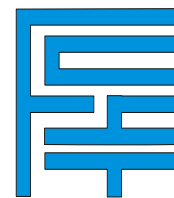


UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



**MATERIAL DE APOYO DIDACTICO DE ENSEÑANZAY
APRENDIZAJE EN LA ASINATURA “INSTALACIONES
DOMICILIARIAS Y CONSTRUCCION DE OBRAS SANITARIAS”**

Trabajo por Adscripción, Presentado Para Optar al Diploma
Académico de Licenciatura en Ingeniería civil.

Presentado por: ROBERTH ARIEL ALMARAZ TORRICO

WILSON CLAROS TAPIA

Tutor: M.sc. Ing. Armando Escalera Vásquez

COCHABAMBA – BOLIVIA

Noviembre, 2008

DEDICATORIA

Este proyecto esta dedicado a mis padres Renato Almaraz y Rossemary Torrico de Almaraz por haber confiado en mí y haberme sacado adelante, a mis hermanos Fabio y Andrés. A toda mi familia en especial a mi tía Rosalía Torrico y mi querida abuelita María Mendoza que me apoyaron durante mi vida Universitaria en las buenas y en las malas.

ROBERTH ARIEL ALMARAZ TORRICO

Este trabajo esta dedicado con todo respeto y amor a mis padres José Simón Claros y Teodosia Tapia de Claros. A mis hermanos Gonzalo y Giovanna por hacer de mí una persona de bien y apoyarme en todo.

WILSON CLAROS TAPIA

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos:

A Dios por mostrarnos la luz y guía espiritual para nuestro crecimiento tanto intelectual como moral.

A nuestros padres por el amor que nos brindaron sus desvelos, sus sacrificios, su amistad y compañerismo.

A nuestros hermanos y familiares en general por la ayuda que nos dieron.

Al Ing. Armando Escalera Vásquez por ayudarnos a que sea posible este Documento final.

Al Ing. Fernando Ledezma por toda su colaboración y tiempo para hacer mejor este trabajo.

Al Ing. Oscar Saca por todo el tiempo y comprensión brindada.

Al Ing. Yamir Villazon por toda su ayuda y su apoyo.

A todo el personal administrativo de la carrera de Ingeniería Civil.

A los docentes por sus consejos y enseñanzas, haciendo de nosotros personas de bien.

A la Universidad por abrirnos las puertas hasta la culminación de nuestros estudios.

Y a todos nuestros amigos que nos ayudaron y nos apoyaron durante nuestra vida universitaria.

¡Muchas Gracias!!

FICHA RESUMEN

El trabajo realizado comprende de un conjunto de instrumentos de modernización

Académica con la visión de mejorar el binomio Enseñanza – Aprendizaje de la asignatura de Instalaciones Domiciliarias y Construcción de Obras Sanitarias.

Estos instrumentos son el resultado de la investigación de una extensa bibliografía

y cumplen cabalmente con las exigencias de la materia referidas al plan global actualizado que se propuso.

El texto principal comprende de nueve capítulos a lo largo de los cuales, se enfatizo los conceptos más importantes y relevantes para el aprendizaje de la materia. Adicionalmente se presentaron ábacos, gráficas y tablas que facilitan la realización de los cálculos.

La metodología y los recursos utilizados para la realización de este trabajo consisten en investigar y agrupar la información existente, recopilación de información, recurriendo a la revisión de bibliografía referente a la asignatura, juntamente con una serie de artículos, monografías y otros obtenidos a través del Internet. Esta información fue ordenada y expresada en un lenguaje adecuado al nivel de formación del estudiante.

Capítulo I (Generalidades sobre las instalaciones Sanitarias Domiciliarias).- Proporciona conocimientos generales de las instalaciones domiciliarias como ser servicios hidrosanitarios para edificaciones, tipos de instalaciones hidrosanitarias, ubicación de los servicios, materiales ,sistema de distribución directo de agua potable, calculo de las redes de distribución ,servicio de agua caliente, redes y desagües de ventilación.

Capítulo II (Instalaciones Domiciliarias de agua Fría).- Contiene los principales conceptos relacionados como ser presión, velocidad, caudal, pérdida de presión, componentes de una instalación de agua fría, accesorios, dispositivos, dotación de agua, método de Roy Hunter, sistema de suministro de agua, planilla de calculo para ramales de agua potable.

Capítulo III (Instalaciones domiciliarias de agua caliente).- Contiene las finalidades que cumple el agua caliente dentro de un domicilio y los requerimientos que se deben tomar en cuenta dentro de la instalación domiciliar como ser:

Los sistemas de producción de agua caliente (ACS), regulación de la temperatura de agua caliente, calderas mixtas, bombas de calor, esquemas de distribución, componentes de la instalación, dimensionado y recomendaciones.

Capítulo IV (Desagües Sanitarios Domiciliarios).- Se expone la importancia y los diferentes tipos y construcciones que se deben de realizar como ser Sistema dinámico de evacuación, cámaras de inspección y piletas de patio, sistema de eliminación de aguas residuales, sifones, separadores, ventilación sanitaria, cámara séptica y otros.

Capítulo V (Desagües Pluviales Domiciliares).- Contiene los bajantes, el diseño para la eliminación de aguas residuales, pendientes, selección de diámetros, sistema de recolección y evacuación de aguas pluviales.

Capítulo VI (Instalaciones contra Incendios).- Contiene la transmisión de calor, evolución del fuego, la extinción y los agentes extintores, detecciones automáticas, extintores, bocas de incendio, medidas preventivas, señalización y evacuación, sistema de provisión de agua y calculo manual de tuberías.

Capítulo VII (Instalación de Gas).- Contiene el desarrollo de la formula del Dr. Pole para tuberías de gas (cobre),Consumo de los aparatos de gas, calculo del diámetro y caídas de presión, tubería de llenado y retorno de vapores.

Capítulo VIII (Sistema de suministro de agua con Tanque y Bomba Hidroneumático).- Contiene el caudal de bombeo ,determinación de las cargas, fricción de tuberías, altura dinámica de bombeo, dimensionado de un sistema de bombeo de aguas blancas, bombeo para sistemas contra incendios, bombeo para aguas residuales, potencia de las bombas.

Capítulo IX (Grupos de presión e instalación de Bombas Hidroneumáticas).-Contiene los grupos de presión, calculo del diámetro nominal, esquema de instalaciones, conducciones neumáticas.

INDICE GENERAL

CAPITULO I

GENERALIDADES SOBRE INSTALACIONES SANITARIAS DOMICILIARIAS

1.1 INTRODUCCION	1
1.2 OBJETIVOS	1
1.2.1 OBJETIVO GENERAL	1
1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	1
1.3 SERVICIOS HIDROSANITARIOS PARA EDIFICACIONES.....	2
1.4 TIPOS DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS.....	2
1.5 UBICACIÓN DE LOS SERVICIOS	3
1.6 CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS	4
1.6.1 TRAZADO DE REDES.....	4
1.6.2 GRAFICACIÓN DE LAS REDES DE AGUA Y DESAGÜE	5
1.6.3 DIBUJOS ISOMÉTRICOS	6
1.7 SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE.....	8
1.8 SERVICIO DE AGUA CALIENTE	9
1.9 REDES DE DESAGUE Y VENTILACION	9
1.10 PASOS PRACTICOS DE LAS INSTALACIONES	10
1.11 SIMBOLOGIA	12

CAPITULO II

INSTALACIONES DOMICILIARIAS DE AGUA FRIA

2.1 CONCEPTOS FUNDAMENTALES.....	15
2.1.1 PRESIÓN.....	15
2.1.2 CAUDAL	16
2.1.3 VELOCIDAD	16
2.1.4 RELACIÓN ENTRE CAUDAL, SECCIÓN Y VELOCIDAD	
ECUACIÓN DE LA CONTINUIDAD.....	16
2.1.5 CONSECUENCIAS DE LA ECUACIÓN DE LA CONTINUIDAD	17
2.1.6 PÉRDIDAS DE PRESIÓN.....	17
2.1.6.1 PÉRDIDAS DE PRESIÓN LINEALES O CONTINUAS.....	17
2.1.6.2 PÉRDIDAS DE PRESIÓN LOCALIZADAS.....	17
2.1.7 COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD.....	18
2.1.8 GRUPO DE PRESIÓN.....	18
2.1.9. TEOREMA DE BERNOUILLI	18
2.1.10 CÓMO ENMARCAR EL T. BERNOUILLI.....	20
2.2 CONDICIONES DEL ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN	22
2.3 DEPÓSITOS.....	22
2.3.1 TANQUES DE ALMACENAMIENTO	23
2.3.2 ASPECTOS SANITARIOS.....	25
2.3.2.1 TAPA SANITARIA.....	25
2.3.2.2 TUBO DE VENTILACIÓN	25
2.3.2.3 REBOSES DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO.....	25
2.4 DOTACIONES DE AGUA	27
2.5 METODOS DE CÁLCULO DE CONSUMO	33
2.5.1 METODO DE DOTACIONES (NORMA SANITARIA)	33
2.5.2 METODO DEL NÚMERO TOTAL DE PIEZAS SERVIDAS O	
METODO DE PEERLES.....	34
2.5.3 METODO DE CÁLCULO DE ROY B. HUNTER	34
2.5.3.1 UNIDAD DE GASTO.....	35
2.5.3.2 MÉTODO PARA EL CÁLCULO DE LAS UNIDADES DE GASTO.....	35
2.6 NUMERO REQUERIDO DE APARATOS SANITARIOS	40
2.7 PRESIONES DE TRABAJO DE LOS APARATOS SANITARIOS	47
2.8 SISTEMA DIRECTO DE SUMINISTRO DE AGUA.....	48
2.8.1 DEFINICION	48
2.8.2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE ESTE SISTEMA	48
2.8.3. FACTORES A TOMAR EN CUENTA PARA EL CÁLCULO DE UN	
SISTEMA DIRECTO DE SUMINISTRO DE AGUA.....	49
2.8.4 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO.....	50
2.8.5 DISEÑO INTERIOR DE LOS AMBIENTES	53
2.8.5.1 INSTRUCCIONES	53

8.5.2. CALCULO DENTRO DE UN BAÑO.....	53
2.9 SISTEMA INDIRECTO DE SUMINISTRO DE AGUA	54
2.9.1 DEFINICION	54
2.9.2 PARTES DE QUE CONSTA.....	54
2.9.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE ESTE SISTEMA	55
2.9.3.1 VENTAJAS	55
2.9.3.1 DESVENTAJAS.....	55
2.9.4 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN Y GENERALIDADES.....	55
2.9.4.1 ACOMETIDA.....	55
2.9.4.3 TUBO DE ALIMENTACION	56
2.9.4.4 MEDIDOR	57
2.9.4.5 TUBERIA DE ALIMENTACION MEDIDOR-TANQUE CISTERNA.....	58
2.9.4.5.1 ELEMENTOS A TOMAR EN CUENTA EN EL CÁLCULO DE ESTA TUBERÍA	58
2.10 PLANILLAS DE CÁLCULO PARA COLUMNAS DE PRINCIPALES DE AGUA POTABLE	59
2.11 PLANILLA DE CÁLCULO PARA RAMALES DE AGUA POTABLE	63
EJEMPLOS DE APLICACION	67

CAPITULO III

INSTALACIONES DOMICILIARIAS DE AGUA CALIENTE

3.1 GENERALIDADES	87
3.1.1 GENERALIDADES SOBRE EL AGUA CALIENTE SANITARIA	87
3.2 OBJETIVOS DE LAS INSTALACIONES DE ACS	88
3.3 SISTEMAS DE PRODUCCION DE ACS	88
3.3.1 CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN	88
3.3.2 CARACTERÍSTICAS	89
3.3.3 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN INDIVIDUAL	90
3.3.3.1 CALENTADOR INSTANTÁNEO DE GAS.....	90
3.3.3.2 CALENTADOR ACUMULADOR DE GAS.....	90
3.3.4 TERMO ACUMULADOR ELÉCTRICO	91
3.3.5 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN CENTRALIZADA	92
3.3.5.1 SISTEMA CENTRALIZADO INSTANTÁNEO	92
3.3.5.2 SISTEMA POR ACUMULACIÓN	93
3.3.6 SISTEMA MIXTO.....	94
3.4 LA REGULACIÓN DE TEMPERATURAS.....	94
3.4.1 REGULACIÓN DE TEMPERATURAS EN CIRCUITO PRIMARIO	94
3.4.2 REGULACIÓN DE TEMPERATURAS EN CIRCUITO SECUNDARIO.....	95
3.5 CALDERA MIXTA	95
3.6 BOMBA DE CALOR.....	97
3.7 ESQUEMAS DE DISTRIBUCION	98
3.8 COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN DE ACS	101
3.9 DIMENSIONADO.....	101
3.9.1 POTENCIA TÉRMICA.....	101
3.9.2 CANTIDAD DE CALOR	102
3.9.3 MEZCLA DE AGUA	102
3.9.4 VOLUMEN EQUIVALENTE	103
3.10 GUÍA PARA EL DIMENSIONADO	103
3.10.1 SISTEMAS PARA PRODUCCIÓN, ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA CALIENTE.....	104
3.11 RECOMENDACIONES PARA LA INSTALACION DE AGUA CALIENTE.....	110
3.12 PLANILLA DE CÁLCULO PARA COLUMNAS DE AGUA CALIENTE	112
EJEMPLO	115

CAPITULO IV

DESAGUES SANITARIOS DOMICILIARIOS

4.1 GENERALIDADES	120
4.1.1 DEFINICIÓN	120
4.2 SISTEMA DINAMICO Y ESTATICO DE EVACUACION DE AGUAS RESIDUALES	120
4.3 ELEMENTOS PRIMARIOS Y SECUNDARIOS	122
4.3.1 ELEMENTOS PRIMARIOS.....	123
4.3.2 ELEMENTOS SECUNDARIOS.....	124
4.4 CAMARAS DE INSPECCION PILETAS DE PATIO.....	124
4.5 LAS PRESIONES	125
4.6 DISEÑO DEL SISTEMA DE ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES INTERIOR	126
4.6.1 DIMENSIONAMIENTO	126
4.6.2 MATERIALES	127
4.6.3 TIPOS DE UNIÓN CON LAS TUBERÍAS A EMPLEARSE	127
4.6.4 JUNTAS EN ARTEFACTOS SANITARIOS	128
4.7 TRAMPAS O SIFONES	131
4.8 INTERCEPTORES Y SEPARADORES	132
4.9 DISEÑO DEL SISTEMA DE ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES EXTERIOR	133
4.10 VENTILACIÓN SANITARIA	133
4.11 CÁMARA SÉPTICA	140
4.11.1 GENERALIDADES	140
4.11.2 CARACTERÍSTICAS, TIPOS Y DISEÑO	140
4.11.2.1 UBICACIÓN	141
4.11.2.2 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	141
4.11.2.3 OSN EXIGE TUBERÍA DE VENTILACIÓN CON Ø = 0,100 m.	142
4.11.2.4. CAMPO DE APLICACIÓN.....	143
4.11.2.5 PROYECTO DE CÁMARA SÉPTICA.....	144
4.11.3 PERIODO DE LIMPIEZA	145
4.11.4 FUNCIONAMIENTO Y PROCESO	147
4.11.5 EFICIENCIA.....	148
4.11.6 MATENIMIENTO Y CUIDADOS	149
4.11.7 VIDA ÚTIL DE LA CS	149
4.11.8 EFLUENTE Y DEPOSICION FINA	150
4.11.8.1 GENERALIDADES	150
4.11.8.2 SISTEMAS DE DISPOSICIÓN PARA EFLUENTES.....	150
4.11.8.3 SISTEMA DE DISPOSICIÓN PARA EFLUENTES DE CÁMARA SÉPTICA POR INFILTRACIÓN.....	151
4.12 PLANILLAS DE CÁLCULO PARA BAJANTES DE PRINCIPALES DE AGUAS.....	154
4.13 PLANILLAS DE CÁLCULO PARA RAMALES DE AGUAS RESIDUALES	156
EJEMPLO	158

CAPITULO V

DESAGÜES PLUVIALES DOMICILIARES

5.1 CONSIDERACIONES	165
5.2 BAJANTES	165
5.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE ELIMINACIÓN DE AGUAS PLUVIALES	168
5.3.1 CÁLCULO DEL GASTO DE AGUAS PLUVIALES.....	168
5.3.2 DIMENSIONAMIENTO DE LAS BAJADAS DE AGUAS PLUVIALES	170
5.3.3 DISEÑO DE DRENAJES PLUVIALES HORIZONTALES	170
5.4 PENDIENTES	174
5.5 SELECCIÓN DE DIÁMETROS	177
EJEMPLOS.....	177

CAPITULO VI

INSTALACIONES CONTRA INCENDIOS

6.1 INTRODUCCIÓN	183
6.2 TRANSMICION DE CALOR.....	183
6.3 FASES DEL FUEGO	184
6.4 EVOLUCIÓN TÉCNICA	185
6.5. DESCRIPCIÓN	185
6.5.1 MEDIDAS DE PROTECCIÓN PASIVA.....	186
6.5.2 MEDIDAS DE PROTECCIÓN ACTIVA.....	186
6.5.3 TERMINOLOGÍA ESPECÍFICA	189
6.6 LA EXTINCION Y LOS AGENTES EXTINTORES.....	190
6.6.1 AGUA.....	191
6.6.2 ESPUMA.....	192
6.6.3 ANHÍDRIDO CARBÓNICO (CO2)	192
6.6.4 POLVO QUÍMICO SECO.....	193
6.7. INSTALACION DE DETECCIONES AUTOMATICA.....	193
6.7.1 CONPOCICION DE DETECTORES AUTOMÁTICOS.....	193
6.7.2 TIPOS DE DETECTORES.....	194
6.7.3 ELECCIÓN Y UBICACIÓN DE DETECTORES.....	194
6.8 EXTINTORES	195
6.8.1CARACTERÍSTICAS DE LOS EXTINTORES	195
6.8.2 CLASIFICACIÓN DE LOS AGENTES EXTINTORES	195
6.8.3 LOS EXTINTORES DEBERÁN LLEVAR LOS SIGUIENTES ELEMENTOS DE IDENTIFICACIÓN E INFORMACIÓN	196
6.9 BOCAS DE INCENDIO.....	197
6.9.1 MANGUERAS.....	197
6.9.2 LANZADERAS O LANZAS	197
6.10 MEDIDAS PREVENTIVAS, SEÑALIZACION Y VIAS DE EVACUACION	198
6.11 CRITERIOS TÉCNICOS Y PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN	200
6.12 EL SISTEMA DE PROVICION DE AGUA POTABLE	202
6.12.1 DIRECTO DE LA CONEXIÓN A LAS BOCAS DE INCENDIO	202
6.12.2 CONSTRUCCIÓN DE TANQUES DE RESERVA INDEPENDIENTE	203
6.12.3 UTILIZACIÓN DE TANQUE DE RESERVA DOMICILIARIA.....	203
6.13 CALCULO MANUAL DE TUBERIAS.....	204

CAPITULO VII

INSTALACIONES DE GAS

7.1 INTRODUCCION	209
7.2 DESARROLLO DE LA FÓRMULA DEL DR. POLE Y OBTENCIÓN DEL FACTOR “f” PARA TUBERÍAS DE COBRE	210
7.2.1 FACTOR “F”	212
7.3 CONSUMO DE LOS APARATOS SEGÚN SU TIPO EN GAS L. P.	214
7.4 CÁLCULO DE DIÁMETROS Y CAÍDAS DE PRESIÓN	214
7.4.1 CÁLCULO PARA TUBERÍAS DE COBRE EN INSTALACIONES DE GAS L. P.; EN BAJA PRESIÓN	214
7.5 TUBERÍA DE LLENADO Y RETORNO DE VAPORES	220
7.5.1 TENDIDO Y LOCALIZACIÓN	220
7.5.2 SE OMITIRÁN LAS TUBERÍAS DE LLENADO	221
7.5.3 LAS TUBERÍAS DE LLENADO DE LÍQUIDO	221
7.5.4 LAS TUBERÍAS DE LLENADO DEBERÁN OSTENTAR	222
7.5.5 LAS TUBERÍAS DE RETORNO DE VAPOR	222
7.6 DE LOS APARATOS DE CONSUMO.....	228
7.7 FACTORES DEL COSTO DE UNA INSTALACIÓN DE GAS.....	232
7.8 SIMBOLOGÍA PARA PLANOS DE INSTALACIONES DE GAS	233

CAPITULO VIII

SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA CON TANQUE HIDRONEUMATICO

8.1 DETERMINACION DE LOS CAUDALES DE BOMBEO	236
8.1.1 METODO DE DOTACIONES (NORMA SANITARIA	237
8.1.2 METODO DEL NÚMERO TOTAL DE PIEZAS SERVIDAS O METODO DE PEERLES	237
8.1.3 METODO DE HUNTER (NUMERO DE UNIDADES DE GASTOS).NORMA SANITARIA.....	238
8.2 DETERMINACION DE LAS CARGAS	238
8.2.1 ECUACION DE CONTINUIDAD	238
8.2.2 ECUACION GENERAL DE LA ENERGIA.....	239
8.2.3 TIPOS DE FLUJOS	240
8.3 FRICCION EN TUBERIAS.....	240
8.3.1 PERDIDAS DE PRESION EN VALVULAS Y CONEXIONES	241
8.3.2 PRESIONES RESIDUALES	242
8.4 CARGA O ALTURA DINAMICA TOTAL DE BOMBEO (A.D.T.)	242
8.4.1 CALCULO DE A.D.T.	242
8.5 DIMENSIONAMIENTO DE SISTEMAS DE BOMBEO DE AGUAS BLANCAS.....	244
8.5.1 SISTEMA DE BOMBEO DE TANQUE A TANQUE	244
8.5.2 SISTEMAS HIDRONEUMATICOS DE USO DOMESTICO	246
8.5.3 SISTEMA HIDRONEUMATICO INDUSTRIAL	246
8.5.4 SISTEMAS DE COMPRESION CONSTANTE	250
8.5.5 SISTEMA DE BOMBEO PACOMONITOR.....	255
8.5.6 SISTEMAS DE BOMBEO A PRESION CONSTANTE "PACOMONITOR" NO TRADICIONAL.....	255
8.6 DIMENCIONADO DE SISTEMA DE BOMBEO PARA SERVICIO CONTRA INCENDIO	257
8.6.1 SISTEMA FIJO DE EXTINCION CON AGUA POR MEDIO DE IMPULSION PROPIO	257
8.6.2 CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS	257
8.6.3 CAUDAL MINIMO DEL MEDIO DE IMPULSION.....	258
8.6.4 ALMACENAMIENTO DE AGUA	258
8.6.5 DETERMINACION DE LAS PÉRDIDAS, PRESION MINIMA REQUERIDA Y DIAMETROS DE LAS TUBERIAS DE SUCCION Y DESCARGA DE LAS BOMBAS	258
8.7 DIMENSIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE EVACUACION DE AGUAS	259
8.7.1 SISTE MDAE EVACUACION DE AGUAS SER VIDAS	259
8.7.2 DETERMINACION DEL CAUDAL DEL AFLUENTE Y ALTURA DINAMICA TOTAL DE BOMBEO.....	259
8.7.3 DIMENSIONAMIENTO DEL POZO DE RECOLECCION O POZO HUMEDO	260
8.7.4 POTENCIA DE LAS BOMBAS Y MOTORES	261
8.7.5 SISTEMAS DE EVACUACION DE AGUAS DE LLUVIA	261

CAPITULO IX

GRUPOS DE PRESION E INSTALACIONES DE BOMBAS HIDRONEUMATICAS

9.1 GRUPOS DE PRESIÓN	285
9.1.1 CÁLCULO DEL DEPÓSITO AUXILIAR DE ALIMENTACIÓN.....	285
9.1.2 CÁLCULO DE LAS BOMBAS	285
9.1.3 CÁLCULO DEL DEPÓSITO DE PRESIÓN.....	286
9.2 CÁLCULO DEL DIÁMETRO NOMINAL DEL REDUCTOR DE PRESIÓN.....	286
9.3 CONDUCCIONES HIDRONEUMATICAS	288
9.3.1 PERDIDA DE CARGA LINEAL	288
9.3.2 PERDIDA DE CARGA LOCALIZADA	288
9.3.3 COMPONENTES DEL SISTEMA HIDRONEUMATICO	289
9.3.4 CICLOS DE BOMBEO.....	290
9.3.5 PRESIONES DE OPERACION DEL SISTEMA HIDRONEUMATICO	290
9.3.6 DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE A PRESION	292
9.4 ESQUEMAS DE INSTALACIONES	293

CAPITULO X

MATERIALES Y ACCESORIOS PARA INSTALACIONES DE AGUA Y DESAGUE SANITARIO

10.1 GENERALIDADES	297
10.2 MATERIALES (SEGÚN EL REGLAMENTO DE INSTALACIONES BOLIVIANA, 1994)	297
10.3 COMPONENTES DE UNA INSTALACION DE AGUA FRIA	297
10.3.1 CONDUCCIONES	297
10.3.2 MATERIALES PARA AGUA POTABLE	298
10.3.3 MATERIALES A EMPLEAR (LOS MÁS ACONSEJABLES)	299
10.3.4 OTRAS RECOMENDACIONES PARA TUBERÍAS Y CONDUCTORES.....	299
10.4 LOS ACCESORIOS.....	300
10.4.1 DEFINICIÓN	300
10.4.2 CLASIFICACIÓN SEGÚN SU UNIÓN CON LA TUBERÍA.....	300
10.4.3 DEFINICIÓN GENERAL DE RACOR	300
10.4.4 DEFINICIÓN GENERAL DE JUNTA.....	300
10.5 LISTA DE ACCESORIOS.....	300
10.6 MATERIALES EN QUE SE FABRICAN LOS ACCESORIOS.....	303
10.7 VÁLVULAS	304
10.8 FLUXORES.....	304
10.9 MATERIALES Y ACCESORIOS PARA DESAGUE SANITARIO.....	305

INDICE DE FIGURAS

CAPITULO I

GENERALIDADES SOBRE INSTALACIONES SANITARIAS DOMICILIARIAS

FIGURA 1.1 DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN PLANTA.....	6
FIGURA 1.2 DIBUJO ISOMÉTRICO.....	7

CAPITULO II

INSTALACIONES DOMICILIARIAS DE AGUA FRIA

FIGURA 2.1 DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN VIVIENDAS.....	14
FIGURA 2.2 ECUACIÓN DE CONTINUIDAD.....	16
FIGURA 2.3 TEOREMA DE BERNOUILLI	19
FIGURA 2.4 EJEMPLO T. BERNOUILLI	21
FIGURA 2.5 TANQUE ELEVADO	26
FIGURA 2.6 TAPA SANITARIA	25
FIGURA 2.7 ARTEFACTOS SANITARIOS	35
FIGURA 2.8 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DIRECTA	48
FIGURA 2.9 FACTORES DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DIRECTA	49
FIGURA 2.10 ÁBACO DE PERDIDAS DE CARGA POR ACCESORIOS	52
FIGURA 2.11 ESQUEMA DE UN RAMAL Y SUBRAMALES	53
FIGURA 2.12 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN INDIRECTA	54
FIGURA 2.13 ESQUEMA DE UNA ACOMETIDA	56
FIGURA 2.14 EJEMPLO DISTRIBUCIÓN DIRECTA	67

CAPITULO III

INSTALACIONES DOMICILIARIAS DE AGUA CALIENTE

FIGURA 3.1 CALENTADOR INSTANTÁNEO DE GAS.....	90
FIGURA 3.2 CALENTADOR ACUMULADOR DE GAS FUENTE.....	91
FIGURA 3.3 TERMO ACUMULADOR ELÉCTRICO	91
FIGURA 3.4 SISTEMA CENTRALIZADO INSTANTÁNEO	92
FIGURA 3.5 INTERCAMBIADOR DE PLACAS	93
FIGURA 3.6 SISTEMA POR ACUMULACIÓN	93
FIGURA 3.7 SISTEMA MIXTO	94
FIGURA 3.8 REGULACIÓN DE TEMPERATURA CIRCUITO PRIMARIO	94
FIGURA 3.9 REGULACIÓN DE TEMPERATURA CIRCUITO SECUNDARIO	95
FIGURA 3.10 CALDERA SISTEMA INDIVIDUAL	95
FIGURA 3.11 ESQUEMA EXTERIOR DE CALDERA MIXTA INDIVIDUAL	96
FIGURA 3.12 CALDERA SISTEMA CENTRALIZADO	96
FIGURA 3.13 BOMBA DE CALOR	97
FIGURA 3.14 SUMINISTRO DE ACS MEDIANTE CALENTADORES INDIVIDUALES DE GAS	98
FIGURA 3.15 SUMINISTRO DE ACS MEDIANTE CALENTADORES CENTRALIZADOS DE GAS	99
FIGURA 3.16 ESQUEMA DE PRODUCCIÓN ACS GAS	100
FIGURA 3.17 EJEMPLO POTENCIA TÉRMICA	101

FIGURA 3.18 EJEMPLO CANTIDAD DE CALOR	102
FIGURA 3.19 MEZCLA DE AGUA	102
FIGURA 3.20 REGULACIÓN DE CIRCUITO PRIMARIO	108
FIGURA 3.21 REGULACIÓN DE CIRCUITO SECUNDARIO	108
FIGURA 3.22 SISTEMA MIXTO AGUA CALIENTE Y AGUA FRÍA	111
FIGURA 3.23 ESQUEMA DE INSTALACIÓN DE AGUA FRÍA Y CALIENTE	119

CAPITULO IV DESAGUES SANITARIOS DOMICILIARIOS

FIGURA 4.1 RED SANITARIA DE DESAGÜE	121
FIGURA 4.2 DETALLE EN PLANTA INSTALACIÓN SANITARIA	122
FIGURA 4.3 EJEMPLO DE CONEXIÓN A APARATOS SANITARIOS	123
FIGURA 4.4 PILETA DE PATIO Y CONEXIONES	125
FIGURA 4.5 CODO 45°	130
FIGURA 4.6 ESQUEMA SIFÓN	131
FIGURA 4.7 ESQUEMA INSTALACIÓN DE SIFÓN	132
FIGURA 4.8 ESQUEMA DE VENTILACIÓN	134
FIGURA 4.9 DIBUJO DE VENTILACIÓN DE VARIOS APARATOS SANITARIOS	135
FIGURA 4.10 ESQUEMA DESAGÜE DOMICILIAR	153

CAPITULO V DESAGÜES PLUVIALES DOMICILIARES

FIGURA 5.1 ESQUEMA DE DESAGÜE PLUVIAL	165
FIGURA 5.2 TIPOS DE CANALONES	166
FIGURA 5.3 COMPORTAMIENTO DEL AGUA AL INGRESAR A LA BAJANTE	167
FIGURA 5.4 ESQUEMA DE DESAGÜE PLUVIAL HORIZONTAL	171
FIGURA 5.5 DETALLE DE UNIÓN CANALÓN - BAJANTE	173
FIGURA 5.6 DETALLES CONSTRUCTIVOS	174
FIG. 5.7 FORMAS DE CONFIGURACIÓN DE LOS TECHOS EN FUNCIÓN DE LA PENDIENTE	176

CAPITULO VI INSTALACIONES CONTRA INCENDIOS

FIGURA 6.1 BOCAS DE INCENDIO	188
FIGURA 6.2 ROCIADORES	188
FIGURA 6.3 INSTALACIÓN DE MANGUERAS CON EQUIPO DE BOMBEO	191
FIGURA 6.4 RED	197
FIGURA 6.5 GRÁFICA PARA DETERMINAR LA DENSIDAD DE IRRIGACIÓN	198
FIGURA 6.6 GRÁFICA PARA DETERMINAR LA DENSIDAD DE IRRIGACIÓN	206

CAPITULO VII

INSTALACIONES DE GAS

FIGURA 7.1 PLANOS DEL EJEMPLO DE CÁLCULO DE INSTALACIÓN DE GAS A BAJA PRESIÓN	219
FIGURA 7.2. LÍNEA DE LLENADO PARA TANQUE ESTACIONARIO DE GAS	223

CAPITULO VIII

SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA CON TANQUE HIDRONEUMATICO

FIGURA 8.1 CONDUCTO DEL FLUJO	262
FIGURA 8.2 PLANO HORIZONTAL DE REFERENCIA	262
FIGURA 8.3 SUCCION NEGATIVA.....	263
FIGURA 8.4 SUCCION POSITIVA	263
FIGURA 8.5 NIVEL DE SUCCION CASO 1	264
FIGURA 8.6 CASO 2	264
FIGURA 8.7 CASO 3	265
FIGURA 8.8 BOMBEO DE TANQUE A TANQUE.....	266
FIGURA 8.9 HIDRONEUMATICO PARA CASAS.....	267
FIGURA 8.10 ESQUEMA DE UN HIDRONEUMATICO	268
FIGURA 8.11 LA VALVULA SENSORA	269
FIGURA 8.12 VALVULA PACOMOTOR.....	269
FIGURA 8.13 VALVULA SENSORA.....	270
FIGURA 8.14 SENSOR PACOMOTOR.....	270
FIGURA 8.15 SISTEMA DE PRESION CONSTANTE CON TANQUE DE COMPENSACIÓN	271
FIGURA 8.16 SISTEMA DE PRESION CONSTANTE CON TANQUE DE COMPENSACIÓN ELEVADO.....	272
FIGURA 8.17 POZO PARA AGUAS NEGRAS.....	273
FIGURA 8.18 ESTACION DE BOMBEO PARA AGUAS NEGRAS	274
FIGURA 8.19 TABLA PARA LA DETERMINACIÓN DE CAUDALES.....	275
FIGURA 8.20 CONEXIONES DIVERSAS	276
FIGURA 8.21 ENTRADAS DE ARISTAS VIP	276
FIGURA 8.22 CONEXIONES DIVERSAS	277
FIGURA 8.23 REDUCCION E INCREMENTOS.....	277
FIGURA 8.24 CONEXIONES DIVERSAS	278
FIGURA 8.25 REDUCCION EN DIÁMETROS A TUBERÍAS	278
FIGURA 8.26 COMPORTAMIENTO TIPO DE UN SISTEMA TANKLES	279
FIGURA 8.27 RAMALES Y CONEXIONES PARA BOCAS DE AGUA CASE I	280
FIGURA 8.28 RAMALES Y CONEXIONES PARA BOCAS DE AGUA CASE II	280
FIGURA 8.29 GABINETE PARA SISTEMA FIJO DE EXTINCION CON AGUA CLASEI	281
FIGURA 8.30 CLASE IIA	282
FIGURA 8.31 CLASE II.B	283
FIGURA 8.32 SISTEMA DE PRESION CONSTANTE CON TANQUE DE COMPENSACIÓN	284

CAPITULO IX

GRUPOS DE PRESION E INSTALACIONES DE BOMBAS HIDRONEUMATICAS

FIGURA 9.1 TANQUE DE PRESION	285
FIGURA 9.2 TANQUE DE PRESION CON FLOTADOR	287
FIGURA 9.3 INSTALACIÓN DE FONTANERÍA (AGUA FRÍA) CON CALENTADOR DIVISIONARIO POR PLANTA.....	293
FIGURA 9.4 INSTALACIÓN DE FONTANERÍA (AGUA FRÍA) CON CALENTADOR DIVISIONARIO POR PLANTA.....	294
FIGURA 9.5 INSTALACIÓN DE FONTANERÍA (AGUA FRÍA) CON BATERÍA DE CONTADORES CENTRALIZADOS EN PLANTA BAJA.....	295
FIGURA 9.6 INSTALACIÓN DE FONTANERÍA (AGUA FRÍA) CON BATERÍA DE CONTADORES CENTRALIZADOS EN PLANTA BAJA.....	296

CAPITULO X

MATERIALES Y ACCESORIOS PARA INSTALACIONES DE AGUA Y DESAGUE SANITARIO

FIGURA 10.1 UNIÓN DE TUBERÍAS DE BRONCE.....	299
FIGURA 10.2 TIPOS DE JUNTAS.....	300
FIGURA 10.3 TIPOS DE CODOS A) DE 45° RADIO NORMAL	301
FIGURA 10.4 TIPOS DE MANGUITOS	301
FIGURA 10.5 TIPOS DE TAPONES.....	301
FIGURA 10.6 FORMAS DE UNIONES T CON BOCINA Y ESPIGA A) SIMPLE	302
FIGURA 10.7 TIPOS DE SOPORTES O ABRAZADERAS	302
FIGURA 10.8 VÁLVULAS.....	303
FIG.10.9 UNIONES DE TUBOS DE PVC	305

INDICE DE TABLAS

CAPITULO I

GENERALIDADES SOBRE INSTALACIONES SANITARIAS DOMICILIARIAS

TABLA 1.1 SIMBOLOGÍA DE AGUA POTABLE	12
TABLA 1.2 SIMBOLOGÍA DE ALCANTARILLADO.....	12
TABLA 1.2 SIMBOLOGÍA PARA PLANOS	13

CAPITULO II

INSTALACIONES DOMICILIARIAS DE AGUA FRIA

TABLA 2.1 DIAMETROS DE TUBOS DE REBOSE	26
TABLA 2.2 DOTACIONES PARA RESIDENCIAL UNIFAMILIAR	27
TABLA 2.3 DOTACION EDIFICIOS MULTIFAMILIARES.....	28
TABLA 2.4 DOTACIONES PARA HOTELES, MOTELES, RESIDENCIAS.....	28
TABLA 2.5 DOTACIONES PARA RESTAURANTES	29
TABLA 2.6 DOTACION PARA LOCALES EDUCACIONALES.....	29
TABLA 2.7 DOTACIONES PARA LOCALES DE ESPECTACULOS O CENTROS DE REUNION.....	29
TABLA 2.8 DOTACION PARA PISCINAS Y NATATORIOS.....	30
TABLA 2.9 DOTACION PARA PLANTAS LECHERAS	31
TABLA 2.10 DOTACION PARA ESTACIONAMIENTOS, PARQUEOS	31
TABLA 2.11 DOTACION PARA ESTABLOS DE ANIMALES.....	32
TABLA 2.12 DOTACION PARA MATADEROS PUBLICOS Y PRIVADOS.....	32
TABLA 2.13 BARES, CAFETERIAS Y SIMILARES.....	32
TABLA 2.14 DOTACION PARA HOSPITALES, CLINICAS Y SIMILARES	33
TABLA 2.15 DOTACION PARA TINTORERIAS, LAVANDERIAS Y SIMILARES.....	33
TABLA 2.16 GASTOS PROBABLES PARA APLICACIÓN DEL MÉTODO DE HUNTER	36
TABLA 2.17 UNIDADES DE GASTO PARA EL CALCULO DE LAS TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN DOMICILIARIA (ARTEFACTOS DE USO PRIVADO)	38
TABLA 2.18 UNIDADES DE GASTOS PARA EL CALCULO DE LAS TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN LOS EDIFICIOS (ARTEFACTOS DE USO PÚBLICO	39
TABLA 2.19 COMPARACION ARTEFACTOS TIPO CONVENCIONAL Y DE BAJO CONSUMO	40
TABLA 2.20 APARATOS SANITARIOS EN FUNCION DEL Nº DE PERSONAS.....	41
TABLA 2.21 CUARTO DE ASEO PARA HOMBRES	42
TABLA 2.22 CUARTO DE ASEO PARA MUJERES.....	42
TABLA 2.23 CUARTO DE ASEO PARA HOMBRES EN FUNCION DEL Nº DE OBREROS	42
TABLA 2.24 CUARTO DE ASEO PARA MUJERES EN FUNCION DEL Nº DE OBRERAS	42
TABLA 2.25 NUMERO DE APARATOS SANITARIOS PARA LOCALES.....	43
TABLA 2.26 NUMERO DE APARATOS SANITARIOS PARA ESCUELAS	43
TABLA 2.27 RESIDENCIAS PARA ESTUDIANTES Y SIMILARES.....	44
TABLA 2.28 CINES, TEATROS, AUDITORIOS, BIBLIOTECAS Y SITIOS DE REUNION	45
TABLA 2.29 INSTALACIONES DE SERVICIO PARA VEHÍCULOS AUTOMOTORES.....	45
TABLA 2.30 NÚMERO DE ARTEFACTOS NECESARIOS EN LAS INSTALACIONES SANITARIAS	

EN RELACIÓN CON EL NÚMERO DE PERSONAS QUE SIRVEN	46
TABLA 2.31 FACTOR DE OCUPACIÓN DE INMUEBLES PARA CALCULAR SU CAPACIDAD.....	47
TABLA 2.32 FACTORES PARA PERDIDAS DE CARGA POR ACCESORIOS	51

CAPITULO III

INSTALACIONES DOMICILIARIAS DE AGUA CALIENTE

TABLA 3.1 CLASIFICACION DE SISTEMAS DE AGUA CALIENTE	89
TABLA 3.2 ESTIMACIÓN DE CONSUMO	105
TABLA 3.3 CAPACIDAD DEL EQUIPO DE PRODUCCION	106
TABLA 3.4 CONSUMO DE AGUA CALIENTE DE ARTEFACTOS SANITARIOS EN LITROS POR HORA, SEGÚN EL TIPO DE EDIFICIO	107
TABLA 3.5 CALCULO DE RED DE RETORNO.....	109

CAPITULO IV

DESAGUES SANITARIOS DOMICILIARIOS

TABLA 4.1 UNIDADES DE DESCARGA DE ARTEFACTOS SANITARIO	126
TABLA 4.2 UNIDADES DE DESCARGA PARA ARTEFACTOS NO ESPECIFICADOS	126
TABLA 4.3 NÚMERO MÁXIMO DE UNIDADES DE DESCARGA QUE PUEDE SER CONECTADO A LOS CONDUCTOS HORIZONTALES DE DESAGÜE Y A LAS BAJANTES	129
TABLA 4.4 DISTANCIA MAXIMA ENTRE SELLOS DE AGUA	135
TABLA 4.5 LONGITUDES MAXIMAS DEL TUBO EN FUNCION DE LAS UNIDADES DE DESCARGA VENTILADAS	136
TABLA 4.6 DIÁMETRO DE LOS TUBOS DE VENTILACIÓN EN CIRCUITO Y DE LOS RAMALES TERMINALES DE TUBOS DE VENTILACIÓN	137
TABLA 4.7 EFLUENTES DE CÁMARAS SÉPTICAS DOMICILIARIAS.....	151
TABLA 4.8 AREAS DE ABSORCION DE ZANJAS	152

CAPITULO V

DESAGÜES PLUVIALES DOMICILIARES

TABLA 5.1 COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO	169
TABLA 5.2 BAJANTES DE AGUAS PLUVIALES	170
TABLA 5.3 CONDUCTOS HORIZONTALES PARA AGUA DE LLUVIA	172
TABLA 5.4 CANALETAS SEMICIRCULARES	175
TABLA 5.5 CANALETAS DE SECCIÓN RECTANGULAR	175

CAPITULO VI
INSTALACIONES CONTRA INCENDIOS

CAPITULO VII
INSTALACIONES DE GAS

TABLA 7.1 FACTORES “f” PARA TUBERÍAS DE COBRE TIPO “L” RÍGIDO213

TABLA 7.2 CONSUMOS TÍPICOS PARA EL CALCULO DE DIÁMETROS216

TABLA 7.3 CAÍDAS DE PRESIÓN PARA TUBERÍA DE COBRE DE TEMPLE RÍGIDO “L” (CR-L)
Y TEMPLE FLEXIBLE (CF)224

TABLA 7.4 FACTORES DE TUBERÍAS = F225

TABLA 7.5 TABLAS PARA EL CÁLCULO DE CAÍDA DE PRESIÓN EN TUBERÍAS QUE
CONDUCE GAS L. P226

TABLA 7.6 CONSUMO DE PROPANO EN ESPREAS229

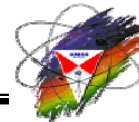
TABLA 7.7 SIMBOLOGÍA PARA PLANOS DE INSTALACIONES DE GAS233

CAPITULO VIII
SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA CON TANQUE HIDRONEUMATICO

CAPITULO IX
DIMENSIONADO DE LAS INSTALACIONES

TABLA 9.1 DIÁMETROS NOMINAL.....288

CAPITULO X
**MATERIALES Y ACCESORIOS PARA INSTALACIONES DE AGUA Y DESAGUE
SANITARIO**



CAPITULO I

GENERALIDADES SOBRE INSTALACIONES SANITARIAS DOMICILIARIAS

1.1 INTRODUCCION

En la construcción de las edificaciones, uno de los aspectos más importantes es el diseño de la red de instalaciones sanitarias, debido a que debe satisfacer las necesidades básicas del ser humano, como son el agua potable para la preparación de alimentos, el aseo personal y la limpieza del hogar, eliminando desechos orgánicos, etc.

Las instalaciones sanitarias estudiadas en este caso, son del tipo domiciliario, donde se consideran los aparatos sanitarios de uso privado y publico. Estas instalaciones básicamente deben cumplir con las exigencias de habitabilidad, funcionabilidad, durabilidad y economía en toda la vivienda.

El diseño de la red sanitaria, que comprende el cálculo de la pérdida de carga disponible, la pérdida de carga por tramos considerando los accesorios, el cálculo de las presiones de salida, tiene como requisitos: conocer la presión de la red pública, la presión mínima de salida, las velocidades máximas permisibles por cada tubería y las diferencias de altura, entre otros. Conociendo estos datos se logrará un correcto dimensionamiento de las tuberías y accesorios de la vivienda.

El trabajo se basa en el método más utilizado para el cálculo de las redes de distribución interior de agua, que es el denominado Método de los gastos probables, creado por Roy B. Hunter, que consiste en asegurar a cada aparato sanitario un número de unidades de gasto determinadas experimentalmente.

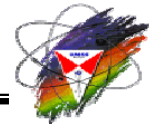
1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

- Suministrar agua con caudal y presión necesaria a todos los ambientes de la vivienda y eliminar las aguas residuales de forma eficiente y segura. Debiendo cubrir los requerimientos básicos de consumo e higiene de las personas.

1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✚ Determinación de los caudales y presiones y por consiguiente el calculo del diámetro de la tubería.



- ✚ Brindar y garantizar el servicio constante de suministro de agua en todos los aparatos sanitarios y cumplir con las presiones mínimas en estos según norma.
- ✚ proteger el suministro de agua de tal forma que el agua no se contamine con las aguas servidas.
- ✚ Calculo de los desagües tanto sanitario como pluvial del edificio y eliminar estos hacia las redes públicas o sistemas de tratamiento.
- ✚ Brindar seguridad a los ocupantes del edificio calculando un sistema de prevención en el caso de incendios.
- ✚ elección de un sistema de distribución de agua y evacuación de aguas residuales más óptima para la edificación de acuerdo a sus características.

1.3 SERVICIOS HIDROSANITARIOS PARA EDIFICACIONES

Es el conjunto de tuberías, equipos y accesorios que se encuentran dentro del límite de propiedad de la edificación y que son destinados a suministrar agua libre de contaminación y a eliminar el agua servida.

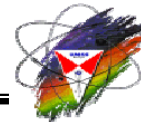
Estos servicios se encuentran dentro del límite de propiedad de los edificios, tomando como punto de referencia la conexión domiciliaria.

Sus objetivos son:

- Dotar de agua en cantidad y calidad suficiente para abastecer a todos los servicios sanitarios dentro de LA EDIFICACION.
- Evitar que el agua usada se mezcle con el agua que ingresa a la edificación por el peligro de la contaminación.
- Eliminar en forma rápida y segura las aguas servidas; evitando que las aguas que salen del edificio reingresen a el y controlando el ingreso de insectos y roedores en la red.

1.4 TIPOS DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS

Las instalaciones hidrosanitarias de una edificación comprenden en general los siguientes tipos de sistemas:



- Distribución de agua fría
- Distribución de agua caliente
- Distribución de agua contra incendios
- Distribución de agua para recreación
- Redes de desagüe y ventilación
- Colección y eliminación de agua de lluvia
- Distribución de agua para instalaciones industriales (vapor, etc.)

1.5 UBICACIÓN DE LOS SERVICIOS

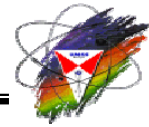
La ubicación de los servicios en la edificación debe siempre permitir la mínima longitud posible de tuberías desde cada salida hasta las conexiones domiciliarias, siendo además deseable que su recorrido no cruce los ambientes principales (sala, comedor, hall). Las menores distancias incidirán en la presión del sistema, disminuyendo las pérdidas de carga y facilitando el usar diámetros más pequeños, con la consiguiente reducción de costos.

Es recomendable concentrar en lo posible los servicios sanitarios, puesto que además de simplificar el diseño de las instalaciones y facilitar su montaje, se posibilita reunir en una sola área, casi siempre la de servicio, los trabajos de mantenimiento y reparación o reposición de elementos.

Las áreas de los espacios destinados a servicios sanitarios se definen en función a la cantidad de usuarios y al espacio mínimo indispensable para la circulación de las personas en relación con el uso de los aparatos. Estas áreas por la calidad de los acabados que deben presentar para garantizar una fácil limpieza de las mismas (mayólica, loseta, etc.) Son las más costosas de la edificación. La cantidad y tipo de aparatos sanitarios a instalarse están normados por el Reglamento Nacional instalaciones sanitarias domiciliarias.

En relación a la ubicación de los aparatos sanitarios en el interior de los ambientes, deben considerarse además de las exigencias de orden arquitectónico, las siguientes condiciones:

El inodoro debe ser colocado siempre lo más cerca posible del ducto de tuberías o del muro principal del baño, facilitando su directa conexión con el colector vertical que se halla en su interior, y a través de este con el colector principal de desagües o con la caja



de registros mas próxima; de modo que se emplee el recorrido mas corto, se eviten accesorios, se facilite la descarga y se logre el menor costo.

El lavatorio debe quedar próximo a una ventana (si la hay) para recibir luz natural; es necesario prolongar la tubería de descarga para lograr una buena ventilación de las tuberías por tratarse del aparato de descarga mas alta. Además debe permitir empotrar botiquines con espejos en el muro donde se encuentre instalado, exactamente en la parte superior.

El alféizar de la ventana bajo la cual se instala un lavadero debe estar como mínimo 1.20 m sobre el nivel de piso terminado, salvo el caso en que la gritería no sea instalada en el muro sino sobre el mueble donde se halla empotrado el lavadero. La ventilación en el baño debe ser natural y por diferencia de temperaturas; es importante garantizar una permanente circulación de aire.

En cuanto a al ubicación de las instalaciones con la relación a la estructura, por lo general suele preferirse el empotramiento en muros y losas. Si bien las instalaciones eléctricas por sus reducidos diámetros pueden ubicarse en los alvéolos de la albañilería o en las losas; no ocurre lo mismo en las instalaciones sanitarias por sus diámetros relativamente mayores y porque requieren de periódico control y registro.

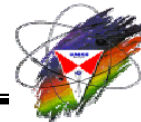
Las instalaciones sanitarias deben ubicarse de tal manera que no comprometan los elementos estructurales. Lo recomendable es utilizar ductos para los tramos verticales y colocar los tramos horizontales en falsos contrapisos u ocultos en falso cielo raso.

1.6 CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS

1.6.1 TRAZADO DE REDES

Consiste en delinear el recorrido de las tuberías desde la conexión domiciliaria hasta cada uno de los ambientes que contienen servicios sanitarios. Para ello se debe considerar:

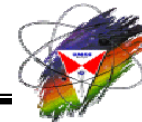
1. Los tramos horizontales pueden ir por los muros o contrapisos de acuerdo a que los aparatos sanitarios descarguen por el muro o por el piso respectivamente.
2. Al ir por los muros se hace economía en el recorrido de tuberías y accesorios, pero se tiene la desventaja que hay que picar las paredes y efectuar pases en los vanos de las puertas y pasadizos.



3. El ir por el piso resulta ventajoso cuando se debe efectuar una reparación, pues es más económica y fácil cambiar las losetas del piso que las mayólicas de las paredes.
4. Los tramos verticales deber ir preferentemente en ductos, con una separación mínima de 0.15 m de las tuberías de agua caliente y de 0.20 m de las montantes de aguas negras y de lluvia (distancia medida entre sus generatrices mas próximas).
5. En lo posible debe evitarse cruzar elementos estructurales.
6. Debe procurarse formar circuitos porque así se obtiene una mejor distribución de la presión y se pueden ubicar adecuadamente las válvulas de interrupción que permitan efectuar reparaciones sin paralizar todo el servicio.
7. Al ingreso del predio es necesario colocar una válvula de interrupción después del medidor.
8. Las tuberías de aducción e impulsión deben llevar una válvula de retención.
9. En los tramos horizontales las tuberías de agua fría deben instalarse siempre debajo de las de agua caliente y encima de las de desagüe, a una distancia no menor de 0.10 m entre sus superficies externas.
10. Al ingreso de cada ambiente debe instalarse en lo posible una válvula.
11. Al delinearse las redes de desagüe exteriores en el primer piso de debe tener presente que las cajas de registro estén ubicadas en forma tal que puedan ser revisadas cómodamente, sin causar molestias ni dañar la estética.

1.6.2 GRAFICACIÓN DE LAS REDES DE AGUA Y DESAGÜE

La graficación de redes se efectúa sobre un plano de planta a escala 1/50, donde se hará resaltar las redes de agua y desagüe, quedando en segundo plano la distribución arquitectónica; generalmente en este plano se obvian muchos detalles que aparecen en los planos arquitectónicos (puertas, mobiliario, etc.). El tamaño de la lámina depende del proyecto arquitectónico.



Las redes de agua se grafican de menor grosor que las de desagüe (generalmente a la mitad del grosor). Para el dibujo de cisternas y tanques elevados (cortes) se emplean escalas de 1/20 ó 1/25.

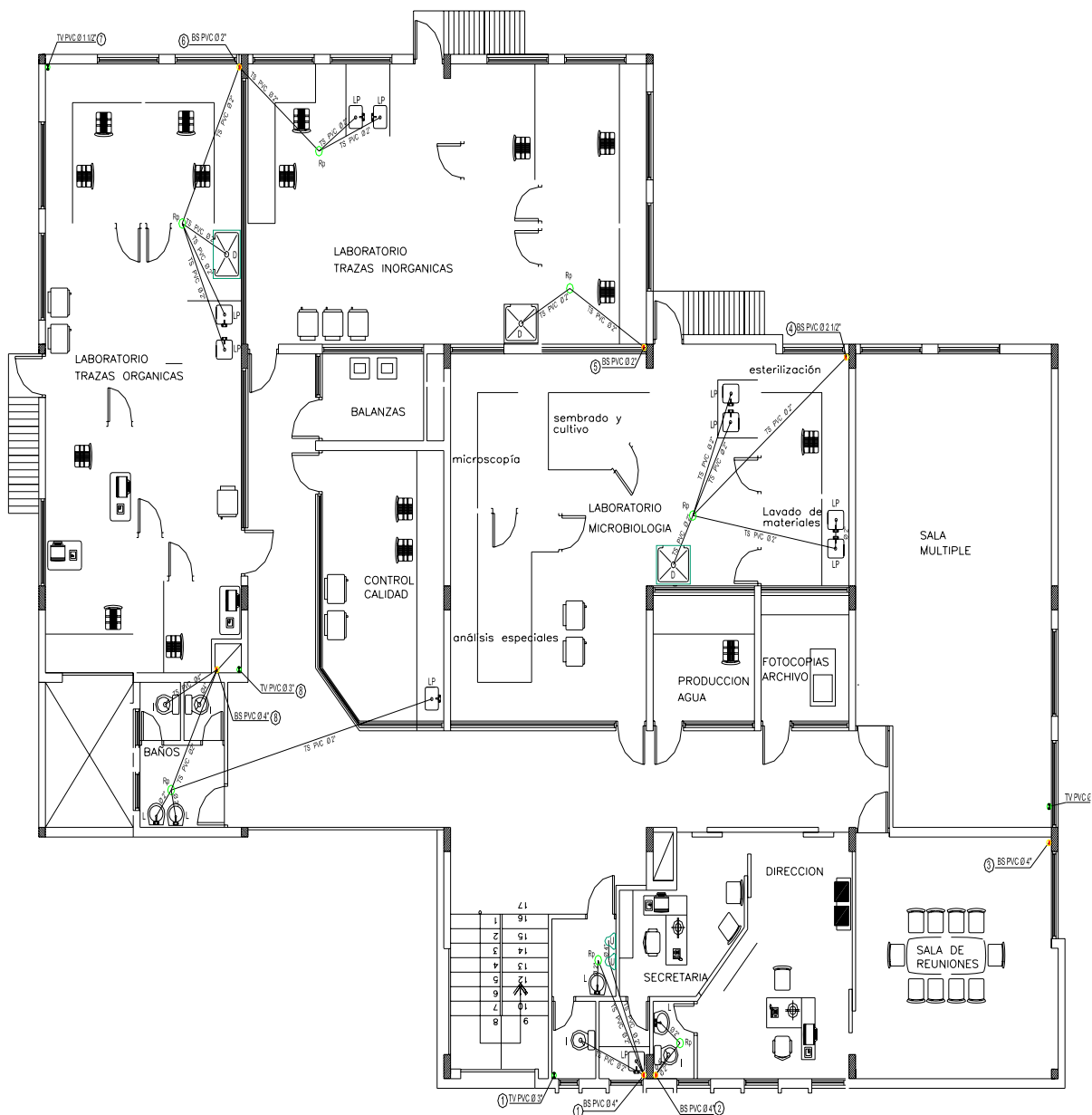
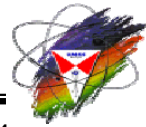


Fig.1.1 distribución de agua en planta fuente: dibujo propio

1.6.3 DIBUJOS ISOMÉTRICOS

Una vez graficada la red de agua y desagüe se procede a dibujar su isometría (ángulo de 30°); a veces se Sugiere dibujarlo a escala de 1/50.



Según el artículo 1.1.1 del reglamento nacional de instalaciones, 1994

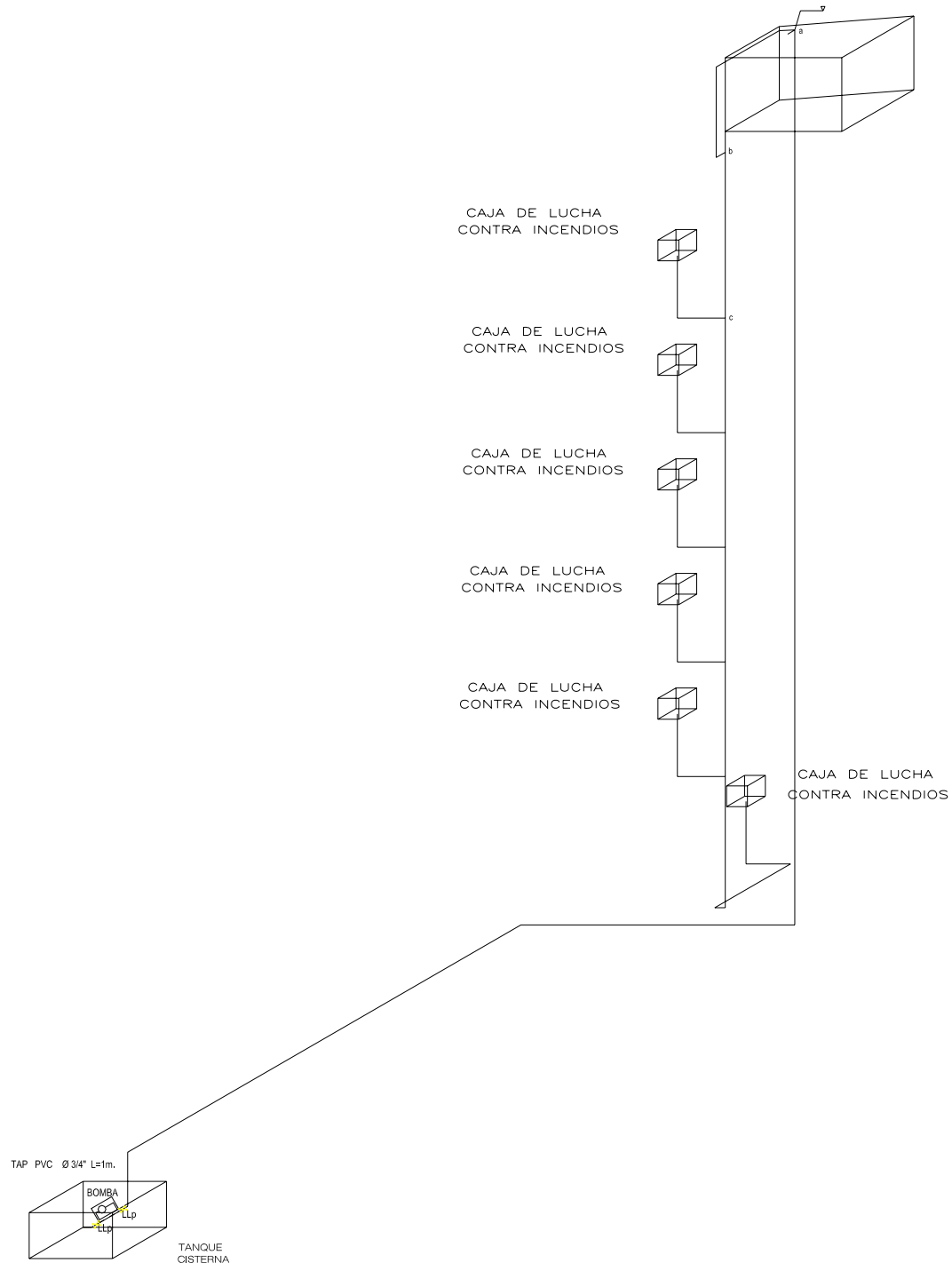
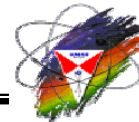


Fig.1.2 dibujo isométrico fuente: elaboración propia

En los planos de planta se mostraran claramente los diámetros de los conductos no especificados en el inciso anterior.

En la vista isométrica se deberá indicar los artefactos servidos, empleando las siguientes abreviaturas.



ABREVIATURAS

B.	Tina de baño
Bh.	Tina de hidromasaje
I.	Inodoro de tanque
Ia.	Inodoro de tanque alto
If.	Inodoro con válvula semiautomática de limpieza
Ip.	Inodoro con válvula de presión.
Bt.	Bidet
Du.	Ducha
L.	Lavamanos
U.	Urinario
Uf.	Urinario con válvula semiautomática de descarga
Lp.	Lavaplatos
Lv.	Lavandería
Lve.	Lavadora eléctrica
Gr.	Grifo
Cal.	Calefón
Bb.	Bebedero
De.	Desgrasador
Rp.	Rejilla de piso
Rg.	Registro de limpieza
Su.	Sumidero de agua de lluvia

Si existiera artefactos poco usuales, como en el caso de clínicas, hospitales, lavanderías automáticas, hoteles o instalaciones industriales, se deberá especificar las abreviaturas empleadas en cada caso.

1.7 SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE

Existen dos sistemas que se indican a continuación



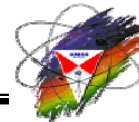
SISTEMA DIRECTO



SISTEMA INDIRECTO

ELEMENTOS DEL SISTEMA

- Conexión domiciliaria
- Medidor tuberías de alimentación
- Ramales de distribución
- Sub-ramales



1.8 SERVICIO DE AGUA CALIENTE

Los sistemas de abastecimiento de agua caliente están constituidos por un calentador con o sin tanque acumulador, una canalización que transporta el agua hasta la toma mas alejada y a continuación una canalización de retorno que devuelve al calentado el agua no utilizada (esta tubería no es requerida en pequeñas instalaciones).

De esta manera se mantiene una circulación constante y el agua caliente sale enseguida por el artefacto, sin necesidad de dar primero salida al agua enfriada que habría permanecido en la conducción si no existiera el escape del conducto de retorno.

Los tubos de cobre son los mas aconsejables en las instalaciones de agua caliente, aunque los mas usados son los de plástico CPVC.

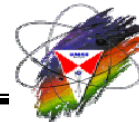
1.9 REDES DE DESAGUE Y VENTILACION

El sistema integral de desagüe deberá ser diseñado y construido en forma tal que las aguas servidas sean evacuadas rápidamente desde todo aparato sanitario, sumidero u otro punto de colección hasta el lugar de descarga, con velocidades que permitan el arrastre de las materias en suspensión, evitando obstrucciones y depósitos de materiales fácilmente putrescibles.

El sistema deberá prever diferentes puntos de ventilación, distribuidos de tal forma que impidan la formación de vacíos o alzas de presión que pudieran hacer descargar las trampas o introducir malos olores a la edificación.

Las edificaciones situadas donde exista un colector público de desagüe, deberán tener Obligatoriamente conectadas sus instalaciones domiciliarias de desagüe a dicho colector. Esta conexión de desagüe a la red pública se realiza mediante caja de albañilería o buzón de dimensiones y de profundidad apropiada.

El diámetro del colector principal de desagüe de una edificación debe calcularse para las condiciones de máxima descarga.



1.10 PASOS PRACTICOS DE LAS INSTALACIONES

En este capítulo detallaremos la instalación de un sistema de agua caliente partiendo de un vehículo que ya dispone de una red de agua fría sencilla que suministra agua al fregadero y al grifo del lavabo mediante una bomba sumergible (una situación bastante común).

La nueva red de agua caliente/fría debe alimentar el fregadero de la cocina y un flexo de ducha situado en el aseo. Asumiremos que el vehículo dispone de los depósitos de agua limpia y residual apropiados para la nueva instalación, así como del circuito de gas butano o propano. Las conexiones de gas serán realizadas y certificada la instalación por un técnico competente autorizado.

Paso 1. Los nuevos accesorios.

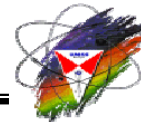
Será necesario adquirir los siguientes elementos: calentador de agua, bomba de agua automática, vaso de expansión, válvula anti-retorno grifería mezcladora destinada al fregadero, grifería mezcladora con flexo de ducha para el aseo. Además adquiriremos la tubería de agua (por ejemplo flexible apantallada con refuerzo), codos, racores de conexión de tuberías y las bridas de sujección y abrazaderas necesarias.

Paso 2. Instalación de la bomba de agua.

Se sustituirá la antigua bomba sumergible por la nueva bomba automática. Esta se ubicará preferentemente junto al depósito de agua limpia, en algún lugar donde sea relativamente fácil su acceso para su mantenimiento. A la hora de elegir su emplazamiento debe tenerse en cuenta que las bombas a presión producen un cierto nivel de ruido y vibraciones. Seguidamente se realizará la conexión eléctrica a la batería del vehículo u otra fuente de 12 v. cc. Conviene proteger el aparato con el correspondiente fusible con el amperaje recomendado por el fabricante.

Paso 3. Instalación del calentador.

Elegiremos una ubicación a nivel de suelo y junto a un lateral o pared, que permita acceder con cierta facilidad al aparato con vistas a las futuras revisiones de mantenimiento (un arcón suele ser el lugar más apropiado). El aparato viene generalmente acompañado de todos los elementos necesarios para su instalación, incluyendo una plantilla que facilita su ubicación y la realización de los huecos de aireación pertinentes. Se fijará al suelo mediante los tornillos provistos a una distancia de



la pared determinada por la plantilla. A continuación se practicarán los huecos de entrada de aire, salida de gases y rebosadero, que dependiendo del modelo de calentador pueden estar situados en suelo o pared o en ambos. Los huecos se cubren mediante las rejillas protectoras exteriores. Los agujeros de los tornillos se protegerán con masilla en lugar de silicona, para poder retirarlos con facilidad en su caso. Por último, algunos calentadores necesitan alimentación a 12 v. necesaria para el funcionamiento del encendido electrónico y el termostato. Esta conexión se protegerá igualmente mediante fusible.

Paso 4. Instalación de grifería.

La nueva grifería, tanto del fregadero como aseo y ducha, se instalará sin dificultad en los huecos de los antiguos aparatos, previamente retirados. En algunos casos será necesario ampliar algunos de estos huecos mediante una lima de sección redonda, o bien practicar algún nuevo hueco.

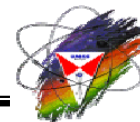
Paso 5. Tendido de tuberías de agua.

Mediante tubería flexible apantallada de PVC, conectaremos los siguientes elementos (fijados mediante abrazaderas regulables):

- depósito a válvula anti-retorno.
- válvula anti-retorno a bomba de agua.
- bomba de agua a vaso de expansión.
- vaso de expansión a "T" de distribución y a las salidas de agua fría, incluso a entrada de calentador.
- salida de calentador a "T" de distribución y a las salidas de agua caliente.
- Las tuberías se fijarán donde sea posible a paredes y suelo mediante bridas con tornillo.

Paso 6. Instalación del gas.

Como comentábamos anteriormente, recomendamos que esta parte de la instalación sea realizada por un técnico autorizado de gas, que a su vez emitirá el correspondiente certificado o boletín de instalación. Este documento es preceptivo para solicitar a Butano las botellas de gas.



Paso 7. Pruebas de funcionamiento

Realizaremos las siguientes comprobaciones:

- Posibles filtraciones y pérdidas en el circuito de agua fría y en el de agua caliente, así como en grifos y flexos de ducha.
- Correcto funcionamiento del calentador de agua: encendido, apagado.
- Correcto arranque de la bomba de agua mediante encendido y apagado de grifos.
- Temperatura de salida de agua caliente. Con el mando del calentador se variará alternativamente la temperatura del termostato.
- Además el técnico de gas comprobará la inexistencia de filtraciones en las conducciones y conexiones del circuito de gas, y el correcto funcionamiento del calentador.

1.11 SIMBOLOGIA

TABLA 1.1 Simbología de agua potable

AGUA POTABLE	SIMBOLOS
Grifo de riego	
Válvula de paso	
Válvula de retención	
Válvula reguladora de presión	
Válvula de flotador	
Válvula vacuorreguladora	
Medidor de agua	
Bomba	
Niple	
Tee	
Cruz	
Codo 90°	
Codo 45°	
Reducción excéntrica	
Reducción concéntrica	
Unión universal	
Tapón hembra	
Tapón ciego	

Fuente: reglamento de I.S.D. 1994

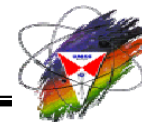


TABLA 1.2 Simbología de alcantarillado

ALCANTARILLADO	SIMBOLOS
Dirección de la pendiente	
Terminación de ventilación	
"Y" Sanitaria	
"Y" Sanitaria doble	
Ramal "Y" simple	
Ramal "Y" doble	
Rejilla de piso	
Sumidero de agua pluvial	
Caja interceptora	
Cámara de registro	
Cámara de inspección	

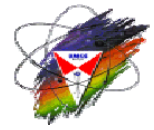
Fuente: reglamento de I.S.D. 1994

TABLA 1.2 Simbología para planos
Símbolos vigentes en la elaboración de Planos Sanitarios

Tubería de Agua Potable	
Tubería de Agua Caliente	
Alcantarillado que recibe materias fecales y aguas servidas	
Alcantarillado de aguas pluviales	
Tubería de Ventilación	
Alcantarillado sanitario hormigonado	
Alcantarillado pluvial hormigonado	

Fuente: REGLAMENTO NACIONAL DE I.S.D., 1994

Fuente: reglamento de I.S.D. 1994



CAPITULO II

INSTALACIONES DOMICILIARIAS DE AGUA FRIA

Las instalaciones de agua en las viviendas y edificios son imprescindibles para el consumo e higiene de todas las personas. El agua potable fría se suministra con presión disponible de la red a todos los artefactos sanitarios de acuerdo a los gastos requeridos por estos. Y de ser insuficiente tal presión se deberá instalar una cisterna y equipo de bombeo. Además de un tanque elevado para lo cual deberemos previamente determinar el volumen de agua necesaria para el consumo en la vivienda y por ende el diámetro de la conexión.

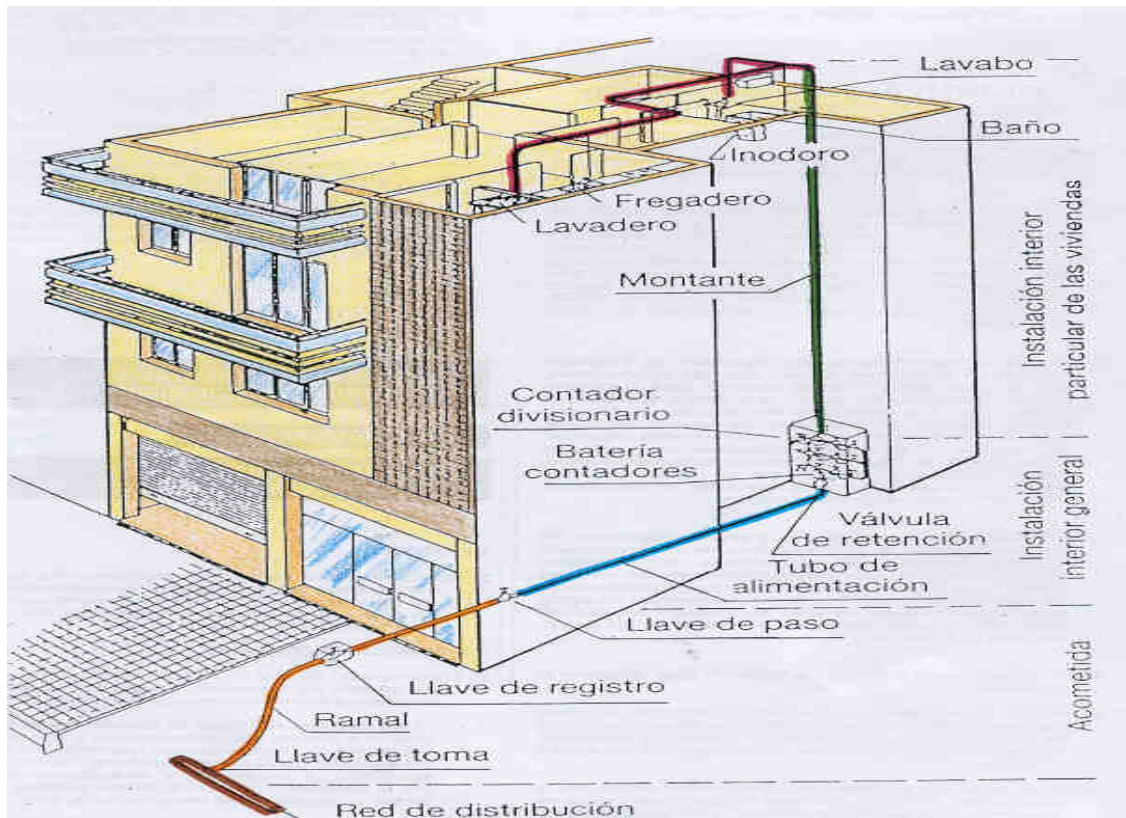
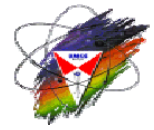


Fig.2.1 distribución de agua en viviendas

fuente: wikipedia.com archivo PDF dimensionado y calculo

Algunas puntos importantes que indica el reglamento nacional de instalaciones, 1994

La ejecución de la conexión domiciliaria será realizada por la Entidad Competente. La conservación de la instalación sanitaria interna a partir del medidor o del dispositivo regulador del consumo, corresponde al usuario de la misma.



Toda instalación sanitaria domiciliaria estará provista de un medidor o dispositivo regulador de consumo de agua, cuyo manejo estará a cargo de la Entidad Competente. El sistema de alimentación y distribución de agua, estará dotado de llaves de paso en los siguientes puntos como mínimo.

- a) Una al ingreso del inmueble
- b) Una para cada sección independiente en edificios de unidades de vivienda.
- c) En edificios de oficinas públicas, privadas, comerciales e industriales, una para cada unidad.
- d) Una en cada ambiente sanitario (baño, cocina, lavandería, etc.) sea privado, colectivo o público.
- e) Como caso especial el inodoro.

No se permitirá la conexión directa de bombas u otros dispositivos mecánicos de elevación a la red pública.

2.1 CONCEPTOS FUNDAMENTALES

- Presión / Caudal / Velocidad
- Ecuación de la Continuidad
- Pérdidas de Presión (continuas / aisladas)
- Teorema de Bernouilli
- Coeficiente de Simultaneidad

2.1.1 PRESIÓN

Es la cantidad de Fuerza ejercida por unidad de Superficie, se mide con manómetros y se expresa en kg/cm².

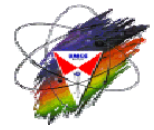
En un depósito de líquido se afirma que: $P = H \cdot S \cdot \rho$

H = Altura del agua

S = Superficie

ρ = peso específico del líquido (agua dulce=1000 kg/m³)

$$P = H \cdot S \cdot \rho = F / S$$



Relación entre las Unidades de Presión:

$$1 \text{ kg/cm}^2 = 1 \text{ kp/cm}^2 = 10^4 \text{ kp/m}^2 = 1 \text{ bar} =$$

$$1 \text{ at} = 10 \text{ mca} = 10^4 \text{ mmca} = 760 \text{ mmHg}$$

$$10^3 \text{ Hpa} = 10^5 \text{ Pa} = 10^5 \text{ Nw/m}^2$$

2.1.2 CAUDAL

Volumen de líquido que atraviesa una sección cualquiera medido en la unidad de tiempo.

$$Q = \text{Its/sg} \quad \text{ó en} \quad \text{Its/h} \quad \text{ó en} \quad \text{m}^3/\text{sg} \quad \text{ó en} \quad \text{m}^3/\text{h}$$

El caudal necesario depende del consumo previsto.

2.1.3 VELOCIDAD

Los valores límites estarán comprendidos entre 0'5 m/sg y 2 m/sg.

Si la velocidad baja del mínimo se comienzan a decantar impurezas sobre las tuberías; y si supera el margen superior hará ruido en su recorrido.

Intervalos de velocidad idóneos en viviendas

- Interiores de vivienda $0.5 \text{ m/s} < v < 1 \text{ m/s}$
- Montantes individuales $0.5 \text{ m/s} < v < 1.5 \text{ m/s}$
- Montantes generales $v = 1 \text{ m/s}$
- Acometidas (sótanos, calderas) $v = 2 \text{ m/s}$

2.1.4 RELACIÓN ENTRE CAUDAL, SECCIÓN Y VELOCIDAD ECUACIÓN DE LA CONTINUIDAD

“El caudal que atraviesa cualquier sección es constante”.

$$\gamma_1 \cdot A_1 \cdot v_1 = \gamma_2 \cdot A_2 \cdot v_2 = \text{Constante}$$

γ = peso específico del agua

Luego $A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 = Q$ (caudal)

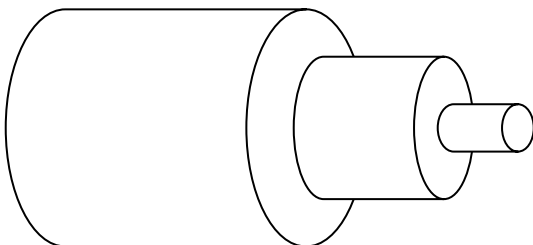
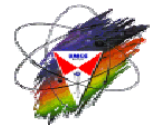


Fig.2.2 ecuación de continuidad

fuente: elaboración propia



2.1.5 CONSECUENCIAS DE LA ECUACIÓN DE LA CONTINUIDAD

- La Velocidad de una partícula de fluido al pasar por un punto es invariable.
- Las líneas de corriente son paralelas a las paredes del conducto.
- La velocidad en el punto medio de la sección es la velocidad media de la vena líquida.

Q =Caudal

V =Volumen

A =Sección

$$Q = \frac{A \times L}{T} = \frac{V}{T}$$

2.1.6 PÉRDIDAS DE PRESIÓN

Al aumentar la velocidad se produce mayor rozamiento y por tanto mayor pérdida de presión.

- ✚ Cuando se dimensionan las instalaciones en base a la Norma no se tienen en cuenta las pérdidas de presión
- ✚ Existe otro sistema de dimensionado, calculando las pérdidas de presión, tanto lineales ó continuas como aisladas.

2.1.6.1 PÉRDIDAS DE PRESIÓN LINEALES O CONTINUAS

Debidas al rozamiento del líquido con la tubería. Es función de la sección, rugosidad y velocidad. Se obtiene mediante ábacos o tablas y se calculan las pérdidas en mca/m (se denomina j), posteriormente se multiplica por la longitud del tramo en m obteniéndose R que son las pérdidas lineales del tramo en cuestión medidas en mca (metros columna de agua).

2.1.6.2 PÉRDIDAS DE PRESIÓN AISLADAS

Se producen en los puntos singulares con accesorios. Dependen estas pérdidas del tipo de accesorio y su ubicación, de la velocidad y de la sección. Se pueden calcular según la siguiente fórmula:

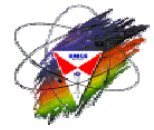
$$\lambda = \frac{k \times v^2}{2g}$$

Siendo k= una constante del aparato

V= la velocidad

g = 9.81 m/s²

y el resultado en mca.



2.1.7 COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD

Solo se aplica en cálculos por pérdida de presión. Es un coeficiente que sirve para adecuar el caudal y no sobredimensionar la sección de la tubería. Depende del uso que vaya a tener el edificio, ya que hace falta intuir el consumo simultáneo.

Dependiendo del tipo de edificio existen cuadros que introduciendo el dato de tipo de vivienda, luego **numero de grifos**, se extrae un coeficiente en %. Para una sección de un número de hasta 18 grifos se puede aplicar:

Siendo **n**= el N° de artefactos sanitarios.

$$K_1 = \frac{1}{\sqrt{n-1}}$$

Entre viviendas también existe otro coeficiente de simultaneidad:

$$K_2 = \frac{1}{19 + N}$$

2.1.8 GRUPO DE PRESIÓN

Se compone de un depósito regulador, una o dos bombas de presión y un depósito de presión.

Posibilidades:

- Presión Suficiente / Caudal Suficiente y Regular (Nada especial)
- Presión Insuficiente / Caudal Suficiente y Regular (Dep° Reg. + Grupo de Presión)
- Presión Excesiva / Caudal Suficiente y Regular (Válvula Reductora de Presión)
- Presión Suficiente / Caudal Insuficiente e Irregular (Depósito de Acumulación).

2.1.9. TEOREMA DE BERNOUILLI

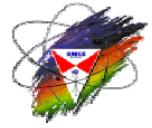
<<Todo fluido en movimiento tiene una Energía Total que es la suma de la Energía de Presión más la Energía Cinética más la Energía Potencial, y además dicha Energía Total es constante>>

Energía de Presión o de Carga: Es la de cualquier punto de un líquido en equilibrio.

$E = P \cdot V$

P: Presión del líquido

V: Volumen del líquido



Energía Cinética: Es la de cualquier partícula en movimiento.

$$E = \frac{1}{2} m v^2$$

m: Masa de la partícula
v: Velocidad

Energía Potencial: Es la que necesita cualquier unidad de masa para elevarse sobre un plano de referencia, hasta su posición real.

$E = m g h$

m: Masa de la partícula
g: 9.81 m/s²
h: Altura.

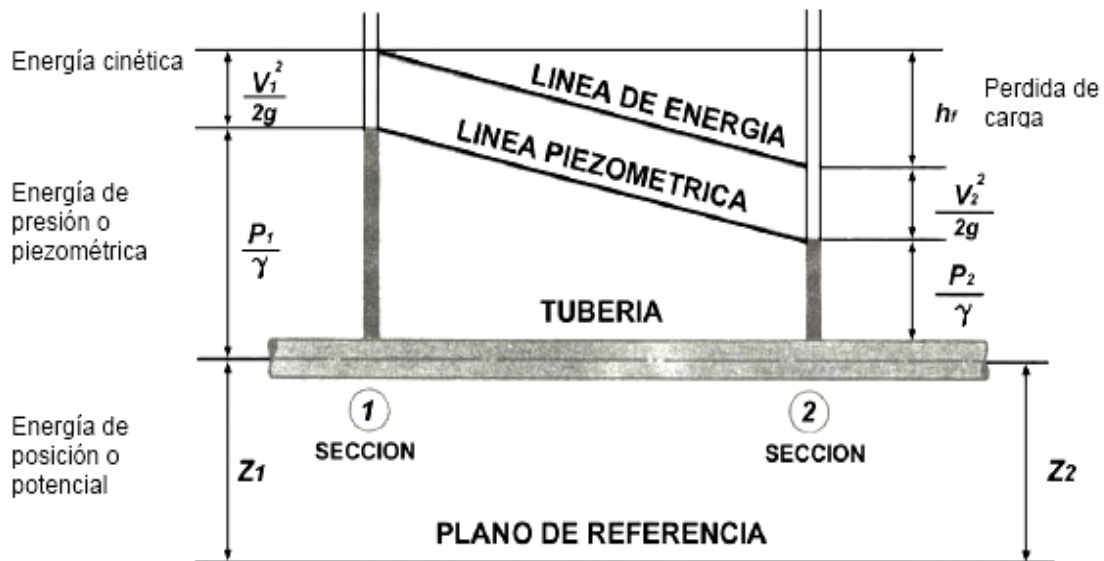


Fig.2.3 teorema de bernouilli fuente: texto sanitaria I

z_1 y z_2 son las **Alturas Geométricas** de los puntos 1 y 2 con motivo de la presión del fluido, el líquido subirá una altura en los vasos comunicantes.

P_1/λ y P_2/λ son las **Altura Piezométricas** medidas entre los puntos y la superficie a donde sube el líquido.

$H_p = P / \lambda$

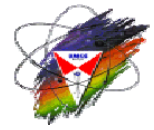
donde P es presión y γ es Peso específico.

H_{c1} y H_{c2}

son las **Alturas Cinéticas** según lo siguiente:

$H_c = v^2 / 2g$

v: velocidad; g = 9.81 m/s²



Altura Total (Ht) es la suma de las tres alturas conocidas. Se demuestra aplicando el T. Bernouilli que afirma: $E_1 = E_2$ por tanto

$P_1 \cdot V + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_1^2 + m \cdot g \cdot h_1 = P_2 \cdot V + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_2^2 + m \cdot g \cdot h_2$, considerando iguales los volúmenes y masas de la misma cantidad de líquido, se extrae que: $Peso = m \cdot g = V \cdot \gamma$, ahora dividiendo la igualdad por el peso quedaría:

$$\frac{P_1 V}{V \gamma} + \frac{\frac{1}{2} m v_1^2}{m g} + \frac{m g h_1}{m g} = \frac{P_2 V}{V \gamma} + \frac{\frac{1}{2} m v_2^2}{m g} + \frac{m g h_2}{m g}$$

Quedando que :

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + h_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + h_2$$

a su vez queda:

$$H_{p1} + H_{c1} + h_1 = H_{p2} + H_{c2} + h_2 = \text{Constante}$$

Esta fórmula es válida para líquidos perfectos, se puede escribir como:

Caso agua
$$(P_1 - P_2) + \frac{v_1^2 - v_2^2}{2g} + (h_1 - h_2) = 0$$

Para el cálculo ajustado por pérdidas de presión se define el **T. Bernouilli en líquidos reales** como:

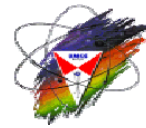
$$(P_1 - P_2) + \frac{v_1^2 - v_2^2}{2g} + (h_1 - h_2) = R + \sum Y$$

<<Las resistencias que se oponen al líquido son equilibradas en cada tramo por la diferencia de energías entre extremos de dicho tramo.>>

2.1.10 CÓMO ENMARCAR EL T. BERNOUILLI

Por ejemplo pasos a realizar:

- Analizar el recorrido más desfavorable ¿último grifo?
- Calcular $R + \sum \gamma$
- ¿Condiciones de Q y P_0 en acometida?
- Que llegue P residual al último grifo con 10 mca como mínimo.



- Despreciar la $\frac{v_1^2 - v_2^2}{2g}$ por ser muy pequeña energía
- $P_0 - P_{\text{residual}} - h_2 = R + \sum \gamma$ y como plano de referencia utilizaré el plano de ubicación de la Llave de Toma,, luego $h_1 = 0$, a h_2 le llamo H (altura del último grifo)(el más alto y más lejano).
- $P_0 = P_{\text{residual}} + H + R + \sum \gamma$
- Si no cumplo que $P_{\text{residual}} \simeq 10$ mca como mínimo, debo introducir un grupo de presión.

Desarrollo de un ejercicio:

Trabajando en líquidos perfectos, conociendo los datos:

$$H_A = 1 \text{ m}$$

$$\rho = 1 \text{ kg/cm}^3$$

$$h = 0.75 \text{ m}$$

$$A_1 = 0.50 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = 1 \text{ mm}^2$$

$$A_3 = 0.75 \text{ mm}^2$$

Calcular en 1,2,3 las presiones en Pa y velocidades.

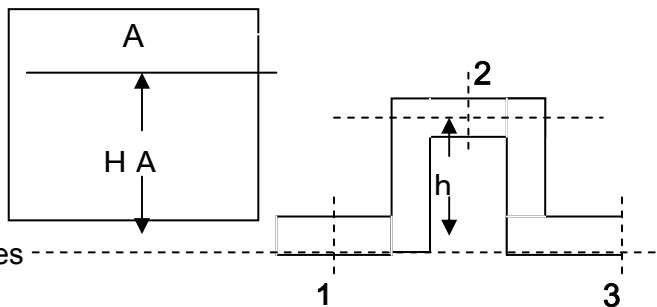


Fig.2.4 ejemplo T. bernouilli fuente: elaboración propia

Solución: La $P_A = P_3$ pues en ambos puntos no influye otra presión que no sea la atmosférica: $1.033 \text{ kp/cm}^2 = 103300 \text{ Pa}$

En A la velocidad es cero, luego por Bernoulli:

$$P_A/\gamma + 0 + H_A = P_3/\gamma + v_3^2/2g + 0 \text{ por tanto } v_3 = \sqrt{19.62} =$$

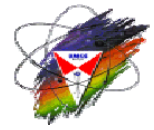
$$v_3 = 4.43 \text{ m/s}$$

Por Teorema de la continuidad quedaría que: $v_3 A_3 = v_1 A_1 \Rightarrow$

$$v_1 = \frac{4.43 \times 0.75}{0.50} = v_1 = 6.65 \text{ m/s}$$

$$v_2 = \frac{4.43 \times 0.75}{1} = v_2 = 3.32 \text{ m/s}$$

Como $P = mg = V \cdot \gamma = V \cdot \rho \cdot g$ luego $\gamma = \rho \cdot g$



Considerando que $\lambda = g \rho = 9.81 \cdot 1000 = 9810$

Aplicando Bernoulli entre A y 1 quedaría:

$$\frac{P_A - P_1}{9810} + \frac{v_A^2 - v_1^2}{2g} + 1 = 0$$

$$P_1 = 91036.0 \text{ Pa}$$

Aplicando Bernoulli entre A y 2 quedaría:

$$\frac{P_A - P_2}{9810} + \frac{v_A^2 - v_2^2}{2g} + 0.25 = 0$$

$$P_2 = 100258.2 \text{ Pa}$$

2.2 CONDICIONES DEL ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN

- **Hidráulicas:** Presión suficiente en todos los puntos de consumo. En el más desfavorable 10 mca. Conocimiento del caudal y presión en acometida.
- **Higiénicas:** Evitar que los materiales contaminen el agua, sobre todo en depósitos. Evitar retornos de agua usada a la red. Evitar contactos con la red de desagüe propia. Atención a la corrosión. Atención a las Ordenanzas Locales.
- **Económicas:** Menor número de tuberías. Trazados económicos. Contadores divisionarios.

2.3 DEPÓSITOS

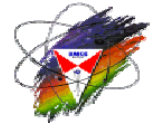
Según el artículo del reglamento nacional de instalaciones, 1994

Cuando el abastecimiento público de agua no garantice servicio continuo, el sistema de distribución del edificio podrá abastecerse desde:

- a) Uno o varios tanques elevados.
- b) Uno o varios tanques cisternas y equipo de bombeo con uno o varios tanques elevados.
- c) Uno o varios tanques inferiores y sistemas de bombeo de presión constante.
- d) Uno o varios tanques inferiores, equipos hidroneumáticos o sistema de presurización.

