norma sobre las características del agua que se va a suministrar al hotel, el sistema deberá constar de un filtro de arena, un filtro de carbón activado, una columna de suavización con su respectivo tanque de salmuera -

y dos bombas de dosificación de hipoclorito de sodio (una en operación y otra en reserva).

Todo esto con la finalidad de que el agua este dentro de los requerimientos bacteriológicos y de turbidez de agua potable y requerimientos de dureza de agua para lavandería, 60 p.p.m. como CaCO_3 máximos.

La capacidad del equipo debe ser tal que opere con el flujo de las 2 bombas en un momento dado.

ii).- Sistema automático programado a presión constante.

Este sistema tiene como finalidad suministrar el agua potable fría y caliente, suficiente para el consumo de todas las habitaciones y cocinas, tintorerías, gimnasio y restaurantes de la alberca, etc., el sistema estará diseñado para absorber el consumo normal y la carga pico, (la cual será estimada de acuerdo al número de muebles en operación). Constará de 5 bombas, un tanque a presión que a la vez sirva como tanque amortiguador de golpe de ariete del sistema; un compresor para mantener la presión en el tanque, un tablero de control y un control automático programado de presión constante, para operar en forma programada las bombas según la demanda.

La capacidad de las bombas será para operar 2 al 25% de la demanda pico y 3 al 50%, manteniendo 2 bombas de reserva, 1 del 25% y 1 del 50%.

El suministro de agua potable se obtiene de 2 compartimien

tos de la cisterna los cuales contarán con una capacidad de almacenamiento total de aproximadamente 1065 m³, y un volúmen útil de 941 m³ para 1.8 días de operación.

Tanto la red de agua fría como la red de agua caliente estarán llenas y presurizadas todo el tiempo para su inmediata disponibilidad.

Generación de Vapor y Agua Caliente.

Este sistema tiene como finalidad suministrar el vapor necesario para el consumo de cocinas, tintorerías y para calentamiento de agua potable, constará de 2 calderas de vapor con una capacidad nominal aproximadamente del 70% del consumo "pico" de vapor, con operación completamente automática, contando con todos los dispositivos para tal objetivo.

El sistema de integrar por:

- 1.- Suministro de agua.
- 2.- Unidad generadora de vapor.
- 3.- Bomba de alimentación de agua a la caldera.
- 4.- Bomba de combustible.
- 5.- Tanque receptor de condensados.
- 6.- Equipo de suavización duplex.
- 7.- Tanques de combustóleo y Diesel.
- 8.- Tanque para agua caliente.

1.- El suministro de agua para la generación de vapor se obtendrá de una línea que se derive del sistema automático de presión y alimente al tanque de condensados. Ahí se mezclará con

con el retorno de condensados y alcanzará la temperatura requerida para alimentar la caldera por medio del equipo de bombeo.

2.- La unidad generadora de vapor será del tipo de tubos de humo, horizontal y estará montada en una base de acero estructural e incluirá como parte integral, el generador con su ventilador de tiro forzado, controles de operación, accesorios, sopor---tes, refractarios y chimeneas, el tablero de control constará de interruptor manual-automático que permita un encendido automático de acuerdo con la demanda de vapor ó el control de la alimenta---ción de combustible para cualquier grado de fuego deseado.

3.- El equipo de bombeo de alimentación de agua a las calde---ras constará de 2 bombas de las cuales una estará en operación -- normal y funcionará en condiciones pico con una capacidad del doble de la requerida por cada caldera y funcionará automáticamente por señal del nivel de agua.

4.- Equipo de bombeo de combustible, constará de 2 bombas con capacidad mínima del doble de la capacidad máxima requerida de -- combustible en la caldera (de acuerdo a la recomendación del fabricante, se controlará por presión, este equipo será parte de -- los accesorios de la caldera).

5.- Tanque receptor de condensados, con capacidad suficiente para mantener una reserva de agua a la caldera durante 20 minutos y mezclar el retorno de condensados con el agua de reposición, es te equipo deberá incluir todos los accesorios para el control de nivel y los aditamentos necesarios para su mantenimiento.

6.- Equipo de suavización duplex ' deberá tener la capacidad adecuada dependiendo de las características del agua. Suavizará-- hasta obtener el O.P.P.M. Como Ca CO_3 requeridos por la caldera. Deberá incluir 2 columnas para suavización y un tanque de salmuer a para la generación de la resina.

7.- Tanque de combustóleo y Diesel. El tanque de combustóleo deberá suministrar de combustible a las calderas con capacidad suficiente para 20 días de operación continua.

El tanque diesel deberá ser con capacidad suficiente para el suministro del diesel para arranque de las calderas y suministro a tanques de la planta de emergencia como el sistema de bombas contra incendio.

8.- Tanque de agua caliente. Estará diseñado para cubrir la demanda máxima de agua por un tiempo de 4 hrs., como volúmen de operación.

Constará de todos los dispositivos de seguridad y accesos para su operación y mantenimiento. Un serpentín de vapor será su medio de calentamiento, operará automáticamente para mantener la circulación de agua a una temperatura de 60°C en la red de servicio de agua caliente.

iv).- Almacenamiento y manejo de combustibles.

Este sistema tiene como finalidad el suministro y almacenamiento de combustibles, tanto para la cocina como para las calderas; Gas L.P. para cocinas y combustibles y diesel para calderas.

El almacenamiento del combustible de calderas se especifica en el punto de sistemas de generación de vapor.

El almacenamiento del combustible para cocinas Gas L.P. constará de dos tanques estacionarios con suficiente presión para alimentar a las cocinas y capacidad para un mínimo de 15 días de operación, este tanque deberá contar con todos los accesorios y dispositivos de seguridad para su óptima operación.

v) Red de riego.

Este sistema tiene la finalidad de suministrar el agua requerida para regar los jardines y áreas verdes del hotel. Constará de una bomba de operación manual que succionará de la cisterna de agua cruda y enviará el agua a un circuito cerrado, el cual deberá tener distribuidas convenientemente todas las tomas para manojeras de riego. La capacidad de la bomba será calculada con el 30% del total de tomas de agua para manguera y para su carga se considerará la manguera más alejada.

vi).- Bombeo y filtración de agua de alberca.

El objetivo de este sistema es el de mantener en condiciones adecuadas de potabilización y clarificación del agua de las albercas, para lo cual se deberá instalar un equipo dual de bombeo y filtro de arena con una capacidad de \pm 70% de la recirculación - pico requerida, con el fin de operar una bomba y un filtro normalmente y en condiciones críticas los dos equipos simultáneamente y dos bombas para manejar la solución de hipoclorito de sodio, así como un equipo portátil para efectuar los análisis rutinarios del agua.

También deberá contar con todos los accesorios como son boquillas de retorno, boquillas de vacío, desnatadores, boquillas de rebosadero, para una operación óptima del sistema.

II.1.2. Para tuberías y accesorios. Diseño hidráulico.

Con esto se pretende cubrir los conceptos principales de especificaciones y diseño de tuberías, válvulas y accesorios que se requieren en éste proyecto; principalmente en los equipos; tuberías principales en comedores; redes de distribución de vapor, -- agua y gas, tuberías exteriores y cuarto de máquinas de albercas.

a).- Materiales.

Todos los materiales, válvulas y accesorios requeridos para estas instalaciones deberán ser nuevos, de alta calidad, y cumplir en su fabricación con los códigos y estándares indicados en el apéndice, por lo que para asegurar lo anterior, los fabricantes deberán ser conocidos y de seriedad comprobada.

b).- Planos y dibujos.

Los planos y dibujos se elaborarán en base a la información proporcionada por el cliente, proveedor, y otros departamentos involucrados en el proyecto, estos planos se detallarán sólo lo necesario para ser usados junto con especificaciones y dibujos de fabricantes de equipo para la ejecución correcta y completa del trabajo.

En la elaboración de planos y dibujos hidráulicos se usará un simbolología adecuada y estandarizada de equipos, válvulas, acc

sorios y conexiones, la cual se indicará en el plano y lugar más -- apropiado.

Las escalas para los arreglos de tuberías, serán las de los - planos arquitectónicos, excepto los arreglos especiales, cortes y detalles, diagramas, etc., los cuales se dibujarán en escalas y tamaños adecuados.

c).- Criterios de diseño.

-Los arreglos de equipo se llevarán a cabo tomando en consideración la economía en su instalación, mantenimiento y seguridad en su operación.

-Los sistemas de tuberías se diseñarán para soportar las condiciones de presión de servicio, incluida la carga hidrostática y la temperatura del fluido.

-El espesor de la tubería será exclusivamente ced. 40 y 80 -- cuando se trate de tuberías de acero negro, ó galvanizado. El espesor será el estándar cuando la tubería sea de cobre.

-Bridas. Como norma general, el empleo de bridas en tubería - soldada debe ser mínimo.

Se emplearán bridas únicamente para conectar a equipos, válvulas, accesorios especiales, etc.

Se usarán bridas de cara plana con empaques de cara llena en equipos y válvulas de fierro fundido, bridas de cara realzada para válvulas y accesorios de acero...

- Accesorios. Los cambios de dirección en tuberías se harán con conexiones, los dobleces sólo se usarán cuando se considere necesario, y la especificación de la tubería lo permita; pero en ningún caso estos dobleces tendrán un radio menor equivalente a 5 diámetros de la tubería.

Los codos soldables de acero al carbón serán del tipo radio largo a menos que se especifique otra cosa.

Podrán usarse ramales de conexión soldados tubería a tubería (insertos), en lugar de accesorios en "T" pero solo en ramales mayores que el principal, esto solo en tubería de acero.

Se deberá procurar que todas las válvulas y accesorios -- que lo requieran, queden en lugares accesibles para su operación.

Se proporcionarán filtros permanentes tipo "Y" para proteger trampas de condensados y válvulas reductoras de presión.

- Soportería. Toda la tubería deberá soportarse, guiarse ó colgarse adecuadamente para prevenir efectos de vibración deflexión o esfuerzos y cargas al equipo, estos soportes deberán indicarse en los planos de arreglos de tuberías, además se elaborarán de los tipos de soportes a usarse.

Estos soportes deberán satisfacer los requerimientos de los códigos ASA Y MSS para tuberías a presión.

- Expansión y Flexibilidad. En todas las líneas deberán tomarse - provisiones adecuadas para expansiones y contracciones térmicas.

Las provisiones para expansión deberán hacerse con curvas de tuberías ó con juntas de expansión cuando el espacio disponible - sea crítico. Se deberán considerar juntas flexibles para líneas mayores de 38 mm de ϕ en todos los materiales, para absorber movimientos y hundimientos diferenciales en juntas de construcción. Estas juntas flexibles serán mangueras metálicas corrugadas localizadas debajo ó sobre las juntas constructivas.

- Tuberías de vapor. Todas las líneas que conduzcan vapor, tendrán una ligera pendiente en el sentido del flujo, para un drenaje natural del condensado; además de considerar tranpas para este condensado en todos los puntos bajos y al extremo de todas estas líneas.
- Cada tranpa dará servicio a un solo punto de recolección ya sea tubería de vapor; válvula reductora ó equipo. Siempre que sea - posible se instalará la trampa abajo y cerca del equipo ó línea que se este drenando.

Cada trampa estará provista de una válvula de bloqueo en la línea de alimentación y otra en la línea de descarga en el caso de que el condensado se recupere; de no ser así, no se requerirá válvula en la línea de descarga.

El servicio de vapor será suministrado a las áreas de lavandería y tintorería; cocina principal y baños de vapor, según -- guías mecánicas proporcionadas por el cliente.

- Líneas enterradas. Todas las líneas exteriores que requieran -- ser enterradas, irán a una profundidad mínima de 60 cms. abajo del terreno natural ó jardín.

Esta tubería será de acero galvanizado con conexiones de hierro maleable galvanizado, ó de acero con conexiones soldables del mismo material y todo con pintura anticorrosiva.

- Tubería para gas L.p. Las instalaciones de gas, deberán ajustarse al reglamento del departamento de gas L.P., de la secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

Toda la tubería desde los tanques de almacenamiento hasta los aparatos de consumo, serán de cobre tipo L con conexiones también de cobre.

El servicio de gas L.P., será suministrado a las áreas de: cocinas principal, comedor de empleados, restaurante de especialidades, salón de juegos, habitaciones junior Suite, Master Suite, Suite presidencial, Restaurante de playa y Snack niños, según guías mecánicas proporcionadas por el cliente.

- Aislamiento térmico. Las tuberías que conduzcan agua, helada - agua caliente, vapor y condensado deberán aislarse térmicamente en toda su longitud, esta protección será tanto para conservar su temperatura, como por seguridad del personal de mantenimiento.

El material seleccionado para este recubrimiento , será fibra de vidrio preformada en medias cañas para ajustarse a la tubería tanto de acero como de cobre.

- Pintura. Todas las tuberías y equipos deberán pintarse de acuerdo al código de colores del cliente.
- Recomendaciones generales. Para que todos los conceptos aquí anotados sean comprendidos y aplicados adecuadamente es necesario que se tomen en cuenta las recomendaciones y guías de instalación que el proveedor hace para sus equipos.
- Las tuberías que forman la red principal de distribución (nivel -4.50 según plano de basamento), se instalarán por circulaciones del hotel para facilitar los trabajos de mantenimiento por lo que se evitará pasarlos sobre equipos eléctricos, locales ó lugares peligrosos.

Para las tuberías verticales se usarán los ductos proyectados de antemano para este propósito; cuando por algún motivo no se pueden usar estos ductos, se seleccionará junto con los arquitectos y el Departamento Civil, el lugar más adecuado para subir estas tuberías.

- Trámites oficiales. Los trámites de instalación para recipientes a presión y tanques de combustibles, se harán ante las autoridades y secretarías competentes por cuenta del cliente.

II.2 Diseño del sistema para manejo de agua.

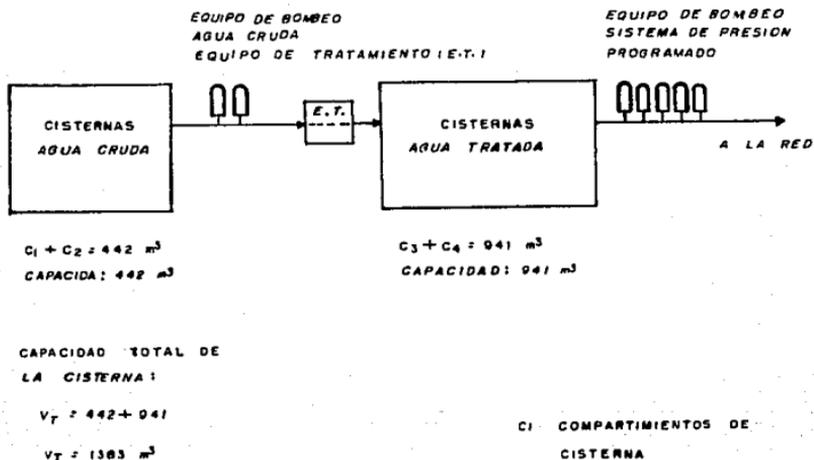
II.2.1 Dimensionamiento de cisterna.

La capacidad de la cisterna se determina en base a la demanda total de agua que requieren las instalaciones del hotel para su funcionamiento y se diseñará con las características que -

establecen las bases de diseño correspondiente.

Las bases de diseño establecen que la capacidad de la cisterna deberán ser de total manera que almacene agua para su período de 3 días aproximadamente para prevenir posibles fallas en la red principal.

La cisterna es diseñada con 4 compartimientos; 2 para agua cruda y 2 para agua tratada. Los compartimientos de agua cruda son de una capacidad de 442 m³ y los de agua tratada almacenarán un volumen de 941 m³, haciendo un total de 1383 m³. Como la demanda diaria real es de 416 m³/día con el volumen almacenado se alcanza a abastecer un periodo de 3 días en operación normal.



CROQUIS No. 1

II.2.2 Diseño del sistema de tuberías para agua fría y agua caliente.

En el capítulo anterior, se trató el cálculo de la demanda total de agua, se estimó un gasto correspondiente a el agua fría y otro a el agua caliente, dichos gastos son:

Para agua caliente $Q = 20.80$ lps.

Para agua fría $Q = 25.80$ lps.

Para el diseño de la red de tuberías necesarias para la conducción de esta agua, es requisito apegarse a las bases que comprenden y se refieren a este punto.

Se deberán respetar criterios como procedimientos de diseño así como tipos y calidades de material especificados y aprobados por la D.G.N.

El sistema de tuberías basa su proyección en el número de Unidades Mueble (U.M.), que requieran del servicio de agua para su funcionamiento para ello ha sido necesario del conocimiento -- completo de planos arquitectónicos y estructurales para identificar los espacios habituales del inmueble con esto y con la identificación de la toma principal, estamos en condiciones de originar el diseño de la red.

Se consideran para diseño dos tipos de red de tuberías principales y secundarias. Las principales se alojarán sobre andadores y pasillos, se identificarán por ser las de mayor diámetro y por lo tanto serán las que lleven un mayor gasto con el propósito

to de alimentar las redes secundarias que a su vez distribuirán - el líquido a cada una de las instalaciones del Hotel.

Como ya se mencionó anteriormente, el diseño estará basado en la ecuación de continuidad ya conocido el número de Unidades - Mueble para cada una de las instalaciones, en base a esto se de - termina el gasto requerido que en conjunto con la velocidad que - por norma nos establece que debemos trabajar en un rango de 0.5 m/s a 1.5 m/s, para evitar asentamientos y erosiones con la tube - ría. Con estos datos se determinó la sección requerida por la red de tubería tanto horizontal como vertical.

En las siguientes páginas presentó el arreglo final de las líneas de tubería para conducir agua fría y agua caliente, nece - sarios para referirme a la forma de cálculo para determinar el -- caso más crítico a considerar como carga total necesaria para de - terminar el equipo de bombeo.

Por ser repetitivo, considero suficiente ilustrar con un -- ejemplo el procedimiento de cálculo para determinar los resulta - dos finales que a continuación presentó.

Es importante mencionar que las líneas de agua fría y agua caliente que a continuación se presentan, constituyen la red prin - cipal (de aquí se alimentarán los niveles superiores), y se pre - senta en planta.

Se consideran en el análisis de cálculo las columnas más -- críticas.

En la siguiente tabla A se plantea la forma en que se determina el total de Unidades Mueble.

En la siguiente tabla A se puede observar la forma en que se determina el total de Unidades Mueble y con ello se determina el gasto requerido y por consiguiente el diámetro necesario para conducir dicho gasto.

En la tabla A se puede apreciar que identificamos los tramos en estudio por una numeración creciente que va del 1 al 17, en el análisis considero una parte de la línea, la otra es similar y se manejan aproximadamente iguales al criterio de diseño.

En cada tramo existe un número de cuartos que demandan servicio de agua, por norma se establece considerar un total de 6 -- (seis) UM. por cada cuarto, considerando un 75% por los 6, esto es $6 \times 0.75 = 4.5$ U.M. por cuarto.

Con el subtotal de U.M. de cada tramo se entra a la tabla No. 1 del apéndice para encontrar el gasto que le corresponde.

Como se puede observar en la en la línea proyectada, el número de U.M. se va haciendo creciente, con respecto al acercamiento hacia la toma principal esto es consecuencia de que se tiene un proceso acumulativo en la demanda de gastos. Las tomas más alejadas requieren un menor gasto y en consecuencia son de menor diámetro.

CALCULO DE GASTOS Y ESTIMACIONES DE DIAMETROS PARA LOS DIFERENTES
TRAMOS DE LA LINEA DE AGUA FRIA.

TABLA A

TRAMO	No. CUARTOS	TOTAL U.M.	GASTO (Q)	DIAMETRO (Ø)	
				MM.	PULG.
1	3 cuartos X 4.5 U.M.	= 13.5	0.68 l.p.s.	38	1 1/2
2	9 . 4.5	= 40.5	1.60 l.p.s.	58	2
3	18 4.5	= 77.0	2.40 l.p.s.	50	2
4	28 4.5	=126.0	3.30 l.p.s.	64	2 1/2
5	48 4.5	=216.0	4.30 l.p.s.	64	2 1/2
6	68 4.5	=306.0	5.40 l.p.s.	64	2 1/2
7	73 4.5	=328.5	5.70 l.p.s.	64	2 1/2
8	85 4.5	=382.5	6.30 l.p.s.	32	2 1/2
9	6 4.5	= 27.0	1.10 l.p.s.	58	2
10	16 4.5	=172.0	2.30 l.p.s.	58	2
11	26 4.5	=117.0	3.10 l.p.s.	75	3
12	111 4.5	=499.5	7.80 l.p.s.	75	3
13	123 4.5	=553.5	8.40 l.p.s.	75	3
14	135 4.5	=607.5	9.00 l.p.s.	75	3
15	145 4.5	=652.5	10.60 l.p.s.	75	3
16	241 cuartos X 4.5	=949.5			
	1 Suite presidencial	= 18.8			
	Servicios	=1068.0			
		<u>2036.3</u>	U.M. 20.70	L.P.S. 100	6
17	356 cuarto X 4.5	=1602.0			
	1 Suite presidencial	= 18.8			
	Servicios	=1068.0			
	Varios	<u>= 20.0</u>		L.P.S.	
		2708.7	U.M.25.5		150 6

RELACION DE LONGITUDES Y DIAMETROS. LINEA DE AGUA FRIA.

TRAMO No.	LONGITUD (M)	DIAMETRO (MM)
1	5.30	25
2	6.30	38
3	2.00	58
4	8.30	50
5	8.30	64
6	11.00	64
7	11.00	64
8	5.00	64
9	8.30	32
10	8.30	50
11	7.00	50
12	3.00	64
13	8.30	75
14	8.30	75
15	6.50	100
16	154.00	100
17	11.00	150

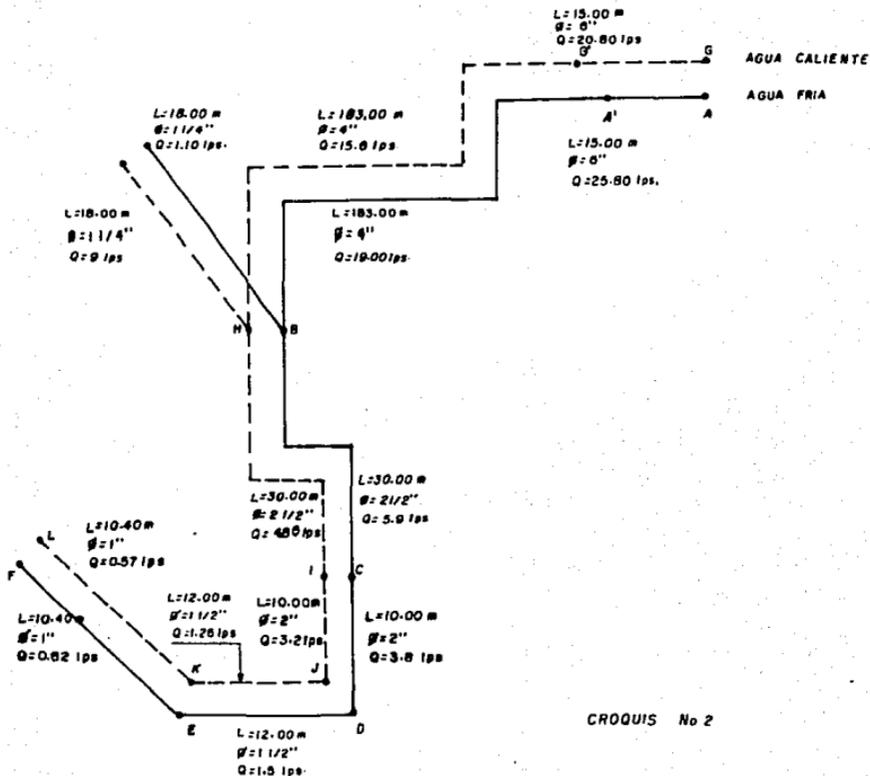
El procedimiento y el criterio para determinar las dimensiones de la línea de agua caliente es el mismo que se empleo en la línea de agua fría.

RELACION DE LONGITUDES Y DIAMETROS. LINEA DE AGUA CALIENTE.

TRAMO No.	LONGITUD (MTS.)	DIAMETRO (MM)
1	5.30	25
2	6.30	38
3	2.00	50
4	8.30	50
5	8.30	64
6	11.00	64
7	11.00	64
8	5.00	64
9	8.30	32
10	8.30	38
11	7.00	50
12	3.00	64
13	8.30	64
14	8.30	75
15	6.50	100
16	154.00	100
17	11.00	150

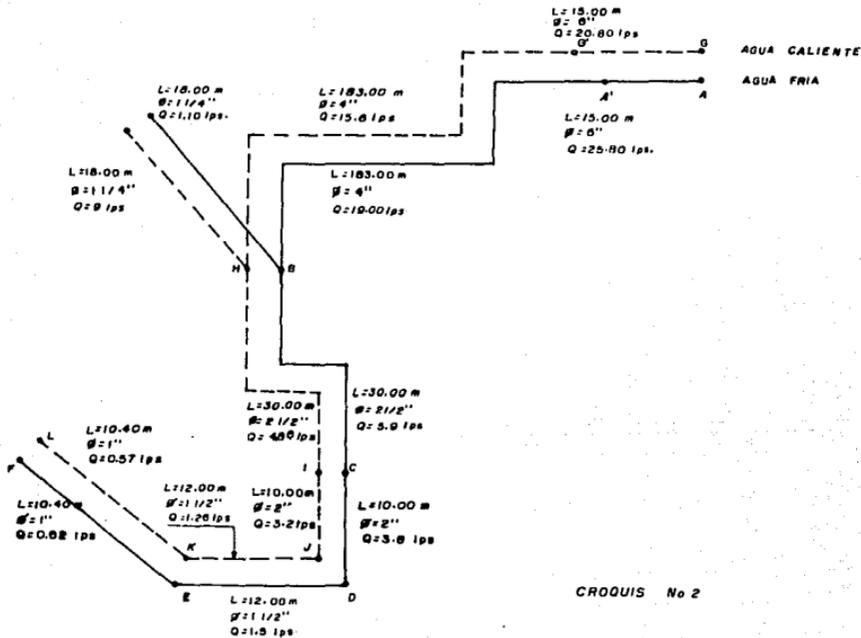
Finalmente y en forma esquemática las líneas quedan como sigue en el Croquis No.2

RED DE AGUA POTABLE



CROQUIS No 2

RED DE AGUA POTABLE



II.2.3 Diseño del equipo de bombeo.