Recipientes destinados a albergar cierto volumen de agua. Los hay de diversos tipos:

- **De Almacenamiento:** Para cuando existan problemas por suministro irregular o caudal insuficiente en periodos punta. Calculando datos tabulados de consumos medios diarios por tipo de edificio. En zona rural se podría almacenar para 24-48 h (por suministro insuficiente) y en zona urbana para periodos punta de 2-3 h.



- **De Regulación:** Para “romper la presión de red” cuando es escasa para alimentar grifos situados a gran altura aun con caudal suficiente. Su capacidad la impone la Compañía de Aguas. Para grandes capacidades se construyen en hormigón armado, por ejemplo para urbanizaciones, pueblos); para menos de 5000 litros se fabrican de chapa de acero galvanizada, de fibrocemento o poliéster. Los grandes se colocan o enterrados o en exteriores y los pequeños en planta baja o sótano. Estos pequeños dispondrán de tapa, su acometida será por válvula flotador y dispondrán de rebosadero y desagüe. Además dispondrá de desagüe el cuarto donde esté instalado. Deben cumplir las normas de continencia de líquidos, en cuanto a sabor, olor y color del agua.

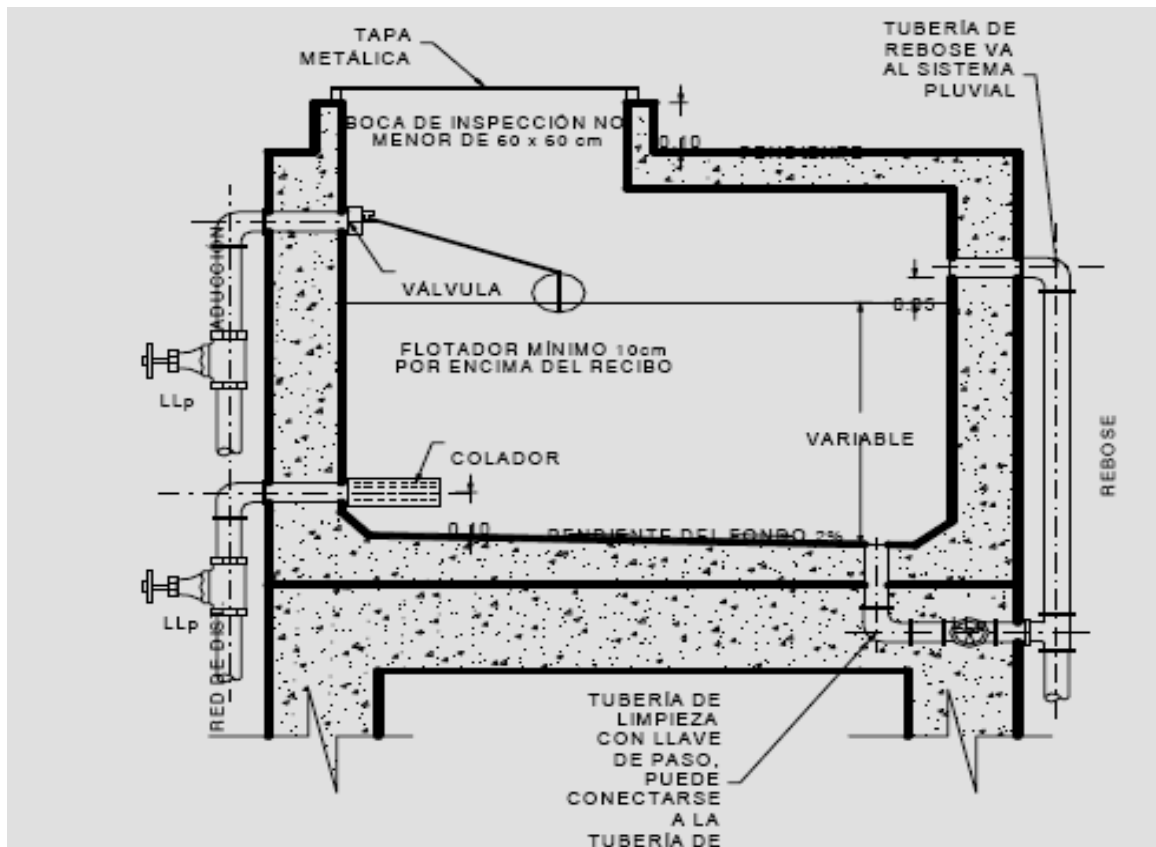
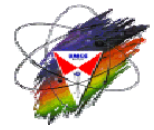


Figura 2.5 tanque elevado Fuente: reglamento I.S.D. 1994

2.3.1 TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Toda edificación ubicada en sitio donde el abastecimiento de agua pública no sea continuo o carezca de presión suficiente, deberá estar provista de uno o varios tanques de almacenamiento, que permitan el suministro de agua en forma adecuada a todos los



artefactos sanitarios o instalaciones previstas.

Tales tanques podrán instalarse en la parte baja (cisterna) en pisos intermedios o en la parte alta del edificio (elevados), siempre que cumplan con lo estipulado en el numeral 4.6.1. Cuando el sistema se diseñe solo con tanque cisterna, su capacidad será por lo menos igual al consumo diario, con un mínimo absoluto de 1.000 litros.

Cuando fuera necesario emplear una combinación de cisternas, bombas de elevación y tanque elevado, la capacidad de la primera no será menor de las $\frac{2}{3}$ del consumo diario y la del segundo no menor de $\frac{1}{3}$ de dicho consumo, con un mínimo de 1.000 litros. El volumen máximo admisible de almacenamiento no deberá ser mayor a dos veces el consumo diario.

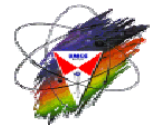
Los tanques de almacenamiento deberán ser contruidos de material resistente e impermeable y estarán dotados de los dispositivos necesarios para su correcta operación, mantenimiento y limpieza.

La distancia vertical entre el techo del tanque y el eje del tubo de entrada del agua, dependerá del diámetro de este y de los dispositivos de control, no pudiendo ser menor de 20 cm. La distancia vertical entre las Generatrices más próximas del tubo "de entrada y del rebosadero en ningún caso será menor de 10 cm.

La estructura del tanque cisterna, deberá ser independiente y en lo posible alegarse de muros perimetrales. Ninguna cisterna podrá instalarse en lugares sujetos a inundación, filtración de aguas de lluvia o servicios aún cuando tal hecho pudiera ocurrir sólo eventualmente.

Si por circunstancias especiales, el cisterna tuviera que ser contruido en sitios susceptibles de infiltración, o por debajo del nivel freático, se deberá prever un sistema adecuado de drenaje a fin de evacuar convenientemente dichas aguas.

Los tanques de almacenamiento se construirán de hormigón armado con aditivo impermeabilizante, permitiéndose el uso de otros materiales que cumplan con lo especificado en los numerales 4.6.1 y 4.6.6.



2.3.2 ASPECTOS SANITARIOS

Existen algunas consideraciones que deben ser tomadas en el diseño de los tanques de almacenamiento a fin de hacerlos sanitarios. Hay que indicar que la falta de tomar en cuenta estas consideraciones ha motivado muchas veces epidemias de enfermedades de origen hídrico

2.3.2.1 TAPA SANITARIA

La tapa de cisterna o tanque elevado debe ser de la forma que se indica en la **figura** a fin de evitar que las aguas de limpieza de pisos o aguas de lluvia penetren en los tanques. En caso que no se pueda hacer este tipo de tapa, se efectuará un diseño que impida el

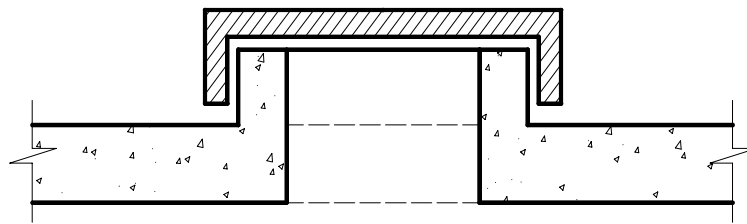



Figura 2.6 tapa sanitaria fuente: elaboración propia


Ingreso de agua exterior, para lo cual se elevarán los bordes sobre el nivel de la losa.

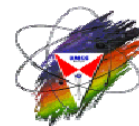
2.3.2.2 TUBO DE VENTILACIÓN

Este tubo permite la salida del aire caliente y la expulsión o admisión de aire del tanque cuando entra o sale el agua. Se efectúa en forma de U invertido con uno de sus lados alargado más que otro que es el que cruza la losa del tanque. El extremo que da al exterior debe protegerse con malla de alambre para evitar la entrada de insectos o animales pequeños.


2.3.2.3 REBOSES DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO

 **REBOSE DE CISTERNA.** El rebose del agua de la cisterna deberá disponerse al sistema de desagüe del edificio en forma indirecta, es decir, con descarga libre con malla de alambre a fin de evitar que los insectos o malos olores ingresen a la cisterna.

 **REBOSE DE TANQUE ELEVADO** Igualmente el rebose del tanque elevado deberá disponerse a la bajante más cercana en forma indirecta, mediante brecha o interruptor de aire de 5 cm de altura como mínimo. Para esto el tubo de rebose del tanque elevado se corta y a 5 cm y se coloca un embudo de recepción del agua de



rebose.

 **DIÁMETROS DEL TUBO DE REBOSE** Los diámetros de los tubos de rebose deberán estar de acuerdo a la siguiente tabla:

El agua proveniente del rebose de los tanques, deberá descargarse al sistema de desagüe pluvial del edificio en forma indirecta, mediante brecha o interruptor de aire de 5 cm. de altura. Esta descarga deberá efectuarse sobre el piso, techo u otro sitio visible.

El diámetro del tubo de rebose instalado deberá ser diseñado para evacuar al menos un caudal igual al triple del caudal de ingreso. Como referencia se puede adoptar los valores de la tabla 2.3 La salida del rebosadero deberá ser provista de una malla metálica inoxidable N° 100.




TABLA 2.1 DIAMETROS DE TUBOS DE REBOSE

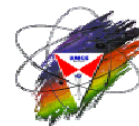
CAPACIDAD DE TANQUE	DIÁMETRO DEL TUBO DE REBOSE
Hasta 5000 lt.	2"
5001 a 6000 lt.	2 ½"
6001 a 12000 lt.	3"
12001 a 20000 lt.	3 ½"
20001 a 30000 lt.	4"
Mayor de 30000 lt.	6"

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

La tubería de aducción desde el abastecimiento público hasta el cisterna o tanque elevado en caso de conexión directa, deberá calcularse para suministrar el consumo total diario en un tiempo no mayor de 6 horas. Esta tubería deberá estar provista de su correspondiente válvula con flotador u otro dispositivo equivalente.

La tubería de bombeo entre la cisterna y el tanque elevado deberá calcularse para que pueda llenar a éste en un tiempo máximo de 2 horas. El control de los niveles de agua en los tanques, se hará por medio de interruptores automáticos que permitan:

-  Arrancar la bomba cuando el nivel de agua en el tanque elevado descienda hasta la cuarta parte de su nivel útil.
-  Parar la bomba cuando el nivel de agua en el tanque elevado ascienda hasta el nivel máximo previsto.
-  Parar la bomba cuando el nivel de agua en el cisterna descienda hasta 5 cm. por



encima de la criba de succión.

Todo paso de tubería a través de las paredes o fondo de los tanques deberá fijarse previamente al vaciado de las mismas, mediante tuberías apropiadas a la instalación, con extremos roscados que sobresalgan 10 cm. y que lleven soldada en la mitad de su largo, con soldadura corrida, una lámina metálica de no menos de (1/8") de espesor y cuya dimensión mínima sea 10 cm. mayor que el diámetro del tubo.

2.4 DOTACIONES DE AGUA

Para las distintos requerimientos, artefactos, locales, ambientes .etc. fuente reglamento nacional de instalaciones sanitarias domiciliarias, 1994. La Entidad Competente deberá elaborar una dotación zonificada para el consumo de agua, proporcionando los datos correspondientes al proyectista o usuario que lo solicite.

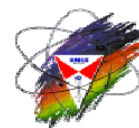
Las dotaciones de agua para uso doméstico, comercial, industrial, riego de jardín y otros fines, se calcularán de acuerdo a lo establecido en el presente Reglamento. Estas dotaciones serán validas entre tanto no se disponga de un estudio específico de investigación. Las dotaciones de agua para residencias unifamiliares y bifamiliares, se calcularán de acuerdo con el área del lote o en función de la dotación por habitantes, según se indica a continuación:

TABLA 2.2
DOTACIONES PARA RESIDENCIAL UNIFAMILIAR

Área del lote en m2	Dotación en lt/día
Hasta - 200	1.200
201 - 300	1.400
301 - 400	1.600
401 - 500	1.800
501 - 600	1.900
501 - 700	2.000
701 - 800	2.100
801 - 900	2.200
901 - 1.000	2.300
Mayores de 1.000	2.300 más 75 lt/d por cada 100 m2 superficie adicional.

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

En caso de reticencia bifamiliar, se añadirá 1.200 l/día a la dotación arriba indicada.



NOTA: Estas cifras incluyen dotación doméstica y riego de jardín. En ningún caso se tomarán valores inferiores a los indicados en la tabla.

Los edificios multifamiliares, deberán estar dotados de agua potable, de acuerdo con el número de dormitorios de cada departamento según la siguiente tabla:

TABLA 2.3 DOTACION EDIFICIOS MULTIFAMILIARES

Número de dormitorios por Departamento	Dotación diaria, por Depto. en litros
1	400
2	800
3	1.200
4	1.350
5	1.500

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

NOTA: A estas cantidades se adicionará la dotación por m² de superficie de estacionamiento.

Las dotaciones de agua para hoteles, moteles, residencias y alojamientos de hospedaje, se calcularán de acuerdo con la siguiente tabla:

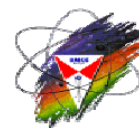
TABLA 2.4 DOTACIONES PARA HOTELES, MOTELES, RESIDENCIAS

Tipo de Establecimiento	Dotación Diaria
Hoteles y Moteles	300 lt. por dormitorio
Residenciales	250 lt. por dormitorio 20 lt por m ² de área
Establecimientos para alojamiento	Destinada a dormitorio a) c/baño priv. 30 lt/m ² b) c/baño común 15 lt/m. ²

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

Las dotaciones de agua para riego y servicios anexos a los establecimientos de que trata este Artículo, tales como restaurantes, bares, lavanderías, comercios similares, se calcularán adicionalmente de acuerdo con lo estipulado en este Reglamento, para cada caso.

La dotación de agua para restaurantes, se calculará en función del área de los locales y de



acuerdo con la siguiente tabla:

TABLA 2.5 DOTACIONES PARA RESTAURANTES

Área de los locales m ²	Dotación diaria
Hasta 40	1.500 lt.
41 a 100	30 lt/m ²
Más de 100	20 lt/m ²

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

La dotación de agua para locales educacionales y residencias estudiantiles, se calculará de acuerdo a la siguiente tabla:

TABLA 2.6 DOTACION PARA LOCALES EDUCACIONALES

Usuario	Dotación Diaria
Alumnado externo	30 Lt/persona
Alumnado medio pupilo	50 Lt/persona
Alumnado interno	150 Lt/persona
Personal no residente	30 Lt/persona
Personal residente	150 Lt/persona

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

Las dotaciones de agua para riego de áreas verdes, piscinas y otros fines, se calcularán adicionalmente de acuerdo con lo estipulado en este reglamento para cada caso.

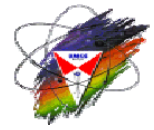
Las dotaciones de agua para locales de espectáculos o centros de reunión, como cines, teatros, auditorios, cabarets, casinos, salas de baile y espectáculos al aire libre, se calcularán de acuerdo con la siguiente tabla:

TABLA 2.7 DOTACIONES PARA LOCALES DE ESPECTACULOS O CENTROS DE REUNION

Tipo de Establecimiento	Dotación Diaria
Cines, teatros y auditorios	3 lt/butaca
Cabarets, casinos y salas	20 lt/m ² de área para uso público
Estadios, velódromos, autódromos, circos, hipódromos, parques de atracción y similares	1 lt/espectador más la dotación requerida para el mantenimiento de animales.

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

Las dotaciones para riego de áreas verdes, aire acondicionado y servicios anexos, se calcularán adicionalmente de acuerdo a lo estipulado en este Reglamento, para cada caso.



Las dotaciones de agua para piscinas y natatorios con recirculación se calcularán de acuerdo con las siguientes cifras:

TABLA 2.8 DOTACION PARA PISCINAS Y NATATORIOS

Piscinas y Natatorios	Dotación
Con recirculación de aguas de rebose	10 l/t día por m ² de proyección horizontal de la piscina
Sin circulación de las aguas de rebose	25 l/t día por m ² de proyección horizontal de la piscina

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

La donación de agua requerida para los artefactos sanitarios en los vestuarios y cuartos de aseo anexos a las piscinas, se calculará adicionalmente a razón de 30 litros por día m² de proyección horizontal de la piscina. En aquellos casos en que contemplen otras actividades recreacionales, se aumentará proporcional -mente esta dotación.

La dotación de agua para oficinas, se calculará a razón de 6 litros/día 'por m²> de área útil de local.

La dotación de agua para depósitos de materiales equipos y artículos manufacturados, se calculara a razón de 500 litros/día para los primeros 1.000 m² de área útil y/o 0,50 lt/día por m² de área útil y por cada turno de trabajo de 8 horas o fracción.

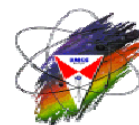
La dotación de agua para carnicerías, pescaderías, supermercados y locales similares, se calculará s razón de 20 l/día por m² de local; con una dotación mínima de 400 lts/día.

La dotación de agua para locales destinados al comercio de mercancías secas, abarrotes y similares, se calcularé a razón de 12 Lt/día por m.2 de área útil de local.

La dotación de agua para mercados, se calculará a razón de 15 Lt/día por m.2 de área de local. Las dotaciones de agua para locales anexos al mercado pero con instalaciones sanitarias separadas, tales como restaurantes y comercios, se calcularán adicionalmente de acuerdo con lo estipulado en este Reglamento, para cada caso.

El agua para consumo industrial, deberá calcularse de acuerdo por la naturaleza de la industria y sus procesos de manufactura.

En locales industriales, la dotación de agua para consumo humano cualquiera que sea el tipo



de industria, se adoptará SO litros por trabajador o empleado, por caca tumo de trabado de S horas o fracción.

La dotación de agua para oficinas y depósitos propios de la industria, servicios anexos:, tales como comercios y restaurantes y riego de áreas verdes, se calculará adicionalmente de acuerdo con lo estipulado en este Reglamento, para cada caso.

La dotación de agua para plantas de producción e industrialización de leche, y sus anexos, se calculará de acuerdo con las cifras que se indican a continuación:

TABLA 2.9 DOTACION PARA PLANTAS LECHERAS

Establecimiento	Dotación Diaria
Estaciones de recepción y enfriamiento	1.500 lt. por cada 1.000 lt. de leche recibidos por día
Plantas de pasteurización	1.500 lt. por cada 1.000 lt. de leche a pasteurizar p/día
Fábricas de mantequilla queso o leche en polvo	1.500 lt. por cada 1.000 lt. de leche a procesar p/día

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

Las cifras anteriores, no incluyen las dotaciones de agua para riego de áreas verdes y otras instalaciones.

La dotación de agua para estaciones de servicio, de bombas de gasolina, garajes y parques de estacionamiento de vehículos, se calculará de acuerdo a la siguiente tabla

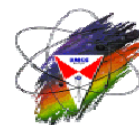
TABLA 2.10 DOTACION PARA ESTACIONAMIENTOS, PARQUEOS

Equipo	Dotación
para lavado automático	12.000 lt/día por equipo de lavado
Para lavado no automático	6.000 lt/día por equipo de lavado
Para bomba de gasolina	300 lt/día por bomba
Para garajes y parques de estacionamiento de vehículos por área cubierta	2 lt/día por m2 de área
Para oficina y venta de repuestos	6 lt/día por m2 de área útil

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

El agua necesaria para riego de áreas verdes y servicios anexos, cales como restaurantes y fuentes de soda, se calculará adicionalmente de acuerdo con lo estipulado en este Reglamento, para cada caso.

La dotación de agua para edificaciones destinadas al alojamiento de animales tales como



caballerizas, establos porquerizas, granjas similares, se calculará en base a las cifras citadas en la tabla siguiente:

TABLA 2.11 DOTACION PARA ESTABLOS DE ANIMALES

Edificación para	Dotación Diaria
Ganado lechero	120 lt/día por animal
Bobines	40 lt/día por animal
Ovinos	10 lt/día por animal
Equinos	40 lt/día por animal
Pellos y gallinas, pavos, y gansos	20 lt/día por c/100 aves

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

TABLA 2.12 DOTACION PARA MATADEROS PUBLICOS Y PRIVADOS

Clase de animal	Dotación diaria
Bovinos	500 litros por animal
Porcinos	300 litros por animal
Ovinos y caprinos	250 litros por animal
Aves en general	16 litros por cada kg. en vivo

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

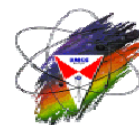
La dotación para bares, fuentes de soda, cafetería y similares, se calculará de acuerdo con la siguiente tabla:

TABLA 2.13 BARES, CAFETERIAS Y SIMILARES

1 Áreas de locales en	Dotación diaria
Hasta 30	1.500 litros
De 31 a 60	60 lt/m ²
De 62 a 100	50 H/m ²
Mayor de 100	40 lt/m ²

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

La dotación de agua para locales hospitalarios como: hospitales, clínicas de hospitalización, clínicas dentales, consultorios médicos y familiares, se calculará de acuerdo con la siguiente tabla:


TABLA 2.14 DOTACION PARA HOSPITALES, CLINICAS Y SIMILARES

Establecimiento	Dotación
Hospitales y clínicas de hospitalización	500 Lt/día cama
Consultorios médicos	500 Lt/día por consultorio

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

El agua requerida, para servicios especiales, tales como riego de áreas verdes y viviendas anexas, se calculará adicionalmente de acuerdo con lo estipulado en este Reglamento, para cada caso.

La dotación de agua para lavanderías en seco, tintorerías y similares, se calculará de acuerdo con la siguiente tabla:

TABLA 2.15 DOTACION PARA TINTORERIAS, LAVANDERIAS Y SIMILARES

Establecimiento	Dotación
Lavanderías	40 lt/kg. de ropa
Lavanderías en seco, tintorerías y similares	30 lt/kg. de ropa

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

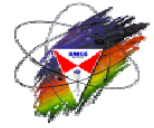
El agua requerida para la extinción de incendios, se determinará de acuerdo con lo estipulado en el numeral 4.12.

La dotación de agua para áreas verdes, se calculará a razón de 2 lt/día por m². No se requerirá incluir áreas pavimentadas, enripiadas u otras no sembradas para los fines de esta dotación.

2.5 METODOS DE CÁLCULO DE CONSUMO

2.5.1 METODO DE DOTACIONES (NORMA SANITARIA)

Este método puede ser usado en diversos tipos de edificaciones y se basa en la estimación de consumo en veinticuatro (24) horas de la red, DOTACION, el resultado se multiplica por un factor K para estimar el Pico Máximo Probable que ocurrirá. En la red. La fórmula N 1 siguiente da el Caudal Medio de Consumo en litros por segundo (l/s) y tomándose en cuenta el factor K, da el Caudal Máximo Probable.



$$Q_d = \frac{\text{DOTACION} * K}{86.400} = \text{LPS} \quad (1)$$

Donde:

Dotación: Es la cantidad de lpd correspondiente.

K: Es un factor que según proyecciones de variación en la demanda en redes, se recomienda estimarse de 8 a 10 seg.

Dotación

Menor a 50.000 lpd.....K = 10

Entre 50.001 y 100.000 lpd..... K = 9

Más de 100.001 lpd.....K = 8

2.5.2 METODO DEL NÚMERO TOTAL DE PIEZAS SERVIDAS O METODO DE PEERLES

Este método esta basado en registros estadísticos de instalaciones similares, fundados a su vez en estimaciones del consumo aproximado en periodos de consumo máximo.

Para usar esta tabla, debe tenerse el número exacto de todas las piezas sanitarias a las cuales servir. El sistema de suministro de agua. Con este número se entra a la tabla y se ubica el rango al que pertenece, el cual indicara. Según la edificación el valor de K. El resultado de multiplicar ambos valores indicar. El caudal de bombeo en GPM, el cual lógicamente al ser dividido entre 60 lo indicara. En l/s. Matemáticamente lo anterior se expresa según la fórmula siguiente:

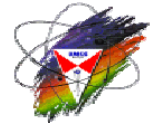
$$Q_d = PZ * K = \text{GPM}$$

2.5.3 METODO DE CÁLCULO DE ROY B. HUNTER

Este método considera que cuanto mayor es el número de aparatos sanitarios, la proporción de uso simultáneo disminuye, por lo que cualquier gasto adicional que sobrecargue el sistema rara vez se notara; mientras que si se trata de sistemas con muy pocos aparatos sanitarios, la sobrecarga puede producir condiciones inconvenientes de funcionamiento.

Para estimar la máxima demanda de agua en un edificio debe tenerse en cuenta si el tipo de servicio que van a prestar los aparatos es publico o privado.

Aparatos de uso privado: cuando los baños son de uso privado existen menores posibilidades de uso simultáneo, para estimar sus unidades de gasto se puede recurrir ciertos valores mostrados en tablas del Reglamento Nacional de Construcción.



Aparatos de uso público: cuando se encuentran ubicados en baños de servicio público, es decir que varios aparatos pueden ser utilizados por diferentes personas simultáneamente; unidades de gasto en tablas del Reglamento Nacional de Construcción.

Al aplicarse el método debe tomarse en cuenta si los aparatos son de tanque o de válvula, pues tienen diferentes unidades de gasto.

Una vez calculada el total de unidades de gasto, se podrán determinar los gastos probables para la aplicación del Método Hunter.

2.5.3.1 UNIDAD DE GASTO

Corresponde a la descarga de un lavatorio que tiene la capacidad de 1 pie³ el cual descarga en un minuto. Es adimensional.

2.5.3.2 MÉTODO PARA EL CÁLCULO DE LAS UNIDADES DE GASTO

Se basa teniendo en cuenta el tipo de edificación, tal como se indica a continuación.

1.- si los servicios higiénicos corresponden a aparatos de uso privado el cálculo de las unidades Hunter o gasto se hace considerando el baño como un conjunto y no por aparatos individuales. Es decir, se metran todos los ambientes de baño dándoles las unidades de Hunter correspondientes. A la tabla 2.18



Figura 2.7 artefactos sanitarios Fuente: sanitarios jeiss

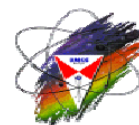
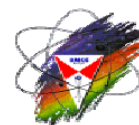


TABLA 2.16
GASTOS PROBABLES PARA APLICACIÓN DEL
MÉTODO DE HUNTER

U. GASTO	TANQUE	VALVULA	U. GASTO	TANQUE	VALVULA	U. GASTO	TANQUE	VALVULA
1			51	1,02	1,79	110	1,61	2,43
2			52	1,03	1,81	120	1,68	2,50
3	0,15		53	1,04	1,82	130	1,75	2,58
4	0,17		54	1,06	1,84	140	1,82	2,66
5	0,19	0,85	55	1,07	1,85	150	1,89	2,73
6	0,22	0,87	56	1,08	1,87	160	1,96	2,80
7	0,24	0,90	57	1,10	1,88	170	2,03	2,88
8	0,26	0,92	58	1,11	1,90	180	2,10	2,95
9	0,28	0,85	59	1,12	1,91	190	2,17	3,02
10	0,30	0,97	60	1,14	1,93	200	2,24	3,09
11	0,32	1,00	61	1,15	1,94	210	2,31	3,16
12	0,34	1,02	62	1,16	1,95	220	2,39	3,23
13	0,36	1,04	63	1,17	1,97	230	2,46	3,30
14	0,38	1,07	64	1,18	1,98	240	2,53	3,37
15	0,40	1,09	65	1,20	1,99	250	2,60	3,43
16	0,42	1,11	66	1,21	2,01	260	2,67	3,50
17	0,44	1,14	67	1,22	2,02	270	2,73	3,56
18	0,46	1,16	68	1,23	2,03	280	2,80	3,63
19	0,48	1,80	69	1,40	2,04	290	2,87	3,69
20	0,50	1,20	70	1,25	2,06	300	2,94	3,78
21	0,52	1,23	71	1,26	2,07	310	3,01	3,81
22	0,54	1,25	72	1,27	2,08	320	3,08	3,88
23	0,56	1,27	73	1,28	2,09	330	3,15	3,93
24	0,58	1,29	74	1,29	2,10	340	3,22	3,99
25	0,59	1,31	75	1,30	2,11	350	3,29	4,05
26	0,61	1,33	76	1,31	2,12	360	3,36	4,11
27	0,63	1,35	77	1,32	2,13	370	3,43	4,17
28	0,65	1,37	78	1,33	2,14	380	3,49	4,22
29	0,67	1,40	79	1,34	2,15	390	3,56	4,28
30	0,68	1,42	80	1,35	2,16	400	3,63	4,33
31	0,70	1,44	81	1,36	2,17	410	3,70	4,38
32	0,72	1,46	82	1,37	2,18	420	3,77	4,44
33	0,74	1,48	83	1,38	2,19	430	3,83	4,49
34	0,75	1,49	84	1,39	2,20	440	3,90	4,54
35	0,77	1,51	85	1,40	2,21	450	3,97	4,59
36	0,79	1,53	86	1,40	2,22	460	4,04	4,64
37	0,80	1,55	87	1,41	2,23	470	4,11	4,69
38	0,82	1,57	88	1,42	2,24	480	4,17	4,74
39	0,84	1,59	89	1,43	2,24	490	4,24	4,78
40	0,85	1,61	90	1,44	2,25	500	4,31	4,88
41	0,87	1,62	91	1,44	2,26	510	4,40	4,92
42	0,88	1,64	92	1,45	2,27	520	4,46	4,97
43	0,90	1,66	93	1,46	2,27	530	4,51	5,02
44	0,91	1,68	94	1,46	2,28	540	4,57	5,06
45	0,93	1,69	95	1,47	2,29	550	4,63	5,11
46	0,94	1,71	96	1,48	2,29	560	4,68	5,16
47	0,96	1,73	97	1,48	2,30	570	4,74	5,20
48	0,97	1,74	98	1,49	2,31	580	4,80	5,25
49	0,99	1,76	99	1,50	2,31	590	4,85	5,30
50	1,00	1,78	100	1,54	2,35	600	4,91	5,34

GASTOS PROBABLES PARA APLICACIÓN DEL



MÉTODO DE HUNTER

U. GASTO	TANQUE	VALVULA	U. GASTO	TANQUE	VALVULA	U. GASTO	TANQUE	VALVULA
610	4,97	5,39	1250	8,17	8,17	2475	12,96	12,96
620	5,03	5,44	1275	8,27	8,27	2500	13,06	13,06
630	5,08	5,48	1300	8,37	8,37	2525	13,16	13,16
640	5,14	5,53	1325	8,47	8,47	2550	13,25	13,25
650	5,20	5,58	1350	8,56	8,56	2575	13,35	13,35
660	5,25	5,62	1375	8,66	8,66	2600	13,45	13,45
670	5,31	5,67	1400	8,76	8,76	2625	13,55	13,55
680	5,37	5,72	1425	8,86	8,86	2650	13,64	13,64
690	5,42	5,76	1450	8,96	8,96	2675	13,74	13,74
700	5,48	5,81	1475	9,06	9,06	2700	13,84	13,84
710	5,54	5,86	1500	9,15	9,15	2725	13,93	13,93
720	5,59	5,90	1525	9,25	9,25	2750	14,03	14,03
730	5,65	5,95	1550	9,35	9,35	2775	14,13	14,13
740	5,71	6,00	1575	9,45	9,45	2800	14,22	14,22
750	5,76	6,04	1600	9,55	9,55	2825	14,32	14,32
760	5,82	6,09	1625	9,65	9,65	2850	14,42	14,42
770	5,88	6,14	1650	9,74	9,74	2875	14,51	14,51
780	5,93	6,18	1675	9,84	9,84	2900	14,61	14,61
790	5,99	6,23	1700	9,94	9,94	2925	14,71	14,71
800	6,05	6,28	1725	10,04	10,04	2950	14,80	14,80
810	6,11	6,32	1750	10,14	10,14	2975	14,90	14,90
820	6,16	6,37	1775	10,23	10,23	3000	14,99	14,99
830	6,22	6,42	1800	10,33	10,33	3050	15,19	15,19
840	6,28	6,46	1825	10,43	10,43	3100	15,38	15,38
850	6,33	6,51	1850	10,53	10,53	3150	15,57	15,57
860	6,39	6,56	1875	10,63	10,63	3200	15,76	15,76
870	6,46	6,60	1900	10,72	10,72	3250	15,96	15,96
880	6,50	6,65	1925	10,82	10,82	3300	16,15	16,15
890	6,56	6,70	1950	10,92	10,92	3350	16,34	16,34
900	6,62	6,74	1975	11,02	11,02	3400	16,53	16,53
910	6,67	6,79	2000	11,11	11,11	3450	16,72	16,72
920	6,73	6,84	2025	11,21	11,21	3500	16,91	16,91
930	6,79	6,88	2050	11,31	11,31	3550	17,11	17,11
940	6,84	6,93	2075	11,41	11,41	3600	17,30	17,30
950	6,90	6,96	2100	11,50	11,50	3650	17,49	17,49
960	6,96	7,02	2125	11,60	11,60	3700	17,68	17,68
970	7,01	7,07	2150	11,70	11,70	3750	17,87	17,87
980	7,07	7,12	2175	11,80	11,80	3800	18,06	18,06
990	7,13	7,16	2200	11,89	11,89	3850	18,25	18,25
1000	7,18	7,21	2225	11,99	11,99	3900	18,44	18,44
1025	5,82	7,28	2250	12,09	12,09	3950	18,63	18,63
1050	7,28	7,38	2275	12,19	12,19	4000	18,82	18,82
1075	7,38	7,48	2300	12,28	12,28			
1100	7,48	7,58	2325	12,38	12,38			
1125	7,68	7,68	2350	12,48	12,48			
1150	7,77	7,77	2375	12,58	12,58			
1175	7,87	7,87	2400	12,67	12,67			
1200	7,97	7,97	2425	12,77	12,77			
1225	9,07	7,07	2450	12,87	12,87			

> Criterio definido por Comisión
> Formulas y valores desarrollados por
ing. Alfonso Pmtino
> Procesado por Ing. Mgr. Sergio
Rodríguez M.

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

NOTA 1. Los gastos están dados en lt/s, corresponden a un ajuste de la tabla original del método de HUHTER.

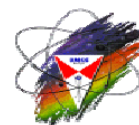


TABLA 2.17
UNIDADES DE GASTO PARA EL CALCULO DE LAS TUBERÍAS DE
DISTRIBUCIÓN DOMICILIARIA (ARTEFACTOS DE USO PRIVADO)

ARTEFACTO SANITARIO	TIPO DE CONTROL DE SUMINISTRO	TOTAL	UNIDADES DE GASTO	
			A. Fría	A. Caliente
1.COARTO DE BAÑO				
Inodoro	Tanque de lavado	3		
Inodoro	Bajo consumo	2		
Inodoro	Válvula de lavado	6		
Urinario	Tanque de lavado	3		
Urinario	Válvula de Lavado	5		
Bidé	Llave o grifo	1	0.75	0.75
Lavatorio	Llave o grifo	1	0.75	0.75
Tina o bañera	Llave o grifo	2	1.5	1.5
Ducha o regadera	Llave o grifo	2	1.5	1.5
Ducha o recadera	Llave o bajo consumo	1.5	1	1
Baño completo	Tanque de lavado	5	4 .5	2.25
Baño completo	Tanque bajo consumo	4	3 .5	2.25
Baño completo	Válvula de lavado	8	8	2.25
Medio(visita)	Tanque de lavado	3	3	0.75
Medro(visita)	Tanque bajo consumo	2	2	0.75
Medro(visita)	Válvula de lavado	6	6	0.75
2.COCINA				
Lavadero	Llave o grifo	3	2	2
Lavaplatos	Llave o grife	3	2	2
Lavadero repostero	Llave o grifo	3	2	2
3. LAVANDERÍA				
Lavadero ropa	Llave o grifo	3	3	2
Lavadora eléctrica	Llave o grifo	4	4	2

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

NOTA: Para calcular tuberías de distribución que conduzca agua fría solamente, o agua fría más el gasto de agua a ser calentada se usarán las cifras indicadas en la primera columna. Para calcular diámetros de tuberías que conduzcan agua fría o agua caliente a una pieza sanitaria que requiere de ambas, se usarán las cifras indicadas en la segunda y tercera columna

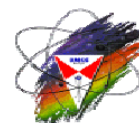


TABLA 2.18
UNIDADES DE GASTOS PARA EL CALCULO DE LAS TUBERÍAS DE
DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN LOS EDIFICIOS (ARTEFACTOS
DE USO PÚBLICO

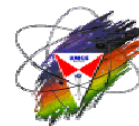
ARTEFACTO SANITARIO	TIPO DE CONTROL DE SUMINISTRO	TOTAL	UNIDADES DE GASTO	
			A. Fría	A. Caliente
Inodoro	Tanque de lavado.	5	5.0	
Inodoro	Bajo consumo	3	3.0	
Inodoro	Válvula de lavado	8	8.0	
Urinario de pared	Tanque de lavado	3	3.0	
Urinario de pared	Válvula lavado 3/4"	5	5.0	
Urinario pedestal	Válvula lavado 1"	7	7.0	
Lavatorio corriente	Llave o grifo	2	1.5	1.5
Lavatorio múltiple	Llave o grifo	2 *	1.5	1.5
Tina o bañera	Llave o grifo	4	3.0	3.0
Lavandero de ropa		8	4.5	4.5
Ducha o regadera	Llave o grifo	4	3.0	3.0
Máquina de lavar		6	3.0	3.0
Bebedero	Llave o grifo	1	1.0	
Bebedero múltiple	Llave o grifo	1 *	1.0	
Fregadero oficina	Llave o grifo	3	2.0	2.0
Botadero	Llave o grifo	3	3.0	
Fregadero restaurante	Llave o grifo	4	3.0	3.0

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

NOTA 1. Para calcular tuberías de distribución que conduzcan agua fría solamente, o agua fría más el caudal a ser calentada (en un calefón u otro calentador individual), se usaran las cifras indicadas en la primera columna. Para calcular diámetros de tuberías que conduzcan agua fría o agua caliente a un artefacto que requiera de ambas (sistema con calefacción central y recirculación). Se usaran las cifras indicadas en la segunda y tercera columna.

* Debe asumirse este valor para cada salida.

NOTA 2. Se consideran artefactos de uso privado aquellos cuyo uso está destinado a un número reducido y determinado de personas.



2.6 NUMERO REQUERIDO DE APARATOS SANITARIOS

El número y tipo de aparatos sanitarios que deberán ser instalados en los baños, cuartos de limpieza, cocinas y otras dependencias de una obra de construcción, serán proporcionales al número de personas servidas de acuerdo a lo se indica a continuación:

Es de vital importancia establecer el número necesario de artefactos sanitarios en una edificación, va que éstos constituyen la base de un proyecto bien ejecutado.

Número requerido de artefactos sanitarios. El número y tipo de artefactos sanitarios que deben ser instalados en los cuartos de baños, cocinas y otras dependencias, serán proporcionales al número de personas servidas y según el uso a que se los destine de acuerdo con lo requerido en los Artículos siguientes.

Uso de Artefactos de Bajo Consumo

Considerando que cada vez es más difícil disponer de agua en forma continua y permanente y que las nuevas obras requieren grandes inversiones, se hace necesario reducir el consumo de agua, sin disminuir los niveles de bienestar de la población y sin modificar las actividades productivas.

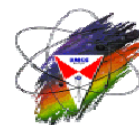
Haciendo una comparación entre Artefactos de Tipo Convencional y los de Bajo Consumo se tiene la siguiente relación en cuanto al volumen y gastos utilizados:

TABLA 2.19 COMPARACION ARTEFACTOS TIPO CONVENCIONAL Y DE BAJO CONSUMO

Artefactos o Accesorios	Tipo Convencional	Bajo Consumo
Inodoro	15 a 20 lt/descarga	6 lt/descarga
Duchas	14 Lt/min.	7 lt/min.
Grifos de Lavamanos	3 Lt/min.	4 lt/min.
Grifos de Lavaplatos	10 Lt/min.	4 lt/min.

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

Por tanto, con el objeto de realizar un uso Eficiente del Agua se recomienda la utilización de Artefactos de Bajo Consumo en toda construcción nueva y en lo posible la sustitución de los artefactos tradicionales instalados de acuerdo a normas regionales en vigencia.



Toda vivienda o departamento estará dotado por lo menos de un cuarto de baño con inodoro, lavamanos y ducha. La cocina dispondrá de un fregadero o lavaplatos y en sitio aparte, una lavandería.

Los edificios o locales destinados a los siguientes fines, deberán dotarse de cuartos de baño en la forma, tipo y número que se especifica a continuación.

Oficinas y locales para comercio. En cada local con área de hasta 60.00 m.2, se dispondrá por lo menos de un cuarto de baño dotado de inodoro y lavamanos.

En locales con área mayor de 60.00 m2., se dispondrá de cuartos de baños separados para hombres y mujeres, dotados cada uno de los artefactos sanitarios que indica la siguiente tabla.

Para el cómputo de personas, se toma una por cada 10.00 m2. de área de piso.

TABLA 2.20 APARATOS SANITARIOS EN FUNCION DEL N° DE PERSONAS

Número de personas	Inodoros	Lavamanos
hasta 15	1	1
16 a 35	2	2
36 a 60	3	3
61 a 90	4	4
91 a 125	5	5
más de 125	Uno adicional por cada 40 personas o fracción.	Uno adicional por cada 45 personas o fracción.

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

En todo cuarto de baño para hombres, podrán sustituirse inodoros por urinarios hasta un límite tal, que el número de inodoros, no baje de las 2/3 partes del número que fija la tabla anterior.

Cuando se proyecta usar cuartos de baño comunes, se cumplirán los siguientes requisitos: Se proyectarán cuartos de baño separados para hombres y mujeres, ubicados en lugar accesible a todos los locales por servir.

La distancia entre cualquiera de los locales comerciales y los cuartos de aseo, no podrá ser mayor de 30.00 m. en sentido horizontal. No podrá mediar más de un piso, en sentido vertical.

El número de piezas sanitarias que deben ser instaladas, se regirá por las siguientes tablas:

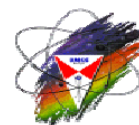


TABLA 2.21
CUARTO DE ASEO PARA HOMBRES

Área total de locales en m2	Número de Inodoros	Número de Urinarios	Número de Lavamanos
Hasta 200	1	1	1
De 201 a 500	2	1	2
De 501 a 1.000	2	2	2

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

TABLA 2.22
CUARTO DE ASEO PARA MUJERES

Área total de locales en m2	No. de inodoros	No. de lavamanos
Hasta 200	2	1
De 201 a 500	3	2
De 501 a 1.000	4	2

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

Industrias

Se dispondrá de cuartos separados para obreros y obreras dotados de piezas sanitarias de acuerdo con la siguiente tabla:

TABLA 2.23
CUARTO D ASEO PARA HOMBRES EN FUNCION DEL N° DE OBREROS

Obreros	Inodoros	Urinarios	Lavamanos	Duchas
1 – 15	1	1	1	1
16 – 30	2	1	2	2
31 – 50	2	1	2	3
51 – 75	2	2	3	4
76 – 100	3	2	4	5
Mayor de 100	Un inodoro, un urinario, un lavamanos y una ducha adicional por cada 25 hombres o fracción.			

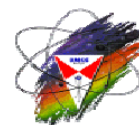
Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

TABLA 2.24
CUARTO D ASEO PARA MUJERES EN FUNCION DEL N° DE OBRERAS

Obreros	Inodoros	Lavamanos	Duchas
1 – 10	1	1	1
11 – 25	2	2	2
26 – 50	3	2	3
76 – 100	5	3	5
Mayor de 100	Un inodoro, un urinario, un lavamanos y una ducha adicional por cada 35 mujeres o fracción.		

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

Los empleados de oficina, dispondrán de locales de aseo separados, de acuerdo con el inciso 6.5.1.DEL REGLAMENTO.



Cuando la industria ocupe un área muy extensa c varios edificios, los cuartos de aseo serán distribuidos en varios grupos, de acuerdo al número de personas servidas, pudiéndose concentrar las duchas en el vestuario o en un grupo de aseo central.

Restaurantes, cafeterías, bares, fuentes de soda y similares

Los locales con capacidad hasta de 15 personas, dispondrán por lo menos, de un cuarto de aseo dotado de un inodoro y un lavamanos. Cuando la capacidad sobrepase de 15 personas, dispondrán de cuartos separados para hombres y mujeres, de acuerdo con la siguiente tabla:

TABLA 2.25

NUMERO DE APARATOS SANITARIOS PARA LOCALES

Capacidad en Personas	Hombres			Mujeres	
	Inodoro	Urinarios	Lavaman	Inodoros	Lavaman
16 a 60	1	1	1	1	1
61 a 150	2	2	2	2	1
Por cada 100 adicionales	1	1	1	1	1

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

La capacidad del local se calculará considerando 1.50 m². De área útil por persona. Estos cuartos de aseo podrán ser utilizados por los empleados siempre que no sean más de 5 personas. Para una cantidad mayor, deberán proveerse de cuartos de aseo separados de acuerdo con lo estipulado en-el inciso 6.5.1. del reglamento de instalaciones sanitarias domiciliarias.

Escuelas

Escuelas Primarias. Se dispondrá de cuartos separados para varones y mujeres de acuerdo a la siguiente tabla:

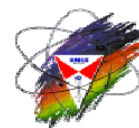
TABLA 2.26

NUMERO DE APARATOS SANITARIOS PARA ESCUELAS

Niños	Inodoros	1 por cada 40
Niños	Urinarios	1 por cada 30
Niñas	Inodoros	1 por cada 30
Ambos sexos	Lavamanos	1 por cada 50

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

Los lavamanos se instalarán de manera que su borde quede a una altura de 63 cm. sobre el nivel del piso. Adicionalmente se instalarán cuartos de aseo para los maestros, separados



para ambos sexos. El número de Dieras sanitarias se calculará de acuerdo a las tablas 6.6.1. y 6.6.2. Del reglamento I.S.D. 1994.

Escuelas secundarias, Normales, Artesanales, Universidades. Regirá la misma proporción fijada en la tabla 6.3.1. Salvo que para mujeres podrán reducirse los inodoros a 1 por cada 35.

Residencias para Estudiantes y Similares.

Los cuartos de baño privados, destinados a servir a dormitorios hasta 4 personas, dispondrán de inodoro, lavamanos y ducha.

En caso de que se disponga de cuartos de baño comunes, cada piso estará provisto de ellos, ubicados a una distancia no mayor a 30.00 m. medidos en sentido horizontal del dormitorio más alejado.

Cada uno de estos cuartos de baño, dispondrá de piezas sanitarias en proporción al número de personas a ser servidas, de acuerdo a la siguiente tabla:

TABLA 2.27
RESIDENCIAS PARA ESTUDIANTES Y SIMILARES

Hombres	1 Inodoro	Por cada 6 personas
	1 Lavamanos	Por cada 3 personas
	1 Ducha	Por cada 4 personas
	1 Urinario	Por cada 10 personas
Mujeres	1 Inodoro	Por cada 4 personas
	1 Lavamanos	Por cada 3 personas
	1 Ducha	Por cada 4 personas

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

Cuando se disponga de un lavamanos en cada dormitorio, la proporción de estos en cada cuarto de baño colectivo, será de uno por cada 6 personas.

Cines, Teatros, Auditorios, Bibliotecas y Sitios de Reunión.

Se proveerán de cuartos de aseo separados para hombres y mujeres, de acuerdo a la siguiente tabla. A este ritmo se estimará que la mitad de la concurrencia máxima es integrada por hombres y el resto por mujeres.

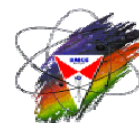


TABLA 2.28
CINES, TEATROS, AUDITORIOS, BIBLIOTECAS Y SITIOS DE REUNION

Hombres	Inodoros	1 por cada 150
	Urinaros	1 por cada 150
	Lavamanos	1 por cada 150
Mujeres	Inodoros	2 por cada 150
	Lavamanos	1 por cada 150

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

En sitios cercanos a los camarines de los artistas, en los teatros y cine-teatros, se instalarán baños separados para hombres y mujeres, con la instalación de inodoros, lavamanos y duchas.

Asimismo, inmediatamente adyacente a las casetas de proyección de los cines, se deberá disponer de un cuarto de aseo, con inodoro y lavamanos.

Instalaciones de Servicio para Vehículos automotores

Se dispondrá de cuartos de aseo para el público, separados para hombres y mujeres, dotados de las piezas sanitarias siguientes:

Hombres: 1 inodoro, 1 urinario y 1 lavamanos

Mujeres: 1 inodoro y 1 lavamanos

Para el personal empleado, deberá disponerse de cuartos de aseo separados de los del público, como se especifica a continuación.

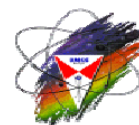
TABLA 2.29
INSTALACIONES DE SERVICIO PARA VEHÍCULOS AUTOMOTORES

Número de Empleados	Inodoros	Urinaros	Lavamanos	Duchas
1 a 15	1	1	1	
16 a 30	2	1	2	2

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

Depósitos de Almacenamientos de Materiales y Equipos

Los depósitos de materiales y equipos, deberán disponer por lo menos de un cuarto de aseo dotado de inodoro, urinario, lavamanos y ducha. Cuando trabajen más de 15 personas, se seguirán las especificaciones del Artículo 6.6.



Los locales donde se manipulan, preparan o envasan alimentos y bebidas, deberán estar dotados de un número adecuado de fregaderos y lavamanos de acuerdo a las necesidades mínimas a juicio de la Entidad Competente.

Para hoteles, el número de artefactos sanitarios a instalarse, será determinado y aprobado por la Entidad Competente.

La implementación de hospitales se hará de acuerdo al número de camas y especialidades que atiende. Otra forma de determinación del número mínimo requerido de artefactos sanitarios, puede realizarse mediante el empleo de las siguientes tablas-.

TABLA 2.30
NÚMERO DE ARTEFACTOS NECESARIOS EN LAS INSTALACIONES SANITARIAS
EN RELACIÓN CON EL NÚMERO DE PERSONAS QUE SIRVEN

Número de personas	NÚMERO DE ATEFACTOS			
	Inodoros	Urinaris	Lavatorios o vertederos	Duchas
1 a 10	1	-	1	1
11 a 20	2	-	2	2
21 a 35	3	1	3	3
36 a 60	4	2	3	3
61 a 79	5	3	4	4
91 a 120	6	4	5	5
121 a 160	7	5	6	6
161 a 200	8	6	7	7
201 a 250	9	7	8	8
Más de 250, un artefacto más de cada tipo, por cada 60 personas en exceso.				

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

Nota.- Para las instalaciones destinadas a mujeres, les urinario se sustituirán por inodoros, aumentándose al número c inodoros que se hubiera obtenido.

Cuando no se puede establecer la capacidad de un local. el número de personas se calculará por el factor de ocupación dado por la siguiente tabla, donde:

$$\text{No. de personas} = X \text{ m}^2 \cdot \text{factor}$$

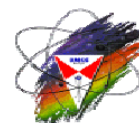


TABLA 2.31
FACTOR DE OCUPACIÓN DE INMUEBLES PARA CALCULAR SU CAPACIDAD

DESTINO O USO DEL LOCAL	X en metros cuadrados por persona
a) Sala de conferencia, sala de asamblea, auditorio, teatro, cine, sala de espectáculos en general	1
b) Establecimiento de instrucción (excluyendo los patios).	1 ½
c) Restaurante, confitería, bar., cantina, local de expendio de comidas, salón de baile y similares, pileta de natación.	3
d) Sala de exposición, museo, club nocturno, gimnasio, sala de palitroque, local deportivo cerrado sin afluencia de público.	5
e) Cartel, convento, hospital, biblioteca, oficina particular local de atención al público.	8
f) Conventillo, casa de arriendo por piezas sueltas, internado.	12
g) Establecimiento industrial, fábrica, local de trabajo, mercado local para feria y similares.	16

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

2.7 PRESIONES DE TRABAJO DE LOS APARATOS SANITARIOS

A.- presiones mínimas.- las presiones mínimas recomendadas son las siguientes:

Aparatos de tanques 5 – 8 Lib./pulg2 (3.5 – 5.6 mca)

Aparatos de válvula 10 - 15 Lib./pulg2 (7 – 10.5 mca)

B.- presiones máximas varían entre 30 – 50 Lib./pulg2 . si se toma 50 Lib./pulg2 esto implica 35 mca de agua. Este límite máximo evitara deterioro de la grifería y ruidos molestos.

Unidades de conversión

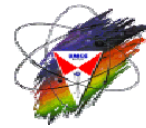
1 mca.....1.42 Lib./pulg2

1 Lib./pulg2.....0.703 mca

1kg/cm2.....10mca

Presiones mínimas según el número de pobladores

- En poblaciones rurales menores, a 5000 hab.: 5 m.c.a.
- En poblaciones de 5000 a 15000hab: 10 m.c.a.
- En poblaciones de áreas urbanas: 20 m.c.a.
- La presión estática no será en ningún caso mayor a: 70 m.c.a.



2.8 SISTEMA DIRECTO DE SUMINISTRO DE AGUA

2.8.1 DEFINICION

Es el suministro de agua a los puntos de consumo (aparatos sanitarios) directamente por la presión de la red pública.

Partes de que consta

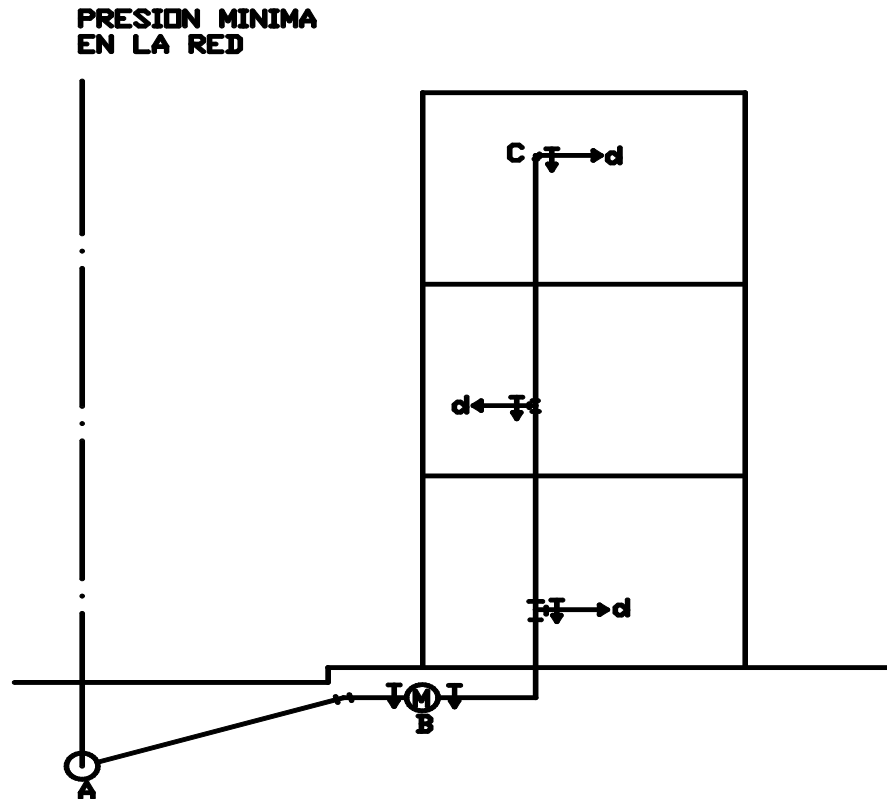


Figura 2.8 sistema de distribución directa Fuente: elaboración propia

AB = ramal domiciliar (acometida) desde la red publica hasta el medidor.

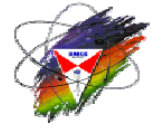
B = medidor

BC = alimentador de agua que no es tubería de impulsión succión ni manual.

d= ramales de distribución.

2.8.2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE ESTE SISTEMA

- A) **ventajas** es económico y además evita la contaminación interna.
- B) **Desventajas** se tiene el riesgo de quedarse sin servicio cuando el suministro de agua es cortado.



2.8.3. FACTORES A TOMAR EN CUENTA PARA EL CÁLCULO DE UN SISTEMA DIRECTO DE SUMINISTRO DE AGUA

PM

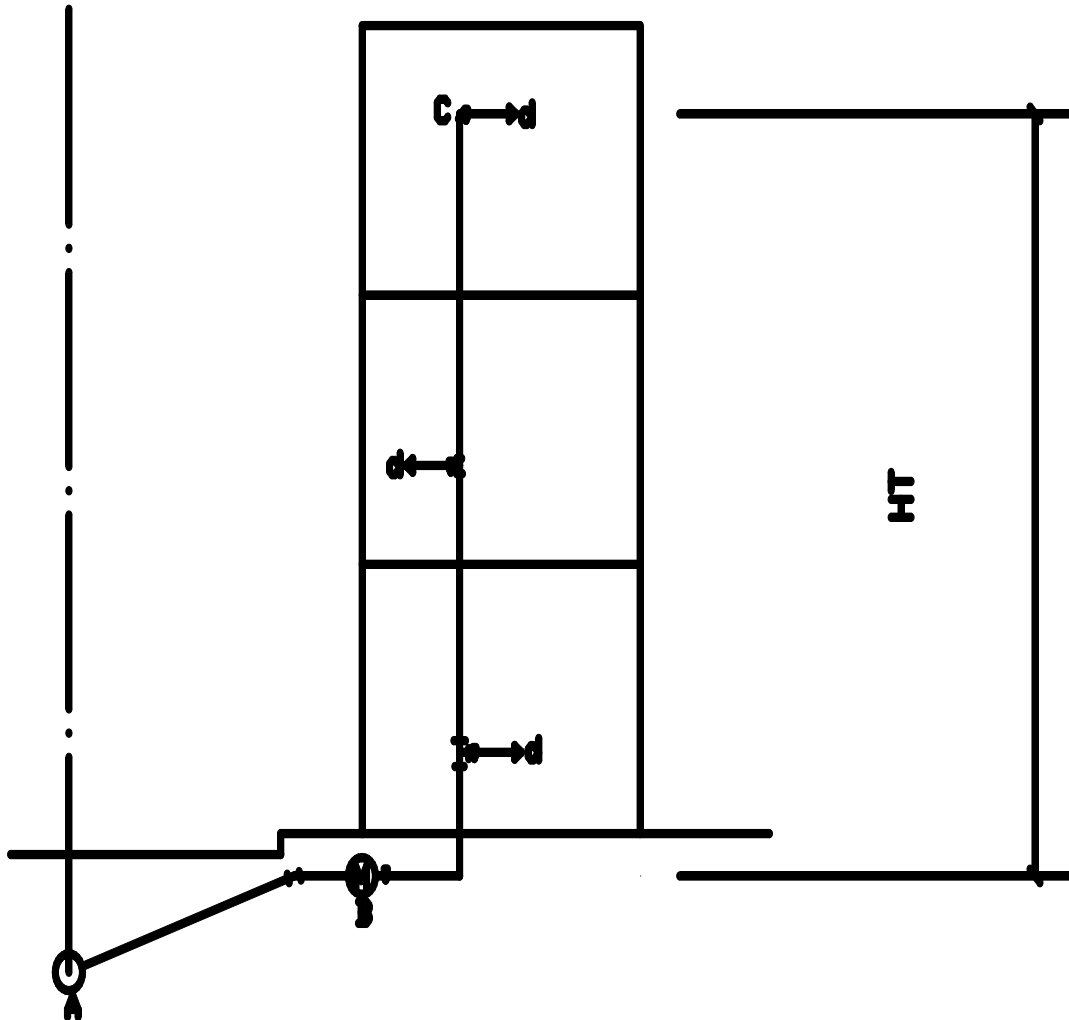


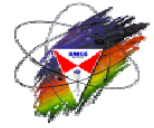
Figura 2.9 factores del sistema de distribución directa Fuente: elaboración propia

$$PM = HT + H_f + P_s \quad \dots\dots\dots \textbf{Formula general}$$

Donde:

PM presión en la matriz o red pública es el punto de acometida. Ejemplo para una casa de tres pisos debe haber una presión de 30 mts.

HT altura estática del edificio hasta el punto de consumo mas desfavorable incluyendo la profundidad hasta la matriz.





Hf pérdida de carga en toda la longitud de la tubería. Esta pérdida puede ser longitud de tubería propiamente dicha o por accesorios.

Para el cálculo de estas pérdidas se utilizan los ábacos de Hazem Willians y Crane.

Las pérdidas por longitud de tubería se representan por H_{fL} y las pérdidas por accesorios por H_{fa} .

Ps presión de salida de los aparatos sanitarios y están ligados al tipo de aparato, así:

-  Aparatos de tanque 3.5m - 5.6 m
-  Aparatos de válvula 7m - 10.55 m

Para el cálculo de este sistema, la presión de la matriz es la que nos sirve para el diseño.

De la formula general despejamos:

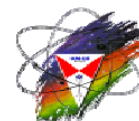
$$H_f = PM - HT - P_s$$

Esta pérdida H_f esta que hay que agotar asumiendo diámetros; pero teniendo en cuenta que la pérdida de carga total obtenida debe ser menor que H_f .

2.8.4 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

PASOS A SEGUIR

- 1.- efectuar un es quema en planta y en elevación de las diferentes líneas, que van a abastecer agua a los diversos aparatos, seleccionando o diferenciando la tubería de alimentación principal.
- 2.- calcular los gastos en cada uno de los tramos de abastecimiento, sean estos alimentadores o ramales secundarios.
- 3.- calcular la máxima demanda simultanea.
- 4.- ubicar el punto de consumo más desfavorable. Que viene a ser el más alejado horizontalmente y el más alto con respecto a ala matriz red publica.
- 5.- obtener la perdida de carga disponible, descontando las perdidas de carga por concepto de altura estática, presión de salida y presión en la red publica.
- 6.- asumir diámetros de tal forma que la perdida de carga que se obtenga, sea menor que la perdida de carga disponible. Las pérdidas de carga en las tuberías y accesorios se calculan por el método de Hazem Willians.


TABLA 2.32 FACTORES PARA PERDIDAS DE CARGA POR ACCESORIOS

Fuente: manual para el caculo de instalaciones 1986

\emptyset		Codo 90° R. Largo	Codo 90° R. Medio	Codo 90° R. corto	Codo 45°	Curva 45°	Curva 90°	Curva 45°	Entrada Normal	Entrada de Borde	Válvula Comp. Abierta	Válvula Globo Abierta	Válvula Angulo Abierta	Te pasaje Abierto	Te salida de Lado	Te salida Bilatral	Válvula de pie y colador	Salida de Tubería	Válvula de Rte. tipo llviano	Válvula de Ret. Tipo pesado
m	in																			
13	½	0.3	0.4	0.5	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.4	0.1	4.9	2.6	0.3	1.0	1.0	3.6	0.4	1.1	1.6
19	¾	0.4	0.6	0.7	0.3	0.3	0.4	0.2	0.2	0.5	0.1	6.7	3.6	0.4	1.4	1.4	5.6	0.5	1.6	2.4
25	1	0.5	0.7	0.8	0.4	0.3	0.5	0.2	0.3	0.7	0.2	8.2	4.6	0.5	1.7	1.7	7.3	0.7	2.1	3.2
32	1 ¼	0.7	0.9	1.1	0.5	0.4	0.6	0.3	0.4	0.9	0.2	11.3	5.6	0.7	2.3	2.3	10.0	0.9	2.7	4.0
38	1 ½	0.9	1.1	1.3	0.6	0.5	0.7	0.3	0.5	1.0	0.3	13.4	6.7	0.9	2.8	2.8	11.6	1.0	3.2	4.8
50	2	1.1	1.4	1.7	0.8	0.6	0.9	0.4	0.7	1.5	0.4	17.4	8.5	1.1	3.5	3.5	14.0	1.5	4.2	6.4
63	2 ½	1.3	1.7	2.0	0.9	0.8	1.0	0.5	0.9	1.9	0.4	21.0	10.0	1.3	4.3	4.3	17.0	1.9	5.2	8.1
75	3	1.6	2.1	2.5	1.2	1.0	1.3	0.6	1.1	2.2	0.5	26.0	13.0	1.6	5.2	5.2	20.0	2.2	6.3	9.7
100	4	2.1	2.8	3.4	1.5	1.3	1.6	0.7	1.6	3.2	0.7	34.0	17.0	2.1	6.7	6.7	23.0	3.2	8.4	12.9
125	5	2.7	3.7	4.2	1.9	1.6	2.1	0.9	2.0	4.0	0.9	43.0	21.0	2.7	8.4	8.4	30.0	4.0	10.4	16.1
150	6	3.4	4.3	4.9	2.3	1.9	2.5	1.1	2.5	5.0	1.1	51.0	26.0	3.4	10.0	10.0	39.0	5.0	12.5	19.3
200	8	4.3	5.5	6.4	3.0	2.4	3.3	1.5	3.5	6.0	1.4	67.0	34.0	4.3	13.0	13.0	52.0	6.0	16.0	25.0
250	10	5.5	6.7	7.9	3.8	3.0	4.1	1.8	4.5	7.5	1.7	85.0	43.0	5.5	16.0	16.0	65.0	7.5	20.0	32.0
300	12	6.1	7.9	9.5	4.6	3.6	4.8	2.2	5.5	9.0	2.1	102	51.0	6.1	19.0	19.0	78.0	9.0	24.0	38.0
350	14	7.3	9.5	10.5	5.3	4.4	5.4	2.5	6.2	11.0	2.4	120	60.0	7.3	22.0	22.0	90.0	11.0	28.0	45.0
400	16	8.4	11.1	12.2	6.2	5.4	6.2	2.8	7.2	12.5	2.8	130	68.0	8.4	26.0	26.0	100	12.5	32.0	54.0

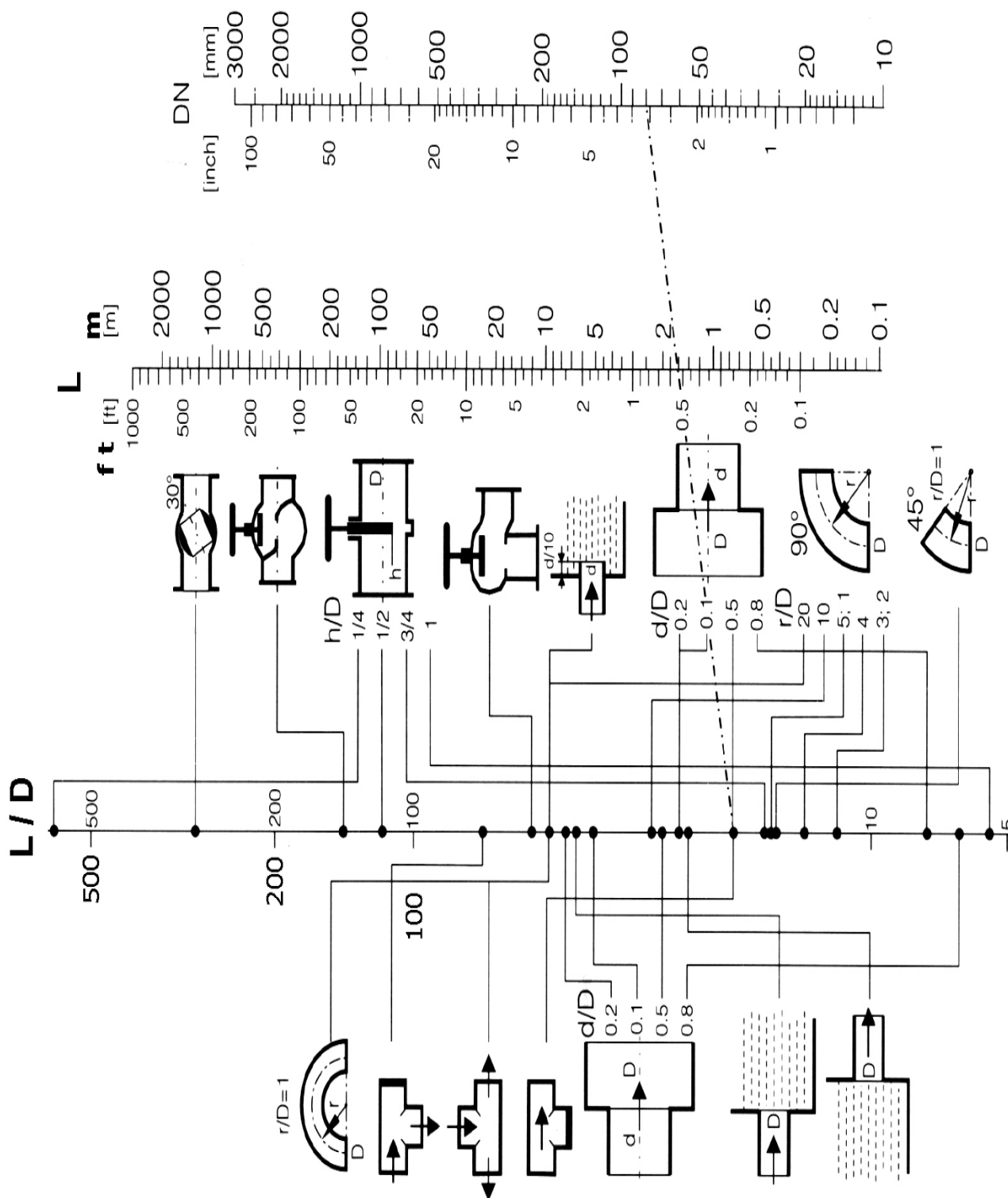
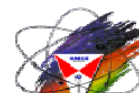
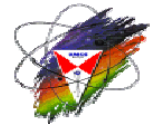


Figura 2.10 Ábaco de perdidas de carga por accesorios fuente: Eduardo alvarez



2.8.5 DISEÑO INTERIOR DE LOS AMBIENTES

2.8.5.1 INSTRUCCIONES

El diseño en realidad se hace en el ambiente donde las tuberías pueden ir por el piso o por las paredes. Cuando se hace por el muro, es mas caro debido a la cantidad de accesorios que hay que utilizar y también por la mayor cantidad de tubería a emplear

Cuando las tuberías van por el piso, estas deben ubicarse en el contrapiso. En los dos casos hay que seguir los ejes de la construcción. Una recomendación importante, es que las tuberías no deben pasar por zonas íntimas como halls, salas, dormitorios, etc. estas deben ser llevadas por pasadizos.

8.5.2. CALCULO DENTRO DE UN BAÑO

Para comenzar a hacer el cálculo dentro de un baño, hay que definir primeramente dos cosas, a saber:

a).- **RAMAL** es la tubería de agua que une los diferentes subramales a la tubería de alimentación.

b).- **SUBRAMAL** es la tubería de alimentación del aparato sanitario al ramal.

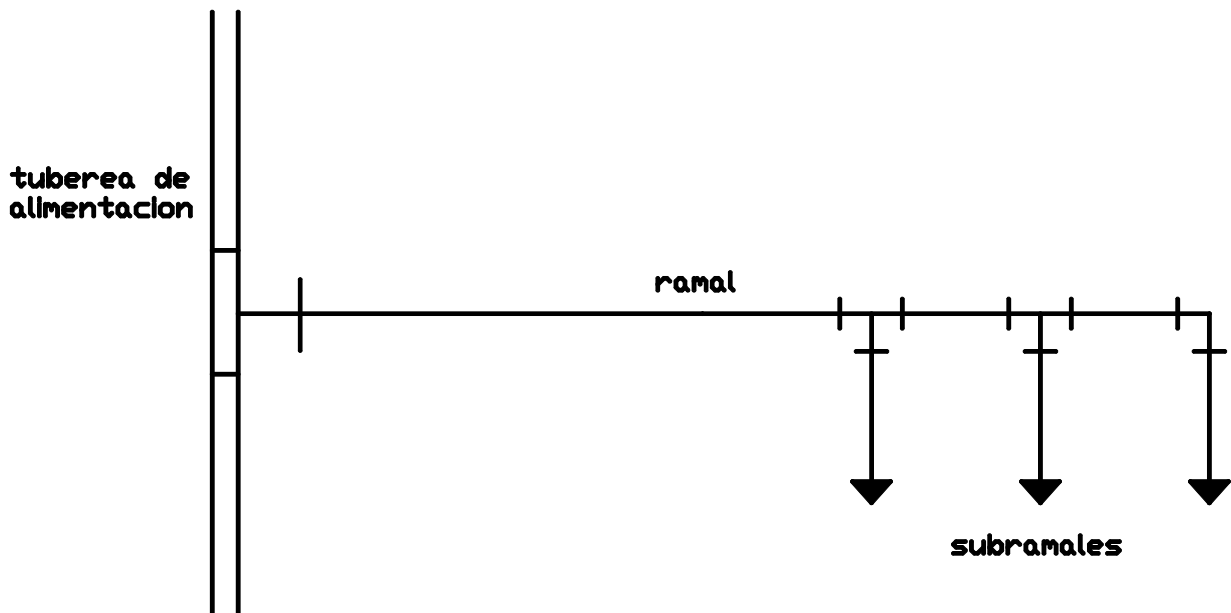
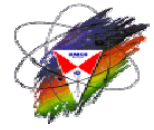


Figura 2.11 esquema de un ramal y subramales Fuente: elaboración propia



2.9 SISTEMA INDIRECTO DE SUMINISTRO DE AGUA

2.9.1 DEFINICION

Se llama indirecto porque el suministro de agua a los puntos de consumo (aparatos sanitarios) no es directamente por la presión de la red pública.

2.9.2 PARTES DE QUE CONSTA

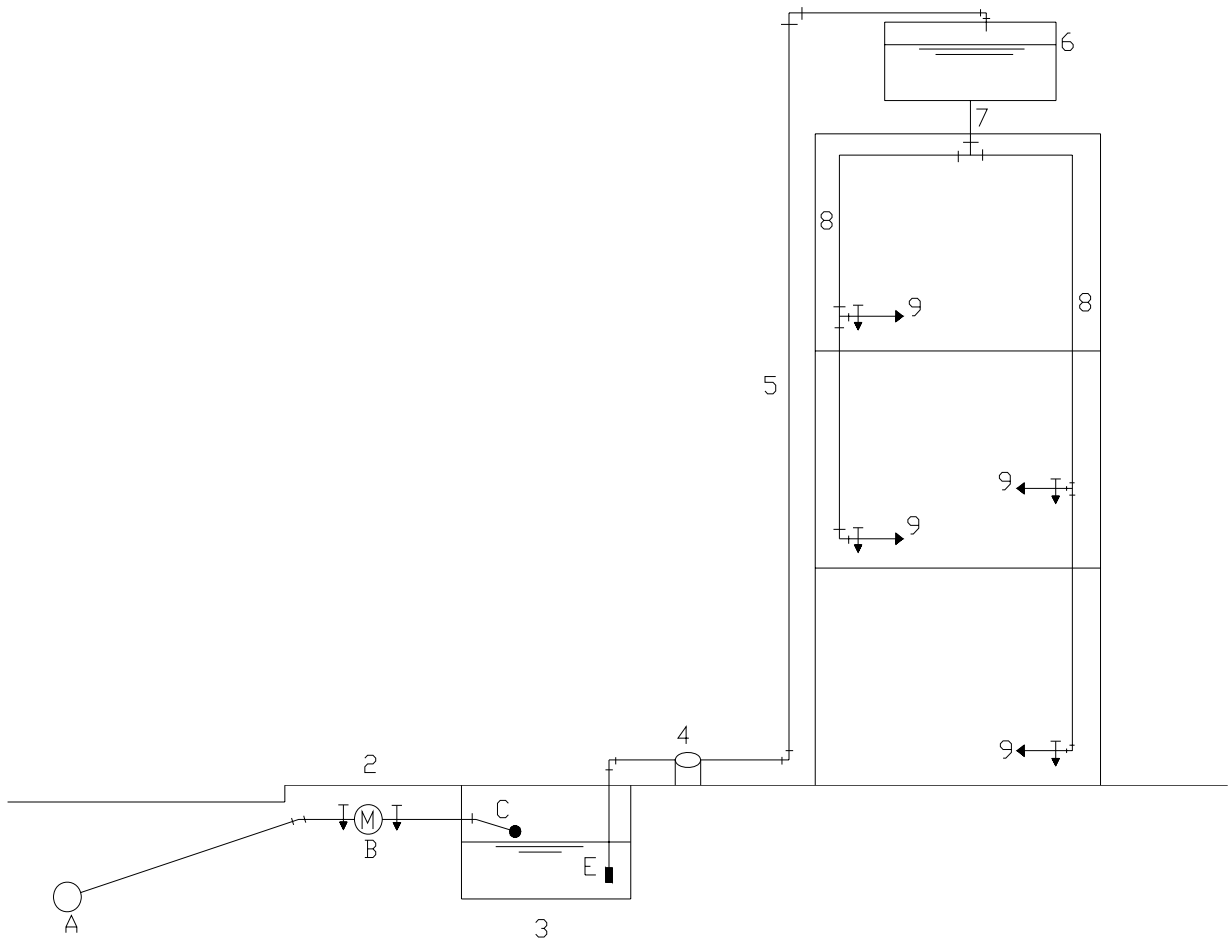


Figura 2.12 esquema de distribución indirecta Fuente: elaboración propia

A = red publica de la ciudad o urbanizadora.

AB = ramal domiciliario, que viene a ser acometida, ósea la tubería que toma el agua de la red publica hacia el edificio.

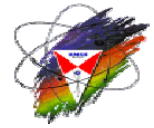
2 = medidores

BC = línea de alimentación comprendida entre el medidor y la entrega en la cisterna.

C = válvula a flotador.

3 = cisterna, abastece 24 hrs.

E = tubería de succión.



4 = conjunto motor bomba.

5 = línea de impulsión o tubería de impulsión, que bombea el agua del cisterna al tanque elevado.

6 = tanque elevado. Deposito en la parte alta del edificio que almacena de agua.

7 = salida o salidas del tanque elevado hasta el piso de la azotea.

8 = alimentador o alimentadores.

9 = ramales de distribución.

2.9.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE ESTE SISTEMA

2.9.3.1 VENTAJAS

- ✚ Permite un cierto almacenamiento de agua.
- ✚ las presiones que se tiene en el edificio son mas constantes, siendo esto, muy favorable para el suministro de agua caliente.

2.9.3.1 DESVENTAJAS

- ✚ Es un sistema caro con respecto al sistema directo.
- ✚ Hay posibilidades de contaminación del agua dentro del edificio, sea en la cisterna o en el tanque elevado.
- ✚ Hay un recargo de refuerzo estructural dentro del edificio.
- ✚

2.9.4 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN Y GENERALIDADES

2.9.4.1 ACOMETIDA

Es el tramo de la instalación comprendido desde que se incide en la red pública de aguas hasta la llave de paso del edificio. El Conducto se llama **RAMAL**.

Suele incluir tres importantes llaves:

- ✚ **Llave de Toma:** Se encuentra sobre la red general municipal, sirve para actuar en ella en caso de avería de la red general.
- ✚ **Llave de Registro:** Accesible desde la calle por parte de los empleados municipales de aguas. Se encuentra en una arqueta debajo de la acera y suele estar delante del edificio.
- ✚ **Llave de Paso:** Accesible por parte del encargado de la Comunidad de vecinos. Está en el interior de una arqueta, dentro del edificio.

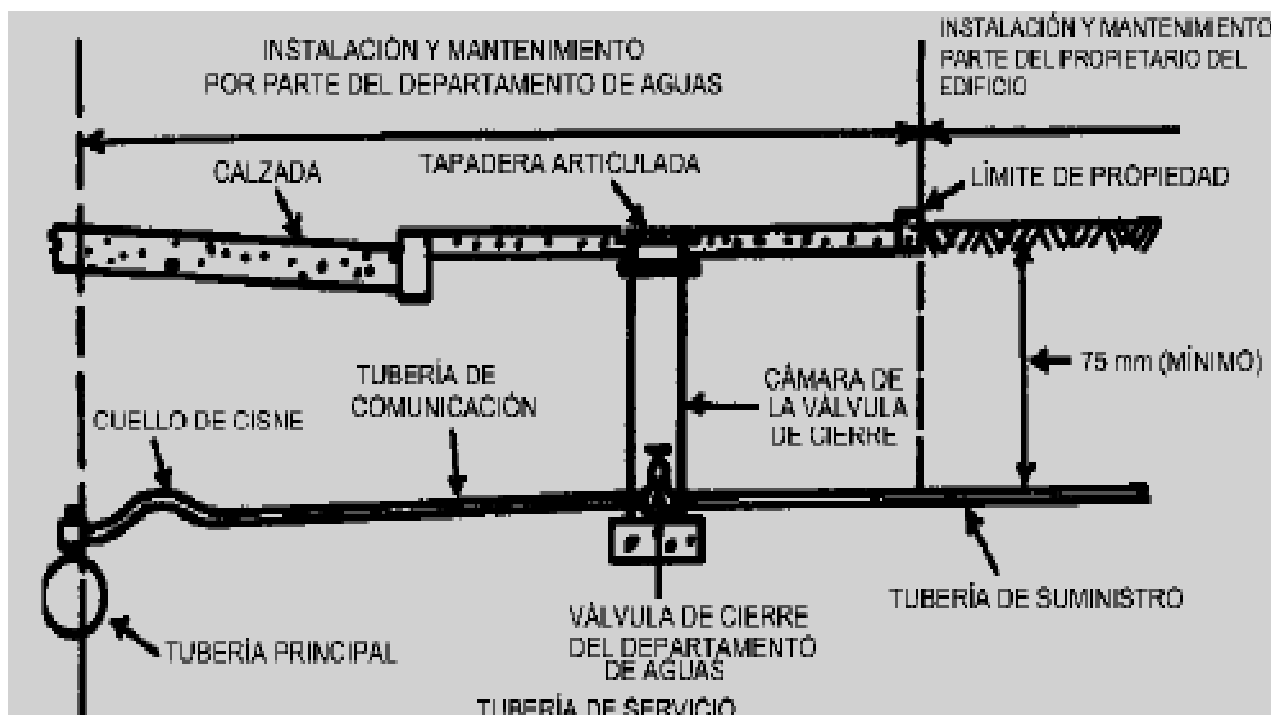
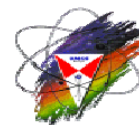


Figura 2.13 esquema de una acometida Fuente: plomería "F Hall" 1998

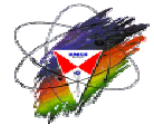
Instalación General

Comprende el tramo de la instalación desde la Llave de Paso hasta la Batería de Contadores. Se encuentra en zonas de Comunidad y debe tener fácil acceso para su registro. Conducto:

2.9.4.3 TUBO DE ALIMENTACION

Dispone de los siguientes elementos singulares:

- 🌈 **Válvula de Retención:** Con la finalidad de evitar retornos de agua.
- 🌈 **Batería de Contadores:** Se trata de un circuito cerrado que sirve de soporte a los contadores divisionarios ó individuales de cada abonado. Entorno a cada contador habrá dos llaves, esto es extensivo a la ubicación de elementos singulares que requieran recambios o reparaciones.
 - En este tramo se establecerán la toma con contadores a los elementos comunes de la Comunidad, tales como Vestuarios comunes, fregaderos comunes, piscinas, etc.
 - Asimismo cabe la posibilidad de que sea necesaria una bomba de alimentación para subir el agua por los montantes.



- ✚ **El Contador General:** Se encontrará a continuación de la llave de paso general. Después de cada contador es interesante poner una **válvula de retención** para evitar el retorno de agua, luego una **llave de vaciado** y después la llave que cierra lo que se puede denominar el entorno del Contador.

2.9.4.4 MEDIDOR

Es un dispositivo que nos permite aflorar la cantidad de agua que se abastece a un edificio o una casa. Para que mediante una tarifa especial se pague el consumo de agua.

CLASES

A. Velocímetros

Están formados de una turbina o especie de hélice que secciona el tubo de acuerdo a las revoluciones de este hélice y mediante aparatos de relojería nos indica el volumen de agua que pasa a través de el.

Ventajas

- ✚ Son de bajo costo
- ✚ Permite medir aguas potables con cierta materia en suspensión
- ✚ No interrumpen el flujo de agua en ningún momento.

Desventajas

- ✚ No son muy precisos
- ✚ Las piezas tienen que ser reparadas constantemente.

B- Volumétricos

Están formados de compartimientos que son llenados y vaciados mediante aparatos de relojería nos permite conocer la cantidad de agua a través de ellos.

Ventajas

- ✚ Son de gran precisión
- ✚ No son de gran mantenimiento

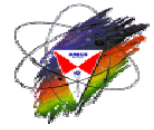
Desventajas

- ✚ No admiten aguas con materia en suspensión

Selección y cálculo del medidor

El medidor se selecciona en base al gasto que circula a través de la tubería. Debiendo tenerse en cuenta que la máxima pérdida de carga en el medidor debe ser el 50% de la pérdida de carga disponible; es decir:

$$H_{fm} = 50\% H_f$$



De la presión en la red publica. Para el punto más desfavorable del edificio, despejando H_f tenemos:

$$PM = HT + H_f + P_s$$

$$H_{fm} = 50/100 (PM - H_f - P_s)$$

Donde:

H_{fm} = pérdida de carga en el medidor.

PM = presión en la matriz o red publica.

P_s = presión de salida mínima.

H_f = pérdidas de carga.

HT = altura estática del edificio, se toma desde el nivel de la red publica.

2.9.4.5 TUBERIA DE ALIMENTACION MEDIDOR-TANQUE CISTERNA

Es el segmento de tubería comprendida entre el medidor y el tanque cisterna

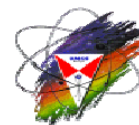
2.9.4.5.1 ELEMENTOS A TOMAR EN CUENTA EN EL CÁLCULO DE ESTA TUBERÍA

- ✚ Presión en la red publica
- ✚ Longitud de esta tubería
- ✚ Conocer el tiempo de llenado de la cisterna este tiempo se asume entre 4 – 6 hrs
- ✚ El gasto que pasa por esta tubería
- ✚ Volumen de la cisterna
- ✚ Presión de salida en la cisterna se supone 1.4 mca o 0.

Instalación individual

Es el tramo de instalación comprendido entre la salida de la Bateria de contadores divisionarios y las fuentes de consumo. Suele contener

- ✚ **Montante:** Tubo vertical desde el contador divisionario hasta la instalación particular. En su final debe estar la Llave del Abonado, si bien en otras ocasiones, esta puede estar en el interior de la vivienda y ya sobre la derivación horizontal y por tanto particular.
- ✚ **Derivación Particular:** Es el tramo de instalación particular comprendido entre la llave de paso del abonado hasta los cuartos húmedos. Preferible por la parte superior de la vivienda (falso techo), pero no obligatorio.
- ✚ **Derivación del aparato:** Es el tramo final y suele ir empotrado.



Puede haber una llave de paso a la entrada de cada cuarto húmedo, y cada aparato debe tener una llave particular de corte.

Obsérvese en la NB para las instalaciones interiores de suministro de agua, los **caudales mínimos** que deben recibir cada uno de los aparatos domésticos. Véase también la **clasificación de los suministros** según la suma del caudal instalado.

De igual modo apréciase **el cálculo del diámetro del tubo de alimentación** valorando su necesidad de longitud y el tipo de suministro Preciso.

2.10 PLANILLAS DE CÁLCULO PARA COLUMNAS DE PRINCIPALES DE AGUA POTABLE

COLUMNA [1] NÚMERO DE NUDO

Es el número nudo que se va a calcular

COLUMNA [2] NUMERO DE PISO








Es el número de piso donde se desea calcular el nudo (edificios de varias plantas)

COLUMNA [3] TRAMO

Es el tramo entre los nudos a calcular (según la numeración dada inicio y final de tramo)

COLUMNA [4] TIPOS DE ARTEFACTOS

Es el tipo de artefactos sanitarios y cantidad de estos en el tramo a calcular

-  I: Inodoros
-  L: Lavabo ó lavamanos
-  BóD: Tina de baño ó Ducha
-  Bt: Bidés
-  Lp: Lavavajillas ó lavaplatos
-  Lv: Lavanderías
-  U: Urinarios

COLUMNA [5] UNIDADES DE GASTO

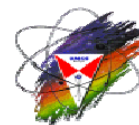
En estas casillas introducir las respectivas unidades de gasto de acuerdo a la **tabla 2.19 y tabla 2.20** según el tipo de uso del artefacto. (Público o privado)

COLUMNA [6] UNIDADES DE GASTO PARCIALES

Es la sumatoria de todas las casillas de la **columna [5]**

COLUMNA [7] UNIDADES DE GASTO ACUMULADOS

Unidades de gasto acumulado. Es la suma de columna **[5]** mas la unidad acumulada de la anterior fila.



COLUMNA [8] CAUDAL (l/s)

Es el caudal probable que se obtiene ingresando con el acumulado de las unidades de gasto columna [6] a la tabla 2.18 del método de Roy Hunter

COLUMNA [9] DIAMETRO mm o in

El diámetro será elegido de acuerdo a los diámetros disponibles de los fabricantes.

Es de importancia tomar los siguientes parámetros para la elección del diámetro de la tubería.

DIÁMETRO	
mm	in
13	½
19	¾
25	1
32	1 ¼
38	1 ½
50	2
63	2 ½
76	3
100	4
125	5
150	6

- La velocidad tiene que estar entre 0.6 – 1.5 [m/s] – (Máximo 2.50 [m/s]).
- La máxima presión estática no debe ser superior a 40 m.
- La mínima presión en la entrada de los artefactos sanitarios es de 2 mca.

COLUMNA [10] VELOCIDAD (m/s)

Calcular según la siguiente expresión:

$$V = \frac{[8] \times 0.001}{\frac{\pi \times ([9'] \times 0.001)^2}{4}}$$

COLUMNA [11] LONGITUD (m)

LONGITUD REAL [10']: Es la longitud real de la tubería

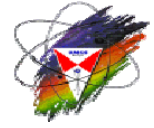
LONGITUD EQUIVALENTE [10'']: Es la longitud que se aumenta en la tubería por la existencia de accesorios de acuerdo a la tabla 2.34 o la figura 2.19

LONGITUD TOTAL [10''']: Es la suma de [10'] + [10'']

COLUMNA [12] PERDIDA DE CARGA (m)

Para la pérdida de carga se emplea la fórmula de Flamant planteada en unidades del Sistema Internacional:

UNITARIA:



$$j = \frac{4 C [9]^{1.75}}{2 \times 0.001 \times [8']^{1.25}}$$

Donde:

C: es el coeficiente de fricción,

0.00031 para Fundido, 0.00023 para Galvanizado, 0.00018 para Acero, 0.00012 para Cobre, 0.00010 para PVC.

PERDIDA DE CARGA TOTAL: $J = [10''] \times \text{Pérdida Unitaria}$

COLUMNA [13] Hg ALTURA GEOMÉTRICA DEL TANQUE (m)

Es la altura del tanque desde el nivel 0.00 m.

COLUMNA [14] hg ALTURA DEL PISO ESTUDIADO (m)

Es la altura de cada piso desde el nivel 0.00 m.

COLUMNA [15] PRESIÓN (m)

La presión disponible es: $Hg - [11''] - hg$

Donde:

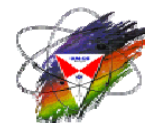
Hg: Altura geométrica del tanque, [m]

[11'']: Pérdida de carga total, [m]

hg: Altura del piso estudiado, [m]

COLUMNA [16] NUDO

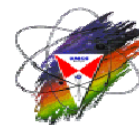
Se refiere al nudo del piso estudiado.



PLANILLAS DE CÁLCULO PARA COLUMNAS DE PRINCIPALES DE AGUA POTABLE

[1]	[2]	[3]		[4]							[5]							[6]	[7]	[8]	[9]		[10]
# DE NUDO	# DE PISO	TRAMO		# DE ARTEFACTOS							UNIDADES DE GASTO							U.D.G.	U.D.G.	CAUDAL	DIAMETRO		VELOCIDAD
		DE	A	I	L	B	Bt	Lp	Lv	U	I	L	B	Bt	Lp	Lv	U	PARCIAL	ACUMUL.	(l/s)	mm	in	(m/s)

[11]													[12]		[13]	[14]	[15]	[16]
LONGITUD													PERDIDAS DE CARGA		ALT. GEOM. DEL TANQUE	ALT. PISO ESTUDIADO	PRESION DISPONIBLE (mca)	NUDO
Real	Equivalente										Parcial	Total						
	Nº	llave P	Nº	Codo	Nº	Reduc	Nº	T direc	Nº	T ambos								
													Unit.	Total				



2.11 PLANILLA DE CÁLCULO PARA RAMALES DE AGUA POTABLE

COLUMNA [1] NÚMERO DE NUDO

Es el número nudo que se va a calcular

COLUMNA [2] NUMERO DE PISO








Es el número de piso donde se desea calcular el nudo (edificios de varias plantas)

COLUMNA [3] TRAMO

Es el tramo entre los nudos a calcular (según la numeración dada inicio y final de tramo)

COLUMNA [4] TIPOS DE ARTEFACTOS

Es el tipo de artefactos sanitarios y cantidad de estos en el tramo a calcular

-  I: Inodoros
-  L: Lavabo ó lavamanos
-  BÓD: Tina de baño ó Ducha
-  Bt: Bidés
-  Lp: Lavavajillas ó lavaplatos
-  Lv: Lavanderías
-  U: Urinarios

COLUMNA [5] UNIDADES DE GASTO

En estas casillas introducir las respectivas unidades de gasto de acuerdo a la **tabla 2.19 y tabla 2.20** según el tipo de uso del artefacto. (Público o privado)

COLUMNA [6] UNIDADES DE GASTO PARCIALES

Es la sumatoria de todas las casillas de la **columna [5]**

COLUMNA [7] UNIDADES DE GASTO ACUMULADOS

Unidades de gasto acumulado. Es la suma de **columna [5]** mas la unidad acumulada de la anterior fila.

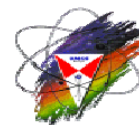
COLUMNA [8] CAUDAL (l/s)

Es el caudal probable que se obtiene ingresando con el acumulado de las unidades de gasto **columna [6]** a la **tabla 2.18** del método de Roy Hunter

COLUMNA [9] DIAMETRO mm o in

El diámetro será elegido de acuerdo a los diámetros disponibles de los fabricantes.

Es de importancia tomar los siguientes parámetros para la elección del diámetro de la tubería.



DIÁMETRO	
mm	in
13	½
19	¾
25	1
32	1 ¼
38	1 ½
50	2
63	2 ½
76	3
100	4
125	5
150	6

- La velocidad tiene que estar entre 0.6 – 1.5 [m/s] – (Máximo 2.50 [m/s]).
- La máxima presión estática no debe ser superior a 40 m.
- La mínima presión en la entrada de los artefactos sanitarios es de 2 mca.

COLUMNA [10] VELOCIDAD (m/s)

Calcular según la siguiente expresión:

$$V = \frac{[8] \times 0.001}{\frac{\pi \times ([9'] \times 0.001)^2}{4}}$$

COLUMNA [11] LONGITUD (m)

LONGITUD REAL [11']: Es la longitud real de la tubería

LONGITUD EQUIVALENTE [11'']: Es la longitud que se aumenta en la tubería por la existencia de accesorios de acuerdo a la **tabla 2.34** o la **figura 2.19**

LONGITUD TOTAL [11''']: Es la suma de [11'] + [11'']

COLUMNA [12] PERDIDA DE CARGA (m)

Para la pérdida de carga se emplea la formula de Flamant planteada en unidades del Sistema Internacional:

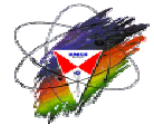
UNITARIA:

$$j = \frac{4 C [9]^{1.75}}{2 \times 0.001 \times [8']^{1.25}}$$

Donde:

C: es el coeficiente de fricción,

0.00031 para Fundido, 0.00023 para Galvanizado, 0.00018 para Acero, 0.00012 para Cobre, 0.00010 para PVC.



PERDIDA DE CARGA TOTAL: $J = [10''] \times \text{Pérdida Unitaria}$

COLUMNA [13] PRESIÓN EN EL NUDO (m)

Este dato será el valor de la **columna [15]** de la planilla de cálculo de columnas principales, para la primera fila, la siguiente es la Presión en el Nudo Consecutivo **[15]**.

COLUMNA [14] ALTURA DEL ARTEFACTO (m)

Son las alturas de los artefactos a calcular.

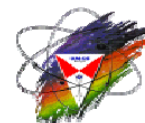
COLUMNA [15] PRESIÓN EN EL ARTEFACTO (m)

$$[15] = [13] - [12 \text{ TOTAL}] - [14]$$

COLUMNA [16] PRESIÓN EN EL NUDO CONSECUTIVO (m)

$$[16] = [13] - [12 \text{ TOTAL}]$$

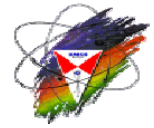
NOTA: Para el cálculo de ramales de la columna B será el Ingeniero Proyectista quien ponga en Juego su criterio, por ejemplo se puede unir las tuberías y sus respectivas perdidas de carga, ó por el contrario se pueden calcular por separado



PLANILLA DE CÁLCULO PARA RAMALES DE AGUA POTABLE

[1]	[2]	[3]		[4]							[5]							[6]	[7]	[8]	[9]		[10]
# DE NUDO	# DE PISO	TRAMO		# DE ARTEFACTOS							UNIDADES DE GASTO							U.D.G.	U.D.G.	CAUDAL	DIAMETRO		VELOCIDAD
		DE	A	I	L	B	Bt	Lp	Lv	U	I	L	B	Bt	Lp	Lv	U	PARCIAL	ACUMUL.	(l/s)	mm	in	(m/s)

[11]													[12]		[13]	[14]	[15]	[16]
LONGITUD													PERDIDAS DE CARGA		PRESION EN EL NUDO (m)	ALT. DEL ARTEFACTO (m)	PRESION EN EL ARTEFACTO (m)	PRESION EN EL NUDO CONSECUTIVO (m)
Real	Equivalente										Parcial	Total						
	Nº	llave P	Nº	Codo	Nº	Reduc	Nº	T direc	Nº	T ambos								
													Unit.	Total				



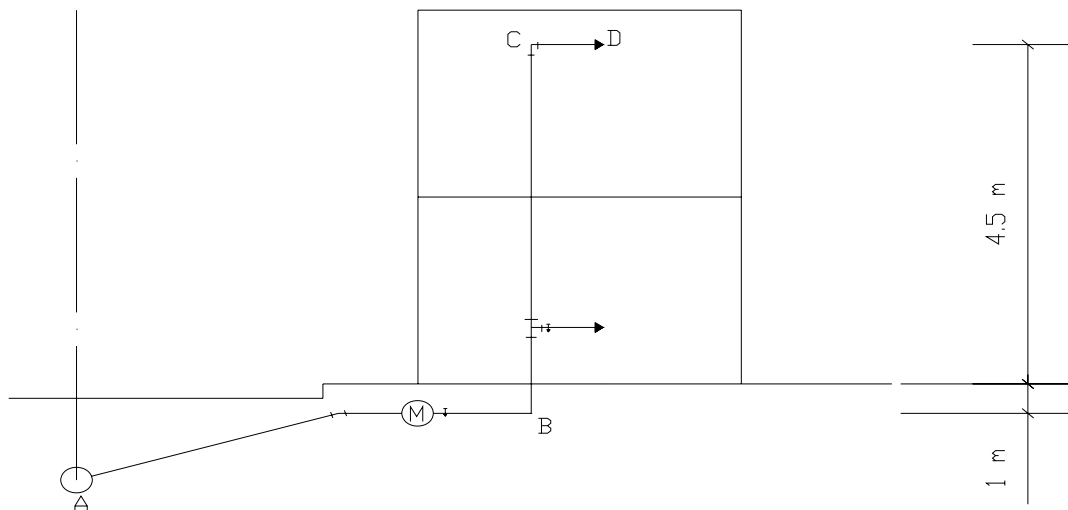
EJEMPLOS DE APLICACION

Ejemplo 1 sistema directo

La figura muestra el gasto o consumo de cada piso es de 0.75lts/seg. Siendo la presión en la red publica de 20 mca después de descontar la perdida de carga en el medidor se trata de diseñar el ramal de alimentación AD con la condición de que exista una presión de salida en el aparato mas alejado 5 mca todos los aparatos son de tanque y la longitudes son las siguientes
 $AB = 8 \text{ m}$ $BC = 4.5 \text{ m}$ $CD = 1 \text{ m}$

Las tuberías serán de F.G. Con $C = 100$

$$PM = 20 \text{ mca}$$



PM = presión disponible en la matriz

HT = altura geometrica del punto mas desfavorable

Figura 1.14 ejemplo distribución directa Fuente: elaboración propia

Solución:

Datos

$$HT = 5.5 \text{ m}$$

$$PM = 20 \text{ m}$$

$$Q_{AB} = 1.5 \text{ lts/seg}$$

Calculo de la perdida de carga

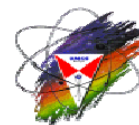
$$PM = HT + H_f + P_s \quad \text{FORMULA GENERAL despejando } H_f$$

$$H_f = PM - HT - P_s$$

$$H_f = 20 - 5.5 - 3.5 = 11 \text{ m}$$

Selección de diámetros

Tramo AB



$Q = 1.5 \text{ lts/seg}$

$\Phi = 1''$

$L = 8 \text{ m}$

Para encontrar la pendiente de carga perdida de carga por unidad de longitud de la tubería se utilizara Hazem Williams

La formula de Hazen Williams se usa en problemas de flujo en tuberías, la ecuación es la siguiente:

$$V = 0.8494 \cdot C \cdot R^{0.63} \cdot S^{0.54} \quad \text{o también:}$$

$$Q = 0.2785 \cdot C \cdot D^{2.63} \cdot S^{0.54}$$

$$V = 0.355 \cdot C \cdot D^{0.63} \cdot S^{0.54}$$

En donde:

V = Velocidad [m/seg]

R = Radio hidráulico [m] (cociente del área de la sección recta por el perímetro mojado simplificando: $D/4$)

S = Pendiente de carga de la línea de alturas piezométricas (perdida de carga por unidad de longitud del conducto [m/m])

C = Coeficiente de la rugosidad relativa de Hazen Williams (tabla 5.1)

TABLA 2.35 VALORES DE COEFICIENTE DE RUGOSIDAD RELATIVA

Descripción de la tubería	Valor de C
Tuberías rectas muy lisas	140
Tuberías de fundición lisas y nuevas	130
Tuberías de fundición usadas y de acero roblonado nuevas	110
Tuberías de alcantarillado vitrificadas	110
Tuberías de fundición con algunos años de servicio	100
Tuberías de fundición en malas condiciones	80
Tuberías de concreto	120
Tuberías de plástico	150
Tuberías de asbesto-cemento	140

Fuente: Mecánica de los fluidos e hidráulica *Shaum* (Ronald V. Giles pag. 250)

$S = 0.73 \text{ m/m}$

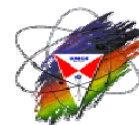
Además en cada tramo tenemos que calcular la longitud equivalente de todos los accesorios. Para el problema asumiremos los siguientes accesorios en cada tramo.

Longitud equivalente

1 codo de 45° $\Phi = 1'' = 0.40$

1 válvula de compuerta = 0.2

Sumando todos estos valores tenemos L.e.= 0.6 m



$$H_f AB = (8 + 0.6) \cdot 0.73 = 6.28 \text{ m}$$

Tramo BC

$$Q = 0.75 \text{ lts/seg.}$$

$$\Phi = 1''$$

$$LR = 5.5 \text{ m}$$

Procediendo de la misma forma calculamos la perdida de carga unitaria

$$S = 0.20 \text{ m/m}$$

Calculando la L.e.

$$\text{Un Tee } \Phi = 1'' = 0.5$$

$$1 \text{ codo de } 90^\circ \Phi = 1'' = 0.7$$

$$L.e. = 1.2 \text{ m}$$

$$H_f BC = (5.5 + 1.2) \cdot 0.2 = 1.34 \text{ m}$$

Tramo CD

$$Q = 0.75 \text{ lts/seg.}$$

$$\Phi = 3/4''$$

$$LR = 1.0 \text{ m}$$

Procediendo de la misma forma calculamos la perdida de carga unitaria

$$S = 0.82 \text{ m/m}$$

$$H_f CD = 1.0 \cdot 0.82 = 0.82 \text{ m}$$

$$H_f = H_f AB + H_f BC + H_f CD = 6.28 + 1.34 + 0.82 = 8.44 \text{ m}$$

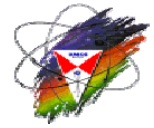
Calculo de las presiones en cada punto

$$PB = 20 - (8.44 + 1.0) = 10.56 \text{ m}$$

$$PC = 10.56 - (5.5 + 1.34) = 3.72 \text{ m}$$

$$PD = 3.72 - 0.82 = 2.90 \text{ m} > 2 \text{ mca ok}$$

TRAMO	longitud	LTotal	Q	Φ	S	Hf	presión
AB	8	8.6	1.5	1''	0.73	6.28	10.56
BC	5.5	6.7	0.75	1''	0.2	1.34	3.72
CD	1	1	0.75	3/4''	0.82	0.82	2.9



Ejemplo: 2

Determinación de diámetros por el método de caudales de simultaneidad y pérdidas de carga

En el siguiente ejemplo calcularemos dimensionaremos un montante para la instalación de un edificio de 5 plantas.

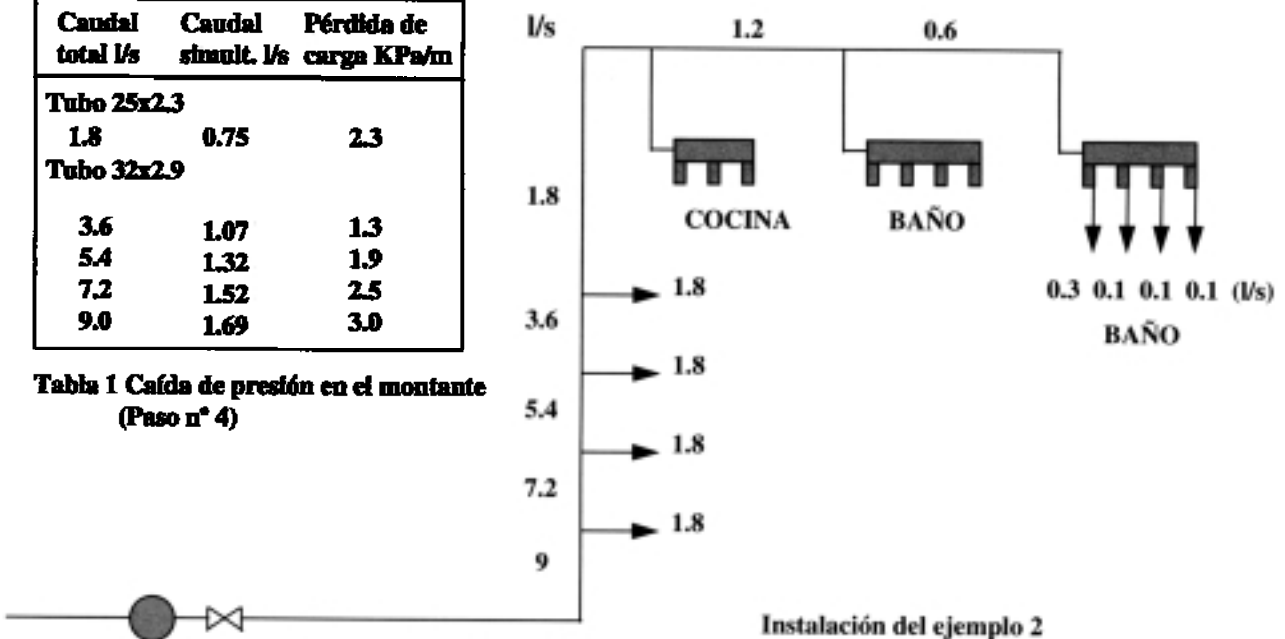
Descripción de la instalación:

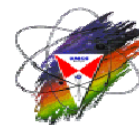
- Presión disponible en la acometida de 60mca
- El montante suministra una vivienda en cada una de las 5 plantas del edificio
- Cada vivienda tiene dos baños y una cocina
- La altura entre plantas es de 3 m y el edificio mide por tanto 15 m
- La caída de presión en el calentador es de 10 mca
- La caída de presión en un grifo es de 5 mca
- La presión mínima deseada a la salida de un grifo es de 20 mca
- * Este valor no debe considerarse como un valor general

Para simplificar los cálculos hemos considerado despreciable la caída de presión en los accesorios y los colectores, su influencia en los resultados es marginal.

Caudal total l/s	Caudal simult. l/s	Pérdida de carga KPa/m
Tubo 25x2.3		
1.8	0.75	2.3
Tubo 32x2.9		
3.6	1.07	1.3
5.4	1.32	1.9
7.2	1.52	2.5
9.0	1.69	3.0

Tabla 1 Caída de presión en el montante
(Paso nº 4)





PASO 1, CÁLCULO DE LA PÉRDIDA DE CARGA CONOCIDA

Presión disponible	600 KPa
Caída de presión en el calentador	-100 KPa
Caída de presión debida a la gravedad (9,8 l KPa/m x 15 m = 147,2 KPa)	-147,2 KPa
Caída de presión en el grifo	-50 Kpa
Presión mínima de salida en el grifo	-200 KPa
	102.8 kpa

Los valores negativos de esta operación son la pérdida de carga conocida previamente que utilizaremos en el paso 5.

PASO 2, CÁLCULO DE LA CAÍDA MEDIANTE PRESIÓN

Este cálculo nos da una indicación de la pérdida de carga de la tubería que debemos seleccionar. Longitud aproximada de la tubería = 15 m (altura del edificio) + 10 m (aparato más alejado) = 25 m

$$102.8/25 = 4.11 \text{ Kpa / m}$$

PASO 3, CALCULO DE LA CAIDA DE PRESION EN EL APARATO MÁS DESFAVORABLE

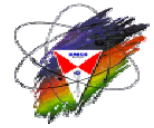
Es el aparato que presenta mayor caída de presión, en nuestro caso estará en la última planta y suele coincidir con el aparato que está más alejado y lo que tiene mayor demanda de caudal. En nuestro caso tomaremos como ejemplo el baño que está más alejado.

Tabla 2, Caída de presión en los aparatos del local más desfavorable

Aparato	Distancia al colector	Dimensión de la tubería	Caudal l/s	Caída de presión KPa/m	Caída de presión KPa
Baño	4	20 x 1.9	0.3	1.37	5.48
Lavabo	6	16 x 1.8	0.1	0.70	4.20
Inodoro	7	16 x 1.8	0.1	0.70	4.90
Bidet	4	16 x 1.8	0.1	0.70	2.80

PASO 4, CÁLCULO DE LA CAÍDA DE PRESIÓN EN EL MONTANTE

Para dimensionar el montante hemos seguido este orden:



1° Sumamos en cada uno de los tramos los caudales de los aparatos que suministran dichos tramos, de esta manera conocemos el caudal máximo (Caudal total) que discurriría por cada uno de los tramos.

2° En función de estos caudales se calculan los caudales de simultaneidad. Hay varios métodos para hacer este cálculo y todos se basan en que todos los aparatos no estarán consumiendo el caudal máximo a la vez y establecen un caudal probable con el que se dimensionan las instalaciones. En el punto 3.4. De este manual utilizamos unas fórmulas según el número de aparatos y el número de viviendas pero hay varios métodos. En este ejemplo hemos utilizado los caudales de simultaneidad para viviendas que figuran en la norma alemana DIN 1988 parte 3.

3° Con los caudales de simultaneidad en cada tramo y la pérdida de carga orientativa que hemos obtenido en el paso 2, 4.11 Kpa/m, elegimos los diámetros más adecuados para cada tramo.

Los resultados vienen reflejados en la tabla 1 junto al esquema de la instalación. Con el mayor caudal, 1.69 lts y la tabla de pérdidas de carga, encontramos como dimensión más deseable el tubo de 32 x 2.9. En el último tramo tomamos tubo de 25 x 2.3, ya que la pérdida de carga para el caudal simultáneo en ese tramo estaría dentro de los límites que nos habíamos marcado en el punto 2.

La caída de presión en el montante es:

$$2.3 \text{ Kpa/m} \times 3 \text{ m} = 6.9 \text{ Kpa}$$

$$1.3 \text{ Kpa/m} \times 3 \text{ m} = 3.9 \text{ Kpa}$$

$$1.9 \text{ Kpa/m} \times 3 \text{ m} = 5.7 \text{ Kpa}$$

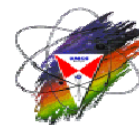
$$2.5 \text{ Kpa/m} \times 3 \text{ m} = 7.5 \text{ Kpa}$$

$$3.0 \text{ Kpa/m} \times 3 \text{ m} = 9.0 \text{ Kpa}$$

$$\underline{\hspace{1cm}} \quad 33.0 \text{ Kpa}$$

PASO 5, TENIENDO EN CUENTA TODAS LAS PÉRDIDAS DE CARGA

Caída de presión en el aparato más desfavorable (paso 3)	5.48 KPa
Caída de presión en el montante (paso 4)	33.00 KPa
Caída de presión conocida (paso 1)	<u>497.20 KPa</u>



535.68kpa

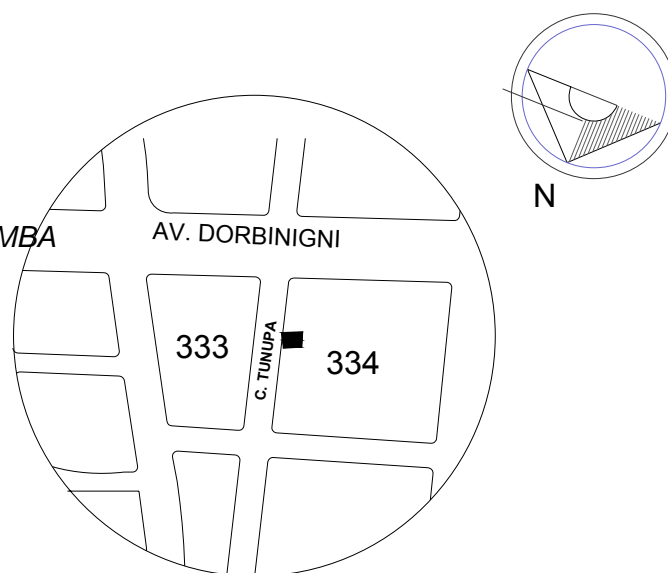
Como el valor que hemos obtenido es menor que la presión disponible, las dimensiones que hemos tomado serían más que suficientes. Si no fuera así deberíamos tomar un diámetro de tubo mayor en los montantes

Ejemplo 3 APLICACIÓN PRÁCTICA (sistema indirecto)

El presente proyecto se refiere a la práctica del estudio de una “**Instalación Sanitaria**”, tocando los puntos más importantes de este, como ser: presión mca, tipos tubería sus diámetros a utilizar de acuerdo a su requerimiento para el cálculo de la red de instalación sanitaria para las estructuras y viviendas, previo conocimiento de los diferentes ambientes con que cuenta la estructura para el diseño de la red.

1. UBICACIÓN.

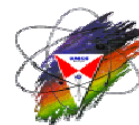
- ✓ MUNICIPIO Cercado
- ✓ DISTRITO: 03
- ✓ SUBDISTRITO: 21
- ✓ ZONA: SARCOBAMBA
- ✓ MANZANA: 334
- ✓ LOTE: S/N
- ✓ CALLE Tunupa



2. DESCRIPCION DE LA VIVIENDA

Para la realización del proyecto se deberá tomar en cuenta el tipo de vivienda en este caso en particular será una **Vivienda Multifamiliar** ya que este parámetro se tomara muy en cuenta en cuanto al consumo de agua y al diseño de la instalación sanitaria.

Superficie	M2
Lote	200
Planta Baja	81
1º Piso	90.26
2º Piso	90.26
3º Piso + Terraza	62.2
Construida	323,72



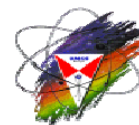
Habitable	129.49
------------------	--------

Luego del análisis anterior se nos presenta la tabla de Dependencias:

TABLA DE DEPENDENCIAS

PLANTA	AMBIENTE	CANTIDAD
Planta Baja	Tienda Comercial	2
	Baños	2
	Deposito	1
	Área Verde	1
	Área Estacionamiento	1
1º Piso	Dormitorios	2
	Baños	3
	Sala - Comedor	1
	Cocina	1
2º Piso	Dormitorios	2
	Baños	3
	Sala - Comedor	1
	Cocina	1
3º Piso	Dormitorio	1
	Baños	2
	Sala - Comedor	1
	Cocina	1
	Deposito	1
	Terraza	1

Estas Características serán extraídas del plano que se presentara para realizar el proyecto.



3.- FACILIDADES SANITARIAS

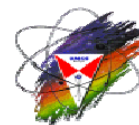
FACILIDADES SANITARIAS

PLANTA	ARTEFACTO	CANTIDAD
Planta Baja 2 Baños	Lavamanos Inodoro	2 2
1º Piso 3 Baños	Lavamanos Inodoro Tina Ducha	3 3 1 1
Cocina	Lavaplatos	1
2º Piso 3 Baños	Lavamanos Inodoro Tina Ducha	3 3 1 1
Cocina	Lavaplatos	1
2º Piso 2 Baños	Lavamanos Inodoro Ducha	2 2 1
Cocina	Lavaplatos	1

4.- UBICACIÓN DEL SERVICIO

La alimentación de la Red de Agua Potable se realizara a través de la Red Publica de SEMAPA quien nos brinda los siguientes servicios básicos:

- ✓ Agua Potable
- ✓ Alcantarillado Sanitario
- ✓ Alcantarillado de Aguas Pluviales



5.- DEMANDA DE AGUA

Superficie Lote $\rightarrow 200 \text{ m}^2 \Rightarrow$ **Residencia Multifamiliar**

El Cálculo de la demanda de Agua se lo hará en base y en estricto cumplimiento con ISO distintos artículos que se encuentran del reglamento nacional de instalaciones sanitarias DINASBA.

Al Asumir el tipo de residencia nos dirigimos al:

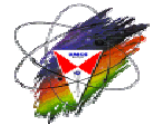
- ✓ Artículo 4.3.4. Demanda en Departamentos
- ✓ Artículo 4.3.11 Demanda en Depósitos
- ✓ Artículo 4.3.13 Demanda en Comercios
- ✓ Artículo 4.3.24 Demanda en Áreas verdes
- ✓ Artículo 4.12.7 Demanda Contra Incendios

TABLA DE DEMANDA DE AGUA

PLANTA	AMBIENTE	Unidad	Cantidad	Dot. Unitaria	Total Parcial
Planta Baja					
	Tienda Comercial	M2	8.01	0.5	4.005
	Deposito	M2	40.5	12	486
	Área Verde	M2	29.03	2	58.06
	Área Estacionamiento	M2	58.98	2	117.96
1º Piso					
	Dormitorios	Un.	2	400	800
2º Piso					
	Dormitorios	Un.	2	400	800
3º Piso					
	Dormitorio	Un.	1	400	400
	Deposito	M2	2.33	0.5	1.165
	Terraza	M2	25.67	5	128.35
Incendios					
		Un.	4	500	2000
Σ Total					4795.54

* Los valores de demanda de agua en Áreas de estacionamiento y terraza serán asumidos por el proyectista previo estudio específico.

ΣQtotal = 4795.54 Lts/día \approx 4796 Lts/Dia \rightarrow DEMANDA DE AGUA



6.- ALMACENAMIENTO Y DIMENSIONAMIENTO DE TANQUES

El control del almacenaje de agua potable se realiza con el artículo 4.6.4 el cual nos ayuda en el diseño de tanques, se contara con un tanque cisterna y un tanque elevado

De acuerdo a los cálculos anteriormente realizados tenemos:

$$\text{Vol TOTAL} = 4796 \text{ m}^3$$

TANQUE BAJO - CISTERNA

Reemplazando valores tenemos:

$$V_{\text{tanque cisterna}} = 2/3 * 4.796 = 3197 \text{ m}^3$$

Como el volumen del Tanque Cisterna nos da menor a 5 m^3 ($2.8 \text{ m}^3 < 5 \text{ m}^3$) debemos asumir el volumen mínimo de 5 m^3 . Esto debido a razones comerciales y constructivas.

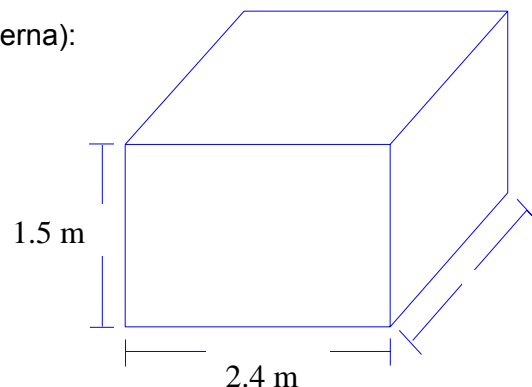
$$\text{Vol. tanque cisterna} = 5 \text{ m}^3$$

Para el dimensionamiento del tanque de almacenamiento (Cisternas) se deben tomar en cuenta una serie de factores:

1. Capacidades Requeridas
2. Espacios disponibles
3. Distancia vertical entre el techo de la superficie libre del agua entre 30 – 40 Cm.
4. La altura del agua no debe ser menor a 0.80 m.

Siendo el área de almacenamiento (Tanque cisterna):

Ancho:	2.4 m
Base:	2.4 m
Alto:	1.5 m
Área Útil:	4.41 m ²
Altura útil:	1.20 m

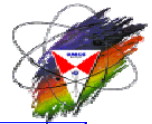


TANQUE ALTO

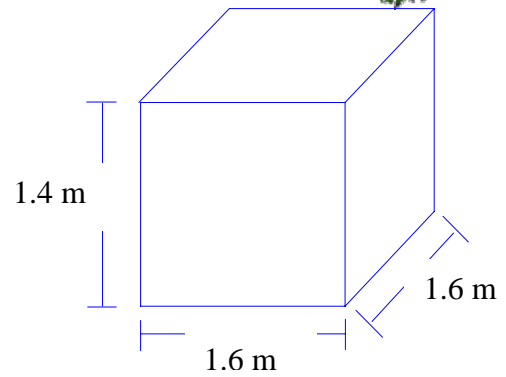
Para el dimensionamiento de los Tanques Elevados se debe tomar en cuenta que:

1. Lo mas alejado del frente de edificio por razones de estética,
2. Si es posible en la parte céntrica de los servicios a atender
3. Debe ubicarse a una altura adecuada sobre el nivel de la azotea o estructura adicional a fin de que se garantice una presión adecuada.
4. Es recomendable que se encuentre sobre la caja de la escalera.

$$V_{\text{tanque elevado}} = 1/3 * 4.796 = 1.600$$



Ancho: 1.6 m
Base: 1.6 m
Altura: 1.4 m
Área Útil: 1.69 m²
Altura Útil: 1 m



7.- ACOMETIDA

Viendo el Art.4.6.14, para el diseño de la acometida obtenemos:

Tiempo de llenado = 2 hrs.

$Q_{ACOMETIDA} = V_{TANQUE} / \text{Tiempo de llenado}$

$$Q = \frac{5000}{2 * 3600} = 0.6944 \approx 0.69 \text{ Lts / s}$$

La Norma indica que debe estar entre 0.3 – 5 m/s.

Asumiremos una velocidad de Acometida de 3.00 m/s.

$$Q = V * \text{Área}$$

$$\text{Área} = \frac{\pi * \theta^2}{4}$$

$$\Phi = 0.0131 \text{ m} \approx 0.5157 \text{ "}$$

$$\Phi = 3/4 \text{ "}$$

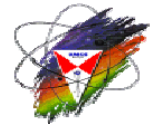
Controlamos la Velocidad $\rightarrow V = 1.4034 \text{ m/s} \rightarrow \text{Ok!!!}$

DIAMETRO DE LA TUBERIA DE SUCCION

$$\Phi = 3/4 \text{ "}$$

DIAMETRO DE LA TUBERIA DE IMPULSION

$$\Phi = 1 \text{ "}$$



EQUIPO DE BOMBEO Y PÉRDIDA DE CARGA

EQUIPO DE BOMBEO

Datos de Entrada:

$$\begin{aligned} \text{VolTanque} &= 1.6 \text{ m}^3 \\ t &= 0.58 \text{ [Hrs]} \\ H &= 12.3 \text{ [m]} \end{aligned}$$

1. Caudal [m3/Seg]

$$Q = \frac{\text{Vol.Tq}}{t} \quad Q = 0.0007663$$

2. Diametro Efectivo (Formula de Bresse)

$$D.[m] = 1.3 * \lambda^{\frac{1}{4}} * \sqrt{Q.[m^3 / seg]}$$

$$\lambda = \frac{N}{24} \quad \lambda = 0.01041667$$

$$N \rightarrow \text{Numero de horas de Bombeo} \quad N = 0.25$$

$$D = 0.01149662 \text{ [m]} \rightarrow D = 0.45262 \text{ [Pulg]}$$

$$\begin{aligned} D &= 0.5 \text{ [Pulg]} \\ D &= 0.0127 \text{ [m]} \end{aligned}$$

3. Perdida de Cargas

a) Por diferencia de Altura

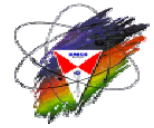
$$Q = 0.2785 * C * D^{2.63} * S^{0.54} \quad C = 150$$

$$S = 2.90959092$$

$$s = \frac{hf}{L} \quad \begin{aligned} L &= 12.3 \text{ [m] Altura de Bombeo} \\ hf1 &= 35.78797 \end{aligned}$$

b) Por Friccion

$$Q = V * A$$



$$V = 6.04912 \quad [\text{m/seg}]$$

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \quad n = 0.009$$

$$S = 1.58752081$$

$$s = \frac{hf}{L} \quad L = 12.3 \quad [\text{m}] \text{ Altura de Bombeo}$$

$$hf2 = 19.5265$$

4. Calculo Perdida de carga Total

$$Ht = hf1 + hf2 + h$$

$$Ht = 67.61447$$

5. Calculo de Potencia de Bomba [Hp]

$$Pot.[Hp] = \frac{Q * Ht * \gamma}{76 * \xi}$$

$$\xi = 70 \quad \% \text{ Eficiencia}$$

$$\gamma = 1000 \quad \text{Kg/m}^3$$

$$Pot[Hp] = 0.97391 \quad [Hp]$$

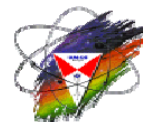
Pot[Hp] = 1 [Hp]

AGUA FRIA

PLANILLA DE UNIDADES DE GASTO

N°	AMBIENTE	I	U	Bi	Lavt	Ti	Du	BC	Lav	Lv	LLF	TOTAL
		3	3	1	1	2	2	5	3	3	3	
1	PLANTA BAJA	2			2							8
2	PLANTA 1° PISO	3			3	1	1		1			19
3	PLANTA 2° PISO	3			3	1	1		1			19
4	TERRAZA	2			2		1		1			13
Σ												59

*Las unidades de gasto usados en esta tabla se extrajeron de la tabla 4.4.1 del reglamento. fr



PLANILLA DE CALCULO PARA RAMALES DE AGUA FRIA

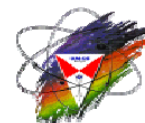
PVC

FLAMANT "C"

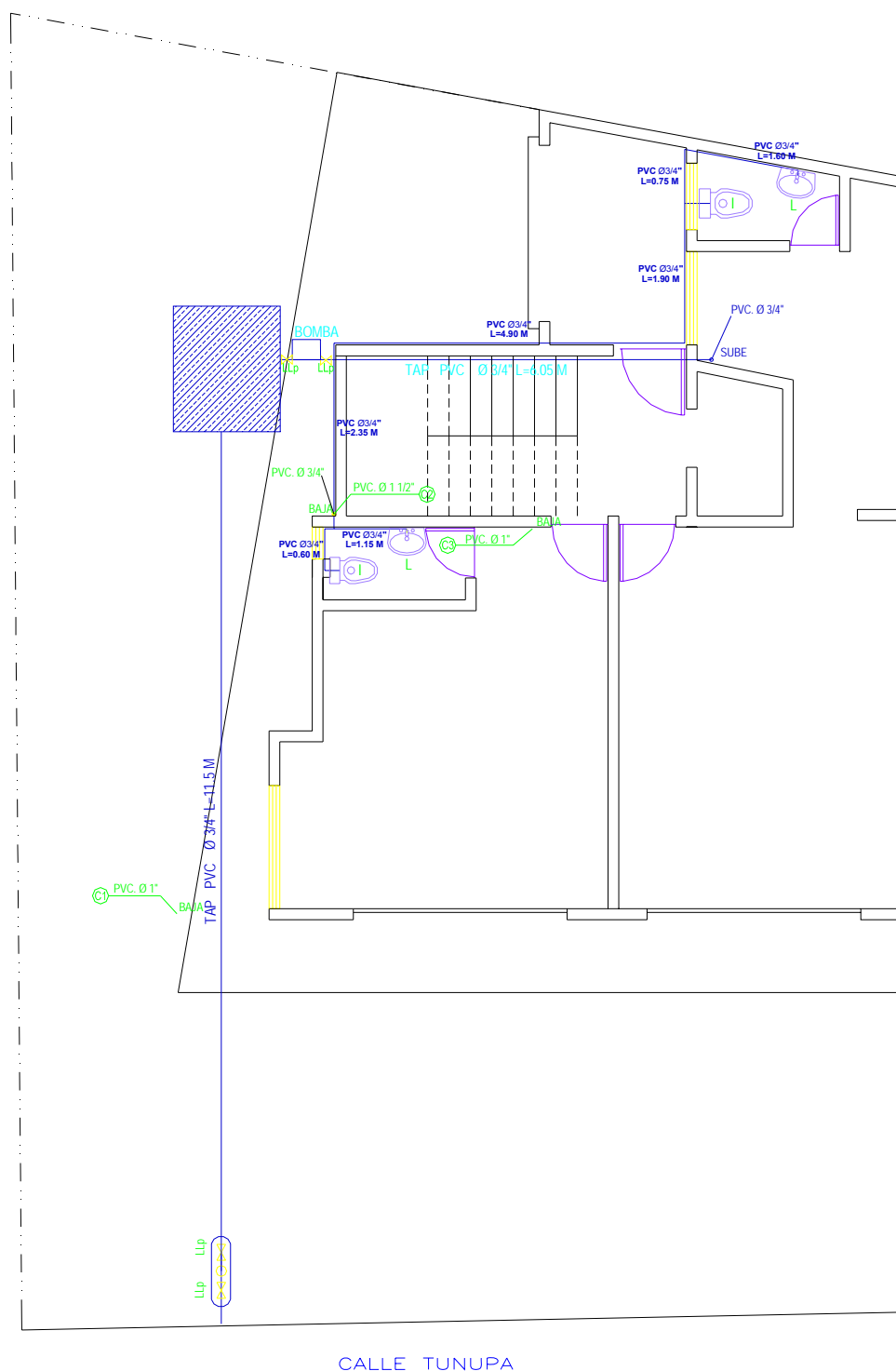
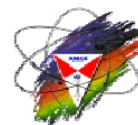
=

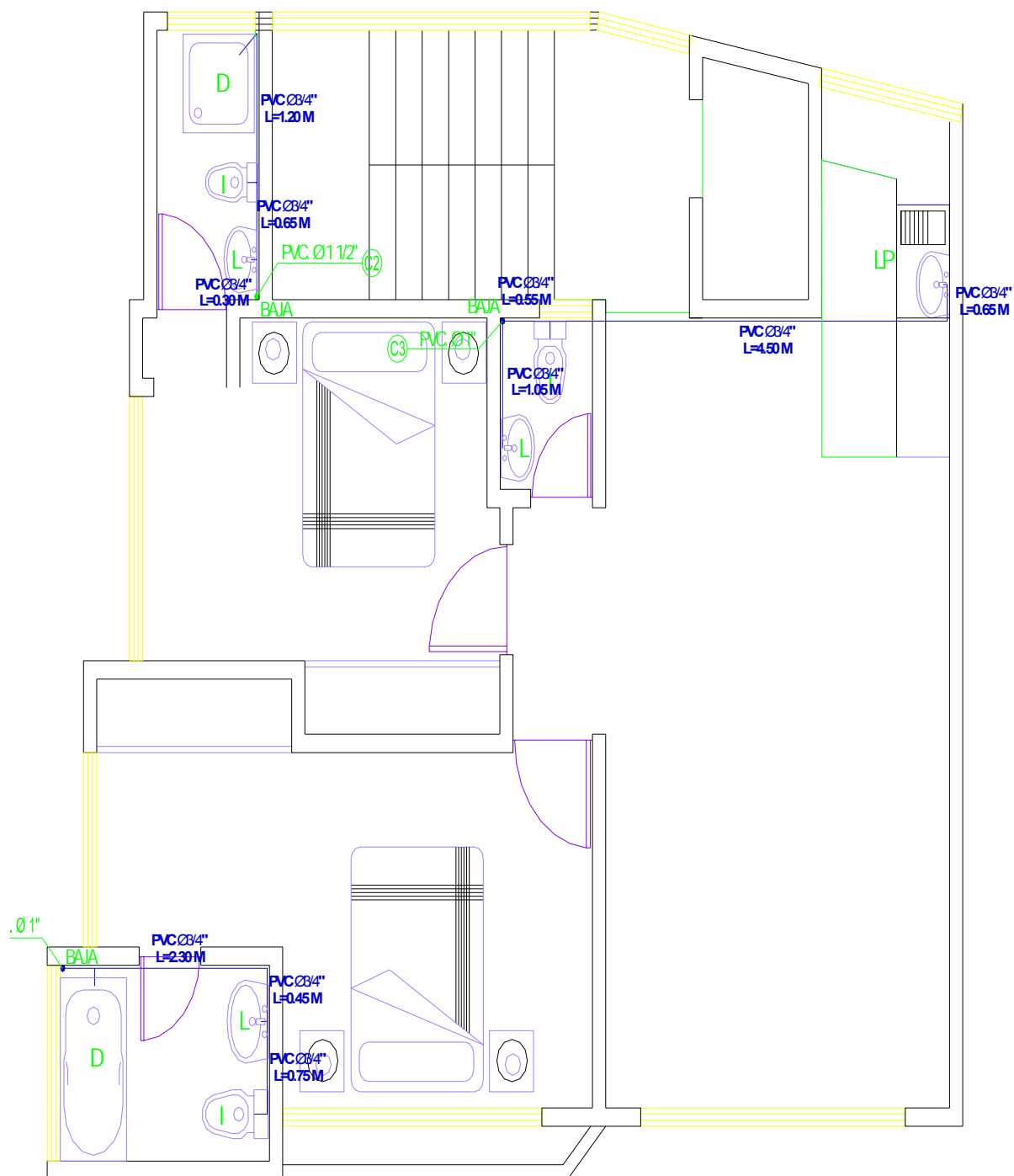
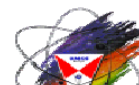
0.0001

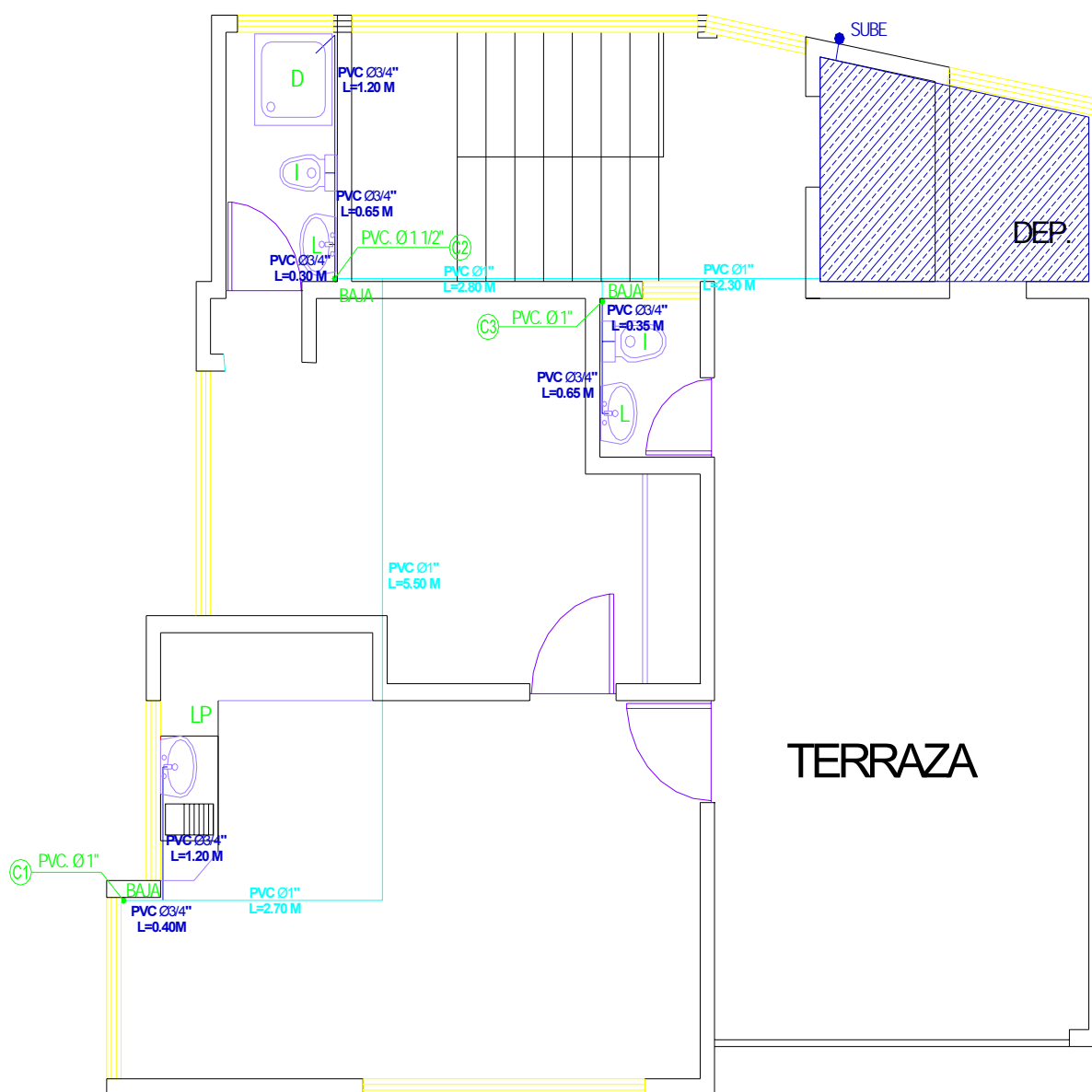
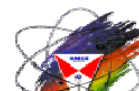
Bloque				Artefacto		Caudal (l/s)				Diámetro		Vel.	Longitud														Perdidas de Carga		Presion en el nudo	Altura de Artefacto	Preción en el Artefacto. m.c.a.	Observaciones	Control m.c.a.>2
													Propia	Nº	l/p	Nº	Codo	Nº	Redu	Nº	T di	Nº	T in	Equal	Total	Unit.	Total						
Nudo	PISO	De	A	Tipo	Nro	Nominal	Acum	K	Diseño	mm	plg	m/s		10	3	9	12	13	25	26	27	28	29					30	31	32	33		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	
C1	3°	2	2a	Lv	1	0.30			0.30	19.1	3/4	1.77	1.49	1	0.1	1	0.6	1	0.5	2	0.8			2.0	3.5	0.15	0.54	12.30	0.80	10.96	Lv	ok	
C1	2°	3	3a	Ti	1	0.25			0.25	19.1	3/4	1.60	0.36	1	0.0	1	0.6	1	0.5	2	0.8			1.9	2.3	0.13	0.29	11.76	0.80	10.67	Du	ok	
C1	2°	3a	3b	L	1	0.10			0.10	19.1	3/4	0.95	2.39			1	0.6	1	0.5	1	0.4			1.5	3.9	0.05	0.20	11.47	0.80	10.48	L	ok	
C1	2°	3b	3c	I	1	0.10			0.10	19.1	3/4	0.95	0.76			1	0.6	1	0.5	1	0.4			1.5	2.3	0.05	0.12	11.28	0.30	10.86	I	ok	
C1	1°	4	4a	Ti	1	0.25			0.25	19.1	3/4	1.60	0.36	1	0.1	1	0.6	1	0.5	2	0.8			2.0	2.4	0.13	0.30	11.80	0.80	10.70	I	ok	
C1	1°	4a	4b	L	1	0.10			0.10	19.1	3/4	0.95	2.39			1	0.6	1	0.5	2	0.8			1.9	4.3	0.05	0.22	11.50	0.80	10.48	I	ok	
1	1°	4b	4c	I	1	0.10			0.10	19.1	3/4	0.95	0.76			1	0.6	1	0.5	1	0.4			1.5	2.3	0.05	0.12	11.28	0.30	10.86	L	ok	
C2	3°	6	6a	L	1	0.10			0.10	19.1	3/4	0.95	0.30	1	0.0	1	0.6	1	0.5	1	0.4			1.5	1.8	0.05	0.09	11.16	0.80	10.27	L	ok	
C2	3°	6a	6b	I	1	0.10			0.10	19.1	3/4	0.95	0.60			1	0.6	1	0.5					1.1	1.7	0.05	0.09	11.07	0.30	10.68	I	ok	
C2	3°	6b	6c	Du	1	0.25			0.25	19.1	3/4	1.60	1.22			1	0.6	1	0.5	1	0.4			1.5	2.7	0.13	0.35	10.98	2.10	8.54	Du	ok	
C2	2°	7	7a	L	1	0.10			0.10	19.1	3/4	0.95	0.30	1	0.0	1	0.6	1	0.5					1.1	1.4	0.05	0.07	10.64	0.80	9.76	L	ok	
C2	2°	7a	7b	I	1	0.10			0.10	19.1	3/4	0.95	0.60				0.6	1	0.5					1.1	1.7	0.05	0.09	10.56	0.30	10.18	I	ok	
C2	2°	7b	7c	Du	1	0.25			0.25	19.1	3/4	1.60	1.22			1	0.6	1	0.5	2	0.8			1.9	3.1	0.13	0.40	7.80	2.10	5.30	Du	ok	
C2	1°	8	8a	L	1	0.10			0.10	19.1	3/4	0.95	0.30	1	0.0	1	0.6	1	0.5	2	0.8			1.9	2.2	0.05	0.11	7.40	0.80	6.49	L	ok	
C2	1°	8a	8b	I	1	0.10			0.10	19.1	3/4	0.95	0.60			1	0.6	1	0.5	1	0.4			1.5	2.1	0.05	0.11	7.29	0.30	6.88	I	ok	
C2	1°	8b	8c	Du	1	0.25			0.25	19.1	3/4	1.60	1.22			1	0.6	1	0.5	1	0.4			1.5	2.7	0.13	0.35	7.18	2.10	4.73	Du	ok	
C2	PB	9	9a	I	1	0.10			0.10	19.1	3/4	0.95	0.85	1	0.0	1	0.6	1	0.5					1.1	2	0.05	0.10	6.83	0.30	6.43	I	ok	
C2	PB	9	9b	L	1	0.10			0.10	19.1	3/4	0.95	1.15			1	0.6	1	0.5	1	0.4			1.5	2.7	0.05	0.14	6.73	0.80	5.80	L	ok	
C2	PB	9	9c	I	1	0.10			0.10	19.1	3/4	0.95	10.20	1	0.0	1	0.6	1	0.5	1	0.0			1.1	11	0.05	0.58	6.60	0.30	5.72	I	ok	
C2	PB	9c	9d	L	1	0.10			0.10	19.1	3/4	0.95	2.13			1	0.6	1	0.5	1	0.0			1.1	3.2	0.05	0.17	6.02	0.80	5.05	L	ok	

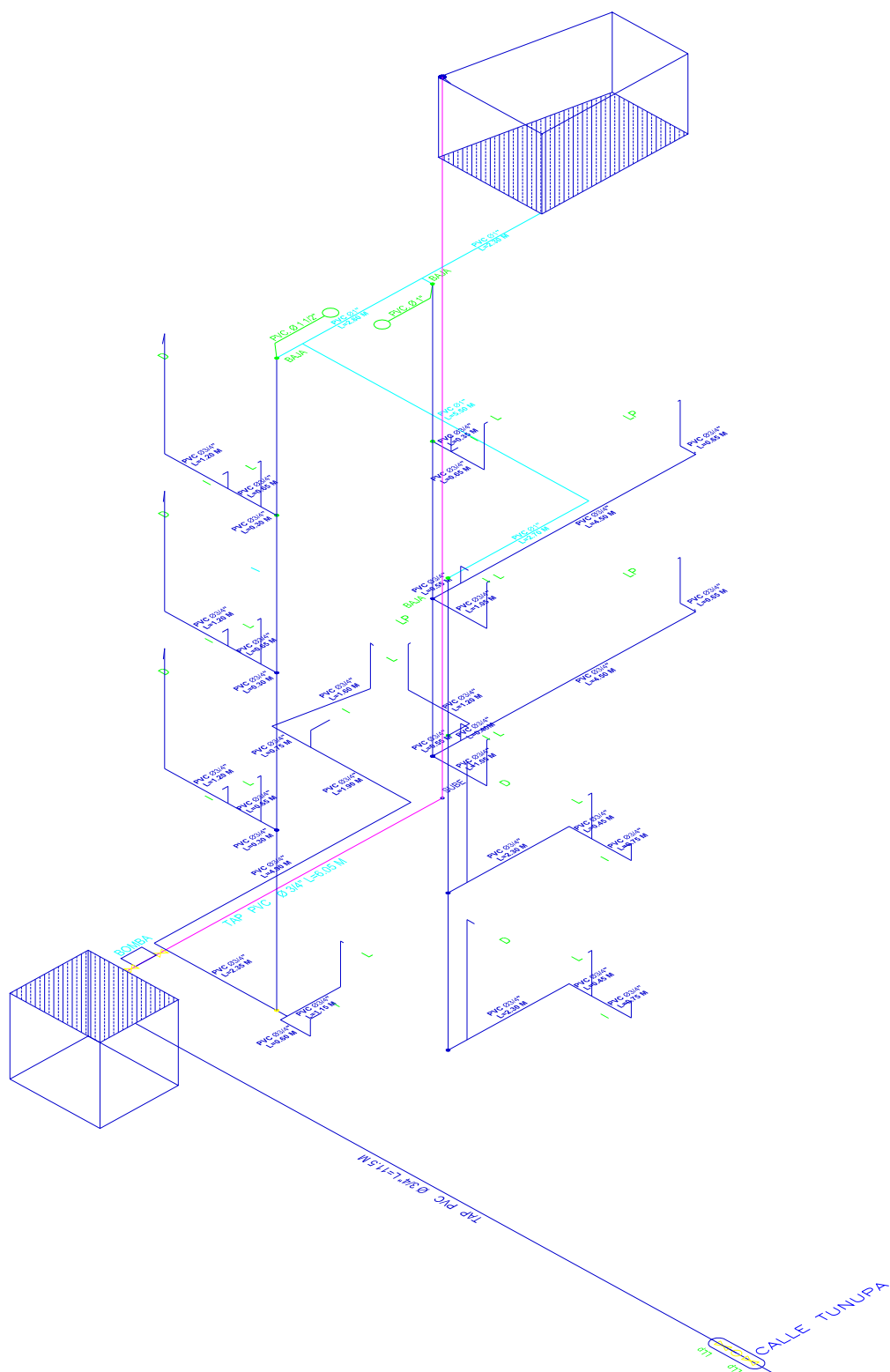
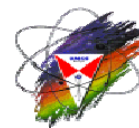


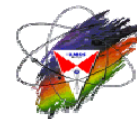
C3	3°	11	11a	I	1	0.10		0.10	19.1	3/4	0.95	0.47	1	0.1	1	0.6	1	0.5	2	0.8			2.0	2.5	0.05	0.13	3.80	0.30	3.37	I	ok
C3	3°	11a	11b	L	1	0.10		0.10	19.1	3/4	0.95	0.56			1	0.6	1	0.5	2	0.8			1.9	2.5	0.05	0.13	3.67	0.80	2.75	I	ok
C3	2°	12	12a	L	1	0.10		0.10	19.1	3/4	0.95	1.03	1	0.0	1	0.6	1	0.5	1	0.4			1.5	2.5	0.05	0.13	3.55	0.80	2.62	L	ok
C3	2°	12	12b	I	1	0.10		0.10	19.1	3/4	0.95	0.54	1	0.0	1	0.6	1	0.5	1	0.4			1.5	2	0.05	0.10	3.42	0.30	3.01	I	ok
C3	2°	12b	12c	Lv	1	0.30		0.30	19.1	3/4	1.77	4.81			1	0.6	1	0.5					1.1	5.9	0.15	0.91	3.31	0.80	2.75	Lv	ok
C3	1°	13	13a	L	1	0.10		0.10	19.1	3/4	0.95	1.03	1	0.1	1	0.6	1	0.5	1	0.4			1.6	2.6	0.05	0.13	2.41	0.80	2.45	L	ok
C3	1°	13	13b	I	1	0.10		0.10	19.1	3/4	0.95	0.54	1	0.0	1	0.6	1	0.5					1.1	1.6	0.05	0.08	2.27	0.30	2.36	I	ok
	1°	13b	13c	Lv	1	0.30		0.30	19.1	3/4	1.77	4.81			1	0.6	1	0.5					1.1	5.9	0.15	0.91	2.19	0.80	2.03	Lv	ok











CAPITULO III

INSTALACIONES DOMICILIARIAS DE AGUA CALIENTE

3.1 GENERALIDADES

En la actualidad la higiene moderna requiere el suministro de agua caliente en viviendas, hoteles, hospitales, etc. y en general, donde el clima no permite utilizar el agua a su temperatura ambiente.

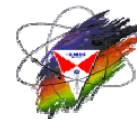
El agua caliente es requerida para la higiene corporal, para el lavado de utensilios, para fines Medicinales y también para fines de recreación.

El sistema de abastecimiento de agua caliente está constituido por un calentador con o sin tanque acumulador, una tubería que transporte el agua a los diferentes artefactos que la requieren y a continuación una tubería de retorno del agua caliente que devuelve al calentador el agua no utilizada. Esta tubería de retorno no es requerida en pequeñas instalaciones.

Así con el retorno se mantiene una circulación constante y el agua caliente sale en seguida por los artefactos sin dar primero salida al agua fría que habría permanecido en las tuberías, sino existe el retorno

3.1.1 GENERALIDADES SOBRE EL AGUA CALIENTE SANITARIA

- ✚ los **montantes** no deben servir a más de 10 plantas
- ✚ en su arranque los montantes deberán llevar **llaves de vaciado**.
- ✚ en la parte final de cada montante se deberá introducir un **purgador**.
- ✚ la **toma de agua fría** para confeccionar ACS se deberá realizar tras el grupo de presión.
- ✚ existe la obligatoriedad de establecer una **red de retorno** en las instalaciones centralizadas.
- ✚ debe seguir imperando la norma de los 4 cms como **distancia minima entre tuberías** de ACS y AF.
- ✚ se deberá tener en cuenta la separación respecto a los **cuadros electricos**.
- ✚ las **pendientes** hacia purgadores y/o llaves de vaciado han de ser del 0.2%.
- ✚ deberán colocarse **dilatadores** en tramos generales a no menos de 25 mts.



- ✚ la **distancia maxima** en instalaciones de gas individuales a los puntos de consumo no deberá superar los 12 mts.
- ✚ se deberán **aislar** los tramos de tubería que instalados en locales no calefactados.
- ✚ el grosor de los **aislantes** dependen del diámetro de las tuberías.
- ✚ los **acumuladores** deberán disponer de aislantes en la producción centralizada.
- ✚ la temperatura mínima de **acumulacion** será de 55°C.
- ✚ la temperatura mínima de **distribucion** será de 50°C.
- ✚ en el lugar de arranque de la conducción de acs deberá colocarse una **valvula antirretorno**.
- ✚ se deberá tener en cuenta lo dispuesto en los reglamentos de gas y electricidad para la instalación de los **termos** eléctricos individuales y para los calentadores individuales de **gas**.
- ✚ el **reglamento nacional de instalaciones** regula las distancias mínimas de los aparatos de cocina con los aparatos individuales de calefacción a gas.
- ✚ deberán colocarse **rejillas** en los cuartos donde haya calentadores de gas tanto individuales como centralizados.
- ✚ en el tema de **corrosion** y de **depositos de cal** valen las mismas recomendaciones que en af (descalcificadores y anodos de sacrificio).
- ✚ se mantiene la necesidad de colocación de **pasatubos** sellados para atravesar los forjados y muros.
- ✚ se deben de colocar **llaves de paso** en cuartos húmedos, entradas a vivienda y en torno a los dispositivos.
- ✚ los **contadores** deben centralizarse por planta, en el exterior de las viviendas.
- ✚ se deberá buscar la instalación **mas corta** desde el acumulador a cada punto de consumo.
- ✚ se mantiene la recomendación de **homogeneidad** en los materiales

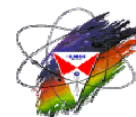
3.2 OBJETIVOS DE LAS INSTALACIONES DE ACS

- Llegar a todos los puntos de consumo con presión y caudal suficiente.
- Economía entre los elementos empleados y la aptitud de la instalación.

3.3 SISTEMAS DE PRODUCCION DE ACS

3.3.1 CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN

- En función del Número de Unidades atendidas
 - ⇒ Unitarios (Calentador, Termo)
 - ⇒ Individuales (Un solo propietario)
 - ⇒ Centralizados (Todo un edificio)



- En función del Sistema empleado en la Producción
 - ⇒ Instantánea (calentar en cada momento el caudal preciso)
 - ⇒ Por Acumulación (almacenar en depósito una vez calentada)
- En función del tipo de Energía empleada
 - ⇒ Combustible (sólido, líquido, gas)
 - ⇒ Electricidad
 - ⇒ Otras (Eólica, solar)

3.3.2 CARACTERÍSTICAS

- La propiedad de los generadores de calor dependerá del sistema empleado.
- A tener en cuenta la Potencia de las calderas individuales (sin simultaneidad) y la de calderas centralizadas (estudio de horas punta, etc.)
- La suma de las potencias en centralizada será menor que la suma de las potencias en individuales.
- También se reducirá la suma de potencias en acumulación que en instantánea.

Ejemplo sobre diferencias de Potencias de generadores

27 l/m a 42°C durante 10 minutos; calentador instantáneo, cada ducha a la vez (simult)
Potencia del calentador 60 Kw.

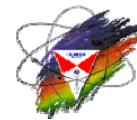
Depósito de 500 l acumulando a 55°C, se necesita 15 Kw funcionando 30 minutos.

- Instalaciones individuales, más pequeñas y con una red de tuberías muy pequeña y no compleja.
- Instalaciones centralizadas, más grande y red más compleja, pero menores consumos.
- Red de retorno en centralizadas.
- En segundas residencias (fin de semana) es ventajosa el ACS centralizada.
- Importante en centralizado los Reguladores de Temperatura.

TABLA 3.1 CLASIFICACION DE SISTEMAS DE AGUA CALIENTE

Sistemas Individuales			Sistemas Centralizados		
1	Instantáneo	Calentador Gas ^a	(Regulador de Temperaturas)		
2	Acumulación	A Gas	1	Instantáneos	Intercambiador
		Eléctrico	2	Acumulación	Ínter acumulador
3	Caldera Mixta	ACS-Calefacción	3	Mixto	Con Depósito
4	Bomba de Calor	Caro para ACS	4	Caldera Mixta	Dos calderas independientes intercomunicadas y sectorizadas

Fuente: instalaciones de fontanería agua caliente



3.3.3 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN INDIVIDUAL

(Potencias entre 11 y 33 Kw, Caudales entre 5 y 15 l/m a 40°C)

3.3.3.1 CALENTADOR INSTANTÁNEO DE GAS

No es apto para demandas grandes, pues hace bajar la temperatura.

Tiene **regulador de temperatura** que controla el caudal del serpentín

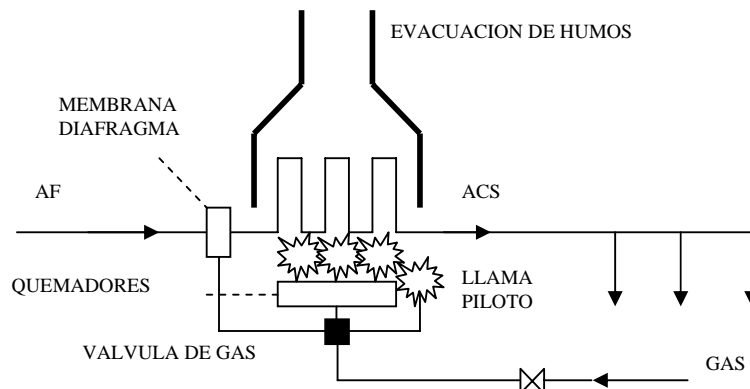


Figura 3.1 calentador instantáneo de gas fuente: instalaciones de fontanería agua caliente

Tiene **válvula de caudal mínimo** para asegurar el arranque del encendido. Tiene llama piloto permanente. La **válvula de entrada de gas** está controlada por el **diafragma** (membrana que dilata la presión de agua al abrir el grifo y que hace que se abra el conducto de gas para el encendido de los quemadores con la llama piloto).

- Tiene **válvula de seguridad de encendido del piloto** que evita salidas de gas con el piloto apagado.
- Se aconseja **12 metros de distancia** entre el último grifo servido y el calentador. Su **principal ventaja** es la sencillez y la economía. Su **desventaja** es en cuanto capacidad térmica y que no dispone de recirculación.

3.3.3.2 CALENTADOR ACUMULADOR DE GAS

Depósito que envuelve una chimenea con cámara de combustión. El depósito tiene doble chapa metálica con aislamiento térmico interior. Permite Temp^a de 55°C con potencias de 7 a 35 Kw, y caudal acumulado de 100 a 250 litros. Permanente control de temp^a por **termostato** con medida máxima y mínima.

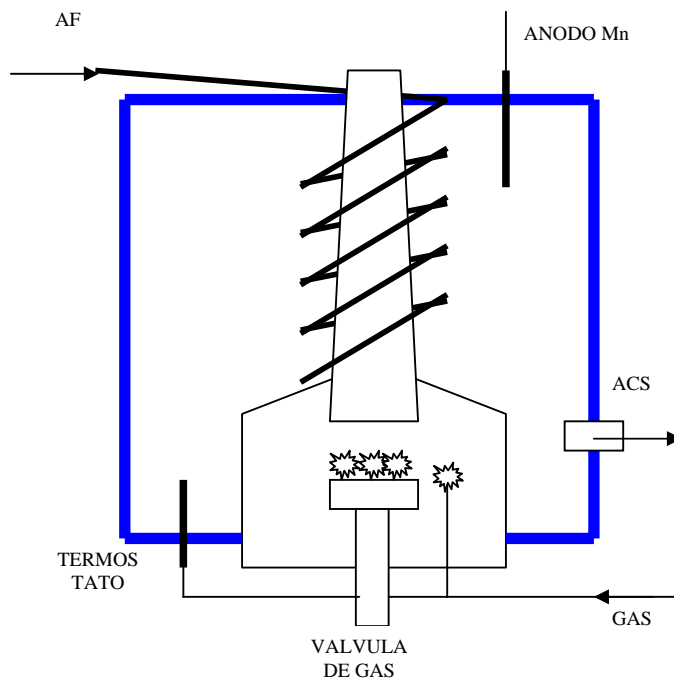
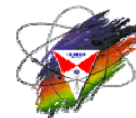


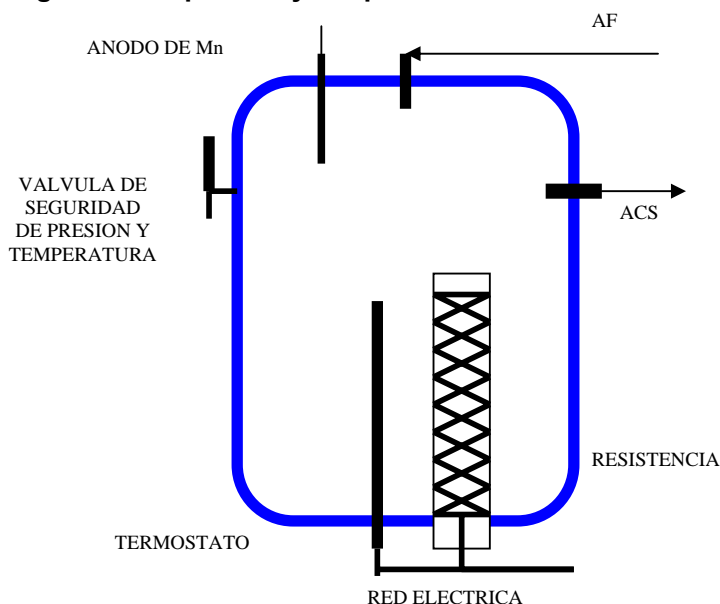
Figura 3.2 calentador acumulador de gas fuente: instalaciones de fontanería agua caliente

El **quemador** se enciende cuando el termostato detecta temp^a mínima y actúa sobre la válvula de gas abriéndola. Se permiten mayores distancias al punto de consumo más lejano. Permite circuitos de retorno.

3.3.4 TERMO ACUMULADOR ELÉCTRICO

Resistencia eléctrica calienta el agua. el **termos-tato** regula el encendido eléctrico.

Válvula de seguridad de presión y temperatura, con Grifo de vaciado.



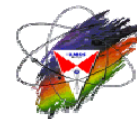


Figura 3.3 termo acumulador eléctrico fuente: instalaciones de fontanería agua caliente
Con **ánodo de sacrificio** para evitar la pila galvánica. Con capacidad de 50 a 200 litros. No precisa salida de humos. Instalación más sencilla. No necesita rejillas de aireación para la combustión. Necesidad de **hidromezcladores** y aislamiento en tuberías por las altas temperaturas a que trabaja. Ver su ubicación de acuerdo con la reglamentación de aparatos de baja tensión.

3.3.5 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN CENTRALIZADA

Requieren una sala de calderas (generador de calor) que origine un agua sobrecalentada entre 70 y 90°C que circula por un circuito cuya finalidad es calentar la conducción de agua de consumo.

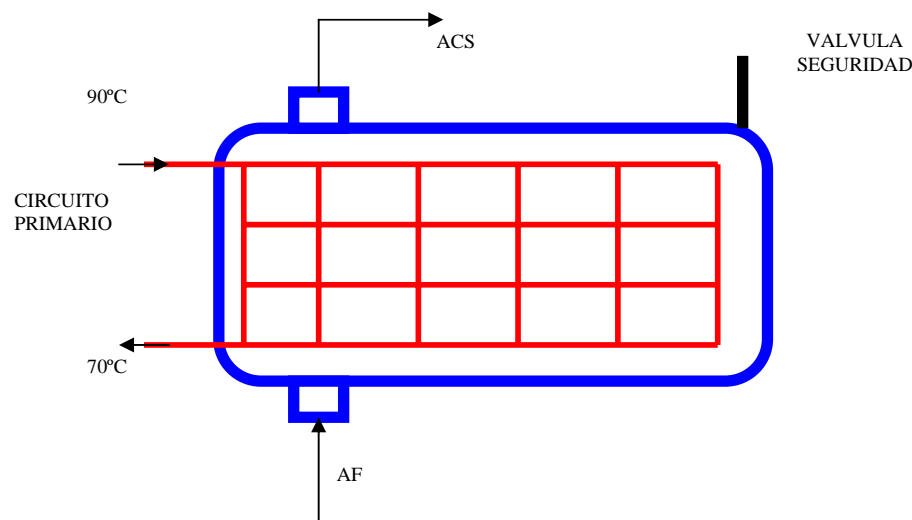
- ⇒ **Circuito Primario:** Alimentado por la caldera, cerrado y que oscila entre 70 y 90°C, dispone de bombas de impulsión, depósito de expansión, By-pass a la entrada del Preparador, y termostato derivador para no entrar al preparador si este está aún a la temperatura apropiada.
- ⇒ **Circuito Secundario:** Con acometida desde el circuito de AF, Preparador, Puntos de consumo y circuito de retorno.

⇒

3.3.5.1 SISTEMA CENTRALIZADO INSTANTÁNEO

El Preparador se denomina INTERCAMBIADOR

Intercambiador Tubular



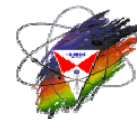


Figura 3.4 sistema centralizado instantáneo fuente: instalaciones de fontanería agua caliente

Intercambiador de Placas

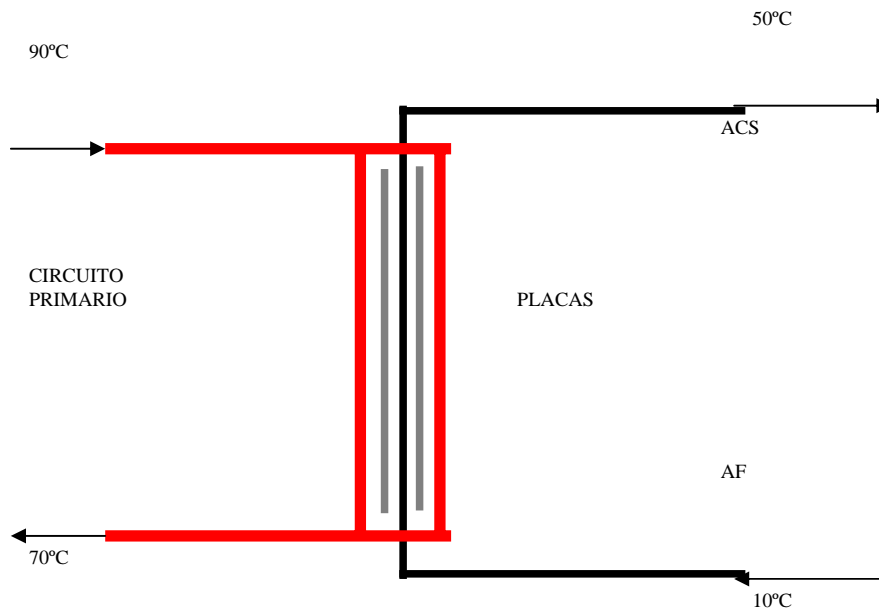


Figura 3.5 intercambiador de placas fuente: instalaciones de fontanería agua caliente

3.3.5.2 SISTEMA POR ACUMULACIÓN

El Preparador se llama INTERACUMULADOR (Normal en edificios de viviendas).

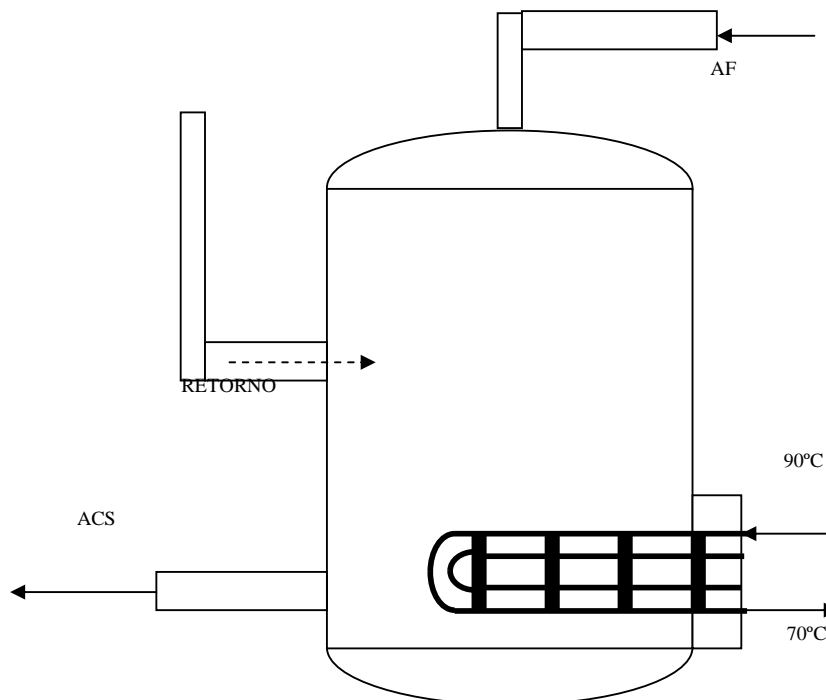
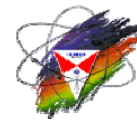


Figura 3.6 sistema por acumulación fuente: instalaciones de fontanería agua caliente



3.3.6 SISTEMA MIXTO

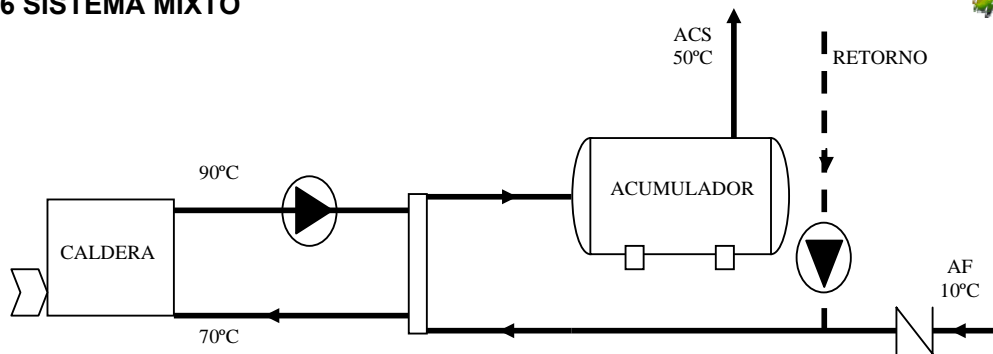


Figura 3.7 sistema mixto fuente: instalaciones de fontanería agua caliente

Temperaturas

- Depósito de Acumulación: Mínimo de 55°C
- Circulación en tuberías: 50°C
- Consumo: 40°C

3.4 LA REGULACIÓN DE TEMPERATURAS

La norma boliviana de instalaciones sanitarias domiciliarias obliga a la regulación de temperaturas en sistemas centralizados. Atención a la Bacteria culpable de la Legionela actúa entre 20 - 40°C, por tanto $AF < 20^\circ$ y $ACS > 40^\circ$.

3.4.1 REGULACIÓN DE TEMPERATURAS EN CIRCUITO PRIMARIO

Dispone de Depósito de expansión en la caldera; aislante térmico en circuito primario; válvula de tres vías conectada a un Termostato que controla los **50°C del depósito**, si desciende deja pasar el agua al intercambiador.

(*) El depósito de expansión de la caldera contiene tres elementos: aire, membrana y agua. Puede ser cerrado (se encuentra junto a la caldera) o abierto (en contacto con la atmósfera, con conducción hasta cubierta).

(**) La Bomba del circuito primario sirve para mantener las temperaturas.

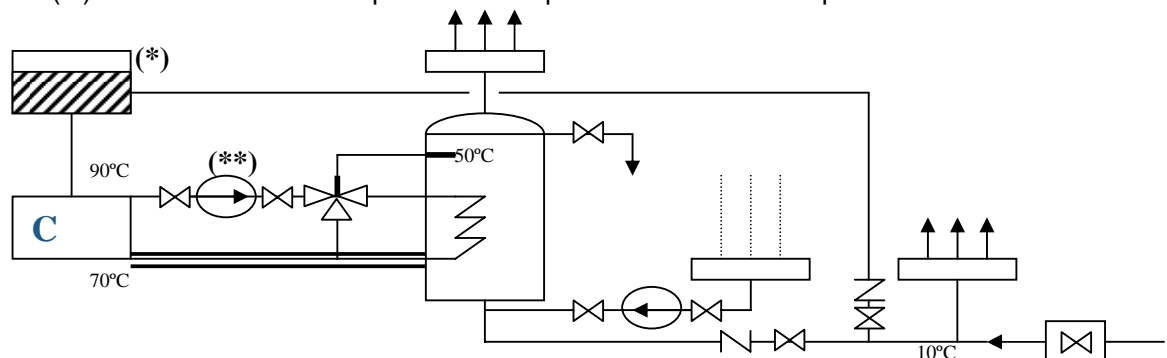
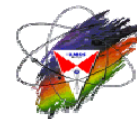


Figura 3.8 regulación de temperatura circuito primario fuente: instalaciones de fontanería agua caliente



3.4.2 REGULACIÓN DE TEMPERATURAS EN CIRCUITO SECUNDARIO

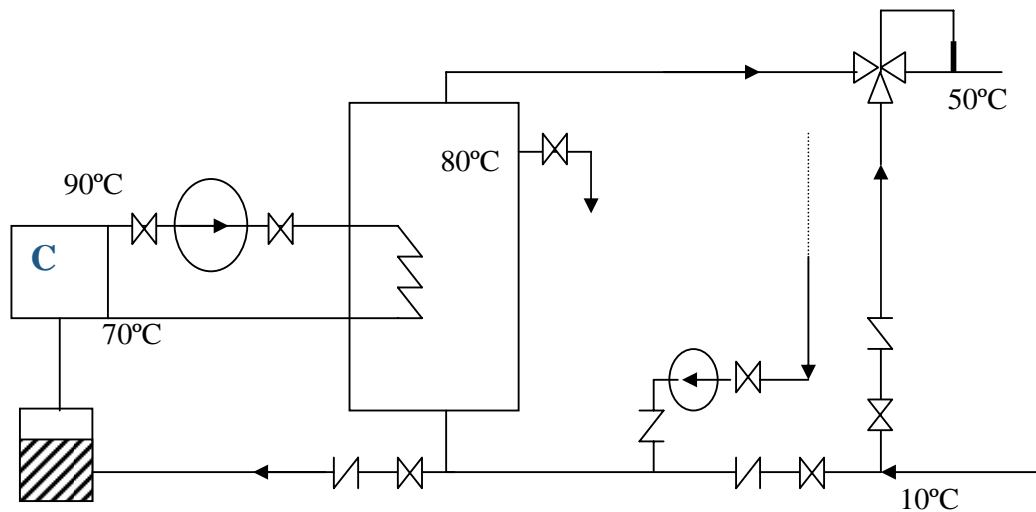


Figura 3.9 regulación de temperatura circuito secundario fuente: instalaciones de fontanería agua caliente

Ventajas e inconvenientes de este último sistema:

- Con regulación en Secundario no ocupa espacio en sala de calderas.
- Con regulación en Secundario no necesita un depósito de regulación grande.
- Con regulación en Secundario mayores problemas de cal y corrosión.
- Con regulación en Secundario peor respuesta instantánea, pues en momentos punta existen saltos térmicos mayores.

3.5 CALDERA MIXTA

SISTEMA INDIVIDUAL

- ✚ Prioritario el uso de ACS sobre la calefacción.
- ✚ Bomba de agua para la Calefacción.
- ✚ Regulador de Temperatura en calefacción
- ✚ Vaso de expansión en calefacción
- ✚ Existe otro modelo que se observa a continuación.

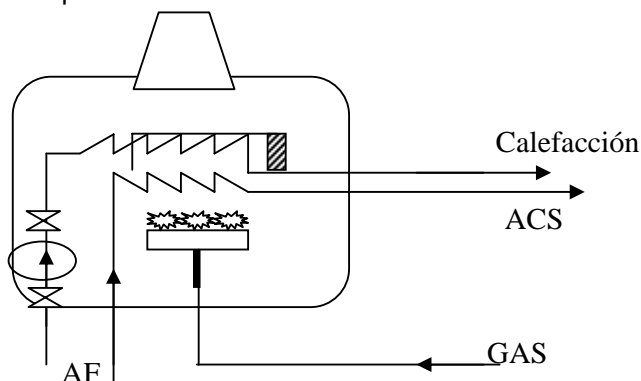
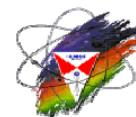


Figura 3.10 caldera sistema individual fuente: instalaciones de fontanería agua caliente



Esquema exterior de caldera mixta individual

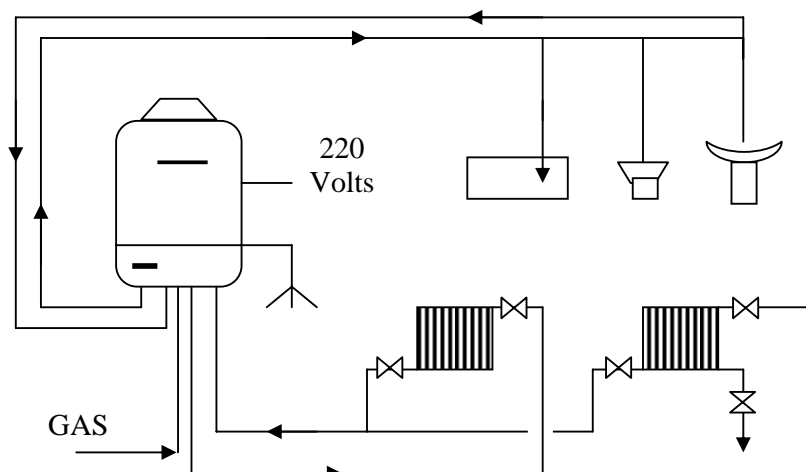


Figura 3.11 esquema exterior de caldera mixta individual fuente: instalaciones de fontanería agua caliente

SISTEMA CENTRALIZADO

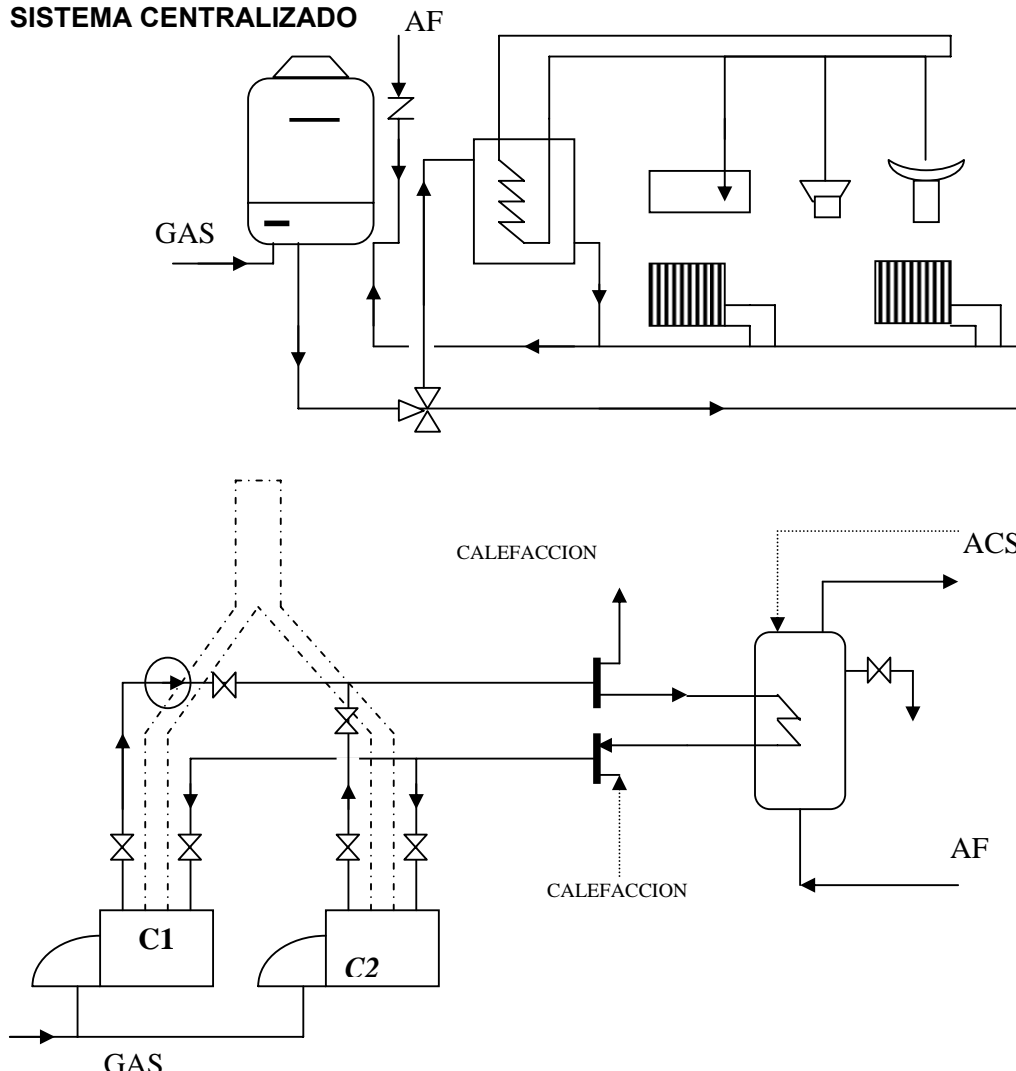
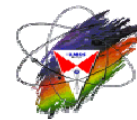


Figura 3.12 caldera sistema centralizado fuente: instalaciones de fontanería agua caliente



3.6 BOMBA DE CALOR

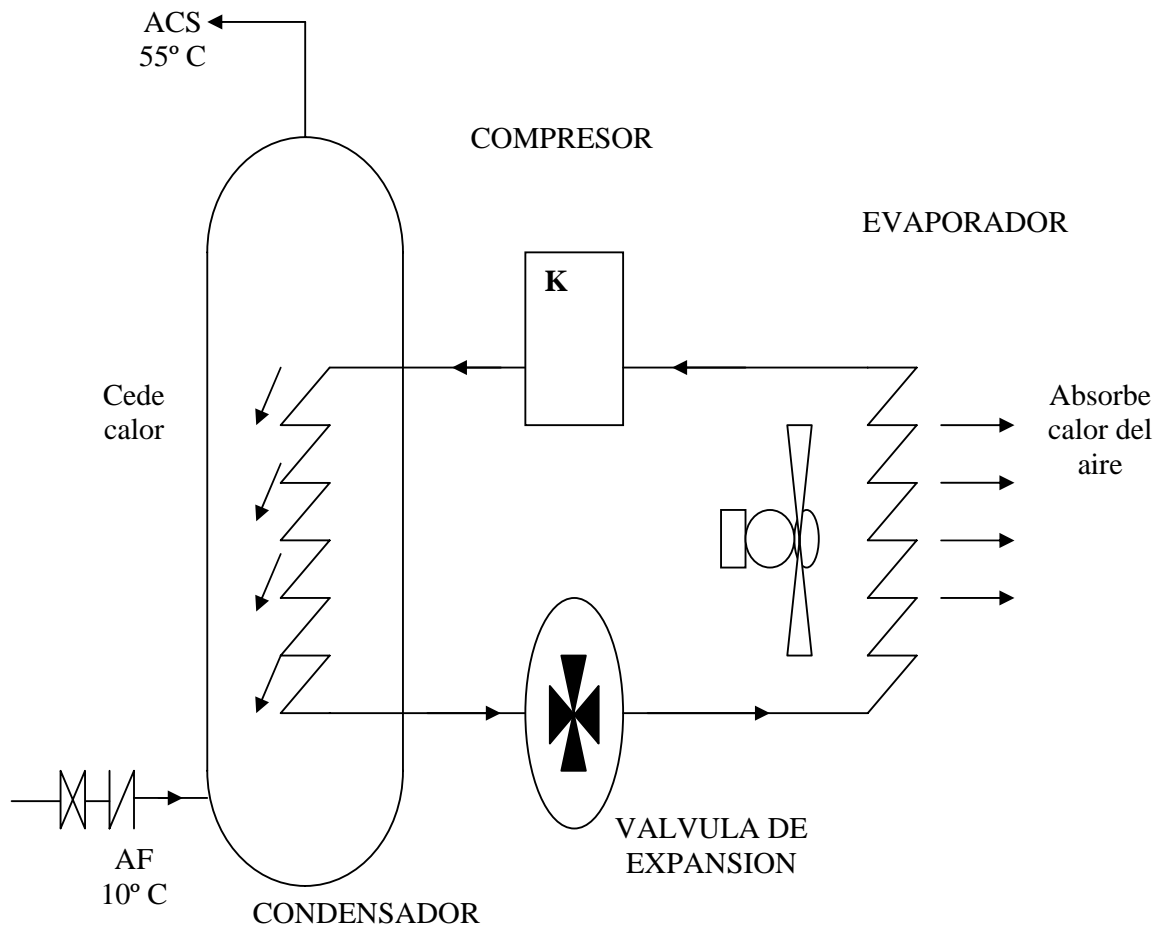
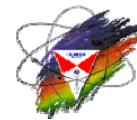


Figura 3.13 bomba de calor fuente: instalaciones de fontanería agua caliente

El circuito consta de un depósito acumulador de ACS calentado por un primario que funciona de la siguiente forma:

- ✚ El líquido que circula es un gas refrigerante que se licúa por aumento de presión mediante un compresor.
- ✚ Al licuarse desprende calor y calienta el agua del acumulador, en el condensador.
- ✚ Después pasa por la Válvula de expansión y se convierte en gas originando que en el evaporador absorba calor del aire y con un ventilador envíe ese aire frío al local que se desea refrigerar.
- ✚ Al finalizar de nuevo se inicia el ciclo.