Del análisis realizado para el cálculo de la demanda, tanto de agua fría como de agua caliente, obtenemos las características de la tubería, suficientes para diseñar el sistema de bombeo necesario para la conducción de nuestros dos tipos de agua.

El análisis es válido para cualquier tipo de fluido ya que se considera un parámetro que es característico de cada uno de ellos y es "V" que representa la viscosidad cinemática.

Como nuestro sistema de tuberías trabaja a presión, el cálculo hidráulico de la línea será para determinar la carga total a vencer ocasionada por la carga estática, pérdida por fricción, - pérdidas por cambio de dirección y por cambio de sección.

Para el análisis en el cálculo de pérdidas por fricción, se empleará la ecuación de Darcy y Weisbach en la forma siguiente:

$$hf = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

La expresión anterior requiere de la ayuda de la gráfica - de Moody (la cual puede consultarse en el apéndice final de esta tesis), para ello se requiere determinar la relación E/D en donde:

E: Es el coeficiente de rugosidad absoluta, éste depende - del tipo de material de fabricación de la tubería.

D: Diámetro de la tubería en (mm).

Es necesario determinar el tipo de flujo que se presenta,

por tanto se deberá determinar en número de Reynolds, el cual puede determinarse mediante la siguiente expresión.

$$Re = \frac{VD}{\nu}$$

Donde:

V = Velocidad de fluido en (m/s)

D = Diámetro de la tubería en (m)

ν = Viscosidad Cinemática m...

Conocidos los parámetros anteriores, E/D y Re, se entra a la gráfica de Moody y se obtiene el valor de F, algunos autores suelen emplear en lugar de f a f' , es solo cuestión de variables, su equivalencia es la misma.

El significado de cada una de las variables empleadas en la ecuación de Darcy es la siguiente:

$$hf = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

f: Parámetro en función de las características físicas del tubo y del fluido.

L: Longitud de tramo de tubo en estudio en metros.

D: Diámetro de la tubería en metros.

V: Velocidad del fluido dentro de la tubería en m/s

g: Aceleración de la gravedad en m/seg.

A continuación presentaré el análisis detallado del cálculo de cada uno de los aspectos que se deberán considerar en la -

determinación del equipo de bombeo, considerando las situaciones más críticas, e ilustrativas que ejemplifiquen:

TRAMO No.	AGUA FRIA		AGUA CALIENTE	
	LONGITUD (M)	DIAMETRO (MM)	LONGITUD (M)	DIAMETRO (MM)
1	5.30	25	5.30	25
2	6.30	38	6.30	38
3	2.00	50	2.00	50
4	8.30	50	8.30	50
5	8.30	64	8.30	64
6	11.00	64	11.00	64
7	11.00	64	11.00	64
8	5.00	64	5.00	64
9	8.30	32	8.30	32
10	8.30	50	8.30	38
11	7.00	50	7.00	50
12	3.00	64	3.00	64
13	8.30	75	8.30	64
14	8.30	75	8.30	75
15	6.50	100	6.50	100
16	154.00	100	154.00	100
17	11.00	150	11.00	100

RELACION DE LONGITUDES Y DIAMETROS.

II.2.3.1 Cálculo de pérdidas por fricción.

Observando el diagrama de las líneas de conducción de agua, se puede apreciar que están divididas por tramos, esto para facilitar su cálculo. A continuación ilustramos con dos ejemplos el procedimiento a seguir para determinar las pérdidas por fricción en los tramos tanto de agua fría como de agua caliente.

Cálculo de pérdidas por fricción en el tramo indicado como el número 2.

Datos del problema

Como se utiliza tubo de cobre, tenemos: una $E = 0.0030$

$$E = 0.0030 \text{ mm} \qquad \text{Long.} = 6.30 \text{ m}$$

$$d = 38. \text{ mm}$$

$$E/d = \frac{0.0030}{38} = 0.00007894$$

$$U.M. = 40.5$$

$$Q = 1.6 \text{ lps.}$$

$$\text{Area} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.1416}{4} (0.038)^2 = 1.134117 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0.0016}{0.00113} = 1.41 \text{ m/s}$$

Para el agua a una temperatura de 20°C

$$D = 0.010 \frac{\text{cm}^2}{\text{seg.}} = 1.0 \frac{\text{m}^2}{\text{seg.}} \qquad \text{Viscosidad cinemática.}$$

El número de Reynolds es:

$$R = \frac{vd}{\nu} = \frac{141 \times 3.8}{0.10} = 53580$$

Con el valor de E/d y el número de Reynolds (R) entramos a la gráfica de Moody y obtenemos un valor para f .

$$f = 0.021$$

$$hf = f \frac{L}{d} \frac{v^2}{2g} = 0.021 \frac{6.30}{0.038} \frac{(1.41)^2}{2(9.81)} = 0.35 \text{ m}$$

$$hf = 0.35 \text{ m}$$

Cálculo de pérdidas por fricción en los tramos 16 y 17.

Estos dos tramos son ilustrativos ya que ambos presentan -- particularidades que los caracterizan, el tramo 16 debido a su longitud demasiada larga presenta pérdidas considerables y el tramo 17, como se puede apreciar en la línea, es un tramo en donde se encuentra el gasto máximo y por consiguiente el tubo es el de mayor diámetro, en éste tramo fluye el gasto total que se distribuirá en todas las instalaciones.

Datos del problema (tramo No. 16)

$$E = 0.0030 \text{ mm} \quad \text{Long.} = 154 \text{ m}$$

$$d = 100 \text{ mm}$$

$$E/d = 0.00003$$

$$U.M. = 2036$$

$$Q = 20.7 \text{ lps.}$$

$$A = 0.00785 \text{ m}^2$$

$$v = \frac{0.0207}{0.00785} = 2.6369 \text{ m/s}$$

$$\nu = 0.010 \text{ cm}^2/\text{seg.}$$

$$R = \frac{vd}{\nu} = \frac{263.69 \times 10}{0.01} = 263 \ 690$$

por tanto $f = 0.0154$ de Moody

Datos del problema (tramo No. 17)

$$E = 0.075 \text{ mm}$$

$$\text{Long.} = 11.00 \text{ mts.}$$

$$d = 150 \text{ mm}$$

$$E/d = 0.0005$$

$$U.M. = 2709$$

$$Q = 25.5 \text{ lps.}$$

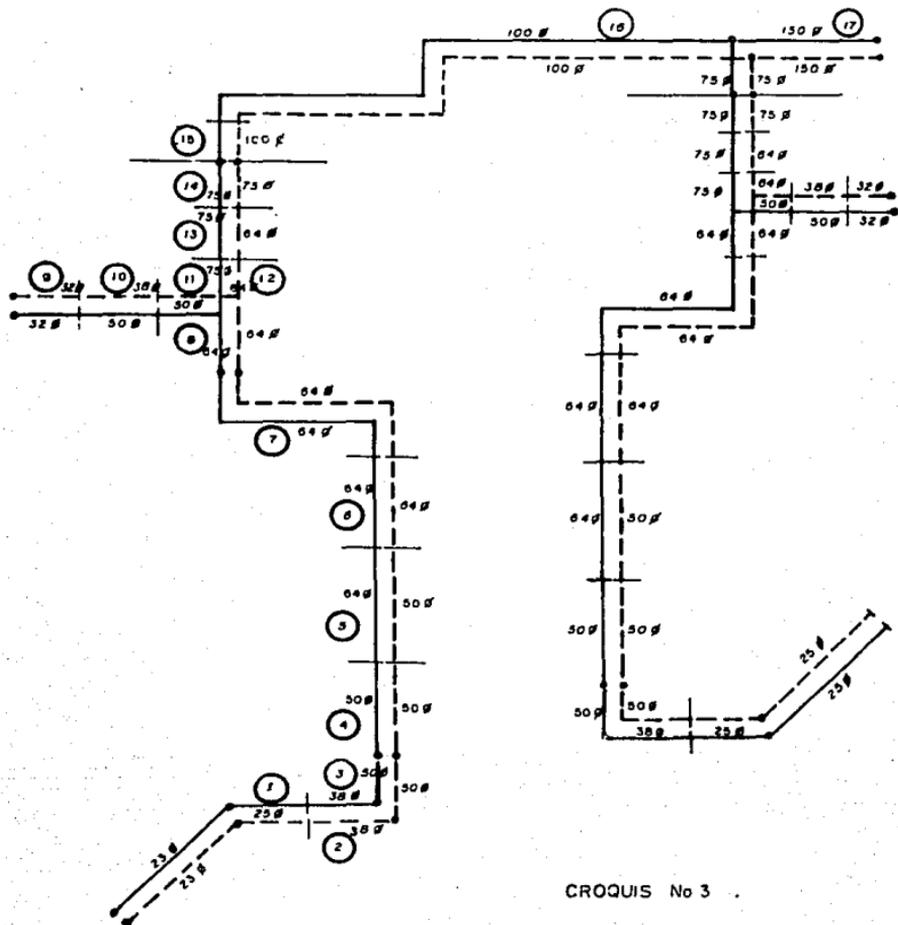
$$A = \frac{(0.15)^2}{4} = 0.01767 \text{ m}^2$$

$$v = \frac{0.0255}{0.0176} = 1.448 \text{ m/s}$$

$$\nu = 0.010 \text{ cm}^2/\text{seg.}$$

$$R = \frac{144.8 \times 15}{0.01} = 217 \ 200$$

— LINEA AGUA FRIA
 - - - LINEA AGUA CALIENTE



CROQUIS No 3

$$hf = f \frac{L}{d} \frac{v^2}{2g}$$

de Moody: $f = 0.0186$

$$hf = 0.154 \times \frac{154.00}{0.10} \times \frac{2.63^2}{19.62}$$

$$hf = 0.0186 \times \frac{11.00}{0.15} \times \frac{1.448^2}{19.62}$$

$$hf = 8.36 \text{ metros}$$

$$hf = 0.145 \text{ metros}$$

II.2.3.2 Cálculo de pérdidas por reducción en la sección de la tubería.

Este tipo de pérdidas son significativas y conviene considerarlas, éstas pérdidas se generan cuando hay un cambio de sección en la tubería, en éste caso el cambio es de una sección mayor a una menor.

Las pérdidas por reducción son expresarlas por:

$$h = K v^2 / 2g., \text{ esto nos indica en donde } h = m$$

$k = \text{Adimensional}$

$v = m/s$

De lo anterior podemos apreciar que las pérdidas por reducción en la sección se deben a la carga de velocidad afectada por una constante K , cuyo valor depende de las condiciones que propician la reducción. Para tubos de diámetros pequeños que varíen de 100 mm a 25 mm se deberán utilizar valores para k que varíen de 0.35 a 0.9.

Para nuestro caso utilizamos valores para $k = 0.34$

Ejemplo del cálculo de las pérdidas por reducción en nuestro sistema de tuberías.

Cambio de sección de 150 mm a 100 mm

Datos:

$$K = 0.34$$

$$V = 2.637 \text{ m/s}$$

$$h = K \frac{v^2}{2g}$$

$$h = 0.14 \frac{(2.637)^2}{2(9.81)} = 0.1205 \text{ m}$$

$$h = 0.1205 \text{ m}$$

De los dos ejemplos anteriores se puede apreciar que la relación entre L/d es importante para las pérdidas por fricción una longitud grande y un diámetro pequeño, arroja grandes pérdidas.

A continuación se detallará el análisis para el cálculo de pérdidas por fricción en una columna vertical (tubos que conducen el agua a niveles superiores).

El análisis se realiza par dos niveles + 10.20 y + 13.30 de los cuales el más desfavorable es para el nivel + 13.30

$$\text{Long.} = 13.30 - 0.00 = 13.30 \text{ m}$$

$$\text{Tubo de cobre } E = 0.0030 \text{ mm}$$

$$d = 38 \text{ mm}$$

$$Q = 12 \text{ cuartos} \times 4.5 = 54 \text{ U.M.}$$

$$Q = 1.94 \text{ l.p.s.}$$

$$A = \frac{\pi (0.038)^2}{4} = 0.00113 \text{ m}^2$$

$$v = Q/A = 0.00194 / 0.00113 \approx 1 \text{ m/s}$$

$$h = 0.010 \text{ cm}^2/\text{seg.}$$

$$R = \frac{vd}{j} = \frac{1.71 \times 3.8}{0.010} = 64 \text{ 980}$$

$$E/D = 0.000078$$

de Moody $f = 0.020$

$$hf = 0.020 \times \frac{13.30}{0.038} = \frac{(1.71^2)}{19.62} = 1.043 \text{ metros.}$$

$$hf = 1.043 \text{ metros.}$$

Analizando en forma semejante para un nivel de + 10.20 se obtienen pérdidas iguales a $hf = 0.64$, por tanto se consideran - las pérdidas para el nivel + 13.30

II.2.3.3 Cálculo de pérdidas por cambio de dirección.

Estas pérdidas se originan cuando existe un cambio en la - dirección de la trayectoria del fluido.

Las pérdidas de esta naturaleza se determinan al igual que las pérdidas por reducción, mediante la carga de velocidades la cual será afectada por un coeficiente K, que a su vez depende de:

- El radio de curvatura del elemento que provoca el cambio de dirección.
- El ángulo que formen las boquillas del elemento (curvatura)
- El número de Reynolds.
- El tipo de tubo, liso o rugoso.

La expresión que determinará las pérdidas es:

$$h = K \frac{v^2}{2g}$$

$$K = Cc \frac{\theta}{90}$$

El coeficiente Cc se determinará de la gráfica No. 1 del apéndice, entrando con la relación R/D y E/D .

En el apéndice se pueden observar las gráficas que existen para determinar el valor de K para cada tipo de codo de diferente diámetro.

θ : Es el ángulo que se forma en el elemento que produce el cambio de dirección, desde que se origina hasta que termina la curvatura.

R = Radio de Curvatura del elemento que produce el cambio de dirección.

II.2.3.4 Resumen de pérdidas.

TRAMO NUMERO	PERDIDA POR FRICCION (M)	PERDIDA POR AMPLIACION (M)	PERDIDAS POR CODOS (M)
1	0.473	--	--
2	0.350	T2-T1 = 0.033	0.531
3	0.060	T3-T2 = 0.034	--
4	0.441	--	--
5	0.218	T5-T4 = 0.0489	--
6	0.427	--	0.025
7	0.460	--	0.028
8	0.267	--	--
9	0.536	--	--
10	0.230	T10-T9 = 0.032	--
11	0.352	--	0.047
12	0.235	T12-T11=0.046	--
13	0.335	T13-T12=0.101	--
14	0.386	--	--
15	0.102	T15-T14=0.072	--
16	8.360	--	0.36
17	0.145	T17-T16=0.120	0.048

El siguiente paso es el desarrollo del proyecto, es el cálculo de las pérdidas totales considerando las alternativas que presentan las trayectorias más críticas, para este caso se determinó -- que para una columna de nivel + 13.32 es la más crítica.

II.2.3.4 Resumen de pérdidas.

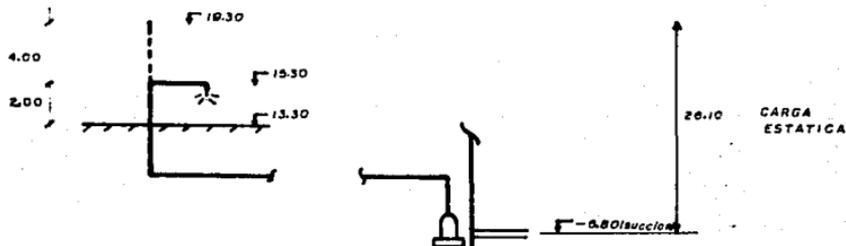
TRAMO NUMERO	PERDIDA POR FRICCIÓN (M)	PERDIDA POR AMPLIACION (M)	PERDIDAS POR CODOS (M)
1	0.473		
2	0.350	T2-T1 = 0.033	0.531
3	0.060	T3-T2 = 0.014	
4	0.441		
5	0.218	T5-T4 = 0.0489	
6	0.427		0.025
7	0.460		0.028
8	0.267		
9	0.536		
10	0.230	T10-T9 = 0.032	
11	0.352		0.047
12	0.235	T12-T11=0.046	
13	0.335	T13-T12=0.0101	
14	0.386		
15	0.102	T15-T14=0.072	
16	8.360		0.36
17	0.145	T17-T16=0.120	0.048

El siguiente paso en el desarrollo del proyecto, es el --
cálculo de las pérdidas totales considerando las alternativas que
presentan las trayectorias más críticas, para este caso se deter-
minó que para una columna de nivel + 13.30 es la más crítica.

PERDIDAS TOTALES PARA EL NIVEL + 13.30 m.

La alternativa considerada en éste ejemplo es la más crítica que se presentó en el cálculo de toda la red es por ello que la he seleccionado para ilustrar el procedimiento de cálculo. Se deben considerar las pérdidas por fricción, por ampliación, por cambio de dirección y la carga estática.

TRAMO No.	h (fricción) (m)	h (Ampliación) (m)	h (Codos) (m)
17	0.145	0.120	0.048
16	8.360		0.366
15	0.102	0.072	
14	0.386		
13	0.335	0.101	
12	0.235	0.046	
8	0.267		
Columna	1.043		
SUB-TOTAL	10.873	0.339	0.414
TOTAL		11.626 M.	



CARGA TOTAL: $26.10 + 11.626 = 37.726$

Ejemplo de cálculo de pérdidas por cambio de Dirección

TRAMO -16

En éste tramo se requerirán en la instalación de la tubería 4 codos de 90° y 4 codos de 45°.

Para los codos de $\alpha = 90^\circ$

$$h_f = K \frac{v^2}{2g}$$

De la gráfica del apéndice para tubo liso de cobre tenemos $C_c = 0.175$

$$K = C_c \frac{\theta}{90^\circ}$$

$$V = 2.63 \text{ m/s}$$

$$K = 0.175 \frac{90^\circ}{50^\circ} = 0.175$$

$$K = 0.175$$

$$h_f = \frac{0.175 (2.63)^2}{2 (9.81)} = 0.061 \text{ m}$$

$$h_f = 0.061 \text{ m}$$

Para codos de $\alpha = 45^\circ$

De la gráfica $C_c = 0.175$

$$K = 0.175 \frac{45^\circ}{90^\circ} = 0.0855$$

$$K = 0.0855$$

$$h_f = \frac{0.0855 (2.63)^2}{2(9.81)} = 0.030 \text{ m}$$

$$h_f = 0.30$$

Por consiguiente el total de pérdidas en el tramo 16 será:

$$h_4 \text{ total} = 4 \times 0.061 + 4 \times 0.030 = 0.364 \text{ metros..}$$

Habiendo estimado la carga total con las pérdidas, se esta en condiciones de calcular la potencia necesaria para el equipo de bombeo necesario para la red diseñada.

La potencia se expresa de la siguiente manera:

$$P = \frac{75 Q HB}{\eta}$$

Donde:

P = Potencia requerida de la bomba, en H.P. (Caballos de -- Potencia).

Q = Gasto que se requiere bombear.

HB= Carga de bombeo (carga total a vencer por la bomba)

75= Factor de conversión de unidades.

η = Coeficiente de eficiencia a que se requerirá la bomba.

II.2.3.5 Bombas para agua cruda.

Este equipo se encargará de bombear el agua de la cisterna de agua cruda hacia el compartimiento de agua tratada, haciendo la pasar por el equipo de tratamiento.

El volúmen total que se bombeará será:

Volúmen total del consumo interno + volúmen del consumo de retrolavado + volúmen del consumo de riego.

Cálculo de volúmenes:

a) Consumo interno = 500 m³/día

Volúmen total de cisterna = 500 m³

Tiempo de llenado = 12 Hrs.

Presión mínima requerida = 1.7 Kg/cm²

QM = 180 GPM.

b).- Consumo de retrolavado

Gastos de filtros = 682 LPM X 43 MIN. = 29 326 Lts.

Gasto suavización = 341 LPM X 30 MIN. = 10 230 Lts.

SUB-TOTAL = 39 556 Lts. =

40,000 Lts.

c).- Consumo de red de riego.

Gasto/manguera = 8 GPM = 30.78 Lts.

No. mangueras en Op. = 31

Tiempo Op/ Manguera = 20 minutos

Volúmen = 30 X 31 X 20 = 18 600 Lts.

V = 20 000 Lts.

El volúmen total requerido es:

VT = 500 + 40 + 20

VT = 560 m³

En 12 horas se manejará este volúmen, por lo que se tendrá un gasto de reposición igual a:

$$QR = \frac{560\ 000}{12} \times \frac{1\ \text{gal}}{3.785\ \text{M}^3} \times \frac{1}{60} \frac{\text{HR}}{\text{MIN}} = 205\ \text{GPM}$$

QR = 205 GPM, este gasto es que se requiere bombear.

En el diseño del equipo de bombeo se deberá considerar - un diámetro adecuado en la tubería de succión como en la descarga cuidando que se tengan presiones normales. Con ϕ = 4 pulgadas

se cumple con las normas, tanto en la cisterna como en la alberca.

El agua cruda tiene que ser bombeada a través del sistema de tratamiento, por lo que se tienen que respetar las condiciones de presión que establece dicho equipo.

La presión de operación del sistema de filtración debe ser de 2.5 a 7.0 kg./m² y la del sistema de suavización de 2.5 a 5 kg./cm²

La estimación de la capacidad del equipo de bombeo se basará, considerando la carga de succión como la descarga, las pérdidas tanto en la tubería como en los accesorios y del equipo de tratamiento.

Las pérdidas en el equipo de tratamiento son las siguientes:

Filtros de arena 10 psi.; filtro de carbón activado 20 psi., y el suavizador 13 psi, estos valores son proporcionados por el proveedor.

La carga de presiones tanto a la descarga como la succión se calcula mediante la siguiente expresión:

$$H_i = \frac{P_i \times 2.31}{S_g} + Z_i + \Delta h_{f_i}$$

Donde:

P_i es la expresión existente en la succión ó en la descarga.

S_g es la gravedad específica, se considera igual a 1.

Z_i es la carga de posición.

Δh_f son las pérdidas por fricción de tubos y accesorios.

Obtención de la potencia requerida (HP)

De las condiciones físicas en que se instalará el equipo - se obtienen las cargas; considerando:

$$H_s = 0.922 \text{ pies}$$

$$H_D = 220.2 \text{ pies}$$

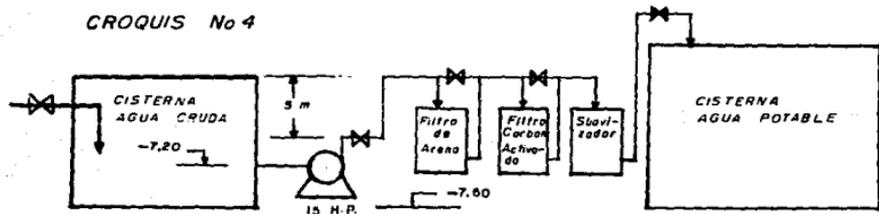
$$\Delta H = 220.2 - 0.922 = 219.2 \text{ pies}$$

$$HP = \frac{Q_{dis} \times S_g \times \Delta H}{3960}$$

$$HP = \frac{205 \times 1 \times 219}{3960 \times 0.65} ; HP = 17.4 \text{ H.P.}$$

Por tanto la potencia requerida para manejar un volumen de 560 m³ en 12 horas es de 17.4 H.P. Para tal efecto se propone un sistema con 2 bombas una en operación y otra en reserva, tendrán una capacidad de 15 HP para un gasto 180 GPM cada una.

CROQUIS No 4



EQUIPO DE BOMBEO Y DE POTABILIZACION

II.2.3.6 Bombas para agua tratada. Sistema de presión programada.

Este equipo de bombeo se diseñará considerando lo siguiente:

- a).- El sistema estará diseñado para operar a diferentes flujos - de agua, según el consumo que se requiera, para ello se proponen 5 bombas en operación alternada.
- b).- La demanda pico estimada de agua de acuerdo al número de muebles en operación es de 32 lps. (508 GPM)., a una presión - de 4 Kg/cm².
- c).- Dos bombas operan al 25% y las otras 3 operarán al 50% del - flujo requerido, con la finalidad de que en un momento dado operen 1, 2 ó 3 bombas según se requieran, además se tendrá la - versatilidad de que aún operando a la máxima demanda se podría dar mantenimiento a 1 ó 2 bombas.

Operando a la máxima demanda se podría dar mantenimiento a 1 ó 2 bombas.

La operación de las bombas se ajusta de la siguiente manera.

% FLUJO REQUERIDO	BOMBAS EN OPERACION	No. BOMBAS OPERANDO	No. BOMBAS EN ESPERA
25	1 del 25 %	1	4
50	1 del 50 %	1	4
75	1 del 25 % 1 del 50 %	2	3
100	2 del 50 %	2	3

- d).- Se contará con un tanque de presión de capacidad mínima que sirva también como tanque amortiguador del sistema.

El cálculo se realiza para cada uno de los porcentajes del gasto requerido, aquí analizaremos exclusivamente la condición más crítica que es la que rige al sistema.