3.7 ESQUEMAS DE DISTRIBUCION (a grandes rasgos)

SUMINISTRO DE ACS MEDIANTE CALENTADORES INDIVIDUALES DE GAS

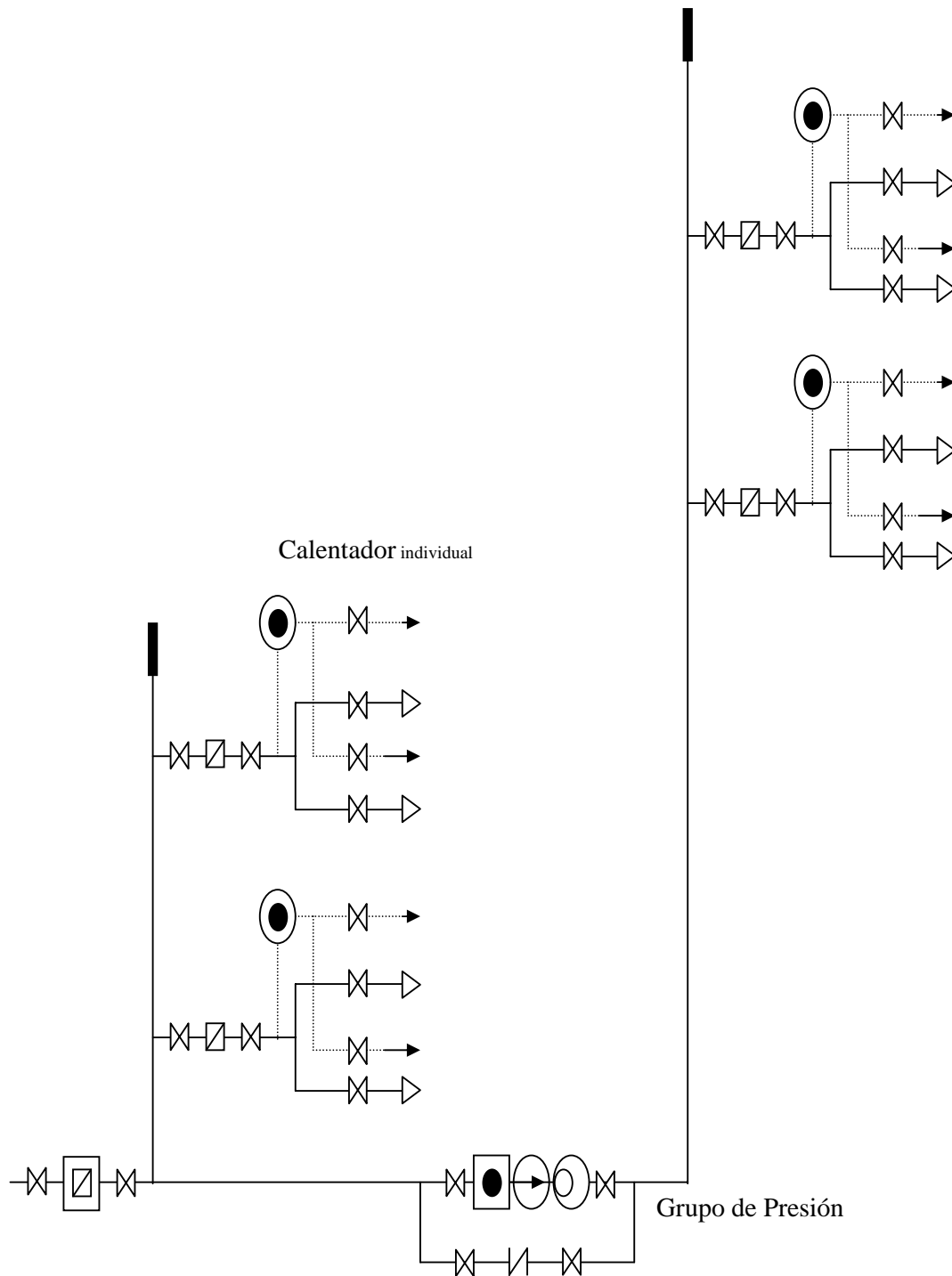
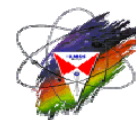


Figura 3.14 suministro de ACS mediante calentadores individuales de gas fuente: instalaciones de fontanería agua caliente



SUMINISTRO CENTRALIZADO DE ACS POR CALDERAS DE GAS.

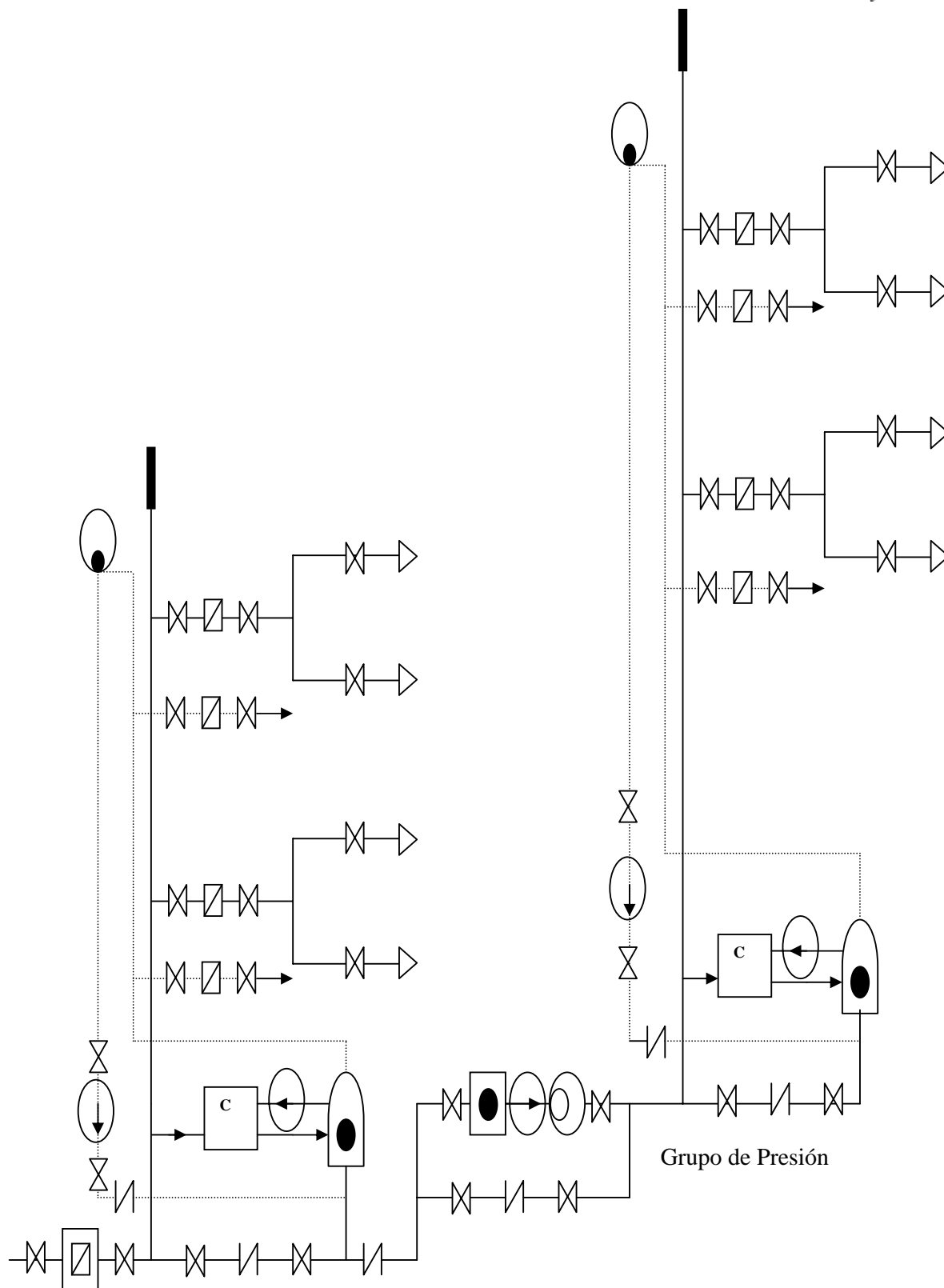
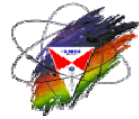


Figura 3.15 suministro de ACS mediante calentadores centralizados de gas fuente: instalaciones de fontanería agua caliente



ESQUEMA DE PRODUCCION DE AGUA CALIENTE SANITARIA CENTRALIZADA

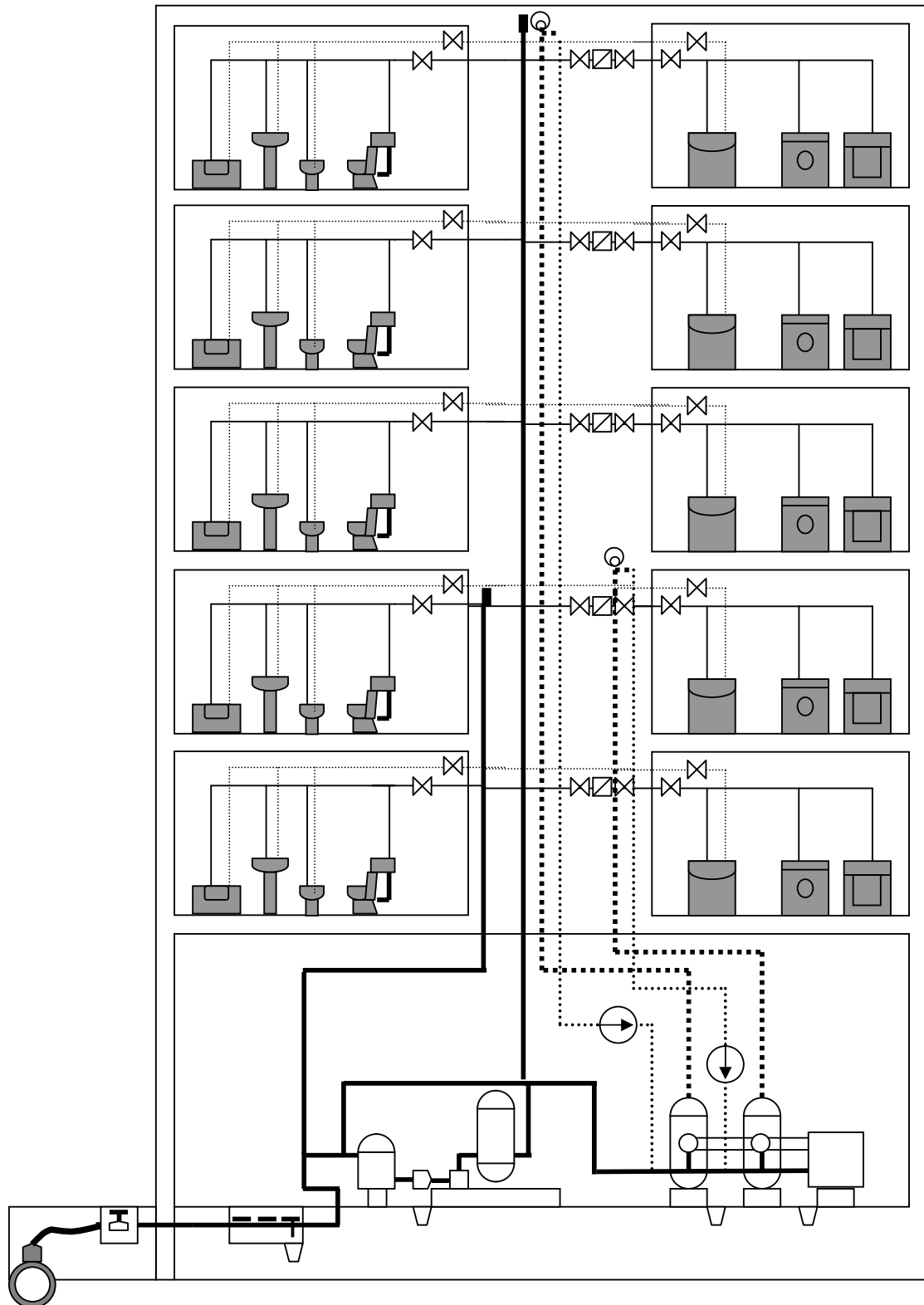
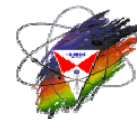


Figura 3.16 esquema de producción ACS fuente: instalaciones de fontanería agua caliente



3.8 COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN DE ACS

✚ Tuberías de Cobre preferentemente

- ✓ Distribuidores (Horizontales hasta montantes)
- ✓ Montantes (Verticales)
- ✓ Derivaciones (Horizontales tras los montantes)
- ✓ Retorno (vuelta al acumulador)

✚ Accesorios (sirven los de AF)

✚ Generadores de calor

✚ Preparadores

✚ Contadores

✚ Válvulas y llaves

✚ Circuladores (Bombas)

✚ Grifería y aparatos

✚ Reguladores de Temperatura

3.9 DIMENSIONADO

CONCEPTOS FUNDAMENTALES

3.9.1 POTENCIA TÉRMICA

✚ Se expresa en **Kcal/h.**, y se define como la potencia calorífica que transporta un fluido.

✚ Para su cálculo se emplea la siguiente relación: $P = \rho \cdot C_e \cdot Q \cdot \Delta t$ siendo ρ : densidad del fluido (en Kg/l), C_e : Calor específico (en Kcal/kg°C), Q : Caudal del fluido (en l/h), Δt : Salto térmico (en °C). En el caso del agua la relación queda como sigue: **$P = Q \cdot \Delta t$**

Ejemplo: ¿Qué potencia deberá tener una caldera para calentar un caudal de 4000 l/h, con una variación de temperatura de entre 80 y 70 °C?

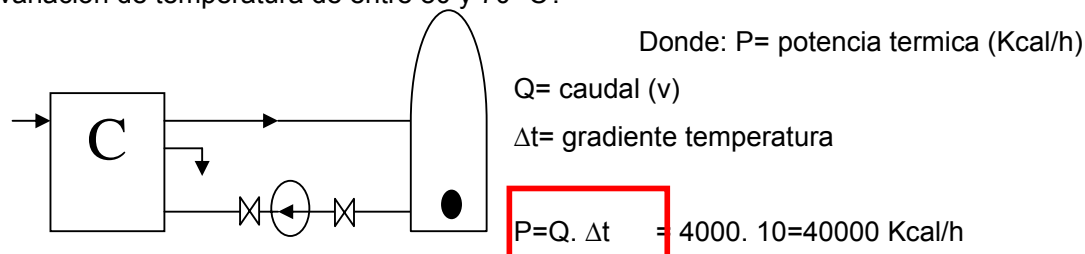
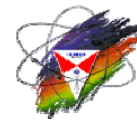


Figura 3.17 ejemplo potencia térmica fuente: instalaciones de fontanería agua caliente



Las Calderas disponen de potencias nominales y potencias útiles, su relación es el Rendimiento (R), según la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Potencia útil (la de cálculo)}}{\text{Potencia Nominal}} \times 100$$

3.9.2 CANTIDAD DE CALOR

Cantidad de Calor de un fluido (según su volumen) es el número de Kcal conseguido para elevar la temperatura de un determinado volumen una cierta cantidad de grados. Se expresa según la fórmula:

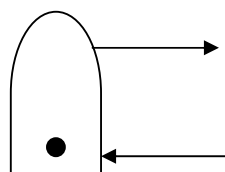
$$C = V \cdot \Delta t$$

Donde: C= cantidad de calor (Kcal)

V= volumen (lts)

Δt = gradiente temperatura

Ejemplo: ¿Qué cantidad de calor se deberá aportar a un acumulador para conseguir que caliente 500 litros de agua desde 10 a 55°C?

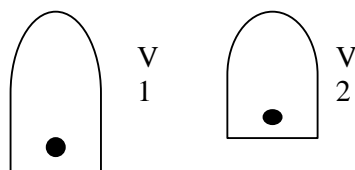


$$C = V \cdot \Delta t = 500 \cdot 45 = 22500 \text{ Kcal}$$

Figura 3.18 ejemplo cantidad de calor fuente: instalaciones de fontanería agua caliente

3.9.3 MEZCLA DE AGUA

Sean los depósitos 1 y 2 con volúmenes diferentes y con temperaturas diferentes, ¿cuál será el Volúmen mezcla y la temperatura mezcla del conjunto?



$$C = V \cdot t = V_1 t_1 + V_2 t_2 \text{ siendo } V = V_1 + V_2$$

V1= volumen 1 , V2= volumen 2

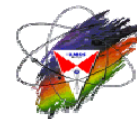
t1= temperatura 1 , t2= temperatura 2

t= temperatura de mezcla

C= cantidad de calor

Figura 3.19 mezcla de agua fuente: instalaciones de fontanería agua caliente

$$t = \frac{V_1 \cdot t_1 + V_2 \cdot t_2}{V}$$



3.9.4 VOLUMEN EQUIVALENTE

Conociendo que un cierto volumen V_1 se encuentra a la temperatura t_1 , cuál deberá ser el volumen de agua equivalente para que se encuentre a la temperatura t_2 , teniendo en cuenta que se realizará por mezcla con AF a temperatura t_0 ?

$$V_1(t_1 - t_0) = V_2(t_2 - t_0)$$

Siendo: V_1 = volumen 1 , t_1 = temperatura 1

T_0 = temperatura agua fría

V_2 = volumen equivalente , t_2 = temperatura 2

Ejemplo:

Se quiere regular la temperatura del circuito secundario de una instalación de ACS centralizada por mezcla con agua fría. ¿Cuál será el volumen equivalente para una acumulación de 100 lts de agua a 50°C y con mezcla solo la necesito a 60°C?

$V_1(t_1 - t_0) = V_2(t_2 - t_0)$ es decir $100 (50 - 10) = V_e (60 - 10)$ de donde:

$$V_e = \frac{4000}{50} = 80 \text{ lts}$$

3.10 GUÍA PARA EL DIMENSIONADO

1º) Temperaturas para cada tramo

 T_f Temperatura del AF: 10°C

 T_u Temperatura de uso: 40°C


 T_a Temperatura del Acumulador

⇒ °Con regulación de T^a en primario: 45-60°C

⇒ Con regulación de T^a en secundario: 70-80°C

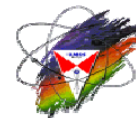
2º) Establecer consumos de ACS

 Establecer caudales instantáneos por tramo según tablas.

 Establecer caudales en litros por aparatos y uso. Según tipo de viviendas (interviene el tiempo):

✓ **Lujo:** 1 Bañera (150 lts) + 1 Fregadera (40 lts) + 2 Lavabos (20 lts); recuperación en 1 hora.

✓ **Normal:** 1 Bañera (150 lts) + 1 Fregadera (40 lts); recuperación 1 hora y media.



✓ **Económica.** 1 Bañera (150 lts); recuperación en 2 horas.

✚ **Consumo previsible = nº viviendas x Volumen vivienda x Coeficiente de simultaneidad.**

3.10.1 SISTEMAS PARA PRODUCCIÓN, ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA CALIENTE

Las instalaciones de agua caliente en los edificios, deberán satisfacer las necesidades del consumo y ofrecer seguridad contra accidentes, estando en un todo de acuerdo con lo previsto en el presente Artículo.

Los equipos para la producción de agua caliente, deberán ser contruidos con materiales que no sean sensiblemente afectados por la temperatura y la corrosión y que garanticen una alta resistencia a las presiones máximas. Deberán estar provistos de todos los accesorios de seguridad y de limpieza requeridos.

Todo equipo de producción de agua caliente, deberá tener dispositivos de control de temperatura que corten automáticamente el suministro de energía. Estos dispositivos deberán instalarse de modo que el agua en el sistema no sobrepase las temperaturas de 60°C para viviendas y 7C° para restaurantes, hoteles, hospitales, clínicas y similares.

Deberán instalarse dispositivos automáticos que controlen el exceso de presión de los sistemas de producción de agua caliente. Dichos dispositivos se regularán de modo que puedan operar a una presión 20% mayor que la requerida para el normal funcionamiento del sistema y se ubicarán en el equipo de producción, o en las tuberías de agua fría, o caliente próximas a él, siempre que no existan válvulas entre el dispositivo mencionado y el equipo.

Los dispositivos desainados a controlar el exceso de temperatura en los sistemas de producción de agua caliente, se ubicarán en las zonas de máxima temperatura del agua, debiendo seleccionarse la capacidad calorífica del equipo para un gasto no menor de 6 litros de agua por hora por cada 500 kilo-cal de capacidad calorífica por hora (un galón por cada 1.250 B.T.U).

Los escapes de vapor o agua caliente provenientes de los dispositivos de seguridad y control, deberán descargar en forma indirecta al sistema de drenaje, ubicados en lugares que no ofrezcan peligro de accidentes a personas. La distribución de agua caliente desde el equipo de producción a les artefactos sanitarios o puntos requeridos, se puede realizar con o sin tuberías de retorno.

Solamente en el caso en el que se empleen calentadores individuales (calefones u otros) para la producción de agua caliente, se podrán omitir las tuberías de retorno. En los edificios que cuenten con un equipo central de producción de agua caliente, será obligatorio usar un sistema de recirculación.

Para la estimación aproximada de consumo de agua caliente, podrán adoptarse les valores de la siguiente tabla:

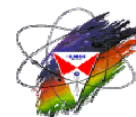


TABLA 3.2
ESTIMACIÓN DE CONSUMO

Tipo de Edificio	Consumo de 1/día
Alojamiento o residenciales	25 por persona
Vivienda popular o rural	25 por persona
Vivienda residencial	50 por persona
Edificio de departamentos	40 por persona
Cuarteles	20 por persona
Internados	30 por persona
Hoteles(cocina y lavandería)	25 por huésped
Hospitales y Clínicas	100 por cama

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

El volumen total de agua caliente debe ser aproximadamente igual al 30% de la demanda de agua fría.

En los sistemas de agua caliente, las tuberías deben tener en el trazado el desarrollo más corto, evitándose en lo posible los puntos altos y bajos.

Las tuberías de distribución de agua caliente se calcularán de acuerdo a lo establecido en el artículo 4.4 del presente Reglamento.

La posibilidad de dilatación y contracción de la tubería debe quedar asegurada mediante el uso de juntas de dilatación y/o dispositivos equivalentes.

En lo posible, las tuberías de agua caliente deberán ser instaladas en sitios de fácil acceso para su inspección o reparación.

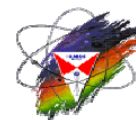
Las tuberías no deben ser empotradas en elementos estructurales de concreto. Deben atravesar los mismos siguiendo lo estipulado en el artículo 4.5.7.

Al comienzo de cada montante y de una derivación, debe colocarse una llave de paso.

En los sistemas de agua caliente, las tuberías y sus accesorios, podrán ser de cobre, bronce o de acero galvanizado (si no se prevé equipo adicional de ablandamiento), siempre que cumplan las especificaciones aprobadas para cada material.

Podrá usarse otro material con aprobación de la Entidad Competente.

Entonces las casas, las tuberías deberán tener un aislamiento térmico de espesor adecuado



y debidamente justificado.

La instalación de tanques de agua caliente debe cumplir los siguientes requerimientos:

El tanque podrá ser metálico, de concreto, de fibrocemento y otros materiales apropiados.

Debe tener cubierta para evitar su contaminación, dispositivo de control de nivel de agua, dispositivo de excedencias y tapa de inspección. El tanque de presión de agua caliente, será de metal inoxidable de forma cilíndrica, en posición horizontal o vertical, provista de una válvula de seguridad, ventosa y válvula de descarga de fondo.

El calentador podrá ser alimentado:

Por el reservorio superior de agua fría.

Por la red pública siempre que garantice la presión de trabajo del artefacto.

Por un equipo elevador de presión.

Para el cálculo de la capacidad del equipo de producción de agua caliente, así como para el cálculo de la capacidad del tanque de almacenamiento, se utilizarán las relaciones que se indican a continuación, en base a la dotación de agua caliente diaria asignada, de acuerdo al siguiente cuadro:

TABLA N° 3.3 CAPACIDAD DEL EQUIPO DE PRODUCCION

Tipo de Edificios	Capacidad del tanque de almacenamiento en relación con la dotación diaria en litros	Capacidad horaria del equipo de producción de agua caliente en relación con la dotación diaria en litros
Residenciales unifamiliares y multifamiliares	1/5	1/7
Hoteles y pensiones	1/7	1/10
Restaurantes	1/5	1/10
Gimnasios	2/5	1/7
Hospitales, clínicas	2/5	1/6

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

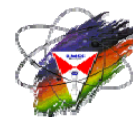
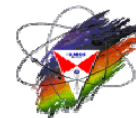


TABLA 3.4
CONSUMO DE AGUA CALIENTE DE ARTEFACTOS SANITARIOS EN LITROS POR HORA, SEGÚN EL TIPO DE EDIFICIO

Artefacto Sanitario	Edificios	Resid. Privadas	Hoteles	Clubes	Gimnasios	Hospitales	Industrias	Oficinas	Escuelas
Tina	75	75	75	75	75	75	115	-	-
Lavadero de ropa	75	75	100	100	-	150	-	-	-
Bidet	10	10	10	10	-	20	-	-	-
Ducha	280	280	280	560	850	280	850	-	850
Lavadero cocina	40	40	75	75	-	75	75	-	40
Lavadero Repostería	20	20	40	40	-	75	-	-	40
			190	190		190	75		75
Lavaplatos mecánico	60	60	750	560	-	750	380	380	380
Lavatorio privado	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Lavatorio público	-	-	30	30	35	30	75	20	60
Botadero	-	-	100	75	-	100	75	56	75
Coeficiente de demanda Probable (en relación con el máximo consumo posible).	0.30	0.50	0.25	0.30	0.40	0.30	0.40	0.30	0.40
Coeficiente de almacenamiento (en relación con la demanda probable).	1.25	0.80	0.80	0.90	1.00	0.80	1.00	2.00	1.00

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994



3º) Cálculo del Volumen equivalente en Acumulador

✚ Regulación en circuito primario:

$$V_a = V_u \times \frac{T_u - T_f}{T_a - T_f}$$

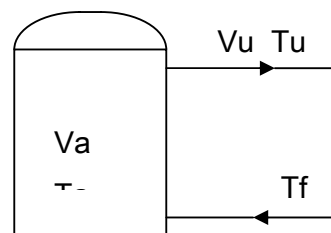


Figura 3.20 regulación de circuito primario fuente: dimensionado de las instalaciones

Tf =temperatura de agua fría

Tu =temperatura de uso

Vu=volumen de uso

Ta =temperatura del acumulador

Va=volumen del acumulador

✚ Regulación en circuito secundario:

$$V_a = V_u \times \frac{T_u - T_f}{T_a - T_f}$$

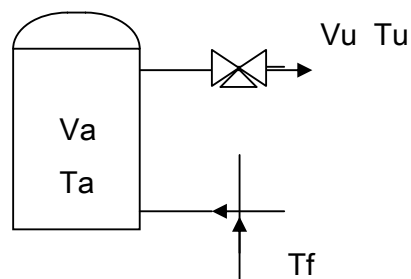


Figura 3.21 regulación de circuito secundario fuente: dimensionado de las instalaciones
Y además Mezcla de agua fría

$$V_a \cdot T_a + (V_u - V_a) \cdot T_f = V_u \cdot T_u$$

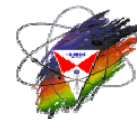
4º) Potencia de la Caldera

$$potencia \text{ -- util } (P) = \frac{V_a \times (T_a - T_f)}{t}$$

Siendo t = tiempo punta

Sabiendo que la **P útil = P nominal x Rendimiento**

5º) Red de Retorno



Se calcula que en el retorno circula el 10% del caudal de salida del acumulador. Puede tener el mismo calibre que los montantes de ACS; si bien puede determinarse también según la siguiente tabla:

TABLA 3.5 CALCULO DE RED DE RETORNO

Calibre en pulgadas	Caudal en litros / hora
1/2	140
3/4	300
1	600
1 1/4 y 1 1/2	1100
1 y 1/2	1800
2	3300

Fuente: instalaciones de fontanería de agua caliente

La circulación es forzada a través de una bomba circuladora.

Sabiendo las pérdidas del tramo más desfavorable de ida de ACS se puede determinar una bomba que solvete dichas pérdidas.

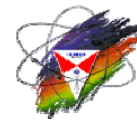
6º) Circuito Primario

El agua sobre calentada del circuito primario que suele circular entre 70 y 90°C tiene un peso específico de 0'9 y un Calor específico C_e de 1.

Por tanto el caudal del circuito primario será igual a:

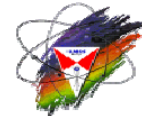
$$Q = \frac{P}{\rho C_e \Delta T^a} = (\text{litros / hora}) \text{ convirtiéndolo en lts/seg}$$

Se puede entrar en tablas y para una velocidad máxima de 0'8 m/s se obtendrá el calibre comercial de este circuito



3.11 RECOMENDACIONES PARA LA INSTALACION DE AGUA CALIENTE

- ✚ La instalación de agua caliente debe satisfacer las necesidades de consumo y ofrecer seguridad contra accidentes.
- ✚ Los equipos deben ser contruidos con materiales adecuados y resistentes a las presiones máximas, temperatura y corrosión; y estarán provistos de todos los accesorios de seguridad y de limpieza requeridos.
- ✚ El equipo de producción de agua caliente deberá estar provisto de dispositivos de control de temperatura, corte automático de la fuente de energía. Dichos dispositivos deberán instalarse en tal forma que suspendan el suministro de calor antes de que el agua en el tanque alcance la temperatura de 60° C para viviendas y de 80° C para restaurante, hoteles, hospitales, clínicas y similares.
- ✚ Deberán instalarse dispositivos destinados a controlar el exceso de presión de los sistemas de producción de agua caliente. Dichos dispositivos se graduaran de modo que puedan operar a una presión de 10% mayor que la requerida para el normal funcionamiento del sistema. Se ubicaran en el equipo de producción o en las tuberías de agua fría, o caliente próximas a el, siempre que no existan válvulas entre el dispositivo mencionado y el equipo.
- ✚ Deberá instalarse una llave de retención en la tubería de agua fría. Dicha válvula no podrá ser colocado entre el equipo de producción de agua caliente y el dispositivo para controlar el exceso de presión.
- ✚ Deberán instalarse dispositivos destinados a controlar el exceso de temperatura en los sistemas de producción de agua caliente. Estos dispositivos se ubicaran en la zona de máxima temperatura del agua, debiendo seleccionarse su capacidad de acuerdo con la capacidad calorífica del equipo y para un gasto menor de 6 lts de agua por hora, por cada 500 Kcal. de capacidad calorífica por hora (1galon por cada 500 BTU).
- ✚ cuando se utilicen dispositivos combinados de temperatura y presión, deberán ubicarse en la zona de máxima temperatura del agua.
- ✚ Los escapes de vapor debido al calentamiento del agua caliente, provenientes de los dispositivos de seguridad y control, deberán ponerse en forma indirecta al sistema de drenaje, ubicando los sitios de descarga de lugares que no ocasione accidentes a personas.
- ✚ La distribución de agua caliente desde el equipo de producción a los aparatos sanitarios o puntos requeridos, se puede realizar con o sin retorno de agua caliente.
- ✚ El sistema de retorno deberá realizarse en aquellos edificios donde se instalen equipos centrales de producción de agua caliente.



- La tubería de alimentación de agua caliente se calcularan de acuerdo a lo estudiado hasta ahora.

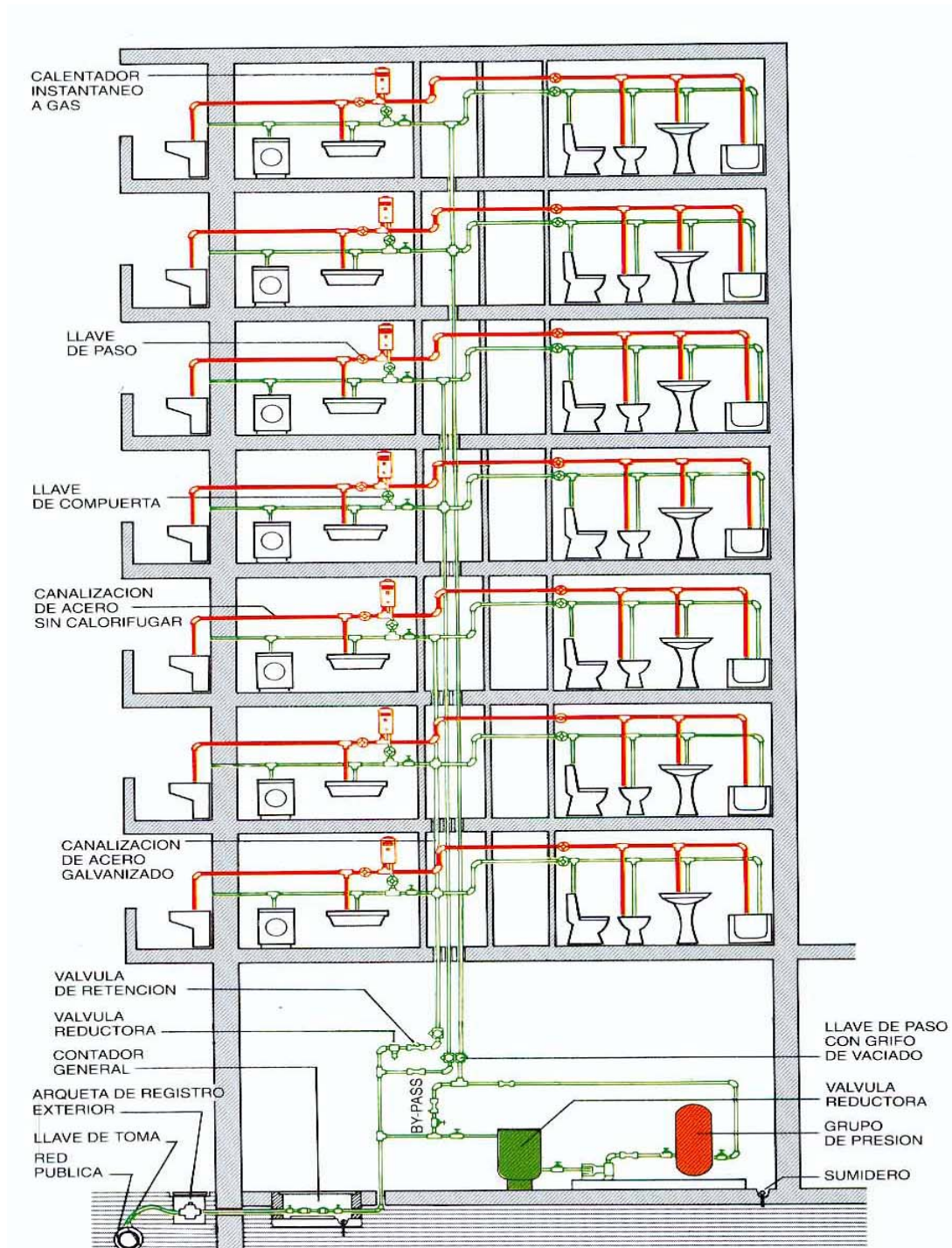
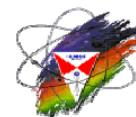


Figura 3.22 sistema mixto agua caliente y agua fría fuente: dimensionado de las instalaciones



3.12 PLANILLA DE CÁLCULO PARA COLUMNAS DE AGUA CALIENTE

COLUMNA [1] NÚMERO DE NUDO

Es el número nudo que se va a calcular

COLUMNA [2] NUMERO DE PISO






Es el número de piso donde se desea calcular el nudo (edificios de varias plantas)

COLUMNA [3] TRAMO

Es el tramo entre los nudos a calcular (según la numeración dada inicio y final de tramo)

COLUMNA [4] NÚMERO DE ARTEFACTOS

Es la cantidad de:

-  L: Lavabo ó lavamanos
-  BóD: Tina de baño ó Ducha
-  Bt: Bidés
-  Lp: Lavavajilla ó lavaplatos
-  Lv: Lavanderías

COLUMNA [5] UNIDADES DE GASTO

En estas casillas introducir las respectivas unidades de gasto de acuerdo a la **tabla 2.19 y tabla 2.20** según el tipo de uso del artefacto. (Público o privado) **REF. CAPITULO II**

COLUMNA [6] UNIDADES DE GASTO PARCIALES

Es la sumatoria de todas las casillas de la columna [5]

COLUMNA [7] UNIDADES DE GASTO ACUMULADAS

Es la suma de la columna [6] mas la unidad acumulada de la anterior fila.

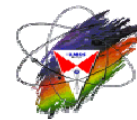
COLUMNA [8] CAUDAL (l/s)

Es el caudal probable que se obtiene ingresando con el acumulado de las unidades de gasto **columna [6]** a la **tabla 2.18** del método de Roy Hunter. **REF. CAPITULO II**

COLUMNA [9] DIÁMETRO

El diámetro será elegido de acuerdo a

DIÁMETRO	
mm	in
13	½
19	¾
25	1
32	1 ¼
38	1 ½
50	2
63	2 ½
76	3
100	4
125	5
150	6



Es de importancia tomar los siguientes parámetros para la elección del diámetro de la tubería.

- La velocidad tiene que estar (para nuestro ejemplo) entre 0.5 – 1.5 [m/s] – (Máximo 2.50 [m/s]).
- La máxima presión estática no debe ser superior a 40 mca.

COLUMNA [10] VELOCIDAD (m/s)

$$V = \frac{[8] \times 0.001}{\frac{\pi \times ([9'] \times 0.001)^2}{4}}$$

En tuberías de agua caliente se podría permitir una máxima velocidad de: para Ø ½" 3.00 m/s (este valor para un máximo de 8 UG), para Ø ¾" 3.96 m/s , Ø 1" 3.36 m/s, Ø 1 1/4" 3.36 m/s, Ø 1 1/2" 1.99 m/s, Ø 2" 1.24 m/s, estos valores son para un máximo de 70 UG.

COLUMNA [11] LONGITUD (m)

LONGITUD REAL [11']: Es la longitud real de la tubería

LONGITUD EQUIVALENTE [11'']: Es la longitud que se aumenta en la tubería por la existencia de accesorios de acuerdo a la **tabla 2.34** o la **figura 2.19 REF. CAPITULO II**

LONGITUD TOTAL [11''']: Es la suma de [11'] + [11'']

COLUMNA [12] PERDIDA DE CARGA (m)

Para la pérdida de carga se emplea la formula de Fair –Wipple:

UNITARIA:

$$j = \frac{C [8]^3}{[10] \times [9'']^7}$$

Donde C: 0.5 para hierro fundido, 0.4 para hierro galvanizado, 0.3 para acero, 0.2 para cobre

PERDIDA DE CARGA TOTAL: J = [11'''] x Pérdida Unitaria

COLUMNA [13] PRESIÓN DISPONIBLE (m)

Para nuestro ejemplo en la primera fila será de 20 m

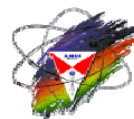
Las siguientes presiones disponibles son: 20 – Pérdida de Carga Total

Las subsiguientes la iteración de las anteriores filas.

COLUMNA [14] NUDO

Se refiere al nudo del piso estudiado.

NOTA: Para el cálculo de ramales de agua caliente, viene a ser el mismo procedimiento que en el de agua fría, exceptuando en la parte de pérdida de carga unitaria, pues es en esta parte que la formula cambiara por la de Fair – Wipple.



PLANILLA DE CÁLCULO PARA COLUMNAS DE AGUA CALIENTE

[1]	[2]	[3]		[4]					[5]					[6]	[7]	[8]	[9]		[10]
# DE NUDO	# DE PISO	TRAMO		# DE ARTEFACTOS					U.D.G.					U.D.G.	U.D.G.	CAUDAL	DIAMETRO		VELOCIDAD
		DE	A	L	B	Bt	Lp	Lv	L	B	Bt	Lp	Lv	PARCIAL	ACUMUL.	(l/s)	mm	in	(m/s)

[11]													[12]		[13]	[14]
LONGITUD													PERDIDAS DE CARGA		PRESION DISPONIBLE (m)	NUDO
Real	Equivalente										Parcial	Total				
	Nº	llave P	Nº	Codo	Nº	Reduc	Nº	T direc	Nº	T ambos			Unit.	Total		

Teniendo la siguiente distribución isométrica calcular la red de distribución de agua caliente que es abastecida por un calefón como se observa en la figura la presión en el calefón es de 10 mca. Se considera los aparatos de uso privado. Usaremos una tubería de fierro galvanizado

115

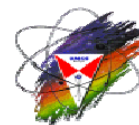


TABLA 2.17
UNIDADES DE GASTO PARA EL CALCULO DE LAS TUBERÍAS DE
DISTRIBUCIÓN DOMICILIARIA (ARTEFACTOS DE USO PRIVADO)

ARTEFACTO SANITARIO	TIPO DE CONTROL DE SUMINISTRO	TOTAL	UNIDADES DE GASTO	
			A. Fría	A. Caliente
1.COARTO DE BAÑO				
Inodoro	Tanque de lavado	3		
Inodoro	Bajo consumo	2		
Inodoro	Válvula de lavado	6		
Urinario	Tanque de lavado	3		
Urinario	Válvula de Lavado	5		
Bidé	Llave o grifo	1	0.75	0.75
Lavatorio	Llave o grifo	1	0.75	0.75
Tina o bañera	Llave o grifo	2	1.5	1.5
Ducha o regadera	Llave o grifo	2	1.5	1.5
Ducha o recadera	Llave o bajo consumo	1.5	1	1
Baño completo	Tanque de lavado	5	4 .5	2.25
Baño completo	Tanque bajo consumo	4	3 .5	2.25
Baño completo	Válvula de lavado	8	8	2.25
Medio(visita)	Tanque de lavado	3	3	0.75
Medro(visita)	Tanque bajo consumo	2	2	0.75
Medro(visita)	Válvula de lavado	6	6	0.75
2.COCINA				
Lavadero	Llave o grifo	3	2	2
Lavaplatos	Llave o grife	3	2	2
Lavadero repostero	Llave o grifo	3	2	2
3. LAVANDERÍA				
Lavadero ropa	Llave o grifo	3	3	2
Lavadora eléctrica	Llave o grifo	4	4	2

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

***Teniendo las unidades de gasto con el metodo de Hunter que se encuentra en la
tabla 2.16 CAP. II se puede obtener los caudales***

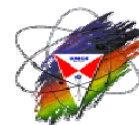
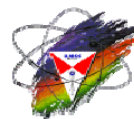


TABLA 2.16
GASTOS PROBABLES PARA APLICACIÓN DEL
MÉTODO DE HUNTER

U. GASTO	TANQUE	VALVULA	U. GASTO	TANQUE	VALVULA	U. GASTO	TANQUE	VALVULA
1			51	1,02	1,79	110	1,61	2,43
2			52	1,03	1,81	120	1,68	2,50
3	0,15		53	1,04	1,82	130	1,75	2,58
4	0,17		54	1,06	1,84	140	1,82	2,66
5	0,19	0,85	55	1,07	1,85	150	1,89	2,73
6	0,22	0,87	56	1,08	1,87	160	1,96	2,80
7	0,24	0,90	57	1,10	1,88	170	2,03	2,88
8	0,26	0,92	58	1,11	1,90	180	2,10	2,95
9	0,28	0,85	59	1,12	1,91	190	2,17	3,02
10	0,30	0,97	60	1,14	1,93	200	2,24	3,09
11	0,32	1,00	61	1,15	1,94	210	2,31	3,16
12	0,34	1,02	62	1,16	1,95	220	2,39	3,23
13	0,36	1,04	63	1,17	1,97	230	2,46	3,30
14	0,38	1,07	64	1,18	1,98	240	2,53	3,37
15	0,40	1,09	65	1,20	1,99	250	2,60	3,43
16	0,42	1,11	66	1,21	2,01	260	2,67	3,50
17	0,44	1,14	67	1,22	2,02	270	2,73	3,56
18	0,46	1,16	68	1,23	2,03	280	2,80	3,63
19	0,48	1,80	69	1,40	2,04	290	2,87	3,69
20	0,50	1,20	70	1,25	2,06	300	2,94	3,78
21	0,52	1,23	71	1,26	2,07	310	3,01	3,81
22	0,54	1,25	72	1,27	2,08	320	3,08	3,88
23	0,56	1,27	73	1,28	2,09	330	3,15	3,93
24	0,58	1,29	74	1,29	2,10	340	3,22	3,99
25	0,59	1,31	75	1,30	2,11	350	3,29	4,05
26	0,61	1,33	76	1,31	2,12	360	3,36	4,11
27	0,63	1,35	77	1,32	2,13	370	3,43	4,17
28	0,65	1,37	78	1,33	2,14	380	3,49	4,22
29	0,67	1,40	79	1,34	2,15	390	3,56	4,28
30	0,68	1,42	80	1,35	2,16	400	3,63	4,33
31	0,70	1,44	81	1,36	2,17	410	3,70	4,38
32	0,72	1,46	82	1,37	2,18	420	3,77	4,44
33	0,74	1,48	83	1,38	2,19	430	3,83	4,49
34	0,75	1,49	84	1,39	2,20	440	3,90	4,54
35	0,77	1,51	85	1,40	2,21	450	3,97	4,59
36	0,79	1,53	86	1,40	2,22	460	4,04	4,64
37	0,80	1,55	87	1,41	2,23	470	4,11	4,69
38	0,82	1,57	88	1,42	2,24	480	4,17	4,74
39	0,84	1,59	89	1,43	2,24	490	4,24	4,78
40	0,85	1,61	90	1,44	2,25	500	4,31	4,88
41	0,87	1,62	91	1,44	2,26	510	4,40	4,92
42	0,88	1,64	92	1,45	2,27	520	4,46	4,97
43	0,90	1,66	93	1,46	2,27	530	4,51	5,02
44	0,91	1,68	94	1,46	2,28	540	4,57	5,06
45	0,93	1,69	95	1,47	2,29	550	4,63	5,11
46	0,94	1,71	96	1,48	2,29	560	4,68	5,16
47	0,96	1,73	97	1,48	2,30	570	4,74	5,20
48	0,97	1,74	98	1,49	2,31	580	4,80	5,25
49	0,99	1,76	99	1,50	2,31	590	4,85	5,30
50	1,00	1,78	100	1,54	2,35	600	4,91	5,34

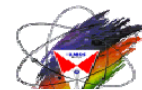
Utilizando la planilla siguiente calcular los diámetros necesarios y si abastece las presiones



[1]	[2]	[3]		[4]					[5]					[6]	[7]	[8]	[9]		[10]
# DE NUDO	# DE PISO	TRAMO		# DE ARTEFACTOS					U.D.G.					U.D.G.	U.D.G.	CAUDAL	DIAMETRO		VELOCIDAD
		DE	A	L	B	Bt	Lp	Lv	L	B	Bt	Lp	Lv	PARCIAL	ACUMUL.	(l/s)	mm	in	(m/s)
1		1	3				1					2		2	2	0.1	12.5	1/2	0.81
2		2	3				1					2		2	2	0.1	12.5	1/2	0.81
3		3	4												4	0.17	12.5	1/2	1.39
5		5	4	1					0.75					0.75	0.75	0.1	12.5	1/2	0.81
4		4	9												4.75	0.19	12.5	1/2	1.55
6		6	8	1					0.75					0.75	0.75	0.1	12.5	1/2	0.81
7		7	8		1					1.5				1.5	1.5	0.1	12.5	1/2	0.81
8		8	9												2.25	0.15	12.5	1/2	1.22
9		9	S												7	0.24	12.5	1/2	1.96

[11]													[12]		[13]	[14]
LONGITUD													PERDIDAS DE CARGA		PRESION DISPONIBLE (m)	NUDO
Real	Equivalente										Parcial	Total				
	Nº	llave P	Nº	Codo	Nº	Reduc	Nº	T direc	Nº	T ambos						
1.2	1	0.1	1	0.5							0.6	1.8	0.0702	0.1264	3.25	1
0.8	1	0.1							1	0.3	0.4	1.2	0.0702	0.0843	4.63	2
8			2	0.5							1	9	0.2029	1.8263	5.61	3
9.8	1	0.1	4	0.5							2.1	11.9	0.0702	0.8356	5.82	5
3.5									1	0.3	0.3	3.8	0.2535	0.9632	6.16	4
3.8	1	0.1	2	0.5							1.1	4.9	0.0702	0.3441	7.13	6
2.6	1	0.1							1	0.3	0.4	3	0.0702	0.2106	7.96	7
5.2			2	0.5							1	6.2	0.158	0.9795	9.79	8
2.9			1	0.5							0.5	3.4	0.4044	1.3751	9.87	9

La presión en el aparato sanitario mas alejado es de 3.25 mca por lo tanto cumple con la mínima presión establecida que es de 2 mca.



Esquemas de aplicación

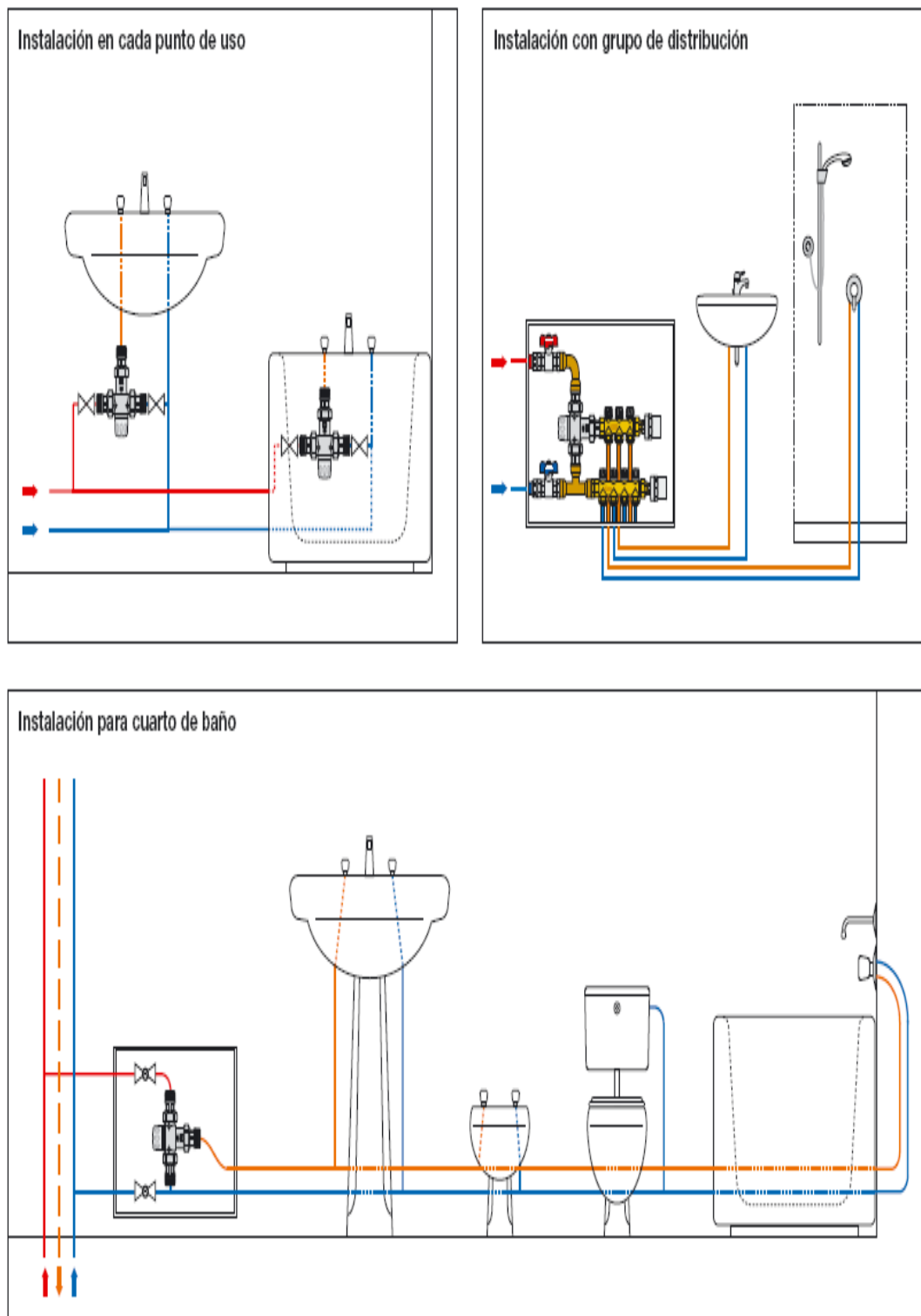
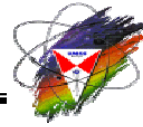


Figura 3.23 esquema de instalación de agua fría y caliente fuente: dimensionado de las instalaciones



CAPITULO IV

DESAGUES SANITARIOS DOMICILIARIOS

4.1 GENERALIDADES

Indudablemente es necesario el sistema de agua corriente domiciliaria, pero también, y en un mismo nivel de igualdad, lo es el sistema sanitario. Todos los líquidos que se consumen deben ser evacuados. Además deben ser evacuados todos los residuos orgánicos, los que son producidos por la limpieza corporal, lavado de ropas, vajilla, etc. Vemos que las instalaciones sanitarias deben ser cuidadosamente realizadas por los peligros que acarrea. Una instalación sanitaria mal hecha puede representar una serie de trastornos bastante considerable.

Podemos diferenciarlas en dos grandes grupos:

1) servidas o complementadas por una red pública que puede tener distintas características y terminar en diversos sitios o en distintas condiciones.

2) La red pública no existe.

Dentro de la 1) se presentan problemas de evacuación de los residuos de la población, debiéndose disponer enormes depósitos de transformación, para la eliminación de los residuos cloacales. Nosotros enfocaremos el estudio a la parte interna domiciliaria de la instalación Sanitaria.

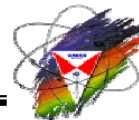
4.1.1 DEFINICIÓN

Conjunto de tuberías verticales y horizontales que permite transportar las aguas residuales de los niveles superiores hasta el sistema colector de la edificación.

4.2 SISTEMA DINAMICO Y ESTATICO DE EVACUACION DE AGUAS RESIDUALES

Dentro de la casa podemos tener dos sistemas:

1) Dinámicos (se conectan con la red exterior).



2) Estáticos o semiestáticos.- (los residuos son eliminados dentro de la misma zona de producción de esos residuos).

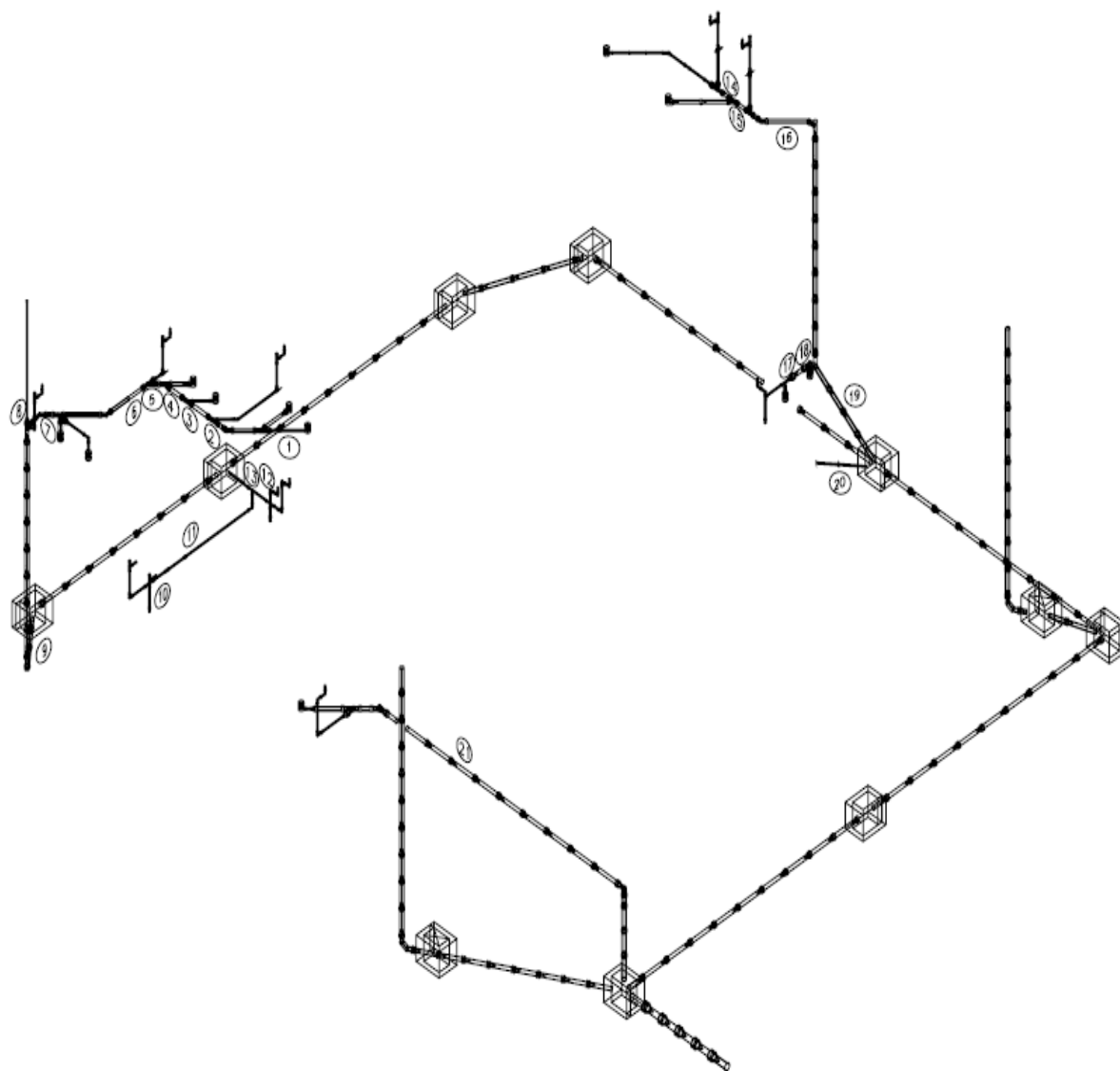


Figura 1. Red Sanitaria Interior

fig.4.1 red sanitaria de desagüe fuente: cloacas Karen Ruy

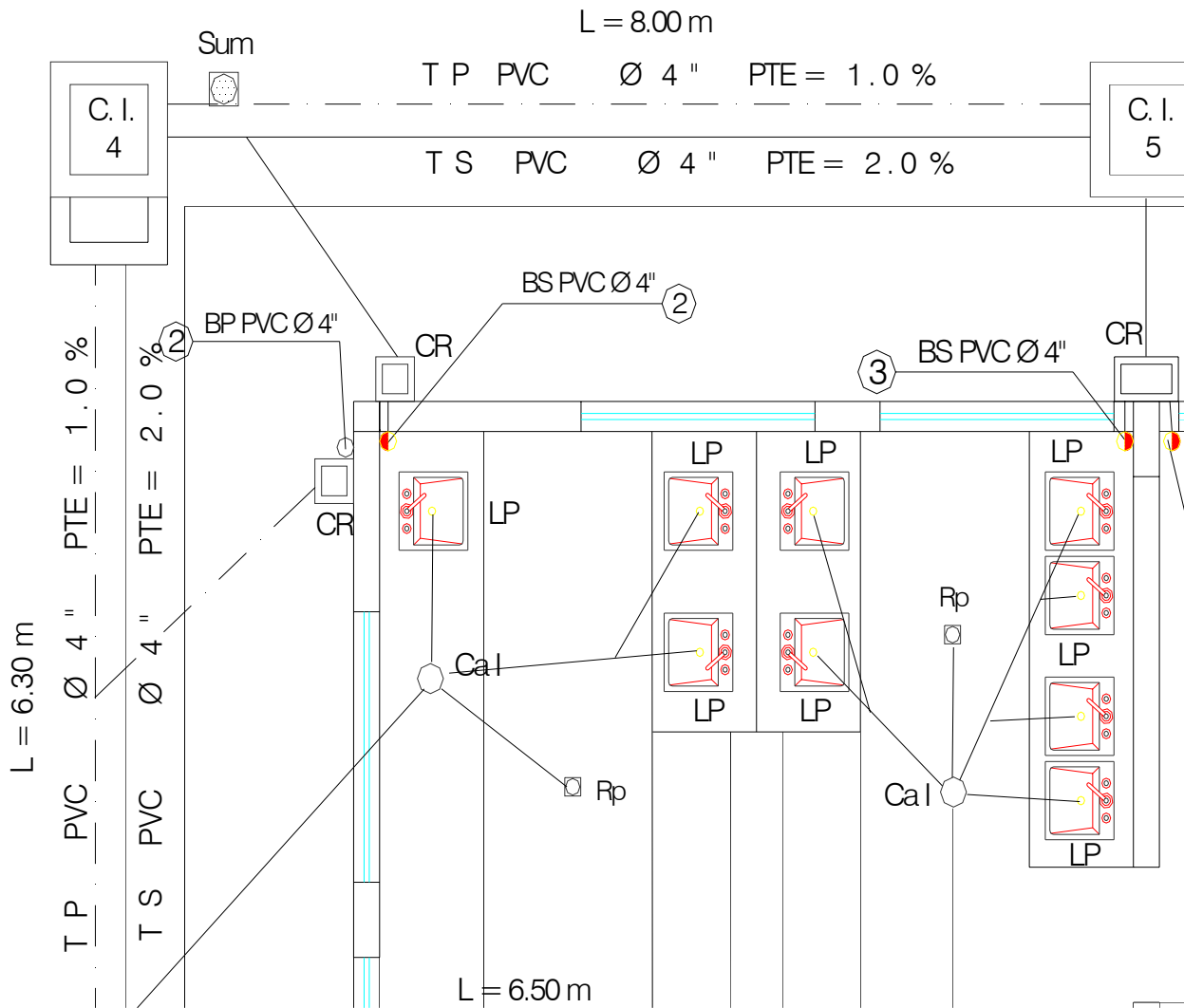
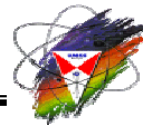


Fig.4.2 detalle en planta instalación sanitaria fuente: elaboración propio

En un baño normal habrá una **ducha o bañera**, un **inodoro**, un **lavatorio**, y un **bidet**. En la cocina tenemos una **pileta de cocina** y en el patio puede haber una **pileta de lavar**. Como principio estos son todos los elementos que se deben evacuar.

4.3 ELEMENTOS PRIMARIOS Y SECUNDARIOS

Dentro de ellos una serie son considerados peligrosos y otros no generan mayor peligro de contaminación. El más peligroso es el inodoro, donde debe tenerse la mayor precaución, le sigue la pileta de cocina, ya que ella se puede evacuar elementos orgánicos, susceptibles de putrefacción.

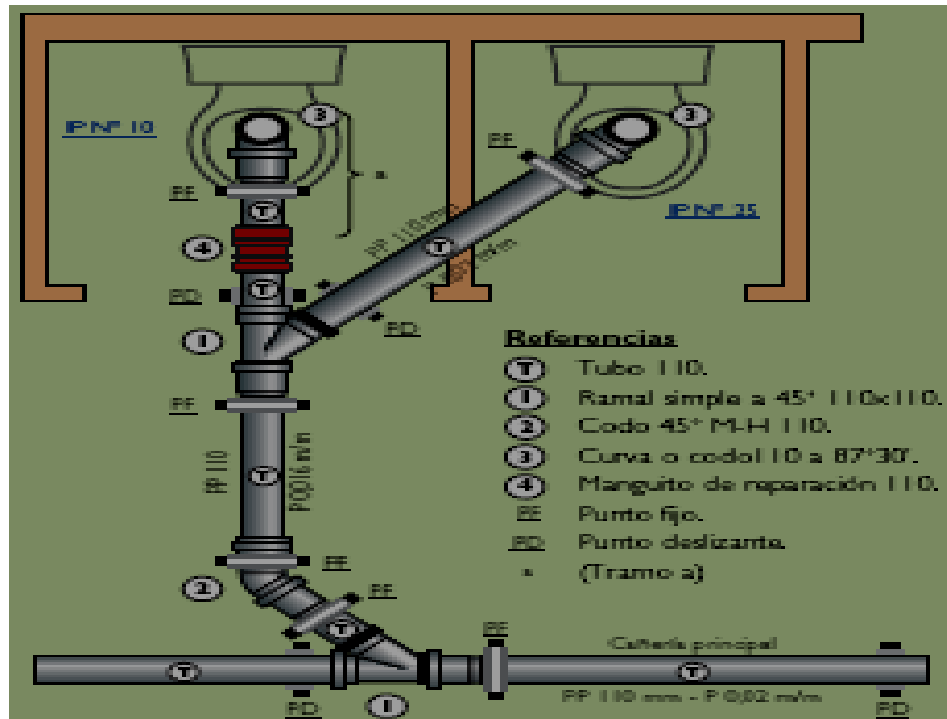
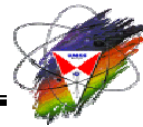


Fig.4.3 ejemplo de conexión a aparatos sanitarios fuente: materiales para desagües DURATOP

Estos elementos peligrosos se llaman primarios, al resto se los llama secundarios, aunque más bien es la red de cañerías la llamada primaria y secundaria.

4.3.1 ELEMENTOS PRIMARIOS

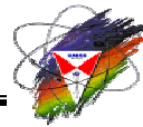
Comenzaremos por evacuar los artefactos peligrosos a través de una red primaria.

El inodoro tendrá una salida a través de una cañería que llega a la red colectora. A esta cañería no se la saca directamente, sino que se la lleva a la **cámara de inspección** y luego a la colectora de la calle. La de la pileta de cocina también hacia la colectora, aprovechando la salida del inodoro y pasando por la cámara de inspección. Para que la red primaria no esté en contacto con el ambiente debemos interponer en algún lugar y de alguna forma un medio que impida la salida de los gases al ambiente.- En todos los casos se coloca un sifón hidráulico.

Sifón hidráulico

Es un acodamiento en la cañería, que al tener permanentemente agua en el acodamiento o vaso, separa las dos ramas de la cañería, cerrando una zona de la otra.

Los inodoros traen el sifón acodado ya incorporado. Los gases de la cañería no pueden, salir al exterior (de allí su nombre).



La pileta de cocina no lo trae, y debe, por lo tanto, colocarse uno a la salida de la misma, de manera de impedir la salida de gases por el desagüe de la pileta.

Los dos desagües, de pileta e inodoro, se unen en un punto que es la cámara de inspección, por lo general, luego de la cual salen a la calle, camino a la colectora. La cámara de inspección puede ser prefabricada o construida en obra. Es una caja de conexión donde llegan distintas cañerías.

4.3.2 ELEMENTOS SECUNDARIOS

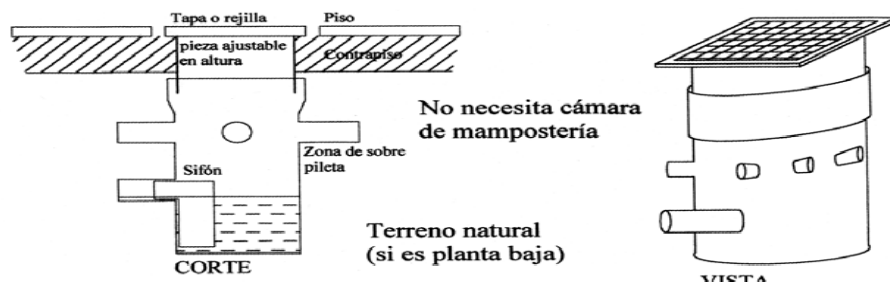
El resto no requiere un sifón en el mismo artefacto en forma imprescindible, aunque a veces lo llevan. Estos elementos son la bañera, el lavatorio, la pileta de lavar y el bidet. A veces el lavatorio lleva un sifón con una tapita a fin de poder retirar cualquier elemento que se caiga por allí, lo mismo ocurre con el de la pileta de la cocina. Si no le colocamos un sifón a cada uno es evidente que al conectarlos con la red primaria, por allí habrá desprendimiento de gases y por lo tanto en algún lugar se debe interponer un sifón.

Para ello existe un receptáculo llamado “**pileta de patio**”, abierta o cerrada, que se coloca dentro del ambiente. Es un pequeño receptáculo que cumple varias funciones.-Sirve de colector de los desagües de esos artefactos secundarios.-Si es abierta sirve para el desagüe del lavado de pisos y al tener sifón sirve para desconectar, en cuanto a gases, la cañería primaria de la secundaria. Recién luego de la pileta de patio se conecta a la cañería primaria.

4.4 CAMARAS DE INSPECCION PILETAS DE PATIO

Habrán también elementos de congruencia o unión, llamados piletas de patio, cámara de inspección y otra serie de elementos. Todos los desagües de los elementos secundarios deben pasar por el sifón para volcarse recién a la red primaria y al exterior.

Esta red primaria debe a su vez estar ventilada para evitar la producción de sobre presiones dentro de la cañería, generados por los gases derivados de la putrefacción de los elementos orgánicos.



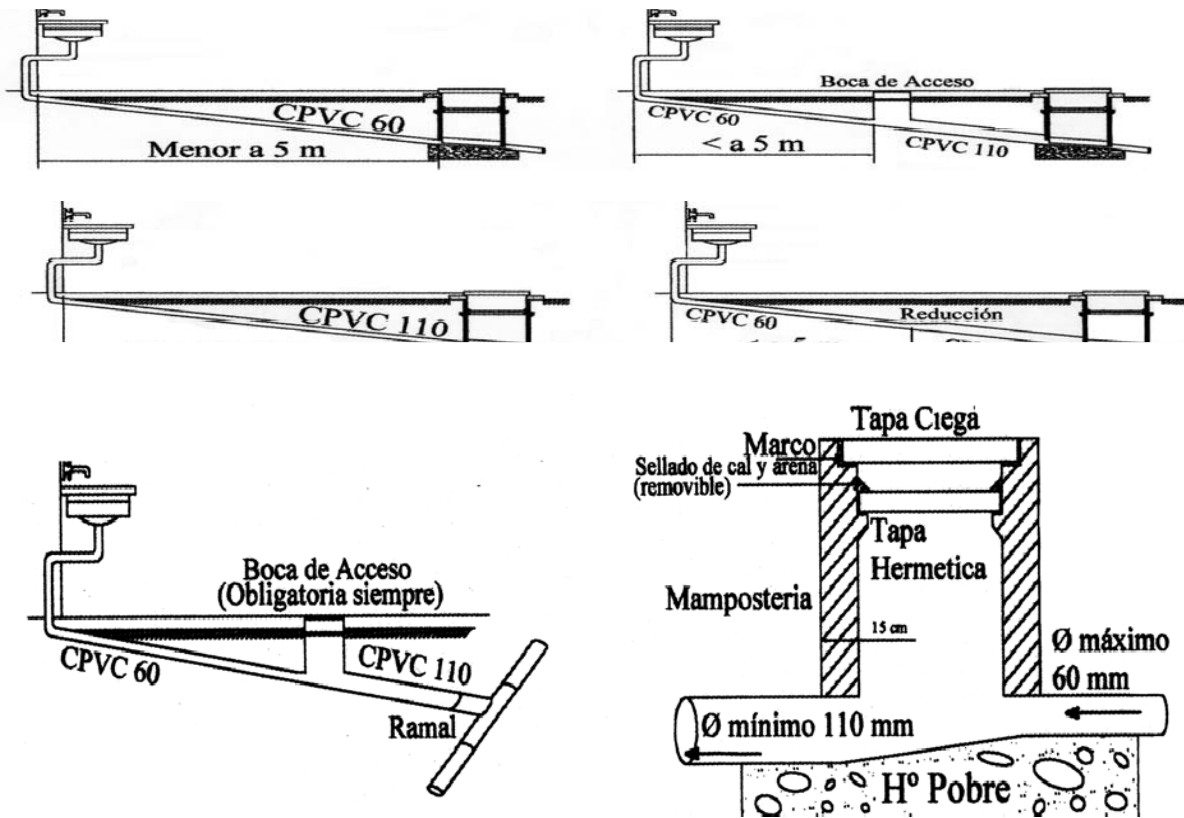
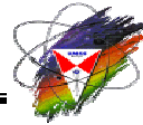


Fig.4.4 pileta de patio y conexiones fuente: manual practico de instalaciones 1986

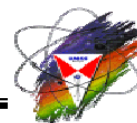
4.5 LAS PRESIONES pueden provenir de:

1) Falta de ventilación.-Si la cañería está cerrada y conduce líquidos orgánicos se pueden producir sobre presiones.

2) Por los gases que se desprenden de la materia orgánica en descomposición.

Entonces son los caños de ventilación los que deben eliminar los gases.

Para evitar que la corriente de aire se produzca entre las bocas de registro, lo que provocaría olores desagradables en la calle, se coloca el caño de ventilación en el punto más alto de la instalación domiciliaria primaria.- Se produce así una corriente de aire ascendente y los gases se eliminan por arriba.



4.6 DISEÑO DEL SISTEMA DE ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES INTERIOR

4.6.1 DIMENSIONAMIENTO

Los ramales de desagüe, bajantes y colectores, se calcularán tomando como base el gasto relativo que pueda descargar cada artefacto. Como referencia, se usarán las unidades de descarga UD que se mencionan en la siguiente tabla:

TABLA 4.1
UNIDADES DE DESCARGA DE ARTEFACTOS SANITARIO

Artefacto Sanitario	Diámetro mínimo del sifón	Diámetro de descarga	Unidades de descarga
Tina	1 ½" – 2"	2"	2
Ducha privada	2"	2"	2
Ducha pública	2"	2"	3
Lavatorio	1 ½"	2"	1
Inodoro (Con tanque)	3"	4"	4
Inodoro (Con válvula)	3"	4"	8
bidet	1 ½"	2"	3
Lavaplatos	2"	2"	2
Lavaplatos con triturador de desperdicios	2"	2"	3
Lavadero de ropa	1"	2"	2
Bebedero	1"	2"	1
Urinario de pared	1"	2"	4
Urinario de piso	2"	2"	8
Urinario corrido p/m	3"	3"	4
Rejilla de piso	2"	2"	1
Cuarto de baño (I con tanque)	-		6
Cuarto es baño (I con válvula)	-		8

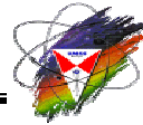
Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

Para el cálculo de las unidades de descarga de artefactos no incluidos en la tabla anterior, podrá utilizarse la tabla siguiente, basada en el diámetro del fabo de descarga del mismo.

TABLA 4.2
UNIDADES DE DESCARGA PARA ARTEFACTOS NO ESPECIFICADOS

Diámetro de la tubería de descarga del artefacto	Unidades de Descarga correspondientes
1 ½" ó menos	1
1 ½"	2
2"	3
2 ½"	4
3"	5
4"	6

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994



Para los casos de aparatos con descarga continua se calcularán a razón de una unidad por cada 0.03 l/s de casco.

4.6.2 MATERIALES

En las bajantes y colectores para aguas servidas, residuales e industriales deberán emplearse tuberías de fierro fundido, cloruro de polivinilo (PVC) u otros de tipo especial, mencionados más adelante, exigidos por determinadas circunstancias.

Se permitirá el uso de tuberías de asbesto de cemento enterradas, colgadas, o en bajantes debidamente protegidas.

4.6.3 TIPOS DE UNIÓN CON LAS TUBERÍAS A EMPLEARSE

Podrán ser utilizadas conexiones flexibles o rígidas que guarden la condición de hermeticidad a gases y aguas (estanqueidad). En función del material de las tuberías, las juntas podrán ser:

Las juntas de tubería de hierro fundido dúctil, se llenarán primero con filástica o yute retorcido, alquitranado o embreado, luego se aplicará plomo fundido hasta una profundidad no menor de 2.5 cm. Tanto el yute como el plomo, deberán ser cuidadosamente calafateados. No se aplicará barniz o pintura antes de que se inspeccione y apruebe la junta.

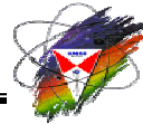
Juntas de Rosca

Las juntas de rosca se harán con piezas adecuadas. Para estas juntas, se aplicará pintura adecuada, solamente a la rosca del tubo macho.

Juntas Soldadas

Las juntas entre cubos de plomo, deberán estar soldadas. Escás soldaduras se extenderán no menos de dos centímetros a cada lado de la junta y tendrán un espesor mínimo de un centímetro en la parte central.

Para juntas entre tubos de cobre de igual diámetro, se emplearán coplas del mismo material. Anees de proceder a la soldadura, cebarán lijarse los extremos para garantizar una unión adecuada con el material fundente utilizado. Luego se procederá a efectuar la soldadura de tal forma de dejar una superficie acabada unir enríe y que garantice la hermeticidad de la



junta. Para esto se deberá asegurar la perfecta penetración de los extremos a unir hasta el cope de la copla, Luego se aplica el fundente cuidando que se reparta en forma uniforme y se procede a soldar normalmente.

Juntas con Pegamento

Las juntas con pegamento, previamente se procederá a una limpieza cuidadosa de la espiga y la campana a unir mediante el producto "limpiador" que suministre el fabricante, proscribiéndose el uso de gasolina o similar para este propósito, luego se aplicará el-pegamento generosamente, en las áreas de contacto, tanto de la espiga como de la campana y se procederá a introducir la- .primera centro de la segunda, procurando lograr una completa adherencia entre las dos piezas.

Juntas Flexibles


Las juntas de los tubos con copia, en goma-o similares que permitan un cambio de dirección de no más de 3°, se ejecutarán de acuerdo a instrucciones de los fabricantes.

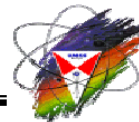
Juntas no Permitidas u Otras Disposiciones

- a) Se prohíben las juntas o conexiones que forman un ensanchamiento, bordes salientes o reduzcan el área de la tubería en la dirección del escurrimiento.
- b) La Entidad Competente, podrá prescribir o admitir a la unidad ejecutora, otros tipos de conexiones de acuerdo con los progresos técnicos.
- c) Las juntas o conexiones serán sometidas a las pruebas que se estimen convenientes.

4.6.4 JUNTAS EN ARTEFACTOS SANITARIOS

Juntas de Inodoros, urinarios de Pedestal y Vaciaderos

-  Las juntas de inodoros, urinarios de pedestal y vaciaderos con el sistema de descarga, se harán -por medio de acoplamiento con anillo de rebose. También se permitirá hacer estas juntas soldándolas a tubos de plomo.



- Estas conexiones se unirán con pernos a los artefactos sanitarios, haciéndose obligatorio el uso de una empaquetadura de material apropiado.

Sistemas de Fijación

Para la fijación de tuberías bajantes, de ventilación, tramos colgados y otros a elementos estructurales, se deberá proceder según lo establecido en el Capítulo respectivo del Reglamento.

En edificios de cuatro o más plantas, las bajantes deberán ser instaladas en ductos previstos para tal fin, y cuyas dimensiones sean tales que permitan la instalación, reparación, inspección de las bajantes.

Diámetro de las bajantes

El número máximo de unidades de descarga que podrán evacuarse a un ramal de desagüe o bajante, se podrá determinar de acuerdo con las tablas siguientes:

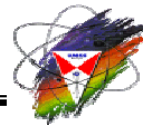
Nota: No incluye los ramales del colector del edificio.

TABLA 4.3
NÚMERO MÁXIMO DE UNIDADES DE DESCARGA QUE PUEDE SER CONECTADO A
LOS CONDUCTOS HORIZONTALES DE DESAGÜE Y A LAS BAJANTES

Diámetro de la bajante	Cualquier Horizontal de	Bajante de 3 pisos de altura	Bajante de más de tres pisos	
			Total en la bajante	Total por piso
1 ½"	1	2	2	1
1 ½"	2	4	8	2
2"	6	10	24	6
2 ½"	12	20	42	9
3"	20	30	60	16
4"	160	240	500	90
5"	360	340	1.100	200
6"	620	960	1.900	350
8"	1.400	2.200	3.000	600
10"	2.500	3.800	5.660	1.000
12"	3.900	6.000	8.400	1.400
15"	7.000	-	-	-

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

Al calcular el diámetro de los conductos de desagüe, se tendrá en cuenta lo siguiente:



- a) El diámetro mínimo que recibe la descarga de un inodoro (WC) será de 4" (10 cm.).
- b) El diámetro de una bajante no podrá ser menor que el de cualquiera de los ramales horizontales que en ella descarguen.
- c) El diámetro de un conducto horizontal de desagüe, no podrá ser menor que el de cualquiera de los orificios de salida de los aparatos que en él descarguen.

Cuando se requiere para un cambio de dirección a una bajante, los diámetros de la parte inclinada y del tramo inferior de la bajante, se calcularán de la siguiente manera:

- a) Si la parte inclinada forma un ángulo de 45° ó más con la horizontal, se calculará como si fuera una bajante.

Codos a 45° M-H

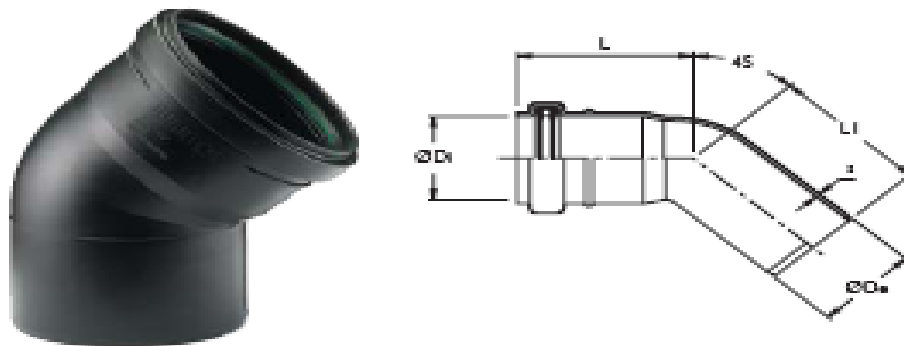
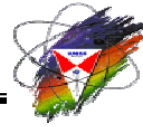


Figura 4.5 codo 45° Fuente: productos DURATOP

- b) Si la parte inclinada forma un ángulo menor de 45° con la horizontal, se calculará tomando en cuenta el número de unidades de descarga que recibe y su pendiente.
- c) Por debajo de la parte inclinada, la bajante en ningún caso tendrá un diámetro menor que el del tramo inclinado.
- d) Los cambios de dirección por encima del ramal horizontal más alto de desagüe, no requieren aumento de diámetro.



4.7 TRAMPAS O SIFONES

Todo artefacto sanitario deberá estar dotado de una trampa sifón cuyo sello de agua deberá tener una altura mínima de 5 cm. y máxima de 10 cm, excepto en aquellos casos en que por su diseño especial requieran de una mayor altura de agua.

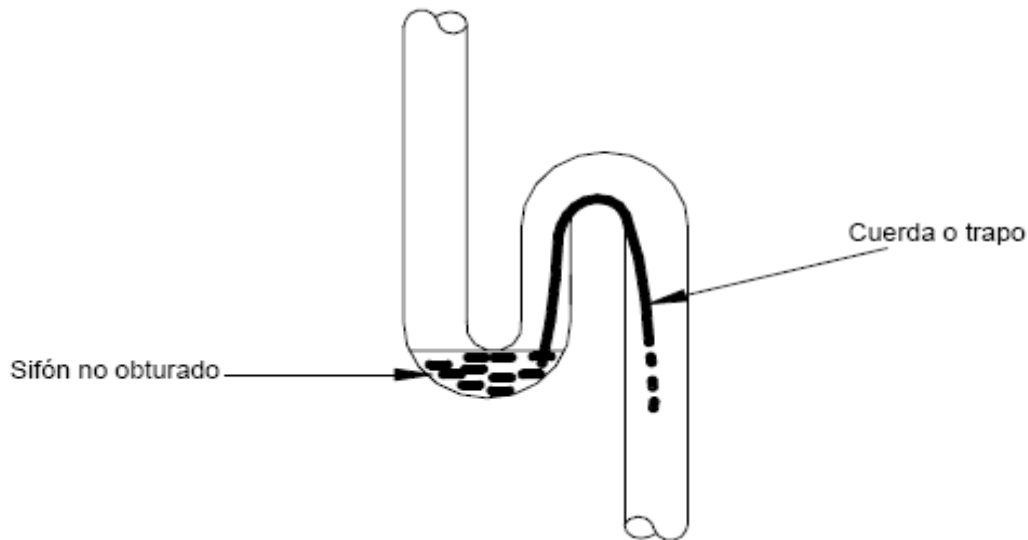


Fig.4.6 esquema sifón Fuente: texto instalaciones sanitarias Ing. Jorge Ortiz

- ✚ Las trampas o sifones se colocarán lo más cerca posible de los orificios de descarga de los artefactos sanitarios correspondientes y en ningún caso a una distancia vertical mayor de 60 cm. entre el orificio de descarga y el vertedero de la trampa.
- ✚ Los sifones de los artefactos sanitarios deberán estar dotados de un tapón de limpieza, a menos que el mismo sea fácilmente removible.
- ✚ Se prohíbe el uso de sifones en los cuales el sello depende de la acción de palancas o cualquier pieza móvil.

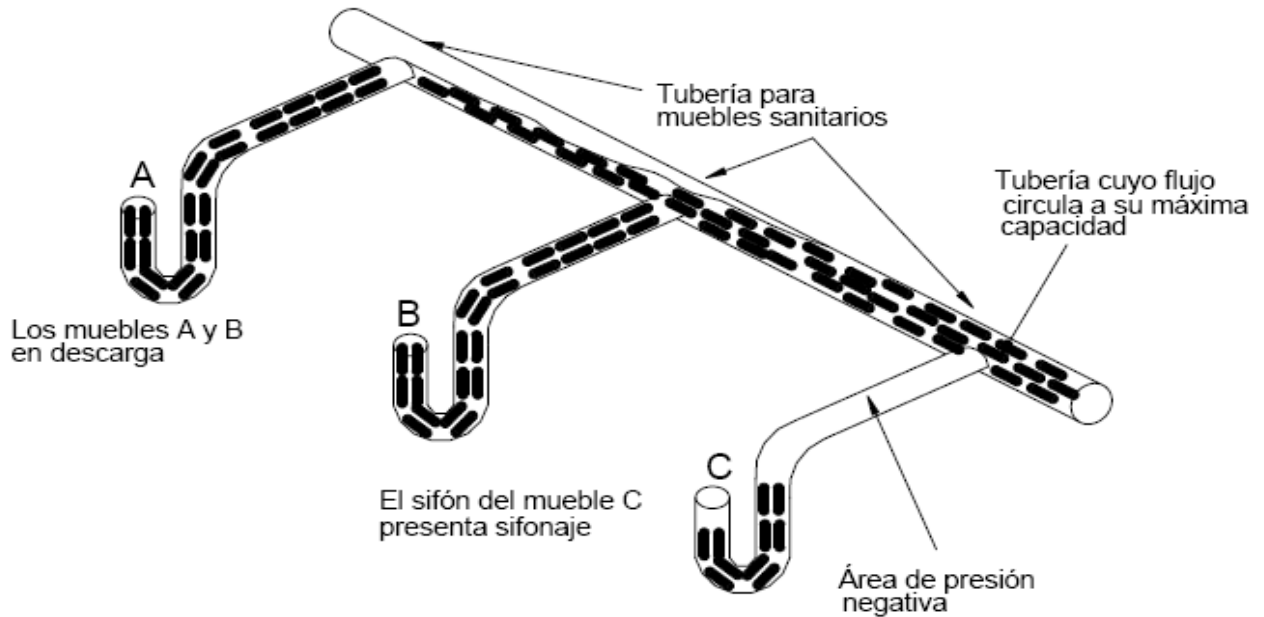
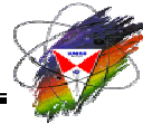
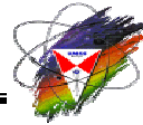


Fig.4.7 esquema instalación de sifón Fuente: texto instalaciones sanitarias Ing. Jorge Ortiz

4.8 INTERCEPTORES Y SEPARADORES

- ✚ Cuando las aguas residuales contengan, grasa, aceite, material inflamable, arena, tierra, yeso u otros sólidos o líquidos objetables que pudieran afectar el buen funcionamiento de los colectores del edificio, será necesaria la instalación de interceptores o separadores.
- ✚ La capacidad, tipo, dimensiones y ubicación de los interceptores estarán de acuerdo con el uso respectivo.
- ✚ Se instalarán separadores de grasa en los conductos de desagüe de lavaderos, lavaplatos u otros artefactos sanitarios instalados en restaurantes, cocinas de hoteles, hospitales y similares, donde exista el peligro de introducir en el sistema de desagüe, grasa en cantidad suficiente como para afectar el buen funcionamiento de éste.
- ✚ Los interceptores y separadores deberán estar provistos de ventilación adecuada en forma similar a otros artefactos sanitarios. La tubería de ventilación tendrá un diámetro mínimo de 2"
- ✚ Los interceptores deberán ubicarse en sitios donde se pueda realizar la inspección, mantenimiento y limpieza con facilidad.
- ✚ Para realizar la inspección y mantenimiento el separador deberá contar con un ingreso de dimensiones adecuadas.



4.9 DISEÑO DEL SISTEMA DE ELIMINACIÓN DE AGUAS RESIDUALES EXTERIOR

1.-Determinación del gasto de diseño (método de Hunter).

El gasto de diseño se obtendrá con: $Q_{UMt\ de} = 0.333$

Donde UMt son las unidades mueble de descarga totales que descargarán al sistema de alcantarillado municipal.

2. Pendientes.

Mínima del 2%.