Datos:

$$Q_v = 32 \text{ lps} - 508 \text{ GPM.}$$

$$\text{Diam. } (\varnothing) = 6" \text{ (pulgadas)}$$

$$\text{Vel.} = 7.85 \text{ ft/seg.}$$

$$Z_1 = 7 \text{ m.} = 23 \text{ ft.}$$

$$\text{Long.} = 7.5 \text{ m} = 24.6 \text{ ft}$$

Cálculo del diámetro y de la velocidad para el 100% del gasto requerido.

$$D = \frac{(0.4085 \times Q)^{1/2}}{\text{Vel.}} = \frac{(0.4085 \times 508)^{1/2}}{7.85} = 5.14 = 6.00"$$

$$\text{Vel.} = \frac{0.4085 \times 510}{(6.065)^2} = 5.66 \text{ ft/seg.}$$

Cálculo de pérdidas por fricción, incluyendo longitud de tubo (altura para alcanzar nivel basamento, NPT), longitud de accesorios (válvula de compuerta y tees).

$$\text{Longitud tubo} = 7.5 \text{ m} = 24.6 \text{ ft.}$$

$$\text{Longitud de accesorios} = 48.00 \text{ ft.}$$

Cálculo de coeficiente de fricción (f).

$$f = \frac{452 \times Q^{1.85}}{C^{1.85} d^{4.87}} = \frac{452 (508)^{1.85}}{(120)^{1.85} (6.065)^{4.87}} = 1.005$$

$$hf = (48.0 + 24.6) \times \frac{1.005}{100} = 0.73 \text{ psi pérdidas por fricción.}$$

Cálculo de diámetro y velocidades para la conducción de agua fría y agua caliente hasta el tanque de presión para su posterior distribución. Así como de las pérdidas por fricción.

Para el agua fría:

$$Q_u = 32 \text{ lps} = 508 \text{ GPM}$$

$$\text{Diámetro} = 6''$$

$$\text{Vel.} = 5.66 \text{ ft/seg.}$$

$$\text{Long.} = 30 \text{ m} = 98.4 \text{ ft.}$$

$$\text{Long. Acc.} = 38.40 \text{ ft.}$$

$$f = \frac{452 (Q)^{1.85}}{C^{1.85} d^{4.87}} = \frac{452 (508)^{1.15}}{(120)^{1.85} (6.065)^{4.87}} = 1.005$$

$$hf = \frac{(38.40 + 98) 1.005}{100} = 1.37 \text{ psi.}$$

Para el agua caliente:

$$Q_u = 25 \text{ lps} = 380 \text{ GPM.}$$

$$\text{Diám.} = (\varnothing) = 6 \text{ pulgadas}$$

$$\text{Velocidad} = 5.8 \text{ ft/seg.}$$

$$\text{Longitud tubo} = 35 \text{ mts.} = 114.8 \text{ ft.}$$

$$\text{Longitud Accesorios} = 98.54 \text{ ft.}$$

Cálculo del coeficiente de fricción:

$$f = \frac{452 (380)^{1.85}}{(120)^{1.85} (6.065)^{4.87}} = 0.58$$

Por tanto las pérdidas por fricción de la tubería para con-

ducir agua caliente hasta el tanque de presión es:

$$htD = (114.8 + 98.54) \frac{0.58}{100} = 0.65 \text{ psi.}$$

$$htD = 0.65 \text{ psi.}$$

El tanque tiene pérdidas por presión equivalente a $\Delta P = 6 \text{ psi}$ por lo que se deben considerar en el cálculo de pérdidas totales-
 $hf \text{ crit.} = 0.65 + 6.00 = 6.65 \text{ psi.}$

Estimación de la carga total del sistema

$$H D \text{ crítica} = \frac{P_2 \times 2.31}{Sg.} + Z_1 + hfD$$

P_2 = Presión requerida en el límite de la casa de Máquinas.

$$P_2 = 32 \text{ m.} = 105 \text{ ft.} = 45.4 \text{ psi.}$$

$$Z_1 = 7 \text{ m.} = 23 \text{ ft.}$$

$$hf \text{ succ} = 6.65 \text{ psi} = 15.38 \text{ ft.}$$

$$HD \text{ crit.} = \frac{45.4 (2.31)}{1} + 23 + 15.38 = 143.25 \text{ ft.}$$

Estimación de la carga a la succión.

$$Hs = \frac{P_1 (2.31)}{Sg.} = Z_1 - hf \text{ succ.}$$

$$f = 2.05$$

Longitud total de Accesorios + longitud tubería = 68.25 ft

$$hf \text{ succ} = 68.25 \times \frac{2.05}{100} = 1.40$$

$$Z_1 = 30 \text{ cm.} = 1 \text{ ft.}$$

$$H \text{ succ.} = 1 - 1.40 = 0.40 \text{ ft.}$$

$$H = 143.25 - (0.40) = 143.65 \text{ ft.}$$

$$H = 143.65 \text{ ft.}$$

$$HP = \frac{Q \text{dis} \times Sg. \times \Delta H}{3960 \eta}$$

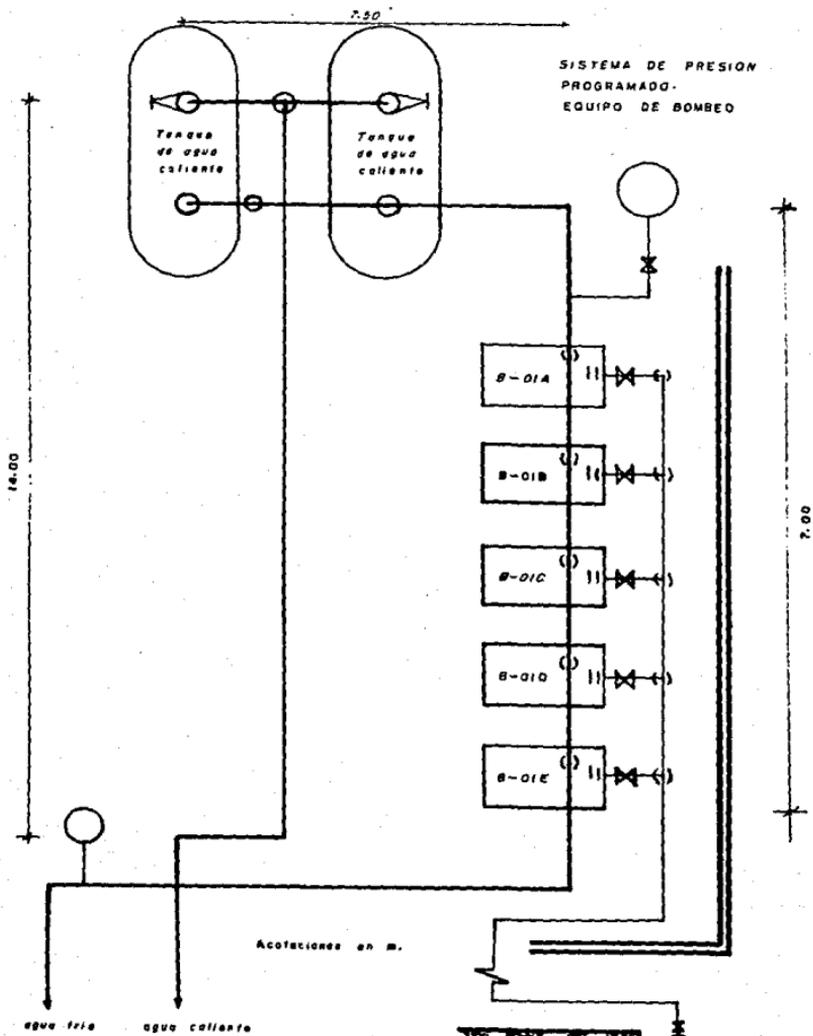
Considerando una eficiencia del 50% en el equipo de bombeo se tiene:

$$HP = \frac{508 (1) (143.65)}{3960 (.50)} = 36.85 \text{ H.P.}$$

De lo anterior concluimos que se requiere una potencia total de 36.85 H.P. para bombear un gasto igual a 508 GPM, y vender un total de 143.65 ft., de carga.

De acuerdo a los requerimientos de las bases de diseño se propone un arreglo de 5 bombas 3 con una potencia de 15 HP para bombear un gasto de 16.02 lps (254 GPM c/u.), y 2 de 10 HP., para bombear 8.20 lps (130 GPM. c/u).

El agua será bombeada a un tanque el cual estará sujeto a una presión establecida mediante una compresora, con el propósito de hacerla llegar sin dificultad hasta la parte más alta y alejada que lo requiera.



CROQUIS No 5

II.2.3.7 Sistema de agua para albercas.

El diseño de los elementos que se requieran para el servicio de albercas, se basará en lo siguiente:

- 1.- Se tienen 3 albercas con un volumen total $V_T = 1217 \text{ m}^3$ - el volumen de la alberca I = 602 m^3 y el volumen de las albercas II y III es de 615 m^3 .
- 2.- El tiempo de filtración recomendable es de 10 hrs., esto nos da un gasto de:
 $Q_u = 1217 \text{ m}^3/10 \text{ Hrs.}, \times 60 \text{ min./Hrs.}, = 2028 \text{ lt./min.} = 535 \text{ GPM.}$
- 3.- Se recomiendan 2 bombas con capacidad del 70% del gasto total, lo que dará versatilidad para que el sistema pueda trabajar con una bomba de reserva cuando así se requiera (temporada no turística), se manejará un gasto - $Q_u = 374 \text{ GPM.}$
- 4.- Velocidad recomendada a la succión de bombas y filtros- igual ó menor a 2.0 m/s , equivalente a 6.5 pies/seg.
- 5.- Velocidad recomendada de agua filtrada = $3 \text{ m/seg.} = 9.87 \text{ pies /seg.}$
- 6.- Gasto permisible en filtros de alta velocidad de $15-20 \text{ GPM/ft}^2$.
- 7.- (Reposición de agua), por medio de un carcamo en el interior del cuarto de máquinas, alimenta de agua $5 \text{ cm.}, -$

sobre el espejo de agua de la alberca con flotador de alta presión registrada a mayor altura del espejo.

8.- Se requiere de boquillas de vacío desnatadores, boquillas de rebosadero, boquillas de retorno.

En seguida presento el cálculo para determinar los elementos necesarios en el sistema para suministrar agua a las albercas del hotel.

Estimación de velocidades y diámetros suficientes para conducir los gastos requeridos:

a).- Salida de la alberca I.

$$Q_u = 265 \text{ G.P.M.}$$

$$v_r = 4 \text{ pies/seg.}$$

$$D = \left[\frac{(0.4085 (Q))}{v} \right]^{1/2} = \left[\frac{(0.4085 (265))}{4} \right]^{1/2} = 5.2 = 6''$$

$$v = \frac{0.4085 (Q)}{D^2} = \frac{0.4085 (265)}{(6.065)^2} = 2.9 \text{ ft/seg.}$$

b).- Salida de la alberca II y III.

$$Q_u = 270 \text{ GPM.}$$

$$v_r = 4 \text{ ft/seg.}$$

$$D = \left[\frac{(0.4085 (270))}{4} \right]^{1/2} = 5.25 \quad D = 6''$$

$$v = \frac{0.4085 (270)}{(6.065)^2} = 2.99 \quad v = 3.0 \text{ ft/seg.}$$

c).- Boquillas de succión (17 elementos por c/alberca), de 1 1/2".

Q Boquillas = ?

Q Cabezal = ?

Ø Boquillas = 1 1/2"

v = 3.0 ft./ seg.

Ø Cabezal = 6"

$$Q = \frac{v D^2}{0.4085} = \frac{3(1.610)^2}{0.4085} = 19.0 \text{ GPM.} \quad Q \text{ Boq.} = 19.0 \text{ GPM.}$$

$$Q \text{ Tot.} = 19.0 \times 17 = 323 \text{ GPM.} \quad Q \text{ Tot.} = 323.0 \text{ GPM.}$$

$$D \text{ Cab.} = \left[\frac{(0.4085) (323)}{4} \right]^{1/2} = 5.74 \text{ " } \quad D \text{ Cab.} = 6"$$

d).- Boquillas de descarga (17 boquillas en operación por cada - alberca.

A continuación presento una tabla, donde se manejan volúmenes, diámetros, velocidades y tiempos de operación, de comportamiento diferente debido a la operación de 1 ó 2 bombas.

	1a Alternativa	2da. Alternativa
Vol. Piscinas m3.	1217	1217
Tiempo Op. filtro (HR)	12	6
Qu Bombeado GPM.	450	900
No. Bombas en operación	1	2
Area de filtración M ² (ft ²)	2.1 (22.5)	4.2(45)
No. de filtros en operación	1	2
Diámetro del cabezal de la bomba a la succ.	8"	8"
Velocidad en el cabezal (a la succ. (ft) seg.)	3	5.6

	la Alternativa	2a Alternativa
Diámetro del cabezal a la succ. c/ alberca	6"	6"
Velocidad en el cab. a la succ. c/alberca	3	5.0
(ft./seg.)		
Diámetro en el cabezal a la descarga		
(ft./seg.)	5.2	10.0
Diám. del cabezal a la desc.c/alberca		
(pulg)	4.0	4.0
Vel. en el cabezal a la desc. c/alberca		
(ft./seg.)	6.3	11.3

El área necesaria para el filtrado suficiente, que se requiere según el gasto bombeado, se determina mediante la siguiente expresión. Es válida para filtros de alta velocidad (HELVEX).

$$\text{Area Filtrado} = \frac{\text{Gv. (GPM)}}{20 \text{ GPM/ft.}}$$

Con esto se garantiza el volumen de agua filtrado que demandan las albercas y se cumple con el requerimiento en la calidad de la misma para este tipo de servicios.

Dimensionamiento del cárcamo de alimentación a la alberca.

El cárcamo que sirva para alimentar a las albercas deberán de cumplir con las condiciones siguientes:

Se deberá considerar un tiempo de residencia de 2 minutos, - el diámetro del tubo de llenado deberá ser de 3" para conducir - un gasto de 100 GPM, igual a 378.5 LPM a una velocidad de 4.34 -- pies/seg. Existirá además un tubo que repondrá un volumen de agua debido a pérdidas en la alberca (pérdidas por evaporación, 5% - día). Este tubo será de 1 1/2" para conducir un gasto de 40 GPM -

serva, en un momento dado pueden operar las dos.

3.- La capacidad de cada bomba será de 1792 LPM (473 GPM)'

4.- La caída de presión de cada filtro se considera de 10 ps. El diseño como en el cálculo de los equipos de bombeo estará basando en el cálculo de las pérdidas por fricción, como de las cargas de succión y descarga respectivamente.

i).- Carga a la succión.

Se bombeará agua cruda;

$$Q = 473 \text{ GPM.}$$

$$Sg. = 1$$

$$\text{Presión vapor liq.} = 0.615.$$

$$\text{Longitud de equipo acces.} = 251.52 \text{ ft.}$$

$$\text{Longitud de tubería} = 328 \text{ ft.}$$

$$\text{Longitud total} = 579 \text{ ft.}$$

$$Z_1 = 3 \text{ m} = 9.84 \text{ ft.}$$

$$D = \left[\frac{(0.4085 \times 473)}{4} \right]^{1/2} = 6.95 \approx 6.0''$$

$$f = \frac{452 \times 473^{1.85}}{120^{1.85} (6.065)^{4.87}} = 0.88$$

$$H_{f \text{ succ.}} = 579 \times \frac{0.88}{100} = 5.09 \text{ psi} = 11.75 \text{ ft.}$$

Esto da una carga total a la succión de:

$$H_s = 0 + 9.84 - 11.75 = -1.91 \text{ ft;} \quad H_s = -1.91 \text{ ft}$$

ii).- Carga a la descarga.

$$Q = 473 \text{ GPM.}$$

$$v = 6 \text{ ft/seg.}$$

$$D = \left[\frac{(0.4085 \times 473)}{6} \right]^{1/2} = 5.67 \approx 6", \quad D = 6"$$

Longitud equipo y accesorios = 95.00 pies.

Longitud tubería = 328 ft.

$$f = \frac{452 (473)^{1.83}}{(120)^{1.83} (4.026)^{4.87}} = 6.30 \text{ para una bomba en operación.}$$

$$f = \frac{452 (473 \times 2)^{1.85}}{(120)^{1.85} (6.065)^{4.87}} = 3.17 \text{ para dos bombas en operación.}$$

Longitud total de tubería más longitud de accesorios = 328 + 95
= 423 pies.

$$\text{Long. Tub. } 6" = 32.8 \text{ pies.} \quad hfD = 32.8 \times \frac{3.17}{100} = 1.04$$

$$\text{Long. Tub. } 4" = 391 \text{ pies.} \quad hfD = 391 \times \frac{6.30}{100} = 24.63$$

$$hf \text{ total} = 1.04 + 24.63 = 25.67 \text{ psi.}$$

El equipo de filtración tiene $hf = 10 \text{ psi.}$

$$\Delta h \text{ TOT. DESC.} = 26.0 + 10.0 = 36.0 \text{ psi} = 83.16 \text{ fts.}$$

$$Z_2 = 9.84 \text{ ft}$$

$$\text{Si } P_2 = 1 \text{ Kg/cm}^2 = 14.3$$

$$HD = \frac{14.3 \times 2.31}{1} + 9.84 + 83.16 = 126.03 \text{ ft.}$$

$$\Delta H \text{ DIS.} = 126.03 - (-1.9) = 127.93 \text{ ft.}$$

Finalmente la potencia requerida es:

$$\text{Pot.} = \frac{Q \text{ Sg A HDIS}}{3960 (0.70)} = \frac{473 (1) 127.93}{3960 (0.70)} = 21.8 \text{ HP.}$$

La potencia total requerida por las dos bombas es de 21.8-HP., para bombear 473 GPM con los diámetros referidos.

II.2.3.8 Dimensionamiento cárcamo de derrames y equipo de bombeo.

Debido a la acción de derrames en las bombas es necesaria - la creación de un cárcamo para almacenar y drenar dichos volúmenes de agua.

La capacidad del cárcamo se hará en base a un gasto de bombeo de 140 GPM con un tiempo de residencia de 3 minutos Vol. --
 cárcamo = 140 GPM X 3 minutos X 3.785 Lts/galón = 1589.70 --
 ± 1600 Lts.

Se proponen las siguientes dimensiones:

Largo = 1.2 mts.

Ancho = 1.1 mts.

Altura total = 1.8 mts.

Altura útil = 1.1 mts.

Vol. real total = 1.2 X 1.1 X 1.8 = 2.38 M³ = 2380 lts.

Vol. útil = 1.2 X 1.1 X 1.1 = 1.45 m³ = 1450 lts.

Este volumen de agua será drenado por un sistema de bombeo, que auxiliado por un sistema de instrumentación detectará diferentes niveles por medio de señales que accionarán automáticamente a las bombas, esto es cuando la señal detectada sea de alto -

nivel, cuando sea de bajo nivel se pararán.

El equipo de bombeo se diseñará en base a lo siguiente:

- 1.- Se considera que un 10% del gasto total de las bombas - en operación podría fugarse en un momento dado.

Gasto total = Q sist. Presión Prog. + Q agua cruda

Q total = (508 + 180) 0.10 = 68.8 = 70 GPM.

- 2.- El flujo de 70 GPM representa el 27% del flujo manejado por una bomba de las de mayor capacidad del sistema de presión programado, ó el 40% de una bomba de agua cruda.
- 3.- La bomba descarga al sistema de drenaje, que pasa por - el lado este de la casa de máquinas.
- 4.- El tipo de bomba será centrífuga vertical.

Líquido: Agua de derrames.

Gasto de diseño : 70 GPM

Temperatura bombeo: 77 °F

A S N M: 3m

Sg: 1

Presión atmosférica: 760 mm Hg.

Presión de vapor: 0.615.

- a).- Carga a la succión.

$Z_1 = 50$ cm., por las condiciones de la instalación - se considera la carga de presión y las pérdidas por fricción igual a cero, por lo que se tiene una carga a la succión de:

$$H_s = \frac{P_1 \times 2.31}{Sg.} + z_1 - hf ; \quad H_s = z_1 = 1.64 \text{ pies.}$$

b).- Carga a la descarga.

$$HD = \frac{p_2 \times 2.31}{Sg.} = z_1 + Ahf$$

Longitud total de accesorios + 35.82 ft.

Long. tubería = 10 m = 32.8 pies.

Diámetro requerido

$$D = \left[\frac{(0.4085 \times 70)}{7} \right]^{1/2} = 2.02 = 2"; \quad D = 2.0"$$

$$f = \frac{452 (70)^{1.85}}{(120)^{1.85} (2.067)} 4.87 = 4.86 \quad , \quad f = 4.86 \text{ coef. fricc.}$$

Long. total = 35.82 + 32.8 = 68.62 ft.

$$hf \text{ desc.} = \frac{68.62 \times 4.86}{100} = 3.33 \text{ psi.}$$

Se tiene una presión P_2 a la descarga igual a 8 psi y $z_1 = 5 \text{ m} = 16.4$

$$H_d = \frac{8 \times 2.31}{1} + 16.4 + (3.33 \times 2.31) = 42.6 \text{ ft.}$$

Por tanto la presión diferencial es:

$$\Delta H = H_D - H_S$$

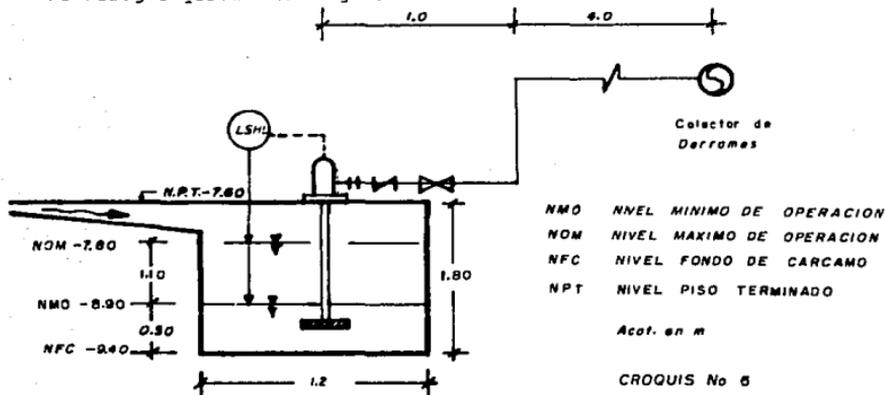
$$\Delta H = 42.6 - (-1.64) = 44.24.$$

La potencia requerida es:

$$\text{Pot.} = \frac{Q \times Sg. \times \Delta H}{3960 \times 0.65} = \frac{70 \times 1 \times 44.24}{3960 \times 0.65} = 1.2 \text{ HP} = 1.5 \text{ Hp.}$$

$$\text{Pot.} = 1.5 \text{ Hp.}$$

El arreglo queda como sigue:



II.2.3.9 Red de agua para riego.

Con en propósito de riego en áreas verdes y pavimentadas - ya sea para el cultivo de plantas ó para el aseo de determinada zona, es necesaria la creación de un sistema que contemple los elementos suficientes para cumplir con éste fin.

El diseño se efectuará de acuerdo a los puntos siguientes:

- 1.- La longitud por manguera se considerará de 15m de longitud.
- 2.- El radio de riego se considerará igual a 9 ó 10 de la longitud de la manguera.
- 3.- Se considerarán válvulas de seccionamiento para las principales áreas por regar.
- 4.- Se asignará un gasto de 0.3 Lts/seg. para cada manguera, ó sea 5 GPM/MANGUERA.

- 5.- La carga efectiva de trabajo en las mangueras será de 15 m.
C.
- 6.- La pérdida de carga por fricción en la manguera es de 2.0 m
C.a. (columna de agua).
- 7.- El número de tomas para mangueras es de 30
- 8.- El número de mangueras en operación simultánea se considera en un 30% del total de conexiones, esto es igual a 10 mangueras.

Diseño:

Para el cálculo se considera el punto más alejado y la operación del 30% del número total de mangueras.

$$\text{No. Mangueras} = 30 \times 0.30 = 9$$

$$\text{Gasto de diseño (Q dis.)} = 9 \text{ mang.} \times 6 \text{ GPM/MANG.} = 54 \text{ GPM.}$$

$$\text{Multiplicando por un factor de diseño (1.1) tenemos } 54 \times 1.1 = 60 \text{ GPM Q dis.} = 60 \text{ GPM.}$$

$$\text{Long. punto más alejado} = 410 \text{ m} = 1344.8 \text{ pies.}$$

El diámetro necesario para la red de tubería, considerando una velocidad de 6 ft/seg. es el siguiente:

$$D = \frac{(0.4085 \times 60)}{6} = 1.75" \quad ; \quad D.NOM. = 2"$$

$$D = 2"$$

La presión requerida por manguera es $p=15 + 2=17 \text{ m.C.} = 24.2 \text{ lb./pulg.}^2$ igual a 1.7 kg/cm^2 .

La longitud total del equipo (Accesorios) = 100 ft.

Longitud total de tubería en estudio = 673 ft.

$$\text{Por tanto } f = \frac{452 (40)^{1.85}}{(120)^{1.85} (2.067)^{4.87}} = 1.72 \text{ --- se consideran } 6 \text{ mangueras - en un tramo de } 205 \text{ m. inicio.}$$

Longitud total = 100 + 673 = 773 ft.

$$hf = 773 \times \frac{1.72}{100} = 13.3 \text{ psi.}$$

$$hf_{T1} = 13.3 \text{ psi.}$$

Las pérdidas por fricción en el tramo último de 205 m, con 3 mangueras en operación es de:

$$f = \frac{452 (20)^{1.85}}{(120)^{1.85} (2.067)^{4.87}} = 0.47$$

Longitud total = 773 ft.

$$hf = T-2 = 773 \times \frac{0.47}{100} = 3.63 \text{ psi.}$$

$$hf \text{ total} = 13.3 + 3.63 = 16.9 \text{ psi} = 38 \text{ ft.}$$

$$HD = \frac{24.2 \times 2.3}{1} = 22 + hf \text{ total; si } Z_2 = 5m = 16.4 \text{ ft}$$

$$HD = \frac{24.2 \times 2.31}{1} + 16.4 + 38 = 110 \text{ ft.}$$

$$\Delta H = HD - H_s = 110 - 1 = 109 \text{ ft.}$$

Finalmente la Potencia requerida es:

$$\text{Pot.} = \frac{Q \text{ DIS} \times Sg. \times \Delta H}{3960 \times \eta} = \frac{60 \times 1 \times 109}{3960 \times 0.65} = 2.5 \text{ HP; Pot.} = 3.0 \text{ HP.}$$

Siguiendo el mismo criterio de cálculo se determina la capacidad para las bombas que requieren, por un lado el tanque de -- diesel de día y por otro las fuentes, tanto principal como de la alberca. La única variante que se tiene que respetar son las condiciones y requerimientos de diseño.

Bomba de Diesel para Tanque de Día (B-06)

- 1.- La capacidad del tanque de diesel es 500 m^3 .
- 2.- El tiempo de llenado se considera de 13 minutos máxima:
 $G_u = 500/13 = 38 \text{ LPM} = 10.1 \text{ GPM}$.
- 3.- Se utilizará una bomba centrífuga horizontal.
- 4.- El líquido a bombear es diesel.

Datos de diseño:

$$Q = 10 \text{ GPM.}$$

$$v = 6 \text{ ft/seg.}$$

$$P_2 = 10 \text{ psi.}$$

$$Z_1 = 2 \text{ m} = 6.56 \text{ ft}$$

$$Z_2 = 3 \text{ m} = 9.84 \text{ ft}$$

$$D = \left[\frac{0.4085 \times 10}{6} \right]^{1/2} = 0.825.$$

$$D = 0.82''$$

De las características físicas y del equipo a emplear en la instalación de la bomba se tiene:

$$H_s = 8.2 \text{ ft} = 3.1 \text{ psi.}$$

$$H_D = 45 \text{ ft} = 17.3 \text{ psi} = 1.21 \text{ kg/cm}^2$$

$$\Delta H = 45 - 8.2 = 36.8 \text{ ft.}$$

Por lo tanto la potencia requerida es:

$$\text{Pot.} = \frac{Q \times \text{seg.} \times \Delta H}{3960 \times \eta} = \frac{10 \times 0.890 \times 36.8}{3960 \times 0.65} = 0.127 \text{ HP.}$$

$$\text{Pot.} = \frac{1}{3} \text{ HP.}$$

II.2.3.10 Bomba para Fuente Principal y Fuente de Alberca.

1.- Se considera una altura del chorro de agua de 10 m=32.8 ft.

2.- Se considera un diámetro de 2"

Datos de diseño:

$$Q = 70 \text{ GPM.}$$

$$\phi \text{ TUB.} = 2"$$

$$\text{Vel.} = 6.7 \text{ ft/seg.}$$

$$\Delta P = 3.84 \text{ lb/pulg}^2 / 100 \text{ pies.}$$

$$\text{Long. Total} = 28 \text{ m} = 92 \text{ pies.}$$

$$Z_1 = 26.2 \text{ ft}$$

$$Z_2 = 32.8 \text{ ft.}$$

$$\text{HD} = \frac{\text{Pi} \times (2.31)}{\text{Sg.}} = Z_2 + \text{hf.}$$

$$\text{hf} = 3.84 \times \frac{92}{100} = 3.65 \text{ psi} = 8.08 \text{ ft.}$$

$$\text{HD} = 32.8 + 8.08 = 40.88 \text{ ft.}$$

$$\Delta H = 40.88 \times 1.1 = 44.97 \text{ ft.}$$

$$\Delta H = 44.97 \text{ ft.}$$

$$\text{POT.} = \frac{70 \times 1 \times 44.97}{3960 \times 0.65} = 1.2 \text{ HP.}$$

$$\text{POT.} = 1.5 \text{ HP.}$$

Instrumentación del Equipo de Bombeo.

Todo el equipo de bombeo que lo requiera será instrumentado, con el propósito de arrancarlo ó pararlo cuando los volúmenes detectados por señales de alto o bajo nivel así lo indiquen, en las cisternas correspondientes.

II.2.3.11 Diseño de Recipientes a Presión.

Con el fin de contar con recipientes de estructura confiable, que den la seguridad requerida para su buen funcionamiento, es la preocupación de dar los siguientes criterios de diseño, para dichos elementos de almacenamiento.

Las siguientes expresiones son para determinar el espesor del material con que sean elaborados los recipientes. Dichas fórmulas son extraídas de los manuales de los fabricantes de este tipo de elementos.

Dependiendo de las características físicas de los recipientes es como se selecciona una u otra expresión .

$$\text{Para un cuerpo cilíndrico} \quad t = \frac{PR}{SE - 0.6 P} \quad ; \quad P = \frac{SEt}{R + 0.6 t}$$

$$\text{Con cabeza Elipsoidal} \quad t = \frac{PD}{ZSE - 0.2 P} \quad ; \quad P = \frac{2 SEt}{D + 0.2 t}$$

t = espesor de cabeza ó cuerpo en pulgadas.

P = presión interior lb/pulg.²

S = esfuerzo permisible a la tensión lb/pulg.²

E = eficiencia de las juntas.

D = Diámetro interior de la cabeza ó cuerpo en pulgadas.

R = Radio interior en pulgadas.

a).- Diseño del tanque a presión del sistema de presión -
programado.

Datos:

$$P = 6.15 \text{ kg/m}^2 = 88 \text{ lb/in.}^2$$

$$R = 48 \text{ cm.} = 19 \text{ pulg.}$$

$$S = 12\,500 \text{ lb/pulg.}^2$$

$$E = 0.75.$$

$$t = \frac{PR}{SE - D.G.P.} = \frac{88 \times 19}{2(12\,500)0.75 - 0.6(88)} = 0.089 \text{ pulg.}$$

$$= 2.22 \text{ mm.}$$

El espesor mínimo permitido es $t = 4.76 \text{ mm}$ ó sea placa de -
3/16. para $D = 0.96 \text{ m} = 38 \text{ pulgadas.}$

b).- Tanque para almacenamiento de agua caliente.

Datos de diseño.

$$P = 6 \text{ kg/cm}^2 = 85.8 \text{ lb/pulg.}^2$$

$$R = 82 \text{ cm.} = 32.3 \text{ pulg.}$$

$$S = 12\,500 \text{ lb/ pulg.}^2$$

$$E = 0.75$$

$$t = \frac{PR}{SE - 0.6 P} = \frac{85.8 \times 33}{2(12\ 500)0.75 - 0.6(85.8)} = 0.151 \text{ pulg.}$$

$$= 3.84$$

Es espesor será de 3.84 mm para un D = 164 cm. = 64.5 pulgadas.

Las tapas semielípticas serán del espesor siguiente:

$$t = \frac{85.8 \times 64.5}{2(12\ 500)0.75 - 0.2(85.8)} = 0.295 \text{ pulgadas.}$$

$$t = 7.49 \text{ mm.}$$

El espesor comercial será $t = 5/16" = 7.93 \text{ mm.}$

Es así como se ha pretendido cubrir los aspectos fundamentales que involucran el diseño del sistema para manejo de agua que corresponden al proyecto en estudio. Se analizó el aspecto de almacenamiento, el equipo de bombeo necesario para cubrir -- las demandas requeridas, la red de tubos suficiente para conducir los volúmenes demandados y finalmente el diseño de los tanques tanto por el sistema de presión programada como al de agua caliente.

II.3 Diseño del Sistema para Manejo de Vapor.

Este sistema requiere de atención especial, debido a las condiciones del elemento, tanto en sus características físicas, como químicas en su composición molecular y a su elevada temperatura. Este tema pretende dar los procedimientos en la determinación de la demanda de este elemento, así como los procedi--

mientos de diseño de cada parte que se involucre para el manejo del vapor.

El diseño se sujetará a lo siguiente:

- 1.- La operación de todos los servicios que requieran vapor no se considera necesariamente simultánea.
- 2.- Del vapor requerido para los servicios requeridos en el interior del hotel, se considera como pico, que operen simultáneamente el 50% de las instalaciones, lo que nos da una cantidad de vapor de 2130 lb/Hr.
- 3.- La demanda de vapor para calentar el tanque de almacenamiento se calculará en base a los factores que indiquen para hoteles, indicados en los manuales Helvex y Selmec.
- 4.- La presión máxima de vapor requerida para la lavandería de acuerdo a las guías mecánicas es 100 psig., por lo que ésta presión se considera, como presión de operación de la caldera.
- 5.- La demanda de vapor que se requiera para la alberca no se considera en los cálculos, ya que se puede absorber con una operación programada para que las calderas den servicio a la alberca en caso necesario.

II.3.1 Estimación de la Demanda de Vapor.

II.3.1.1. Vapor Requerido para Calentar el Agua para Regaderas.

Demanda Estimada de Agua Caliente.

Para la determinación de este volumen me apoyaré en parámetros establecidos por dos proveedores de prestigio reconocido, uno es HELVEX y el otro SELMEC. Dichos parámetros los presento en la siguiente tabla.

TIPO EDIFICIO	DEMANDA HORARIA MAX.	DURACION CARGA PICO(MH)	CAPACIDAD CALENTAMIENTO	AGUA CALIENTE NECESARIA A 60°C	CAPACIDAD DEPOSITO ALMTO.
HOTEL (HELVEX)	1/7	4	1/7	150 Lt./per.-día	1/4
HOTEL (SELMEC)	1/7	4	1/8	100 Lt./per.-día	1/5

El número de habitantes que requieren agua caliente es de 360 (dobles).

Cálculo de la Capacidad del Tanque Almto. (Criterio Helvex).

$$\text{No. de personas} = 360 \times 2 = 720$$

$$\text{Gasto volumétrico} = 720 \times 150 = 108\,000 \text{ Lt./día.}$$

$$\text{Demanda horario máxima} = 108\,000 \times 1/7 = 15\,428 \text{ Lt./Hr.}$$

Capacidad del tanque de almacenamiento.

$$V_{\text{ALMTO.}} = 108\,000 \times 1/4 = 27\,000 \text{ Lts.}$$

Capacidad de la caldera con tanque de almto.

$$V_{\text{cald.}} = 108\,000 \times 1/8 = 13\,500 \text{ LPM.}$$

Capacidad de la caldera sin tanque de Almto.

$$V_{\text{no TANQUE CALD.}} = 108\,000 \times 1/4 = 27\,000 \text{ LPM.}$$

Cálculo de la Capacidad del Tanque Almto. (Criterio SELMEC).

Demanda horaria máxima $720 \times 100 \times 1/7 = 10285.7$ LT/HR.

Capacidad del tanque de Almtó.

VT ALMTO. = $72\ 000 \times 1/5 = 14\ 400$ Lts.

Capacidad de calentamiento $720 \times 100 \times 1/6 = 12\ 000$ Lts.

La capacidad del tanque de almacenamiento, finalmente - se obtiene el promedio aritmético, involucrado los dos volúmenes obtenidos en el cálculo anterior.

Vol. Total = $27\ 000 + 14\ 400 = 20\ 700$ Lts. El tanque para almacenar el agua caliente para las regaderas deberá tener una capacidad suficiente para almacenar $20\ 000$ Lts. para un tiempo de residencia de ± 4 Hrs.

Estimación de la Demanda de Vapor

En la determinación de la cantidad de calor necesario para generar el vapor, utilizaré la siguiente expresión:

$$Q = W C_p \Delta t$$

Q = Cantidad de calor (carga térmica)

W = Capacidad del tanque de almacenamiento en la caldera.

Δt = diferencia de temperaturas.

Datos:

$$C_p = 1 \text{ X cal./Kg. } ^\circ\text{C.}$$

$$W = 13\ 500 \text{ kg/hr} = \text{Lt/hr.}$$

$$T_1 = 20^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 60^\circ\text{C}$$

$$Q = 13\ 500 \text{ Kg/hr} \times 1 \text{ Kcal/Kg } ^\circ\text{C} \times (60-20)^\circ\text{C}$$

$$Q = 540\ 000 \text{ Kcal./hr} = 2'142\ 720 \text{ BTU/Hr.}$$

El calor aprovechado es el siguiente:

$$Q = CC \times 8450 \times \text{cal/Hr} = CC \times 33\,500 \text{ BTU/Kcal.}$$

$$CC = \frac{Q}{8450} = \frac{540\,000 \text{ Kcal/hr}}{8450 \text{ kcal/hr}} = 64$$

La cantidad de vapor que se requiere es la siguiente:

$$W = \frac{Q}{H_g - H_f} = H_g - H_f = \lambda = \text{vapor a cada } 100 \text{ psig. y } 170^\circ$$

$$= 880.4 \text{ [B/L]}$$

$$W \text{ vapor} = \frac{2'142\,720}{880.4} = 2433 \text{ lb/Hr.}$$

$$W \text{ Vapor} = 2433 \text{ lb/Hr.}$$

II.3.1.2 Demanda Total de Vapor.

W VAPOR TOTAL = W Vapor para Cal. Agua. + W Vapor para servicios Vapor para Servicios (Wvs).

Del punto que corresponde al análisis del sistema de distribución de vapor, determinamos la cantidad de vapor que se requiere para servicios.

$$W \text{ VAP. SERV.} = W \text{ VAP. LAVAND.} + W \text{ VAP. COCINA} + W \text{ VAP. BAÑOS}$$

$$W \text{ VAP. SERV.} + 3576 + 360 + 500 = 4436 \text{ lb/hr.}$$

Considerando el 70% de operación simultánea.

$$W \text{ vap.} = 4436 \times 0.70 = 3105 \text{ lb/hr.}$$

$$W \text{ VAP. SERV.} = 3105 \text{ lb/Hr.}$$

Por tanto la demanda total es:

$$W \text{ VAP. TOT.} = 2433 + 3105 = 5538 \text{ lb/HR.}$$

$$W \text{ VAP. TOT.} = 5538 \text{ Lb/HR.}$$

$$W \text{ VAP. TOT.} = 5538 \text{ Lb/HR.}$$

$$\hat{=} 2517 \text{ Kg/HR.}$$

Considerando 2 calderas a un 70% de su capacidad nominal.

$$W \text{ vapor} = 2517 \times 0.70 = 1761 \text{ Lb/HR}$$

Esta cantidad de vapor deberá ser manejado en forma alternada ó conjunta por 2 calderas cuya capacidad será la siguiente:

Para servicios se tiene que:

$$Q = W \times \lambda$$

$$Q = 3105 \times 880.4 = 2\,733\,642 \text{ BTU/HR}$$

$$CC = \frac{2\,733\,642}{33\,500} = 81$$

La carga térmica requerida es:

$$CCT = CC \text{ VAP. PARA AGUA CALIENTE} + CC \text{ VAPOR PARA SERVICIOS}$$

$$CC \text{ TOT.} = 64 + 81 = 145$$

$$CC \text{ TOT.} = 145 \text{ cc}$$

Considerando el 70% de capacidad nominal.

$$CC = 145 \times 0.70 = 101$$

$$CC \hat{=} 100 \text{ cc}$$

La selección de la caldera es para una potencia de 100 cc con una capacidad evaporativa de 1565 Kg/HR. Con una presión de operación de 7 Kg/cm² (100 psig.) a una temperatura de operación

de 170 °C (338 F)

DISERÑO DE LA LINEA DE VAPOR.

a).- Dimensionamiento del cabezal para una caldera.

Datos del diseño:

W Vap. tot. = 1500 kg/HR = 3300 lb/HR

V recom. = 5000 ft/ min.

Vol. espec. = 3.8813

μ = 0.015 centipos.

$$D = \left[\frac{3.06 W V}{V} \right]^{1/2} = \left[\frac{3.06 (3300) e.8813}{5000} \right]^{1/2}$$

D = 2.79 ; D = 3" ϕ

$$Re = \frac{6.31 W}{d \mu} = \frac{6.31 X 3300}{3.068 X 0.015} = 4.52 X 10^5$$

De crane con el Re = 4.52 X 10⁵, tengo f = 0.018

Revisión de la presión producida.

$$P = \frac{0.000336 f W^2}{d^5 p} = \frac{0.000336 (0.018) (3300)^2}{(3.068)^5 0.2576} = 0.9406$$

Se tiene una longitud de tubería de 4 metros por lo tanto el incremento de presión es:

$\Delta P = 0.9406 X \frac{4}{100} = 0.0376$, esta presión es despreciable si mantenemos el diámetro propuesto por el fabricante, tenemos una velocidad de:

$$D = 4''$$

$$V = \frac{3.06 \times 3300 \times 3.8813}{(4.026)^2} = 2418 \text{ ft/ min.}, \text{ se acepta}$$

b).- Diseño del cabezal para 2 calderas.

$$W \text{ dis} = 2 \times 1500 = 3000 \text{ kg/HR}$$

$$W \text{ dis} = 6600/\text{HR}$$

$$D = \left[\frac{3.06 \times 6600 \times 3.8513}{5000} \right]^{1/2} = 3.95 \Rightarrow D = 4''$$

$$Re = \frac{6.31 W}{4.026 \times 0.015} = \frac{6.31 \times 6600}{4.026 \times 0.015} = 6.89 \times 10^5 \Rightarrow f = 0.017$$

$$P = \frac{0.000336 \times 0.017 (6600)^2}{(4.026)^5 \times 0.2576} = 0.913$$

Longitud de la tubería 10 m.

$$\Delta P = \frac{0.013 \times 10}{100} = 0.09 \text{ psig.}$$

Para el diámetro vel. proveedor (6")

$$v = \frac{3.06 \times 6600 \times 3.8813}{(6.065)^2} = 2130 \text{ ft/ min.}, \text{ se acepta.}$$

Las líneas para la recolección de condensado se ajustan a las proporcionadas por el fabricante de los equipos.

El cabezal de las 2 bombas de la alimentación de agua a la caldera será el doble de capacidad requerida, el gasto será de 6 000 lft/ HR = 26.4 GPM, el diámetro $\varnothing = 1 \frac{1}{2}$, con velocidad de 4.75 ft/seg. para presiones de AP = 2.72 PSIG/100 ft.

II.3.2 Sistema de distribución de vapor.

El vapor es un elemento útil en la realización de activida-

des dentro de la cocina, lavandería y en los baños, es decir con el vapor se preparan cierto tipo de alimentos que requieren cocimiento por medio de este tipo, en la lavandería es útil debido a que la ropa es lavada, secada y planchada por este medio, otra utilidad que se le da a el vapor, es para el aseo personal, mediante el baño.

Es por esto que tiene gran importancia dentro del desarrollo de este proyecto y su estudio se enfoca a la determinación de la demanda del mismo y de todos los elementos suficientes para su generación y distribución en las instalaciones que lo requieran.

II.3.2.1 Requerimientos de Vapor en Lavandería y Valet.

EQUIPO	CONEXIONES (mm.)		DEMANDA	ESPECIFICACION GENERAL. PRESSION VAPOR (kg/cm ²)	FLUJO NORMAL (lb/Hr)
	ENTRADA	RETORNO	VAPOR C.C.		
LAVADORA EXTRACTORA MOD. LEX 400-EL 12 EQ 1	32	—	12 X 3 = 36	7.03	456
LAVADORA EXTRACTORA MOD. LEX-179	19	—	6	7.03	228.3
TOMBOLA SECADORA MOD. 42 42 KAP (3 EQ.)	2(19)	2(19)	9 X 3 = 27	7.3	342
UNIDAD DE ROPA DE FORMA MOD. 554	12	12	1.5	5.6 — 7.03	57
UNIDAD DE ROPA DE FORMA MOD. 228	12	12	0.37	5.6 — 7.03	14
UNIDAD DE ROPA DE FORMA MOD. 222	12	12	0.37	5.6 — 7.03	14
MANGLE MOD. 9000 e-VLR92	51	25	15.3	7.3	582

VALET					
BURRO DE DESMAGMAL	12	12	1.25	7.03	47
LAVADORA EN SECO MCA. HAREL	12	—	—	—	—
PRENSADORA GRAL. MOD. DC.—13	12	12	1.5	7.3	57
JUEGO DE VAPORIZADORES	12	12	1.5	7.03	57
MANQUI FINISHER	12	12	2.0	—	76

Del análisis anterior, se obtiene un total de C.C. = 94 si

$$\text{C.C.} = \frac{Q}{33500} = \frac{\text{BTU}}{\text{HR}} ; \text{C.C.} = \frac{Q}{8450} \text{ K cal/HR.}$$

Donde:

Q = Es la cantidad de calor que se esta transmitiendo por HR en BTU.

$$Q = 33\,500 \times \text{CC} = 33\,500 \times 94 = 3,149,000 \text{ BTU/HR.}$$

Cantidad de vapor requerido (W)

$$\text{W vap.} = \frac{Q}{\text{Hg} - \text{Hf}}, \quad \lambda = \text{Hg} - \text{Hf} = \text{vapor a cada 100 psig. y -}$$

170 °C = 880.4 $\frac{\text{BTU}}{\text{lb}}$

$$\text{W vap.} = \frac{3\,149\,000}{880.4} = 3576 \text{ lb/HR.}$$

Para el diseño se considera una operación del 70% de capacidad en forma continua de la demanda total, esto es:

$$\text{W vap.} = 3576 \times 0.70 = 2503 \text{ lb/HR} = 1135 \text{ Kg/HR}$$

Para conducir este gasto es necesario un tubo con diámetro $\phi = 2 \frac{1}{2}"$ a una velocidad de 3600 ft/ min. a una presión de AP = 1 lb/in.² x 100 ft la longitud de la tubería es de 37 mts. = 121.3 ft por tanto la presión a la que estará sometida es, $\text{AP} = \frac{1 \times 121.3}{100} = 1.21 \text{ psig.}$

Se considera que para equipos que requieren recolección de condensado este es igual al flujo de vapor que entra al equipo.

El flujo de condensado en lavandería es;

Para el equipo que requiera de recolección C.C. = 51
 $Q = 33500 \times 51 = 1,708,500$ BTU/HR, cantidad de vapor recolectado.

$$W = \frac{1708500}{880.4} = 1940 \times 0.70 = 1358 \text{ lb/HR} = 6.16 \text{ kg/HR.}$$

$$V = \frac{616 \times 1}{60} \frac{\text{Kg/HR} \times \text{lt/Kg}}{\text{min/HR}} = 10.27 \text{ Lts./min.}$$

Esto nos indica que habrá que diseñar recolectores de -- condensado para flujos de 10.27 Lts./min., en los equipos que lo requieran en la lavandería.

II.3.2.2. Requerimientos de Vapor en Cocinas.

EQUIPO	CLAVE	CONEXIONES (pulg.)		DEMANDA (Lb./Hr.)		ESPECIFICACION GRAL. PRESION DE VAPOR (kg/cm ²)	VOLUMEN ESPECIFICO DE VAPOR (ft ³ /lb.)
		ENTRADA	RETORNO	VAPOR	CONDENSADO		
MARMITA	P6	1/2	1/2	51	51	2.1	9.39
MARMITA	P10	3/4	3/4	84	84	2.1	9.39
COSEADOR DE VERDURAS	P15	3/4	—	60	—	1.39	11.09
BOOSTER	P26	1	3/4	108	108	3.49	6.65
MAQUINA LAVADORA DE LOZA	P27	1/2	—	57	—	2.79	7.78
TOTAL				360	243		

La velocidad recomendada para este tipo de fluidos es de
 $V = 4000$ ft/ min.

Tomando como referencia las normas del IMSS para obras en Hospitales de este tipo, existen unas gráficas que entrando con

la velocidad y el diámetro en pulgadas, obtenemos el gasto y la presión real que se maneja en la conducción del vapor.

La demanda total de vapor por la cocina es de 360 lb/HR a cada 45 psi, se recomienda un diámetro de 1 1/2" con una presión de $P = 1.1$ psi/100 ft a la entrada de la misma.

II.3.2.3 Requerimientos de vapor en baño.

a).- Se recomienda para el cabezal un diámetro $\phi = 1 \frac{1}{2}$ " - para una presión de 90 psig, capaz de conducir un gasto de 8 lb/mín. aproximadamente 500 lb/HR, a una velocidad de 3 600 ft/mín. con un AP = 1.6 psig/100 ft. Se requiere de una válvula reductora de presión de 90 -- psig a 25 psig.

b).- En la línea interior del cuarto de vapor se recomienda un $\phi = 1$ " para una presión de operación igual a 25 psig. Se manejará un gasto de 4 lb/mín igual a 240 lb /HR a una velocidad de 6 000 ft/mín., con un AP=3.2 psi/100 ft.

Se requerirá de un serpentín y una trampa de vapor que descargue el drenaje.

El gasto de diseño $Q_d = 240 \times 2 = 480$ lb/HR aproximado se tiene una demanda de vapor en dos baños de $Q_d = 500$ lb/HR.

II.3.2.4 Diseño del cabezal principal.

El gasto de diseño debe ser el total de la suma del de

la lavandería más el de la cocina principal más el de los baños.

$$Q \text{ Dis.} = 2\,500 + 360 + 500 = 3\,360 \text{ lb/HR.}$$

$$A \text{ Dis.} = 3\,360 \text{ lb/HR.}$$

Este gasto se conducirá en tubería de 3" de ϕ con una velocidad de 4 500 ft/min. con una presión de AP = 1.3 psi/100 ft.

La longitud total de la tubería a lavandería, cocina y baños es de 572.1 ft.