3. Velocidades.

Las velocidades mínima y máxima a tubo lleno son las siguientes:

$V_{mín} = 0.6 \text{ m/seg}$

$V_{máx} = 3.0 \text{ m/seg}$

4. Diámetros mínimos.

El diámetro mínimo para sistemas de eliminación de aguas residuales

Exteriores será de 0.20 m

5. Selección de diámetros.

El drenaje exterior se diseña como si fuera un canal circular a superficie libre, en condición de flujo uniforme y considerando la fórmula de Manning con gasto a tubo lleno. La expresión se reduce a:

$$Q_{de} = 23.9758 D^{8/3} s^{1/2}$$

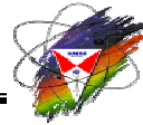
y la velocidad se puede determinar con:

$$V = 30.5269 D^{2/3} s^{1/2}$$

$n = 0.013$ para tubos prefabricados de concreto. Se podrá utilizar tubería de otro material siempre que ésta garantice su resistencia al paso de los vehículos.

4.10 VENTILACIÓN SANITARIA

El sistema de desagüe deberá ser adecuadamente ventilado, de conformidad a lo que establece el presente Reglamento, a fin de proteger el sello de agua de los artefactos sanitarios.



Las tuberías del sistema de ventilación, sus uniones y conexiones, se instalarán de acuerdo a lo que se establece en el capítulo VII y sus numerales correspondientes.

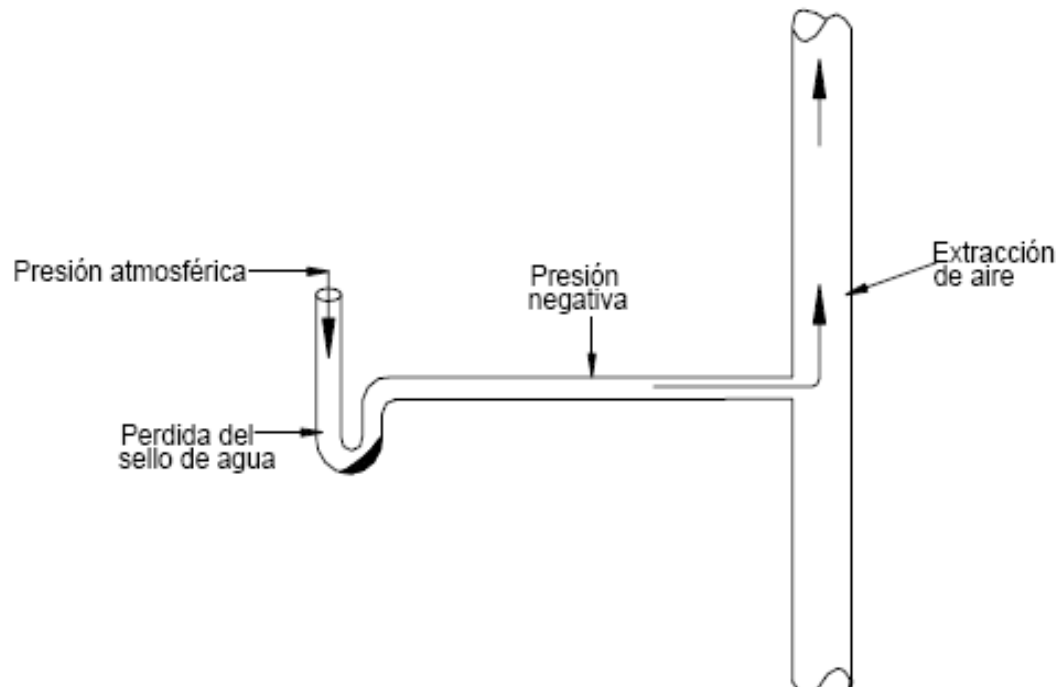


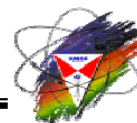
Fig.4.8 esquema de ventilación Fuente: texto instalaciones sanitarias Ing. Jorge Ortiz

El sello de agua de los artefactos sanitarios, deberá ser protegido mediante ramales de ventilación, tubos auxiliares de ventilación, ventilación en circuito o una combinación de estos métodos, de acuerdo a lo que establece el presente Reglamento.

Los tubos de ventilación horizontales deberán tener una pendiente positiva no menor al Xi, de forma tal que el agua que pudiera condensarse en ellos, escurra al conducto de desagüe o bajante.

Los tubos de ventilación conectados a un tramo horizontal del Sistema de desagüe arrancarán verticalmente o en ángulo no menor de 45° con la horizontal, hasta una altura no menor de 15 cm. por encima del nivel de rebose de los artefactos Sanitarios a los cuales ventilan, antes de extenderse horizontalmente.

Los tramos horizontales de la tubería de ventilación, deberán quedar a una altura de 15 cm. como mínimo por encima de la línea de rebose del artefacto sanitario más alto al cual ventilan. La pendiente del tramo horizontal de desagüe de un aparato Sanitario y el tubo



vertical de desagüe, no será mayor de 2%, para reducir las posibilidades de sifonaje, excepción hecha de los inodoros y artefactos similares.

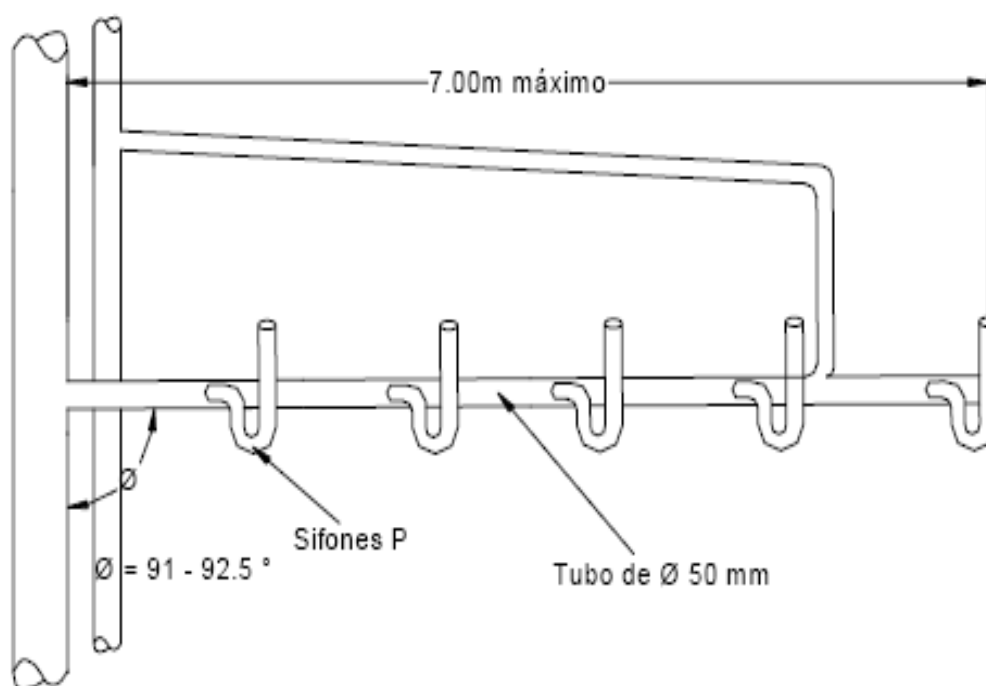


Fig.4.9 dibujo de ventilación de varios aparatos sanitarios Fuente: texto instalaciones sanitarias Ing. Jorge Ortiz

La distancia máxima entre la salida de un sello de agua y el Cubo de ventilación correspondiente, estará de acuerdo con lo especificado en la tabla 8.14.1 esta distancia se medirá a lo largo de la cubería de desagüe, desde la salida del sello de agua hasta la entrada del tubo de ventilación y no podrá ser menor del doble de diámetro del conducto de desagüe.

TABLA 4.4
DISTANCIA MAXIMA ENTRE SELLOS DE AGUA

Diámetro del conducto de desagüe del artefacto sanitario		Altura máxima entre el sello de agua y el tubo de ventilación.
Pulgadas	Milímetros	
1 ½	38	1.10 m.
2	50	1.50 m.
3	75	1.80 m.
4	100	3.00 m.

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

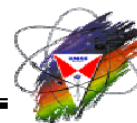


TABLA 4.5
LONGITUDES MAXIMAS DEL TUBO EN FUNCION DE LAS UNIDADES DE DESCARGA VENTILADAS

Diámetro de la bajante	Unidades de descarga ventiladas	1 ½"	2 ½"	2"	2 ½"	3"	4"	5"	6"	8"
Longitud máxima del tubo en metros										
1 ½"	2	9.0								
1 ½"	8	15.0	45.0							
1 ½"	42		9.0	30.0	90.0					
2"	12	9.0	23.0	60.0						
2"	20	8.0	15.0	45.0						
2 ½"	10	9.0	30.0							
3"	10		9.0	30.0	60.0	180.0				
3"	30			18.0	60.0	150.0				
3"	60			15.0	24.0	120.0				
4"	100			11.0	30.0	78.0	300.0			
4"	200			9.0	27.0	75.0	270.0			
4"	500			6.0	21.0	74.0	210.0			
5"	200				11.0	24.0	15.0	300.0		
5"	500				9.0	21.0	90.0	270.0		
5"	1000				6.0	15.0	60.0	210.0		
6"	350				8.0	15.0	60.0	120.0	390.0	
6"	620				5.0	9.0	38.0	90.0	330.0	
6"	960					7.0	30.0	75.0	300.0	
6"	1900					6.0	21.0	60.0	210.0	
8"	600						15.0	45.0	150.0	390.0
8"	600						12.0	30.0	120.0	360.0
8"	1400						9.0	24.0	105.0	330.0
8"	2200						8.0	18.0	75.0	240.0
8"	3600						8.0	18.0	75.0	240.0
10"	1000							23.0	38.0	300.0
10"	2500							15.0	30.0	150.0
10"	3800							15.0	24.0	105.0
10"	5600							8.0	18.0	75.0

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

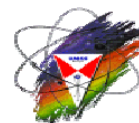


TABLA 4.6
DIÁMETRO DE LOS TUBOS DE VENTILACIÓN EN CIRCUITO Y
DE LOS RAMALES TERMINALES DE TUBOS DE VENTILACIÓN INDIVIDUALES

Diámetro de ramal horizontal de desagüe	Número Máximo de unidades de descarga	Diámetro del tubo de ventilación					
		1 ½"	2"	2 ½"	3"	4"	5"
Máxima longitud del tubo de ventilación(m)							
1 ½"	10	6.0					
2"	12	4.5	12.0				
2"	20	3.0	9.0				
3"	10		6.0	12.0	30.0		
3"	30			12.0	30.0		
3"	60			4.8	24.0		
4"	100		2.1	6.0	15.6	60.0	
4"	200		1.8	5.4	15.0	54.0	
4"	500			4.2	10.8	42.0	
5"	200				4.8	21.0	60.0
5"	1100				3.0	12.0	42.0

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

Toda bajante de aguas negras o residuales, deberá prolongarse al exterior, sin disminuir su diámetro, para llenar los requisitos de ventilación.

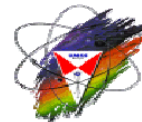
En caso de que terminen en una terraza accesible o utilizada para cualquier fin, se prolongará por encima del piso hasta una altura de 1.80 m. Cuando la cubierta del edificio sea un techo o terraza inaccesible la bajante será prolongada de tal forma que no quede expuesta a inundación o por lo menos a 15 cm. encima de la cubierta.

En caso de que la distancia entre la boca de una bajante y una ventana, puerta u otra entrada de aire, al edificio sea menor de 3.00 m. , el extremo superior de la bajante deberá quedar como mínimo a 0.60 m. por encima de la entrada de aire o ventana.

La tubería principal de ventilación, se instalará tan vertical como sea posible y sin disminuir su diámetro según se especifica a continuación.

✚ El extremo inferior del tubo principal de ventilación deberá ser conectado directamente o mediante tubo auxiliar de ventilación, a la bajante de aguas negras correspondiente, por debajo del nivel de conexión del ramal de desagüe más bajo.

✚ El extremo superior se conectará a la bajante principal a 15 cm. por encima de la



línea de rebose del aparato sanitario más alto o-se prolongará según lo establecido por el presente Reglamento (Artículos 9.9 y 9.10).

En los edificios de gran altura, se requerirá conectar el" tubo principal de ventilación a la bajante por medio de tubos auxiliares de ventilación a intervalos de por lo menos cada tres pisos. El diámetro del tubo de ventilación principal se determinará tomando en cuenta su longitud total. El diámetro de la bajante correspondiente y el total de unidades de descarga ventiladas, de acuerdo con la Tabla N° 3.8.2 reglamento nacional de I.S.D.

El diámetro del tubo auxiliar de ventilación a que se refiere el numeral 9.12 será igual al del tubo principal de ventilación.

- ✚ Las conexiones a éste y la bajante de aguas negras deberán hacerse por medio de accesorios tipo "Y" en la forma siguiente:
- ✚ Las conexiones a la bajante de aguas negras se harán por debajo del ramal horizontal proveniente del piso correspondiente.

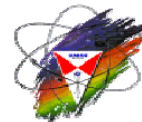
Cuando una bajante tenga en su recorrido un cambio de dirección de más de 45° con la vertical, será necesario ventilar los tramos de las bajantes que quedar, por encima y por debajo de dicho cambio.

Estos tramos podrán ventilarse separadamente según lo especificado en el numeral de 9.12, o bien se podrán ventilar por medio de cubos auxiliares de ventilación, uno para el tramo superior inmediatamente antes del cambio y otro para el tramo inferior. Cuando el cambio de dirección de la bajante es menor de 45° con la vertical, .-o se requerirá la ventilación auxiliar.

Cuando un ramal horizontal no evacue más de 15 unidades de descarga a la bajante principal, se podrá admitir la prolongación de la misma como único medio de ventilación, siempre que en el ramal no descargue ningún inodoro.

Es obligatorio el uso de una tubería principal de ventilación paralela a la bajante y conectada a ésta a intervalo de por lo menos cada tres pises en los casos siguientes.

Cuando exista un ramal horizontal que evacué más de 15 unidades de descarga a la bajante, caso en el que la ventilación de unidades correspondientes a dicho ramal podrá ser



individual o en circuito, conectado a la tubería principal de ventilación, mediante tubos auxiliares y dimensionara de acuerdo a la Tabla N° 9.8.3 Cuando el edificio tenga más de cuatro. Para ventilación de artefactos, bastará la conexión de bajante y tubo principal de ventilación cada piso.

El diámetro del tubo de ventilación en circuito, se calculará en función de su longitud y en base al diámetro del ramal horizontal de desagüe, según la Tabla N° 9.8.3. Dicho diámetro no podrá ser menor que la mitad del diámetro del ramal horizontal de desagüe correspondiente y en ningún caso menor a 1 ½”.

Es obligatorio instalar tubos auxiliares de ventilación en los siguientes casos:

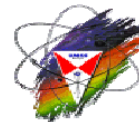
- ✚ En la ventilación de la bajante según los numerales 9.12 y 9.17 del presente Reglamento.
- ✚ En todos aquellos otros casos en que sea necesario asegurar el buen funcionamiento del sistema.
- ✚ El diámetro mínimo del tubo auxiliar de ventilación, será la mitad del ramal de desagüe a que está conectado, salvo que se especifiquen otros diámetros en los artículos respectivos.

La distancia entre la bajante y el tubo principal de ventilación no puede exceder de un metro. En casos especiales se podrá disponer de una tubería secundaria de ventilación, además de la principal. Para artefactos no especificados, el diámetro de la tubería de ventilación será igual a la mitad del diámetro del conducto de desagüe al cual ventila y en ningún caso menor de 1 ½”.

4.11 CÁMARA SÉPTICA

4.11.1 GENERALIDADES

Desde el punto de vista de la ingeniería sanitaria, merece ser recomendado, muy



especialmente, el sistema semidinámico de eliminación de aguas residuales, ya sea para soluciones individuales o colectivas, preferentemente en los medios rurales.

De acuerdo a lo visto anteriormente, los sistemas semidinámicos funcionan con arrastre hidráulico y están compuestos de los siguientes órganos constitutivos:

- Baño instalado con inodoro, con tanque de agua.
- Sifón o cierre hidráulico
- Tubería de evacuación de líquidos cloacales.
- Cámara de inspección
- Cámara séptica.
- Efluentes a diferentes destinos.

Como vemos, la **CAMARA SÉPTICA (CS)** no es más que una importante unidad de un proceso, en el cual el objetivo es la evacuación de los líquidos cloacales en el suelo. Tratase, pues de una parte del sistema de deposición y sus funciones tienen significado, solamente bajo el punto de vista de su relación y comportamiento en el sistema considerado como un todo. Luego hemos dejado bien aclarado lo siguiente: la CS no es el destino final de los líquidos cloacales.

La simplicidad de la CS y su probada eficiencia ha hecho que ella sea muy utilizada, debiéndose lamentar el mal uso que se observa en muchos casos, razón por la cual no siempre se obtienen los resultados deseados.-Sin embargo, podemos afirmar que a través del empleo de este sistema con CS se ha encontrado la solución más conveniente para la evacuación de las excretas humanas en zonas urbanas y rurales que carecen de redes publicas para la evacuación de los líquidos cloacales.

4.11.2 CARACTERISTICAS, TIPOS Y DISEÑO

Valores convencionales

-Capacidad mínima de la CS.....1200 litros

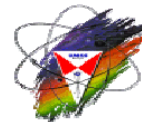
-Tiempo de retención.....24 horas

-Cantidad de lodo y espuma acumulados.....45 litros/habitantes año

-Ventilación del sistema.....por ventilación del artefacto primario (inodoro)

-CS: sin divisiones.- Se adopta la sección rectangular, relación largo- ancho 2:1.-

Con una profundidad útil mínima de 1,20m, se recomiendan las “cajas de



distribución”.

Las características aquí señaladas, son las más usualmente utilizadas

4.11.2.1 UBICACIÓN

La CS deberá estar ubicada en un lugar cuyo drenaje superficial se efectúe sin riesgo alguno para la fuente de abastecimiento de agua. La profundidad de la cámara será tal que permita la pendiente del 2% del ramal de descarga, como así también de la tubería de irrigación subsuperficial, en caso de utilizarse este sistema de deposición final para los afluentes.

En lo posible se le dará a la CS una tapada de 0,30 m de tierra, pero permitiendo un fácil acceso a las tapas de inspección y limpieza.

Deberá evitarse todo emplazamiento en lugares bajos e inundables. Dado que la CS es construida con los mejores materiales, no sujetos a corrosión, no existe restricción en cuanto a su distancia de la fundación del edificio al cual sirve. Su proximidad al edificio posibilita la economía en las tuberías y facilita la inspección y limpieza.

Es recomendable que la CS se encuentre situada a menor cota que cualquier fuente de abastecimiento de agua superficial, en el mismo terreno. Una distancia segura entre la CS y la fuente de agua será de 15 m como mínimo, dependiendo, sin embargo de la calidad del suelo.

4.11.2.2 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Los requisitos que deberán llenar los materiales de diverso tipo que se emplean en la construcción de las CS son:

- Durables

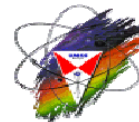
- No sujetos a corrosión

la zona mas afectada por la corrosión es la del nivel de agua y por arriba de él.

Los materiales más comúnmente empleados, teniendo en cuenta el factor económico, son:

- Mampostería de ladrillo con revoque interno impermeable en mortero de cemento 1:2.

- Para CS “in situ”, se recomienda HºAº 1:2:4.



- Acero inoxidable
- Secciones de Hº prefabricado y unido en el lugar, con mortero de cemento .-
- Madera y otros materiales de poca duración.

Muchas veces los grandes inconvenientes que presentan las CS no son debidos a los materiales de construcción, sino a especificaciones técnicas deficientes, como por ejemplo, capacidad insuficiente.

En lo que respecta a las cubiertas de estas cámaras, diremos que generalmente se las construye de HºAº o prefabricadas.

Deberán llevar una tapa de limpieza y/o inspección mínima de 0,60 m x 0,60 m, colocada arriba de la "T" de entrada de los líquidos a la cámara, zona donde son mayores los depósitos de lodos acumulados.

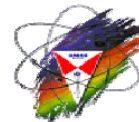
Por este motivo, no se aconseja ventilar la CS por tubos de ventilación colocados en su techo, prefiriéndose que los gases acumulados en la cámara de aire de la CS, remonten el colector domiciliario hasta los artefactos primarios del baño y tengan salida por las tuberías de ventilación de los mismos, generalmente de los inodoros

4.11.2.3 OSN EXIGE TUBERÍA DE VENTILACIÓN CON Ø = 0,100 m.

La entrada de los líquidos cloacales a la cámara no se efectúa por medio de tuberías directas, a fin de evitar la agitación y remoción violenta del líquido en proceso de clarificación, con sedimentación de cierta parte de la materia orgánica y mineral

Se recurre habitualmente a dispositivos especiales que permiten mejores condiciones para la sedimentación, evitan la circulación de líquidos formando zonas de aguas muertas, garantizan un afluente más clarificado y evitan el pasaje de espuma para el sistema de deposición final del efluente. Estos dispositivos son: "Tes" de entrada y salida, curvas, cortinas o pantalla, chicanas, etc. Los materiales más, comúnmente empleados en las "Tes" y curvas eran: el barro cocido vitrificado, cerámica, y actualmente el PVC en un. Ø igual a 4 ". Las pantallas y chicanas, generalmente prefabricadas, son de madera u HºAº. En ciertos casos se emplean piezas especiales de FºFº.

Debe tenerse la precaución que las "Tes" y curvas empleadas, estén sumergidas 0,30 m, por debajo del nivel de agua de la CS. Las condiciones de escurrimiento de los líquidos son ligeramente superiores para una entrada por medio de "T" que si se hubiere adoptado una pantalla. Caso más desfavorable aún, es la entrada directa con tubería



simple. No hay diferencias, en cambio, entre la “T” y la pantalla a la salida.

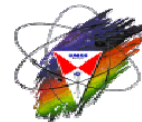
Para el caso de la intercomunicación entre dos compartimientos de una misma cámara séptica, se adoptan los dispositivos: doble curva en “U” invertida, “T” o simple orificio, con resultado aceptables similares.

4.11.2.4. CAMPO DE APLICACIÓN

La CS, se emplea para el proceso de tratamiento de los líquidos cloacales, desde la modesta instalación para una familia mínima, hasta el límite de servir a una población de 1000 personas, en una región no muy densamente poblada, o para ciertas instituciones como hospitales, escuelas, campamentos etc., para las cuales resulta una muy buena solución sanitaria del problema.

La forma de la CS no es una característica fundamental, como lo son la capacidad, relaciones entre sus dimensiones, número de divisiones u otros detalles técnico – constructivos. Institutos de investigación importantes, autorizan la modificación de la forma de la CS, pero siempre dentro de límites razonables, que no afecten mucho la capacidad. Luego no podemos recomendar ventajas a favor de una forma determinada sin afectar las características hidráulicas en forma decisiva, pero sí, podemos seguir recomendando la forma rectangular como la más conveniente.

Sin embargo, las cámaras sin subdivisiones siguen siendo aconsejadas por las autoridades sanitarias, por sus menores costos y mayor eficiencia sobre las de iguales dimensiones, que ven reducidas sus capacidades por las pantallas divisorias o chicanas.

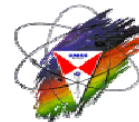


Por otra parte, las divisiones aumentan la velocidad de escurrimiento de los líquidos y lógicamente, reducen el período de retención y sedimentación de las cámaras con divisiones, la más indicada por su aumento efectivo en eficiencia, sería la de dos compartimientos, siempre que se mantenga igual capacidad que la similar sin divisiones. En este caso, se obtiene menor cantidad de sólidos sedimentarios en líquidos efluentes y una mayor retención de organismos patógenos, cuyas posibilidades de vida se han reducido.- Los riesgos de colmatación de los caños de distribución de los efluentes.

En caso de dividirse la cámara en dos compartimientos, éstos deberán ser iguales o el primero tener 2/3 de la capacidad total

4.11.2.5 PROYECTO DE CÁMARA SÉPTICA

- a) Cuota “per cápita” de líquidos cloacales: es el primer dato que debemos conocer para el cálculo del proyecto. Está en estrecha relación con la cuota de agua “per capita” y como tal varía con todos los factores que normalmente afectan el consumo de agua. Nuestros medios suburbanos y rurales, sea adoptado el valor siguiente q (cloacal) = 100 a 200 lts/hab x día.-
- b) Período de retención: tiene influencia considerable sobre la sedimentación de los sólidos en la cámara. Cuanto mayor sea el período de retención, mayor será el porcentaje de reducción de sólidos sedimentables. Correlativamente, hay aumento de volumen de la cámara, lo cual lo encarece.
países americanos aconsejan un **período de detención** de 24 hs, como el más razonable.
- c) Capacidad : como las CS se proyectan para una determinada vivienda, institución, etc. en las que se determina exactamente el número de personas a servir, deberán tener una capacidad adecuada a esta necesidad, teniendo en cuenta los valores establecidos del caudal “per cápita” y período de detención, con un volumen adicional destinado al almacenamiento de los lodos y costra superficial de espuma. Por encima de este volumen, consideramos una cierta altura libre para la acumulación de gases.



$V \text{ lodo mínimo} = 45 \text{ litros / habitante} \times \text{año}$

$V \text{ lodo adoptado} = 50 \text{ litros / habitante} \times \text{año}$

Como debemos establecer un número mínimo de personas a servir por este sistema, adoptamos la siguiente cifra:

$N^{\circ} \text{ mínimo} = 5 \text{ personas}$

A pesar de que existen sistemas individuales, para una sola vivienda, que sirven a un número menor de personas que el anteriormente establecido, adoptamos este valor a fin de colocarnos a cubierto de imprevistos.

Con el objeto de mantener el correcto funcionamiento y eficiencia de la CS se deberá proceder a su **limpieza o retiro de los lodos acumulados**, al cabo de períodos regulares de tiempo, que se fijan en función de los valores anteriormente determinados y cuyas variaciones determinan la variación de la **vida útil de la CS**, o sea el período transcurrido entre dos limpiezas sucesivas, manteniendo el eficiente funcionamiento de la misma.

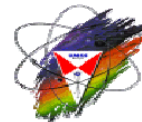
4.11.3 PERIODO DE LIMPIEZA

La necesidad de evitar trabajos de limpieza, con todos sus inconvenientes, en períodos menores de un año y cuya omisión provocaría la colmatación de la cámara con merma de su rendimiento, y la de no prolongar excesivamente este período, que traería un aumento considerable del volumen útil, a fin de mantener la eficiencia, lo que no es recomendable por razones económicas, ha determinado la fijación de un periodo intermedio entre dos limpiezas sucesivas, cuya adopción aconsejamos:

Periodo de limpieza ≤ 2 años.

La capacidad de la cámara séptica está influenciada por la existencia de pantallas o chicanas que la dividen en compartimientos, detalle que debe tenerse muy en cuenta. Un factor que gravita en forma decisiva en la calidad del efluente es el factor “capacidad”.- Precisamente, la insuficiente capacidad de las CS para el número de personas que se ha proyectado servir, es el defecto principal de las CS comerciales común a muchos países, incluyendo el nuestro.

Ejemplo:



Cálculo de una CS para 5 personas, con el qc = 200 litros / habitantes x día con un período de retención de 24 horas, considerando V lodo = 50 litros / habitante x año y un período de limpieza cada 2 años.

$$200 \text{ lts / hab x día x 5 habitantes} = 1000 \text{ litros / día}$$

$$50 \text{ lts / hab x año x 5 habitantes} = \underline{250 \text{ litros /}}$$

$$\text{año volumen limpieza anual} = 1250 \text{ litros}$$

Consideramos una limpieza cada dos años: 1000 litros / día + 2 x 250 litros
= Volumen liquido necesario = 1500 litros.

Valores adoptados

$$A = 0,90 \text{ m} \quad h' - h_2 = 0,05 \text{ m (valor recomendado)}$$

$$B = 1,80 \text{ m} \quad a = 0,30 \text{ m (en mampostería o H°A° c/revestimiento impermeable interior 1:2).}$$

$$H = 0,93 \text{ m (deducido)}$$

$$H' = 0,30 \text{ m} \quad e = 0,20 \text{ m (preferiblemente H° sin armar c/capa impermeable de revestimiento interior).}$$

$$H_1 = 0,30 \text{ m}$$

$$H_3 = 0,40 \text{ m}$$

$$H_2 = 0,25 \text{ m} \quad \varnothing \text{ tub} = 4'' \text{ (barro cocido, A°C°, H°C°, PVC) V}$$

$$\text{liquido} = A \times B \times H = 0,90 \times 1,80 \times H = 1,5 \text{ m}^3 \text{ } \text{Æ } H = 0,93 \text{ m}$$

(Limpieza cada dos años)

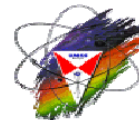
Al incrementar el número mínimo de personas a servir, aumentaremos la capacidad de la CS a razón de 150 litros / habitante x año /limpieza

Valor que disminuirá a 100 litros / habitante x año / limpieza con un aumento considerable de personas servidas

Una altura de líquido (h) conveniente para CS domiciliaria es : h = 1,20 m

No debe exceder de los límites de entorno.

$$0,80 \text{ m} \leq h \leq 1,60 \text{ m}$$



El límite inferior de 0,80 m contempla la altura necesaria para la acumulación de los lodos y el valor superior limita la profundidad de los líquidos en la cámara, evitando que ésta sea muy profunda, lo cual torna inconvenientemente pequeñas las dimensiones ancho y largo, lo que posibilita la formación de una corriente directa desde la entrada a la salida de líquidos y disminuye el período de retención.

En las CS muy rasas, la sección transversal reduce mucho la acumulación de los lodos. Debemos cuidar que la distancia entre la superficie de la capa de lodo y el fondo de la “T” de salida de la cámara, no sea inferior a 0,30 m.

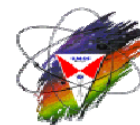
Recomiéndese los siguientes valores:

PROFUNDIDAD h DE LA CÁMARA	DISTANCIA LIMITE
0,80 m	0,30 m
1,20 m	0,40 m
1,60 m	0,50 m

Con esto, pretendemos tener el máximo espacio para almacenamiento de los lodos, sin por ello perjudicar la zona del líquido clarificante y la costra de espuma superior. La CS muy anchas posibilitan la formación de zonas muertas próximas a las paredes laterales, reduciéndose en ciertas formas la capacidad de la cámara. Las demasiado estrechas, originan aumento de la velocidad de pasaje del líquido y perjudican así la sedimentación.

4.11.4 FUNCIONAMIENTO Y PROCESO

La CS es un tanque de sedimentación, cerrado, destinado a recibir los líquidos cloacales y retenerlos durante un período determinado, en el cual se procesa la separación de la materia sólida en suspensión de la parte líquida, su sedimentación al fondo y descomposición anaerobia (digestión), proceso bioquímico por el cual la materia orgánica es gasificada, licuada y mineralizada, o sea, transformada en compuestos simples y más estables, “lodo”.



Las partículas más leves flotan en la superficie del líquido y forman la “costra o espuma” superior. La zona intermedia, ocupada por la parte líquida, que paulatinamente se desprende de la materia sólida en suspensión, es el llamado “líquido clarificante” que al salir de la cámara constituye “el efluente”.

4.11.5 EFICIENCIA

La eficiencia de una CS es constatada en función del porcentaje de sólidos en suspensión retenidos, muy importante para la deposición del efluente por absorción en el suelo, reducción de DOB (demanda bioquímica de oxígeno), retención de materia grasa, cloruros, nitrógeno amoniacal, etc.

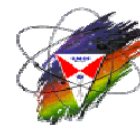
Los porcentajes de reducción varían notablemente con las condiciones del proyecto (forma de la CS, divisiones, capacidad, cantidad de lodo acumulado, período de limpieza, adición de lodo hasta cantidad óptima, etc.), construcción, funcionamiento y mantenimiento de la cámara. Podemos obtener una eficiencia mayor, mediante el empleo de ciertos dispositivos en condiciones especiales de funcionamiento. Una CS convenientemente proyectada, construida y bien operada, puede reducir en más de 60 % los sólidos en suspensión y en un 50% la cantidad de DOB.

Lodo y espuma: las cantidades acumuladas de ambos, al cabo de un cierto tiempo de estacionamiento, son variables y dependen de las características de los líquidos cloacales afluentes. Las variaciones dependen, por lo tanto, de las costumbres y hábitos higiénicos de las personas servidas, del clima, de la estación del año, etc.

Las experiencias demuestran que el valor en litros/ habitante x año del primer año, baja aproximadamente a la mitad, debido a la digestión y compactación sufrida por los lodos, algunos años después y con funcionamiento continuo de la cámara.

La capacidad tiene también mucha influencia en dicha acumulación. Resumiendo: V lodo acumulado está en función de las características de los líquidos cloacales, capacidad de la cámara séptica, años de funcionamiento s/ limpieza, mantenimiento, etc.-

La capacidad tiene también mucha influencia en dicha acumulación. Resumiendo:



V lodo acumulado está en función de las características de los líquidos cloacales, capacidad de la cámara séptica, años de funcionamiento s/ limpieza, mantenimiento, etc.-

Un valor razonable es entonces, como ya se ha visto:

$$V \text{ lodo} + \text{espuma} = 45 \text{ litros} / \text{habitantes} \times \text{año}.$$

Se aconseja para CS domiciliaria:

$$V \text{ lodo} + \text{espuma} = 50 \text{ litros} / \text{habitantes} \times \text{año}$$

Este valor disminuye para casos de sistemas con mayor número de personas servidas.

4.11.6 MATENIMIENTO Y CUIDADOS

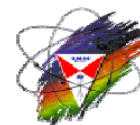
Para obtener una correcta deposición, desde el punto de vista sanitario, de las excretas y en general, de las aguas residuales domiciliarias, mediante el empleo de los sistemas con CS, como así también el **mantenimiento**, debemos ajustarnos a las recomendaciones establecidas por los estudios y experiencias.

Estos cuidados son en realidad muy simples, pero deben observarse estrictamente. La negligencia en el mantenimiento del sistema es causa de frecuentes inconvenientes que comúnmente se observan y de hecho valdrá muy poco el sistema por más bien proyectado y construido que se encuentre, si no va acompañado de estas previsiones.

4.11.7 VIDA ÚTIL DE LA CS

la limpieza es una cuestión muy importante y por no prestársele la atención que merece, es que suceden innumerables inconvenientes. Casi siempre la limpieza de la CS se efectúa cuando su capacidad de almacenamiento de lodo ha sido colmatada y el efluente causado daños importantes al suelo por saturación.

Cuando se sospeche algún inconveniente, se deberá investigar la CS por intermedio de sus tapas superiores de inspección y limpieza. Como regla general, la CS deberá ser limpiada cuando el espesor del lodo más la costra o capa superior, alcancen a 0,50 m. También la presencia de sólidos sedimentables en el líquido efluente, tornándolo oscuro y fétido, nos indica de manera concluyente que la capacidad de la cámara está colmatada, por lo tanto, necesita limpieza.



4.11.8 EFLUENTE Y DEPOSICION FINAL

4.11.8.1 GENERALIDADES

El efluente de una CS es un líquido in sanitario, potencialmente contaminado, de olor y aspecto desagradable y que no puede ser lanzado indiscriminadamente en cualquier lugar, sin graves riesgos para la salud pública y confort de la comunidad. Contiene materia orgánica en gran cantidad y en proceso de putrefacción, consecuentemente, tiene un DOB elevado

- ✚ Sanitarias: Contaminación de terrenos ocupados por viviendas o cultivados para alimentación del hombre. Contaminación de fuentes de agua sin capacidad autodepuradora.
- ✚ Económicas: Protección del valor de las propiedades. Protección de la calidad del agua para las industrias.
- ✚ Estéticas: Eliminación de olores y aspectos desagradables.

4.11.8.2 SISTEMAS DE DISPOSICIÓN PARA EFLUENTES

La práctica de lanzarlos en cursos de agua no es satisfactoria, por la polución o contaminación que puede acarrear. Además, no siempre se cuenta con un curso de agua receptora en las proximidades.

Corresponde ahora indicar, que el destino final de los efluentes, debe ser la infiltración en el terreno, existiendo los siguientes sistemas:

a) Pozos negros:

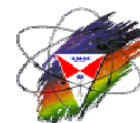
Son excavados hasta alcanzar la napa freática, produciendo la contaminación de la misma. Constituyen una solución condenable desde el punto de vista sanitario, pues originan riesgos de posible contaminación de los edificios cuya fuente de abastecimiento de agua es esta misma napa freática.

b) Pozos absorbentes:

c) Irrigación subsuperficial, campo nitrificante

(Sistemas sanitarios recomendados).

d) Zanjas filtrantes.



Luego de estudiar las características del suelo y los ensayos de infiltración, trataremos en particular los sistemas de deposición b), c) y d) que recomendamos.

4.11.8.3 SISTEMA DE DISPOSICIÓN PARA EFLUENTES DE CÁMARA SÉPTICA POR INFILTRACIÓN

Pozos absorbentes:

Es un pozo excavado de Ø mayor a 1,20m. Puede estar calzado en mampostería de ladrillo, pero sin mortero para permitir la infiltración de los líquidos al terreno. El fondo debe quedar a más de 1 metro, como mínimo, por encima de la napa freática, a fin de no contaminarla.

Es el sistema más apropiado para suelos muy permeables, por la absorción que produce y de uso muy difundido, por razones de economía y espacio necesario para su construcción.

Caudal admisible de líquidos cloacales:

$$Q \text{ (litros / dm}^2 \times \text{día)} = 2,8 / ("t")^{1/2}$$

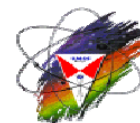
TABLA 4.7
EFLUENTES DE CÁMARAS SÉPTICAS DOMICILIARIAS

Tipo de suelo	Área de absorción necesaria Por dormitorio
Arena gruesa o pedregullo	1,80 m ²
Arena fina	2,80 m ²
Arena con arcilla	4,50 m ²
Arcilla con mucha arena o pedregullo	7,40 m ²
Arcilla con poca arena o pedregullo	14,90 m ²

Tipo de suelo	Área de absorción necesaria Por dormitorio
Arcilla compacta, roca u otras Formaciones impermeables	Solución impracticable por pozo absorbente.

Fuente: desagües cloacales archivo PDF autor lalo

En el caso de escuelas, pequeñas instituciones y para terrenos normales, el área de absorción necesaria se toma entre los valores 0,2 m² a 1 m² por persona y por día, según recomendaciones.



Irrigación subsuperficial o campo nitrificante:

Es el sistema más conveniente desde el punto de vista sanitario, para la deposición de los efluentes de la CS, que deberá ser preferido siempre que las condiciones de permeabilidad y área disponible lo permitan.

Es un sistema de canalizaciones distribuidoras colocadas a poca profundidad de la superficie (zona de intensa actividad de las bacterias) que tiene por finalidad dispersar el efluente de la CS en el terreno donde la materia orgánica en el presente, es oxidada y estabilizada.

TABLA 4.8
AREAS DE ABSORCION DE ZANJAS

valores adoptados t (min.)	Área absorción en el fondo de las zanjas	
	CS domiciliarias m2/dormitorios	CS institucionales m2/persona
2	4.5	0.8
3	5.5	1
4	6.5	1.1
5	7.5	1.2
10	9	1.7
15	12	2
30	16.5	2.8
60	22	3.5
>60	no se aconseja	no se aconseja

Fuente: desagües cloacales archivo PDF autor lalo

Se recomienda para cámara séptica domiciliaria:

Área mínima = 13,50 m² \pm longitud = 30 metros, con zanjas de 0,45 metros de ancho inferior.

Dato práctico:

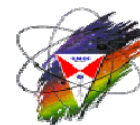
La longitud es función del N° de personas y capacidad de la cámara séptica.-

Cámara Séptica domiciliaria:

Longitud unitaria = 7 – 10 metros / persona

Cámara Séptica Institucional:

Longitud unitaria = 1 – 4 metros / persona



Zanjas filtrantes: se emplean cuando “t” = 60 minutos.

Consiste en una doble tubería, superpuesta, pero separada por una capa o lecho de arena intermedia de 0,75 metros, colocadas en una misma zanja. Dicha tubería es porosa, cribada o a juntas separadas, funcionando, la superior como una verdadera línea de irrigación de los efluentes sépticos provenientes de la cámara séptica y la inferior, como un sistema de drenaje colectando el líquido dispersado por la superior. Luego de haber sufrido una filtración en la cámara de arena. Este efluente es conducido a un pozo de descarga, como ser un curso de agua, pozo absorbente, etc., y presenta un alto grado de depuración. La arena que constituye el lecho filtrante, debe poseer las siguientes características

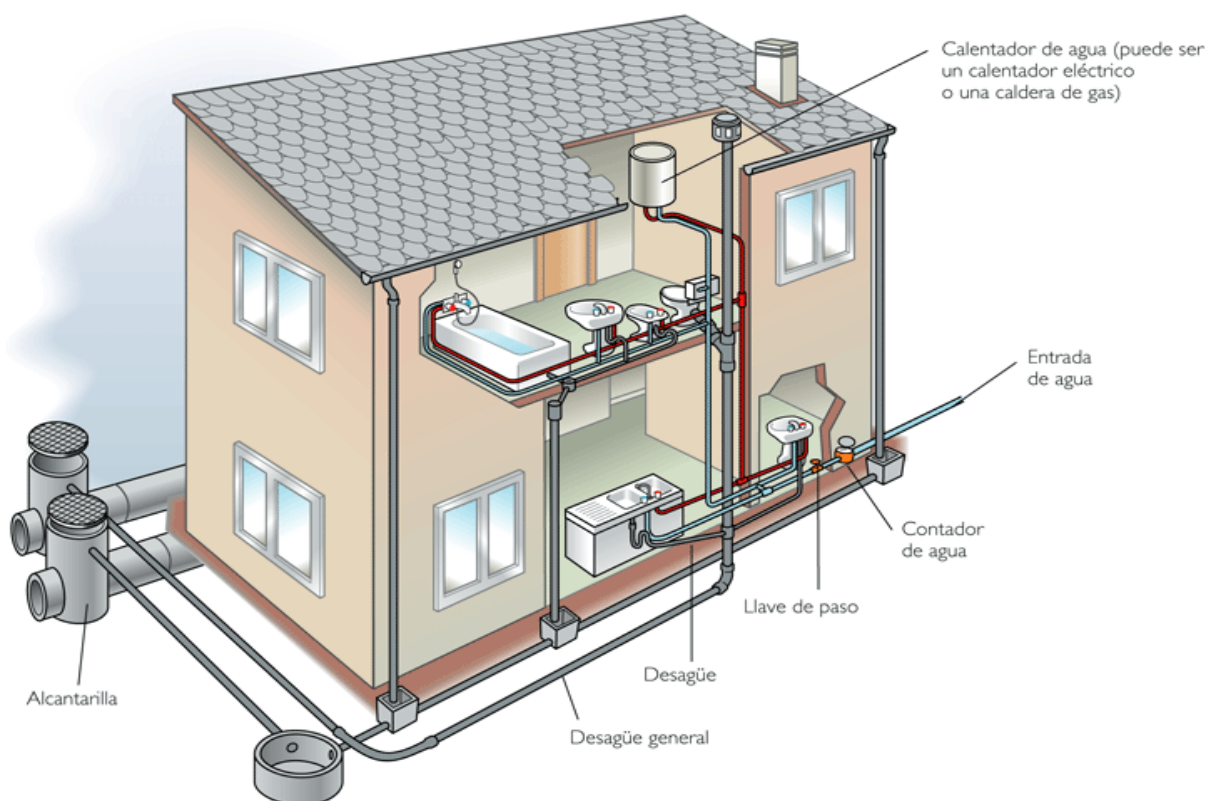
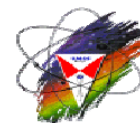


Figura 4.10 esquema desagüe domiciliar

fuelle: desagües sanitarios ing. J. Ortiz

4.12 PLANILLAS DE CÁLCULO PARA BAJANTES DE PRINCIPALES DE AGUAS RESIDUALES

COLUMNA [1] BAJANTE



Es la bajante a calcular.

COLUMNA [2] PISO

Es el piso a calcular.

COLUMNA [3] NÚMERO DE ARTEFACTOS POR PISO

Son los artefactos a calcular.

COLUMNA [4] UNIDADES DE DESCARGA

De acuerdo a la **tabla 4.1**.

COLUMNA [5] UNIDADES DE DESCARGA POR PISO

Es la sumatoria de todas las casillas de la columna [4].

COLUMNA [6] UNIDADES DE DESCARGA ACUMULADAS

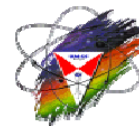
Es la suma de la columna [4] mas la unidad acumulada de la anterior fila.

DIÁMETRO DE LA BAJANTE (I/s) [7]

De acuerdo a la **tabla 4.3** (La columna TOTAL POR PISO), automatícese mediante el modo de lógica que contiene EXCEL.

DIÁMETRO DE VENTILACIÓN [8]

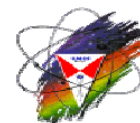
De acuerdo a la **tabla 4.6**, automatícese mediante el modo de lógica que contiene EXCEL



PLANILLAS DE CÁLCULO PARA BAJANTES DE PRINCIPALES DE AGUAS RESIDUALES

[1]	[2]	[3]							[4]						
N° bajante	Piso	numero de artefactos							U.D.H.						
		I	L	Du	Rp	Lp	Lve	U	I	L	Du	Rp	Lp	Lve	U
		8	1	3	1	2	2	4							

[5]	[6]	[7]		[8]	
U.D.H.		D baj.		D vent.	
por piso	Acum.	Pulg		Pulg	
		Diseño	Escogido	Diseño	Escogido



4.13 PLANILLAS DE CÁLCULO PARA RAMALES DE AGUAS RESIDUALES

COLUMNA [1] BAJANTE A CONECTARSE

Es la bajante a conectarse.

COLUMNA [2] PISO

Es el piso a calcular.

COLUMNA [3] NÚMERO DE ARTEFACTOS POR PISO

Son los artefactos a calcular.

COLUMNA [4] UNIDADES DE DESCARGA

De acuerdo a la **tabla 4.1**.

COLUMNA [5] DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DE DESCARGA (in)

En esta casilla deberá tenerse en cuenta los incisos **a, b y c**

a) El diámetro mínimo que recibe la descarga de un inodoro (W.C.) será de 4" (10 cm).

b) El diámetro de una bajante no podrá ser menor que el de cualquiera de los ramales Horizontales que en ella descarguen.

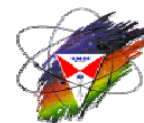
c) El diámetro de un conducto horizontal de desagüe, no podrá ser menor que el de Cualquiera de los orificios de salida de los aparatos que en el descarguen

COLUMNA [6] DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DE VENTILACIÓN (in)

De acuerdo a la **tabla 4.6**, automatícese mediante el modo de lógica que contiene EXCEL

PLANILLAS DE CÁLCULO PARA RAMALES DE AGUAS RESIDUALES

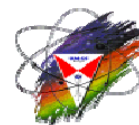
[illegible]



EJEMPLO 1 Con los planos que se muestran mas adelante calcular el alcantarillado sanitario del edificio utilizando la planilla anterior para el calculo de desagüe sanitario:

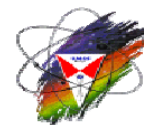
**ALCANTARILLADO SANITARIO
TABLA DE UNIDADES DE DESCARGA
TABLA UNIDADES DE DESCARGA**

<i>PLANTA</i>	<i>ARTEFACTO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>U.D.</i>	<i>UD TOTAL</i>	<i>ΣUD</i>
Planta Baja	Lavaplatos	1	4	4	4
	Ducha	1	2	2	6
	Lavamanos	2	1	2	8
	Inodoro	2	4	8	16
	Rejilla	3	1	3	19
1° Piso	Lavaplatos	1	2	2	2
	Lavatorio	1	1	1	3
	Ducha	2	2	4	7
	Lavamanos	3	1	3	10
	Inodoro	3	4	12	22
	Rejilla	5	1	5	27
2° Piso	Lavaplatos	1	2	2	2
	Lavatorio	1	1	1	3
	Ducha	2	2	4	7
	Lavamanos	3	1	3	10
	Inodoro	3	4	12	22
	Rejilla	5	1	5	27
3° Piso	Lavamanos	2	1	2	2
	Inodoro	2	4	8	10
	Rejilla	2	1	2	12
ΣTotal					85

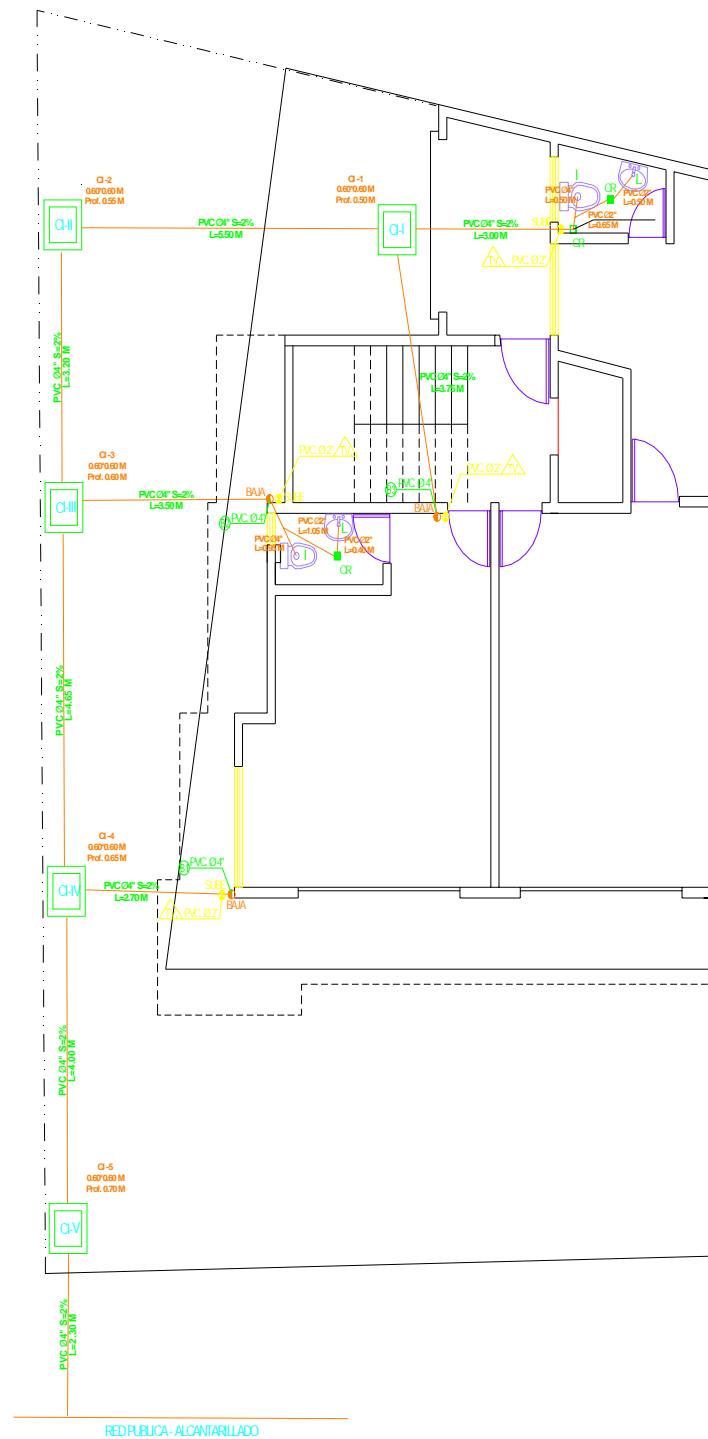


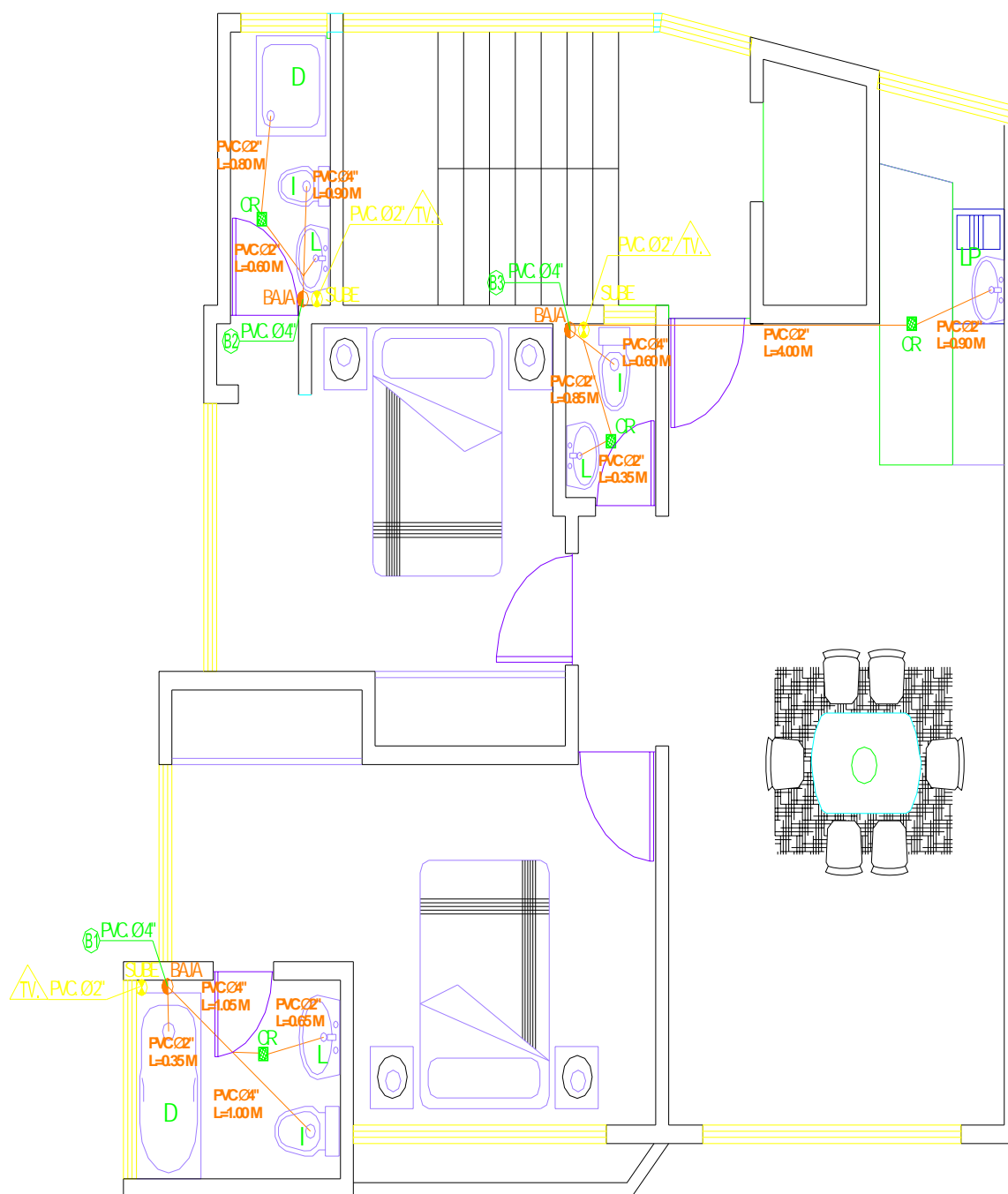
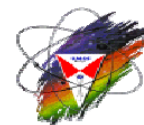
PLANILLA DE CALCULO DE BAJANTES SANITARIOS																							
Nº de bajantes	Piso	Nro. De Artefactos								Unidades de Gasto										Diámetro bajante		Diámetro ventilación	
		I	L	Ti	Du	Rp	U	Lv	Lp	I	L	Ti	Du	Rp	U	Lv	Lp	Uds. Parcial	Uds. Acum.				
																				4	1	2	2
1	3º a PB	1		1				1	1	4		2				2	2	10	136	101.6	4	50.8	2
2	3º a PB	3			2			3		12			4			6		22	4	101.6	4	50.8	2
3	3º a PB	2						2	1	8						4	2	14	4	101.6	4	50.8	2
4	PB	1						1		4						2		6	4	101.6	4	50.8	2

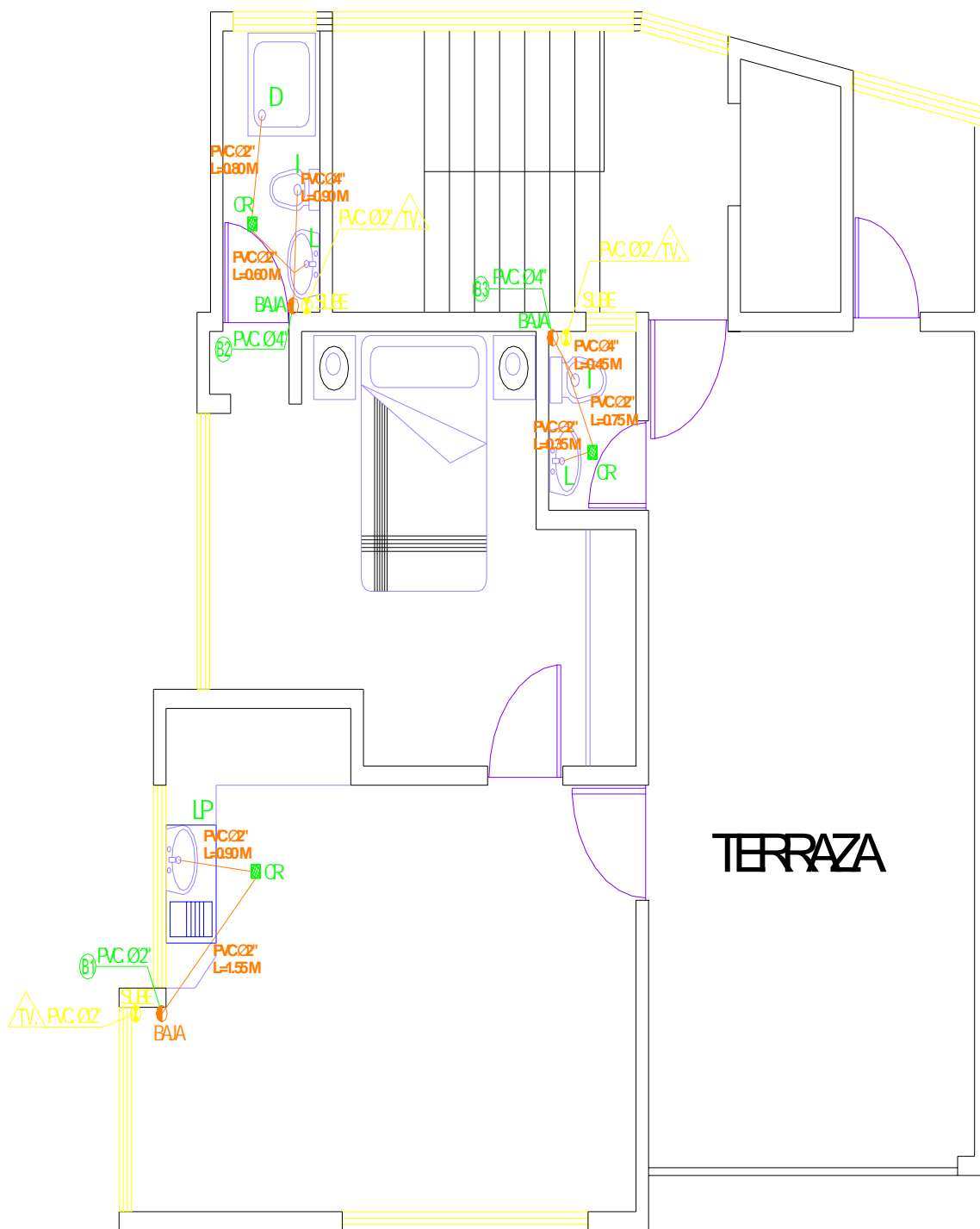
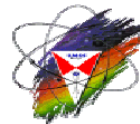
PLANILLA DE CALCULO ALCANTARILLADO							
TRAMO		Longitud (m)	Pendiente (%)	UDH	Diámetro tubo		
					(mm)	(plg)	
B4	CI-1	3.00	2	4	101.6	4	
B3	CI-1	3.75	2	8	101.6	4	
CI-1	CI-2	5.50	2	12	101.6	4	
CI-2	CI-3	3.20	2	12	101.6	4	
B2	CI-3	3.50	2	12	101.6	4	
CI-3	CI-4	4.65	2	24	101.6	4	
B1	CL-4	2.70	2	4	101.6	4	
CL4	CL-5	4.00	2	28	101.6	4	
CI-5	ALC.	2.30	2	28	101.6	4	

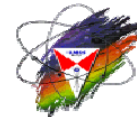


PLANILLA DE CALCULO RAMALES SANITARIOS								
PISO	Nro. De Artefactos		UDH	UDH acum	Diámetro tubos		Diámetro Sifón	
					mm	plg	mm	plg
3º PISO								
Baño 1	1	I	4	4	101.6	4	76.2	3
	1	L	1	1	50.8	2	51	2
Baño 2	1	Du	2	2	50.8	2	51	2
	1	I	4	4	101.6	4	76.2	3
	1	L	1	1	50.8	2	51	2
Cocina	1	Lp	2	2	50.8	2	51	2
2º PISO								
Baño 1	1	I	4	4	102	4	76	3
Baño 2	1	L	1	1	50.8	2	51	2
	1	Du	2	2	50.8	2	51	2
	1	I	4	4	102	4	76	3
	1	L	1	1	50.8	2	51	2
Baño 3	1	I	4	4	101.6	4	76	3
	1	L	1	1	50.8	2	51	2
	1	Ti	2	2	50.8	2	51	2
Cocina	1	Lp	2	2	50.8	2	51	2
1º PISO								
Baño 1	1	I	4	4	102	4	76	3
Baño 2	1	L	1	1	50.8	2	51	2
	1	Du	2	2	50.8	2	51	2
	1	I	4	4	102	4	76	3
	1	L	1	1	50.8	2	51	2
Baño 3	1	I	4	4	101.6	4	76	3
	1	L	1	1	50.8	2	51	2
	1	Ti	2	2	50.8	2	51	2
Cocina	1	Lp	2	2	50.8	2	51	2
P.BAJA								
Baño 1	1	I	4	4	101.6	4	76	3
Baño 2	1	L	1	1	50.8	2	51	2
	1	I	4	4	102	4	76	3
	1	L	1	1	50.8	2	51	2









CAPITULO V

DESAGÜES PLUVIALES DOMICILIARES

5.1 CONSIDERACIONES

El agua pluvial deberá ser colectada a nivel de cubiertas, techos y terrazas mediante sistemas de canaletas y/o redes horizontales de tuberías y sumideros, y de allí deberán ser conducidas a través de bajantes hasta nivel de terreno, desde donde mediante sistemas colectores puedan ser evacuadas hacia el alcantarillado público.

Los tramos iniciales de la red no presentan, obviamente, problemas de presiones. Son corrientes sin embargo los depósitos derivados de una insuficiente velocidad por escasa pendiente o / y excesivo diámetro. La velocidad mínima aconsejable se establece en 0,6 m/seg., lo que supone la adopción de pendientes superiores al 2%.

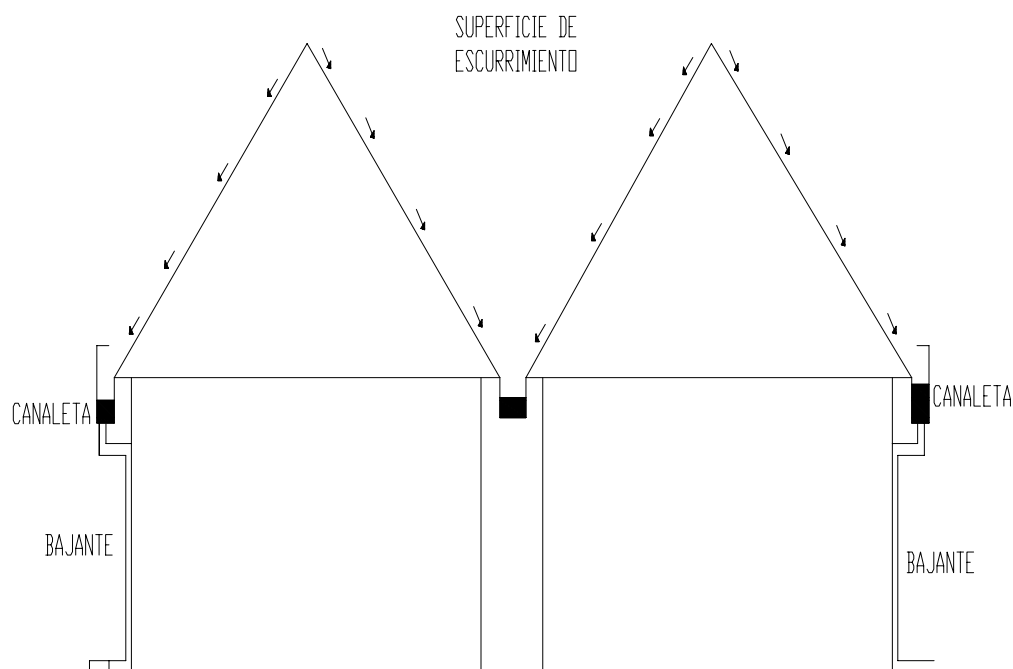
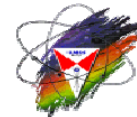


Figura 5.1 esquema de desagüe pluvial Fuente: elaboración propia

5.2 BAJANTES

Normalmente el agua ha de descender por los bajantes lamiendo helicoidalmente sus paredes y dejando libre el núcleo del tubo. Por efecto de la gravedad la velocidad va aumentando con la altura del tubo pero a la vez aumenta el rozamiento con el cuadrado



de la velocidad, de modo que ésta tiende, a partir de cierto momento, a estabilizarse (velocidad final de caída). Así, en experiencias realizadas en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Harward, en una columna de 75 mm. de diámetro, abierta en la cúspide y en la base, la velocidad adquirida por el agua en ella descargada resultó de 9 m/seg. Después de una caída de 9 ms, y sólo de 10,4 m/seg después de una caída de 30 ms.

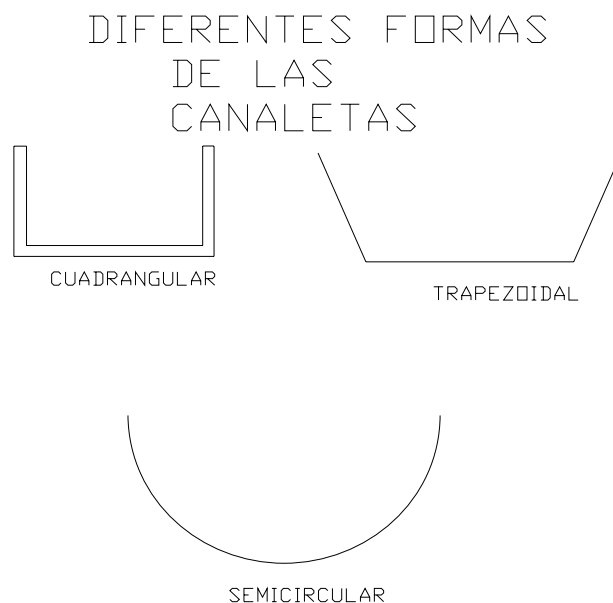


Figura 5.2 tipos de canalones **Fuente:** elaboración propia

Con todo, y tal como hemos dicho, la velocidad en los bajantes no ha de acercarse, siquiera, a la señalada ya que, en caso contrario, se producirían émbolos por rotura de la masa líquida y un régimen anárquico de presiones, con los consiguientes problemas constructivos, hidráulicos y secuela de ruidos, consistiendo la solución en acotar la sección del conducto o ocupar por el líquido. Así por medio, igualmente, de ensayos trabajando a 1/3 de su capacidad se han obtenido velocidades finales de caída adecuadas, independientemente de la altura del conducto. Así pues, según lo dicho, en principio no es necesario limitar las alturas de los bajantes en los edificios, si bien deben aplicarse restricciones respecto a las sobrecargas **locales** de los bajantes que se presentan bajo los niveles de los diferentes forjados, como condicionantes de su ocupación. Con este propósito, y de acuerdo con las

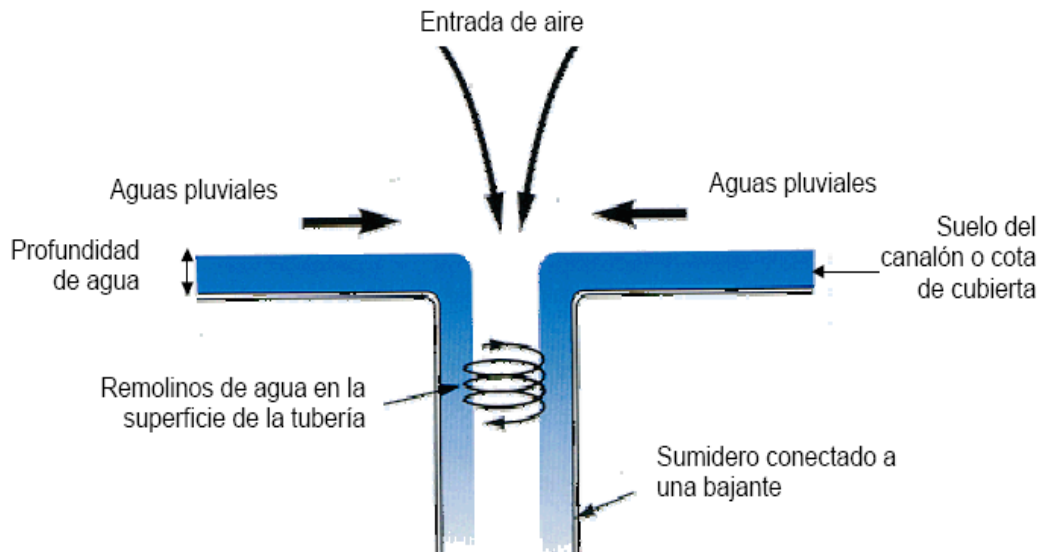
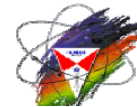


Figura 5.3 comportamiento del agua al ingresar a la bajante **Fuente:** inflow

Recomendaciones del "Department of Commerce" de los E.E.U.U. se divide el bajante en secciones de unos 2,50 m. llamados **intervalos de entronque**, dentro de los cuales ha de quedar limitado el número de aparatos. En la práctica se tabula el número de aparatos que pueden acometer por planta al bajante considerado.

Sin que ello signifique contradicción con lo anterior y para evitar diámetros excesivos en los bajantes, los edificios de mucha altura se suelen dividir en zonas de 10 a 15 plantas cada una, con bajantes independientes para cada zona.

El profesor Rubio Requena aporta la siguiente expresión, de carácter teórico, para establecer la capacidad de los conductos verticales.

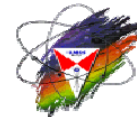
$$Q = 52.922 \times 10^{-8} D^{8/3}$$

Donde:

Q = Caudal del Conducto en l/seg.

D = diámetro en mm.

Se llega a esta fórmula considerando una ocupación de 7/24 de la sección.



No obstante éste y otros intentos para racionalizar el cálculo de bajantes nos permitimos opinar con Gallizio que, dada la complejidad de los fenómenos que en ellos se producen, no resultan operativas tales formulaciones, debiendo recurrirse, de cualquier forma, a datos obtenidos siempre experimentalmente.

5.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE ELIMINACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

5.3.1 CÁLCULO DEL GASTO DE AGUAS PLUVIALES

El gasto pluvial está en función de:

- ✚ Intensidad de precipitación considerada (está en razón inversa del tiempo de concentración).
- ✚ Área de captación, y a su vez, la intensidad de precipitación está en razón inversa del tiempo de concentración.

En el caso de casas habitación y pequeños edificios, las áreas tributarias o de captación y el tiempo de concentración son pequeños, por lo que los gastos pluviales se considerarán en azoteas para un tiempo de concentración de 5 a 8 minutos y para un periodo de retorno de 20 años.

El gasto de aguas pluviales (método racional americano):

$$Q_p = 2.778 \, c \, i \, A_c$$

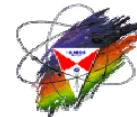
Donde:

A_c = área de captación, en Ha.

c = coeficiente de escurrimiento, adimensional

i = intensidad de precipitación para una duración igual al tiempo de concentración, en mm/hr

Q_p = gasto pluvial, en l/seg. Intensidad de precipitación:


TABLA 5.1 COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO

Tipo de superficie	Coeficiente de escurrimiento	Tipo de superficie	Coeficiente de escurrimiento
Azoteas	1	Jardines: suelo arenoso	
		Horizontales a 2%	0.1
Patios y estacionamientos		Promedio de 2 a 7%	0.15
Loseta	1	Inclinados a 7%	0.2
Asfalto	0.95	Jardines: suelo compacto	
Concreto	0.95	Horizontales a 2%	0.17
		Promedio de 2 a 7%	0.22
		Inclinados a 7%	0.35

Fuente: alcantarillado pluvial sanitaria II

Las bajantes que no se instalen en ductos especiales, se ubicarán en el exterior de los muros de manera que queden como mínimo a un metro o más de las paredes medianeras o divisorias. Solo podrán empotrarse las bajantes de fierro fundido, PVC u otro material expresamente aprobado por la Entidad Competente. En ningún caso de aceptará el empotramiento de bajantes fabricadas de plancha galvanizada doblada.

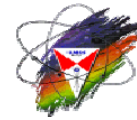
Los techos horizontales, terrazas y patios, deberán tener pendientes no menores de 2% hacia sus desagües.

Por razones arquitectónicas, se podrá admitir la omisión de canaletas y bajantes, siempre y cuando los techos no concentren el agua pluvial en puntos determinados.

Los techos que queden sobre las aceras, río podrán en ningún caso verter sus aguas directamente sobre ellas, debiendo hacerlo mediante bajantes que conduzcan el agua pluvial por debajo de la acera al pie del cordón de la misma.

Los balcones y elementos salientes tales como marquesinas y otros, podrán evacuar las aguas pluviales a la vía pública siempre que no concentren las aguas en puntos determinados.

Ninguna bajante de aguas pluviales de techo o terraza podrá utilizarse para la evacuación



de aguas residuales o para propósitos de ventilación.

Los sumideros y otros receptores de aguas pluviales, deberán ser fabricados en fierro fundido, bronce, plomo, PVC u otro material resistente a la corrosión y estarán provistos de rejillas o similares.

Cuando los sumideros estén instalados en terrazas o áreas accesibles (sumideros con rejillas planas), el área abierta de la rejilla deberá ser por lo menos dos veces el área de la tubería a la que están conectados.

5.3.2 DIMENSIONAMIENTO DE LAS BAJADAS DE AGUAS PLUVIALES

El diámetro de las bajadas de aguas pluviales está en función de:

- ✚ Área de azotea de la construcción
- ✚ Intensidad de precipitación

Los diámetros de las bajantes y redes horizontales para aguas pluviales se determinarán en función del área servida y de la intensidad de lluvia considerada en el diseño. Para calcular estos diámetros se emplearán las tablas 10.10.1 y 10.10.2.

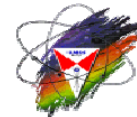
TABLA 5.2
BAJANTES DE AGUAS PLUVIALES

Diámetro de la Bajante		Intensidad de lluvia (mm/h)					
		50	75	100	125	150	200
Pulgada	mm	m2 de áreas servidas (proyec/horiz)					
3	75	400	270	200	160	135	100
4	100	850	570	245	340	285	210
5	125			800	640	535	400
6	150					835	625

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

5.3.3 DISEÑO DE DRENAJES PLUVIALES HORIZONTALES

Recomendaciones:



- ✚ Conectar las bajadas de aguas pluviales inmediatamente a un registro en la parte inferior y en el exterior de la edificación.
- ✚ Utilizar tubería de concreto o cualquier otra que garantice su resistencia al paso de los vehículos.

El diámetro de los drenajes horizontales de aguas pluviales se determinará haciendo uso del gasto de aguas pluviales y revisando la sección como si fuese un canal circular a superficie libre y en condición de flujo uniforme.

Utilizando la fórmula de Manning:

$$Q_p = \frac{1}{n} AR^{\frac{2}{3}} s^{\frac{1}{2}}$$

Donde $n = 0.013$ para tubos prefabricados de concreto.

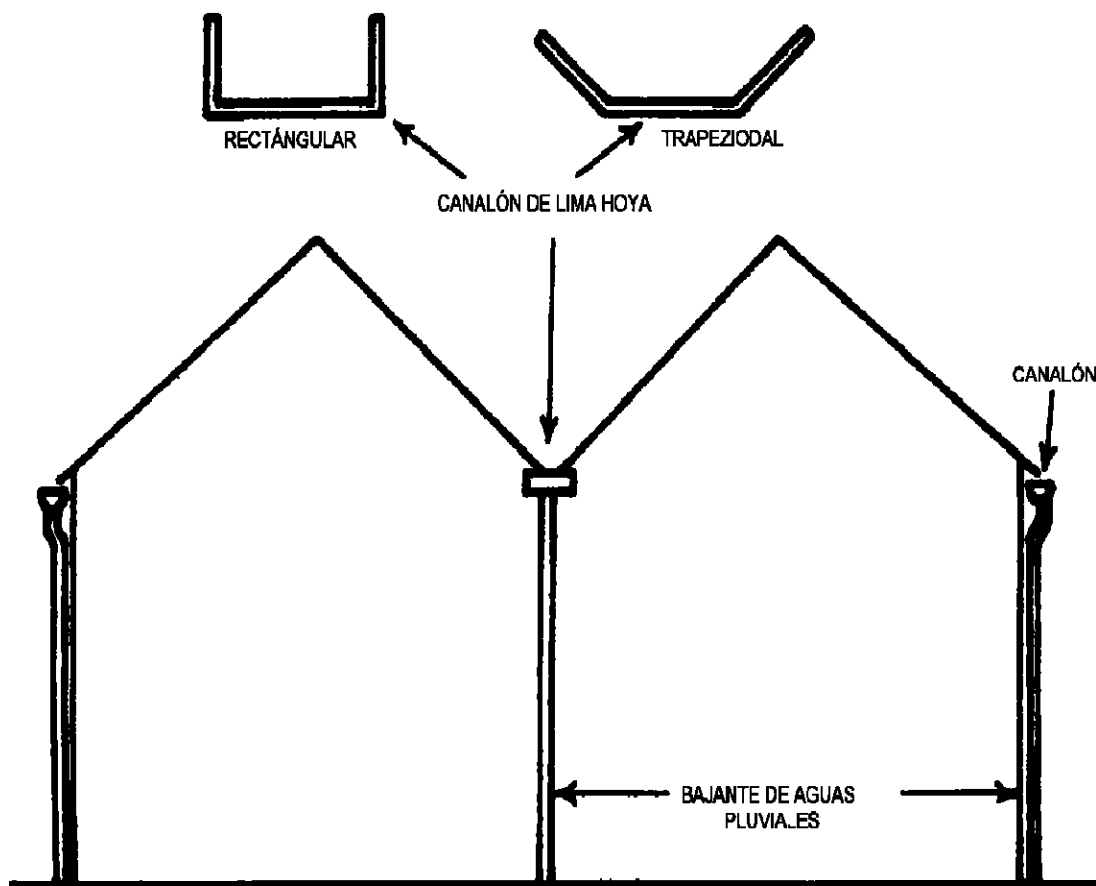


Figura 5.4 esquema de desagüe pluvial horizontal Fuente: elaboración propia

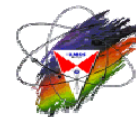


TABLA 5.3
CONDUCTOS HORIZONTALES PARA AGUA DE LLUVIA

Diámetro de la Bajante		Intensidad de lluvia (mm/h)									
		50	75	100	125	150	50	75	100	125	150
		Pendiente 1%					Pendiente 2%				
Pulg.	mm	m2 de área servida (proyec./Horiz)									
3	75	150	100	75	60	50	215	140	105	35	70
4	100	345	230	170	135	115	490	325	245	195	160
5	125	620	410	310	245	205	875	580	435	350	290
6	150	990	660	495	395	330	1400	935	700	560	465
e	200	2100	1425	1055	855	705	3025	2015	1510	1210	1005
10	250	3823	2549	1911	1529	1274	5470	3647	2735	2188	1749
12	300	6217	4145	3108	2487	2072	8850	5920	4440	3552	2960
14	350	9378	6252	6489	3751	3126	13391	8927	6695	5356	4463
16	400	-	-	6578	-	4651	-	-	9863	-	6576
18	450	-	-	9545	-	6363	-	-	13500	-	9000

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

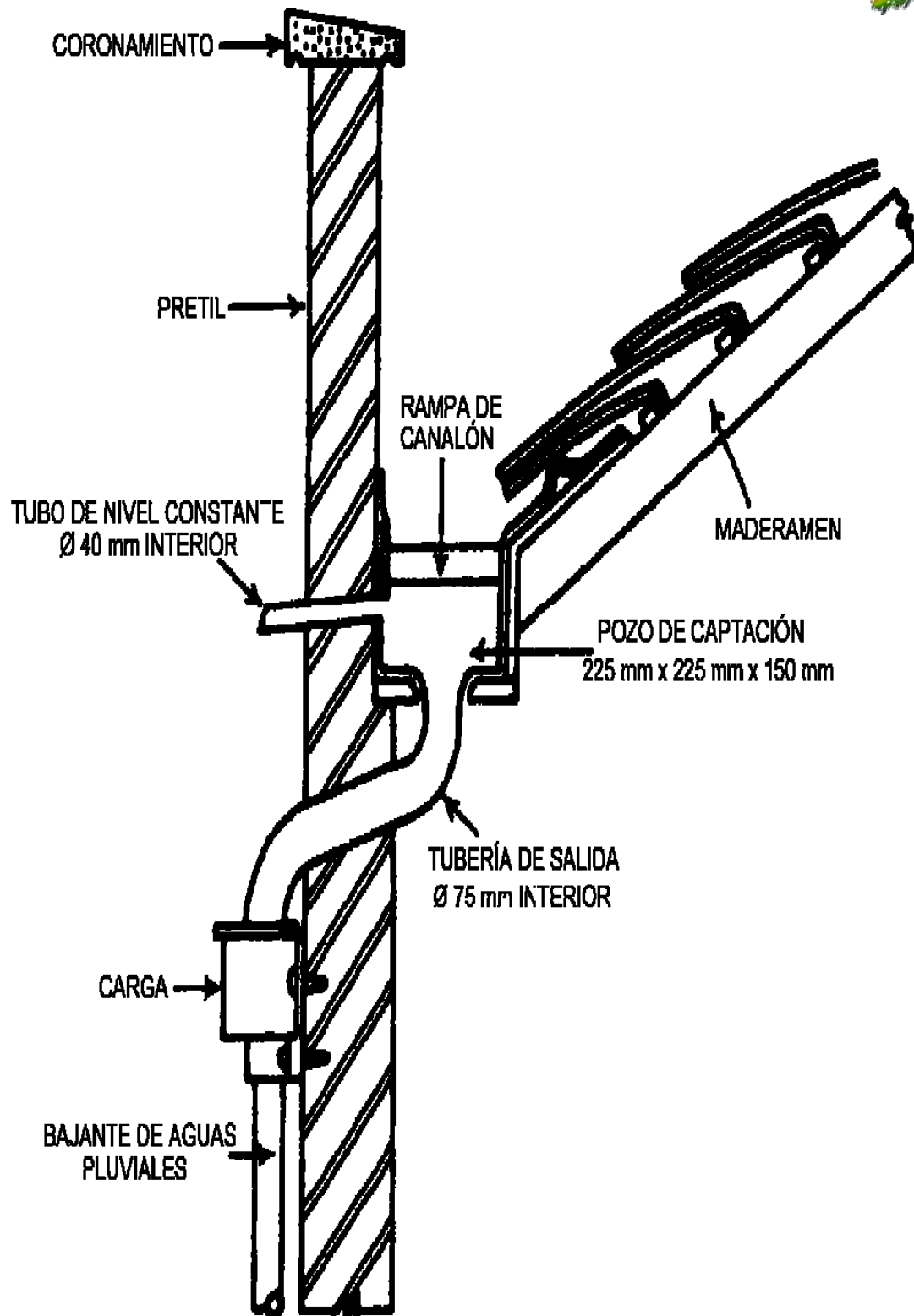
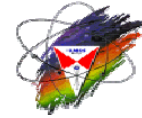


Figura 5.5 detalle de unión canalón - bajante Fuente: instalaciones sanitarias ing. J. Ortiz

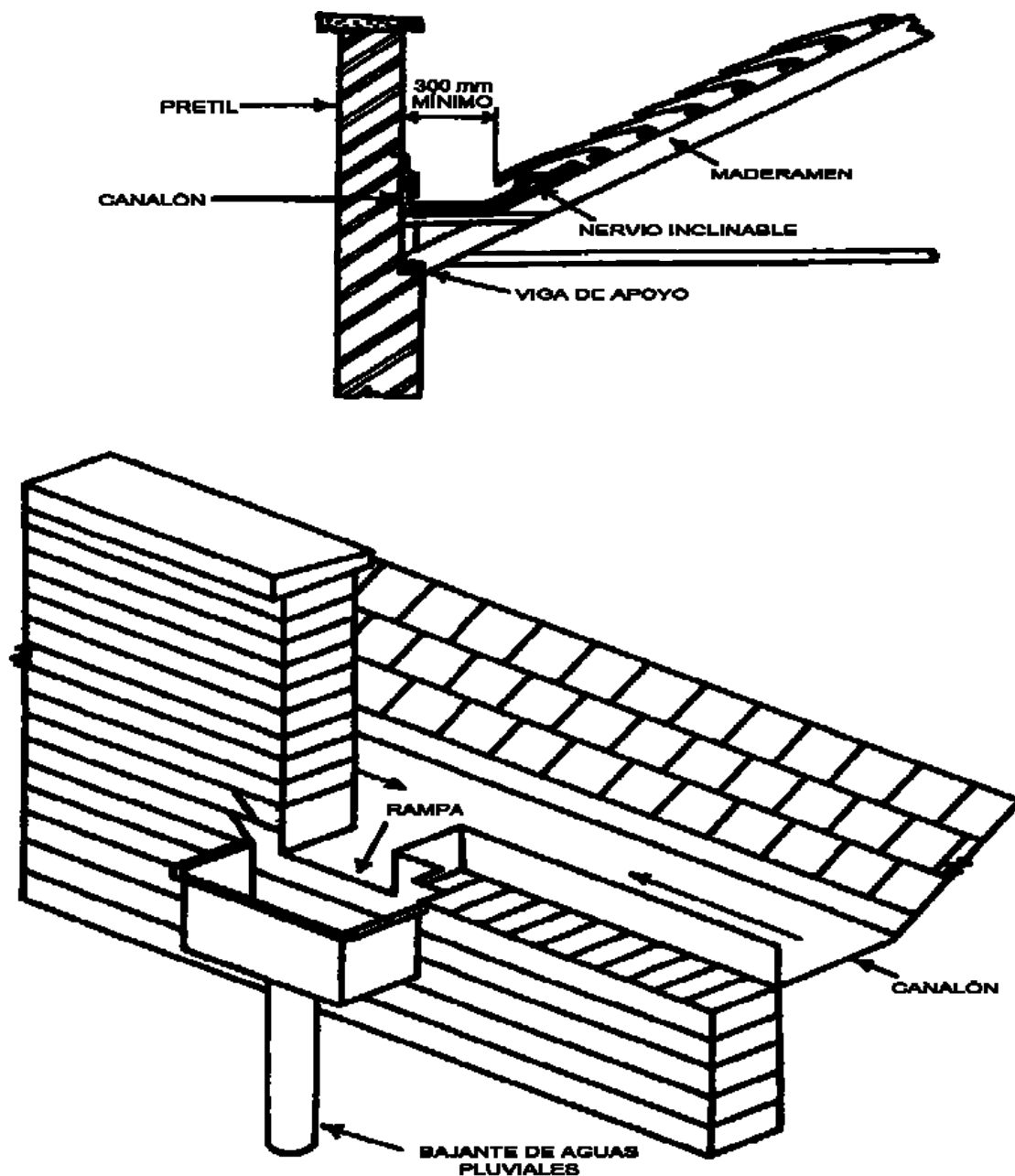
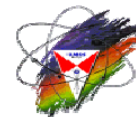
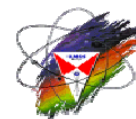


Figura 5.6 detalles constructivos Fuente: instalaciones sanitarias ing. J. Ortiz

5.4 PENDIENTES

Los diámetros y secciones de canaletas semicirculares y rectangulares se calcularán también tomando en cuenta el área servida, intensidad de lluvia y pendiente de la canaleta o acuerdo con las tablas 10.11.1, y 10.11.2. Las canaletas de otras secciones se



calcularán en base a secciones equivalentes.

TABLA 5.4
CANALETAS SEMICIRCULARES

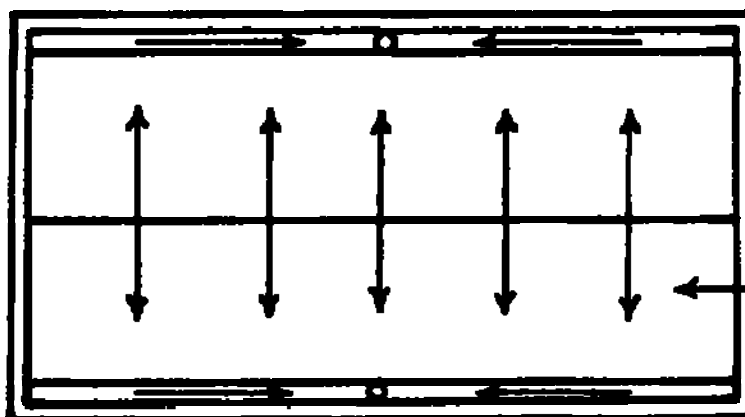
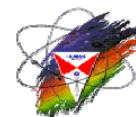
Diámetro de la canaleta		Área servida en proyección horizontal (m ²) para varias pendientes			
Pulgadas	mm	½ %	1%	2%	4%
4	100	33	47	67	94
5	125	58	81	116	164
6	150	89	126	178	257
7	175	128	181	256	362
8	200	184	260	370	520
10	250	334	473	669	929

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

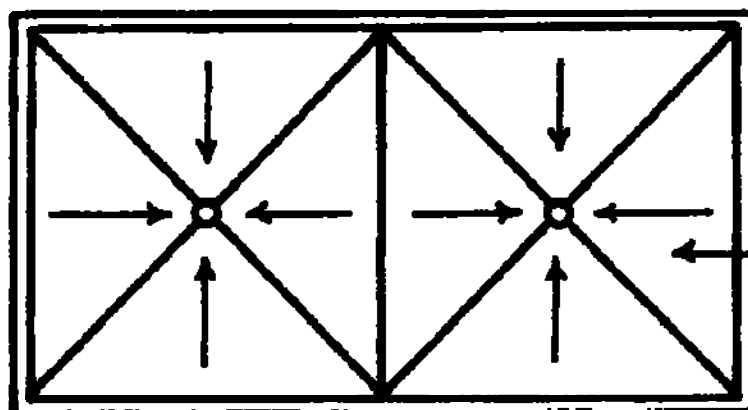
TABLA 5.5
CANALETAS DE SECCIÓN RECTANGULAR

Dimensiones en cm (base x alt)	Área servida en proyección horizontal (m ²) para varias pendientes			
	0.3%	0.5%	0.7%	1%
	m2	m2	m2	m2
8 x 10	35	50	60	70
8 x 12	70	90	100	120
10 x 12	90	115	140	170
10 x 14	115	150	180	215
12 x 14	135	175	210	250 310
12 x 16	170	220	260	375
12 x 16	205	265	315	355
14 x 16	210	275	325	470
14 x 18	255	330	390	

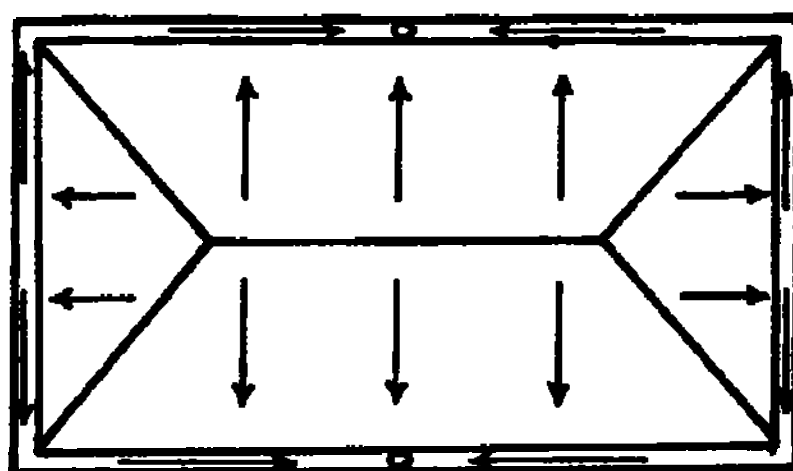
Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994



a) CON CANALONES POR DEBAJO DEL ALERO



b) SIN CANALONES



c) CON CANALONES

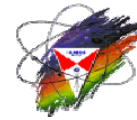


Fig. 5.7 formas de configuración de los techos en función de la pendiente **Fuente:** instalaciones sanitarias ing. J. Ortiz

5.5 SELECCIÓN DE DIÁMETROS

Una vez determinado el diámetro de las bajadas y de los drenajes pluviales horizontales, utilizando las tablas y las fórmulas anteriores.