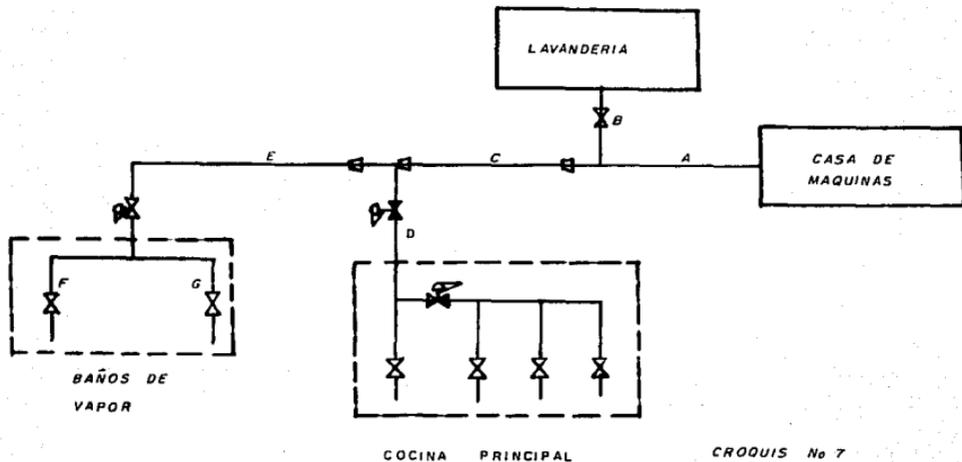
Los condensados se manejarán en diámetro $\phi = 1"$ con velocidad de 5 000 plg/min., con AP = 0.2-0.4 psi/100ft., el volúmen de condensados total es el manejado en la lavandería y en la cocina.

$$W \text{ vapor cond.} = 819 + 243 = 1062 \text{ lb/HR} = 1.8 \text{ Lts/ min.}$$

En la tabla, específico presiones, temperaturas, vol. específicos, gastos y diámetros finales de la tubería.

La red de distribución de vapor, queda como sigue:

	A	B	C	D	E	F	G
FLUIDO	VAP. SAT.						
PRESION PSIG	100	100	95	55	90	20	25
TEMPERATURA °F	336	338	305	303	331	207	207
VOL. ESPECIFICO IN/Lb	3.88	3.88	4.02	6.2	4.23	10.49	10.49
FLUJO PROMEDIO Lb/HR.	3300	2500	860	360	500	250	250
DIAMETRO TUB. PULG.	3	2 1/2	2	1 1/2	1 1/2	1	1



RED DE DISTRIBUCION DE VAPOR

II.4 Diseño del sistema para manejo de combustibles.

Es imprescindible la utilización de combustibles para el cumplimiento eficiente de los servicios que demanda el servicio de - Hotelería. Es por eso de la importancia de diseñar los elementos de almacenamiento y de distribución, capaces de conducir los gases demandados por lo equipos que lo requieran. Para ello es importante determinar con exactitud la cantidad de combustibles que se requieran por día en los casos más críticos, y así poder almacenar combustible para un periodo considerable.

II.4.1 Estimación de la demanda de gas L.P.

Requerimientos de gas para la cocina principal.

DESCRIPCION EQUIPO	Ø (IN) ENTRADA	NPT. (m)	CONSUMO POR EQUIPO BTU/HR	TOTAL EQ. ft ³ HR.	CONSUMO POR - m ³ HR
ESTUFA H-701	1 1/4	0.60	71 083	71 083	24 - 0.67
ESTUFA 703	1 1/4	0.60	48 750	48 750	16.4 -0.46
FOGON DOBLE	1 1/4	0.40	240 000	240.000	81.08 -2.27
SALAMANDRAS (4 EQ)	1	1.70	64 000	256 000	86.4 -2.42
PLANCHA 72 (2 EQ)	1 1/4	0.76	260 000	520 000	175 -4.91
ASADOR No.45 (2 EQ.)	1 1/4	0.76	70 000	140 000	47.8 -1.32
CAFETERA FG-20 20 (2EQ)	1	0.70	70 000	140 000	47.3 -1.32
CAFETERA EXP. (2 EQ)	1	0.70	70 000	140 000	47.3 -1.32
FREIDOR MOD.70	1 1/4	0.60	114 000	114 000	-- --
TOSTADOR DE PAN	1	0.70	30 000	30 000	10.2 -0.28
FOGON 2(EQ)	1 1/4	0.40	140 000	280 000	94.5 -2.64

ESTUFA HS-G-NI	1 1/4	0.40	120 000	120 000	40.5	-	1.13
PLANCHA H-702 (2 EQ)	1 1/4	0.60	149 000	298 000	100.6	-	2.80
GABINETE CALIENTE	1	0.10	60 000	60 000	20.21		0.56

T O T A L: 2457 833

REQUERIMIENTOS DE GAS PARA COMEDOR EMPLEADOS.

DESCRIPCION EQUIPO	Ø (pulg.) ENTRADA	NPT	CONSUMO X EQ. TOTAL	CONSUMO TOTAL	CONSUMO X EQUIPO ft ³ /HR	-	(m ³ /HR
BARRA DE SERVICIO	1	0.10	45 000	45 000	15.2	-	0.42

REQUERIMIENTOS DE GAS PARA EL RESTAURANTE DE ESPECIALIDADES.

GABINETE CALIENTE	1	0.40	45 900	45 900	15.5	-	0.43
PLATOS CALIENTES	1	0.20	60 000	60 000	20.2	-	0.56
CAFETERA	1	0.70	35 000	35 000	11.8	-	0.33
CAFETERA-EXPRESS	1	0.70	35 000	35 000	11.8	-	0.33
SALAMANDRAS (2 EQ)	1	1.70	128 000	256 000	86.4	-	2.42
ASADOR Y PARRILLA	1	0.68	131 126	131 126	44.2	-	1.24
PLANCHA	1 1/4	0.68	139 000	139 000	46.9	-	1.31

SUB-TOTAL 702 086

REQUERIMIENTOS DE GAS PARA EL SNAK NINOS

PLANCHA	1	0.68	37 910	37 910	12.80	-	0.25
---------	---	------	--------	--------	-------	---	------

REQUERIMIENTOS DE GAS PARA EL SALON DE JUEGOS.

PLANCHA	1	0.68	75 820	75 820	25.6	-	0.71
---------	---	------	--------	--------	------	---	------

PARRILLA 1 0.68 ---- ---- ---- ----

Todos los equipos deberán contar con válvula de seguridad.
ESTIMACION DE LA DEMANDA TOTAL DE GAS.

Características del Gas líquido.

Presión de vapor Kg/cm ²	4.78 @	21.1 °C
Peso específico del líquido (agua = 1)	0.552	
Peso específico del Gas (aire=1)	1.8	
Litros de gas por kg de líquido	447.73	
Litros de gas por litro de líquido	246.3	
K cal./kg	26.695	
K cal./kg	11.967	
K cal./lt.	6.644	
BTU/ft ³	2.960	

Para fines de cálculo se considera el gas LP en condiciones Estandart.

a).- Consumo de Gas en la cocina principal. Gasto (G)

$$G1 = \frac{2'457\ 833\ \text{BTU/HR}}{2960\ \text{BTU/PIES}} = 830\ \text{ft}^3/\text{Hr a cada 100\% de carga total}$$

$$G1 = 23.24\ \text{M}^3/\text{HR}$$

$$G1 = 70\% \text{ de carga} = 830 \times 0.70 = 581\ \text{ft}^3/\text{HR} = 16.44\ \text{m}^3/\text{HR}$$

b).- Consumo de Gas en el comedor de empleados

$$G2 = \frac{45\ 000}{2\ 960} = 15.20\ \text{ft}^3/\text{HR} = 0.42\ \text{m}^3/\text{HR}$$

$$G2 = 0.42\ \text{m}^3/\text{HR}$$

c).- Consumo de Gas en el restaurante de especialidades.

$$G3 = \frac{702\ 086}{2960} = 237.2 \text{ ft}^3/\text{HR} = 6.62 \text{ m}^3/\text{HR}$$

$$G3 = 6.62 \text{ m}^3/\text{HR}$$

d).- Consumo de Gas en el Snack niños.

$$G4 = 37910/2960 = 12.80 \text{ ft}^3/\text{HR}$$

$$G4 = 0.36 \text{ m}^3/\text{HR}$$

e).- Consumo de Gas LP en el salón de juegos.

$$G5 = 75\ 820/2960 = 25.61 \text{ ft}^3/\text{HR} = 0.72 \text{ m}^3/\text{HR}$$

$$G5 = 0.72 \text{ m}^3/\text{HR}$$

f).- Consumo de Gas LP en la Suite Master y Junior.

Aquí se cuenta con 6 estufas, con una demanda de 0.67 m^3/HR de gas por cada una para su operación.

$$G6 = 0.67 \times 6 = 4.02 \text{ m}^3/\text{HR}$$

$$G6 = 4.02 \text{ m}^3/\text{HR}$$

g).- Consumo de Gas LP en el restaurante de Playa.

$$G7 = 956\ 621/2960 = 324 \text{ ft}^3/\text{HR}$$

$$G7 = 9.17 \text{ m}^3/\text{HR}$$

h).- Consumo de Gas LP en las casas empleados.

En estos espacios se disponen de 5 estufas de 0.67 m^3/HR

$$G8 = 0.67 \times 5 = 3.35 \text{ m}^3/\text{HR}$$

$$G8 = 3.35 \text{ m}^3/\text{HR}$$

$$\text{TOTAL DE GAS REQUERIDO} = 47.9 \text{ m}^3/\text{HR}.$$

II.4.2 Revisión de la presión en el cabezal principal.

El diseño de la tubería requiere que la presión (AP) no exceda la permisible, por lo que éste es el aspecto que rige sobre el mismo.

La expresión para tal efecto es la siguiente:

$$Q = 2\,600 \left[d^2 h / Sg L \right]^{1/2}, \text{ donde}$$

Q = Gasto demandado de Gas (ft³/HR)

d = diámetro interior en (pulgadas)

h = $P_2^2 - P_1^2$ - ft², P₂ y P₁ son presiones P₂ = 1.5 Kg/cm² y P₁ = 1.35 Kg/cm²

Sg = Gravedad específica = 1.8

L = Longitud de tubería en (ft)

La presión permisible por las normas aplicadas por el IMSS en este tipo de inmuebles ó en equivalentes (Hospitales) es de -
 $\Delta P = 0.15 \text{ KG/ cm}^2$.

En el proyecto se tiene

Con el gasto, G Tot = 47.9 m³/HR y $\phi = 1\ 1/2"$, se entra en la gráfica que presenta el IMSS en lo que a Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias se refiere. (Página 290), y se encuentra un -
 $\Delta P = 0.015 \text{ kg/ cm}^2$ 100 metros.

Como se tiene una longitud L = 250 m se tiene una presión total de:

$$\Delta P = \frac{250 \times 0.015}{100} = 0.0375 \text{ Kg/cm}^2, \text{ presión actuante en la-}$$

tubería del caberzal principal.

Se tiene que; $\Delta P \text{ ACT.} < \Delta P \text{ permisible}$, por tanto se acepta - el diámetro establecido para conducir la cantidad de gasto demandado de Gas.

II.4.3 Capacidad de almacenamiento de gas.

Para fines de diseño, se considerará que del total de los equipos que requieren gas para su funcionamiento solo el 60% están en operación normalmente, esto es $GN = 48.5 (0.60) = 29.1 \text{ m}^3/\text{HR}$, se consideran 7 horas de operación al día. La frecuencia del llenado de los tanques de almacenamiento es de 15 a 20 días.

$$\text{Volúmen} = 29 \text{ m}^3/\text{HR} \times 7 \text{ HR}/\text{DIA} \times 20 \text{ días} = 4060 \text{ m}^3 \text{ de Gas}$$

Volúmen de gas líquido (v Liq.)

$$V \text{ Liq.} = \frac{4060 \times 10^3}{246.3} \frac{\text{LT. GAS}}{\text{Lt.gas/Lt.liq}} = 16 \text{ 483 Lt.}$$

Volúmen de almacenamiento para un período de 15 días.

$$\text{Vol.} = 29 \times 7 \times 15 = 3045 \text{ m}^3$$

$$V \text{ Liq.} = \frac{3045 \times 10^3}{246.3} = 12 \text{ 362 Lt. líquido (Gas)}$$

El criterio último que involucra un período de llenado de 15 días proporciona un volumen de 12 362 litros de Gas líquido, para almacenar este volúmen, requerimos de 2 tanques de 6 000 litros cada uno, pero en el mercado sólo se encuentran de 5 000 litros por lo que tendrán que sustituirse por estos.

La frecuencia de llenado durante época de vacaciones será cada 10 días aproximadamente.

Debido a las limitaciones de espacio no se puede incrementar el número de tanques.

II.4.4 Diseño de la red de tuberías para la conducción de Gas.

El aspecto que se tiene que cuidar en el diseño de la tubería que ha de conducir el gas, es el que se refiere a la caída de presión, esto es, la presión actuante no deberá ser mayor a la permisible.

Para el diseño adecuado y eficiente se tiene que respetar las siguientes consideraciones.

- I.- La caída de presión permisible es 5% de 26.36 cm. colma de agua (C.A.) en exceso ó defecto, por lo que la máxima presión de operación será de 27.678 cm. C.A., y la mínima 25.04 cm de C.A. de acuerdo al reglamento para instalaciones de Gas de la Secretaría de Industria y Comercio (SIC).
- II.- La tubería a instalar será cobre rígido tipo L, excepto en la conexión al equipo que será cobre flexible.
- III.- Para fines prácticos se considera el 4% de caída máxima, dejando el 1% para ajustes y caída de presión por accesorios.

La expresión para el cálculo del abatimiento de presión de acuerdo al reglamento para el diseño de instalaciones de Gas es la "Fórmula de Fole".

$$h = G^2 L P$$

Donde:

h = Caída de presión en porcentaje de la original que señala el reglamento de distribución de gas.

G = Gasto en m^3/HR

L = Longitud de tubería en metros.

F = Factor que depende del material del tubo con que está elaborado.

FACTORES DE TUBERIAS = F

mm	Pulg.	Galvanizado	CR-L	CFLEX.
9.5	3/8	0.493	0.980	4.600
12.7	1/2	0.1540	0.297	0.970
19.1	3/4	0.042	0.048	
25.4	1	0.012	0.0127	
32.0	1 1/4	0.0028	0.0044	
38.0	1 1/2	0.0013	0.00184	
50.8	2	0.0003	0.00046	

Todos los ramales que se deriven de la red, tienen que ser sometidos a análisis, la presión tiene que ser menor a la permisible (5%), de no ser así se tendrán que instalar reguladores de presión.

Ejemplo:

Análisis de presión en instalación en cocina principal.

a).-Tramo A-C

$$L = 11 \text{ m}$$

$$G = 14.56 \text{ m}^3/\text{HR}$$

$$F = 0.0044$$

$$\beta = 1 \frac{1}{4}$$

$$h = G^2 \cdot L \cdot F$$

$$h = (14.56)^2 \times 11.0 \times 0.0044 = 4.29\% \text{ L5\% por lo que pasa.}$$

Tramo C- O

$$L = 18 \text{ mts.}$$

$$G = 11.16 \text{ m}^3/\text{HR}$$

$$\beta = 1 \frac{1}{2}$$

$$F = 0.00184$$

$$h = (11.16)^2 \times 18 \times 0.00184 = 4.12\% < 5\% -$$

pasa.

Para la localización de los reguladores de presión, se consideran los tramos más críticos. Los ejemplos anteriores constituyen el ramal más crítico de la cocina principal por lo que:

$$h \text{ crit.} = h_{cd} + h_{ac} = 4.29 + 4.12 = 8.41\% < 5\% \text{ no se acepta,}$$

por lo que se requiere de un regulador en esta sección. De este modo se deben someter todos los ramales críticos y en donde se rebase el 5%, requiere de un regulador de presión.

Los diámetros propuestos son consecuencia a que las conexiones con los equipos así lo requieren.

El diseño de los tanques de almacenamiento de combustibles es el siguiente:

1.- Tanque de almacenamiento de Diesel.

$$P = 14.3 \text{ lb/pulg}^2$$

$$R = 60 \text{ cm.} = 23.6 \text{ pulg.}$$

$$S = 12\ 500$$

$$E = 0.75$$

$$t = \frac{PR}{SE - 0.6 P} = \frac{14.3 \times 23.6}{18\ 750 - 0.6(14.3)} = 0.018 \text{ pulg.}$$

$$t = 0.45 \text{ mm}$$

El espesor comercial es $t = 2.5 \text{ mm}$ por lo que se tiene que utilizar éste.

2.- Tanque de almacenamiento de combustoleo.

$$P = 1 \text{ Kg/cm}^2 = 14.3 \text{ lb/pulg}^2$$

$$R = 106 \text{ cm.} = 41.7 \text{ pulg.}$$

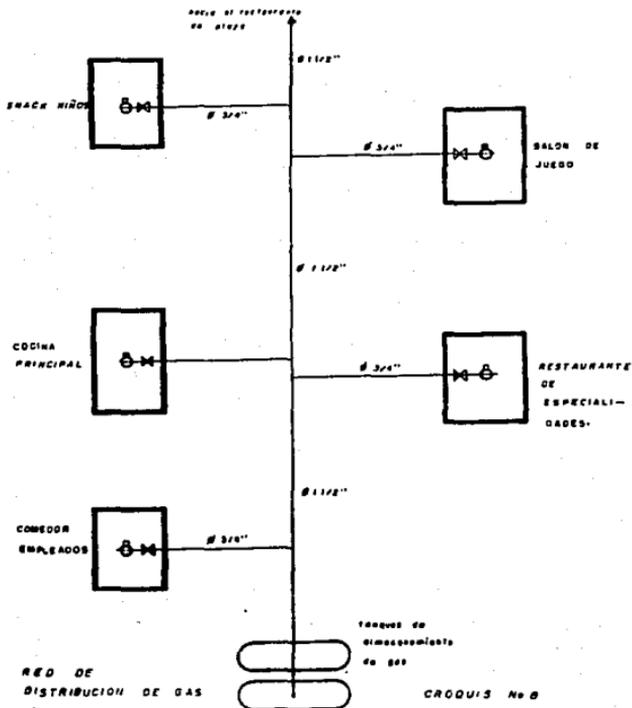
$$b = 12\ 500$$

$$E = 0.75$$

$$t = \frac{14.3 (41.7)}{18\ 750 - 0.6 (14.3)} = 0.03 \text{ pulg.}$$

$$t = 0.808 \text{ mm.}$$

Espesor a utilizar que se encuentra en el mercado es de $\frac{3}{16}$ ", es por este procedimiento mediante el cual se determinan los espesores necesarios para soportar las presiones con que -- trabajan los tanques de almacenamiento.



CAPITULO III

INSTALACION SANITARIA.

III.1 Bases de Diseño.

III.1.1 Descripción General del Sistema.

El sistema de drenaje sanitario, conducirá los desechos -- (aguas residuales), generados en las áreas interiores del hotel hacia la red colectora localizada en los patios exteriores, procurando recorridos cortos en las tuberías y tratando de evitar interferencias con los elementos estructurales del edificio.

El sistema de drenaje sanitario es independiente del drenaje pluvial, excepto en algunos casos especiales, como son el -- área de la videodisco y el almacén general.

El sistema de drenaje pluvial tiene por objeto la capta---ción del agua producto de la precipitación y de su desalojo hacia la red municipal, con el propósito de evitar inundaciones - en las áreas interiores del Hotel.

El diseño de este sistema se apegará en las bases que para tal efecto se desarrollaron para el sistema sanitario.

Las áreas que requieren servicios sanitarios y su distribuyción en el edificio son de acuerdo a la planta basamento las siguientes: nivel - 4.50 y -3.10

Casa de máquinas, almacén general, ropería y lavandería, - cocina principal, oficinas administrativas, club de salud y veg

tidores, restaurant principal, cafetería principal y área de habitaciones. En espacios exteriores se tienen áreas habitacionales para empleados, restaurante y bar de playa, shack bar y alberca.

Nivel \pm 0.00 y + 0.90

Salón de usos múltiples, bodega, cocktail lounge, lobby -- bar, áreas de servicios, concesiones, videodiscos, salón de juegos, club de salud y área de habitaciones.

Nivel + 4.00

Restaurante de especialidades, área de habitaciones y área de servicios.

Nivel + 7.10

Área de habitaciones y área de servicios

Nivel + 10.20

Área de habitaciones y área de servicios

Nivel 13.30

Área de Habitaciones, suite residencial y área de servicios.

En el plano que corresponde a la planta de basamento de instalación sanitaria, se pueden apreciar los niveles y las descargas que se indican en cada sección de acuerdo a los niveles mencionados.

Criterios de Diseño.

El sistema de drenaje sanitario, considera para su diseño las normas descritas por:

- La Dirección General de Normas para la Calidad y Especificación de los Materiales. (DGN).
- Por el Manual Técnico del Instituto de Instalaciones de Cobre A. C. y por el,
- Código Americano de Plomería.

Además se consideran los criterios propuestos por los técnicos de FONATUR para este tipo de instalaciones:

- a).- Tipo y material de la tubería.
 - b).- Localización de las tuberías en el interior del edificio y sitios para descarga de aguas negras.
 - c).- Sistema de ventilación.
 - d).- Pendiente en tuberías.
- a).- Tipo y material de la tubería.

Las tuberías en drenaje sanitario sobre plafón serán de -- PVC en ramales secundarios, para líneas principales con diámetro de 4" ó mayores se usará fierro fundido.

Los drenajes de cocinas así como todos los drenajes sanitarios a nivel de basamento, serán de cobre tipo "M" hasta diámetro

tros de 3", para diámetros de 4" y mayores se usará fierro fundido.

En las columnas verticales, principalmente en el área de habitaciones se instalará tubería de P.V.C. en todos los casos.

- b).- Localización de las tuberías en el interior del edificio y sitios para descarga de aguas negras.

Las tuberías horizontales que permitan el servicio a los pisos de los niveles +0.90, + 4.00, + 10.20, y + 13.30 se alojarán en el espacio formado por el plafón y la losa del piso superior, localizándose preferentemente por las zonas de circulación para facilitar los trabajos de mantenimiento. Las tuberías verticales (columnas) que den servicio a los sanitarios de las habitaciones se ubicarán en los ductos para servicio propuestos por el proyecto arquitectónico.

Las tuberías localizadas en la planta basamento se instalarán de tal manera que su trazo no interfiera con los elementos de la cimentación del edificio, principalmente en los tramos que conducirán las descargas al exterior del hotel.

Estas descargas se harán directamente a los registros del sistema de drenaje exterior y posteriormente al colector municipal en sitios adecuados de acuerdo a los niveles de proyecto.

En todos los casos el flujo será por gravedad dentro del rango permisible de velocidades, considerando 0.6 m/s como mínima y 3.0 m/s como valor máximo, estos valores experimentales se

determinaron con el propósito de evitar erosiones ó sedimentaciones en el trayecto de la tubería instalada.

c).- Sistema de Ventilación.

Para la ventilación de los muebles sanitarios y bajadas de aguas negras, se utilizará el sistema de doble ventilación.

d).- Pendiente en tubería.

En la instalación de la tubería se considera una pendiente del 2% en el interior del hotel para todos los diámetros de la tubería, excepto para la de ventilación que podrá ser de --- 0.5%.

III.1.2 Pruebas.

III.1.2.1 Prueba a tubo lleno.

Deberá realizarse de acuerdo al reglamento, considerando - que el tiempo de prueba esté definido por el ingeniero residente, con un máximo de 4 horas.

III.1.2.2 Prueba a Columna llena.

Se llevará a cabo en columnas de ventilación, bajada de -- aguas negras y pluviales; realizándose en cada nivel del hotel. El tiempo de prueba también estará sujeto a las condiciones de la "prueba de tubo lleno".

III.2 Diseño sistema sanitario.

III.2.1 Dimensionamiento del sistema de aguas residuales.

Estimación de descargas sanitarias de las diferentes áreas del hotel.

El dimensionamiento de la red sanitaria que se encargue de recolectar y conducir hasta un lugar de desecho todas las aguas residuales que se deriven de las instalaciones del hotel, se hará de la siguiente manera:

- Se estudiaron redes secundarias que recolectarán (recibirán) las descargas en forma directa de los muebles del hotel.
- Las redes secundarias derivarán sus gastos en colectores secundarios que correrán a lo largo de pasillos y andadores.
- Los colectores secundarios descargarán sus fluidos en colectores principales que serán los que finalmente descarguen las aguas residuales en el colector municipal.

La sección necesaria para conducir el gasto que se derive por cualquier red secundaria, dependerá esencialmente de la cantidad de muebles que desechen aguas residuales en su funcionamiento. Esto es de acuerdo a las características del tipo de tubo de la pendiente que se le da a la red y del gasto que se pretenda desalojar marcarán la pauta para definir velocidades permisibles y en consecuencia establecer diámetros adecuados en el sistema de tuberías para conducir los gastos requeridos de acuerdo a las normas de diseño.

Las instalaciones que requerirán de sistema de drenaje serán los que a continuación presento:

- 1).- Cafetería principal.
- 2).- Restaurante principal.
- 3).- Cocktail lounge.
- 4).- Oficinas Administrativas.
- 5).- Club de Salud y Vestidores hombres.
- 6).- Salón de belleza y Vestidores mujeres.
- 7).- Casa de Máquinas.
- 8).- Cocina Principal.
- 9).- Restaurante de especialidades.
- 10).- Salón de juegos.
- 11).- Almacén General.
- 12).- Videodisco.
- 13).- Ropería y Lavandería.
- 14).- Snack bar.
- 15).- Restaurante de playa.
- 16).- Habitación tipo.
- 17).- Junior Suite.
- 18).- Master Suite.
- 19).- Suite Residencial.
- 20).- Área doméstica casa "A".
- 21).- Área doméstica casa "B".
- 22).- Azoteas.

Los espacios antes mencionados requerirán de un sistema de drenaje que sea suficiente para desalojar los gastos que se de-

rivan del funcionamiento del equipo que se tenga para satisfacer las necesidades que se demanden de las instalaciones del hotel. Dependiendo del número de unidades-mueble que descarguen en el sistema, será el diámetro de la sección del tubo necesario.

El diseño de la red de drenaje se basará en el siguiente criterio.

Para la obtención de un gasto real, es necesario conocer las cantidades de Unidades de Descarga (M.D.), que se tienen en las diferentes áreas de las instalaciones del Hotel, con estas cantidades se consultan las tablas primeras que presento en el apéndice, en ellas se localizan los gastos correspondientes para cualquier cantidad de M.D., a este gasto lo denominaré como gasto real (Re). Conocido el tipo de material, la pendiente y la sección de la tubería, estoy en condiciones de determinar un gasto teórico (Te) que contempla las características físicas reales del problema.

El criterio consiste en que el gasto real debe ser menor que el gasto teórico para que el diseño sea aceptado.

El gasto teórico es calculado mediante la ecuación de Manning:

$$Q = A/n S^{1/2} R^{2/3}$$

Donde:

Q = Es el gasto del fluido.

A = Area de la sección transversal del tubo.

n = Coeficiente de rugosidad (depende del tipo de tubo).

S = Pendiente de la tubería.

R = Radio Hidráulico.

Con el propósito de ilustrar el procedimiento de cálculo - en la determinación del diseño de la red de drenaje, a continuación presento el análisis de unas instalaciones.

Dimensionamiento del Sistema de Drenaje de: Restaurante principal.

El restaurante requiere de dos redes de descarga, tal y como se muestra, se analizan las redes más críticas, considerando el total de Unidades-Mueble de descarga que se tengan.

Simbología:

W = W.C.

L = Lavabo

M = Mingitorio

R = Regadera

T = Tarja

O = Otros

COL. = Coladeras

Datos de diseño

$\phi = 10 \text{ cm}$

S = 2%

n = 0.013

Desarrollo del problema:

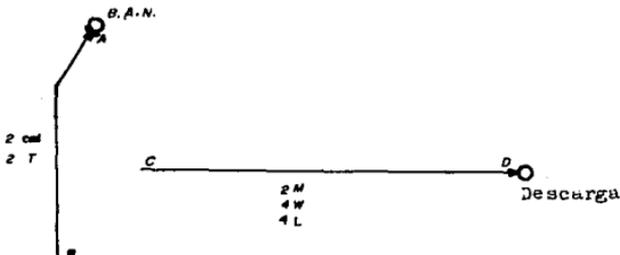
$$Q = A/n S^{1/2} R^{2/3}$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi (0.10)^2}{4} = 0.0078 \text{ m}^2$$

$$Q = 0.0078/0.013 (0.02)^{1/2} (0.025)^{2/3} = 0.0075 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$Q = 7.5 \text{ lps.}$$

Es decir el gasto real (Re) es igual, de acuerdo al total de Unidades de descarga a 1.7 y 3.0 lps respectivamente para cada tramo. Con los diámetros propuestos se tiene un gasto teórico de 7.5 lps, este gasto indica que la tubería tiene una capacidad mayor que la real requerida, por lo que se acepta el diseño.



TRAMO	MUEBLES							U.D. TOTAL	Ø CM.	V M/S	Q (LPS)	
	W	L	M	R	T	Y	O				R _e	T _e
A-B					2		2ca.	6 + 2 = 8	10	0.9	1.7	7.5
C-D	4	4	2					32 + 4 + 8 = 44	10	0.9	3.0	7.5

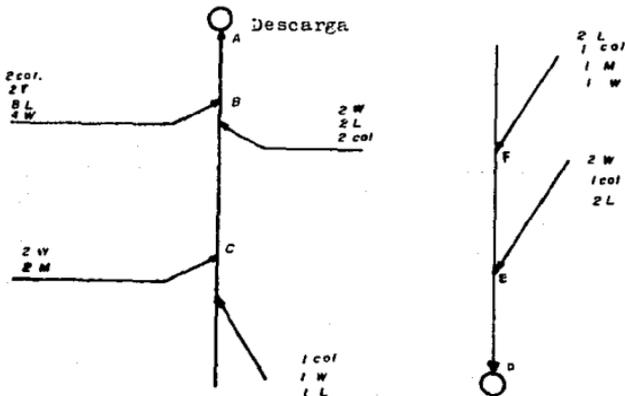
PARA S = 2%
n = 0.013
(Tubo de Pefo)

En el análisis de la tabla se puede observar que en el total de M.D. se tienen cantidades superiores a la cantidad de Muebles. Esto se debe a que hay una equivalencia, por cada mueble diferente, existe un número de Unidades de descarga para el efecto de diseño, la tabla de equivalencias se puede consultar en el apéndice.

Es aspecto de diseño se puede apreciar en la tabla del análisis, se observa un diámetro y la velocidad, con éstos, parámetros se determinan los dos gastos en forma conjunta con el total de Unidades de descarga (U.D.). Se aprecia que el gasto real es menor que el gasto teórico (Te) por lo que se aceptan las dimensiones y condiciones propuestas.

OFICINAS:

El área de oficinas requiere del siguiente arreglo de drenaje. Presentando todas las unidades de descarga que se derivan.

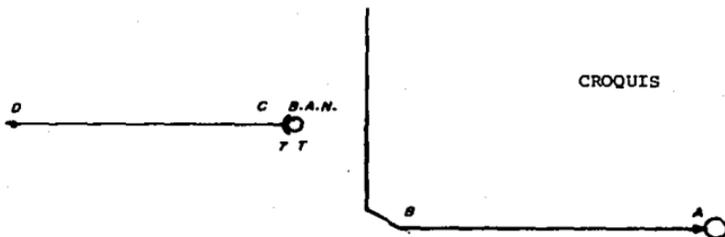


TRAMO	MUEBLES							U.D. TOTAL	B' cm.	V m/s	OILPSI	
	W	L	M	R	T	Y	O				Re	Te
A-B	9	11	2		2			5 cm. $72+11+8+6+5=$ $= 102$	10	0.9	4.3	7.5
D-E	3	4	1					2 cm. $24+4+4+2+3=$	10	0.9	2.7	7.5

Para $S = 2\%$
 $n = 0.013$

Los gastos reales son menores que los teóricos (permisibles) por lo tanto se acepta el diseño.

CASA DE MAQUINAS



TRAMO	MUEBLES							U.D. TOTAL	D cm.	V m/s	OILPSI	
	W	L	M	R	T	Y	O				Re	Te
A-B									10	0.9	•	7.5
C-D					7			$7 \times 3 = 21$	10	0.9	2.2	7.5

Para $S = 2\%$
 $n = 0.013$

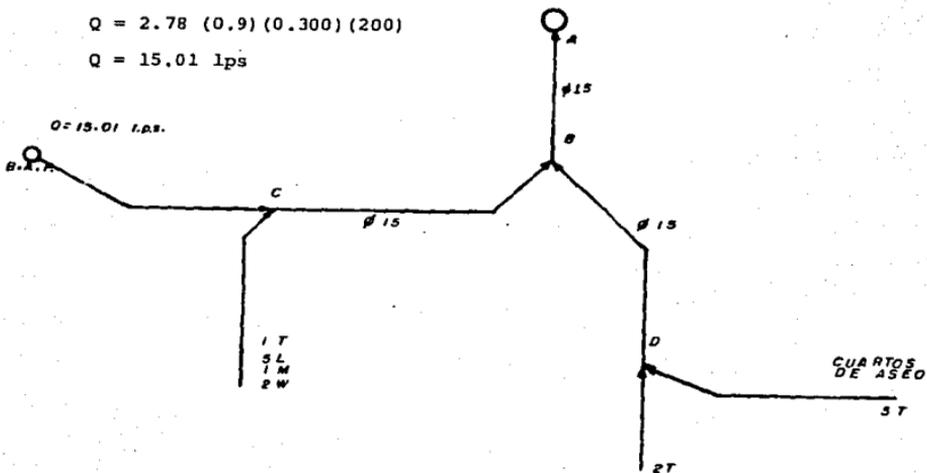
El gasto drenado por este tramo de tubería es mínimo, ya que es el equivalente a las purgas y mantenimiento, esporádico de los equipos por lo tanto la tubería diseñada es con los diámetros expuestos, capaces de conducir 7.0 Lps.

ALMACEN GENERAL.

$$A = 300 \text{ m}^2$$

$$Q = 2.78 (0.9) (0.300) (200)$$

$$Q = 15.01 \text{ lps}$$

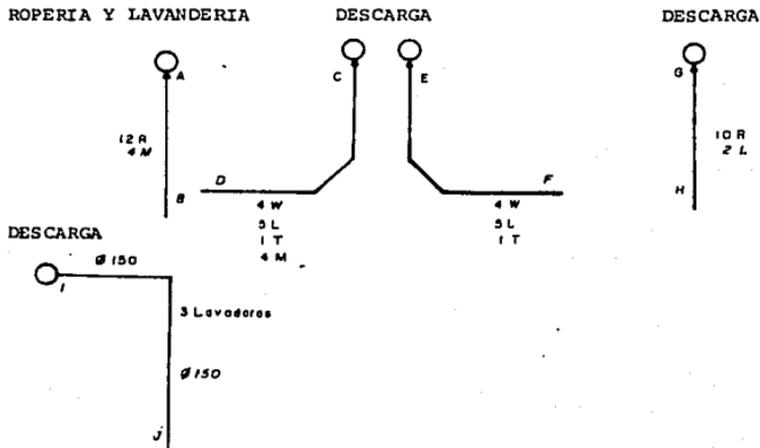


TRAMO	MUEBLES							U.D TOTAL	Ø	V	Q (LPS)	
	W	L	R	T	Y	Q	Re				Te	
A-B	2	5	1	8				10+5+4+10=31	15	1.6	2.90	22
Gasto	por	prec.	al	id				Q=15 lps.	15	1.6	15	22

Pero $S = 2 \%$

$k = 0.013$

En este caso se tienen dos descargas, la pluvial y la sanitaria, se considera para diseño de la tubería el más desfavorable, $Q = 15$ lps.



TRAMO	MUEBLES						U.D.-TOTAL	Ø	v	Q(lps)	
	W	L	M	R	T	Y				O	R _s
A-B			4	12				10	0.9	3.2	7.5
C-D	4	5	4		1			10	0.9	3.5	7.5
E-F	4	5			1			10	0.9	2.9	7.5
G-H		2		10				10	0.9	2.6	7.5
I-J							3Le	15	1.4		22

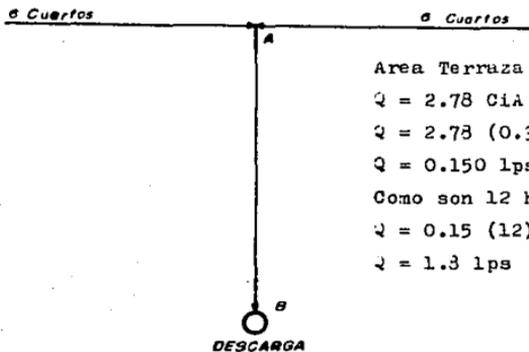
Para $S = 2\%$
 $n = 0.013$

La red de drenaje para la ropería y lavandería será con tu

bo de 10 cm., excepto el tramo I-J que será de 15 cm., tendrá una pendiente del 2% y será de fierro fundido. (Fofo)

Habitación tipo.

En este problema se analizará el gasto producto de la precipitación que se recolectará en las terrazas, considerando -- que éstas tienen un área aproximada de 6 m^2 y es compartida -- para dos habitaciones.



$$\text{Area Terraza} = 6 \text{ m}^2$$

$$Q = 2.78 \text{ CiA}$$

$$Q = 2.78 (0.9)(200)(0.00030)$$

$$Q = 0.150 \text{ lps}$$

Como son 12 habitaciones

$$Q = 0.15 (12) = 1.30 \text{ lps}$$

$$Q = 1.3 \text{ lps}$$

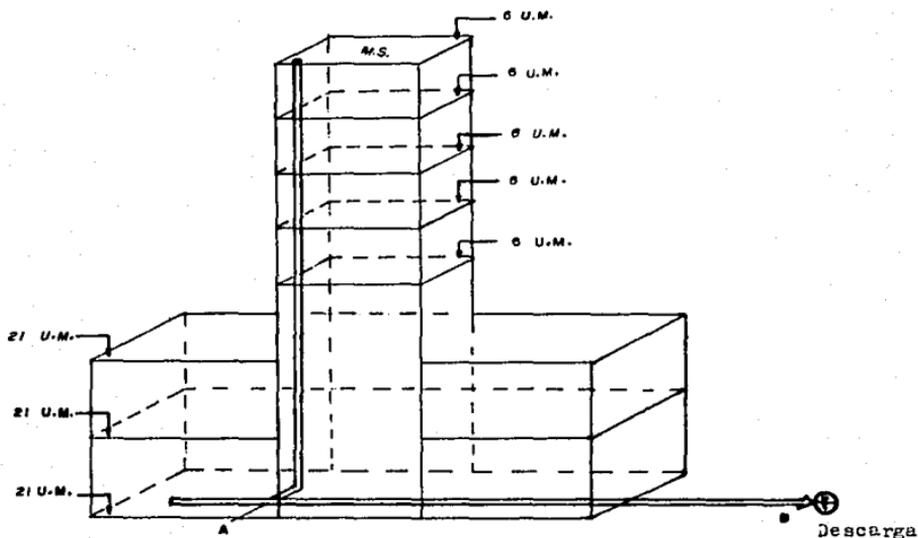
TRAMO	MUEBLES						U.D. TOTAL	Ø c.m.	v m/s	Q (lps)	
	W	L	M	R	T	Y				Re	Te
							12 Cuartos 2 X 6 = 72	10	0.9	3.6	7.5

Para: $S = 2\%$
 $n = 0.013$

Como se considera la situación más crítica, rigen el diseño las descargas que se derivan del equipo de baño de las habitaciones.

De la tabla del apéndice, por un equipo de baño con W.C., lavabo y regadera se consideran 6 unidades de descarga, con esto y el total de habitaciones de un total de $12 \times 6 = 72$ M.D. lo que proporciona como gasto real $Re = 3.6$ pls. El gasto consecuencia de la precipitación da en total un gasto $Q = 1.8$ lps que es menor al gasto anterior, por lo que se considera en el diseño el gasto más desfavorable.

Habitación Master Suite.



Se puede observar en el croquis que en los 3 primeros niveles hay 21 U.M. por cada nivel que aportarán sus descargas - en la red que se especifica, en los 5 niveles subsecuentes hay 6 U.M. por nivel.

En la siguiente tabla se puede apreciar que de acuerdo al número de Unidades Mueble se obtiene un gasto teórico (Te) y - un diámetro (ϕ) suficiente para desalojar el volumen de aguas residuales, el propósito del diseño consiste en calcular un -- gasto real (Re), tal que sea menor que el gasto teórico (Te), el análisis se realiza en el tramo más crítico con $S = 2\%$ y $n = 0.013$ por ser el tubo de Fierro Fundido.

TRAMO	MUEBLES						U.D. TOTAL	ϕ cm.	V m/s	Q (lps)	
	W	L	M	R	T	Y				O	Re
A-B							21+3+6x5=93	10	0.9	4,2	7,5

$$S = 2\%$$

$$n = 0.013$$

Como se puede observar el gasto real (Re) es menor al gasto teórico (Te), por lo tanto se acepta el diámetro propuesto con las condiciones establecidas.

Estimación del gasto por descarga pluvial:

Para la determinación del gasto por precipitación pluvial se determinará mediante la siguiente expresión:

$Q = 2.78 \text{ CiA}$ donde:

C = Coeficiente de escurrimiento, depende de las características de la superficie expuesta a la lluvia.

i = Intensidad de precipitación de lluvia.

A = Area drenada, expuesta a la precipitación.

La zona en estudio tiene una intensidad de precipitación --
(i) de 200 mm/hora

Como la superficie expuesta es azotea $C = 0.8$

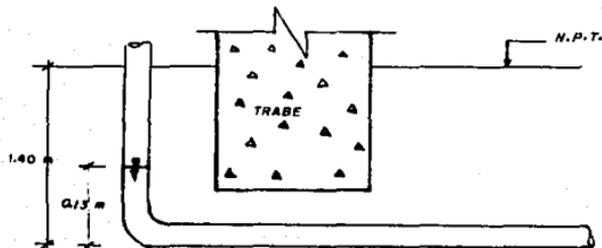
El área expuesta (A) es de 0.01 km^2 .

Por lo tanto se tiene que:

$$Q = 2.78 \text{ CiA}$$

es decir $Q = 2.78 (0.8) (200) (0.01) = 4.45 \text{ lps.}$

Revisión por ahogamiento tramo: A-B



Para determinar el gasto de descarga, utilizamos la siguiente expresión $Q_d = ACd \sqrt{2gh}$ expresión para cálculo de gasto en orificio donde:

A = Area de la sección transversal del tubo.

Cd = Coeficiente de descarga.

g = Aceleración de la gravedad.

h = Altura de ahogamiento del tubo.

Desarrollando se tiene que:

$$A = \frac{\pi (0.1)^2}{4} = 7.85 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$Cd = 0.5$$

$$h = 0.10 \text{ m}$$

$$\text{es decir } Q = 7.85 \times 10^{-3} \times 0.5 \sqrt{2(9.81)(0.30)} = 9.52 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 9.52 \text{ lps.}$$

Analizando el gasto por drenar en total, se tiene que; el gasto real del total de U.M. + el gasto por descarga pluvial =
 $= 4.2 + 4.45 = 8.65 \text{ lps.}$

Como el gasto, considerando un ahogamiento, es mayor que el gasto real por drenar, se acepta el diseño propuesto con las condiciones expuestas.

Es decir $9.52 > 8.65$ por lo tanto se acepta.

De manera semejante se analizan todas las redes y se revisan considerando las condiciones particulares de cada una de --

ellas tomando en cuenta todas las aportaciones que se deriven en ellas hasta conformar todo el sistema necesario en el hotel.

III.2.2 Dimensionamiento del sistema para aguas pluviales.

Considerando el diseño arquitectónico del inmueble, se -- identifican áreas que requieran ser drenadas cuando ocurra una precipitación. Para ello se recomienda localizar en lugares es trategicos que lo demanden, bajadas por agua pluvial con la sec ción suficiente para que el drenado ocurra lo más pronto posi-- ble.

En el estudio de esta parte del diseño emplearemos 2 ecuaciones que ya se mencionaron en la parte anterior.

Para determinar el gasto por drenar se utilizará la expresión para aforo en una cuenca $Q = 2.78 CiA$.

En la determinación del gasto drenado con los diámetros -- propuestos, utilizaré la expresión para aforos en orificios, -- siendo esta, $Q = Cd A \sqrt{2 gh}$

En la siguiente tabla tengo el propósito de indicar la localización de cada bajada en el proyecto, así como del área tri butaria correspondiente a cada una de ellas, se indica el diáme tro del tubo usado por bajada, finalmente se expresa el área -- real drenada que está en función del diámetro del tubo y de la precipitación que se considera en la zona igual a $i = 200 \text{ mm/hr}$. El diámetro está en función del área que se desea drenar, para ello se pueden consultar las tablas que se presenta en el apén-- dice de la obra.

B.A.P.	AREA		CAPACIDAD AREA
	TRIBUTARIA (M ²)	Ø PROPUESTO (mm)	
10 -K	350	150	354
13A -K	350	150	354
10 -CH	280	150	354
13A -CH	280	150	354
19 -F	340	150	354
20A -F	352	150	354
19 -B1	830	100	830
			Se consideran 3 bajadas.
24 -F1	300	150	354
31 -D1	516	150	516
33C -F1	272	100	272
31C -L1	272	100	272
26 -D	408	200	408
20A -Q	522	200	761
13A -Q	90	75	90
3 -M	180	100	180
4 -M	136	100	136

El ejemplo siguiente mostrará que los diámetros propuestos en las bajadas son suficientes para el desalojo de las aguas -- pluviales y mantienen un factor de seguridad elevado.

El criterio de diseño consiste en determinar el gasto drenado, el cual debe ser mayor, que el gasto por drenar.

Análisis Bajada 10-K.

Esta bajada tendrá un área de aportación de 830 m^2 por lo que el gasto por drenar es:

$$Q = 2.78 \text{ CIA}$$

Como la superficie de captación es una azotea.

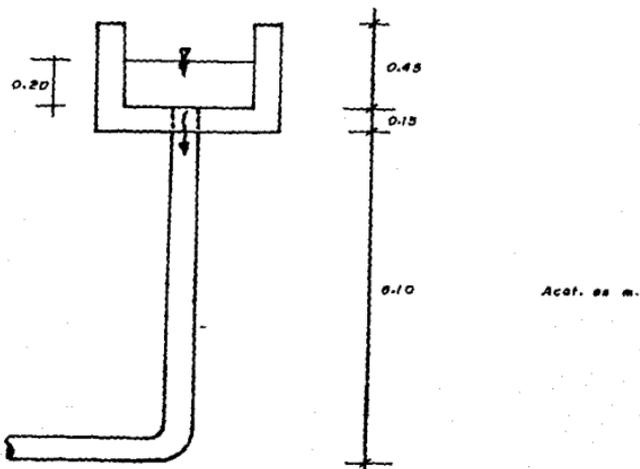
$$C = 0.9$$

$i = 200 \text{ mm/hr}$, dato hidrológico

$$Q = 2.78 \times 0.9 \times 200 \times 0.0830$$

$$Q = 41.50 \text{ lps}$$

Ahora considerando el sistema de tubería en la bajada, se tiene una capacidad para drenar, teniendo canalón ahogado con 0.20 de carga de agua.



Gasto drenado

$$Q = ACd \sqrt{2gh}$$

Considerando tubo de $\phi = 10$ cm.

$$A = \frac{\pi (0.1)^2}{2} = 7.85 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$Q = 7.85 \times 10^{-3} \times 0.5 \times 2(9.81)(6.10)$$

$$Q = 0.043 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$Q = 43 \text{ lps.}$$

Se tendrán 3 bajadas para drenar área, por lo tanto se tiene una capacidad de:

$$Q = 43 \times 3 = 129 \text{ lps}$$

$$Q = 129 \text{ lps}$$

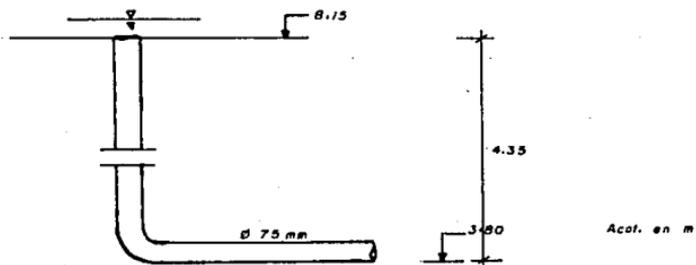
Se puede apreciar que la capacidad de drenado es mucho mayor al gasto por drenar, con esto se tiene un factor de seguridad (FS) de 3.

Es con este procedimiento y mediante este criterio como se determina en forma integral todo el sistema de drenaje para la recolección de agua pluvial.

Existen casos muy particulares, donde se tienen aportaciones de aguas negras, con este tipo de problemas se contemplan los 2 gastos y hacen acumulados para la determinación de una nueva sección en el tramo siguiente.

A continuación presento otros ejemplos que ilustrarán características y condiciones muy particulares en su funcionamiento.

Análisis de Bajada (13A-Q)



DATOS:

$$A = \frac{\pi (0.075)^2}{4} = 4.42 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

Cálculo del gasto drenado

$$Q = C_d A \sqrt{2gh}$$

$$C_d = 0.5$$

$$h = 4.35 \text{ m}$$

$$Q = 0.5 (4.42 \times 10^{-3}) \sqrt{2(9.81) 4.35}$$

$$Q = 0.020 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q = 20 \text{ lps.}$$

Cálculo del gasto por drenar

$$Q = 2.78 \text{ CiA}$$

$$i = 200 \text{ mm/hora}$$

$$C = 0.9$$

$$A = 90 \text{ M}^2 = 0.0090 \text{ Ha}^2$$

$$Q = 2.78 (0.9) (200) (0.0090)$$

$$Q = 4.5 \text{ lps.}$$

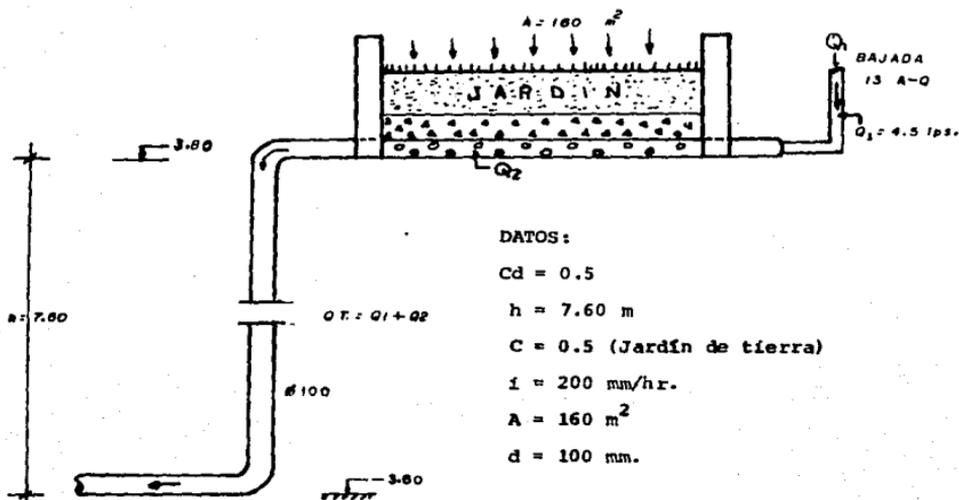
Como el gasto drenado es mayor que el gasto por drenar se acepta la bajada propuesta con las características y condiciones propuestas.