Respectivamente, se seleccionará el diámetro comercial que mejor se ajuste.

EJEMPLO 1

Calcular la velocidad del flujo a través de un desagüe de 100 mm de diámetro, que fluye a la mitad de su capacidad cuando el gradiente es 1 en 60. (Constante de Chezy = 55).

$$v = c \sqrt{\left(\frac{d}{4} \times \frac{1}{l} \right)} = 55 \sqrt{\left(\frac{0.1}{4} \times \frac{1}{60} \right)} = 1.1 [\text{m/s}]$$

Si se requiere encontrar la descarga a través del desagüe en l/s, es posible hacerlo como sigue.

$$Q = v \times A$$

Donde:

Q : volumen del flujo, [m³/s]

v : velocidad del flujo, [m/s]

a : área del corte transversal de la tubería, [m²]

$$Q = \frac{v \pi r^2}{2} = \frac{1.1 \times 3.142 \times 0.05^2}{2} = 0.00432 [\text{m}^3 / \text{s}] = 4.321 [\text{l/s}]$$

A menudo es necesario calcular el gradiente.

EJEMPLO 2

Calcular el gradiente requerido para que el flujo en un desagüe de 150 mm de diámetro circule a toda su capacidad cuando la velocidad del flujo es de 1.5 m/s. (Constante de Chezy = 55.)

$$v = c \sqrt{m i} = \sqrt{\frac{d}{4} \times \frac{1}{l}}$$

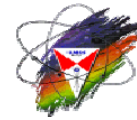
Trasponiendo se tiene

$$\left(\frac{v}{c} \right)^2 = \frac{d}{4} \times \frac{1}{l}$$

$$\left(\frac{v}{c} \right)^2 \times \frac{d}{4} = \frac{1}{l}$$

$$l = \left(\frac{v}{c} \right)^2 \times \frac{d}{4} = \left(\frac{55}{1.5} \right)^2 \times \frac{0.150}{4} = 50.42$$

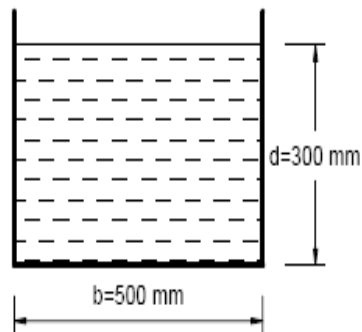
Gradiente = 1 en 50, aproximadamente.



Algunas veces puede ser necesario encontrara la velocidad del flujo en un canal rectangular o cuadrado.

EJEMPLO 3

Calcular la velocidad de flujo en el canal rectangular que se muestra en la **figura 8.2**.



Fuente: PLOMERÍA "F. HALL", 1998

Fig. 8.2 Radio hidráulico medio para un canal.

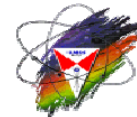
$$m = \frac{b \times d}{b + 2d} = \frac{0.5 \times 0.3}{0.5 + (2 \times 0.3)} = 0.136$$

$$v = c\sqrt{mi} = 55\sqrt{0.136 \times \frac{1}{80}} = 2.267 \approx 2.3 \text{ [m/s]}$$

ejemplo 4 sistema de recolección y evacuación de aguas pluviales

Para el sistema de recolección de alcantarillado pluvial se utilizaron bajantes circulares de diámetros de 3 y 4 pulgadas de acuerdo al área de aporte para cada una de las bajantes junto con la intensidad de lluvia (para Cbba. $i = 75\text{mm/hra}$), basándonos en la tabla 10.10.1. del Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias. Donde la pendiente mínima para terrazas y patios no debe ser menor a 2 % hacia sus desagües, tal como indica el párrafo 10.3 del reglamento ya mencionado.

Todo el cálculo se muestra a continuación:



Ejemplo 4

MEMORIA DE CÁLCULO

PASO 1 DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE APOORTE

$$A1 = 219.2 \text{ m}^2$$

$$A2 = 342.3 \text{ m}^2$$

$$A3 = 128.9 \text{ m}^2$$

$$A4 = 325.2 \text{ m}^2$$

$$A5 = 219.2 \text{ m}^2$$

$$A6 = 342.3 \text{ m}^2$$

$$A7 = 128.9 \text{ m}^2$$

$$A8 = 325.2 \text{ m}^2$$

PASO 2 CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE BAJANTES

TABLA 5.6

BAJANTES DE AGUAS PLUVIALES

Diámetro de la Bajante		Intensidad de lluvia (mm/Hra)					
		50	75	100	125	150	200
pulgada	mm	m2 de Áreas servidas (Proyec/Horiz)					
3	75	400	270	200	160	135	100
4	100	850	570	245	340	285	210
5	125			800	640	535	400
6	150					835	625

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

Entonces tenemos las bajantes con sus respectivos diámetros y alturas.

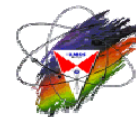
$$A1 = 219.2 \text{ m}^2 \Rightarrow \varnothing = 3'' \Rightarrow \text{Bajante TP3: } h = 6.9 \text{ m}$$

$$A2 = 342.3 \text{ m}^2 \Rightarrow \varnothing = 4'' \Rightarrow \text{Bajante TP2: } h = 6.9 \text{ m}$$

$$A3 = 128.9 \text{ m}^2 \Rightarrow \varnothing = 3'' \Rightarrow \text{Bajante TP7: } h = 3.7 \text{ m}$$

$$A4 = 325.2 \text{ m}^2 \Rightarrow \varnothing = 4'' \Rightarrow \text{Bajante TP5: } h = 3.7 \text{ m}$$

$$A5 = 219.2 \text{ m}^2 \Rightarrow \varnothing = 3'' \Rightarrow \text{Bajante TP4: } h = 6.9 \text{ m}$$



$A_6 = 342.3 \text{ m}^2 \Rightarrow \varnothing = 4'' \Rightarrow \text{Bajante TP1: } h = 6.9 \text{ m}$

$A_7 = 128.9 \text{ m}^2 \Rightarrow \varnothing = 3'' \Rightarrow \text{Bajante TP8: } h = 3.7 \text{ m}$

$A_8 = 325.2 \text{ m}^2 \Rightarrow \varnothing = 4'' \Rightarrow \text{Bajante TP6: } h = 3.7 \text{ m}$

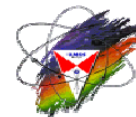
PASO 3 CÁLCULO DE DIMENSIONES DE LAS CANALETAS

TABLA 5.7

CANALETAS DE SECCION RECTANGULAR

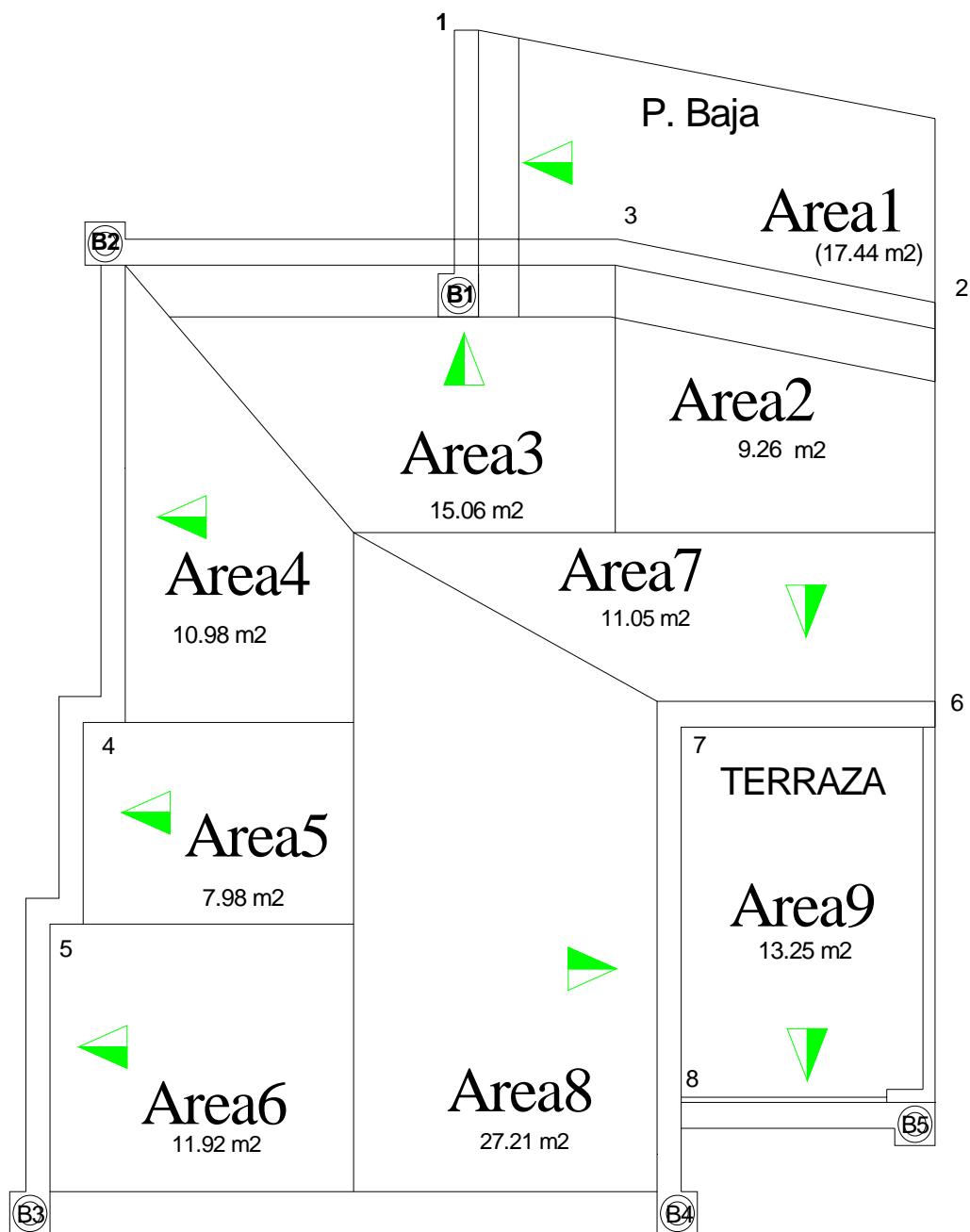
Dimensiones en cm (base*altura)	Area servida en proyección horizontal (m2) Para varias pendientes			
	0,30%	0,50%	0,70%	1%
	m2	m2	m2	m2
8*10	35	50	60	70
8*12	70	90	100	120
10*12	90	115	140	170
10*14	115	150	180	215
12*14	135	175	210	250
12*16	170	220	260	310
12*18	205	265	315	375
14*16	210	275	325	385
14*18	255	330	390	470

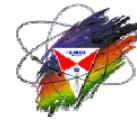
Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994



EJEMPLO 5 Con el plano de techos que a continuación se muestra diseñar el sistema de desagüe pluvial

PASO 1 DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE APORTE





PASO 2 CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE BAJANTES

Del grafico podemos formar la siguiente tabla para el cálculo de las bajantes

Intensidad = 75 mm/hra.				
Bajante	Area de Aporte	Ø de la bajante		Bajante Adoptada
	m2	mm.	Pulg.	seccion (cm)
BP-1	34.23	75	3	12 x 10
BP-2	18.51	75	3	12 x 10
BP-3	19.90	75	3	12 x 10
BP-4	27.21	75	3	12 x 10
BP-5	24.30	75	3	12 x 10

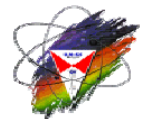
PASO 3 CÁLCULO DE DIMENSIONES DE LAS CANALETAS

TABLA 5.5
CANALETAS DE SECCIÓN RECTANGULAR

Dimensiones en cm (base x alt)	Área servida en proyección horizontal (m ²) para varias pendientes			
	0.3%	0.5%	0.7%	1%
	m2	m2	m2	m2
8 x 10	35	50	60	70
8 x 12	70	90	100	120
10 x 12	90	115	140	170
10 x 14	115	150	180	215
12 x 14	135	175	210	250 310
12 x 16	170	220	260	375
12 x 16	205	265	315	355
14 x 16	210	275	325	470
14 x 18	255	330	390	

Fuente: reglamento nacional I.S.D. 1994

Del grafico de plano de techos se puede indicar que la máxima área de aporte a la canaleta es de 27.21 m2 ingresando a la tabla tenemos una canaleta de 8x10 cm. para una pendiente de canaleta de 0.3%.



CAPITULO VI

INSTALACIONES CONTRA INCENDIOS

6.1 INTRODUCCIÓN

Las instalaciones de protección contra incendios en determinados tipos de edificios requieren el almacenamiento y distribución de agua hasta puntos cercanos a las zonas habitadas para su uso en caso de un posible fuego accidental.

En los edificios que por sus características o por disposiciones de ordenanza emanadas de autoridades competentes, exijan por seguridad la instalación contra incendios.

Para esto es necesario que conozcamos las características de un incendio dentro de un edificio.

6.2 TRANSMICION DE CALOR

Son tres formas que tiene el calor de propagarse dependiendo del foco que lo genere:

- **Conducción**

El calor se transmite a través de sustancias conductoras del calor (una plancha, cocina, aire acondicionado, etc.)

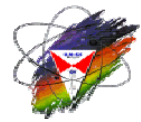
- **Conveccion**

La transmisión de calor es debida a la circulación del aire y gases calientes de la combustión, al elevarse por su menor densidad en relación con el aire frío que desciende (un radiador de agua.)

- **Radiación**

El calor es transmitido por ondas caloríficas en todas direcciones por lo que todos los objetos alcanzados por esta onda pueden llegar a su temperatura de inflamación.

La temperatura de inflamación, es aquella que tiene que alcanzar un material para empezar a arder.



6.3 FASES DEL FUEGO

Como cualquier ente atmosférico, el agente no es espontáneo, sino que tiene una serie de fases que lo componen, produciéndose en cada una de ellas una serie de fenómenos. Son los siguientes:

- **Estado latente:**

Es el estado en el cual se esta generando la iniciación del fuego.

Esta fase latente, se origina por calentamiento de los materiales susceptibles de inflamarse, hasta llegar a una temperatura muy cercana a la de la combustión.

En muchos incendios este estado latente se produce por calentamiento de cables, materiales secos o incluso por colilla o cerilla mal apagado sobre un material inflamable.



No se produce ningún humo visible, ni llama ni calor a preciable. El proceso de combustión esta desprendiendo partículas invisibles al ojo humano que asciende hacia el techo. Se esta ionizando el ambiente.

- **Humo Visible**

Cuando la temperatura de combustión no es la adecuada pero se encuentra muy próxima a ella, se produce la emisión de humos.

Los humos son partículas sólidas y líquidas resultantes de la combustión incompleta de los productos. Las partículas que en esencia constituyen el humo, son arrastradas por las corrientes de convección a la parte superior de los locales al espacio abierto. Cuando se enfrían las partículas y el aire en que están suspendidas, caen por gravedad formando capas de residuos sólidos.

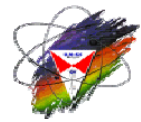
Los perjuicios producidos por el humo son de dos tipos:

-  Humanos: dificultan la visión y producen irritación en mucosas y ojos.
-  Materiales: contaminan las superficies libres y objetos emplazados en el local incendiado.

Las partículas de la combustión se anulan de tal forma que se asen visibles al ojo humano.

- **Llamas:**

Una vez que se a alcanzado la temperatura de combustión, se produce la



aparición de la llama.

Es el proceso más visible de un incendio y el más aparatoso. En esta fase se también se producen humos y gases de los afectados, con los perjuicios derivados de las dos formas siguientes:

- Humanos: asfixiador desplazamiento del oxígeno, toxicidad e irritación.
- Materiales: corrosión, contaminación y ataque químico.

Bajo condiciones favorables al fuego alcanza rápidamente el punto de Ignición con llamas y emiten rayos infrarrojos, ultravioleta y luz.

- **Calor:**

En toda combustión se va a producir transmisión de calor al propagarse la llama y en el proceso previo de la combustión.

Se propaga de las formas vistas en el punto anterior.

6.4 EVOLUCIÓN TÉCNICA

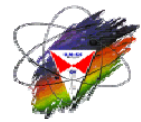
El fuego ha sido, a la vez un elemento imprescindible y un potencial enemigo tradicional de las viviendas y lugares de trabajo del ser humano.

Desde la antigüedad, en las ciudades siempre se ha dispuesto de diversos medios más o menos sofisticados para la lucha contra los incendios accidentales, tradicionalmente se disponía de grupos de bomberos a los que se confiaba dicha labor. A principios del siglo XX, se comenzó a instalar sistemas mecánicos de detección y extinción de incendios que basaban su funcionamiento en el almacenamiento de agua y su descarga automática o manual en caso de emergencia.

6.5. DESCRIPCIÓN

Los sistemas de protección contra incendios constituyen un conjunto de equipamientos diversos integrados en la estructura de los edificios, actualmente, las características de estos sistemas están siendo analizados con normas extranjeras ya que en nuestro país no se cuenta todavía con una normativa oficial y vigente para la seguridad en caso de incendio.

La protección contra incendios que nosotros estudiaremos se basa en dos tipos de medidas:



- **Medidas de protección pasiva.**

- **Medidas de protección activa.**

6.5.1 MEDIDAS DE PROTECCIÓN PASIVA:

Son medidas que tratan de minimizar los efectos dañinos del incendio una vez que este se ha producido. Básicamente están encaminadas a limitar la distribución de llamas y humo a lo largo del edificio y a permitir la evacuación ordenada y rápida del mismo.

Algunos ejemplos de estas medidas son:

- • Compuertas en conductos de aire.
- • Recubrimiento de las estructuras (para maximizar el tiempo antes del colapso por la deformación por temperatura).
- • Puertas cortafuegos.
- • Dimensiones y características de las vías de evacuación.
- • Señalizaciones e iluminación de emergencia.
- • Compartimentación de sectores de fuego.
- • Etc.

6.5.2 MEDIDAS DE PROTECCIÓN ACTIVA:

Son medidas diseñadas para asegurar la extinción de cualquier conato de incendio lo más rápidamente posible y evitar así su extensión en el edificio. Dentro de este sistema de medidas de protección se han de considerar dos tipos de medidas:

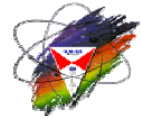
a) Medidas de detección de incendios, que suelen estar basadas en la detección de humos (iónicos u ópticos) o de aumento de temperatura.

b) Medidas de extinción de incendios, que pueden ser **manuales o automáticos**:

b.1) Manuales: Extintores, Bocas de incendio equipadas (BIE), Hidrantes, Columna seca.

b.2) Automáticos: Dotados de sistemas de diversos productos para extinción:

- ❖ Agua (Sprinklers, cortinas de agua, espumas, agua pulverizada).



- ❖ Gases (Halones (actualmente en desuso), dióxido de carbono).
- ❖ Polvo (Normal o polivalente).

En concreto, debemos incluir dentro de las instalaciones las medidas de extinción de incendios manuales dotadas de agua como las bocas de incendio equipadas (BIE) y los hidrantes. Y los sistemas automáticos dotados que emplean agua para la extinción como los sprinklers, cortinas de agua o sistemas de agua pulverizada.

La estructura de los sistemas de riesgo, tanto en el caso de instalaciones manuales como automáticas es similar, cuentan con un sistema de aporte de agua, que puede ser un depósito de almacenamiento de agua y un grupo de bombas (a menudo con alimentación eléctrica autónoma) o bien una entrada directa de la red de suministro. Según los usos y dimensiones de los locales, existen unas exigencias reglamentarias específicas en cuanto a la obligatoriedad de mantener un cierto volumen de agua almacenada para casos de emergencia.

b.1) Sistemas Manuales: Bocas de incendio equipadas (BIE) y los hidrantes:

En la figura 1, se observa un esquema simplificado de este tipo de instalaciones, donde se aprecia el depósito (1), el sistema de bombeo (2) y la red de distribución de agua (3) dentro del edificio.

También se observa la conexión de los circuitos interiores al aporte directo de agua de la red pública de suministro (4). Y una posible conexión a un camión cisterna, que pudiera suministrar agua extra en caso de ser necesario (5).

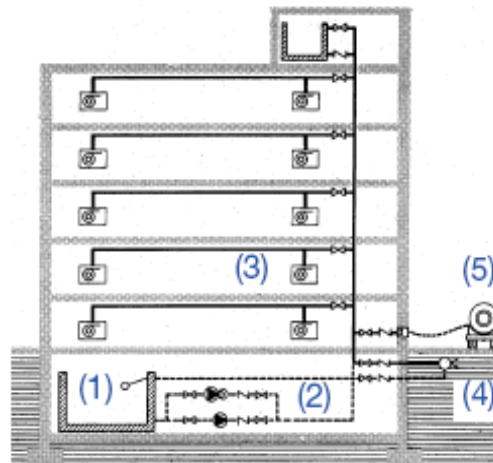
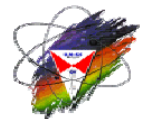


Fig. 6.1 Bocas de incendio **Fuente:** Documento basico I.S.

b.2) Sistemas Automáticos: Sprinklers (rociadores), cortinas de agua o sistemas de agua pulverizada:

En el caso de sistemas automáticos, la descripción de las instalaciones (figura 2) es similar al caso anterior de sistemas manuales, pero en este caso se incorpora un presostato (6), que envía una señal a una centralita (7) que activa las bombas, (8) en caso necesario. Si se produce un incendio la salida de agua, se realiza por el elemento rociador final (9).

En la imagen adjunta se observa una instalación de bombeo en un depósito de agua contra incendios (Foto1).



Foto 6.1 Bomba impulsora de Roseadores

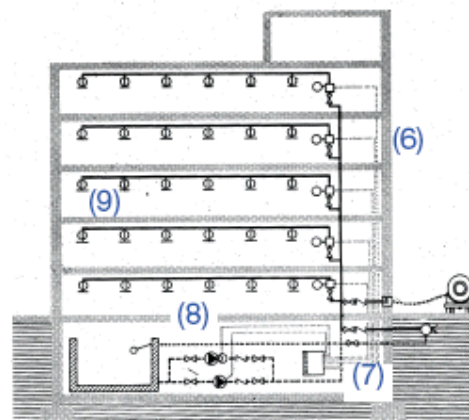
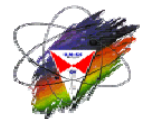


Fig.6.2 Rociadores **Fuente:** Documento basico I.S.



6.5.3 TERMINOLOGÍA ESPECÍFICA

➤ ***Boca de incendio equipada (BIE)***

Equipo completo de protección y extinción de incendios, que se instala de forma fija sobre la pared y se conecta a una red de abastecimiento de agua. Esta compuesta de los siguientes elementos: manguera y soporte giratorio abatible, manómetro, válvula y boquilla lanza.

➤ ***Depósito contra incendios***

Almacenamiento de agua, en cantidad suficiente para satisfacer las necesidades de agua de hidrantes, rociadores, BIE's u otros elementos finales del sistema durante un tiempo determinado por las características y usos de los edificios.

➤ ***Columna seca***

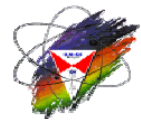
Conducción normalmente vacía, que partiendo de la fachada del edificio discurre generalmente por la caja de la escalera y está provista de bocas de salida en pisos y de toma de alimentación en la fachada para conexión de los equipos del Servicio de Extinción de Incendios, que es el que proporciona a la conducción la presión y el caudal de agua necesarios para la extinción del incendio.

➤ ***Detector de humo***

Dispositivos que captan la presencia de humo y cuando el calor de ese fenómeno sobrepasa un umbral prefijado se genera una señal de alarma que es transmitida a la central de control y señalización, generalmente como cambio de consumo o tensión en la línea de detección.

Los detectores de humos suelen clasificarse en seis grupos:

- Fotoeléctricos
 - De haz de rayos proyectados.
 - De haz de rayos reflejados.
- Iónicos
 - De partículas alfa.
 - De partículas beta.
- De puente de resistencia.
- De análisis de muestra.
- Combinados.



6.6 LA EXTINCION Y LOS AGENTES EXTINTORES

La extinción en un incendio tiene varias fases, según como actúe en cada uno de los elementos que lo componen.

Según esto, cada uno de los elementos que componen el fuego se comportará frente a los agentes extintores de la siguiente manera.

Combustible

Los combustibles o materiales susceptibles de producir un incendio se atacaran por segregación es decir por separación de sus elementos para producir su extinción.

Comburente

Los comburentes o materiales que son susceptibles de incendiarse se atacaran por sofocación, es decir por ahogamiento de las sustancias sin presencia del aire que hace de medio propagador y de combustible.

Calor

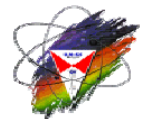
El calor producido por el fuego, se eliminara por enfriamiento, es decir eliminando el calor residual que se produce en los objetos ya quemados o en los recintos donde se produce o a producido un incendio.

Reacción en Cadena

Las reacciones en cadena, es decir las reacciones químicas y físicas que se producen entre los diferentes elementos que son susceptibles de incendiarse, se pueden eliminar por inhibición, es decir por debilitación del poder de los materiales a la hora de la combustión.

Estos efectos que hemos visto, los producen los llamados agentes extintores, que no son sustancias que me permiten sofocar o debilitar la acción del fuego o de las características de los materiales frente al fuego.

Vamos a ver alguno de los agentes extintores más frecuentes y sus efectos sobre los materiales:



6.6.1 AGUA

Es el agente extintor mas barato y de mas fácil manejo, a la ves de ser el mas antiguo de los hasta la fecha conocidos.



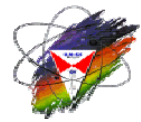
Foto 6.2 Extinción con Agua

➤ **Sus efectos de extinción contra el fuego son:**

- -Por impacto de la masa liquida sobre las llamas, pudiendo llegar incluso a cortarlas o a separar las del combustible.
- -Por enfriamiento como más importante dado el elevado calor específico del agua que absorbe calor de la combustión, para vaporizarse, hasta anularle.
- Por sofocación, producida por la atmósfera inerte por vapores, dificultando en parte el contacto de los vapores del combustible con el oxígeno del aire.

➤ **Para la aplicación de agua como agente extintor, tenemos dos formas:**

- Chorro Directo: Aplicable con hidrantes, mangueras, equipos moto bombas, columnas secas y bocas de incendio equipadas (**BIEs**).
- Pulverizadas: Aplicable con splinckers colocadas en el techo de las habitaciones.



6.6.2 ESPUMA

Produce una acción de sofocación sobre los materiales, debido a que es una masa de burbujas unidas entre si por un estabilizador mezclado con agua que se aplica sobre la superficie del combustible en llamas, aislando le del contacto con el oxígeno del aire y apagando el fuego por sofocación.

Tenemos dos tipos de espuma:

- Química: Formada por una solución de sal alcalina (Bicarbonato sodico) y una solución de sal acida (sulfato de aluminio) para formar un gas (dióxido de Carbono, CO₂) en la presencia de un agente espumante que envuelve el gas en burbujas para formar una espumas firme y resistente al fuego.

Esta cada día más en desuso por la complejidad de manejo químico y por sus efectos nocivos.

- Física: Se forma mezclando agua en la proporción de un 3% a 6%, un concentrado de liquido espumante (ESPUMOGENO) para capacitar a aquella de la espumacion en presencia del aire.

Así las espumas serán de aire y no de CO₂ como en el caso de la espuma química.

Según la expansión del agente espumante tendremos tres tipos de espuma:

- ✓ Baja Expansión
- ✓ Media Expansión
- ✓ Alta Expansión

6.6.3 ANHÍDRIDO CARBÓNICO (CO₂)

Su acción extintora se basa en la suplantación, puesto que el fuego se aparta cuando una parte del aire a sido desplazado por el anhídrido carbónico. Por lo tanto el fuego se apaga por sofocación y enfriamiento.

También llamado nieve carbónica, se deberán tener especiales medidas de precaución en las instalaciones que lo tengan como agente extintor.

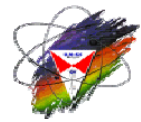


Foto 6.3 Espuma Contra Incendios

6.6.4 POLVO QUÍMICO SECO

Esta formada por sustancias químicas sólidas (sales amoniacas y potasicas) finamente divididas y tienen una gran fluidez para conducirles y lanzarles contra el fuego.

Sus efectos son romper la cadena de reacción del fuego, reduciendo calor y oxígeno o interponiendo catalizadores negativos. Así mismo, aísla el calor de los combustibles y forma una ligera partícula sobre ellos, lo que lo aísla del aire.

No es compatible con la espuma por lo que no se pueden utilizar juntos.

6.7. INSTALACION DE DETECCIONES AUTOMATICA

Las instalaciones de detecciones automáticas de incendios, son aquellas que nos permiten eliminar los errores humanos a la hora de localizar un foco de incendio y a su vez, conseguir una vigilancia permanente y adecuada.

Son especialmente recomendables para instalaciones en los que se trata de proteger riesgos de concentración de capital elevado, almacenes, etc. Además de evitar daños materiales, se pueden reducir sensiblemente la pérdida de vidas humanas.

6.7.1 CONPOCICION DE DETECTORES AUTOMÁTICOS

Esta compuesta por una serie de elementos sensibles (detectores) a algunos de los fenómenos que tiene lugar en un incendio; una central de señalización donde se registran los impulsos dados por los detectores y una red de conductores eléctricos que enlazan la central con los elementos sensibles.

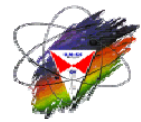


Foto 6.4 Detector y Rociador

6.7.2 TIPOS DE DETECTORES

Los fenómenos estudiados anteriormente y que proceden y acompañan al fuego hace que cada momento exista un tipo de detector adecuado a las características de esa fase.

Según esto los detectores se clasifican en:

- ❖ **Iónicos** (detectan gases y vapores)
- ❖ **Óptico** (detectan gases y humos)
- ❖ **De llamas**
- ❖ **Térmicos**

6.7.3 ELECCIÓN Y UBICACIÓN DE DETECTORES

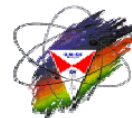
Los de uso más generalizado son los iónicos y que deben ser la base de cualquier instalación, destinándose los otros tipos a riesgos particulares, dependiendo del local.

Podemos dar una serie de pautas para su elección, lugares con aparillaje eléctrico:

- ✓ Detectores ópticos de reflexión.
- ✓ Almacenes de altura superior a 20 metros de llama.
- ✓ Salas de caldera o lugares donde el humo se disperse rápidamente: termovelocimétricos.

Las características de una buena elección son:

- ✓ Seguridad y funcionamiento y eliminación de falsas alarmas.
- ✓ Posibilidad de adaptación a servicios variables.
- ✓ Posibilidad de sustituir un detector por otros del mismo tipo.
- ✓ Intercambiabilidad con detectores de tipo diferente.
- ✓ Combustión sencilla, robusta y con el menor tipo de componentes.



Es necesario que una instalación fija de detección debe formar parte de un plan de alarma general, en el que se tenga en cuenta la adecuación de los medios de extinción que existan, así como la actuación del personal, sin cual todas las medidas que se adopten serian insuficientes.

6.8 EXTINTORES

Son aparatos que permiten la proyección y dirección de un agente extintor sobre el fuego.

Esta proyección puede ser consecuencia de una compresión previa del agente extintor de una reacción química o de la expansión de un gas auxiliar.

6.8.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS EXTINTORES SON:

- ❖ Agente extintor contenido (su naturaleza y su contenido)
- ❖ Sistema de funcionamiento.
- ❖ Eficacia de extinción.
- ❖ Tiempo de funcionamiento
- ❖ Alcance medio

6.8.2 CLASIFICACIÓN DE LOS AGENTES EXTINTORES:

➤ Según la movilidad:

- ❖ Portátiles: Manuales y dorsales
- ❖ Móviles: Sobre ruedas.

➤ Según el agente extintor

- ❖ De agua
- ❖ De polvo
- ❖ De anhídrido carbónico CO₂
- ❖ De hidrocarburos halogenados

➤ Según el sistema de presurización

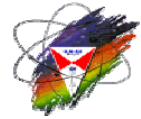
- ❖ Permenetemente presurizados
- ❖ Presurización momentánea

➤ Según su eficacia

Por un numero que representa el hogar a extinguir una letra que representa la clase de fuego al que responde el hogar.

A.- Fuego de materias sólidas

B.- Fuego de materias liquidas



- C.- Fuego de gases
- D.- Fuego de metales Ligeros y alcalinos
- E.- Fuego de equipos eléctricos.

6.8.3 LOS EXTINTORES DEBERÁN LLEVAR LOS SIGUIENTES ELEMENTOS DE IDENTIFICACIÓN E INFORMACIÓN:

➤ Placa de timbre:

- ❖ En ella se registra la fecha de fabricación.
- ❖ Se retimbrara cada cinco años y solo se admiten tres por lo que la vida útil de un extintor es de 20 años.

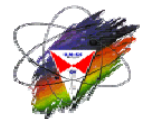
➤ Etiqueta de características

En ella aparecerán los siguientes aspectos:

- ❖ Naturaleza del agente extintor y calidad del mismo.
- ❖ Modo de empleo.
- ❖ Temperatura mínima y máxima del servicio.
- ❖ Nombre del fabricante.
- ❖ Eficacia del extintor.
- ❖ Fecha y contraseña correspondiente.
- ❖ Peligros de empleo.



Foto 6.5 Extintidores



Se colocaran en lugares de acceso y bien visibles en caso de tener que utilizarse, además de poseer una adecuada y correcta señalización.



Foto 6.6 Lugar de acceso visible

6.9 BOCAS DE INCENDIO:

Son puestos de agua encerrados en una caja metálica u omocina con frente de cristal para romperla en caso de un incendio, en el cual alojan los siguientes elementos:

6.9.1 MANGUERAS:

Son conducciones flexibles de longitud variable en cuyos extremos llevan incorporados unos racores de unión, del mismo tipo que las conexiones de alimentación de agua, uno de ellos para conectar a estas y el otro para conectar una lanzadera y otros elementos intermedios.

Los materiales serán, el lino, sintéticas u otros materiales resistentes al roce.

Los diámetros de los racores serán de 70 y 45 mm, existiendo también de 100 mm, para conexiones a camiones.

6.9.2 LANZADERAS O LANZAS:

Conectadas a un extremo de la manguera, dan lugar a alcances de chorro o pulverizaciones adecuadas o bien llegado el caso general espuma física si a ella llega mezcla espumeante.

Su colocación será de acorde con las características del edificio, estando en lugares de paso y evacuación, además de bien señalizadas.

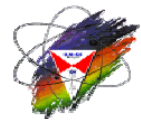


Foto 6.7 Bocas de Incendio y Extinguidor

6.10 MEDIDAS PREVENTIVAS, SEÑALIZACION Y VIAS DE EVACUACION

Podemos dar una serie de recomendaciones en cuanto a las instalaciones contra incendios:

- ✓ Siempre deberá estar el personal debidamente adecuado para manejar en caso de incendio los medios de extinción del edificio así como para poder evacuar el mismo con la mayor rapidez y seguridad posible.

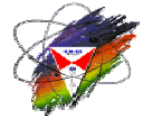
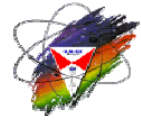


Foto 6.8 Prueba de extinguidores

- ✓ Los accesos a la escalera de incendio y vías de evacuación del edificio estarán bien señalizadas con señales bien normalizadas y con colores adecuados.
- ✓ Se instalara iluminación de emergencia en todas las salidas a las rutas de evacuación, que deberán estar bien señalizadas, con el fin de poder mantener iluminadas las mencionadas vías en caso de corte de fluido eléctrico.
- ✓ La colocación de la señalización se hará conforme tanto en media como en las alturas.
- ✓ Se dispondrá de un plan de seguridad y evacuación del edificio que, aparte del adiestramiento y señalización de vías, se adapte a las características y usos del edificio y que todo el personal permanezca habitualmente por razones de trabajo o estudio en el mismo, deberá conocer.
- ✓ Este plan deberá revisar cada vez que se produzcan cambios en la estructura y distribución del edificio y que pueda afectar a las vías de evacuación.



- ✓ La vía de evacuación será siempre el más corto para los ocupantes de los edificios por ello que la hora de diseñar un edificio, se deberá ver cuales son las posibles alternativas y estudiar las más ventajosas desde el punto de vista de la seguridad.
- ✓ Es importante que todos los elementos de una instalación contra incendios estén siempre en perfecto estado de funcionamiento, con todas las revisiones al día.

6.11 CRITERIOS TÉCNICOS Y PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN

En este apartado se incluyen descripciones de las características técnicas óptimas de una instalación, así como de los protocolos, condiciones de operación, etc., para poder evitar un incendio de gran magnitud.



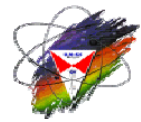
Foto 6.9 Incendio de Magnitud

FASE DE DISEÑO

El diseño de sistemas contra incendios, como se ha explicado anteriormente, esta definido por:

Los puntos que se tendrán en consideración en este apartado serán los siguientes:

- a) Criterios de selección (características técnicas de la instalación).



- b) Materiales
- c) Capacidad de circulación del agua en el sistema

a) Criterios de selección:

El tipo de sistema a instalar en un edificio depende del uso (administrativo, comercial, hospitalario, residencial, etc.), las dimensiones (altura de evacuación y metros cuadrados), y las características técnicas de los locales (tipos de fuegos posibles, carga térmica, etc.)

A continuación se detallan algunos aspectos de diseño relevantes desde el punto de vista de prevención.

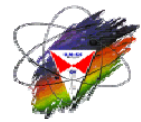
b) Materiales

Los requisitos que debemos exigir a los materiales son de dos tipos; que sean resistentes a la acción de los biocidas, y que eviten o al menos no favorezcan la aparición de la biocapa.

Materiales a emplear (los más aconsejables)

❖ En instalaciones de **contra incendios**:

- Acometida: Polietileno
- Interior general: Polietileno Acero soldado galvanizado
 - PVC
 -
- Batería de contadores: Acero soldado galvanizado
 - PVC
- Montantes: Acero soldado galvanizado
 - Cobre
- Derivación Interior Particular (viviendas y locales):
 - Acero soldado galvanizado
 - Cobre
 - Acero soldado inoxidable. (elevada calidad)



❖ Llaves y válvulas : Latón

❖ Uniones con los materiales:

- ✚ Acero soldado galvanizado: Roscada
- ✚ Cobre: Soldada por capilaridad
- ✚ Acero soldado inoxidable: Mecánica
- ✚ Polietileno Mecánica y termofusión
- ✚ Polietileno reticulado: Mecánica
- ✚ Poli butileno: Mecánica
- ✚ Polipropileno: Termofusión
- ✚ PVC clorado: Encolada.

c) Capacidad de circulación del agua en el sistema

Tradicionalmente los sistemas contra incendios se han diseñado como instalaciones cerradas, que en algunos casos sólo se activan en caso de incendio, y con la destrucción del elemento final, esta situación hace muy difícil o incluso imposible la realización de un posible tratamiento de desinfección de las redes.

Las bocas de incendio equipadas de manguera podrían emplearse para realizar el tratamiento, pudiendo aprovechar cualquier operación de prueba hidráulica. Es recomendable disponer siempre de un punto de muestreo en un punto alejado del aljibe o punto de suministro de agua al sistema, y válvulas de drenaje que permitan vaciar la instalación al completo en caso de ser necesario.

NOTA: El vaciado completo de un sistema contra incendios deja sin protección el edificio y puede plantear problemas en caso de incendio en ese instante por lo que se recomienda determinar que tipo de medidas de protección alternativas serian consideradas validas.

6.12 EL SISTEMA DE PROVISION DE AGUA POTABLE

6.12.1 DIRECTO DE LA CONEXIÓN A LAS BOCAS DE INCENDIO

Por medio de las cañerías que correspondan; este tipo de instalación si bien permite una provisión constante, la presión será variable.

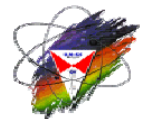


Figura: 6.3 Sistema directo de la conexión a las bocas de incendio

Fuente: Internet

6.12.2 CONSTRUCCIÓN DE TANQUES DE RESERVA INDEPENDIENTE Con capacidad que podrá determinarse en cada caso, consiguiéndose con este sistema un caudal relativo de agua, para extinguir el incendio pero de presión constante.

6.12.3 UTILIZACIÓN DE TANQUE DE RESERVA DOMICILIARIA Podrá utilizarse para ambos servicios , siempre que la capacidad del mismo sea tal como la suma del volumen necesario para las instalaciones domiciliarias mas la reserva requerida , por las autoridades para la prevención contra incendios.

Para dicho tanque conserve la reserva destinada al servicio contra incendio deberá proyectarse una salida del colector, la que se elevara hasta la altura correspondiente al nivel de la reserva antes mencionada para surtir con el excedente de las instalaciones domiciliarias.

A este se denomina mixto:

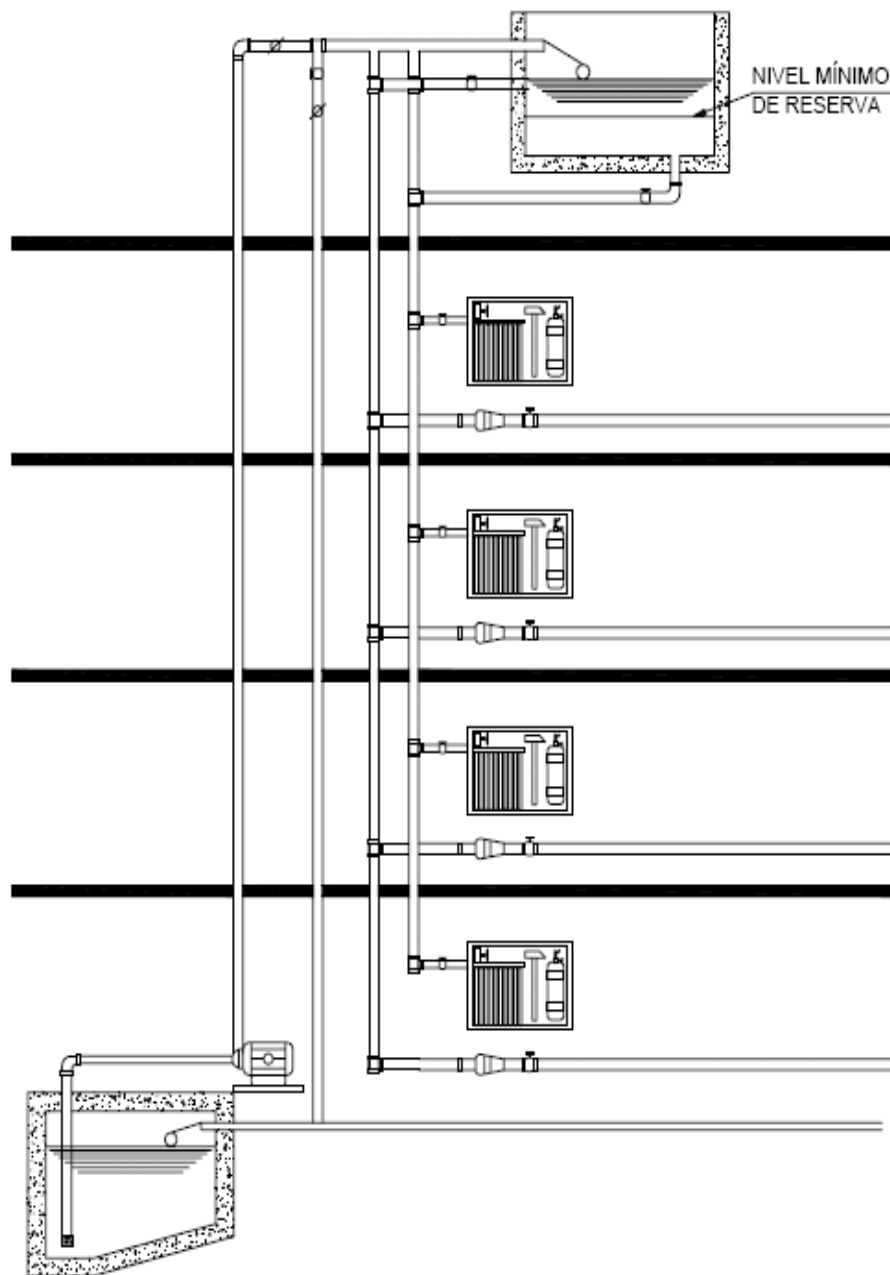
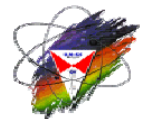


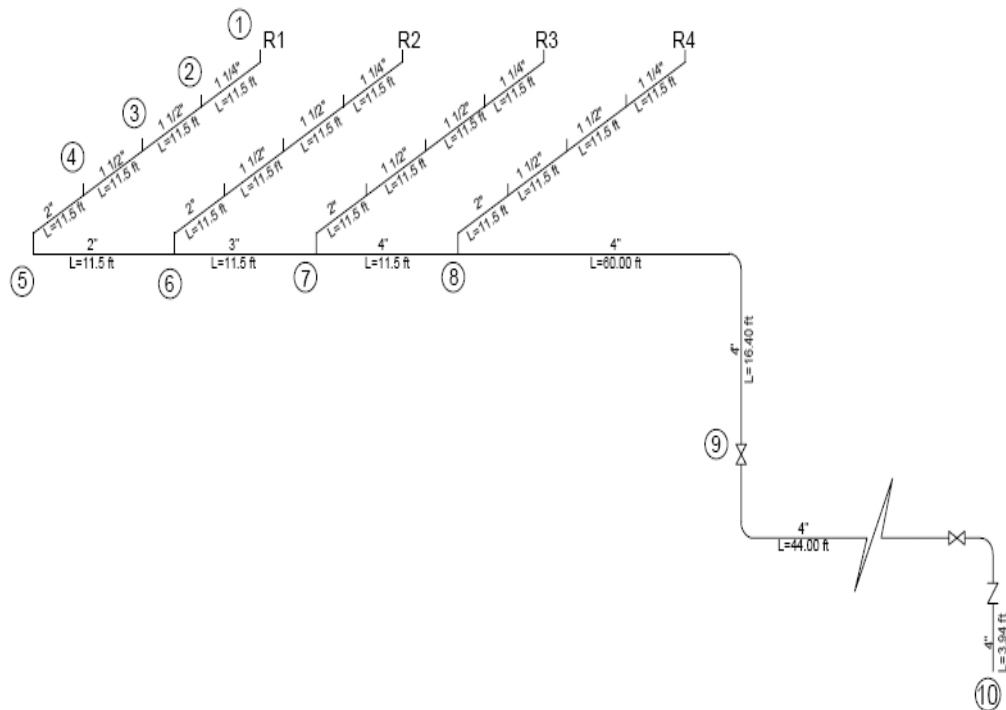
Fig. 6.4 Instalación de Mangueras con Equipo de bombeo

Fuente: DISEÑO DE INSTALACIONES "R. PÉREZ CARMONA", 1992

Instalación de mangueras contra incendios con dos tanques mixtos y uno con equipo de bombeo.

6.13 CALCULO MANUAL DE TUBERIAS

A continuación se describe un ejemplo que se practico.



Fuente: PLOMERÍA “F. Hall”, 1998

PLANILLA DE CÁLCULO HIDRÁULICO DE SISTEMA DE REGADERAS

Clase de la ocupación	: Ordinario Grupo 2
Densidad	: 0.18 [gal/min./ft2]
K de las boquillas	: 5.6
Cubrimiento por regadera	: 140 ft2 (13 m2)
Diámetro	: 1/2"

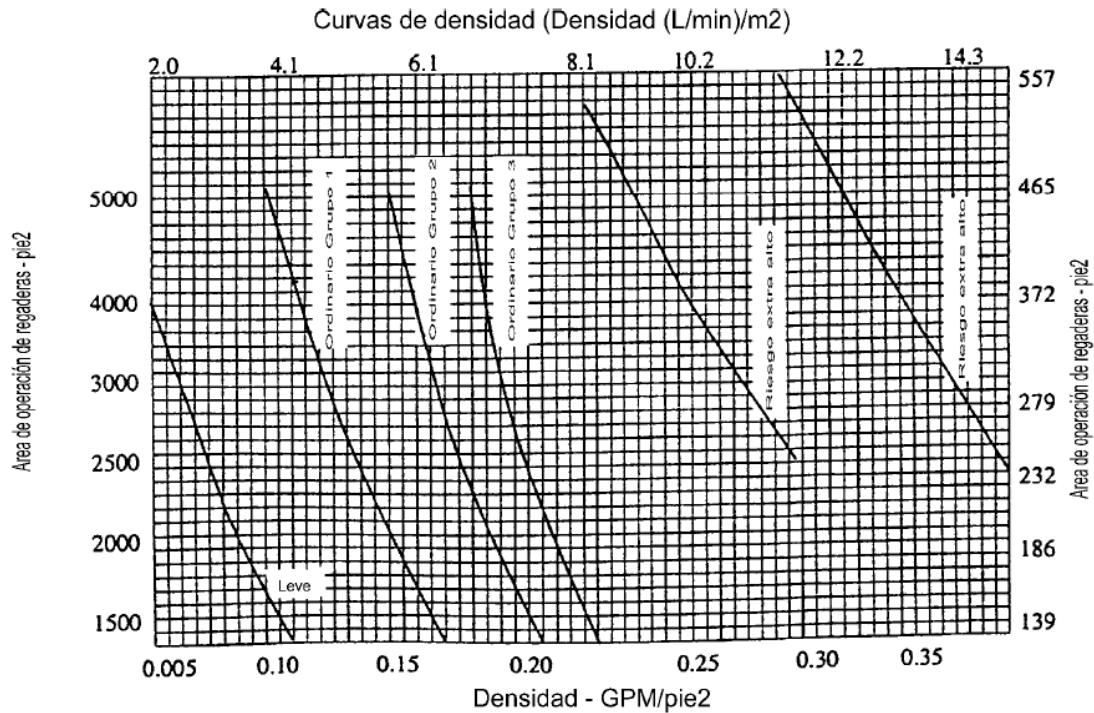
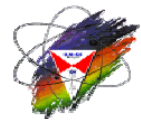


Figura 6.6 Gráfica para determinar la densidad de irrigación

$K = 5.6$ para $\varnothing \frac{1}{2}$ ", $K = 8.10$ para $\varnothing \frac{3}{4}$ "

De acuerdo a la **figura 6.6** el área posible de incendio es de 1600 ft² (148.64 m²).

Nro de Regaderas=1600/140=12 Regaderas

Cálculo del área crítica o hidráulicamente más exigente:

Se emplea la expresión $1.2\sqrt{A} \rightarrow 1.2\sqrt{1600} = 48$ ft²

Cálculo de regadera por línea:

$$48/12 = 4 \text{ Regaderas}$$

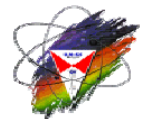
Se emplean 4 regaderas por línea y se calculan 16 Regaderas mostradas en la **figura 6.5** con una separación entre regaderas de 11.5 ft (3.50 m) e igual separación entre ramales.

REGADERA N° 1

Caudal, $Q = 0.18 \times 140 = 25.2$ gal/min = 1.59 l/s

Caudal de diseño, $Q = 27$ gal/min. = 1.70 l/s

Presión, $P = (Q/K)^2 = 27/5.6 = 23.25$ psi



REGADERA Nº 2

Caudal, $Q = K\sqrt{P} = 5.6\sqrt{24.66} = 27.81 \text{ gal/min} = 1.72 \text{ l/s}$

Caudal de Diseño, $Q = 28 \text{ gal/min.} = 1.77 \text{ l/s}$

TRAMO 2 – 3

Caudal $Q = 27 + 28 = 55 \text{ gal/min} = 3.46 \text{ l/s}$

REGADERA Nº 3

Caudal, $Q = K\sqrt{P} = 5.6\sqrt{26.98} = 29.08 \text{ gal/min} = 1.84 \text{ l/s}$

TRAMO 3 – 4

Caudal $Q = 55 + 29 = 84 \text{ gal/min} = 5.29 \text{ l/s}$

REGADERA Nº 4

Caudal, $Q = K\sqrt{P} = 5.6\sqrt{32.04} = 31.68 \text{ gal/min} = 1.99 \text{ l/s}$

Caudal de Diseño, $Q = 32 \text{ gal/min.} = 2.00 \text{ l/s}$

TRAMO 4 – 5

Caudal $Q = 32 + 84 = 116 \text{ gal/min} = 7.29 \text{ l/s}$

TRAMO 5 – 6

Caudal $Q = 32 + 84 = 116 \text{ gal/min} = 7.29 \text{ l/s}$

TRAMO 6 – 7

Caudal $Q = 116 + 116 = 232 \text{ gal/min.} = 14.64 \text{ l/s}$

TRAMO 7 – 8

Caudal $Q = 232 + 116 = 348 \text{ gal/min.} = 21.93 \text{ l/s}$

TRAMO 8 – 9

Caudal $Q = 348 + 116 = 464 \text{ gal/min} = 29.27 \text{ l/s}$

TRAMO 9 – 10

Caudal $Q = 348 + 116 = 464 \text{ gal/min} = 29.27 \text{ l/s}$

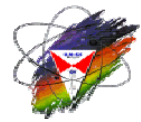
PUNTO O TRAMO [1]

Son los nudos a calcular.

CAUDAL [2]

Son los caudales calculados anteriormente, [2'] en gal/min., [2''] en l/s.

DIÁMETRO [3] (in, mm)



El diámetro será elegido de acuerdo a la **tabla 4.23**

VELOCIDAD [4] (m/s)

$$V = \frac{[2]}{\frac{\pi ([3'] \times 0.001)^2}{4}}$$

LONGITUD [5] (ft)

LONGITUD REAL [5']: Es la longitud real de la tubería.

LONGITUD EQUIVALENTE [5'']: Es la longitud que se aumenta en la tubería por la existencia de accesorios.

LONGITUD TOTAL [5''']: Es la suma de [5'] + [5'']

PERDIDA DE CARGA [6] (p.s.i. /ft)

$$j = 4.9 C \frac{[2']^{1.75}}{[3''']^{4.75}}$$

Donde:

C: es el coeficiente de fricción, 0.00031 para Fundido, 0.00023 para Galvanizado, 0.00018 para Acero, 0.00012 para Cobre.

Para nuestro ejemplo, C = 0.00018

PRESIONES [7]

DE VELOCIDAD [7'] (p.s.i.)

$$P_v = 0.001123 \frac{[2']^2}{[3''']^4}$$

PERDIDA POR FRICCIÓN [7''] (p.s.i.)

$P_f = [5'''] \times [6]$
DE ELEVACIÓN [7'''] (ft)

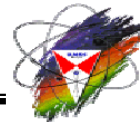
Es la elevación respecto del nivel ± 0.00

PÉRDIDA POR ELEVACIÓN [7'''''] (p.s.i.)

$P_e = 0.433 \times [7''']$
PRESIÓN FINAL [7'''''''] (p.s.i.)

$P_f = 23.25 + [7'] + [7''']$
PRESIÓN FINAL [7'''''''] (m)

$P_f = [7'''''''] \times 0.704088$



CAPITULO VII

INSTALACIONES DE GAS

7.1 INTRODUCCION

El uso de las tuberías de cobre en las instalaciones de gas doméstico y comercial, se ha generalizado por las ventajas que proporciona, tanto en la realización de la instalación como de su funcionamiento, además de que permite alternativas en el diseño al poder elegir entre tuberías de temple rígido y flexible.

Los tipos de tubería utilizados y que el reglamento indica son tuberías de cobre rígido y flexible tipo “L” y tuberías de cobre flexible tipo “Usos Generales”. La razón de utilizar tipos de tuberías que soportan presiones de trabajo mucho muy elevadas en instalaciones en donde la presión no rebasa los 27.94 gr./cm^2 es debido a la seguridad que se debe guardar con respecto a los posibles impactos a que están expuestas las líneas al diseñarse (también por reglamento) en forma visible.

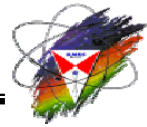
Las instalaciones de gas se pueden componer de varios tipos de redes:

- Líneas de servicio
- Líneas de llenado de tanques estacionario
- Líneas de retorno de vapor de las líneas de llenado

➤ Líneas de servicio

Las líneas de servicio se pueden clasificar de varias maneras por el tipo de recipientes fijos o portátiles, por la presión a la que conducen el gas, de baja presión o de alta presión (27.94 gr. /cm^2 o 15 Kg. /cm^2), por la capacidad de alimentación, ya sea unifamiliar o multifamiliar.

También se pueden clasificar por conducir gas L. P. o natural. Sin embargo, en cualquiera de estos casos las tuberías son de cobre y cumplen su cometido con eficiencia y seguridad. Los diámetros que normalmente se utilizan son de $3/8"$ a $3/4"$ tanto en temple rígido como flexible.



➤ Líneas de llenado

Las líneas de llenado cumplen una función específica cuando los tanques estacionarios quedan retirados de los auto tanques que los reabastecen, la presión a la que se trabaja en estas líneas es de 17.58 Kg. /cm²; por sus características especiales se describirán detalladamente en otro punto de este capítulo.

➤ Líneas de retorno de vapores

La línea de retorno de vapores tiene una función especial, desalojar los vapores o gases acumulados en la parte superior del tanque estacionario al momento de que se carga.

La densidad de éstos los hace prácticamente incompresibles por lo que su desalojo es recomendable en tanques estacionarios de gran capacidad con el objeto de aumentar su eficiencia.

7.2 DESARROLLO DE LA FÓRMULA DEL DR. POLE Y OBTENCIÓN DEL FACTOR “f” PARA TUBERÍAS DE COBRE

Fórmula del Dr. Pole

La fórmula del Dr. Pole, utilizada para el cálculo de la caída de presión en instalaciones de servicio de gas L. P. a baja presión, es la siguiente:

$$Q = K \cdot \sqrt{\frac{d^5 \cdot h}{S \cdot L}} \quad (1)$$

En la cual:

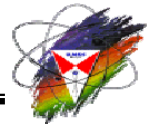
Q = Gasto (pies cúbicos de gas por hora) también G

K = Coeficiente de flujo

d = Diámetro interior de la tubería (pulgadas)

h = Caída de presión expresada (pulgadas de columna de agua)

S = Gravedad específica del gas (aire=1)



L = Longitud de tuberías (yardas)

Nota: El factor K corresponde a una tubería de hierro de aspereza promedio, tiene un valor de 1350.

Todos los cálculos se realizan con el sistema métrico decimal, el primer pasó para tener la fórmula en este sistema, será determinar K, por lo que realizaremos las operaciones convenientes considerando:

$$1 \text{ pie cúbico} = 0.0283 \text{ m}^3$$

$$1 \text{ pulgada de columna de agua} = 0.00254001 \text{ Kg. /cm}^2$$

$$0.91 \text{ metros} = 0.914401 \text{ m}$$

K' = Factor que sustituye a 1350 para uso de la fórmula con el sistema métrico decimal.

La fórmula queda de la siguiente forma:

$$Q = K' \cdot \sqrt{\frac{d^5 \cdot h}{S \cdot L}} \quad (2)$$

$$K' = K \cdot \frac{Q}{\sqrt{\frac{d^5 \cdot h}{S \cdot L}}} \quad (3)$$

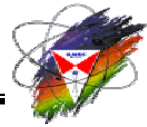
$$K' = K \cdot \frac{0.02831685}{\sqrt{\frac{105.724863 \cdot 0.0025401}{1 \cdot 0.914402}}}$$

$$K' = K \cdot \frac{0.02831685}{\sqrt{0.29.6806}}$$

$$K' = K \cdot 0.05227$$

$$K' = 1350 \cdot 0.05227 = 70.6$$

La Formula del Dr. POLE ha determinado el valor de K'= 70.7 por lo que la fórmula queda:



$$G = 70.7 \cdot \sqrt{\frac{d^5 \cdot h}{S \cdot L}} \quad (4)$$

Despejando para la caída de presión (h)

$$h = \frac{G^2}{70.7^2} \cdot \frac{S \cdot L}{d^5}$$

$$h = \frac{G^2 \cdot S \cdot L}{4,998.49 \cdot d^5}$$

Ya que $4,998.49 \approx 5,000$ y tomando $S=2$ del gas butano se tiene:

$$h = \frac{2 \cdot L \cdot G^2}{5,000 \cdot d^5} \quad (5)$$

7.2.1 Factor “f”

Los valores de G^2 y L son conocidos al plantear el problema, es decir el gasto máximo de aparatos en metros cúbicos por hora y la longitud de tubería en metros.

Los factores restantes, se agrupan para obtener el factor “f” como sigue:

$$f = \frac{2}{5,000 \cdot d^5} \quad (6)$$

El cual depende del diámetro de la tubería, por lo que la fórmula (5) queda:

$$H = G^2 \cdot L \cdot f \quad (7)$$

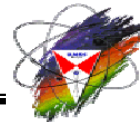
Como h se expresa en Kg. /cm² es conveniente afectarla de tal manera que H sea la caída de presión expresada en un porcentaje de L original

Si se tiene que la presión original en la salida del regulador de baja H^1 es de 0.02336 Kg. /cm². La división de H entre H^1 dará el porcentaje de disminución o aumento de ésta para lo que (6) se planteará de la siguiente manera:

$$f = \frac{2}{5,000 \cdot 0.0002636 \cdot d^5}$$

$$f = \frac{2}{1.318 \cdot d^5}$$

$$f = \frac{1.51745}{d^5} \quad (8)$$



A continuación se presentan los valores del factor “ f ” para los diferentes tipos de tuberías de cobre utilizados en conducción de gas.

Tabla 7.1

Factores “ f ” para tuberías de cobre tipo “L” rígido

D. N. (mm)	D. E. (mm)	D. I. (cm)	f según (8)	f según D. G. G.
10	12.700	1.0922	0.976	0.980
13	15.875	1.3843	0.298	0.297
19	22.225	1.9939	0.048	0.048
25	28.575	2.6035	0.0127	0.0127
32	34.925	3.2131	0.0044	0.0044
38	41.275	3.8227	0.00186	0.00186
51	53.975	5.0419	0.00046	0.00046

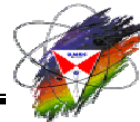
Factores “ f ” para tuberías de cobre tipo “L” flexible

D. N. (mm)	D. E. (mm)	D. I. (cm)	f según (8)	f según D. G. G.
6.350	9.525	0.8001	4.628	4.600
9.500	12.700	1.0922	0.976	0.970
12.700	15.875	1.384	0.299	
15.785	19.050	1.6916	0.109	
19.00	22.225	1.9939		

Factores “ f ” para tuberías de cobre tipo “Usos Generales” flexible

D. N. (mm)	D. E. (mm)	D. I. (cm)	f según (8)
6.350	6.350	0.4826	57.960
9.500	7.937	0.6311	15.157
15.785	15.875	1.4097	0.272
19.00	19.000	1.7222	0.100

Fuente : Instalaciones de gas Dr. Pole 2000



7.3 CONSUMO DE LOS APARATOS SEGÚN SU TIPO EN GAS L. P.

Cualquier quemador de tipo doméstico que opere con gas licuado de petróleo se diseñará para alcanzar una eficiencia óptima cuando la presión del gas a través del mezclador de aire sea de 27.94 gr. /cm².

Si esta presión es mayor o no se alcanza, el quemador consumirá deficientemente el gas inyectado, la flama se apagará por exceso o escasez de presión. La Dirección Nacional de Gas, tratando de evitar esto señala un valor para la presión al manejarse el gas en tuberías de servicio de baja presión y un máximo de tolerancia que es del 5% en exceso o en defecto. Este valor se determinó en 26.36 cm. columna de agua, por lo que la máxima será de 27.68 cm. y la mínima de 25.04cm.

El gasto por aparato se determinará por el calibre y cantidad de espreas de cada uno de ellos.

Ejemplo 1:

A modo de ejemplo, se anexan tres aparatos de uso común en los que se puede apreciar su consumo total, de acuerdo a las espreas que emplean:

- Una estufa con 4 quemadores y horno consume:

$$4QH = 0.062 \times 4 = 0.248 + 0.170$$

$$= 0.418 \text{ m}^3/\text{h}$$

- Estufa con 4 quemadores, horno y comal:

$$4QHC = 0.062 \times 4 = 0.248 + 0.062 + 0.170$$

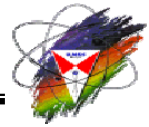
$$= 0.480 \text{ m}^3/\text{h}$$

- Estufa con 4 quemadores, horno, comal y rosticero:

$$4QHCR = 0.062 \times 4 = 0.248 + 0.062 + 0.170 + 0.170 = 0.650 \text{ m}^3/\text{h}$$

7.4 CÁLCULO DE DIÁMETROS Y CAÍDAS DE PRESIÓN

7.4.1 CÁLCULO PARA TUBERÍAS DE COBRE EN INSTALACIONES DE GAS L. P.; EN BAJA PRESIÓN.



➤ **Considerando la formula del Dr. Pole (7)**

$$H = G^2 \cdot L \cdot f$$

Siendo:

H = Caída de presión en % del original

G = Consumo de gas en m³/h

L = Longitud del tramo a calcular en m

f = Factor para los diferentes diámetros de tubería

El gasto y la longitud son datos conocidos, si la caída de presión se iguala a la unidad, se puede obtener un factor X e igualarlo al de las tuberías comerciales.

$$f = \frac{H}{G^2 \cdot L} \quad (9)$$

Según el diámetro comercial y con su factor real, se podrá obtener la caída de presión real de los tramos calculados.

Siguiendo el mismo criterio que en los cálculos hidráulicos, la suma de caídas de presión de los diferentes tramos se hará únicamente con respecto al mueble más desfavorable en la línea, o sea a la suma de los tramos que se involucren para llegar a este aparato.

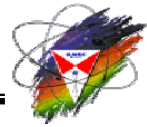
El gasto de los ramales estará dado por el número y consumo de los aparatos que abastezcan.

➤ **Consumos Típicos para el Cálculo de Diámetros de Tubería para Instalaciones de Gas L. P. y Gas Natural.**

Formula del Dr. Pole abreviada

$$\%H = G^2 \cdot L \cdot f$$

S = Gravedad específica del Propano = 1.53; Gas natural = 0.6; Aire = 1

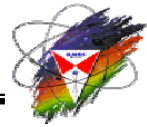


P = 27.40 kPa (27.94 gr. /cm²) Gas L. P.

Tabla 7.2 Consumos Típicos para el calculo de diámetros

APARATO	ESPREA GAS L. P.	CAL/H	BTU / H	GAS L. P. m ³ /h
ESTUFA DOMÉSTICA Comal o Quemador	70	1,379	5,473	0.062
Horno, Asador o Rosticero	56	3,782	15,008	0.170
4 QH		9,298	36,896	0.418
4 QHC		10,677	42,369	0.480
4 QHCA ó 4 QHCR		14,458	57,374	0.650
ESTUFA RESTAURANTE Quemador	66	1,913	7,591	0.086
Plancha o Asador	56	3,782	15,008	0.170
Horno	50	8,630	34,248	0.388
PARRILLA O CAFETERA	70	1,379	5,473	0.062
CONSERVADOR DE ALIMENTOS CALIENTES /Q	74	890	3,531	0.040
CALEFACTOR PARA : 120 m ³	64	2,269	9,003	0.102
240 m ³	56	3,782	15,008	0.170
360 m ³	52	7,073	28,069	0.318
CALENTADOR DE AGUA CON ALMACENAMIENTO Hasta 110 Lts.	54	5,316	21,096	0.239
Hasta 240 Lts.	47	10,655	42,280	0.479
INFRAROJO POR QUEMADOR	59	3,003	11,916	0.133
REFRIGERADOR DOMÉSTICO	79	369	1,465	0.0166
INCINERADOR	56	3,782	15,008	0.170
CALENTADOR DE AGUA AL PASO SENCILLO		20,686	82,089	0.930
AL PASO DOBLE		33,365	132,402	1.500
AL PASO TRIPLE		46,711	185,363	2.100
MECHERO BUNSEN		512	2,030	0.023
MÁQUINA TORTILLADORA		48,936	194,190	2.200

Fuente: Instalaciones de gas Dr. Pole 2000



Ejemplo 2:

Para hacer más comprensible el cálculo se anexan planos (planta e isométrico) de una casa habitación tipo, en la cual ha sido diseñada la instalación de gas apegándose al instructivo.

Los tramos se enumeran de la siguiente manera:

$\overline{AB}, \overline{BC}, \overline{CD}, \overline{BE}, \overline{EF}$

Los aparatos instalados son:

n Calentador de almacenamiento de 110 Lts., consume 0.239 m³/h

n Estufa de 4 quemadores y horno, consume 0.418 m³/h

Según (9) para el tramo AB o principal

$L = 3 \text{ m}$

$G = 0.239 + 0.418 = 0.657 \text{ m}^3/\text{h}$

$$f = \frac{1}{0.657^2 \cdot 3} = 0.772$$

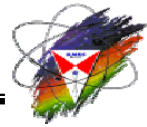
Con este valor y comparando con las tablas de los diferentes factores de tuberías de cobre, se observa que se puede utilizar tubería de cobre rígido de menos 3/8" de diámetro.

Sin embargo se propone utilizar una tubería de 3/8" cuyo factor es de 0.980. Con este valor se obtiene la caída de presión (H) según la fórmula (7)

$$H_{\overline{AB}} = 0.657^2 \cdot 3 \cdot 0.98$$

$$H_{\overline{AB}} = 1.269\%$$

El cálculo de los tramos siguientes se hará basándose en este diámetro. Sus diámetros serán igual o menores a éste. Para el tramo BC



$$H_{\overline{BC}} = 0.418^2 \cdot 2.7 \cdot 0.98$$

$$H_{\overline{BC}} = 0.462\% \quad (3/8" CRL)$$

Para el tramo CD:

$$H_{\overline{CD}} = 0.418^2 \cdot 1.5 \cdot 4.6$$

$$H_{\overline{CD}} = 1.205\% \quad (3/8" CRL)$$

Tramo BE:

$$H_{\overline{BE}} = 0.239^2 \cdot 0.3 \cdot 0.98$$

$$H_{\overline{BE}} = 0.016\% \quad (3/8" CRL)$$

Tramo EF:

$$H_{\overline{EF}} = 0.239^2 \cdot 0.5 \cdot 4.6$$

$$H_{\overline{EF}} = 0.131\% \quad (1/4" CFL)$$

La suma de los porcentajes de caída de presión se hará con respecto al mueble más desfavorable ya sea por longitud o por consumo, se consideran en este caso dos posibilidades por lo que los tramos AB, BE y EF, representará una opción y los tramos AB, BC y CD, la otra.

$$\overline{AB} = 1.296\%$$

$$\overline{CD} = 0.016\%$$

$$\overline{EF} = 0.131\%$$

$$1.416\% \text{ menor a } 5\%$$

Nota: conforme el factor aumenta, el diámetro disminuye.

La otra posibilidad sería:

$$\overline{AB} = 1.296\%$$

$$\overline{BC} = 0.462\%$$

$$\overline{CD} = 1.205\%$$

$$2.936\% \text{ menor a } 5\%$$

La 2ª posibilidad es la mayor de las dos, esto significa que tiene menores diámetros y es mucho menor a 5% por lo que los diámetros propuestos están bien calculados, pudiéndose inclusive reducir, solamente que en tuberías y sobre todo en conexiones de cobre no existen medidas comerciales más pequeñas.

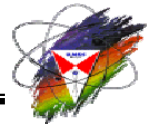
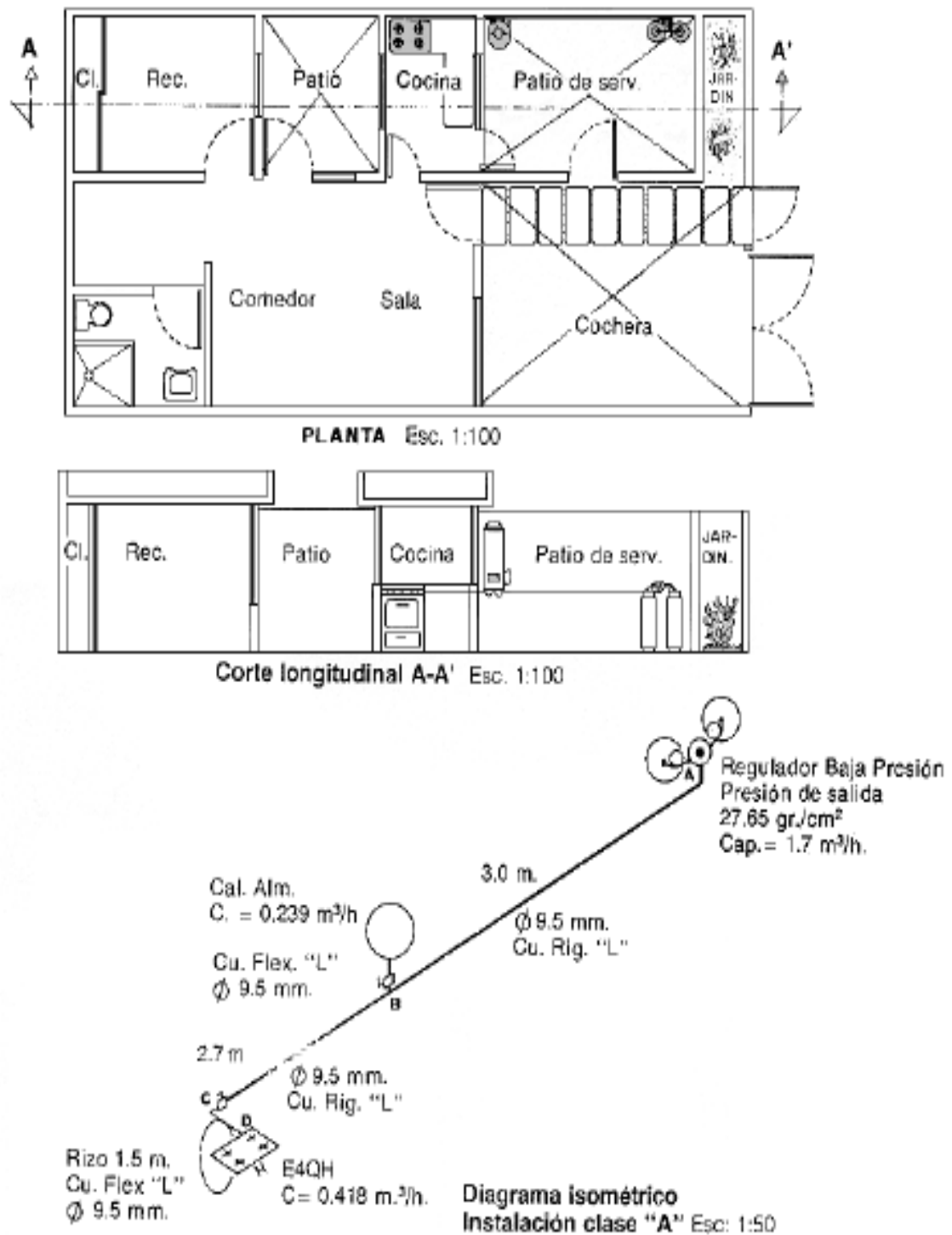
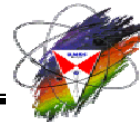


Fig. 7.1 Planos del ejemplo de cálculo de instalación de gas a baja presión.



Máxima caída de presión	
Tramo	%
A - B	1.269
B - C	0.462
C - D	1.205
Total	2.936



7.5 TUBERÍA DE LLENADO Y RETORNO DE VAPORES

Las tuberías de llenado y de retorno de vapores para recipientes fijos, deberán ser de cobre rígido de Norma para las presiones de trabajo correspondientes, cuando no estén expuestas a daños mecánicos.

7.5.1 TENDIDO Y LOCALIZACIÓN

a) Deberán instalarse por el exterior de las construcciones y ser visibles en todo su recorrido. No se considera oculto el tramo que solo atraviese un muro macizo. Si es hueco deberá ahogarse con concreto la parte de la tubería que se aloje en el muro.

b) Salvo que se les aisle apropiadamente, quedarán separadas 20 centímetros como mínimo de conductores eléctricos y de tuberías para usos industriales que conduzcan fluidos corrosivos o de alta temperatura y no cruzaran ambientes corrosivos.

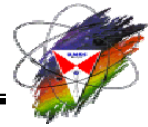
c) Las bocas de toma se situarán al exterior de las construcciones a una altura de 2.50 m o a una altura menor si se les aloja en una caja adecuada para evitar su manejo por personas extrañas al servicio. Se prohíbe localizarlas al nivel de la banqueta o a uno de inferior. La distancia mínima de la boca de toma a flama deberá ser de 3 m.

d) Siempre se preferirá, para el tendido de la tubería de llenado, que su bajada sea desde las fachadas de la construcción o las paredes laterales que no sean colindantes con otra propiedad. En los casos especiales donde esto no sea posible, el técnico responsable proyectará la solución y pedirá la aprobación de la Secretaria de Comercio. Si la solución implica el tender la bajada por cubos de luz o el recorrido por pasillos, se cumplirán los siguientes requisitos.

d.1) Se utilizará tubo de cobre rígido de norma para las presiones de trabajo correspondientes.

d.2) La boca de toma se situará al exterior de las construcciones en las condiciones del punto c). También podrá localizarse en cubos de luz si éste tiene comunicación permanente a la calle y siguiendo el criterio expresado en el inciso b) de la regla 2 de este capítulo.

d.3) Se prohíbe el recorrido por pasillos destinados exclusivamente al tránsito de personas, si no están suficientemente ventilados en forma permanente en ambos extremos.



e) La instalación de la tubería de retorno de vapor será optativa a juicio del técnico responsable.

7.5.2 SE OMITIRÁN LAS TUBERÍAS DE LLENADO

Siempre que la manguera, en toda su extensión quede a la vista de las dos personas que lleven a cabo la maniobra, en los siguientes casos:

a) Cuando el recipiente a llenar esté localizado en un sitio de acceso directo para el vehículo suministrador.

b) Cuando el recipiente no esté en un sitio de acceso directo para el vehículo suministrador, pero se puede llegar a él con la manguera sin añadirle tramos adicionales, siempre que todo el tendido de la manguera se haga a la intemperie o cruzando en longitud no mayor de 12 m, lugares tales como cocheras no subterráneas o abajo de cobertizos, o por pasillos o lugares similares y que en cualquiera de estos casos se encuentre a la intemperie en ambos extremos. No se permitirá recorrer con manguera pasillos cubiertos que estén destinados exclusivamente al tránsito de personas.

c) Que estando el recipiente localizado en azotea se cumplan las siguientes condiciones:

c1) Que la azotea tenga una altura no mayor a 7 m sobre el nivel del piso.

C2) Que el sitio de ubicación del tanque sea accesible y alejado del paño frontal de la construcción no más de 10 m.

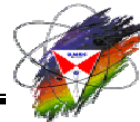
C3) Que el lugar de paso de la manguera esté libre de obstáculos y que de existir cables de alta tensión, anuncios eléctricos o flamas de cualquier naturaleza, la distancia a que se encuentren elimine la posibilidad de riesgo anormal.

C5) Que el tendido de la manguera desde el auto tanque hasta el paño de la construcción se haga sobre el piso.

7.5.3 LAS TUBERÍAS DE LLENADO DE LÍQUIDO

Deberán contar con los siguientes accesorios:

a) Válvula de control manual para una presión de trabajo de 28 Kg. /cm², inmediatamente después del acoplador con cuerda ACME al recipiente.



- b)** En la boca de toma, una válvula de acción manual para una presión de trabajo de 28 Kg. /cm² y una válvula automática de no retroceso, sencilla o doble, con cuerda ACME para recibir acoplador.
- c)** Válvula de seguridad localizada entre las dos válvulas de cierre manual, en la zona más alta de esta tubería, cuyo ajuste de apertura deberá ser de 17.58 kg/cm².
- d)** Tubería de purga, controlada con válvula de control manual, que terminará hasta sobresalir en un lugar bien ventilado y orientada en forma tal que sean mínimos los riesgos por el gas purgado.

7.5.4 LAS TUBERÍAS DE LLENADO DEBERÁN OSTENTAR

El color rojo cuando estén destinadas a conducir gas L. P. en estado líquido y amarillo las que se utilicen para el retorno de vapores, La Dirección Nacional de Gas podrá autorizar el uso de otros colores, si lo justifican razones de estética y no hay posibilidad de confusiones.

7.5.5 LAS TUBERÍAS DE RETORNO DE VAPOR

Deberán estar dotadas de los siguientes accesorios:

- a)** Inmediatamente después del acoplador, dotado de opresor con cuerda ACME al recipiente, una válvula de cierre a mano de presión de trabajo de 28 Kg./cm².
- b)** En la boca de la toma una válvula de cierre a mano para una presión de trabajo de 28 Kg. /cm² y una válvula automática combinada de excesos de flujo y de no retroceso.

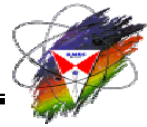
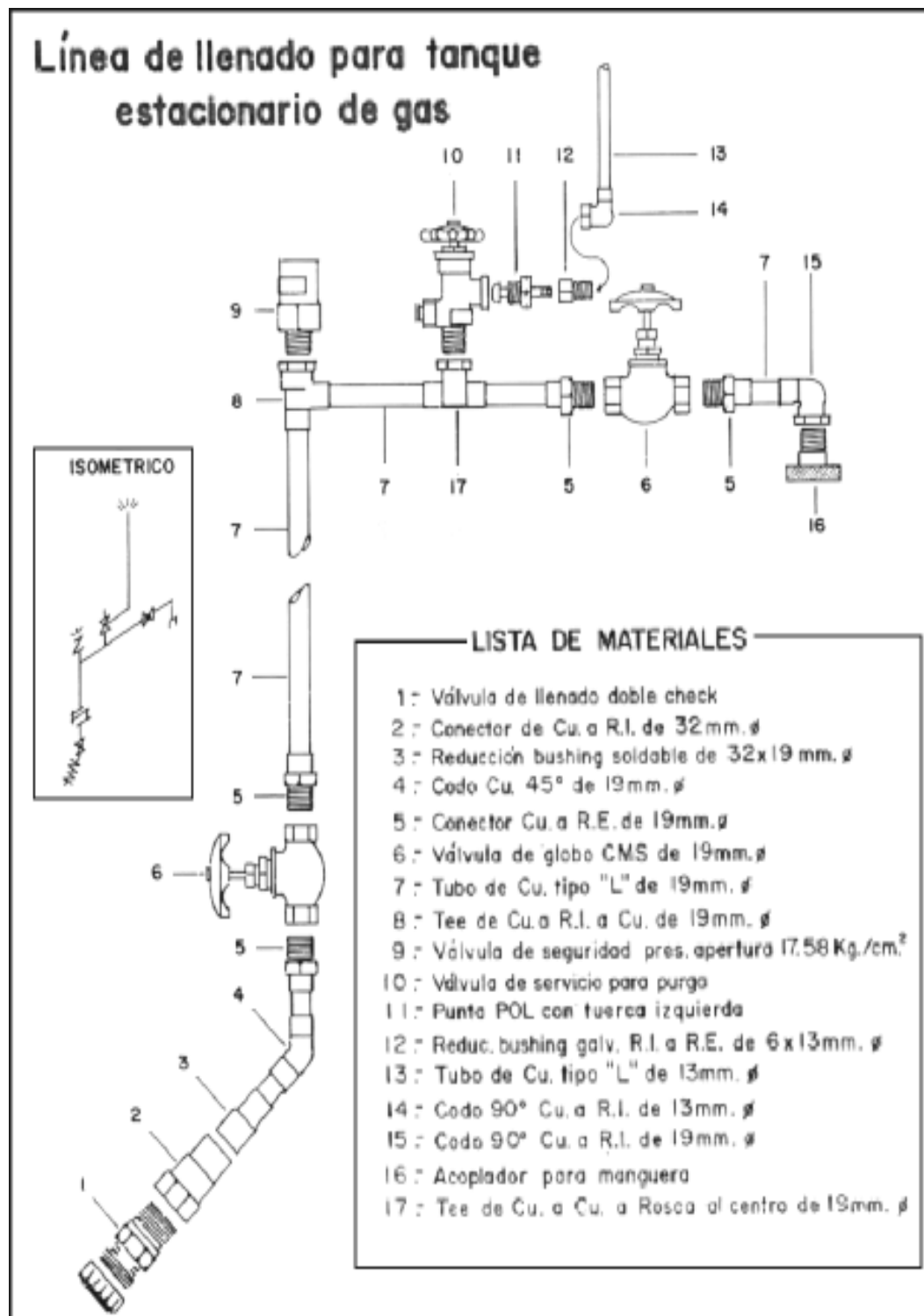


Fig. 7.2. Línea de llenado para tanque estacionario de gas.



Fuente: Instalaciones de gas Dr. Pole

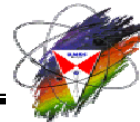
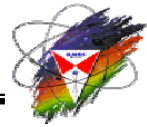


Tabla 7.3 Caídas de presión para tubería de cobre de temple rígido “L” (CR-L) y temple flexible (CF)

Aparato de consumo	Gasto Gas L.P.	Gasto Gas natural	Tipo de tubería	% de caída de presión por metro lineal de tubería			
				φ para gas L. P.			
	m ³ /h	m ³ /h		9.5 mm	12.7 mm	19.1 mm	25.4 mm
Parrilla 2 Q	0.124	0.340	CR- L CF	0.015 0.070			
Incinerador	0.170	0.442	CR- L CF	0.028 0.133	0.009 0.028		
Cafetera	0.186	0.490	CR- L CF	0.033 0.159	0.010 0.033		
Cal. Alm. 100 Lts	0.239	0.621	CR- L CF	0.056 0.262	0.017 0.055	0.003	
Calef. 360	0.318	0.836	CR- L CF	0.099 0.465	0.030 0.098	0.005	
Estufa 4 QH	0.418	1.086	CR- L CF	0.172 0.805	0.052 0.170	0.008	
Cal. Alm. Doble	0.480	1.250	CR- L CF	0.225 1.058	0.068 0.223	0.011	
Estufa 4QHC	0.480	1.250	CR- L CF	0.225 1.058	0.068 0.223	0.011	
Estufa 4QHCA ó 4QHCR	0.650	1.690	CR- L CF	0.415 1.946	0.126 0.410	0.020	
Estufa 4QH+Cal	0.657	1.712	CR- L CF	0.423 1.987	0.128 0.419	0.021	0.005
E. Rest 4QHP	0.902	2.370	CR- L CF	0.797 3.742	0.241 0.790	0.039	0.010
Cal. Paso Sencillo	0.930	2.445	CR- L CF	0.848 3.979	0.257 0.839	0.042	0.011



Aparato de consumo	Gasto Gas L. P. m³/h	Gasto Gas natural m³/h	Tipo de tubería	% de caída de presión por metro lineal de tubería			
				φ para gas natural			
				9.5 mm	12.7 mm	19.1 mm	25.4 mm
Parrilla 2 Q	0.124	0.340	CR- L CF	0.053 0.247	0.016 0.052		
Incinerador	0.170	0.442	CR- L CF	0.090 0.418	0.027 0.088		
Cafetera	0.186	0.490	CR- L CF	0.110 0.513	0.033 0.108	0.005	
Cal. Alm. 100 Lts	0.239	0.621	CR- L CF	0.177 0.825	0.053 0.174	0.008	
Calef. 360	0.318	0.836	CR- L CF	0.322 1.495	0.097 0.316	0.015	
Estufa 4 QH	0.418	1.086	CR- L CF	0.543 2.523	0.164 0.533	0.026	
Cal. Alm. Doble	0.480	1.250	CR- L CF	0.720 3.344	0.217 0.706	0.035	
Estufa 4QHC	0.480	1.250	CR- L CF	0.720 3.344	0.217 0.706	0.035	
Estufa 4QHCA ó 4QHCR	0.650	1.690	CR- L CF	1.316 6.112	0.397 1.290	0.064	0.016
Estufa 4QH+Cal	0.657	1.712	CR- L CF	1.351	0.407 1.325	0.066	0.017
E. Rest 4QHP	0.902	2.370	CR- L CF	2.589	0.780 2.539	0.126	0.033
Cal. Paso Sencillo	0.930	2.445	CR- L CF	2.756	0.831 2.702	0.134	0.035

Tabla 7.4 Factores de Tuberías = F

mm	pulg	Galv.	CR-L	CF
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	

Fuente: Instalaciones de gas Dr. Pole

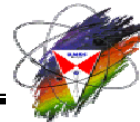
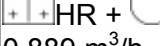
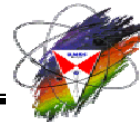
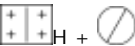



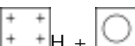

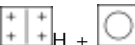

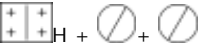






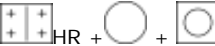


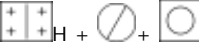


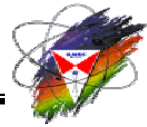




Tabla 7.5 Tablas para el cálculo de caída de presión en tuberías que conducen gas
L. P.

Aparato	Tubería	% de caída de presión en cada metro lineal de tubería			
de consumo	Material	9.5 mm	12.7 mm	19.1 mm	25.4 mm
Incinerador  0.170 m ³ /h	CR-L CF GALV.	0.028 0.133	0.009 0.028 0.004		
Cal. Alim. 110 Lts  0.239 m ³ /h	CR-L CF GALV.	0.056 0.262	0.017 0.055 0.009	0.003 0.002	
Calefactor 360  0.318 m ³ /h	CR-L CF GALV.	0.099 0.465	0.030 0.098 0.016	0.005 0.004	
Estufa 4QH  0.418 m ³ /h	CR-L CF GALV.	0.172 0.805	0.052 0.170 0.027	0.008 0.007	
E4QHC ó CA2  0.480 m ³ /h	CR-L CF GALV.	0.225 1.058	0.068 0.223 0.035	0.011 0.010	
E4QHCR  0.650 m ³ /h	CR-L CF GALV.	0.415 1.946	0.126 0.410 0.065	0.020 0.018	
E4QH + CA  0.657 m ³ /h	CR-L CF GALV.	0.423 1.987	0.128 0.419 0.067	0.021 0.018	0.005 0.005
E4QHC + CA  0.719 m ³ /h	CR-L CF GALV.	0.507 2.378	0.154 0.501 0.080	0.025 0.022	0.007 0.006
E4QHCR + CA  0.889 m ³ /h	CR-L CF GALV.	0.790 0.397	0.239 0.782 0.124	0.038 0.033	0.010 0.009
E Rest. 4QHP  0.902 m ³ /h	CR-L CF GALV.	0.797 3.742 0.401	0.241 0.790 0.125	0.039 0.034	0.010 0.009
Cal. de paso  0.930 m ³ /h	CR-L CF GALV.	0.848 3.979	0.257 0.839 0.133	0.042 0.036	0.011 0.010



Aparato	Tubería	% de caída de presión en cada metro lineal de tubería			
		9.5	12.7	19.1	25.4
de consumo	Material	mm	mm	mm	mm
E4QHC+CA2	CR-L	0.903	0.273	0.044	0.011
 H + 	CF	0.454	0.893	0.038	0.011
0.960 m ³ /h	GALV.		0.141		
E4QHCR + CA2	CR-L	1.251	0.379	0.061	0.016
 HR + 	CF	5.874	1.238	0.053	0.015
1.130 m ³ /h	GALV.	0.629	0.196		
E4QH + Cal. de paso	CR-L	1.780	0.540	0.087	0.023
 H + 	CF	0.895	1.762	0.076	0.021
1.348 m ³ /h	GALV.		0.280		
E4QHC + CP	CR-L	1.948	0.590	0.095	0.025
 H + 	CF		1.928	0.083	0.024
1.410 m ³ /h	GALV.		0.306		
E4QHC + CA2 + CA2	CR-L	2.032	0.615	0.099	0.026
 H +  + 	CF	1.022	2.011	0.087	0.025
1.440 m ³ /h	GALV.		0.319		
CP Doble	CR-L	2.205	0.053	0.108	0.029
	CF		2.163	0.095	0.027
1.500 m ³ /h	GALV.		0.347		
E4QHC + CA + CP	CR-L	2.665	0.808	0.131	0.033
 H +  + 	CF		2.637	0.114	0.033
1.649 m ³ /h	GALV.		0.419		
E4QHCR + CA + CP	CR-L	2.896	0.878	0.142	0.038
 HR +  + 	CF		2.866	0.124	0.033
1.719 m ³ /h	GALV.		0.453		
E4QHC + CA2 + CP	CR-L	3.881	1.176	0.190	0.030
 H +  + 	CF		3.041	0.166	0.048
1.990 m ³ /h	GALV.		0.610		



CP Triple  2.100 m ³ /h	CR-L	4.322	1.310	0.212	0.056
	CF		4.278	0.185	0.053
	GALV.		0.679		
Tortilladora  2.200 m ³ /h	CR-L	4.743	1.437	0.232	0.061
	CF		4.695	0.395	0.113
	GALV.		0.745		

Fuente: Instalaciones de gas Dr. Pole

7.6 DE LOS APARATOS DE CONSUMO

a) La presión de gas en los orificios de salida de las espreas de los aparatos domésticos será de 26.36 gr. /cm² con una tolerancia máxima de 5%. Esta presión se denominará Baja Presión Regulada. Los cálculos de caída de presión para las instalaciones de las clases A, B y D, se regirán por la fórmula del Dr. Pole ; en las instalaciones de las clases C y F podrán utilizarse otras que deberán especificarse en el reporte.

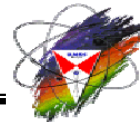
b) La presión del gas en los orificios de salida de las espreas de los aparatos comerciales o industriales será la adecuada, según las especificaciones de diseño y de fabricación de los quema-dores, autorizados por la Secretaría de Comercio

c) El gasto por aparato se determinará, siempre que sea posible, directamente por las especificaciones señaladas por el fabricante o bien basándose en el calibre de la esprea.

Consumo de propano en esperas

Condiciones:

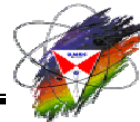
- M3/h a nivel del mar
- Propano = 88,268 BTU/m³ = 22,244 Kcal./m³.
- Presión en la espera = 27.40 kPa = 27.94 gr. /cm² gas L. P.
- S = 1.54 gas L. P.; 1 = aire


Tabla 7.6 Consumo de propano en espreas

Esprea	m³/h	Esprea	m³/h
0.008	0.0050	72	0.049
0.009	0.0065	71	0.053
0.010	0.0079	70	0.062
0.011	0.0095	69	0.067
0.012	0.0113	68	0.076
80	0.0143	67	0.081
79	0.0166	66	0.086
78	0.020	65	0.097
77	0.026	64	0.102
76	0.031	63	0.108
75	0.035	62	0.114
74	0.040	61	0.120
	0.045	60	0.126

Consumo de propano en esperas
(Continuación)

Esprea	m³/h	Esprea	m³/h
59	0.133	38	0.811
58	0.139	37	0.851
57	0.150	36	0.895
56	0.170	35	0.954
55	0.213	34	0.973
54	0.239	33	1.013
53	0.279	32	1.061
52	0.318	31	1.135
51	0.354	30	1.301
50	0.388	29	1.462
49	0.420	28	1.552
48	0.456	27	1.636
47	0.479	26	1.716
46	0.517	25	1.772
45	0.530	24	1.834
44	0.582	23	1.885
43	0.624	22	1.950
42	0.690	21	2.004
41	0.727	20	2.055
40	0.756	19	2.190
39	0.781	18	2.263



Fuente: Instalaciones de gas Dr. Pole

➤ **Además de las válvulas de control que se instalen para comodidad de los usuarios, serán obligatorias las siguientes:**

a) Una llave de corte con maneral de cierre a mano, antes de cada aparato de consumo, instalada en la tubería rígida. Cuando la totalidad de la instalación sea de cobre flexible, se podrá instalar la llave de paso en la tubería flexible, debiendo quedar firmemente sujeta al muro con abrazaderas o grapas a ambos lados de la llave.

Tratándose de aparatos de consumo permanentemente fijos tales como hornos empotrados, calentadores de agua, cocinas integrales, etc., también se podrá instalar la llave de corte en la tubería flexible sin engrapar si el tramo de ésta tiene una longitud no mayor a 50 centímetros. Cuando las condiciones de instalación y aparatos no permitan la colocación de una llave de corte accesible para cada aparato, se instalarán una o más llaves de corte mediante la cual o las cuales se cuente con el medio para controlar la totalidad de los aparatos.

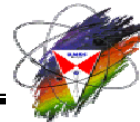
b) En locales comerciales o industriales, una válvula de cierre general, de acción manual, localizada bien visible, en el interior, en sitio libre y de fácil acceso. Cuando no sea posible cumplir estos requisitos de localización en el interior, se colocará al exterior en las condiciones señaladas. Pero en este caso se proveerá el medio adecuado para evitar que manejen la válvula personas ajenas al servicio del usuario.

c) Cuando los aparatos de consumo sean de uso colectivo (escuelas, laboratorios, sanatorios, etc.) se instalará una válvula general de cierre a mano en un lugar adecuado, bien visible y de fácil acceso, para que sea operada exclusivamente por personal docente o administrativo.

d) En las instalaciones domésticas múltiples abastecidas por tanque fijo en que no se usen medidores deberá instalarse una válvula de cierre manual en lugar accesible en un punto antes de la entrada individual de la tubería a cada departamento o casa.

➤ **Todo aparato de consumo se localizará en forma tal que fácil acceso al mismo y a sus llaves de control.**

a) Cuando los aparatos sean instalados en el interior de las construcciones, el sitio elegido para localizarlos deberá permitir una ventilación satisfactoria, que impida que



el ambiente se vicie con los gases de combustión y sin corrientes de aire excesivas que puedan apagar los pilotos quemadores.

Cuando los aparatos de consumo se instalen en recintos cerrados (closets, nichos, cuarto de máquinas, etc.), será obligatorio instalar chimenea o tiro directo hasta el exterior para desalojar los gases de la combustión, así como proveer el medio adecuado para permitir la entrada permanente de aire del exterior en cantidad suficiente para que el funcionamiento del quemador sea eficiente.

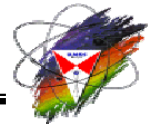
➤ **Se prohíbe instalar calentadores de agua en cuartos de baño, recámaras dormitorios; la localización de estos aparatos deberá llenar los siguientes requisitos:**

a) Preferiblemente se instalarán a la intemperie o en sitios al aire libre, permanentemente ventilados, con soportes adecuados que impidan esfuerzos a las tuberías de agua y de gas. Debiendo observarse para su instalación, las recomendaciones del fabricante que no se opongan a este instructivo.

b) Si se instalan en lugares cerrados (cocinas, closets, nichos interiores, cuartos de lavado o planchado, etc.), será obligatorio instalar tiro o chimenea que desaloje libremente los gases de combustión. Estos tiros deberán tener un diámetro no menor al de la salida del difusor (el cual no deberá ser removido del propio aparato), y deberán tener pendiente ascendente en toda su trayectoria hacia la salida. En caso de que varios calentadores desalojen a una chimenea, ésta deberá tener el diámetro adecuado para su funcionamiento satisfactorio.

c) Cuando la instalación de agua esté alimentada por tinacos elevados, los calentadores de almacenamiento deberán estar provistos de jarro de aire cuyo extremo final rebase el borde superior del tinaco ; o bien de válvulas de relevo de presión si se trata de un sistema cerrado de tubería de agua. En este último caso, si el calentador queda localizado a la intemperie, debe vigilarse que el escape de la válvula quede orientado hacia donde no represente peligro ; si el calentador queda instalado en el interior de la construcción, debe vigilarse que la válvula de presión esté dotada de tubería que desaloje agua y vapor a la intemperie.

➤ **La localización de los calefactores deberá reunir los siguientes requisitos :**



- a)** Los que se instalen en recámaras y dormitorios deberán ser de “tipo venti-lado”, cuyo diseño permita desalojar al exterior los gases de combustión.
- b)** Los movibles se conectarán a la tubería fija con rizo de cobre flexible de 1.20 a 1.50 m de longitud. Podrán conectarse con la manguera adecuada para conducir gas L. P. en estado de vapor, cuya longitud no sea mayor de 1.5 m.
 - Tratándose de estufas domésticas no fijas, será obligatoria la instalación de un rizo de tubo de cobre flexible cuya longitud mínima será de 1.5 m.
 - Si las condiciones de la habitación de tipo popular hacen indispensable que la estufa tipo doméstico se instale en recámara, será obligatorio proveer ventilas permanentes abiertas hacia el exterior a nivel del piso y a nivel superior al de la cubierta de la estufa.
 - En las instalaciones de aparatos de consumo se atenderán las instrucciones del fabricante que no se opongan a este instructivo y en defecto de ellas, se adoptarán las medidas de seguridad que aconseje la técnica aceptada como buena para estos trabajos, a juicio del técnico responsable.

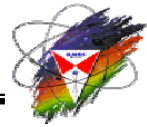
7.7 FACTORES DEL COSTO DE UNA INSTALACIÓN DE GAS

La sencillez de los diferentes sistemas de unión: por soldadura capilar para tuberías rígidas; compresión y abocinado a 45°, para tuberías flexibles, elimina el uso de costosas y pesadas herramientas a la vez que ahorra tiempo de instalación con mayor rendimiento de mano de obra.

Las longitudes de los rollos y tramos rectos, permiten el ahorro de conexiones además de que pueden librarse en líneas ocultas distancias reglamentarias sin ningún ensamble.

La natural formación de la capa de óxido de cobre, que con el tiempo se convierte en carbonato básico de cobre (pátina) ; le da una extremada resistencia a la corrosión y por consiguiente un mayor tiempo de servicio eficiente.

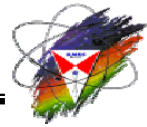
Para construcciones en serie realizadas sobre prototipos, es decir, de modelos repetitivos las tuberías de cobre son las más indicadas para prefabricar la red de servicio, que por su ligereza en el manejo y transpor-tación resulta económico.



7.8 SIMBOLOGÍA PARA PLANOS DE INSTALACIONES DE GAS

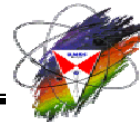
Tabla 7.7 SIMBOLOGÍA PARA PLANOS DE INSTALACIONES DE GAS

Tanque Fijo 	Equipo portátil 	Rizo
Tubería oculta 	Regulador baja 	Regulador alta
Parrilla quemadores 	4 Estufa 4 quemadores 	Estufa quemadores 4 y
Horno 	Calentador almacenamiento menor 110 Lts. S/A 	Calentador almacenamiento mayor 100 Lts S/A
Calentador triple al paso 	Calefactor 	Vaporera o baño maría
Tortilladora doble 	Quemador bunsen 	Caldera quemador atmosférico con
Vaporizador 	Válvula de globo 	Válvula de ángulo
Válvula de 3 vías 	Válvula de 3 usos 	Llave de paso
Manómetro 	Filtro 	Ventilador
Omega 	Medidor de vapor 	Tubería Visible
Parrilla quemador 	1 Parrilla quemadores 	2 Parrilla quemadores
		3 Parrilla quemadores



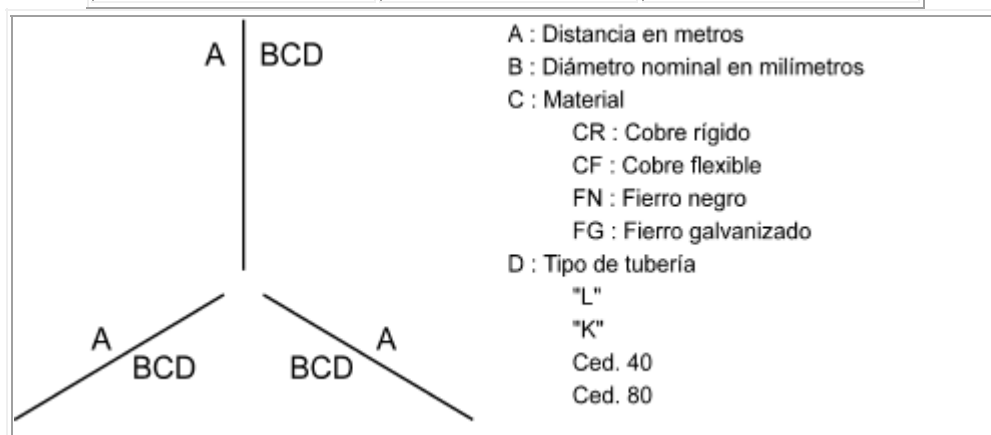
Estufa quemadores rosticero 	4 Estufa y quemadores horno comal 	4 Estufa quemadores horno rosticero y comal
Calentador almacenamiento automático 	Calentador de agua al paso 	Calentador doble al paso
Cafetera 	Incinerador 	Tortilladora sencilla
Horno industrial con quemador atmosférico 	Aparato industrial con quemador aire - gas 	Quemador
Válvula de seguridad de relevo de presión 	Retorno automático 	Válvula de aguja
Reducción 	Medidor venturi 	Medidor de orificio
Bomba 	Compresora 	Extintor

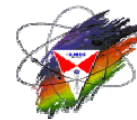
Hidrate 	Llovizna contra incendio 	Ánodo
Llave de cuadro 	Llave de cuadro con orejas 	Válvula macho lubricada
Válvula de no retroceso sencilla 	Válvula de exceso de flujo 	Válvula de corte automática y manual



Unión bridada	Tuerca unión	Punta taponada

Tierra	Conexión abocinada	Conexión pol
Válvula bridada	Válvula solenoide	Válvula de cierre rápido
Válvula de retroceso doble	Unión soldada	Unión roscada
Conexión ACME	Válvula de 4 pasos	





CAPITULO VIII

SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA CON TANQUE SUBTERRANEO Y BOMBA HIDRONEUMATICO



8.1 DETERMINACION DE LOS CAUDALES DE BOMBEO

❖ DETERMINACION DE LA DEMANDA

Determinar la demanda, es estimar mediante la aplicación de un método óptimo el consumo promedio diario y el consumo máximo probable de agua de una red.

❖ IMPORTANCIA DE LA DETERMINACION DE LA DEMANDA

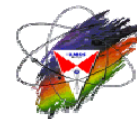
La determinación de la demanda es muy importante debido a que a partir de .esta se establece la capacidad o Tamar de todas las partes del sistema de suministro de agua. La trata de cambio en la demanda es obviamente inconveniente para el diseño del sistema adecuado a las necesidades de la edificación, .esta puede llegar a aumentar desde un mínimo (DEMANDA MINIMA) hasta un máximo (DEMANDA MAXIMA) en un corto tiempo.

Motivado a esto se hace necesario la aplicación de métodos de estimación de la demanda, que den resultados acordes con la realidad de consumo del área o instalación(es).

❖ CONSUMO SEGUN EL PROPOSITO

Los diversos propósitos para los cuales el agua es usada se pueden clasificar en domésticos, industriales-comerciales, públicos y contra incendio. El conocimiento de estos es necesario para la efectiva dotación de la(s) edificación(es). Por ejemplo, los usos industriales, son muy variables y algunas veces tan prolongados como los domésticos.

❖ METODOS PARA LA DETERMINACION DEL CONSUMO



Existen entre muchos otros, cuatro (4) métodos principales para la determinación del consumo de agua, los cuales se listan a continuación:

- 8.1.1 METODO DE DOTACIONES (NORMA SANITARIA).
- 8.1.2 METODO DEL NUMERO TOTAL DE PIEZAS SERVIDAS.
- 8.1.3 METODO DE HUNTER (NUMERO DE UNIDADES DE GASTOS).NORMA (SANITARIA).

A continuación se explican cada uno de ellos, según las normas oficiales.

8.1.1 METODO DE DOTACIONES (NORMA SANITARIA)

Este método puede ser usado en diversos tipos de edificaciones y se basa en la estimación de consumo en veinticuatro (24) horas de la red, DOTACION, el resultado se multiplica por un factor K para estimar el Pico Máximo Probable que ocurrirá. En la red.

La fórmula N 1 siguiente da el Caudal Medio de Consumo en litros por segundo (lps) y tomándose en cuenta el factor K, da el Caudal Máximo Probable.

$$Qd = \frac{DOTACION * K}{86.400} = LPS \quad (1)$$

Donde:

Dotación: Es la cantidad de lpd correspondiente.

K: Es un factor que según proyecciones de variación en la demanda en redes, se recomienda estimarse de 8 a 10 según:

Dotación

Menor a 50.000 lpd K = 10

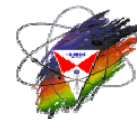
Entre 50.001 y 100.000 lpd K = 9

Más de 100.001 lpd K = 8

8.1.2 METODO DEL NÚMERO TOTAL DE PIEZAS SERVIDAS O METODO DE PEERLES

Este método esta basado en registros estadísticos de instalaciones similares, fundados a su vez en estimaciones del consumo aproximado en periodos de consumo máximo.

Para usar esta tabla, debe tenerse el número exacto de todas las piezas sanitarias a las cuales servirá el sistema de suministro de agua. Según la edificación varia el valor de K , el resultado de multiplicar ambos valores indicar. El caudal de bombeo en GPM, el cual lógicamente al ser dividido entre 60 lo indicara. En lps. Matemáticamente lo anterior se expresa según la fórmula siguiente:



$$Q_d = PZ * K = GPM \quad (2)$$

8.1.3 METODO DE HUNTER (NUMERO DE UNIDADES DE GASTOS). NORMA (SANITARIA).

La norma oficial indica este método para el cálculo de la demanda máxima probable, para el cálculo de Picos Máximos en redes de aguas negras y dimensionamiento de las tuberías de la red. Es de hacer notar que su uso se justifica solo en esos casos y poder. Ser usado, en cálculo de Picos probables de aguas blancas, sólo en el caso donde predominen piezas sanitarias de fluxometro.

Para edificaciones de uso residencial, este método tiende a dar valores del 150% o más de los obtenidos por los dos métodos anteriores.

Según este método, a cada pieza sanitaria se le asigna, de acuerdo con su uso y tipo, un número, el cual es llamado NUMERO DE UNIDADES DE GASTOS.

PROCEDIMIENTO A SEGUIR EN ESTE METODO:

- Elabore un diagrama de la tubería de distribución del sistema.
- Por cada tramo especifique el número y tipo de piezas a servir por el mismo.
- Multiplicar los totales de piezas sanitarias de igual tipo, por su correspondiente número de unidades de gastos.
- Con el número total de unidades de gastos que sirve la red, se busca la capacidad del sistema (lps).

8.2 DETERMINACION DE LAS CARGAS

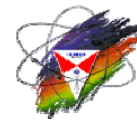
GENERALIDADES

Para poder entrar en el cálculo de cargas de una red de distribución, primero veremos algunas teorías y ecuaciones fundamentales de la hidráulica.

8.2.1 ECUACION DE CONTINUIDAD.

La ecuación de continuidad es una consecuencia del PRINCIPIO DE CONSERVACION DE LA MASA, el cual expresa que:

Para un flujo permanente, la masa de fluido que atraviesa cualquier sección de un conducto por unidad de tiempo (**figura Nº 8.1**) es constante y se calcula como sigue:



$$w_1 \cdot A_1 \cdot V_1 = w_2 \cdot A_2 \cdot V_2 = w_3 \cdot A_3 \cdot V_3 \text{ (kg/seg)} \quad (4)$$

Para fluidos incompresibles se tiene que el peso específico $w_1 = w_2 = w_3$, y por lo tanto, la ecuación se transforma en:

$$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2 = A_3 \cdot V_3 \text{ (m}^3\text{/seg.)} \quad (5)$$

Lo que nos da para tuberías circulares:

$$Q = A \cdot V = \pi \cdot D^2 \cdot V \quad (6)$$

Q = Caudal (m³/seg.)

A = Área de la sección transversal del tubo (m²)

D = Diámetro interno del tubo (m)

V = Velocidad media de la corriente (m/seg.).

8.2.2 ECUACION GENERAL DE LA ENERGIA

❖ TEOREMA DE BERNOULLI

El teorema de Bernoulli es una forma de expresión de la aplicación de la energía al flujo de fluidos en tubería. La energía total en un punto cualquiera por encima de un plano horizontal arbitrario, fijado como referencia, es igual a la suma de la altura geométrica (Energía Potencial), la altura debida a la presión (Energía de Presión) y la altura debida a la velocidad (Energía Cinética), es decir:

$$H = Z + \frac{P}{w} + \frac{V^2}{2g} \quad (7)$$

Donde:

H = Energía total en un punto

Z = Energía Potencial

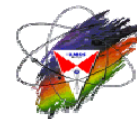
$\frac{P}{w}$ = Energía de presión

w = Peso Especifico del agua = 1000 kg/m³

$\frac{V^2}{2g}$ = Energía Cinética

g = Aceleración de la gravedad = 10 m/seg²

Debido a que existen perdidas y/o incrementos de energía, estos se deben incluir en la ecuación de Bernoulli.



Escribirse, considerando las pérdidas por razonamiento (h_f) de la siguiente manera:

$$Z_1 + \frac{P_1}{w} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{w} + \frac{V_2^2}{2g} + h_f \quad (8)$$

8.2.3 TIPOS DE FLUJOS

Existen dos tipos de flujos dentro de una tubería:

Flujo Laminar: Es aquel en que sus partículas se deslizan unas sobre otras en forma de láminas, formando un perfil de velocidades simétrico y en forma de parábola.

Flujo Turbulento: Es aquel cuyas partículas se deslizan en forma desordenada.

En ambos casos la velocidad en el perfil de velocidades, varía de una máxima (en la zona central) a una mínima (en la zona de contacto con las paredes del tubo).

Osborne Reynolds: Dedujo que el régimen de flujo en tuberías depende de los cuatro factores siguientes:

Diámetro de la tubería ($D=m$)

- Densidad del fluido ($\rho = \text{grs. /cm}^3$)

- Viscosidad (absoluta (μ) en centipoise o cinemática (ν) en $\text{m}^2/\text{seg.}$)

- Velocidad del flujo ($V=\text{m/seg.}$).

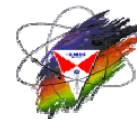
Combinando estos cuatro valores Reynolds obtuvo la ecuación siguiente:

$$Re = \frac{D \cdot V \cdot \rho}{\mu} = \frac{D \cdot V}{\nu} \quad (9)$$

8.3 FRICCION EN TUBERIAS

En esta sección se tratarán las pérdidas de energía que sufre un fluido, en su trayectoria dentro de una tubería debido a la fricción de este con las paredes de la misma, así como también, las pérdidas causadas por los cambios de dirección, contracciones y expansiones a todo lo largo de una red de distribución.

La pérdida de energía de un fluido dentro de una tubería, se expresa como pérdida de presión o pérdida de carga en el mismo.



El coeficiente de rugosidad "C" varía según el tipo de tubería a utilizar y los valores son los más aceptados comúnmente en cálculo y diseño.

Determinado el valor porcentual de fricción, nos interesa además conocer el valor de la velocidad del agua, esto lo determinaremos despejando "V" de la ecuación N° 5, la cual nos queda realizando los cambios convenientes, como:

$$V = \frac{Q \text{ (l/min)}}{4,7124 * \emptyset \text{ " (cm)}} = \text{(m/seg)}$$

Ya que este valor nos debe servir para determinar si la tubería esta dentro de un rango lógico de selección y que para la misma es siempre recomendable, que el mínimo caudal pasante no alcance valores inferiores a 0,60 m/seg., para evitar la sedimentación, ni que superen, los 3 m/seg., para evitar ruidos en la tubería.

En la norma boliviana de agua se presentan la pérdidas por fricción (en m, por cada 100 m de tubería), calculada según la norma utilizando un coeficiente de rugosidad C = 100.

8.3.1 PERDIDAS DE PRESION EN VALVULAS Y CONEXIONES

Cuando un fluido se desplaza uniformemente por una tubería recta, larga y de diámetro Constante, la configuración del flujo indicada por la distribución de la velocidad sobre el diámetro de la tubería adopta una forma característica. Cualquier obstáculo en la tubería cambia la dirección de la corriente en forma total o parcial, altera la configuración característica de flujo y ocasiona turbulencia, causando una perdida de energía mayor de la que normalmente se produce en un flujo por una tubería recta.

Ya que las válvulas y accesorios en una línea de tubería alteran la configuración de flujo, producen una pérdida de presión adicional la cual se puede determinar por:

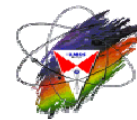
$$h_f = \frac{K * V^2}{2 * g} \quad (10)$$

Donde:

h_f = Caída de presión (m)

K = Coeficiente de resistencia según el tipo específico de válvula o conexión.

Los diferentes valores del coeficiente de resistencia (K) para los distintos diámetros de válvulas y conexiones se ven en las figuras desde la 8.3 hasta la 8.8.



En aquellas edificaciones consideradas como comunes, en las cuales se tienen 1 o 2 montantes, las perdidas por fricción podrán ser consideradas como el 10 % de la altura del edificio mas 5 o 7 metros para cubrir las perdidas en la tubería horizontal al final del tramo.

8.3.2 PRESIONES RESIDUALES

La presión residual, es aquella presión óptima, la cual debe vencer el sistema de bombeo para poder mandar el agua hasta un punto deseado, el cual es considerado hidráulicamente como el más desfavorable.

8.4 CARGA O ALTURA DINAMICA TOTAL DE BOMBEO (A.D.T.)

La Altura Dinámica Total de bombeo representa todos los obstáculos que tendrá que vencer un líquido impulsado por una maquina (expresados en metros de columna del mismo) para poder llegar hasta el punto específico considerado como la toma más desfavorable.

La expresan para el cálculo de A.D.T. proviene de la ecuación de BERNOULLI y es como sigue:

$$ADT = h + \sum hf + \frac{V''}{2 \cdot g} + hr \quad (11)$$

Donde:

h = Altura geométrica entre el nivel inferior y el superior del líquido.

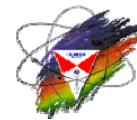
$\sum hf$ = La sumatoria de todas las perdidas (tanto en tubería recta como en accesorios) que sufre el fluido entre el nivel de succión y el de descarga.

$\frac{V''}{2 \cdot g}$ = Energía cinética o presión dinámica.

hr = Es la presión residual que debe vencer la bomba cuando el fluido llegue a su destino o punto mas desfavorable.

8.4.1 CALCULO DE A.D.T.

La expresión de la ecuación la A.D.T. se ve modificada en función de la configuración de la red y del tipo de succión positiva o negativa (si el nivel del líquido se encuentra por encima o por debajo respectivamente del eje de la bomba) a la cual estar sometida la bomba. En las **figuras N°8.3 y 8.4** se muestran ambos casos. En la medida de lo posible es conveniente colocar la bomba con succión positiva, ya que así se mantiene la misma llena de fluido, a la vez que se le disminuye el A.D.T., debido a la presión adicional agregada por la altura del líquido.



Para mayor comprensión en el cálculo del A.D.T. a continuación se presentan tres casos (entre otros conocidos), cada uno con sus respectivos análisis, figura y expresión de la ecuación del A.D.T.

CASO 1:

La **figura N° 8.5** representa una succión negativa, donde se indica claramente los tramos de succión y descarga con sus respectivos accesorios. Se tendrá entonces en la tubería de succión una caída de presión por efecto del roce que se denotar h_{fs} , una velocidad V_s , una altura de succión h_s y un diámetro de succión D_s . En la descarga se tendrá un h_{fd} , una velocidad de descarga V_d , una altura de descarga h_d y un diámetro de descarga D_d al cual se considera como el inmediato superior al de la succión. Para este primer caso y considerando cada tramo por separado la ecuación para la Altura Dinámica Total queda de la siguiente forma:

$$ADT = (h_d + h_s) + h_{fs} + h_{fd} + V_d^2/2g + h_{rs} + h_{rd} \quad (11.1)$$

En este caso al encontrarse ambos tanques abiertos a la atmósfera las presiones h_{rs} y h_{rd} se anulan.

CASO 2:

La **figura N° 8.7** representa dos tanques, uno inferior y otro superior los cuales se encuentran sellados y poseen una presión residual h_{rs} y h_{rd} . En la ecuación de ADT la presión h_{rd} tiene que sumarse mientras que la presión h_{rs} debe restarse por ser energía adicional que va a tener el sistema y que va ayudar al trabajo de bombeo. La ecuación del ADT resultante es:

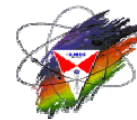
$$ADT = (h_d + h_s) + h_{fs} + h_{fd} + V_d^2/2g + h_{rs} - h_{rd} \quad (11.2)$$

Si solamente se tiene el tanque superior a presión y el inferior abierto a la atmósfera, de la ecuación anterior se elimina h_{rs} , si en cambio es el superior abierto a la atmósfera y el inferior cerrado y presurizado de la ecuación se elimina el termino h_{rd} .

CASO 3:

La **figura N° 8.7** representa una succión positiva, la altura geométrica que la bomba debe vencer en este caso es menor, para este caso el ADT ser:

$$ADT = (h_d - h_s) + h_{fs} + h_{fd} + V_d^2/2g \quad (11.3)$$



Al encontrarse ambos tanques abiertos a la atmósfera, las presiones residuales hrs y hrd se eliminan. Si en cambio el tanque de descarga se mantiene con una determinada presión, a la ecuación anterior se le suma el valor de hrd y si además el tanque de succión se mantiene también presurizado, a la misma ecuación se le restara hrs.

8.5 DIMENSIONAMIENTO DE SISTEMAS DE BOMBEO DE AGUAS BLANCAS

8.5.1 SISTEMA DE BOMBEO DE TANQUE A TANQUE

Este sistema consiste por ejemplo en un tanque elevado en la azotea del edificio; con una altura que permita la presión de agua establecida según las normas sobre la pieza más desfavorable.

Desde el tanque elevado se hace descender una tubería vertical de la cual surgir para cada piso, una ramificación a los apartamentos correspondientes al mismo, dándose de esta forma el suministro por gravedad. Este sistema requiere del estudio de las presiones de cada piso, asegurándose con este que las mismas no sobrepasen los valores adecuados.

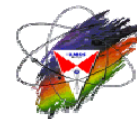
La planta baja de la edificación consta de un **tanque, el cual puede ser superficial, semi - subterráneo o sub.-terráneo** y en el que se almacenara el agua que llega del abastecimiento público. Desde este tanque un número de bombas establecido, conectadas en paralelo impulsaran el agua al tanque elevado.

Todo lo descrito anteriormente se ilustra en la **figura N° 8.8**.

CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL CÁLCULO

El calculo del sistema de bombeo de tanque a tanque requiere de dos pasos previos, del calculo de la dotación diaria (y caudal de bombeo) y de la carga dinámica total de bombeo, los cuales se explican en los puntos **8.1 y 8.2** respectivamente de este tema. Sin embargo se hace necesaria la coordinación de algunos parámetros, los cuales se explican en los párrafos siguientes:

Cuando fuere necesario emplear una combinación de tanque bajo, bomba de elevación y estanque elevado, debido a presión insuficiente en el acueducto público, y/o a interrupciones de servicio frecuentes, el volumen utilizable del estanque bajo no será menor de las dos terceras (2/3) partes de la dotación diaria y el volumen utilizable del estanque elevado no será menor de la tercera (1/3) parte de dicha dotación.



La tubería de aducción desde el abastecimiento público hasta los estanques de almacenamiento, deberá calcularse para suministrar el consumo total diario de la edificación en un tiempo no mayor de cuatro (4) horas, teniendo como base la presión de suministro, diámetro y recorrido de la aducción.

La tubería de bombeo entre un estanque bajo y el elevado deberá ser independiente de la tubería de distribución, calculándose el diámetro para que pueda llenar el estanque elevado en un máximo de dos (2) horas, previendo en esta que la velocidad esta comprendida entre 0.60 y 3.00 m/seg.

Los diámetros de la tubería de impulsión de las bombas se determinaran en función del gasto de bombeo.

En la tubería de impulsión e inmediatamente después de la bomba, deberán instalarse una válvula de retención y una llave de compuerta.

En el caso de que la tubería de succión no trabaje bajo carga (succión negativa), deberá instalarse una válvula de pie en su extremo, para prevenir el descebado de las bombas.

La capacidad del sistema de bombeo deberá ser diseñado de manera tal, que permita el llenar el estanque elevado en un tiempo no mayor de dos (2) horas.

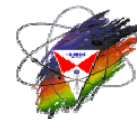
Siendo la Altura Dinámica Total de bombeo ADT la resultante de la sumatoria de:

a.- Diferencia de cotas entre el sitio de colocación de la válvula de pie y la cota superior del agua en el tanque elevado.

b.- Las fricciones ocurridas en la succión de la bomba, descarga de la misma y montante hasta el tanque elevado.

c.- Presión residual a la descarga del tanque elevado (± 2.00 a 4.00 m.)

Nota: La selección de los equipos de bombeo deberá hacerse en base a las curvas características de los mismos y de acuerdo a las condiciones del sistema de distribución.



DIMENSIONAMIENTO DE LAS BOMBAS Y MOTORES

La potencia de la bomba podrá calcularse por la formula siguiente:

$$HP = \frac{Q \text{ (lps)} * H \text{ (metros)}}{75 * n \text{ (\%)} / 100} \quad (12)$$

Donde:

HP = Potencia de la bomba en caballos de fuerza.

Q = Capacidad de la bomba en litros por segundo.

ADT = Carga total de la bomba.

n = Eficiencia de la bomba, que a los efectos del calculo teórico se estima en 60%.

Los motores eléctricos que accionan las bombas deberán tener, según las normas oficiales vigentes, una potencia normal según las formulas siguientes:

$$HP \text{ (motor)} = 1,3 * HP \text{ (bomba)} \text{ para motores trifásicos} \quad (13)$$

$$HP \text{ (motor)} = 1,5 * HP \text{ (bomba)} \text{ para motores monofásicos} \quad (14)$$

8.5.2 SISTEMAS HIDRONEUMATICOS DE USO DOMESTICO

En el cálculo para sistemas hidroneumáticos de uso domestico (vivienda unifamiliar) la estimación de la demanda se hará de acuerdo ha la formula presentada a continuación:

$$Qd = (Np) * 0.83 = (Lpm) \quad (15)$$

Donde:

Qd = Caudal de demanda en litros por minuto.

Np = Numero de piezas o aparatos sanitarios servidos.

Esta formula abarca un rango de cinco (5) hasta un máximo de treinta (30) piezas, puesto que las viviendas unifamiliares con mas de treinta piezas son casos atípicos.

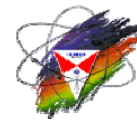
Para este tipo de sistema es permitido el uso de una sola unidad de bombeo.

8.5.3 SISTEMA HIDRONEUMATICO INDUSTRIAL

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Los sistemas hidroneumáticos se basan en el principio de compresibilidad o elasticidad del aire cuando es sometido a presión.

El sistema, el cual se representa en la **figura N° 8.10**, funciona como se explica a continuación:



El agua que es suministrada desde el acueducto publico u otra fuente, es retenida en un tanque de almacenamiento; de donde, a través de un sistema de bombas, será impulsada a un recipiente a presión (de dimensiones y características calculadas en función de la red), y que posee volúmenes variables de agua y aire. Cuando el agua entra al recipiente aumenta el nivel de agua, se comprime el aire y aumenta la presión, cuando se llega a un nivel de agua y presión determinados, se produce la señal de parada de la bomba y el tanque queda en la capacidad de abastecer la red, cuando los niveles de presión bajan, a los mínimos preestablecidos, se acciona el mando de encendido de la bomba nuevamente.

PRESIONES DE OPERACION DEL SISTEMA HIDRONEUMATICO

➤ PRESION MINIMA

La presión mínima de operación P_{min} del cilindro en el sistema hidroneumático deberá ser tal que garantice en todo momento, la presión requerida (presión residual) en la toma más desfavorable y podrá ser determinada por la formula siguiente:

$$P_{min} = h + \sum hf + \frac{V''}{2 \cdot g} + h_r \quad (16)$$

Donde:

h = Altura geométrica entre el nivel inferior y el nivel superior del liquido.

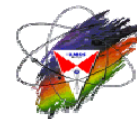
$\sum hf$ = La sumatoria de todas las perdidas (tanto en tubería recta como accesorios) que sufre el fluido desde la descarga del tanque hasta la toma más desfavorable.

$\frac{V''}{2 \cdot g}$ = Energía Cinética o presión dinámica.

h_r = Presión residual.

➤ PRESION DIFERENCIAL Y MAXIMA

En la norma se recomienda que la presión diferencial, no sea inferior a 14 metros de columna de agua. Sin embargo, no fija un limite máximo que se pueda utilizar, por lo que hay que tener en cuenta que al aumentar el diferencial de presión, aumenta la relación de eficiencia del cilindro considerablemente y por lo tanto reduce en tamaño final del mismo; pero aumentar demasiado el diferencial puede ocasionar inconvenientes, pequeños, tales como un mayor espesor de la lamina del tanque, elevando así su costo y obligando a la utilización de bombas de mayor potencia para vencer la presión máxima, o graves, tales



como fugas en las piezas sanitarias y acortamiento de su vida útil. La elección de la Presión Máxima se prefiere dejar al criterio del proyectista.

➤ **DIMENSIONAMIENTO DE LAS BOMBAS Y MOTORES**

La primera consideración al seleccionar el tamaño de las bombas, es el hecho de que deben ser capaces por si solas de abastecer la demanda máxima dentro de los rangos de presiones y caudales, existiendo siempre una bomba adicional para alternancia con la (s) otra (s) y para cubrir entre todas, por lo menos el 140 % de la demanda máxima probable.

➤ **NUMERO DE BOMBAS Y CAUDAL DE BOMBEO**

Como ya fue mencionado, solo es permitido el uso de una bomba en el caso de viviendas unifamiliares; en cualquier otro tipo de edificaciones deben seleccionarse dos o más unidades de bombeo.

Ya que se debe dejar una unidad de bombeo de reserva para la alternancia y para confrontar caudales de demanda súper-pico, se deberá usar el siguiente criterio:

La suma total de los caudales de las unidades de bombeo utilizados no será nunca menor del 140 % del caudal máximo probable calculado en la red. Presenta el criterio anteriormente expuesto.

➤ **POTENCIA REQUERIDA POR LA BOMBA Y EL MOTOR**

La potencia de la bomba para un sistema hidroneumático podrá calcularse por la misma formula N°12, la cual se repite en esta sección, utilizada en el cálculo del sistema de tanque a tanque:

$$HP = \frac{Q \text{ (lps)} * H \text{ (metros)}}{75 * n \text{ (\%)} / 100} \quad (12)$$

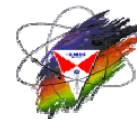
Las bombas deben seleccionarse para trabajar contra una carga por lo menos igual a la presión máxima en el tanque hidroneumático.

La potencia del motor eléctrico que accione la bomba será calculada según las mismas consideraciones utilizadas en el cálculo de los sistemas de tanque a tanque, las cuales se reproducen aquí:

$$HP \text{ (motor)} = 1,3 * HP \text{ (bomba)} \text{ para motores trifásicos} \quad (13)$$

$$HP \text{ (motor)} = 1,5 * HP \text{ (bomba)} \text{ para motores monofásicos.} \quad (14)$$

DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE A PRESION



El dimensionamiento del tanque a presión, se efectúa tomando como parámetros de cálculo el caudal de bombeo (Q_b), los ciclos por hora (U), y las presiones de operación, el procedimiento es resumido en cuatro pasos, cada uno con su respectiva formula:

a. - Determinación del tipo de ciclo de bombeo (T_c).

Representa el tiempo transcurrido entre dos arranques consecutivos de las bombas, y se expresa como sigue:

$$T_c = \frac{1 \text{ hora}}{U} \quad (17)$$

Donde:

U = Número de ciclos por hora.

b.- Determinación del volumen útil del tanque (V_u).

Es el volumen utilizable del volumen total del tanque y representa la cantidad de agua a suministrar entre la presión máxima y la presión mínima.

$$V_u = \frac{T_c * Q (\text{bombeo})}{4} \quad (18)$$

c. - Calculo del porcentaje del volumen útil (% V_u)

Representa la relación entre el volumen utilizable y el volumen total del tanque y se podrá calcular a través de la siguiente ecuación:

$$\% V_u = 90 * \frac{(P_{\max} - P_{\min})}{P_{\max}} \quad (19)$$

Donde:

P_{\max} = Es la presión máxima del sistema

P_{\min} = Es la presión mínima del sistema

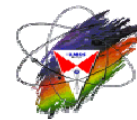
Nota: Tanto la P_{\max} como la P_{\min} serán dados como presiones absolutas.

d.- Calculo del volumen del tanque (V_t).

$$V_t = \frac{V_u}{\%V_u/100} \quad (20)$$

CALCULO DEL COMPRESOR

Siendo la función del compresor la de reemplazar el aire que se pierde por absorción del agua y por posibles fugas, su tamaño es generalmente pequeño. Debe vencer una presión superior a la máxima del sistema, y su capacidad no pasa de pocos pies cúbicos de aire por minuto. En efecto, el agua tiene una capacidad de disolver a 15 °C y a 14,696 psi (10,34 m



de columna de agua) 21,28 dm» de aire por cada metro cúbico (1m») de agua, suponiendo que esta agua no tuviera ninguna materia en solución.

En los tanques de capacidad, iguales o mayores a 320 galones., es preferible usar para la recarga del aire un compresor del tipo convencional, de capacidad y presión adecuada para el sistema, movidos por un motor eléctrico mandado por un sistema de control, el cual normalmente funciona mediante un sistema de combinación entre presión y nivel de agua, de manera que se pueda controlar el trabajo del compresor.

8.5.4 SISTEMAS DE COMPRESION CONSTANTE

Son aquellos sistemas de bombeo en donde se suministra agua a una red de consumo, mediante unidades de bombeo que trabajan directamente contra una red cerrada.

Los sistemas de bombeo a presión constante se clasifican en dos grupos principales, a saber:

- a) Sistema de bombeo contra red cerrada a velocidad fija.
- b) Sistema de bombeo contra red cerrada a velocidad variable.

A continuación se explican ambos sistemas:

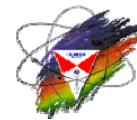
a) SISTEMA DE BOMBEO CONTRA RED CERRADA A VELOCIDAD FIJA

Son aquellos sistemas en donde dos o más bombas trabajan en paralelo a igual velocidad del motor para cubrir demandas de consumo instantáneo de la red servida. Un nombre más apropiado para estos sistemas seria el de **SISTEMAS DE BOMBEO CONTINUO A VELOCIDAD FIJA.**

A pesar de lo anteriormente expuesto, estos sistemas se convierten en **SISTEMAS DE PRESION CONSTANTE** con el uso de válvulas reguladoras, que son usadas cuando en la red se requiere en verdad, una presión uniforme. En estos sistemas el funcionamiento aditivo de las bombas se efectúa mediante los diferentes métodos de registrar la demanda en la red; lo cual sirve además para clasificarlos.

➤ SISTEMAS CON SENSOR DE PRESION

En estos sistemas el funcionamiento aditivo de las unidades de bombeo se acciona por señales recibidas de sensores de presión colocados en la red servida que encienden y apagan las bombas.



➤ **SISTEMAS CON SENSOR DIFERENCIAL DE PRESION**

Estos tipos de sistemas incorporan una placa de orificio, tubo venturi, inserto corto o cualquier otro medidor de caudal que acciona un presostato diferencial para lograr un funcionamiento aditivo de las bombas.

b) SISTEMAS DE BOMBEO CONTRA RED CERRADA A VELOCIDAD VARIABLE

Son aquellos sistemas en los cuales la unidad de bombeo varía su velocidad de funcionamiento en razón al caudal de demanda de la red, mediante el cambio de velocidad en el impulsor de la bomba que se logra de diferentes formas, las cuales sirven a su vez para clasificarlos en:

➤ **VARIADORES DE VELOCIDAD POR MEDIO DE MOTORES DE INDUCCION**

El motor es el denominado Tipo Escobillas y en se usa un sensor de presión y/o caudal con un traductor que hace que el voltaje varíe en los secundarios y por ende varíe la velocidad de funcionamiento.

➤ **VARIADORES DE VELOCIDAD POR MEDIO DE MOTO-VARIADORES ELECTRICOS**

En este tipo de sistemas se usa un variador electromagnético que consta generalmente de un motor de tipo jaula de ardilla, que mueve un electroimán que es excitado por una corriente secundaria de una intensidad proporcional a la presión y/o caudal registrados en la red que arrastra o no, a mayor o menor velocidad el lado accionado, donde generalmente se encuentra la unidad de bombeo.

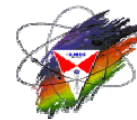
➤ **VARIADORES DE VELOCIDAD POR MEDIO DE MOTO-VARIADORES HIDRAULICOS**

Este consta generalmente, de un motor de tipo jaula de ardilla, que acciona un acoplamiento hidráulico, en donde un mecanismo hidráulico mecánico regula la velocidad de salida, (accionamiento de la bomba) en forma proporcional a la presión de la red, por medio de la cantidad de fluido que suministra el acople hidráulico.

8.5.5 SISTEMA DE BOMBEO PACOMONITOR

DESCRIPCION GENERAL

El sistema de bombeo PACOMONITOR puede definirse como un SISTEMA DE BOMBEO A VELOCIDAD FIJA CONTRA RED CERRADA de dos o más bombas funcionando en paralelo; las cuales encienden y apagan a fluctuaciones de demanda en la red.



FUNCIONAMIENTO DE LA VALVULA SENSORA PACOMONITOR

El sensor de flujo PACOMONITOR se puede describir como algo similar en apariencia a una válvula de retención horizontal de construcción robusta que funciona con contrapeso exterior, lo que hace que no exista en el ningún elemento sujeto a fatiga de material. Tanto el orificio como la forma hidrodinámica de la compuerta y el contrapeso esta diseñado y calibrado cuidadosamente para hacer que el conjunto se comporte como un medidor mecánico de energía cinética del flujo, la compuerta y el contrapeso adoptan un ángulo predeterminado para cada valor del caudal pasante. En síntesis, el sensor PACOMONITOR puede definirse como un medidor dinámico de caudal. Las **figuras 8.11 a la 8.14**, muestran las diferentes vistas de dicha válvula.

a. - En condición de no flujo la compuerta cubre completamente el orificio de la válvula y en esta situación la compuerta y el contrapeso se encuentra en perfecto equilibrio.

b. - Al existir un consumo (flujo) en la red, la compuerta se abre por la acción dinámica, (por la acción del agua contra ella), pero a la vez el brazo y el contrapeso se alejan de su punto de reposo inicial y se establece una fuerza que equilibra la compuerta en ángulos dados para cada consumo pasante.

Según lo anteriormente descrito, se observa que la medición se efectúa por una relación mecánica de fuerza y palanca sumamente eficaz y sencilla que a la vez es muy exacta en su funcionamiento.

DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA PACOMONITOR

En el dimensionamiento de todo sistema de bombeo para red se deben conocer ciertos datos, sin los cuales, se puede caer en sub o sobredimensionamiento del mismo.

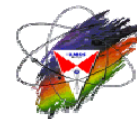
En el diseño del sistema PACOMONITOR se recomienda seguir los pasos siguientes:

a) DETERMINACION DE LOS CAUDALES

En la determinación del caudal máximo probable de bombeo se puede usar cualquiera de los métodos explicados en el sub titulo 8.1

DETERMINACION DEL CAUDAL MINIMO

En todos los casos el caudal mínimo de demanda de una red, depende del tamaño y uso al cual se destina la misma; el consumo mínimo, en muchos casos determinara la vialidad o no



del uso de bombas piloto que contribuirán a disminuir más el consumo eléctrico en este tipo de equipos.

b) DETERMINACION DE LAS PRESIONES DE OPERACION Y CARGA DINAMICA TOTAL (CDT) EN LA RED

Las presiones en la red se calcularán según los pasos y consideraciones explicadas en el sub título 2 de este manual.

CAUDAL DE LAS BOMBAS

En un sistema PACOMONITOR las unidades de bombeo se dividen en principales y pilotos, y el sistema consta de unidades según lo prevea el proyecto.

Las bombas principales pueden ser de dos a cuatro y deben estar seleccionadas para que funcionando en paralelo cubran por lo menos el 100 % del caudal de la demanda.

POTENCIA DE LAS BOMBAS Y MOTORES

La potencia de las bombas, será calculada por la siguiente formula:

$$BHP = \frac{Q * H}{75 * n} \quad (21)$$

Donde:

Q = Caudal de bombeo (LPS).

H = A.D.T. de bombeo (m).

75 = Constante de unidades.

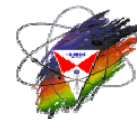
n = Rendimiento de la bomba (normalmente se asume 0.60 = 60% cuando no se conoce dicho valor).

BPH = Potencia al freno de la bomba (CV).

CONSIDERACIONES IMPORTANTES

a. - En todo caso, la potencia del motor debe ser el resultado del calculo efectuado en el rendimiento real indicado en la curva seleccionada y siempre debe garantizar que no exista sobrecarga en el mismo cuando la unidad trabaja contra el 85 % de la carga de diseño.

b. - Las unidades de bombeo deben ser seleccionadas en forma tal que la presión de cierre no este nunca por encima de los 15 metros de la C.D.T. máxima de diseño en equipos de



hasta 100 PSI de presión de trabajo y de 20 mts en equipos de 101 o más PSI, esto para evitar sobre-presiones indeseables en la red.

c. - En caso de que los valores resultantes de las presiones de cierre de las bombas superen estos límites, se debe prever una válvula de alivio con recirculación al suministro.

DIMENSIONAMIENTO DE LA TUBERIA Y DEL SENSOR PACOMONITOR

Las tuberías serán seleccionadas con diámetros tales que la velocidad del caudal máximo probable en ellas se encuentre comprendida entre 1 y 3 m/seg.

DIMENSIONAMIENTO DE LA VALVULA DE SOBREPRESION

Cuando las unidades de bombeo piloto o de servicio seleccionadas tienen una presión de cierre superior a las mínimas preestablecidas o se requiere una presión estable, se hace necesario retornar al tanque el caudal excedente con el fin de mantener la presión en la red dentro de los límites permisibles. Esto se logra por medio de una válvula de alivio y una tubería de retorno al tanque.

El caudal de retorno al tanque de almacenamiento será igual al producido por la unidad en turno de servicio o piloto, a la máxima presión admitida por la red.

Se debe acotar que la recirculación al tanque se usa solo cuando hay presión excesiva en la red y no se están utilizando estaciones reguladoras de presión en la red.

ENFRIAMIENTO DE LA CARCASA

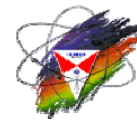
Las unidades de bombeo piloto o aquellas que están en turno de servicio con caudales de consumo de la red cercanos a cero, sufren recalentamiento en la carcasa que podrán ser perjudiciales para estas.

Por eso se hace necesario recircular al tanque una pequeña cantidad de agua que sirva para el enfriamiento de la carcasa. Por lo tanto se preverá una recirculación de forma tal que se garantice el retorno al tanque de aproximadamente 60 GPM (3,785 lts/seg.) por cada HP aplicado a la unidad de bombeo.

Esto se logra en varias formas:

a. - Si la presión de cierre de la bomba piloto lo permite, se colocara una válvula de alivio graduada en forma tal que permita la recirculación al tanque, del caudal antes mencionado.

b. - Si las curvas de las bombas son muy planas y no permiten el accionamiento de una válvula de alivio, pueden usarse sensores de temperatura que comanden una válvula de solenoide que permita la recirculación al tanque del caudal antes mencionado.



c. - Si la construcción de la bomba es tal que no permite la colocación de termostatos y/o su funcionamiento de forma eficiente, se colocara una recirculación constante y se regulara por dos llaves tipo globo. Esta última solución es la más práctica y recomendable en la mayoría de los casos.

En aquellos sistemas donde se ha establecido recirculación al tanque por válvula de sobre-presión (alivio) no se requiere el uso del circuito de enfriamiento, ya que la misma recirculación servirá del enfriamiento de las carcasas.

8.5.6 SISTEMAS DE BOMBEO A PRESION CONSTANTE "PACOMONITOR" NO TRADICIONAL

GENERALIDADES

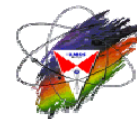
En razón del uso que se la dará a la red, y con la certeza de que existirán variaciones muy amplias no solo en los mínimos y máximos de demanda diaria, sino también al uso casi exclusivo periódico, la instalación de un sistema hidroneumático resulta además de impracticable extremadamente costoso, debido al gran volumen, que por las características de la red, resulta de este.

El uso de un sistema de presión constante PACOMONITOR con un numero determinado de bombas llega a ser una solución mas viable, sin embargo persisten los largos periodos de consumo mínimo que no justifican el hecho de una bomba trabajando en forma continua, lo cual representa un gasto innecesario de energía eléctrica a la vez que de acortamiento en la vida útil de la bomba.

Lo expuesto en los párrafos anteriores debe llevar al proyectista a pensar en la posibilidad de instalación de sistemas no tradicionales como lo son los (SISTEMAS DE PRESION CONSTANTE CON TANQUE DE PRESION COMPENSADOR), los cuales además de ofrecer un gran ahorro de energía en los periodos de mínima demanda prolonga la vida útil de las bombas.

TIPOS

La gran variedad de configuraciones posibles que se pueden dar en estos tipos de sistemas esta limitada única y exclusivamente por la imaginación del proyectista. En esta sección expondremos dos de ellas con sus respectivas consideraciones de diseño.



CONFIGURACIONES Y PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

➤ TANQUE DE PRESION CON RESTRICCION

El sistema consta generalmente de tres (3) a cuatro (4) bomba con caudales muy grandes e idénticamente iguales, observe las **figuras N° 8.15 y 8.32** todo en función de los resultados arrojados por los cálculos de los caudales necesarios en la red.

El tanque se diseña para un tiempo de llenado de aproximadamente 10 minutos, dicho tiempo no incluye el tiempo de vaciado del mismo ya que tendrá prioridad el tiempo de llenado (a caudal restringido), con un porcentaje del caudal de la primera bomba, y para 6 arranques por hora de la misma, según las normas oficiales vigentes.

El caudal restringido para el llenado del tanque será del 5 % del caudal máximo de demanda o 1.5 GPM.

* HP del motor de la bomba mayor.

El sistema funciona como sigue:

Al existir demanda las bombas en turno suplen la red a la vez que llenan el tanque a través de una restricción (by-pass del llenado) este momento que el **SISTEMA PACOMONITOR** posee el control con el fin de que funcione como un sistema de presión constante contra la red cerrada.

➤ TANQUE DE PRESION ELEVADO

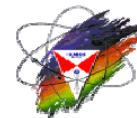
Cuando el tanque colocado en la parte baja de la red, resulta de mucho volumen, y debido a la presión que soportara el mismo, su espesor de lámina sea considerable;

Será conveniente colocarlo en la parte superior de la edificación (**figura N° 8.16**), con esto se lograra un mayor rendimiento volumétrico del tanque, un menor volumen al igual que un menor espesor de su lamina por la disminución de la presión a soportar por el mismo. El sistema puede trabajar con o sin bomba piloto según el tipo y requerimiento de la red. El volumen del tanque se puede calcular hasta para un 50 % del caudal de la primera bomba (piloto o de servicio) y para 6 arranquesques por hora, según las normas oficiales vigentes.

A continuación se explica el funcionamiento del mismo:

➤ OTRAS CONSIDERACIONES

La válvula PACOMONITOR, da la libertad al proyectista de adaptar el sistema de suministro de agua a condiciones específicas de la red tales como:



- a. - Con tanque de presión dimensionado para la unidad piloto con caudal restringido o no.
- b. - Como sistema de relevo (booster) para aumentar la presión en un gran tramo de tubería.
- c. - Con recirculación para mantener presiones constante en redes que así lo requieren.

8.6 DIMENSIONAMIENTO DE SISTEMA DE BOMBEO PARA SERVICIO CONTRA INCENDIO

GENERALIDADES

Toda edificación bien diseñada debe constar además de su red de distribución para aguas blancas, destinada ya sea al uso domestico, industrial, etc., de una red destinada a la extinción de incendios que se puedan suscitar en la misma.

8.6.1 SISTEMA FIJO DE EXTINCION CON AGUA POR MEDIO DE IMPULSION PROPIO

Como su nombre lo indica este sistema consta de un medio de impulsión totalmente independiente (bomba(s)) con su red de tubería, válvulas, bocas de agua y una reserva permanente de agua, la cual puede ser:

Un tanque bajo, un tanque elevado u otro reservorio para agua.

8.6.2 CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS

El sistema fijo de extinción por agua por medio de impulsión propio se clasificara según el diámetro de las válvulas y las conexiones o bocas de agua para la instalación de las mangueras, en:

CLASES I y II.

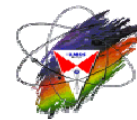
SISTEMA CLASE I

Es aquel que utiliza bocas de agua acopladas a válvulas de diámetro igual a 1-1/2" y conectadas a sus correspondientes mangueras de igual diámetro, observe las **figuras N° 8.27 y 8.29.**

SISTEMA CLASE II

Este tipo de sistema se divide a su vez en dos clases, a saber CLASE IIA Y IIB:

SISTEMA CLASE II A



Este sistema utiliza dos bocas de agua de diámetros diferentes, una de 1-1/2" a la que se le conecta una manguera de igual diámetro, y otra boca de 2-1/2" a la cual se le conecta también una manguera de igual diámetro, y la misma esta destinada para el uso exclusivo de los bomberos y/o personal de seguridad.

Para la misma se recomienda que exista en el sitio de ubicación un acople reductor de 2-1/2" a 1-1/2", esto se ilustra en la **figura N° 8.30**.

SISTEMA CLASE II B

Es aquel que utiliza una boca de agua de 2-1/2" y a la cual se conecta una manguera de igual diámetro, ya sea en porta manguera o arrollada en espiral, **figura N° 8.31**.

Cuando en una edificación se encuentren varios tipos de ocupación, se tomaran las exigencias de protección de la ocupación de mayor riesgo, al menos que la actividad sea considerada como sector de incendio independiente, en cuyo caso el sistema se dimensionara de manera independiente para cada tipo.

8.6.3 CAUDAL MINIMO DEL MEDIO DE IMPULSION

Para los sistemas clasificados como Clase I, se dispondrá de un medio de impulsión con una capacidad no menor de 6.5 lts/seg. (100 gal/min.) Por unidad de edificación.

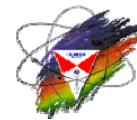
Para sistemas considerados como Clase II, el caudal mínimo del medio de impulsión deberá ser de 32 lts/seg. (500 gal/min.) Para cada unidad de edificación y por cada adicional se le deberá agregar a la capacidad del sistema 16 lts/seg. (250 gal/min.).

8.6.4 ALMACENAMIENTO DE AGUA

El volumen de la reserva de agua, deberá ser tal que garantice el caudal requerido por un tiempo no menor de 60 min., igualmente será cuando se utilice una fuente común.

8.6.5 DETERMINACION DE LAS PÉRDIDAS, PRESION MINIMA REQUERIDA Y DIAMETROS DE LAS TUBERIAS DE SUCCION Y DESCARGA DE LAS BOMBAS

Las pérdidas debidas a la fricción en la tubería, cambio de dirección en válvulas y conexiones, así como también el calculo de la Altura Dinámica Total se obtendrán según lo explicado en el sub titulo 2, con la variante de que la Presión Mínima Residual deberá ser de 45.5 metros de columna de agua (65 psi) en la boca de agua hidráulicamente mas desfavorable, con el caudal requerido. En los sitios de presión mayor de 70 metros de columna de agua (100 psi) (Sistemas Clase I y bocas de agua de 1-1/2" de diámetro de los Sistemas Clase II) se deberán instalar válvulas reductoras de presión sobre el ramal



Correspondiente.

Los diámetros de la tubería, deberán estar basados en el diseño y calculo hidráulico de la presión y el caudal mínimo establecido.

8.7 DIMENSIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE EVACUACION DE AGUAS

GENERALIDADES.

Cuando por razones topográficas y de localización no permitan utilizar la fuerza de la gravedad para evacuar las aguas negras, de lluvia o provenientes del subsuelo (agua freática), es necesario recurrir a medios artificiales para elevar el agua a una altura conveniente y conducirla hasta la cloaca pública. Para este fin se dispone de motobombas que suministran el trabajo necesario.

8.7.1 SISTEMA DE EVACUACION DE AGUAS SERVIDAS

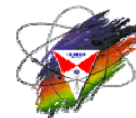
El sistema de evacuación de aguas negras esta constituido por el conjunto de tuberías y de ser necesario de bomba(s) y pozo de recolección. **La figura 8.17** muestra la vista en planta de un pozo de recolección. Este sistema recoge las aguas usadas en la edificación y por lo tanto, los aportes de agua que circulan estarán casi en su totalidad definidos por los consumos de agua para fines domésticos, comerciales, industriales, etc. Es bueno hacer notar que no toda el agua succionada vuelve, en forma de agua usada, a las cloacas, ya que parte es descargada fuera del sistema de recolección.

8.7.2 DETERMINACION DEL CAUDAL DEL AFLUENTE Y ALTURA DINAMICA TOTAL DE BOMBEO

El gasto máximo afluente al pozo se podrá determinar en función del número de unidades de gastos asignadas a las piezas sanitarias, es decir, a través del **METODO DE HUNTER** el cual da resultados bastantes exactos para este tipo de sistemas (sub titulo 8.1), sin embargo, no se descarta la posibilidad de utilizar cualquier otro método claramente definido.

El cálculo de la Altura Dinámica Total es muy simple ya que en el procedimiento, algunos de los términos de la ecuación del ADT (ecuación N° 3) se consideran como nulos y otros se cancelan. Por ejemplo: La altura de succión se considera siempre como positiva puesto que la(s) bomba(s) normalmente es sumergible; la presión residual se anula puesto que, el agua se descarga en la cloaca y se encuentra a presión atmosférica (ver sub titulo 8.2).

8.7.3 DIMENSIONAMIENTO DEL POZO DE RECOLECCION O POZO HUMEDO



Para el dimensionamiento del pozo, básicamente se consideraran dos parámetros:

- a) Tiempo de detención de las aguas servidas en el pozo.
- b) Intervalo entre dos arranques sucesivos del motor de la bomba.

a) TIEMPO DE DETENCION

- Es recomendable (según la la norma oficial) considerar un tiempo limite de 10 y 30 minutos (T), por razones de auto biodegradación ofensiva. En tal sentido, es recomendable que su capacidad no exceda el volumen equivalente a 30 minutos de gasto medio probable (Q), ni sea menor que el equivalente a 10 minutos del mismo.

- El volumen a calcular será una porción comprendida entre el nivel mínimo y el máximo de operación (V); quedando un volumen del nivel mínimo al fondo con suficiente altura para que la bomba sumergible funcione eficientemente. Observe la **figura N° 8.18**.

- De los dos puntos anteriores se deduce que el volumen de detención, es función del caudal medio probable y del tiempo de detención y esto se expresa de la forma siguiente:

$$V (m^3) = Q (m^3/min) * t (min.) \quad (22)$$

b) INTERVALO ENTRE LOS ARRANQUES SUCEIVOS DEL MOTOR

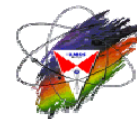
- Un intervalo de tiempo entre los arranques sucesivos del motor de la bomba puede ser de 5 min.

- El volumen a considerar, es el correspondiente a la porción del pozo comprendido entre el nivel mínimo de operación y el nivel máximo de operación. Es recomendable que la distancia entre los dos niveles supere los 0.60 m.

El volumen final del pozo entre el nivel mínimo de operación y el nivel máximo de operación será calculado según la formula siguiente:

$$V = 1/4 * T * Qb \quad (23)$$

Donde:



V = Volumen del pozo húmedo en m³, entre el nivel mínimo de operación y el nivel máximo de operación por unidad de tiempo. (1minuto).

T = Intervalo de tiempo entre dos arranques sucesivos de la bomba, en minutos.

Qb = Capacidad de la bomba en m³/min.

En esta formula se considera que la capacidad de la bomba (Qb) es el doble del caudal de afluente (Qa) que llena el pozo húmedo, con lo cual, se logra un intervalo mínimo entre dos arranques sucesivos de la bomba.

8.7.4 POTENCIA DE LAS BOMBAS Y MOTORES

El calculo de la potencia tanto de las bombas como la de los motores se hará en función de las fórmulas ya planteadas las cuales se reproducen aquí.

Para el cálculo de la potencia de la bomba, tenemos:

$$HP = \frac{Q \text{ (lps)} * H \text{ (metros)}}{75 * n \text{ (\%)} / 100} \quad (12)$$

Para el cálculo de la potencia del motor, tenemos:

$$HP \text{ (motor)} = 1.3 * HP \text{ (bomba)} \text{ para motores trifásicos} \quad (13)$$

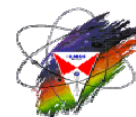
$$HP \text{ (motor)} = 1.5 * HP \text{ (bomba)} \text{ para motores monofásicos} \quad (14)$$

8.7.5 SISTEMAS DE EVACUACION DE AGUAS DE LLUVIA

Como se expuso al comienzo del capitulo, la determinación del caudal posible afluente a un pozo de recepción de aguas de lluvia es algo complicado debido a que este depende única y exclusivamente de factores naturales los cuales son sumamente diversos y aleatorios; por esta razón no se permitirá, de acuerdo, con las normas, el uso de un mismo pozo o tanquilla para la recolección de aguas negras y de lluvia, aun cuando el sistema cloacal publico sea unitario. Sin embargo existen proyecciones de la intensidad de lluvia en muchas localidades, las cuales se expresan como líneas de intensidad de lluvia constante, en el atlas pluviométrico el cual se recomienda consultar.

La capacidad de drenaje de los elementos del sistema de recolección y conducción de aguas de lluvia.

La capacidad de las unidades de bombeo se calculara en función de la máxima intensidad de lluvia registrada y del área a ser drenada por el sistema, de acuerdo a las formulas antes indicadas.



SISTEMAS HIDRONEUMATICOS

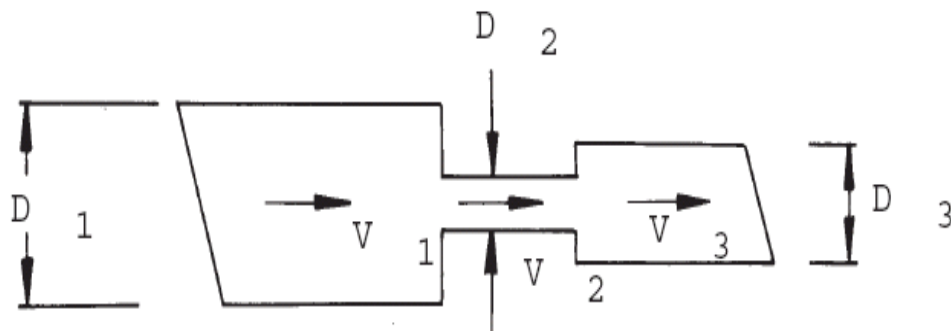


Figura N° 8.1

Fuente: Manual de procedimiento para el calculo y selección de sistema de bombeo.

CONDUCTO DEL FLUJO

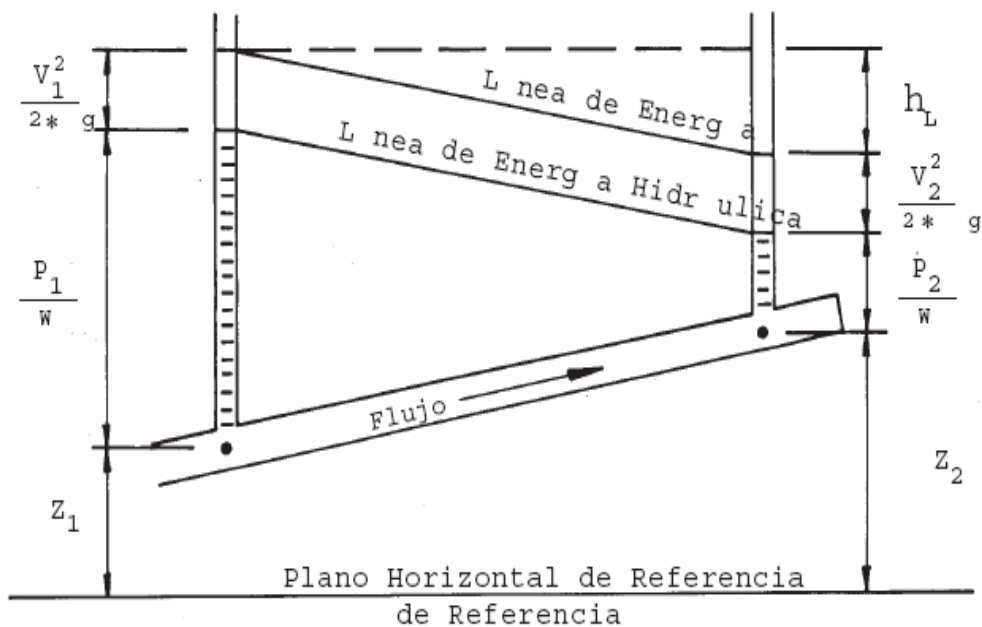
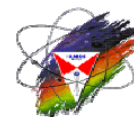
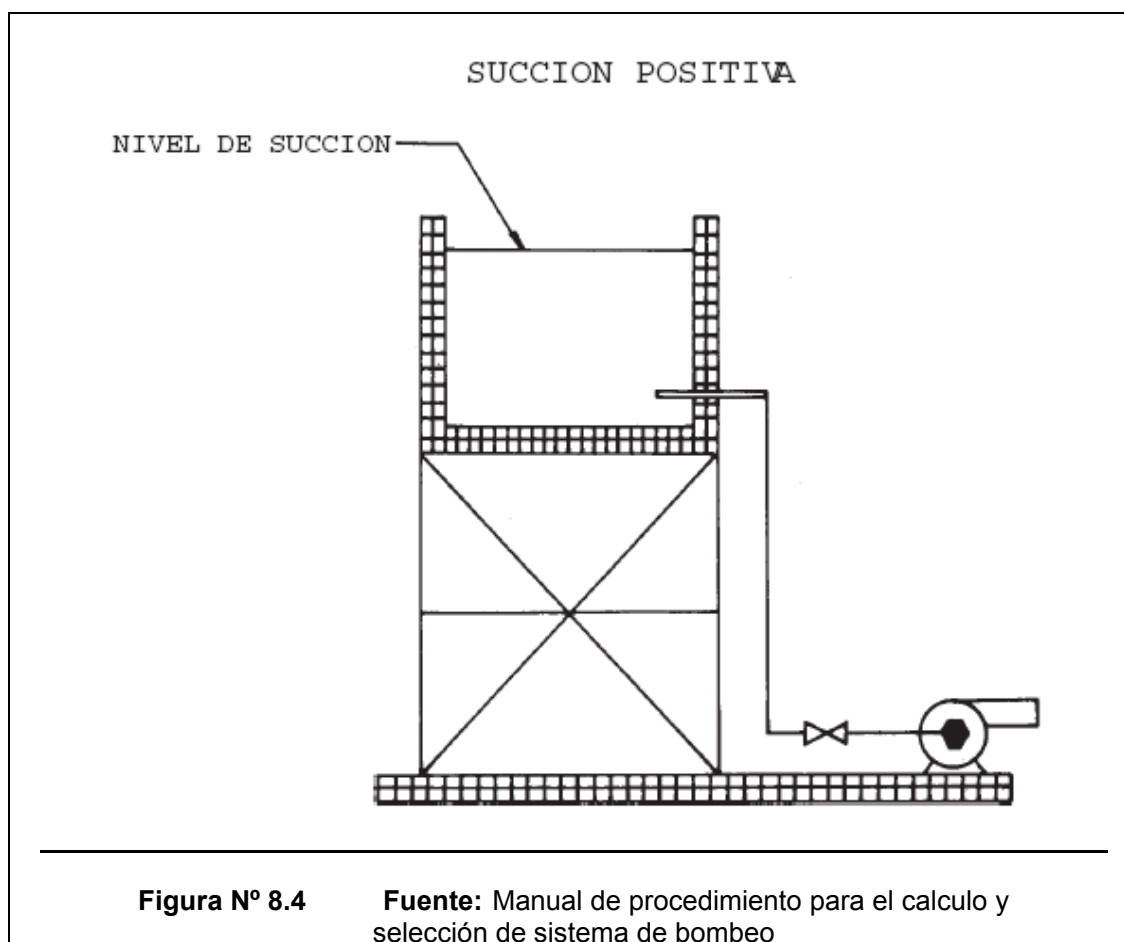
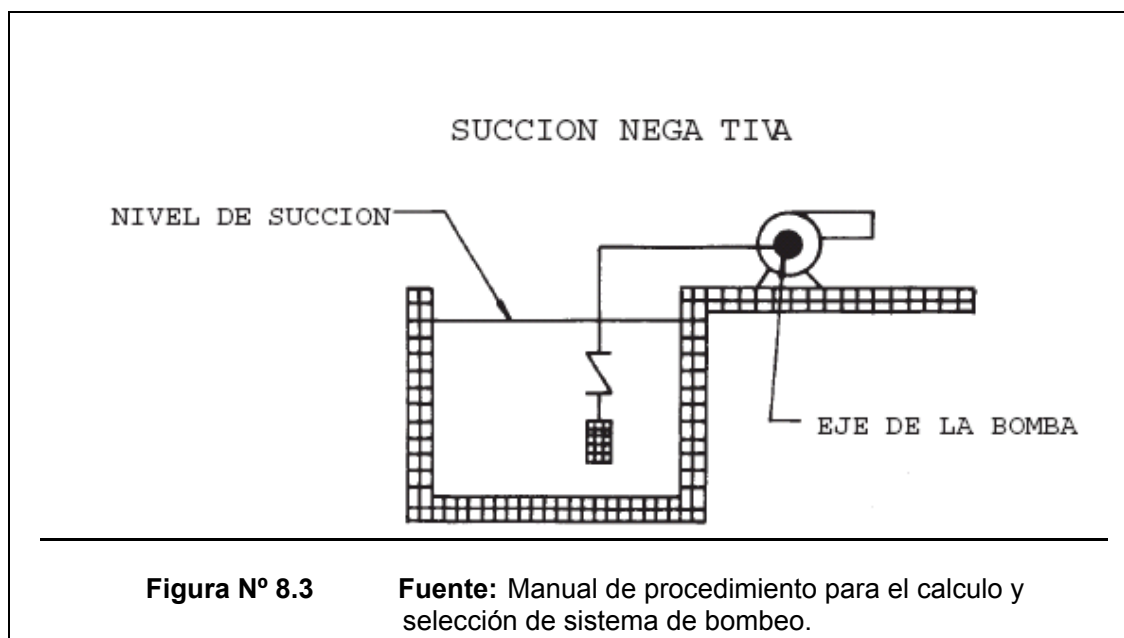


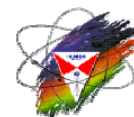
Figura N° 8.2

Fuente: Manual de procedimiento para el calculo y selección de sistema de bombeo.

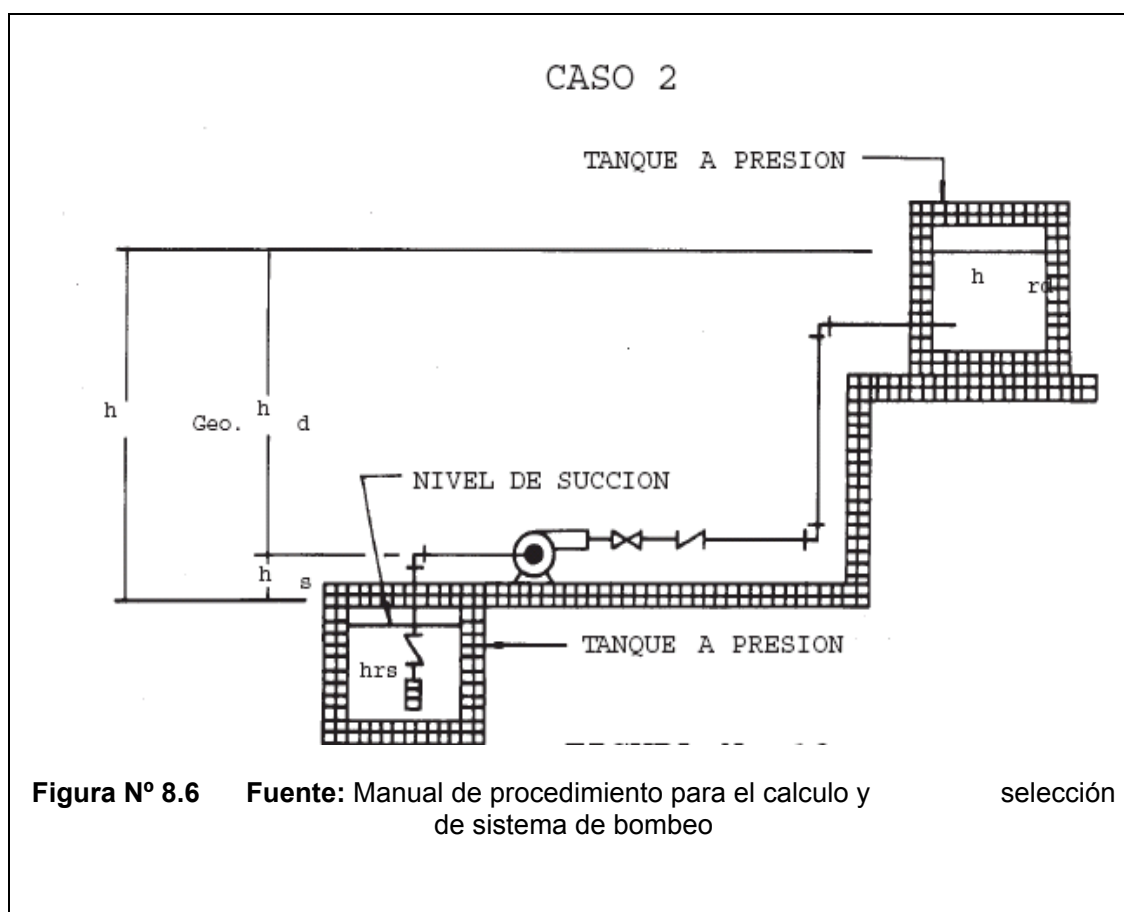
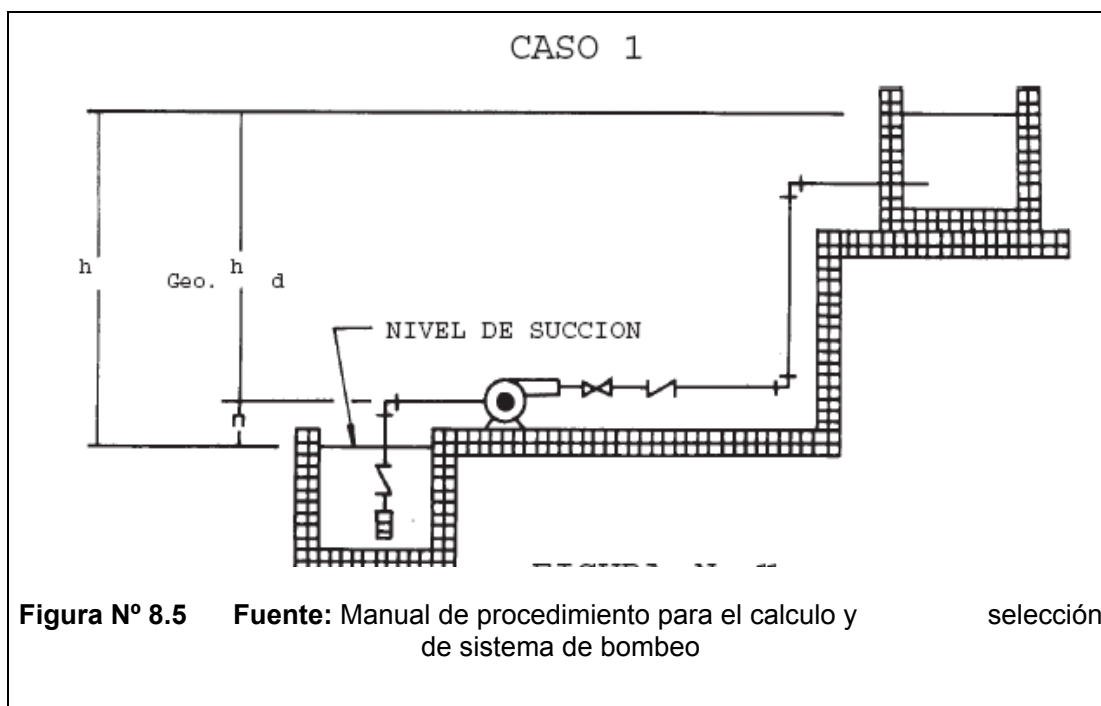


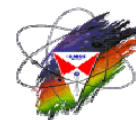
SISTEMAS HIDRONEUMATICOS



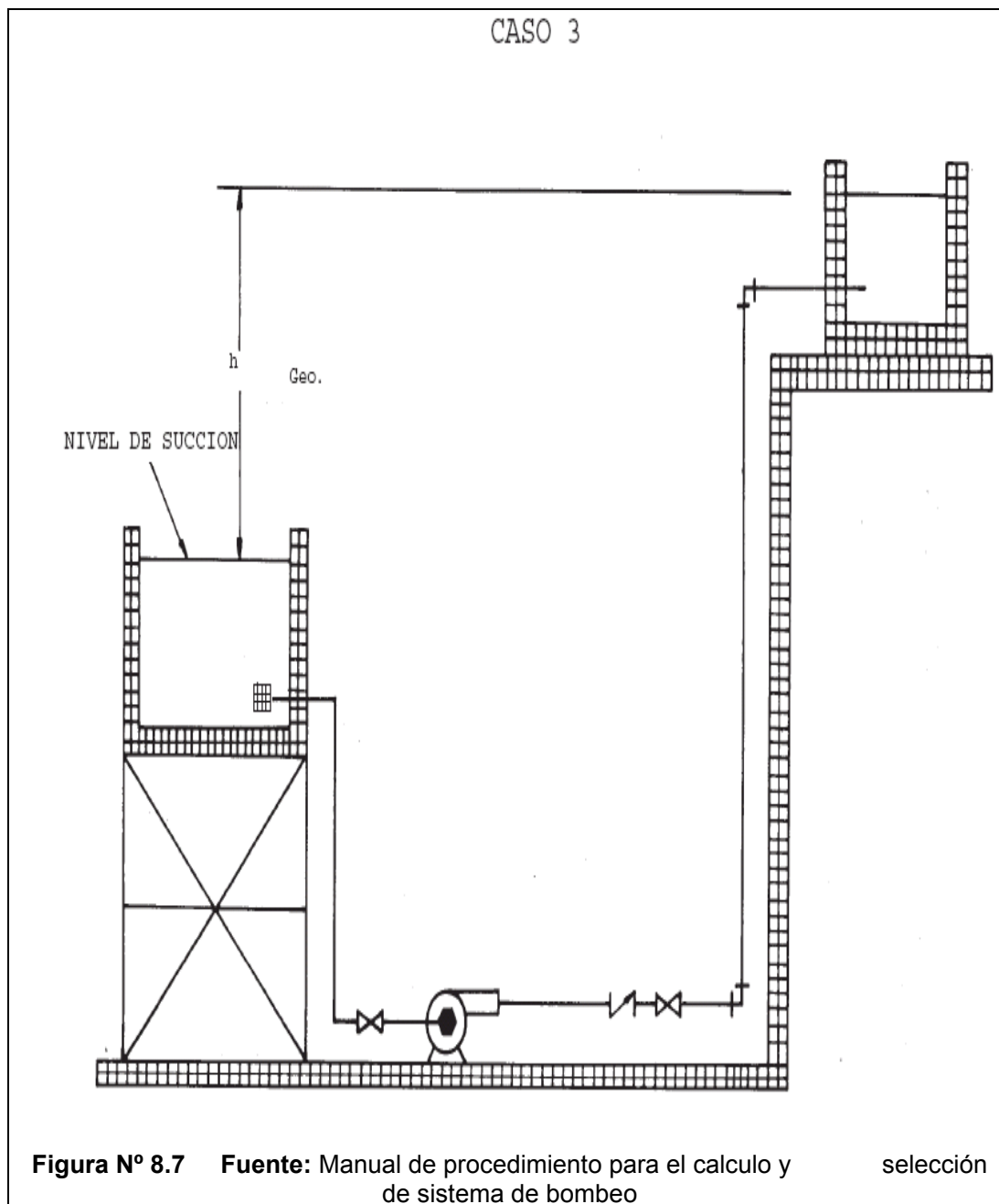


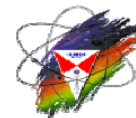
SISTEMAS HIDRONEUMATICOS





SISTEMAS HIDRONEUMATICOS





SISTEMAS HIDRONEUMATICOS

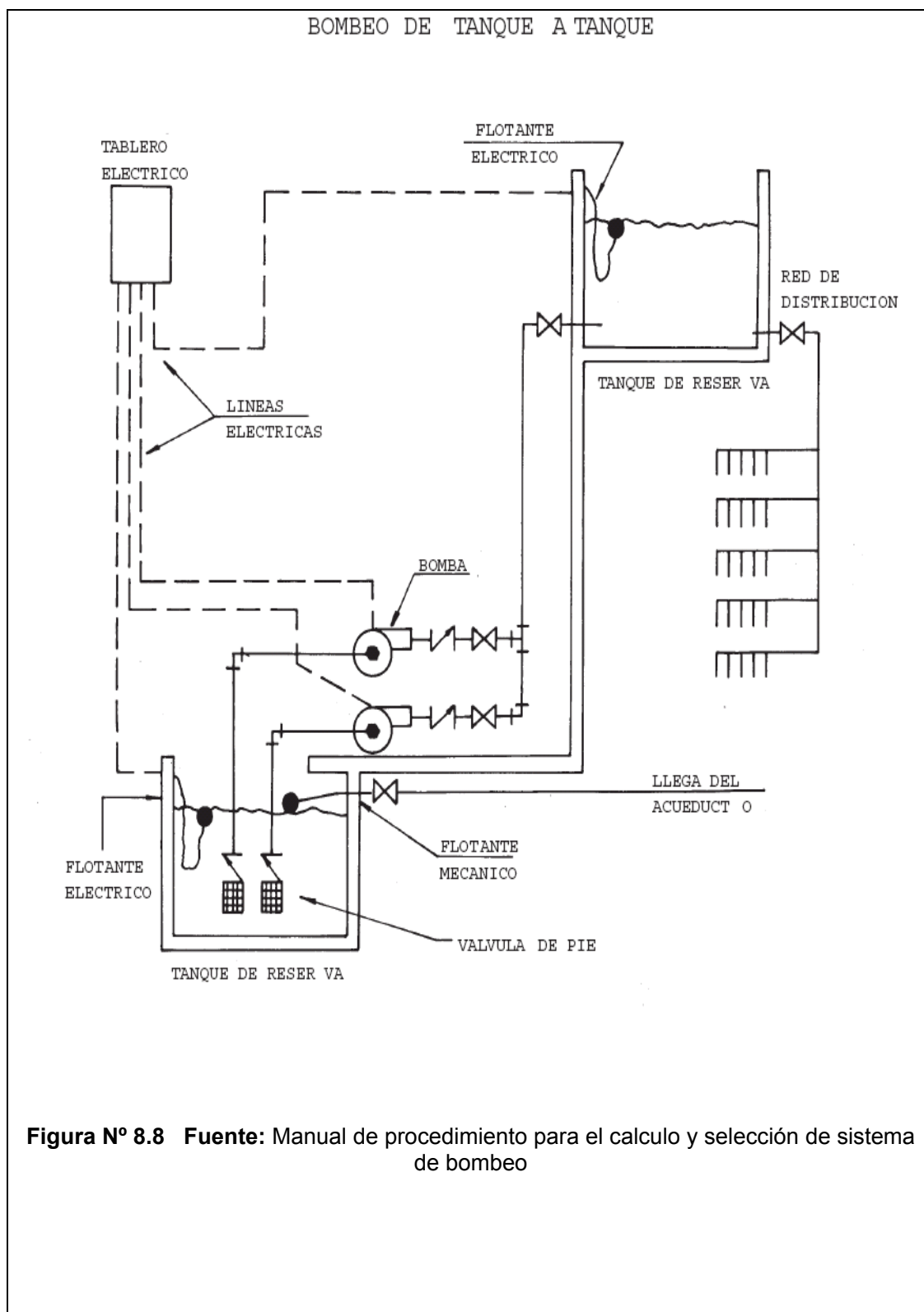
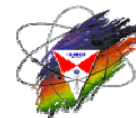
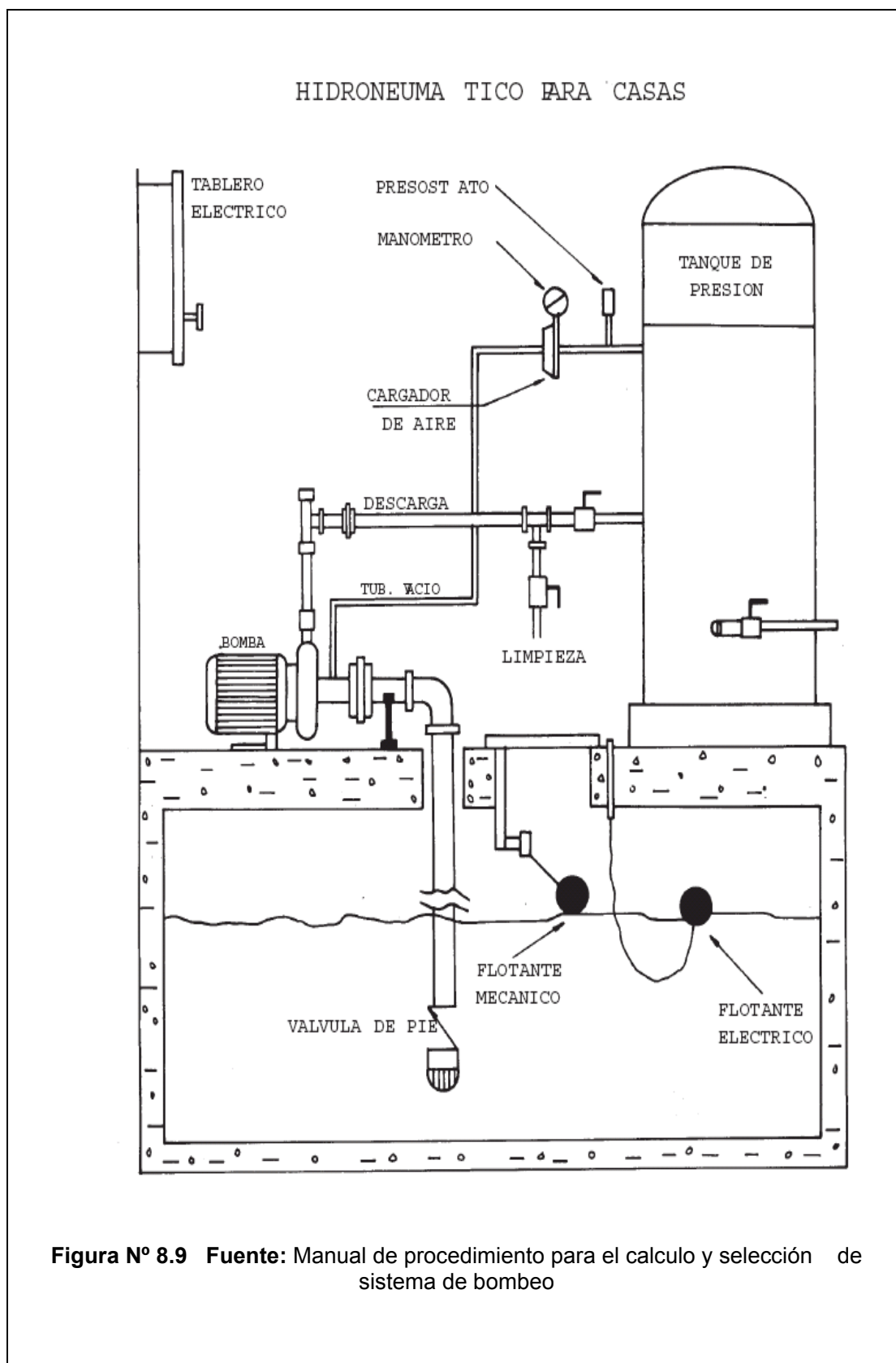
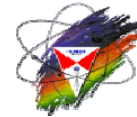