Cálculo de bajada (11A-Q).

El siguiente ejemplo tiene ciertas particularidades, es por eso que lo he seleccionado para ilustrar el diseño.

La bajada tiene el objetivo de drenar un área destinada a jardín además de recolectar el gasto que proporcionará la bajada (13A-Q), analizada anteriormente.

El diseño es el siguiente:



Cálculo del gasto por drenar.

$$Q2 = 2.78 (0.5) (200) (0.0160) = 4.45 \text{ lps.}$$

$$QT = Q1 + Q2' = 4.5 + 4.45 = 8.95 \text{ lps.}$$

$$QT = 8.95 \text{ lps.}$$

Cálculo de gasto drenado.

$$Q = 0.5 (7.85 \times 10^{-3}) \sqrt{2(9.81) (7.60)} = 0.0479 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 47.9 \text{ lps.}$$

Como el gasto drenado es mayor que el gasto por drenar se acepta el diseño propuesto con los diámetros establecidos.

Considerando las descargas pluvial y de aguas residuales y analizando cada parte del sistema se llega a concluir todo el proyecto de tal manera que exista un funcionamiento óptimo en todas las instalaciones del hotel. Con las pendientes manejadas (2%) y las secciones propuestas se pretende evitar inundaciones, sedimentaciones y erosiones.

Todas las redes de descarga deberán ser de fierro fundido y como lo establecen las bases de diseño, su colocación deberá ser en los lugares adecuados.

Se deberán establecer todas las conexiones con los accesorios adecuados y del material especificado, así como de todos los dispositivos que se requieran para el buen funcionamiento del sistema.

Con todas las descargas manejadas se forma una red secundaria que desembocará en una red primaria cuyo diámetro por lógica deberá ser mayor, ésta red conducirá los volúmenes de agua hasta-

un colector principal, localizando en zonas de tránsito con el propósito de dar el mantenimiento adecuado y en caso de desperfecto hacer las reparaciones sin mayores problemas.

Se deberán diseñar registros a una distancia conveniente con el fin de evitar obstrucciones y para facilitar el mantenimiento al sistema.

CAPITULO IV

SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIO

IV.1 Importancia del Sistema.

Para el diseño del sistema contra incendio, se considera al Hotel 5 estrellas como un edificio de lujo para vacacionistas - con áreas para habitaciones, de servicios administrativos y públicos que incluyen instalaciones distribuidas en los siguientes niveles:

Nivel - 4.50 (planta basamento).- Casa de máquinas, almacén, ropería y lavandería, cocina principal, oficinas, club de salud y vestidores, restaurante, cafetería y áreas de habitaciones.

En exteriores se tienen áreas habitacionales para empleados, restaurante y Bar de playa, Snack Bar, Subestación eléctrica, - etc.

Nivel \pm 0.0 + 0.90.- Salón de usos múltiples, bodega, Cocktail-lounge, lobby y lobby-Bar, restaurante principal, concesiones videodisco, salón de juegos, cafetería principal, club de sa lud y áreas de habitaciones.

Nivel + 4.0 .- Restaurante de especialidades y áreas de habitaciones.

Nivel + 7.10.- Areas de habitaciones.

Nivel + 10.20 Areas de habitaciones.

Nivel + 13.30 Areas de habitaciones y Suite presidencial.

La importancia que involucra la creación de éste sistema -

radica en la existencia de elementos combustibles que hacen que haya un alto riesgo de incendio.

Las instalaciones que involucran mayor riesgo de incendio son: Casa de máquinas que incluye un área para almacenamiento de combustibles, ropería y lavandería por la cantidad de ropa manejada, cocinas por los combustibles involucrados, almacén, --- áreas de habitaciones y subestación eléctrica.

Básicamente los materiales que se manejan en estas instalaciones son ropa y papel y en menor cantidad combustóleo, diesel y gas L.P.

De acuerdo con el tipo de instalaciones y los materiales - combustibles involucrados, se considera al riesgo como ordinario, según la clasificación del NFPA. No. 13, debiendo especificarse equipo contra incendio apropiado para fuegos de materiales sólidos (clase "A"), de líquidos combustibles (clase "B") y fuegos - en equipo eléctrico energizado (clase "C"), con el fin de contar con los medios necesarios para preservar la seguridad de las personas y de las instalaciones del hotel, en caso de incendio.

IV.2 Requerimientos de Diseño del Sistema contra Incendio.

El sistema contra incendio; se integrará por los siguientes elementos.

- IV.2.1 Suministro de agua para servicio exclusivo contra incendio.
- IV.2.2 Equipo de bombeo.

- IV.2.3. Red de tuberías de distribución
- IV.2.4. Gabinetes contra incendio (hidrantes chicos)
- IV.2.5. Extinguidores.
- IV.2.6. Equipo para bomberos.
- Protección contra incendio para las áreas del Hotel.
- IV.2.1 Sistema de agua contra incendio.

Suministro de agua para servicio exclusivo contra incendio.

Para el suministro de agua al sistema contra incendio se tendrá un volumen en la cisterna de agua suavizada suficiente para alimentar dos hidrantes chicos; operando simultáneamente durante 120 minutos.

IV.2.2. Equipo de Bombeo.- Para presurizar la red contra incendio se especificará un sistema de bombeo, integrado por 2 bombas centrífugas horizontales accionadas una por motor eléctrico y otra por motor de combustión interna, así como una bomba jockey (presurizadora) con motor eléctrico.

La Capacidad nominal de las unidades principales será igual a la demanda máxima de agua contra incendio considerando, dos hidrantes chicos en operación simultánea.

El gasto de la bomba jockey será el adecuado para cubrir pequeños gastos o fugas en la red contra incendio.

Para determinar la carga dinámica, total de las bombas contra incendio. Se considera una presión mínima de 25 lb/pulg.² en el hidrante más alejado y más alto en relación a la descarga de las bombas más pérdidas de presión por fricción en tuberías -

y accesorios y en la manguera del hidrante, así como también la carga estática del sistema.

El equipo de bombeo se instalará con altura de succión positiva dentro de la casa de máquinas del Hotel.

Considerando que las tuberías estarán normalmente presurizadas (sistema húmedo), el arranque de las bombas será automático mediante un control por presión de agua.

Para esto, se instalará en el cabezal de descarga de las bombas un interruptor de presión con ajustes para baja y alta presión.

En forma análoga la bomba con motor de combustión interna deberá arrancar a falta de corriente eléctrica y al presentarse una baja de presión en el sistema.

Red de tuberías de distribución.

Para determinar los diámetros de tuberías, se considera la demanda máxima de agua contra incendio y el siguiente criterio de velocidades recomendables:

Succión de bombas 1.0 a 1.5 m/s. (3 a 5 pies/seg.), descarga de bombas de 1.8 a 2.7 m/seg. (6 a 9 pies/seg.).

Para distribuir el agua contra incendio en las instalaciones del hotel, se diseñará una red de tuberías que alimentarán a los hidrantes localizados en los diferentes niveles del inmueble.

En los niveles -4.5 y + 0.0 la tubería se localizará en el espacio entre el plafón y la parte inferior de la loza, convenientemente soportada.

Para alimentar a los hidrantes de los otros niveles los cabezales principales se llevarán por el espacio de escaleras de emergencia.

La tubería que se utilizará será de acero galvanizado hasta diámetros de 51 mm (2 pulg.), cédula 40, con extremos roscados y de acero al carbón ASTM-A-53 Gr.B soldable para diámetros de 76 mm (3 pulg.) y mayor.

IV.2.4. Gabinetes contra Incendio (hidrantes chicos)

Se utilizarán hidrantes inferiores, con gabinete de lámina calibre No. 20 para empotrar un muro, con puerta de vidrio con bisagra continua y manija, soporte para manguera y manguera de 38 mm. (1.5 pulg.), de diámetro y 30 metros de longitud con coples integrados y chiflón de descarga de tres pasos, y con un extinguidor de polvo químico seco para fuegos ABC de 4.5 kg., (10.1b) de capacidad.

Para la instalación de los gabinetes se consideran las siguientes dimensiones. 700 mm X 880 mm X 210 mm.

El gasto por hidrante será de 140 lts/mín. (37 gpm) a una presión mínima de 25 lb/pulg.², la localización de los hidrantes se hará de tal forma que cubran completamente la superficie del riesgo, a proteger. Para las áreas inferiores se localizarán a no más de 60 mts. entre sí. considerando un largo útil de man-

guera de 24 metros.

IV.2.5. Extinguidores.

Como complemento al sistema fijo de agua contra incendio, se especificarán extinguidores portátiles de polvo químico seco para fuegos ABC de 4.5 kg. y de halón 1211 de las mismas características.

Los extinguidores se localizarán uno por cada 300 m^2 de área protegida ó de tal forma que una persona no tenga que desplazarse más de 15 metros, hasta el extinguidor más cercano. Este criterio prevalecerá siempre y cuando tenga libre acceso a las áreas que se pretenda proteger.

Los extinguidores se instalarán dentro de los gabinetes contra incendio, y en las áreas donde se requiera, se instalarán con su propio soporte a una altura no mayor de 1.6 metros desde el nivel del piso hasta la boquilla de descarga del extinguidor.

IV.2.6. Equipo para Bomberos.

Para cumplir con los requisitos mínimos de la aseguradora se requiere contar con el equipo para bomberos adecuados al tipo de riesgo, así como con el personal convenientemente adiestrado y siempre disponible para hacerse cargo del funcionamiento de los hidrantes y extinguidores, de acuerdo a lo siguiente: 4 personas que realicen la función de bomberos (del propio personal del Hotel).

El equipo para bomberos, deberá estar localizado en un lugar accesible y de preferencia en una caseta, consistiendo de pa

la, pico, hacha, impermeable, casco y máscara de humo para cada bombero.

IV.2.7. Protección contra Incendio para las Areas del Hotel.

IV.2.7.1. Area de Servicios y Administrativa.

Contarán con agua para servicio contra incendio, red de tuberías, hidrantes en gabinete y extinguidores portátiles de polvo químico seco y de halón 1211, localizados convenientemente. - En el área de servicios (vigilancia) se localizará el equipo para bomberos.

IV.2.7.2. Area de Habitaciones.

En ésta área se contará con gabinetes contra incendio localizados cerca de las escaleras de emergencia.

IV.2.7.3. Areas Públicas.

Contarán con gabinetes contra incendio y extinguidores portátiles de polvo químico seco y de halón 1211 localizados de acuerdo con las características de las instalaciones.

IV. 2.8. Pruebas al sistema.

Después de la instalación del sistema de agua contra incendio se realizarán todas las pruebas requeridas por la Aseguradora, incluyendo equipo de bombeo, red de tuberías e hidrantes. Se deberán registrar el flujo y la presión residual en el hidrante más alejado del sistema.

IV. 3 Diseño del Sistema de Protección contra Incendio.

El diseño del sistema de protección contra incendio reviste una importancia tal que si no existiera, la seguridad de este tipo de inmuebles quedaría reducida a un mínimo índice de probabilidad de mantenerse íntegra.

El diseño se apegará estrictamente a las bases que por norma establecen la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros (AMIS) y la Asociación Norteamericana de Protección Contra Incendio (NFPA) para este tipo de proyectos .

En este capítulo se pretende dar los procedimientos de cálculo en la determinación de cada uno de los elementos necesarios para mantener un sistema disponible en cualquier momento que se requiera.

El diseño involucra una capacidad de almacenamiento de agua suavizada, de un equipo de bombeo, de una red de conducción para todos los hidrantes, de una serie de gabinetes contra incendio - en donde se alojarán hidrantes y extinguidores portátiles así como de un equipo para bomberos.

IV.3.1. Descripción del proyecto.

a).- Cisterna.- Para el suministro de agua contra incendio se dispone de un volumen total de 100 m^3 en las cisternas C-3 y C-4 de agua suavizada.

En la cisterna C-3 con capacidad total de 433 m^3 , construida de concreto armado de $18.75 \text{ m} \times 8.75 \times 3.85 \text{ m}$ el volumen disponible para servicio contra incendio es de 68 m^3 . Adicionalmente, en la cisterna C-4; con capacidad total de 631 m^3 y $18.75 \text{ m} \times$

8.75 M X 3.85 M, el volumen disponible para servicio contra incendio contra incendio es de 32 m^3 .

b).- Equipo de bombeo.- El equipo de bombeo especificado se integra por dos (2) bombas centrifugas horizontales con succión-axial (B-09 A/B), una con motor eléctrico y otra con motor de combustión interna y una bomba centrifuga tipo turbina (jockey)-B-09C, con motor eléctrico.

La capacidad nominal de las bombas principales es de 378 lts/Min. (100 GPM) y presión de descarga de 7.04 kg/cm^2 (100 lb/pulg.²), con conexiones bridas de 63 mm (2.5 Pulg.), en la succión y de 51 mm (2 Pulg.) en la descarga.

La bomba jockey tendrá 38 lts/min. (10 GPM) de capacidad y presión de descarga de 7.04 kg/cm^2 (100 lb/pulg.²) con boquilla de succión bridada de 38 mm (1.5 pulg.) de diámetro y de 32 mm (1.25 pulg.) en la descarga.

El motor eléctrico B(J) - 09A para accionar la bomba principal será de inducción tipo jaula de ardilla, TCCV, con una potencia nominal, de 15 HP, 3 fases, 220 volts, 60 hz y 3500 RPM, con el equipo de control necesario para arranque y paro automático manual.

El motor de combustión interna B(M)-09B será tipo diesel, con una potencia nominal de 15 Hp a 3500 R.P.M., para arranque y paro automático/Manual.

c).- Red de tuberías.- El cabezal de distribución de agua contra incendio será de 76 mm (3 pulg.) de diámetro de acero

al carbón ASTM-A-53 Fr.B, soldable. Los ramales para alimentar - a los gabinetes contra incendio serán de 51 mm (2 pulg.) de diámetro, de acero galvanizado ASTM-A-120 con conexiones roscadas.

Normalmente la red de tubería estará llena y presurizada - por lo que todo el tiempo se tendrá disponibilidad inmediata - de agua en todos los hidrantes.

d).- Gabinetes contra Incendio.- Para proteger las áreas - interiores del hotel, se localizaron gabinetes contra incendio, - a un máximo de 60 metros entre sí, con manguera de 38 mm (1.5 - pulg.) de diámetro por 30 metros de longitud, con chiflón de descarga de tres pasos y con un extinguidor portátil de polvo químico-seco de 4.5 kg. (10 lb) de capacidad, teniéndose 49 gabinetes - distribuidos de la siguiente manera:

Nivel	No. de Gabinetes Contra Incendio
- 4.5	12
<u>+ 0.0</u>	9
4.0	8
7.10	8
10.20	8
13.30	4

En áreas exteriores se localizaron dos gabinetes contra incendio para las instalaciones domésticas para personal del tipo- para sobreponer, un gabinete autosoportado para la subestación - eléctrica de acometida y un gabinete autosoportado.

Para el restaurant y Bar de playa. Los gabinetes contra in-

endio localizados en exteriores no tienen extinguidor portátil.

e).- Extinguidores Portátiles.- Como complemento al sistema fijo de agua contra incendio, se localizaron 67 extinguidores - portátiles de polvo químico seco tipo ABC y 15 extinguidores - de Halón 1211 para fuegos ABC de 4.5 kg. (10 lb) de capacidad, - distribuyéndose de la siguiente manera:

Nivel	No. de Extinguidores	
	de P. Q. S.	No. de Extinguidores De Halón 1211
- 4.50 (interiores)	30	7
- 4.50 (exteriores)	9	2
0.90	24	5
4.00	4	-
13.30	-	1

f).- Equipo para bomberos.- El equipo para bomberos se localizó en el nivel -4.50 en el área de vigilancia y consiste en pala, pico, hacha, impermeable, casco y máscara de humo para una cuadrilla de 4 personas que realizarán la función de bomberos - y que pertenecen al propio personal del Hotel.

Así mismo se indicaron 38 estaciones para vigilante, para -- relojes de velador, distribuyéndose como sigue:

Nivel	No. de Estaciones para Vigilante.
- 4.50	10
+ 0.90	9
+ 4.00	6
+ 7.10	6

Nivel	No. de Estaciones para Vigilante.
+ 10.20	3
+ 13.30	4

IV.3.2 Cálculo de los elementos del Sistema.

IV.3.2.1 Capacidad del sistema de agua contra incendio.

a).- Demanda máxima probable.- Gasto de dos hidrantes chicos en operación simultánea durante 120 minutos (reglamento de la AMIS-ramo incendio).

$$\text{Gasto por hidrante (q)} = 140 \text{ lts/min.} = 37 \text{ gpm.}$$

$$\text{Gasto total (Q)} = 37 \times 2 = 74 \text{ GPM.}$$

b).- Capacidad del equipo de bombeo.

$$\text{Gasto nominal (Q)} = 74 \text{ GPM} \approx 100 \text{ GPM.}$$

La bomba deberá proporcionar el 50% de su capacidad nominal a no menos del 65% de su carga dinámica total.

$Q = 100 \times 1.5 \text{ GPM}$ (Este gasto define el volumen de agua contra incendio requerido).

c).- Volumen de agua para servicio contra incendio.

Vol. = gasto total X tiempo de operación mínimo.

$$\text{Vol.} = 150 \text{ GPM} \times 120 \text{ min.} \times \frac{3.785 \text{ lt}}{1 \text{ gal}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ lt.}} = 68.13 \text{ m}^3$$

IV. 3.2.2. Diámetros de tuberías.

$$\text{Gasto de diseño (Qd)} = 100 \text{ GPM.}$$

a).- Succión bomba contra incendio.

$$v = 3 \text{ a } 5 \text{ ft/seg.}$$

$$d_i = \left[\frac{(0.4084 \text{ Qd})}{v} \right]^{1/2} = \left[\frac{(0.4084 (100))}{3} \right]^{1/2} = 3.69 \text{ pulg.}$$

Se utilizará tubería de 4 pulgadas de ϕ ced. 40 di = 4.026 pulg.

b).- Descarga bomba contra incendio.

$$v = 6 \text{ a } 9 \text{ ft/seg.}$$

$$di = \left[\frac{(0.4084 \times 100)}{6} \right]^{1/2} = 2.6 \text{ pulgadas.}$$

Se utilizará de 3 pulgadas ced. 40; di = 3.068 pulg.

c).- Ramal que alimenta a un sólo hidrante.

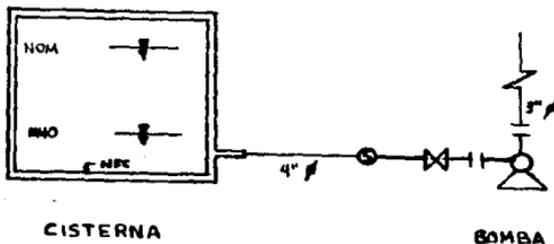
$$q = 37 \text{ gpm} = 50 \text{ GPM.}$$

$$di = \left[\frac{(0.4084 \times 50)}{6} \right]^{1/2} = 1.84 \text{ pulgadas.}$$

Se utilizará tubería de 2 pulgadas de ϕ ced. 40; di=2.067 pulg.

IV. 3.2.3. Equipo de Bombeo.

IV.3.2.3.1. Características a la succión.



a).- Pérdidas de presión por fricción.

$$hf = \frac{0.1863 \text{ Lv}^2}{di}$$

Qd = 100 GPM.

$$Re = \frac{50.6 Q C}{d M} = \frac{50.6 \times 100 \text{ GPM} \times 62.24 \text{ lb/pie}^3}{4.026 \times 0.89}$$

$$Re = 8.78 \times 10^4 \quad f = 0.021$$

Se tiene una longitud total de tubería considerando accesorios.

(Tres, válvulas reducciones, etc.) de:

$$LT = 73.54 \text{ pies.}$$

$$v = \frac{0.4084 Q}{d^2} = \frac{0.4084 \times 100}{(4.026)^2} = 2.52 \text{ ft/seg.}$$

$$\text{Por tanto } hf = \frac{0.1863 \times 0.021 \times 73.54 \times (2.52)^2}{4.026} = 0.4538 \text{ ft.}$$

$$hf_g = 0.4538$$

b).- HPSH Disponible:

$$NPSH_D = \frac{(P_a - P_v) 2.31}{S_g} + Z_1 - h_{fs}$$

$$P_a = 14.7 \text{ lb/pulg.}^2$$

$$P_v = 0.5069 \text{ psi } 80^\circ\text{F}$$

$$S_g = 1.0$$

$$NPSH_D = \frac{(14.7 - 0.5069)}{1.0} = 2.31 + 1.97 - 0.4538$$

$$NPSH_D = 34.3 \text{ ft} = 34 \text{ ft.}$$

c).- Presión de succión (Ps).

$$P_s = Z_1 - h_{fs}$$

$$P_s = 1.97 - 0.4538 ; P_s = 1.516 \text{ ft (0.66 psi).}$$

IV.3.2.3.2 Características tubería de descargue. (desde el punto de la bomba, hasta hidrantes más alejados que presentan las condiciones más críticas).

a).- Pérdidas por fricción 1er. tramo.

Se considera una longitud total, tomando en cuenta los tramos de tubería recta más la longitud equivalente de los accesorios (codos, tees, reducciones y válvulas), esto es:

$$LT = 790.5 + 184.2$$

$$LT = 974.7 \text{ ft.}$$

Tipo de flujo.

$$Q = 100 \text{ GPM.}$$

$$d_i = 3.068 \text{ pulgadas.}$$

$$v = 4.33 \text{ ft/seg.}$$

$$Re = \frac{50.6 \times 100 \times 62.24}{3.068 \times 0.89} = 1.15 \times 10^5 \Rightarrow f = 0.022$$

$$hf_{Ds} = f \frac{0.1863 \text{ Lt } v^2}{d_i} = \frac{0.1863 (0.022) (974.7) (4.33)^2}{3.068}$$

$$hf_D = 24.41 \text{ ft.}$$

b).- Pérdidas por fricción 2do. tramo.

Considerando una longitud total de:

$$LT = \text{long. tub.} + \text{long. accesorios.}$$

$$LT = 114.8 + 20 = 134.8 \text{ ft.}$$

$$LT = 134.8 \text{ ft.}$$

$$q = 34 = 50 \text{ GPM.}$$

$$d_i = 2.067 \text{ pulgadas.}$$

$$v = 478 \text{ ft/seg.}$$

$$Re = \frac{50.6 \times 50 \times 62.24}{(2.06)(0.89)} = 8.6 \times 10^4 \quad f = 0.022$$

$$h_{f_{DD}} = \frac{0.01863 \times 0.022 \times 134.8 (4.78)^2}{3.068} = 4.11 \text{ ft.}$$

Las pérdidas por fricción totales son:

$$h_{f_{DT}} = h_{f_{DI}} + h_{f_{DII}} = 24.41 + 4.11 = 28.52 \text{ ft} = 12.34 \text{ psi.}$$

c).- Pérdidas de presión por fricción en manguera (h_{fm}), de 1 1/2 pulgadas de diámetro por 30 metros de longitud $h_{fm} = 23.1 \text{ ft} = 10 \text{ psi.}$

d).- Carga estática, desde la descarga de la bomba hasta el hidrante más crítico (Re).

$$h_e = 7.3 + 14.90 \text{ m} = 22.2 \text{ m}$$

$$h_e = 72.81 \text{ ft} = 31.52 \text{ lb/pulg.}^2$$

e).- Presión mínima para operación de un hidrante (p_{ni}).

$$P_{ni} = 25.55 \text{ psi} = 83.8 \text{ ft.}$$

f).- Presión de descarga (PD)

$$PD = h_{fD} + h_{fm} + h_e + P_{ni}$$

$$PD = 28.52 + 23.1 + 72.81 + 83.8$$

$$PD = 208.23 \text{ ft} = 90.14 \text{ psi.}$$

IV. 3.2.3.3 Carga Dinámica Total (HDT).

HDT = presión de descarga - presión de succión.

$$HDT = 208.23 - 1.516$$

$$HDT = 206.714 \text{ ft} = 89.48 \text{ psi}$$

IV.3.2.3.3.4 Potencia hidráulica de la bomba.

$$BHP = \frac{Q H C}{3960 \mu}$$

$$BHP = \frac{100 \times 207 \times 1}{3960 \times 0.7} = 7.46 \text{ BHP}$$

El gasto que en un momento dado puede ser requerido es:

$$Q_r = 1.5 \quad Q = 1.5 (100)$$

$$Q_r = 150 \text{ GPM}$$

La potencia requerida será:

$$BHP = \frac{150 \times 207 \times 1}{3960 \times 0.7} = 11.20 \text{ HP}$$

Con el propósito de cubrir este rango, se selecciona un motor eléctrico de 20 HP de 3 fases con un ciclo de 60 HZ y de -- 220 volts.

El motor de combustión interna, por especificación deberá tener una potencia 20% mayor que el motor eléctrico (NFPAZO).

$$BHP = 24 \text{ HP.}$$

IV.3.2.4 Distribución del equipo contra incendio.

- a).- HIDRANTES.- En interiores se localizarán a cada 60 metros entre sí, considerando manguera de 1 1/2 pul-

gadas, de diámetro por 30 metros de longitud. El -- largo útil de la manguera será de 24 metros tomando en cuenta dobleces y cambios de dirección en la misma al estar en uso.

De acuerdo a lo anterior y considerando las superficies por proteger en cada nivel, se tiene lo siguiente:

NIVEL	No. HIDRANTES	TIPO
P. BASAMENTO	12	EN GABINETE EMPOTRADO
+ 0.0 y + 0.90	9	EN GABINETE EMPOTRADO
+ 4.0	8	EN GABINETE EMPOTRADO
+ 7.10	8	EN GABINETE EMPOTRADO
+ 10.20	8	EN GABINETE EMPOTRADO
+ 13.30	4	EN GABINETE EMPOTRADO

En áreas exteriores (P.BASAMENTO); se tienen 4 hidrantes - en gabinete del tipo para sobreponer.

b).- EXTINGUIDORES PORTATILES.- Criterio para su localización:

- Clasificación del riesgo: Ordinario, según NFPA No. 13 y clase I según Reglamento de la AMIS.
- Un extinguidor que por cada 300 m² de área protegida ó de tal manera que una persona no tenga que caminar más de 15 metros hasta la unidad más cercana.
- Considerando los criterios establecidos, se tiene una distribución del equipo de la siguiente manera:

NIVEL	EXTINGUIDORES DE P.R.S.	EXTINGUIDORES DE HALON 1211 (BCF)	EXTINGUIDORES EN GABINETE P.Q.S.	TOTAL EXTING.
- 4.50 (interio res)	30	7	12	49
- 4.50 (exterio res)	9	2	-	11
± 0.0	24	5	9	38
+ 4.0	4	-	8	12
+ 7.10	-	-	8	8
+10.20	-	-	8	8
+13.30	1	-	4	5

El total de extinguidores portátiles requeridos, considerando los de P.Q.S. y los de Halón, es de 131 Unidades.

CAPITULO V.

CONCLUSIONES.

Como resultado de la elaboración del proyecto Hidrosanitario, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1.- En el desarrollo de cualquier tipo de proyectos, es recomendable e indispensable la conjunción de opiniones y criterios afines en la obtención de un fin común.

Con lo anterior pretendo establecer la necesidad que existe de trabajar en forma coordinada y armoniosa en la realización de este tipo de proyectos, por parte de las diferentes áreas de la ingeniería involucradas en dicho proyecto. Se requiere la participación común de la Ingeniería Hidráulica y Sanitaria, con el área de estructuras, con la Ingeniería Eléctrica, con la Arquitectura, etc., con la intención de ir detallando e ir formando el proyecto en su contexto general y definitivo de modo que estando de acuerdo todos, se dejen diseñados los espacios en los lugares convenientes para alojar las diferentes instalaciones que el Hotel demande para brindar la calidad de servicios que proporcionen el confort y comodidad requeridos, que su jerarquía le obliga a prestar. De este modo se hará más dinámico el proyecto y se tendrán menos correcciones o modificaciones en el mismo consecuencia de la falta de concordancia entre el proyecto hidráulico y el proyecto arquitectónico, no puede ser desconociendo los requerimientos y disposiciones de los estructuristas y de los electrónicos para no interferir en sus instalaciones,

en general se necesita de un trabajo recíproco consultándose -- las necesidades mutuas para elaborar el proyecto definitivo.

2.- En la realización de un hotel y obra con características semejantes, y en general para cualquier tipo de proyecto, - recomiendo a la parte interesada (patrón), el cuidado de establecer un grupo especializado dedicado a la actividad de coordinar en forma adecuada, con programas de trabajo perfectamente - definidos y elaborados con el propósito de mantener una liga estrecha con las diferentes corporaciones ó empresas que participen en la elaboración del proyecto definitivo, esto bien puede ser mediante juntas en periodos establecidos, juntas extraordinarias, consultas directas individuales, etc., esto es para mantener actualizados los avances en las diferentes etapas del proyecto y hacer las modificaciones o correcciones pertinentes dentro del tiempo de contratación y no tener que hacer gastos por - ampliaciones de contrato inesesarios.

Con la coordinación lo que se pretende, es que el proyecto definitivo sea elaborado en forma conjunta por las diferentes - disciplinas, siguiendo en secuencia que permita el trabajo armónico generando un ahorro en su costo y en el tiempo de ejecución.

Con lo anterior se pretende evitar caer en contratiempos que obliguen a modificar el proyecto teniendo que hacer nuevas contrataciones, originando pérdidas económicas y de tiempo, es por esto que se requiere de una coordinación adecuada en el desarrollo integral del proyecto.

3.- Otro aspecto importante que se debe evitar por parte de los proyectistas en este tipo de trabajos, es el que se refiere a las obras municipales. Se debe exigir al patrón con tiempo ó en forma anticipada, toda la información sobre planos y especificaciones respecto a tuberías de agua potable (gastos, presión, diámetros), de descarga de drenaje (diámetro y niveles), niveles de banquetas, especificaciones sobre impacto ambiental (cuidar y tratar la basura y las aguas negras), etc.. Con esto se pretende evitar un diseño obsoleto, que no satisfaga los requerimientos que demanden los servicios, estos es, se deberá tener cuidado de diseñar un sistema de distribución de agua potable que no pueda ser abastecido por la red municipal, o bien diseñar un sistema de drenaje en el hotel cuya descarga exceda la capacidad del colector municipal, o simplemente los niveles del proyecto queden por abajo de los niveles establecidos en la vía pública. Para no caer en este tipo de incidentes se debe tener perfectamente visualizado el panorama exterior con los aspectos que afecten la integración del proyecto.

4.- Es obligación moral de la empresa proyectista elaborar un borrador del proyecto definitivo y proporcionárselo a el patrón, de tal manera que éste tenga un documento anticipado para conocer cantidades de material, necesarios para la construcción de la obra y pueda someterlos a concurso públicamente, adquiriendo el material a precios menores considerando el nivel inflacionario que afecta nuestra economía.

El objetivo de este punto es hacer del conocimiento de las

partes interesadas, la necesidad de contratar los materiales y equipos necesarios para la ejecución del proyecto, antes de la terminación del proyecto definitivo, así se obtendrá un ahorro económico y de tiempo ya que se dispondrá del material necesario en el momento que se requiera. Con esto se evitarán atrasos en los programas de obra y se anularán las sanciones que - por tal efecto se deriven.

5.- Con el objeto de tener una construcción eficiente en el proyecto, con las condiciones óptimas y bajo las características especificadas por el proyectista, es recomendable que sea supervisada por el personal seleccionado de la misma empresa. Con esto se cubrirán aspectos que por el desconocimiento del desarrollo del proyecto se tenga el riesgo de propiciar errores con la construcción del mismo.

Los aspectos que pueden originar errores son los siguientes:

- a).- Desconocimiento de procesos constructivos adecuados.
- b).- Ignorancia sobre calidad de materiales.
- c).- Falta de especificaciones de detalles en planos.
- d).- Mano de obra mal calificada.
- e).- Selección de equipo inadecuado.
- f).- Otros.

El personal de la Compañía proyectista tiene todo el conocimiento sobre los aspectos antes mencionados, lo cual le da una posición ventajosa para vigilar la ejecución de la obra bajo las condiciones y especificaciones proyectadas.

Mi recomendación tiene su fundamento en lo explicado anteriormente. Las compañías dedicadas al aspecto de proyectos son las indicadas para la supervisión en la construcción de las --- obras.

6.- Es necesario que el proyectista tenga una amplia gama de conocimientos, esto le ayudará a una realización más exacta de su papel dentro de su ámbito de trabajo. Con esto se incrementará en forma considerable su criterio y seleccionará el mejor diseño que convenga a los intereses económicos y políticos del patrón.

Con esto pretende establecer la necesidad que existe de fomentar e incrementar la especialidad para la realización de este tipo de proyectos en las escuelas correspondientes.

La elaboración de un proyecto hidrosanitario requiere de - conocimiento de hidráulica, sanitaria, mecánica, eléctrica, --- etc., es por ello que a los alumnos se debe enfocar más sobre - la aplicación conjunta con estas áreas para tener mejores horizontes de desarrollo y no esperar a que la vida y la experien--- cia lo especializa a uno.

7.- Para obtener un óptimo en la eficiencia de los sistemas que conforman a este proyecto se recomienda que en su construcción se sigan al pie de la letra todo tipo de especificaciones sobre la utilización de equipos y materiales, sobre aque--- llos equipos que tengan que ser instalados permanentemente debe derán instalarse de acuerdo a las recomendaciones del proveedor.

Las tuberías y capacidades de bombas deberán respetarse -- sin alterar su nominación proyectada, no se permiten arreglos - que sustituyan a otros sin el consentimiento previo del proyec- tista.

Son estas las conclusiones que a mi consideración son deri- vadas de la elaboración del proyecto hidrosanitario para un ho- tel 5 estrellas ubicado en la Bahía de Tangolunda, Huatulco, -- Oaxaca.

APENDICE

TABLA 1

GASTOS PROBABLES EN LITROS POR SEGUNDO EN FUNCION
DEL NUMERO DE UNIDADES MUEBLES.

Número de Unidades Mueble	Gasto Probable		Número de Unidades Mueble	Gasto Probable	
	Tanque	Valvula		Tanque	Valvula
1	0.10		80	2.40	3.91
2	0.15		85	2.48	4.00
3	0.20	No hay	90	2.57	4.10
4	0.26	No hay	95	2.68	4.20
5	0.38	1.51	100	2.78	4.29
6	0.42	1.56	105	2.88	4.36
7	0.46	1.61	110	2.97	4.42
8	0.49	1.67	115	3.06	4.52
9	0.53	1.71	120	3.15	4.61
10	0.57	1.77	125	3.22	4.71
12	0.63	1.86	130	3.28	4.80
14	0.70	1.95	135	3.35	4.86
16	0.76	2.03	140	3.41	4.92
18	0.83	2.12	145	3.48	5.02
20	0.89	2.21	150	3.54	5.11
22	0.96	2.29	155	3.60	5.18
24	1.04	2.36	160	3.66	5.24
26	1.11	2.44	165	3.73	5.30
28	1.19	2.51	170	3.79	5.36
30	1.26	2.59	175	3.85	5.41
32	1.31	2.65	180	3.91	5.42
34	1.36	2.71	185	3.98	5.55
36	1.42	2.78	190	4.04	5.58
38	1.46	2.84	195	4.10	5.60
40	1.52	2.90	200	4.15	5.63
42	1.58	2.96	205	4.23	5.70
44	1.63	3.03	210	4.29	5.76
46	1.69	3.09	215	4.34	5.80
48	1.74	3.16	220	4.39	5.84
50	1.80	3.22	225	4.42	5.92
55	1.94	3.35	230	4.45	6.00
60	2.08	3.47	235	4.40	6.10
65	2.18	3.57	240	4.54	6.20
70	2.27	3.66	245	4.59	6.31
75	2.34	3.78	250	4.64	6.37

TABLA 1

GASTOS PROBABLES EN LITROS POR SEGUNDO EN FUNCION
DEL NUMERO DE UNIDADES MUEBLES.

Número de Unidades Muebles	Gasto Probable		Número de Unidades Muebles	Gasto Probable	
	Tanque	Valvula		Tanque	Valvula
255	4.71	6.43	840	11.60	11.82
260	4.78	6.48	860	11.80	11.98
265	4.86	6.54	880	12.00	12.14
270	4.93	6.60	900	12.20	12.30
275	5.00	6.66	920	12.37	12.46
280	5.07	6.71	940	12.55	12.62
285	5.15	6.76	960	12.72	12.78
290	5.22	6.83	980	12.90	12.94
295	5.29	6.89	1000	13.07	13.10
300	5.36	6.94	1050	13.46	13.50
320	5.61	7.13	1100	13.90	13.90
340	5.86	7.32	1150	14.38	14.38
360	6.12	7.52	1200	14.85	14.85
380	6.37	7.71	1250	15.18	15.18
400	6.62	7.90	1300	15.50	15.50
420	6.87	8.09	1350	15.90	15.90
440	7.11	8.28	1400	16.20	16.20
460	7.36	8.47	1450	16.60	16.60
480	7.60	8.66	1500	17.00	17.00
500	7.85	8.85	1550	17.40	17.40
520	8.08	9.02	1600	17.70	17.70
540	8.32	9.20	1650	18.10	18.10
560	8.55	9.37	1700	18.50	18.50
580	8.79	9.55	1750	18.90	18.90
600	9.02	9.72	1800	19.20	19.20
620	9.24	9.89	1850	19.60	19.60
640	9.46	10.05	1900	19.90	19.90
680	9.88	10.38	1950	20.10	20.10
700	10.10	10.55	2000	20.40	20.40
720	10.32	10.74	2050	20.80	20.80
740	10.54	10.93	2100	21.20	21.20
760	10.76	11.12	2150	21.60	21.60
780	10.98	11.31	2200	21.90	21.90
800	11.20	11.50	2250	22.30	22.30
820	11.40	11.66	2300	22.60	22.60

TABLA 1

GASTOS PROBABLES EN LITROS POR SEGUNDO EN FUNCION
DEL NUMERO DE UNIDADES MUEBLES

Número de Unidades Muebles	Gasto Probable		Número de Unidades Muebles	Gasto Probable	
	Tanque	Valvula		Tanque	Valvula
2350	23.00	23.00	4100	34.90	34.90
2400	23.40	23.40	4500	39.50	39.50
2450	23.70	23.70	5000	43.50	43.50
2500	24.00	24.00	5500	46.30	46.30
2550	24.40	24.40	6000	49.90	49.90
2600	24.70	24.70	6500	52.60	52.60
2650	25.10	25.10	7000	56.00	56.00
2700	25.50	25.50	7500	59.00	59.00
2750	25.80	25.80	8000	63.00	63.00
2800	26.10	26.10	8500	65.50	65.50
2850	26.40	26.40	9000	68.50	68.50
2900	26.70	26.70	9500	71.50	71.50
2950	27.00	27.00	10000	74.40	74.40
3000	27.30	27.30	10500	77.50	77.50
3050	27.60	27.60	11000	80.50	80.50
3100	28.00	28.00	11500	83.50	83.50
3150	28.30	28.30	12000	86.50	86.50
3200	28.70	28.70	12500	89.50	89.50
3250	29.00	29.00	13000	92.50	92.50
3300	29.30	29.30	13500	95.50	95.50
3350	29.60	29.60	14000	98.50	98.50
3400	30.30	30.30	14500	101.50	101.50
3450	30.60	30.60	15000	104.50	104.50
3500	30.90	30.90	15500	106.50	106.50
3550	31.30	31.30	16000	109.50	109.50
3600	31.60	31.60	16500	112.50	112.50
3650	31.90	31.90	17000	115.50	115.50
3700	32.30	32.30	17500	118.50	118.50
3750	32.60	32.60	18000	121.50	121.50
3800	32.90	32.90	18500	124.50	124.50
3850	33.30	33.30	19000	127.50	127.50
3900	33.60	33.60	19500	130.50	130.50
3950	33.90	33.90	20000	133.50	133.50
4000	34.30	34.30	15000	163.00	163.00
4050	34.60	34.60	30000	194.00	194.00

TABLA Nº 2

LOS COEFICIENTES DE RUGOSIDAD QUE SE RECOMIENDAN PARA LAS DIFERENTES TUBERIAS SON LOS SIGUIENTES:

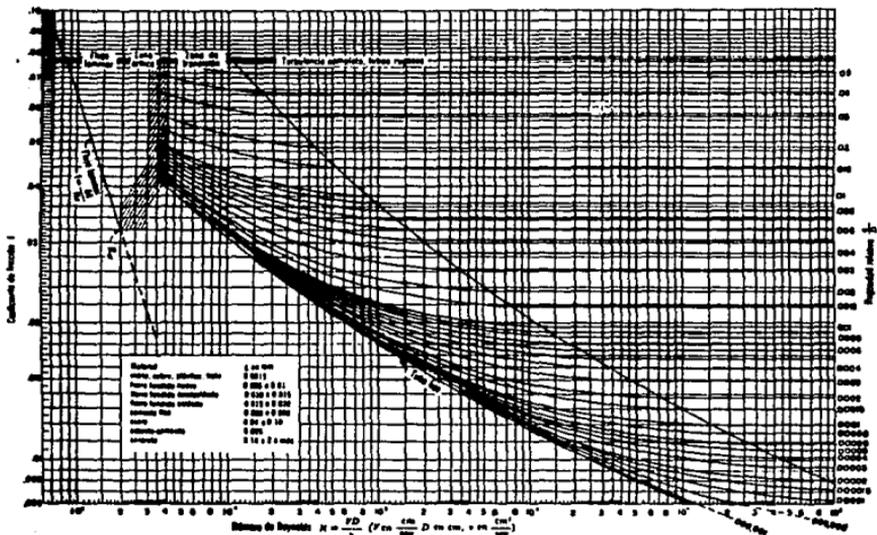
TUBERIA	n
ASBESTO CEMENTO	0.010
CONCRETO LISO	0.012
CONCRETO RUGOSO	0.016
ACERO GALVANIZADO	0.014
FIERRO FUNDIDO	0.013
ACERO SOLDADO SIN REVESTIMIENTO	0.014
ACERO SOLDADO CON REVESTIMIENTO INTERIOR A BASE DE EPOXY	0.011
PLASTICO P.V.C.	0.009
COBRE	0.013

CAPACIDAD DE BAJADAS
DE AGUA PLUVIAL EXPRESADA
EN METROS CUADRADOS DE
AREA DE AZOTEA.

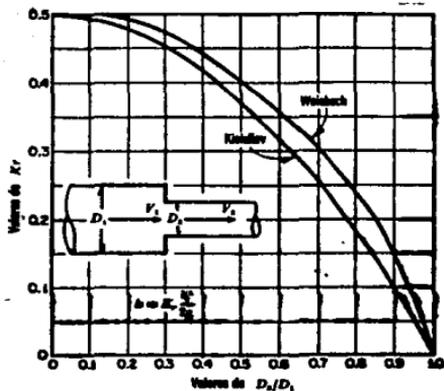
DIAMETRO BAJADA EN MM.	INTENSIDAD MEDIA MAXIMA ANUAL PARA AGUACEROS DE 5 MINUTOS EXPRESADA EN MM/HORA.				
	75	100	125	150	200
50	50	38	30	25	19
63	91	68	55	46	34
75	148	111	89	74	56
100	320	240	192	160	120
125	580	435	348	290	217
150	943	707	566	471	354
200	2030	1523	1218	1015	761

CAPACIDAD DE DRENAJES PLUVIALES HORIZONTALES (SEGUN EL CODIGO AMERICANO DE PLOMERIA)

DIAMETRO DE DRENAJE EN M.M.	1% PENDIENTE TUBERIA					2% PENDIENTE TUBERIA				
	PRECIPITACION EN MM/HORA									
	75	100	125	150	200	75	100	125	150	200
	METROS CUADRADOS DE AREA DE ZOTEA									
75	102	76	61	51	38	144	108	86	71	54
100	233	175	140	116	87	328	246	197	164	123
125	414	310	248	207	155	585	438	351	292	219
150	663	497	398	331	249	935	701	561	468	351
200	1,424	1,068	855	706	534	2,019	1,514	1,211	1,009	757



Coeficiente de fricción para cualquier tipo y tamaño de tubo; diagrama universal de Moody.



Pérdida de energía en una contracción brusca.

Coefficientes μ y K para el cálculo de la pérdida en una contracción brusca con diafragma, para $A_0 < 0.1 A_1$.

A_0/A_2	μ	K
0.1	0.616	231.7
0.2	0.614	51
0.3	0.612	19.78
0.4	0.610	9.64
0.5	0.607	5.26
0.6	0.605	3.06
0.7	0.603	1.88
0.8	0.601	1.17
0.9	0.598	0.73
1	0.596	0.48

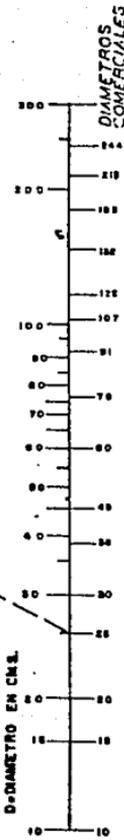
Coefficiente μ para el cálculo de la pérdida en una contracción brusca con diafragma, para $A_0 \leq 0.1 A_1$.

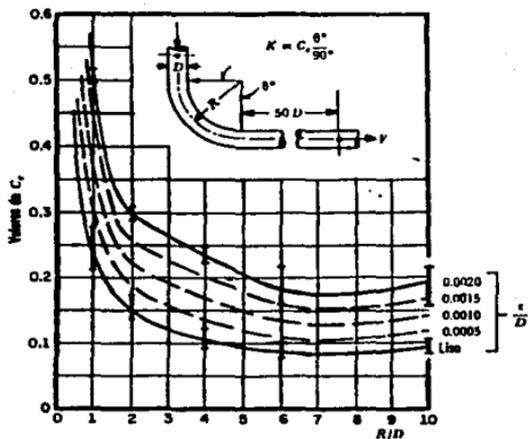
A_0/A_1	μ
0.1	0.63
0.2	0.64
0.3	0.65
0.4	0.67
0.5	0.69
0.6	0.72
0.7	0.77
0.8	0.83
0.9	0.92
1	1



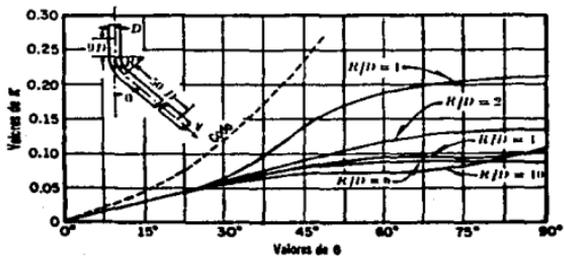
NOMOGRAMA DE MANNING

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad n = 0.015 \quad R = 0.013$$

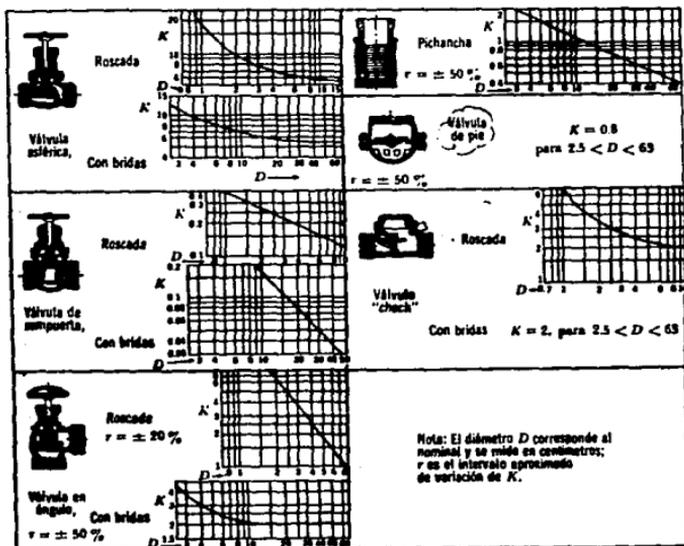




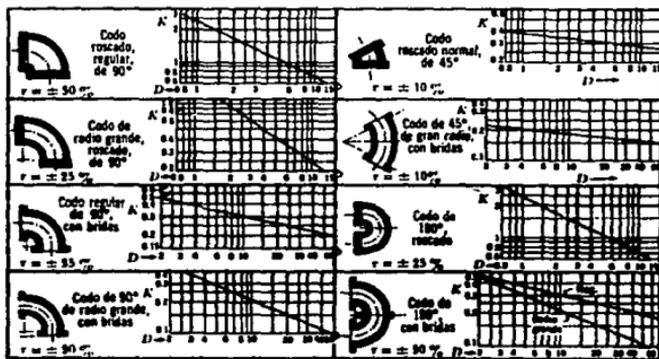
Coefficientes C_e para curvas de diámetro constante y $R_e > 2.2 \times 10^6$, en tubos rugosos.



Coefficientes de pérdida en curvas de diámetro constante con superficie lisa y número de Reynolds de 2.25×10^6 .



Coefficientes de pérdida para válvulas completamente abiertas.



Nota: El diámetro D corresponde al nominal y se mide en centímetros; r es el intervalo aproximado de variación para K .

Coefficientes de pérdida para los codos.

DESAGUES.
UNIDADES MUEBLE .

Mueble.	Un.	Diam.
Bobedero	0.5	25
Bidet	3	38
Coladera de piso	1	50
Excusado de tanque	4	75
Excusado de válvula	8	75
Fregadero doméstico	2	38
Fregadero doméstico con triturador	3	38
Fregadero restaurant	3	38
Grupo de baño con excusado, lavabo y tina o regadera:		
excusado de tanque	6	
excusado con válvula	8	
Lavabo (desague pequeño)	1	32
Lavabo (desague grande)	2	38
Lavabo barbería	2	38
Lavabo cirugía	2	38
Lavabo colectivo, cada juego llaves	2	38
Lavabo dental	1	32
Lavadero	2	38
Lavadora trastos domestica	2	38
Mingitorio pedestal	8	75
Mingitorio pared	4	38
Mingitorio colectivo, cada 60 cm.	2	38
Regadera	2	50
Regadera grupo, cada cebolla	3	
Tina	2	38
Tina grande	3	50
Unidad dental	1	32
Vertedero cirugía	3	38
Vertedero servicio	3	75
Vertedero servicio trampa P	2	50
" cocina	4	38

EQUIVALENCIA EN UNIDADES MUEBLE DE LOS MUEBLES NO LISTADOS.

Dren o trampa del mueble	UM.
32 ó menor	1
38	2
50	3
64	4
75	5
100	6

Bibliografía

NATIONAL PLUMBING CODE HANDBOOK

Vicent. T. Manas.

FONTANERIA E INSTALACIONES SANITARIAS

Brigaux Garrigoll .

PLOMERIA

Harold E. Babbitt.

FONTANERIA Y SANEAMIENTO

Arq. Mariano R. Aviao.

NOTAS DEL CURSO DE INSTALACIONES SANITARIAS

Facultad de Ingeniería.

REGLAMENTO DE INGENIERIA SANITARIA

S.S.A.

INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS

Centro de educación continua.
Facultad de Ingeniería UNAM.

MANUAL HELVEX

Helvex: Ing. Sergio Zepeda C.

ASOCIACION NORTEAMERICANA DE PROTECCION CONTRA INCENDIO (NFPA).

ASOCIACION MEXICANA DE INSTITUCIONES DE SEGUROS (AMIS)

RAMO INCENDIO.