Figura N° 8.8 Fuente: Manual de procedimiento para el cálculo y selección de sistema de bombeo



SISTEMAS HIDRONEUMATICOS





SISTEMAS HIDRONEUMATICOS

ESQUEMA DE UN HIDRONEUMATICO

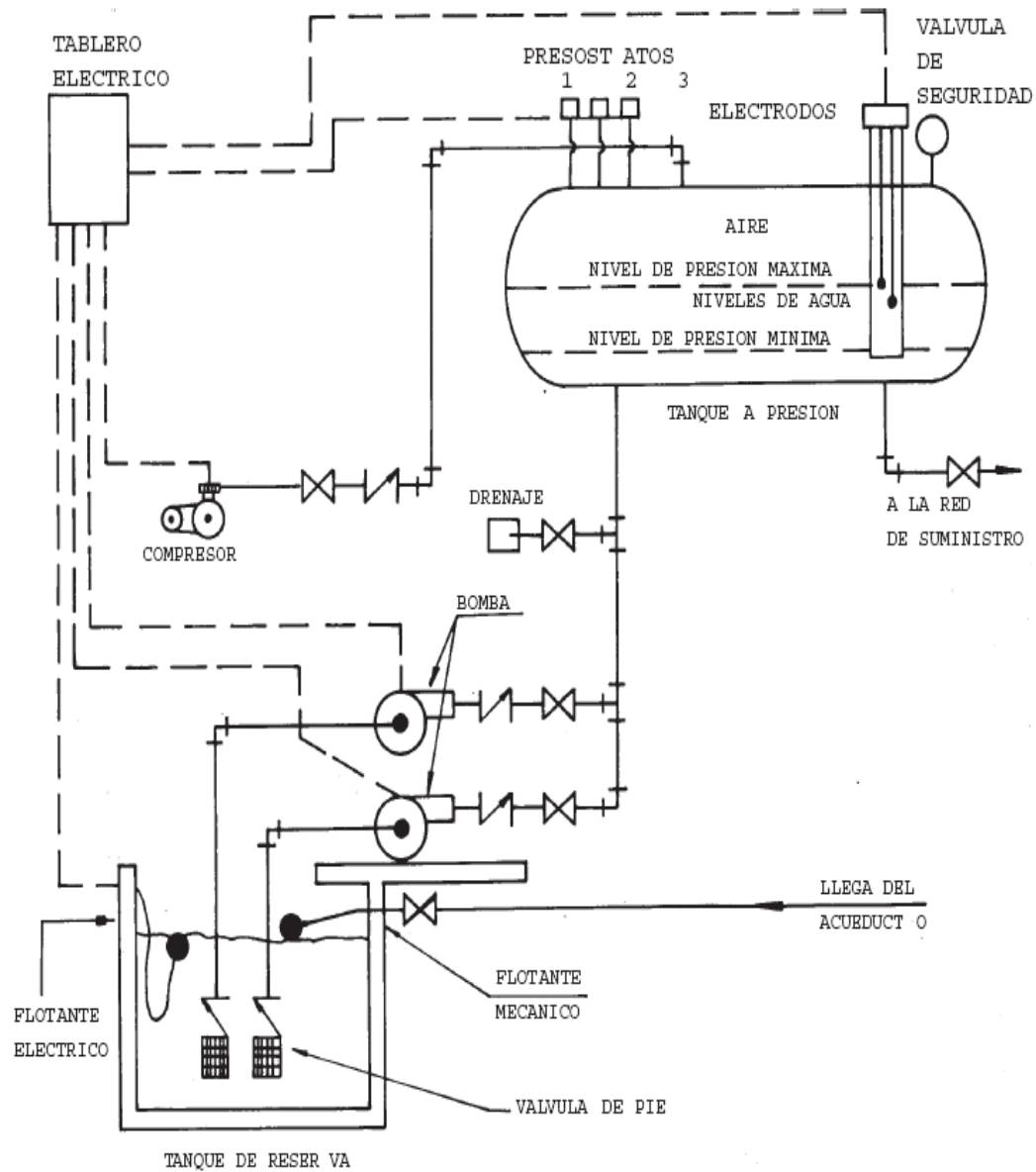
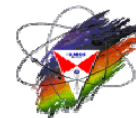


Figura N° 8.10 Fuente: Manual de procedimiento para el cálculo y selección de sistema de bombeo



SISTEMAS HIDRONEUMATICOS

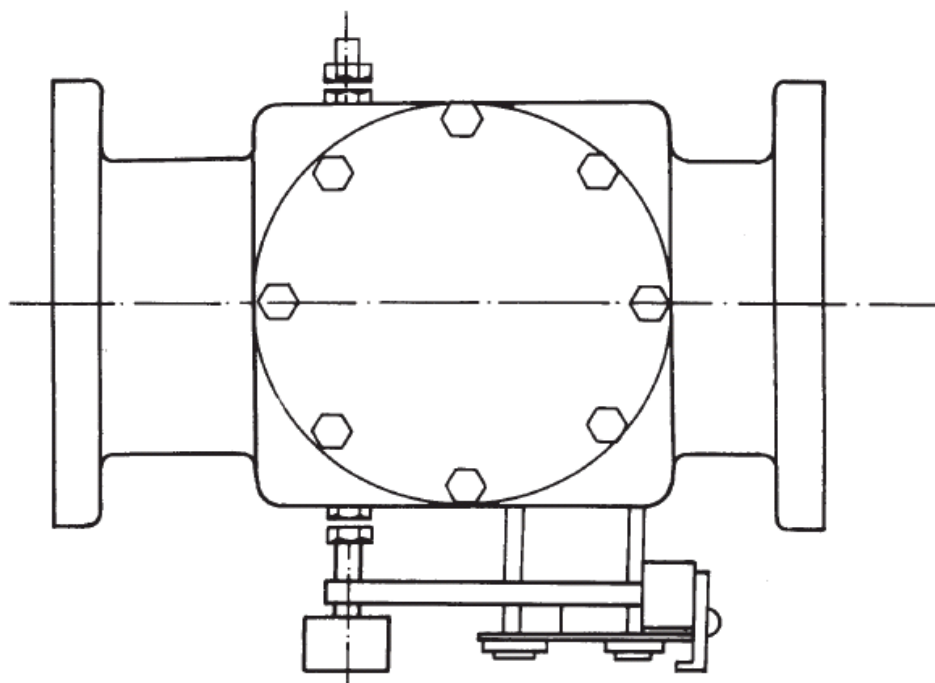


Figura N° 8.11 Fuente: Manual de procedimiento para el calculo y selección de sistema de bombeo

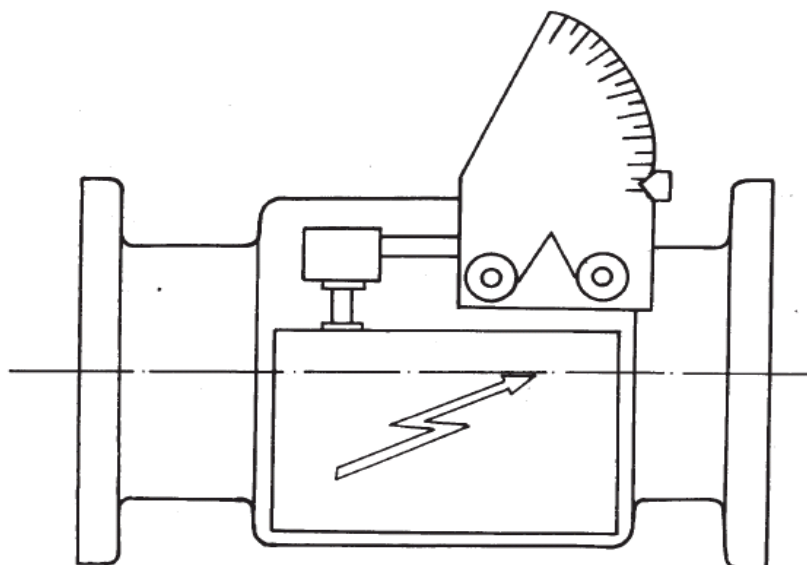
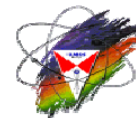


Figura N° 8.12 Fuente: Manual de procedimiento para el calculo y selección de sistema de bombeo



SISTEMAS HIDRONEUMATICOS

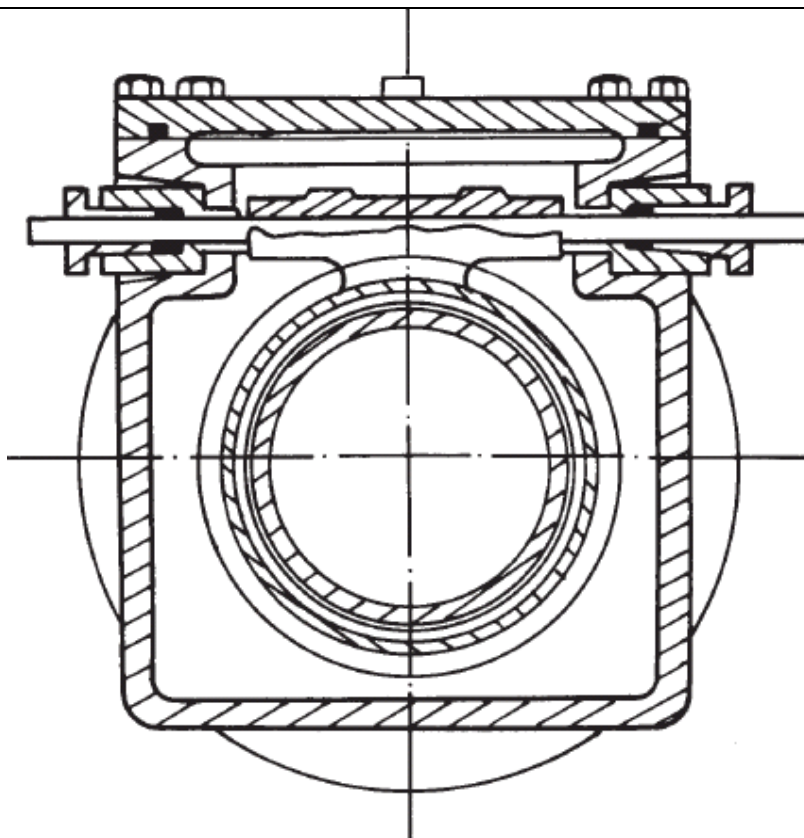


Figura N° 8.13 Fuente: Manual de procedimiento para el calculo y selección de sistema de bombeo

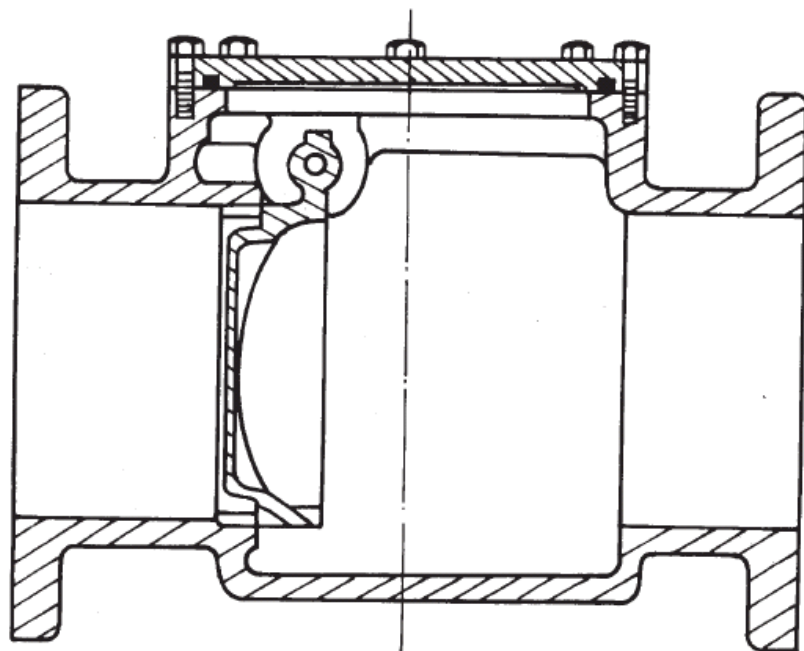
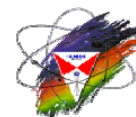


Figura N° 8.14 Fuente: Manual de procedimiento para el calculo y selección de sistema de bombeo



SISTEMAS HIDRONEUMATICOS

SISTEMA DE PRESION CONSTANTE CON TANQUE DE COMPENSACION

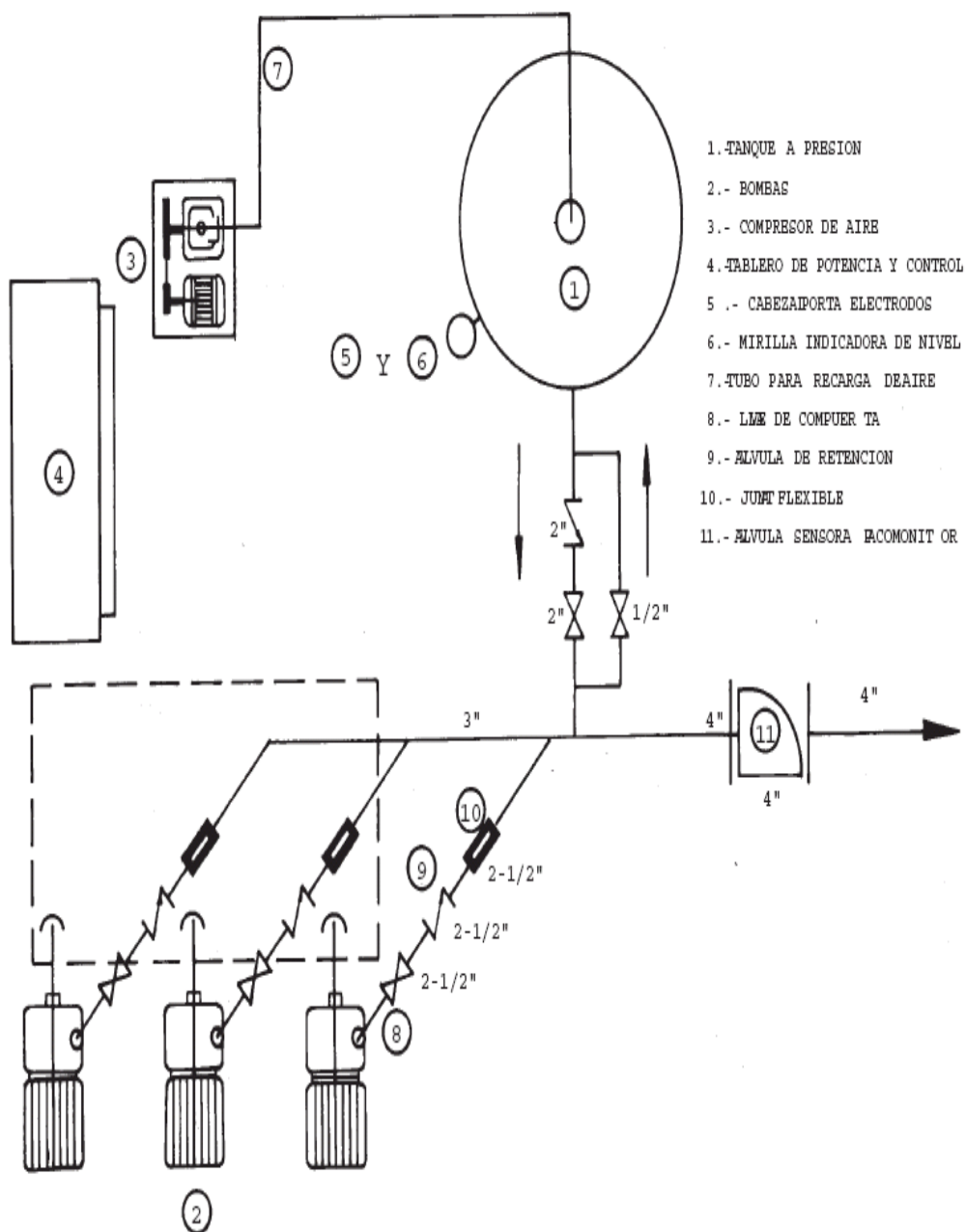
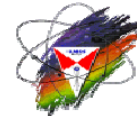


Figura N° 8.15 Fuente: Manual de procedimiento para el calculo y selección de sistema de bombeo



SISTEMAS HIDRONEUMATICOS

SISTEMA DE PRESION CONSTANTE CON TANQUE DE COMPENSACION ELEVADO

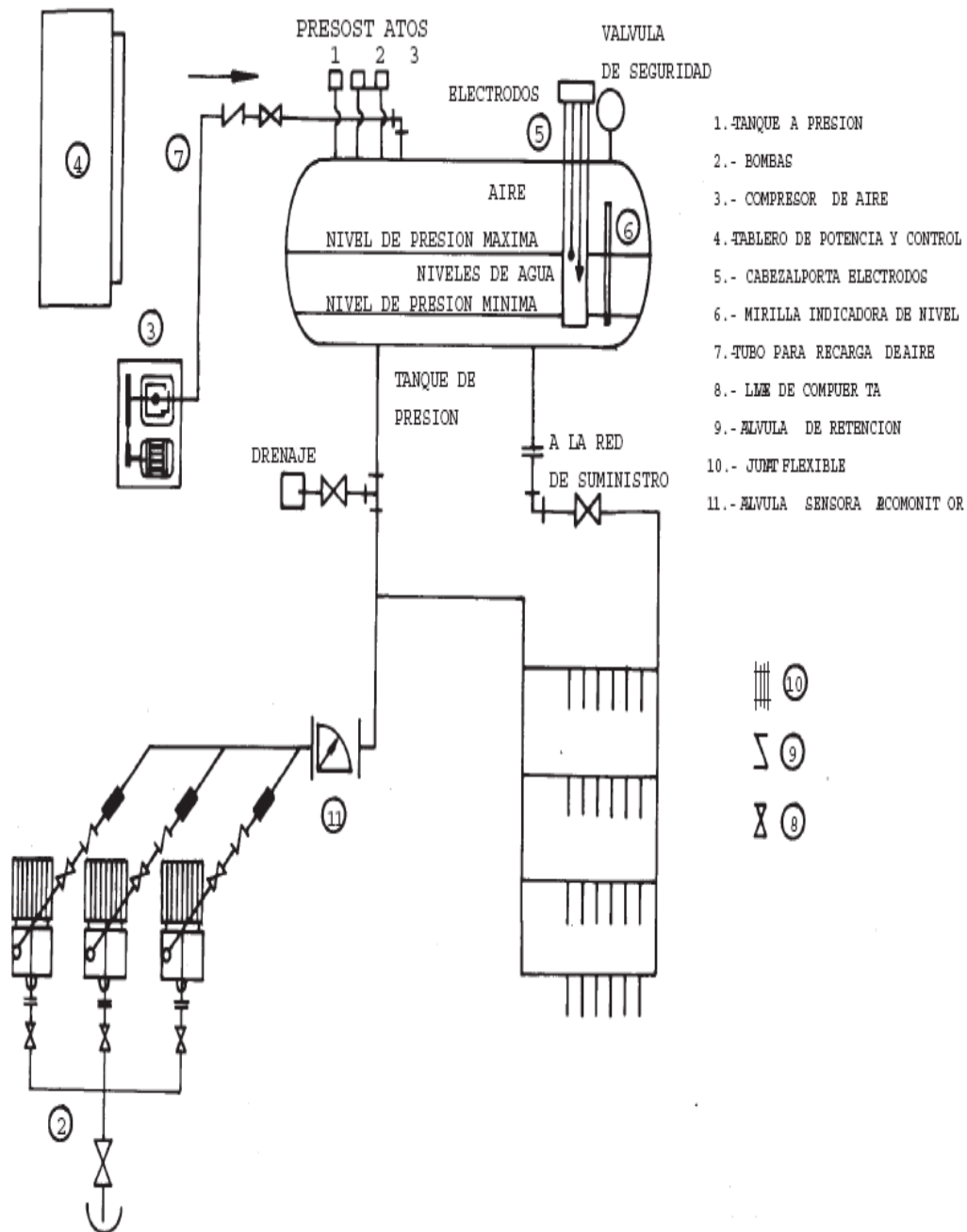
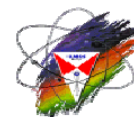
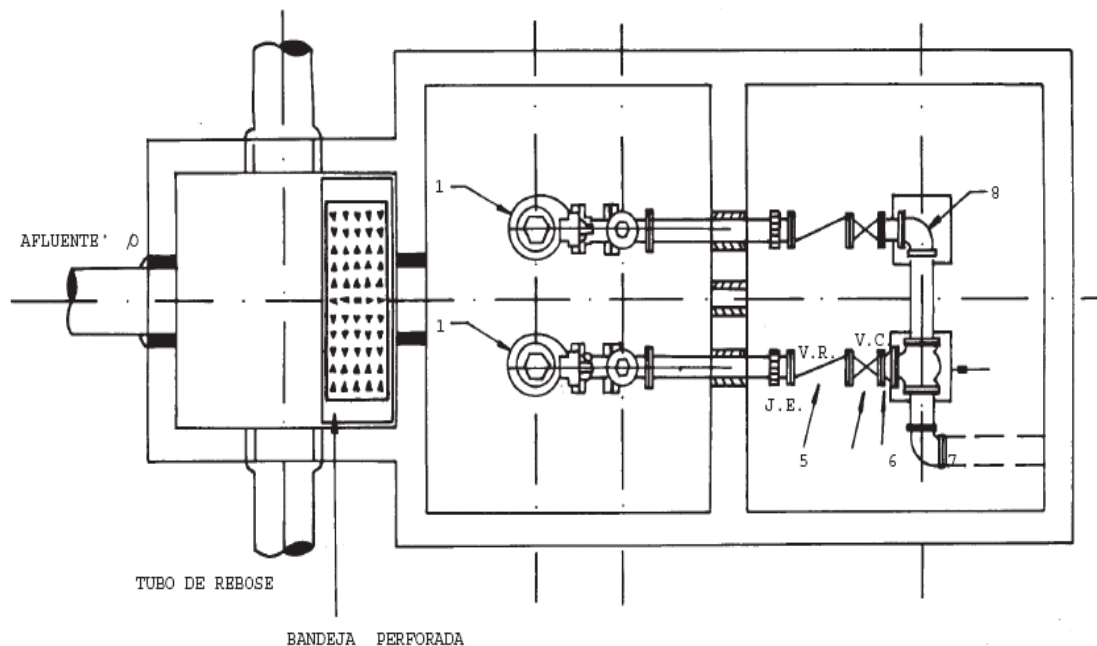


Figura N° 8.16 Fuente: Manual de procedimiento para el calculo y selección de sistema de bombeo



SISTEMAS HIDRONEUMATICOS



- 1 BOMBA SUMERGIBLE TIPO TSURUMI
- 2 CONEXION DE DESCARGA
- 3 TUBO DE ENTRADA /O
- 4 DUCTO DE VENTILACION /O
- 5 VALVULA DE RETENCION
- 6 LLAVE DE COMPUERTA
- 7 CONO REDUCTOR
- 8 CODO /O
- 9 TEE /O
- 10 BLOQUE PARA ANCLAJE DE BOMBA
- 11 REBOSE /O
- 12 TAPA DE ACCESO
- 13 JUNTA ELASTICA

NOTA:

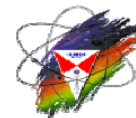
LAS TUBERIAS AFLUENTE, REBOSE E IMPULSION

PUEDEN SER UBICADAS INDISTINTAMENTE

DE ACUERDO AL PROYECTO

VISTA EN PLANTA DE UN
POZO PARA AGUAS NEGRAS

Figura N° 8.17 Fuente: Manual de procedimiento para el calculo y selección de sistema de bombeo



SISTEMAS HIDRONEUMATICOS

ESTACION DE BOMBEO PARA AGUAS NEGRAS

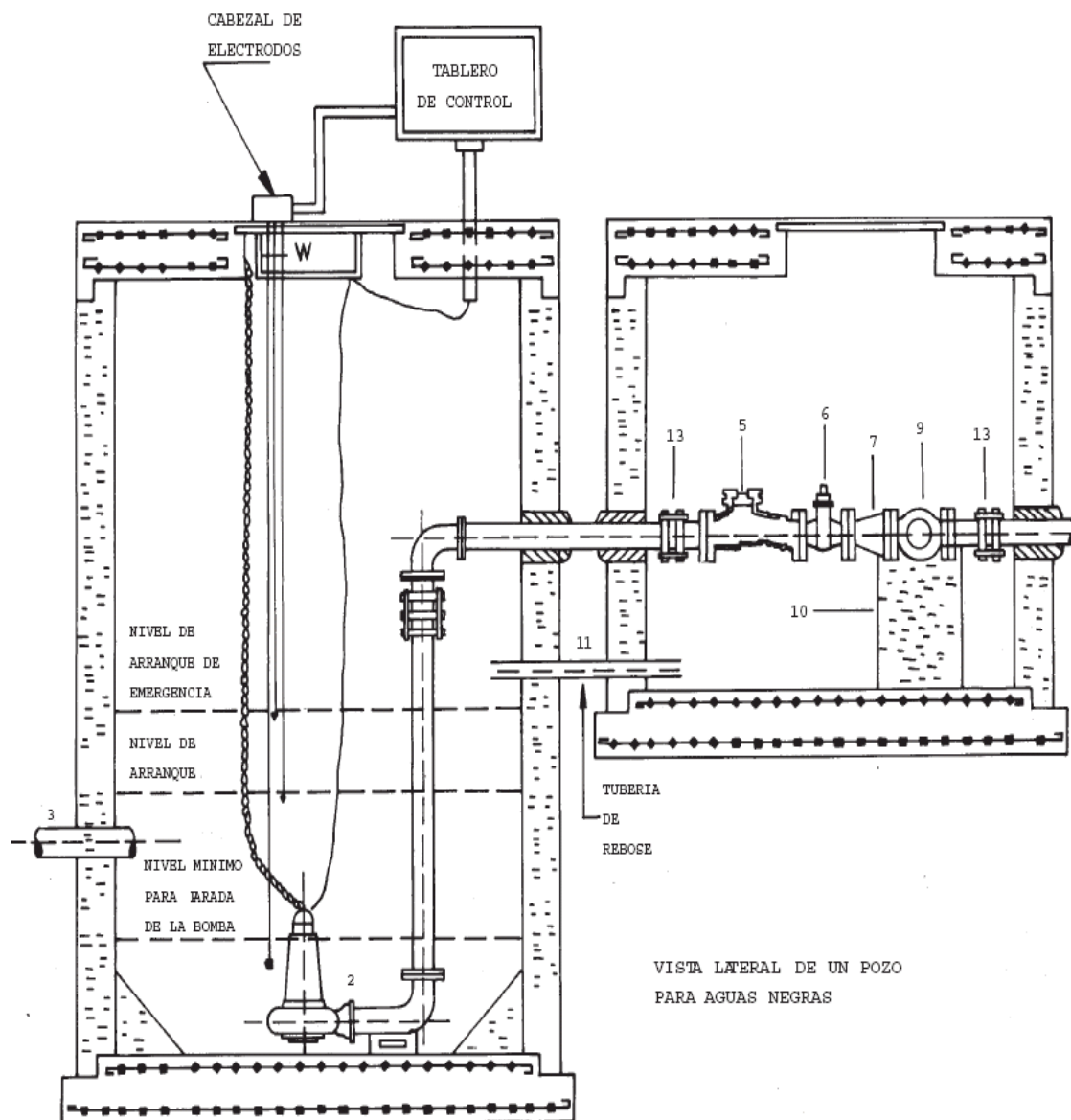
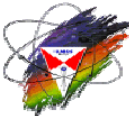


Figura N° 8.18 Fuente: Manual de procedimiento para el calculo y selección de sistema de bombeo



SISTEMAS HIDRONEUMATICOS

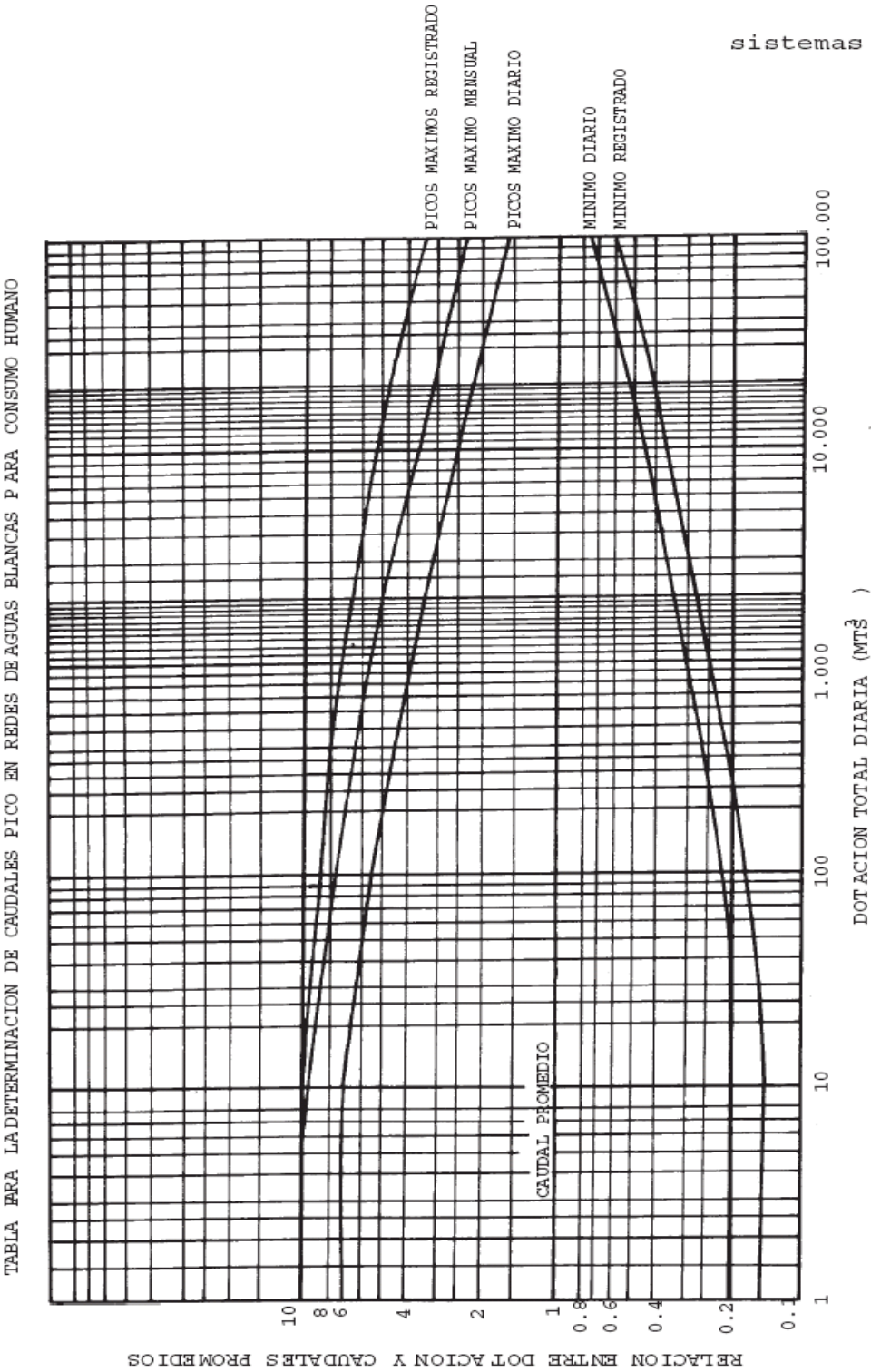
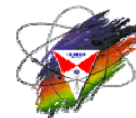
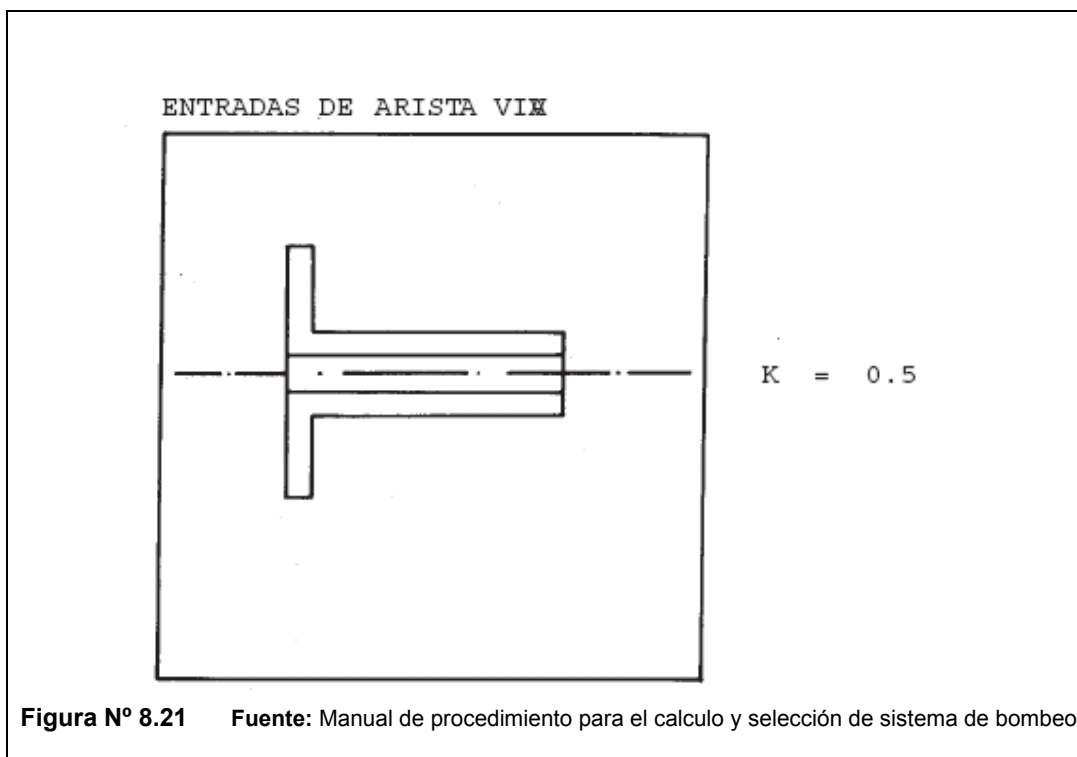
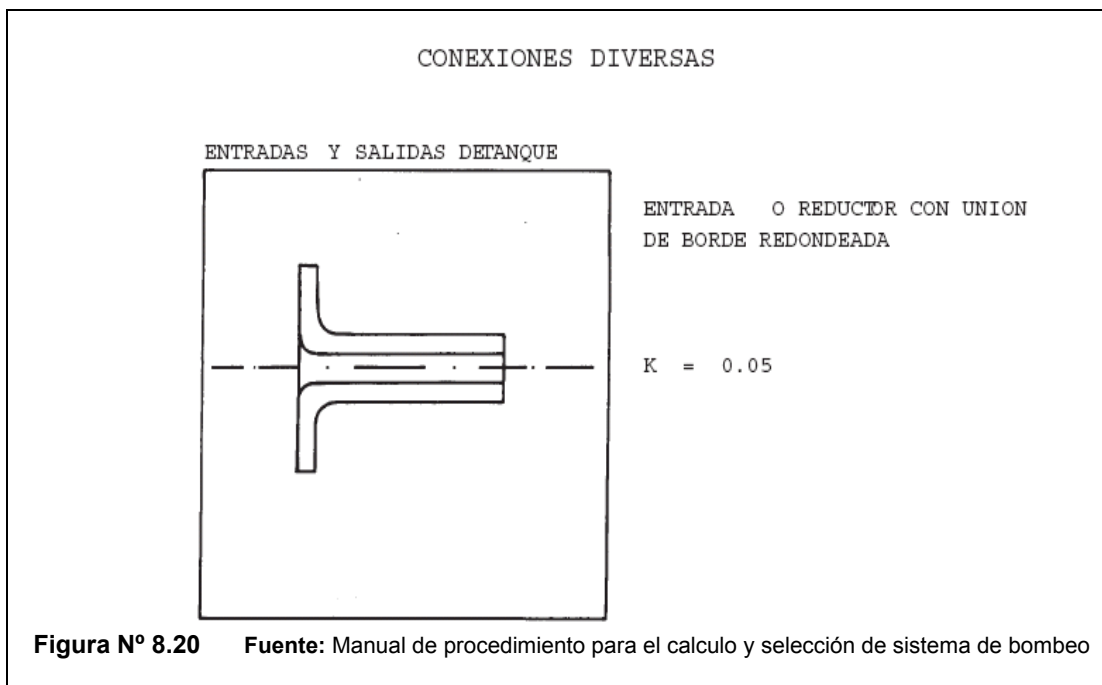
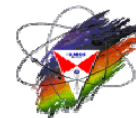


Figura N° 8.19 Fuente: Manual de procedimiento para el calculo y selección de sistema de bombeo



SISTEMAS HIDRONEUMATICOS

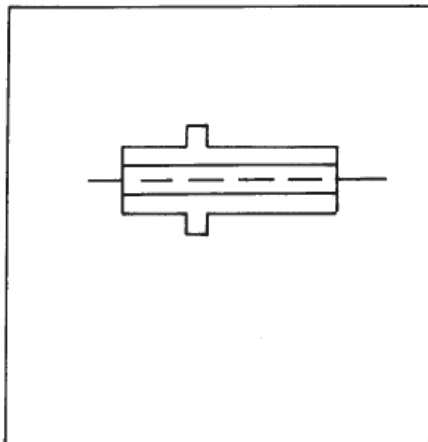




SISTEMAS HIDRONEUMATICOS

CONEXIONES DIVERSAS (CONTINUACION)

TUBERIA CON SALIENTE EN EL INTERIOR
DEL DEPOSITO

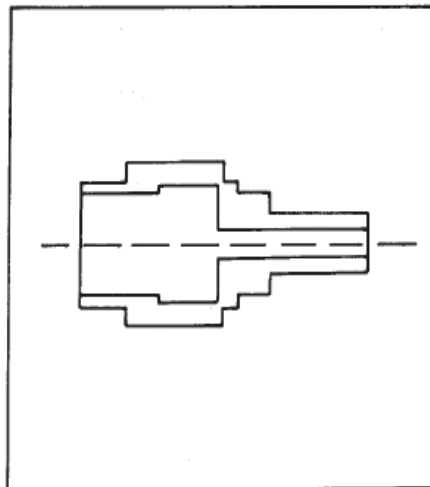


$$K = 1,0$$

NOTA: <K> DISMINUYE CON AUMENTO
DEL CALIBRE DE LOS TUBOS Y
REDONDEO DE LOS BORDES

Figura N° 8.22 Fuente: Manual de procedimiento para el calculo y selección de sistema de bombeo

REDUCCIONES E INCREMENTOS



<BUSHING> Y ACLOPAMIENTO REDUCTOR

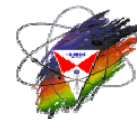
$$h = K \frac{V^2}{2g}$$

USADO COMO REDUCTOR

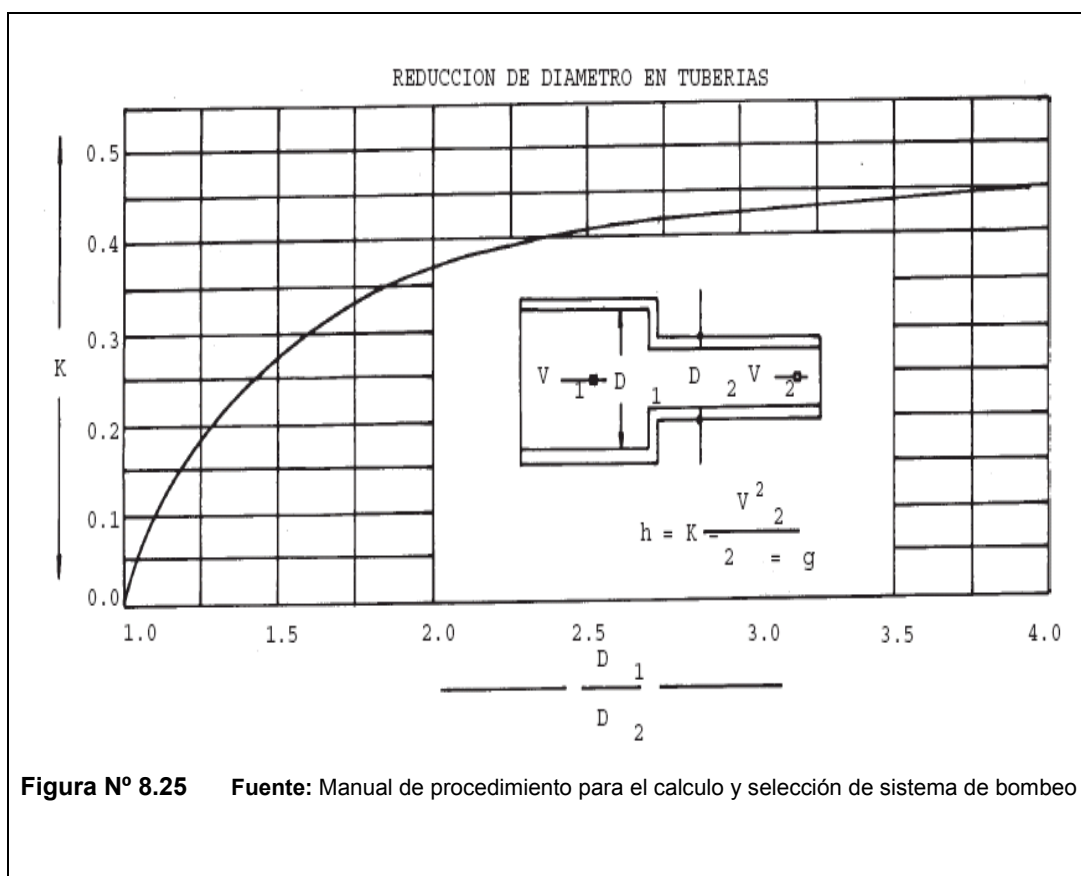
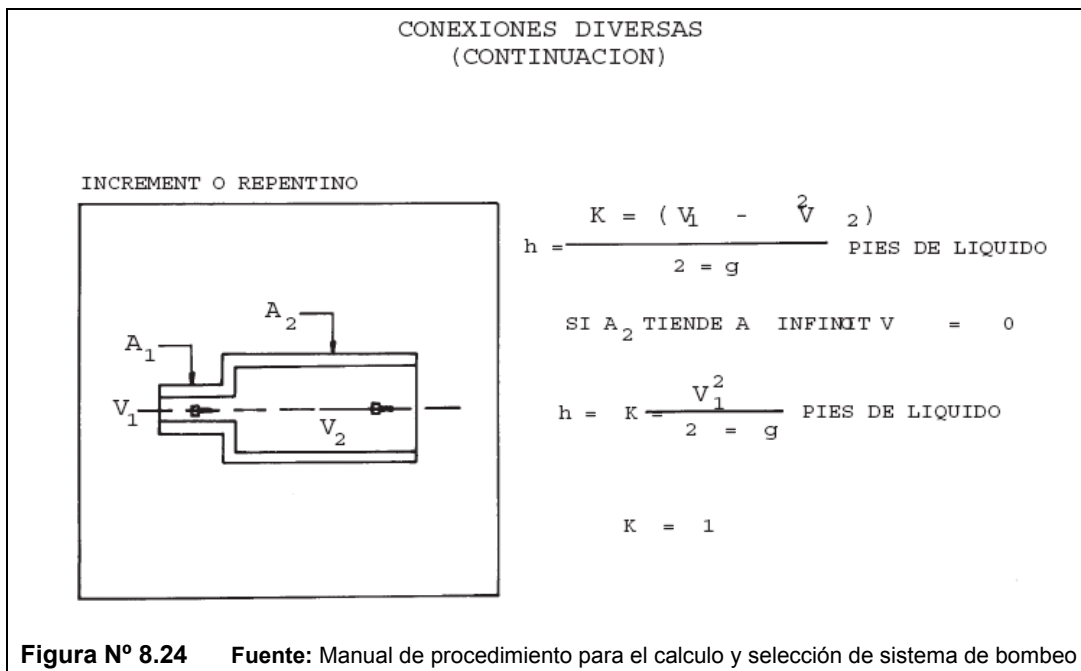
$$K = (0.05, 2.0)$$

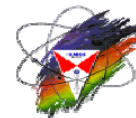
SI SE USARA INCREMENTAR, LA PERDIDA
PUEDE LLEGAR HASTA UN 40% MAYOR QUE LA
CAUSADA POR AUMENTO REPENTINO.

Figura N° 8.23 Fuente: Manual de procedimiento para el calculo y selección de sistema de bombeo



SISTEMAS HIDRONEUMATICOS





SISTEMAS HIDRONEUMATICOS

COMPORTAMIENTO TIPO DE UN SISTEMATANKLESS

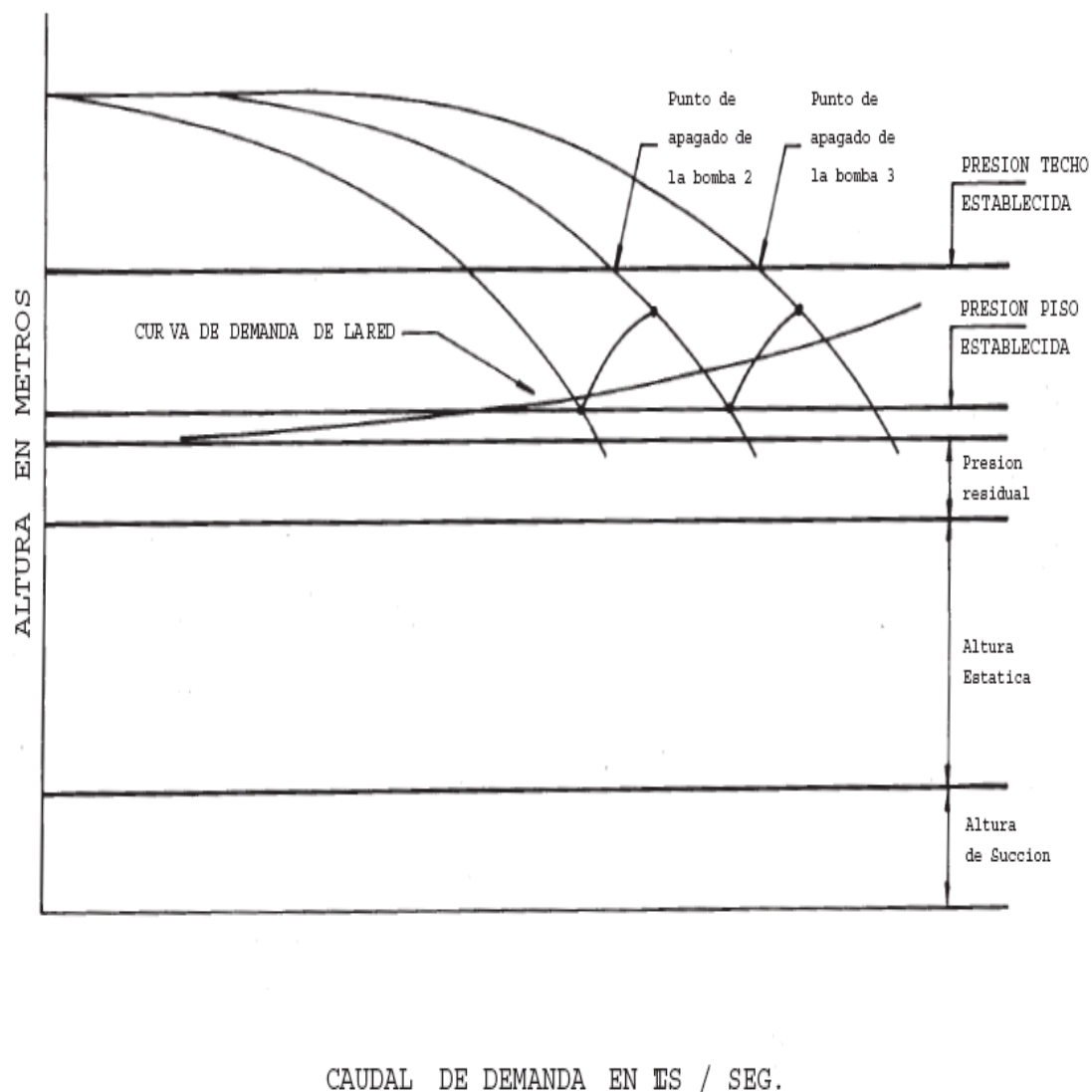
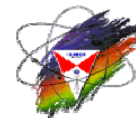
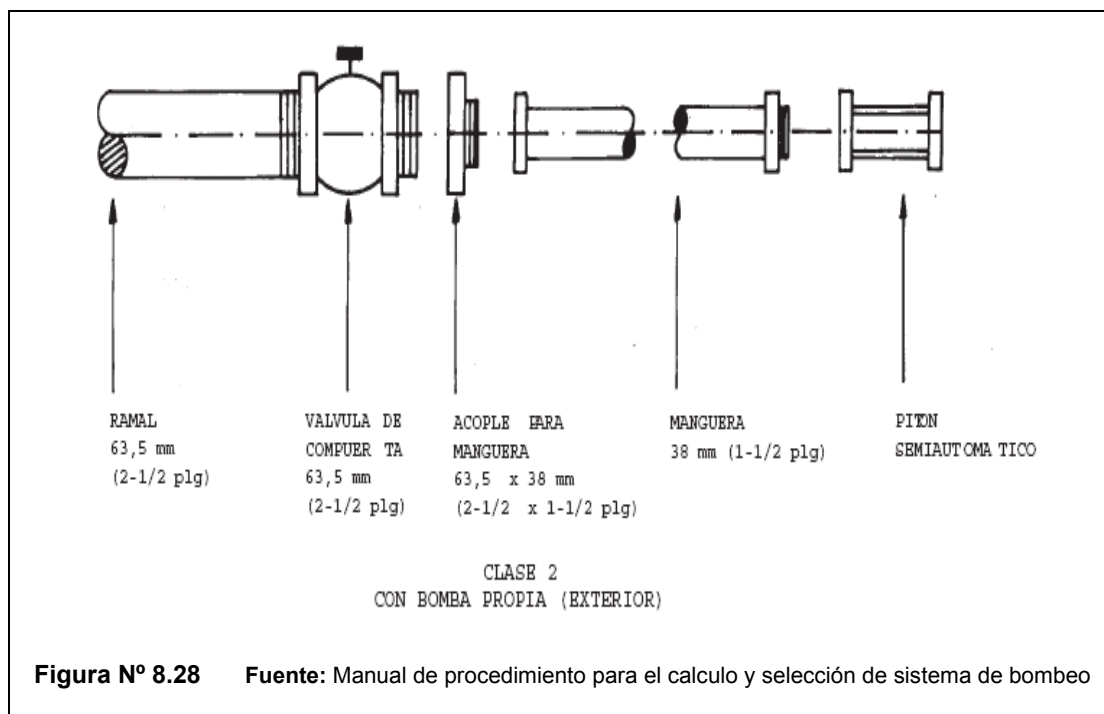
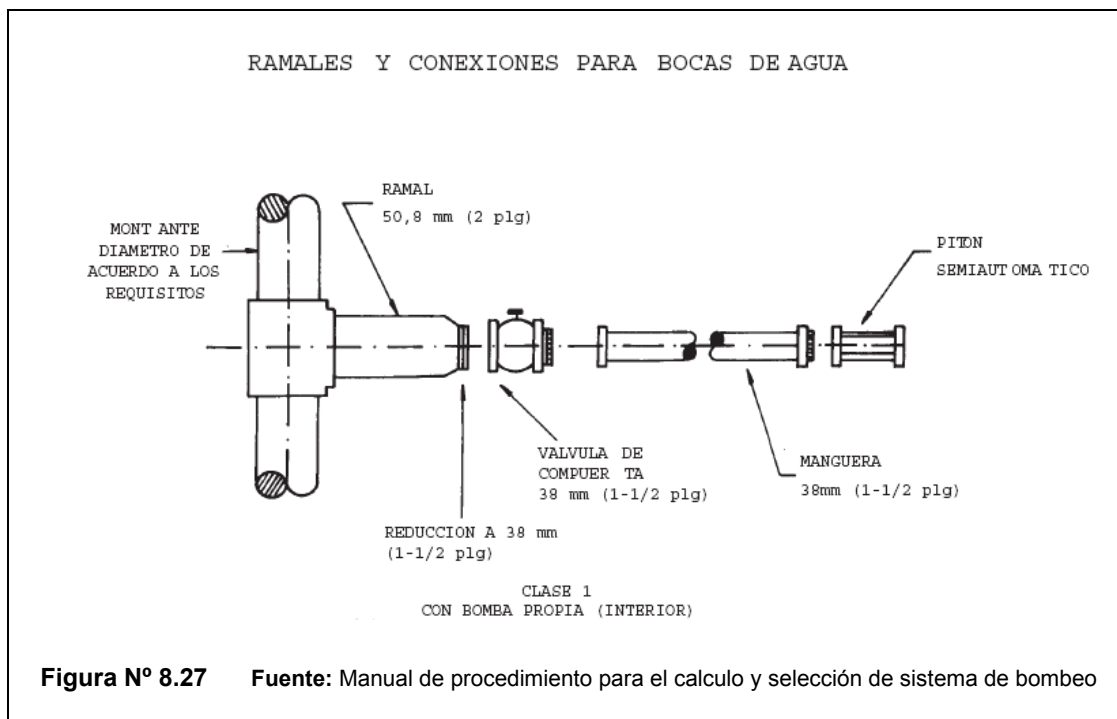
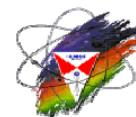


Figura N° 8.26 Fuente: Manual de procedimiento para el calculo y selección de sistema de bombeo



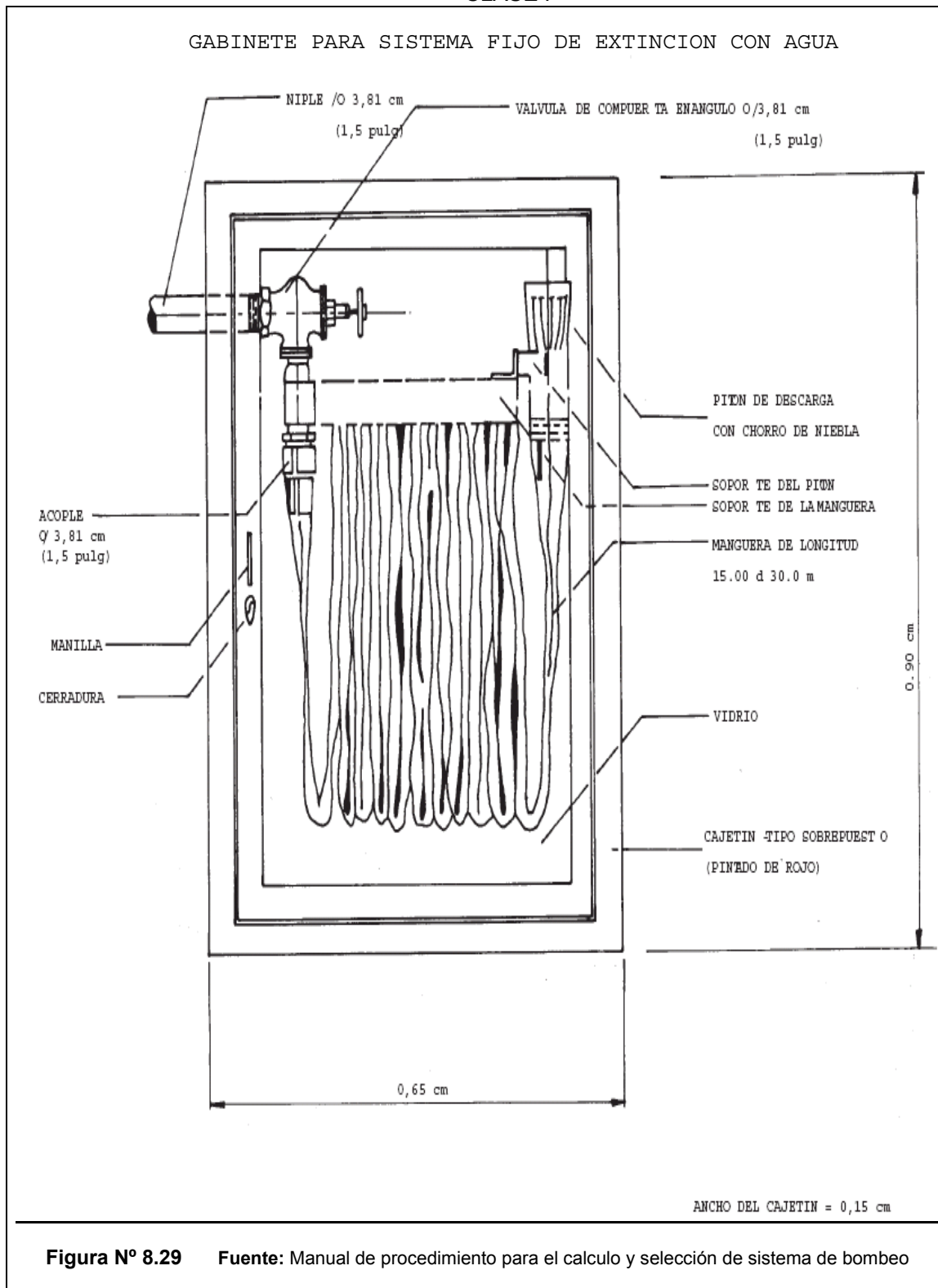
SISTEMAS HIDRONEUMATICOS

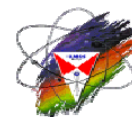




SISTEMAS HIDRONEUMATICOS

CLASE I





SISTEMAS HIDRONEUMATICOS

CLASE II .A

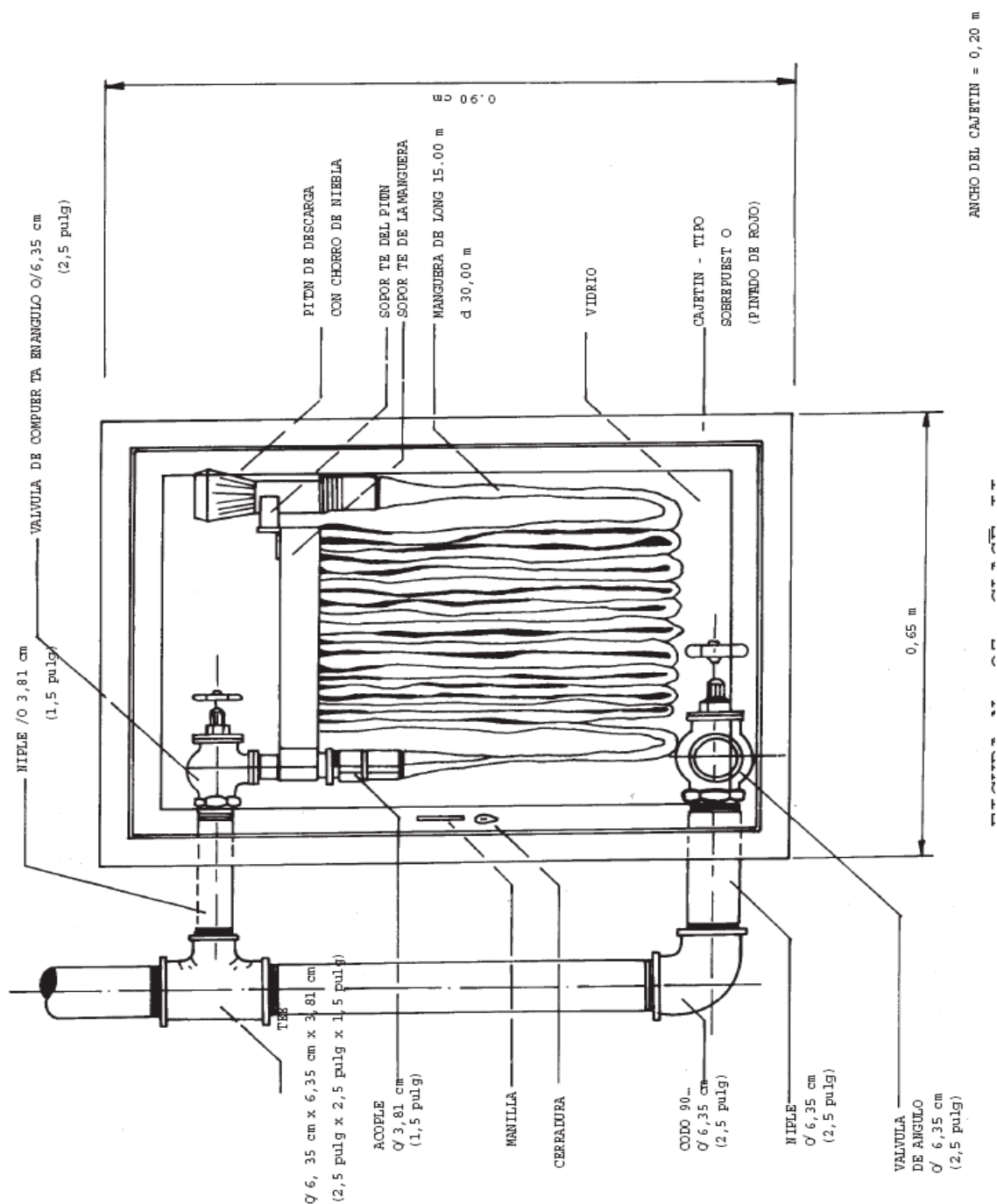
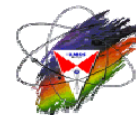
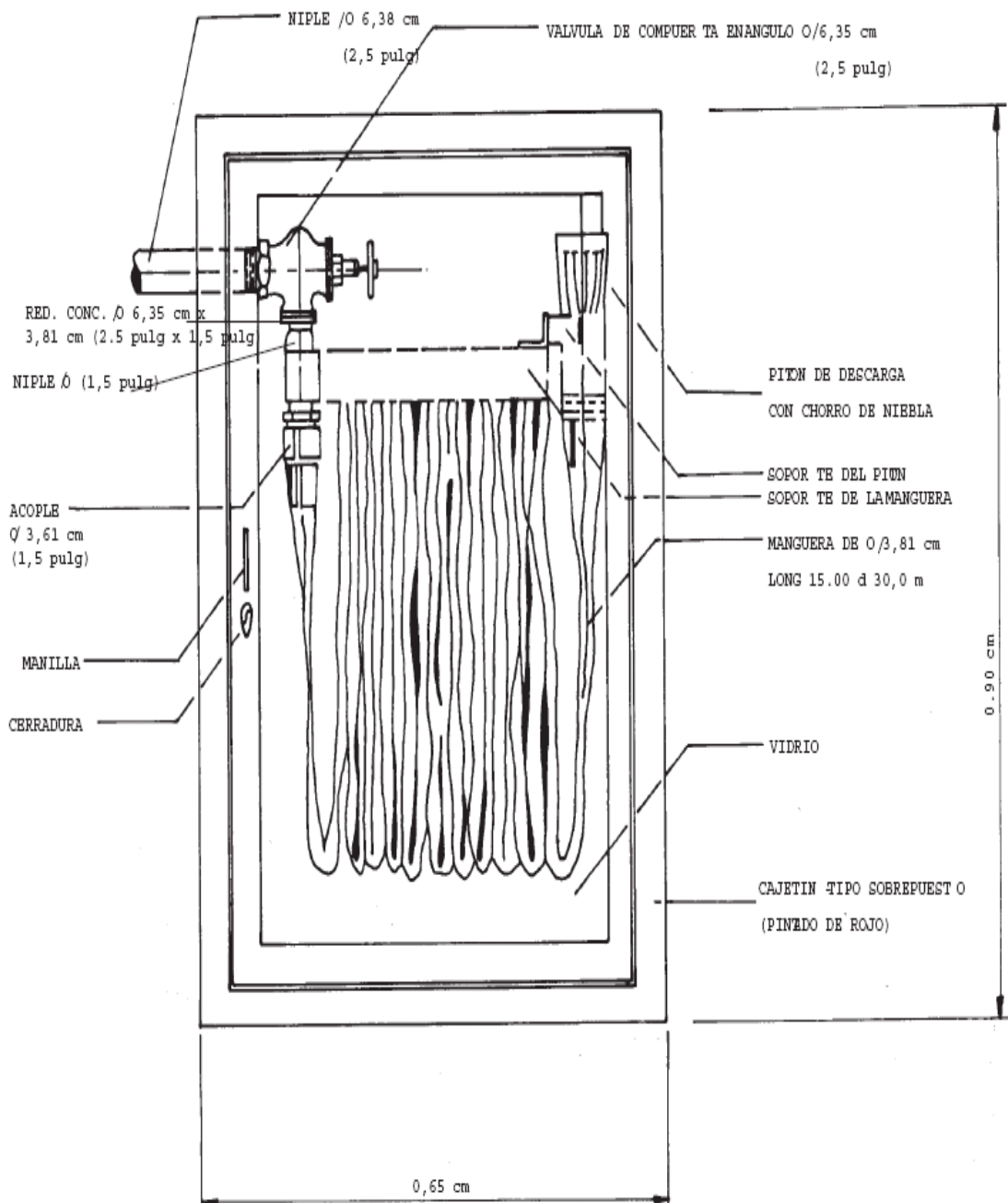


Figura N° 8.30 Fuente: Manual de procedimiento para el calculo y selección de sistema de bombeo



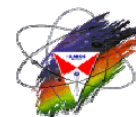
SISTEMAS HIDRONEUMATICOS

CLASE II.b



ANCHO DEL CAJETIN = 0,20 m

Figura N° 8.31 Fuente: Manual de procedimiento para el calculo y selección de sistema de bombeo



SISTEMAS HIDRONEUMATICOS

SISTEMA DE PRESION CONSTANTE CON TANQUE DE COMPENSACION

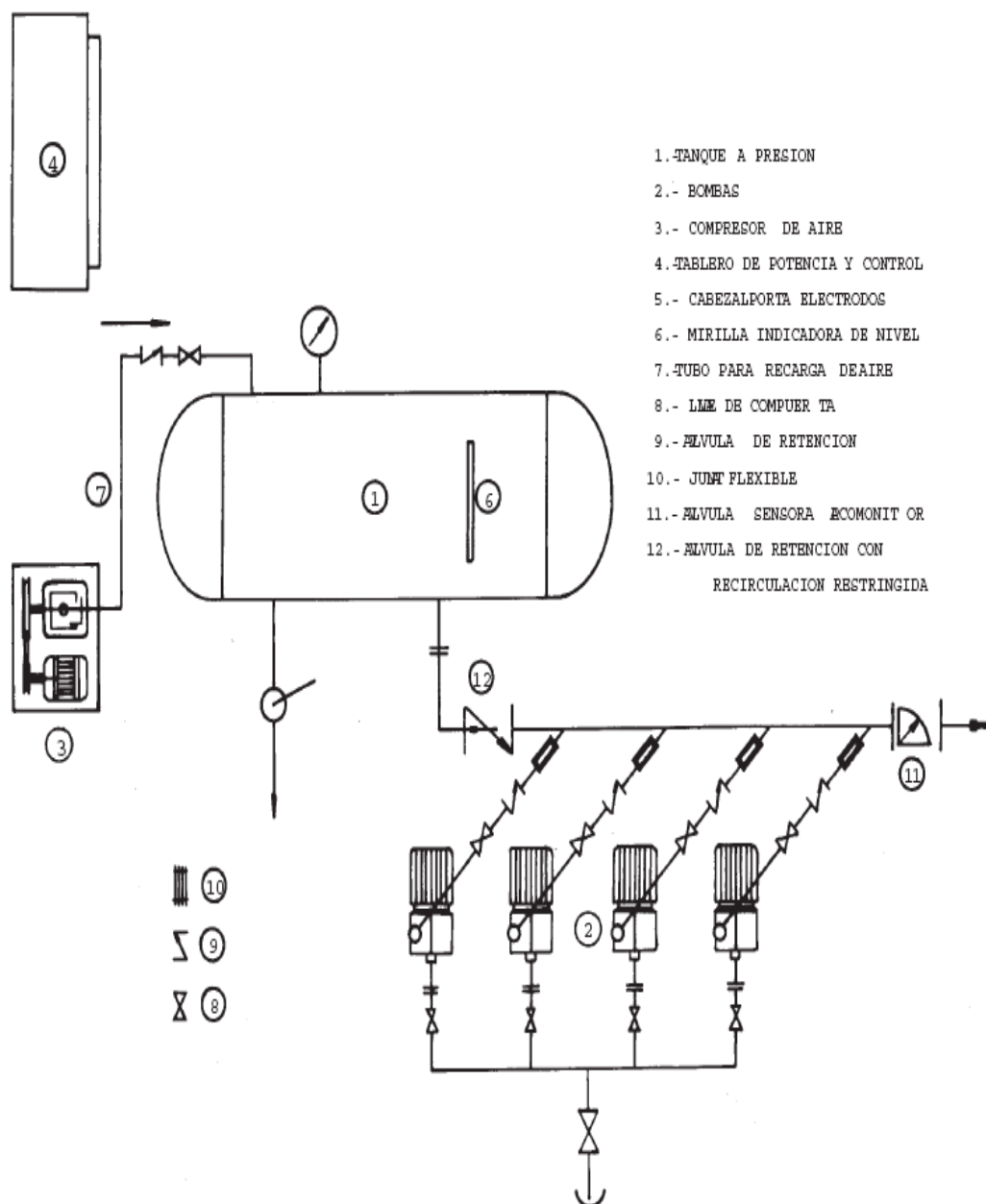
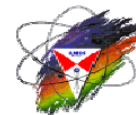


Figura N° 8.32 Fuente: Manual de procedimiento para el calculo y seleccón de sistema de bombeo



CAPITULO IX

GRUPOS DE PRESION E INSTALACIONES DE BOMBAS HIDRONEUMATICAS

9.1 GRUPOS DE PRESIÓN

Cuando el agua de la red general no alcanza la presión necesaria para alcanzar la mínima recomendada, serán necesarios equipos de elevación y bombeo

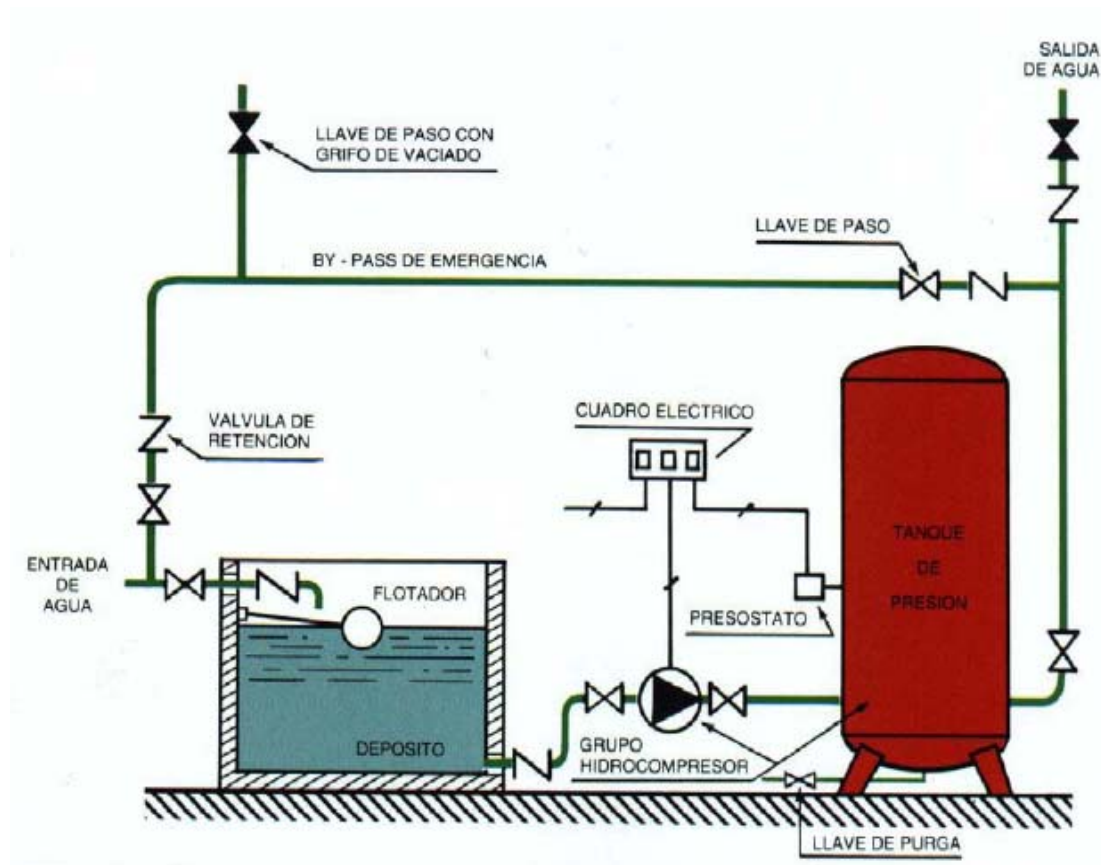


Figura N°9.1

Fuente: Instalaciones Sanitarias. "Ing. Jorge Ortiz "

9.1.1 CÁLCULO DEL DEPÓSITO AUXILIAR DE ALIMENTACIÓN

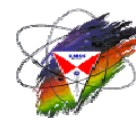
El volumen del depósito se calculará en función del tiempo previsto de utilización, aplicando la siguiente expresión:

V = volumen del depósito (l)

$V = Q \cdot t \cdot 60$ Q = caudal máximo simultáneo (l/s)

t = tiempo estimado (de 15 a 20) (min.)

9.1.2 CÁLCULO DE LAS BOMBAS



El cálculo de las bombas se hará en función del caudal y de las presiones de arranque y parada de las bombas (mínima y máxima respectivamente).

- El caudal de las bombas será el máximo simultáneo de la instalación.
- La presión mínima o de arranque (P_b) será el resultado de sumar la altura geométrica de aspiración (H_a), la altura geométrica (H_g), la pérdida de carga del circuito (P_c) y la presión residual en el grifo llave o fluxor (P_r).

El número de bombas a instalar se determinará en función del caudal total del grupo: dos bombas para caudales de hasta 10 l/s, tres para caudales de hasta 30 l/s y 4 para más de 30 l/s.

9.1.3 CÁLCULO DEL DEPÓSITO DE PRESIÓN

Para la presión máxima se adoptará un valor que limite el número de arranques y paradas del grupo (entre 2 y 3 bar por encima del valor de la presión mínima).

$$V_n = P_b \cdot V_a / P_a$$

V_n = volumen útil del depósito
 P_b = presión absoluta mínima
 V_a = volumen mínimo de agua
 P_a = presión absoluta máxima

9.2 CÁLCULO DEL DIÁMETRO NOMINAL DEL REDUCTOR DE PRESIÓN

Se establece en función del caudal máximo simultáneo.

Tabla 9.1 Diámetros nominal

Diámetro nominal	Caudal máximo simultáneo (l/s)
15	0,5
20	0,8
25	1,3
32	2,0
40	2,3
50	3,6
65	6,5
80	9,0
100	12,5
125	17,5
150	25,0
200	40,0
250	75,0

Fuente: Instalaciones Sanitarias. "Ing. Jorge Ortiz"

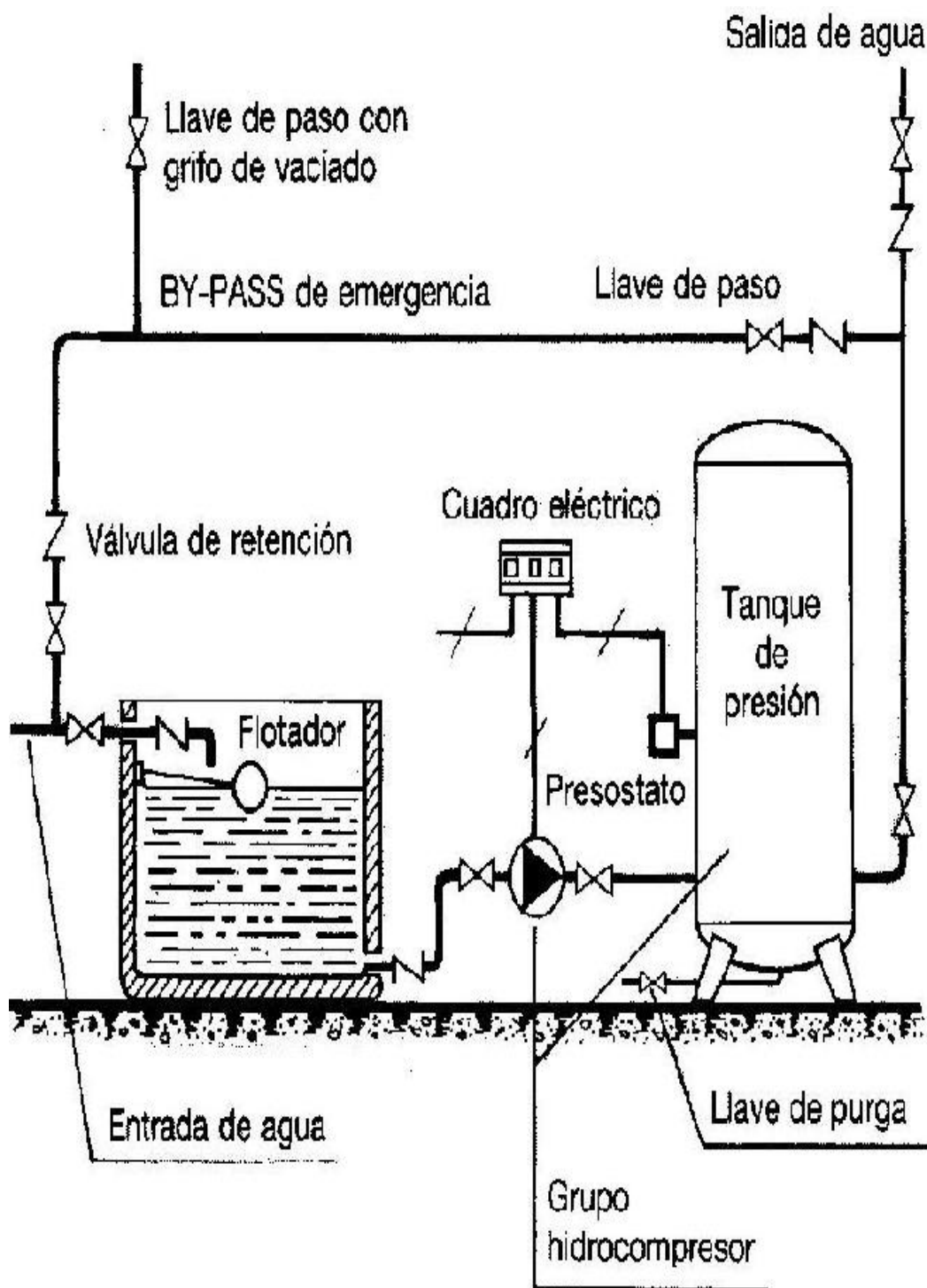
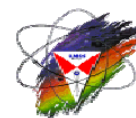
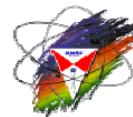


Figura N°9.2

Fuente: Instalaciones Sanitarias. "Ing. Jorge Ortiz "



9.3 CONDUCCIONES HIDRONEUMATICAS

Las pérdidas de carga en una red de aire comprimido son función de la presión estática, del caudal y del diámetro de la tubería, y en menor medida, de la densidad del aire y de la rugosidad de la tubería.

Esta relación esta plasmada en el gráfico general de pérdida de carga de tubo de acero en conducciones neumáticas que figura en el desplegable de la siguiente hoja.

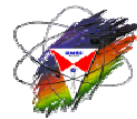
9.3.1 PERDIDA DE CARGA LINEAL

- a) Siguiendo las indicaciones recogidas en el ejemplo adjunto al gráfico, determinaremos la pérdida de carga por cada 10 m de tubería de acero.
- b) Dividiendo este valor por 10 y multiplicando el resultado por la longitud total de tubería recta (en m) de un diámetro determinado, tendremos la pérdida de carga total para ese diámetro.
- c) Sumando los resultados parciales obtenidos para cada diámetro que compone la conducción de aire comprimido o ramal más desfavorable de la misma, tendremos la pérdida de carga total buscada.

9.3.2 PERDIDA DE CARGA LOCALIZADA

Existen ábacos y tablas, al igual que en las conducciones hidráulicas, que nos dan las longitudes equivalentes en metros de tubería recta para los distintos obstáculos o elementos singulares de la conducción. Sin embargo por las razones que expondremos a continuación se hace innecesaria su utilización.

- ❖ Salvo en pequeñas instalaciones, la línea principal se suele diseñar y montar en anillo, por lo que un receptor neumático puede ser alimentado por uno u otro lado, o por ambos a la vez, minimizando las pérdidas de carga y las variaciones de presión de unos receptores o puntos de consumo a otros.
- ❖ Tradicionalmente suele sobredimensionarse las conducciones, en previsión de futuras ampliaciones o conexiones de nuevos



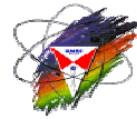
receptores, hecho muy frecuente en este tipo de instalaciones.

Es decir, cualquier mayor ración de la pérdida de carga total en la conducción debida a los distintos obstáculos de la misma, va a ser compensada por la disposición de la red en anillo y su sobredimensionado, por lo que no tiene objeto su consideración.

9.3.3 COMPONENTES DEL SISTEMA HIDRONEUMATICO

El Sistema Hidroneumático deberá estar construido y dotado de los componentes que se indican a continuación:

- a.-** Un tanque de presión, el cual consta entre otros de un orificio de entrada y otro de salida para el agua (en este se debe mantener un sello de agua para evitar la entrada de aire en la red de distribución) y uno para la inyección de aire en caso de faltar el mismo.
- b.-** Un numero de bombas acorde con las exigencias de la red (una o dos para viviendas unifamiliares y dos o mas para edificaciones mayores).
- c.-** Interruptor eléctrico para detener el funcionamiento del sistema, en caso de faltar el agua en el estanque bajo.
- d.-** Llaves de purga en las tuberías de drenaje.
- e.-** Válvula de retención en cada una de las tuberías de descarga de las bombas al tanque hidroneumático.
- f.-** Conexiones flexibles para absorber las vibraciones.
- g.-** Llaves de paso entre la bomba y el equipo hidroneumático; entre este y el sistema de distribución.
- h.-** Manómetro.
- i.-** Válvula de seguridad.
- *j.-** Dispositivo para control automático de la relación aire/agua.



k.- Interruptores de presión para arranque a presión mínima y parada a presión máxima, arranque aditivo de la bomba en turno y control del compresor.

***l.-** Indicador exterior de los niveles en el tanque de presión, para la indicación visual de la relación aire-agua.

(*) Para los equipos instalados en viviendas unifamiliares y bifamiliares, los requerimientos señalados en los apartes h, j, k y n podrán suprimirse.

9.3.4 CICLOS DE BOMBEO

Se denomina ciclos de bombeo al número de arranques de una bomba en una hora.

Cuando se dimensiona un tanque se debe considerar la frecuencia del número de arranques del motor en la bomba. Si el tanque es demasiado pequeño, la demanda de distribución normal extraerá el agua útil del tanque rápidamente y los arranques de las bombas serán demasiado frecuentes. Un ciclo muy frecuente causa un desgaste innecesario de la bomba y un consumo excesivo de potencia.

Por convención se usa una frecuencia de 4 a 6 ciclos por hora, el ciclo de cuatro (4) arranques/hora se usa para el confort del usuario y se considera que con mas de seis (6) arranques/hora puede "haber" un sobrecalentamiento del motor, desgaste innecesario de las unidades de bombeo y excesivo consumo de energía eléctrica.

El punto en que ocurre el número máximo de arranques, es cuando el caudal de demanda de la red alcanza el 50% de la capacidad de la bomba. En este punto el tiempo que funcionan las bombas iguala al tiempo en que están detenidas. Si la demanda es mayor que el 50%, el tiempo de funcionamiento será mas largo; cuando la bomba se detenga, la demanda aumentada extraerá el agua útil del tanque más rápidamente, pero la suma de los dos periodos, será más larga.

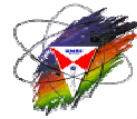
Una vez calculado el Caudal Máximo Probable de agua correspondiente a una red de distribución, así como, los diámetros y presión mínimas requeridos por la red, (según los métodos explicados), y tomada la decisión de instalar un sistema hidroneumático, se deben tomar en cuenta un grupo de factores los cuales se explicaran en la secciones siguientes.

9.3.5 PRESIONES DE OPERACION DEL SISTEMA HIDRONEUMATICO

➤ PRESION MINIMA

La presión mínima de operación P_{min} del cilindro en el sistema hidroneumático deberá ser tal que garantice en todo momento, la presión requerida (presión residual) en la toma más desfavorable y podrá ser determinada por la formula siguiente:

$$P_{min} = h + \Sigma hf + \frac{V''}{2 \cdot g} + hr$$



$$P_{min} = h + \Sigma hf + \frac{V''}{2 \cdot g} + hr$$

Donde:

h = Altura geométrica entre el nivel inferior y el nivel superior del líquido.

Σhf = La sumatoria de todas las pérdidas (tanto en tuberías recta como accesorios) que sufre el fluido desde la descarga del tanque hasta la toma más desfavorable.

$V''/2 \cdot g$ = Energía Cinética o presión dinámica.

hr = Presión residual.

➤ **PRESIÓN DIFERENCIAL Y MÁXIMA**

En la norma se recomienda que la presión diferencial, no sea inferior a 14 metros de columna de agua. Sin embargo, no fija un límite máximo que se pueda utilizar, por lo que hay que tener en cuenta que al aumentar el diferencial de presión, aumenta la relación de eficiencia del cilindro considerablemente y por lo tanto reduce en tamaño final del mismo; pero aumentar demasiado el diferencial puede ocasionar inconvenientes, pequeños, tales como un mayor espesor de la lámina del tanque, elevando así su costo y obligando a la utilización de bombas de mayor potencia para vencer la presión máxima, o graves, tales como fugas en las piezas sanitarias y acortamiento de su vida útil. La elección de la Presión Máxima se prefiere dejar al criterio del proyectista.

➤ **DIMENSIONAMIENTO DE LAS BOMBAS Y MOTORES**

La primera consideración al seleccionar el tamaño de las bombas, es el hecho de que deben ser capaces por sí solas de abastecer la demanda máxima dentro de los rangos de presiones y caudales, existiendo siempre una bomba adicional para alternancia con la (s) otra (s) y para cubrir entre todas, por lo menos el 140 % de la demanda máxima probable.

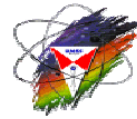
➤ **NÚMERO DE BOMBAS Y CAUDAL DE BOMBEO**

Como ya fue mencionado, solo es permitido el uso de una bomba en el caso de viviendas unifamiliares; en cualquier otro tipo de edificaciones deben seleccionarse dos o más unidades de bombeo.

➤ **POTENCIA REQUERIDA POR LA BOMBA Y EL MOTOR**

La potencia de la bomba para un sistema hidroneumático podrá calcularse por la misma fórmula siguiente, la cual se repite en esta sección, utilizada en el cálculo del sistema de tanque a tanque:

$$HP = \frac{Q_b \text{ (lps)} \cdot H \text{ (metros)}}{75 \cdot n \text{ (\%)} / 100}$$



Las bombas deben seleccionarse para trabajar contra una carga por lo menos igual a la presión máxima en el tanque hidroneumático.

La potencia del motor eléctrico que accione la bomba será calculada según las mismas consideraciones utilizadas en el cálculo de los sistemas de tanque a tanque, las cuales se reproducen aquí:

- HP (motor) = 1,3 * HP (bomba) para motores trifásicos
- HP (motor) = 1,5 * HP (bomba) para motores monofásicos.
-

9.3.6 DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE A PRESION

El dimensionamiento del tanque a presión, se efectúa tomando como parámetros de calculo el caudal de bombeo (Qb), los ciclos por hora (U), y las presiones de operación, el procedimiento es resumido en cuatro pasos, cada uno con su respectiva formula:

a. - Determinación del tipo de ciclo de bombeo (Tc).

$$Tc = \frac{1 \text{ hora}}{U}$$

Donde:

U = Número de ciclos por hora.

b.- Determinación del volumen útil del tanque (Vu).

Es el volumen utilizable del volumen total del tanque y representa la cantidad de agua a suministrar entre la presión máxima y la presión mínima.

$$Vu = \frac{Tc * Q \text{ (bombeo)}}{4}$$

c. - Calculo del porcentaje del volumen útil (% Vu)

Representa la relación entre el volumen utilizable y el volumen total del tanque y se podrá calcular a través de la siguiente ecuación:

$$\% Vu = 90 * \frac{(P_{max} - P_{min})}{P_{max}}$$

Donde:

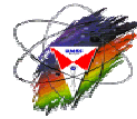
Pmax = Es la presión máxima del sistema

Pmin = Es la presión mínima del sistema

Nota: Tanto la Pmax como la Pmin serán dados como presiones absolutas.

d.- Calculo del volumen del tanque (Vt).

$$Vt = \frac{Vu}{\%Vu/100}$$



9.4 ESQUEMAS DE INSTALACIONES

Instalación de fontanería (agua fría) con calentador divisionario por planta

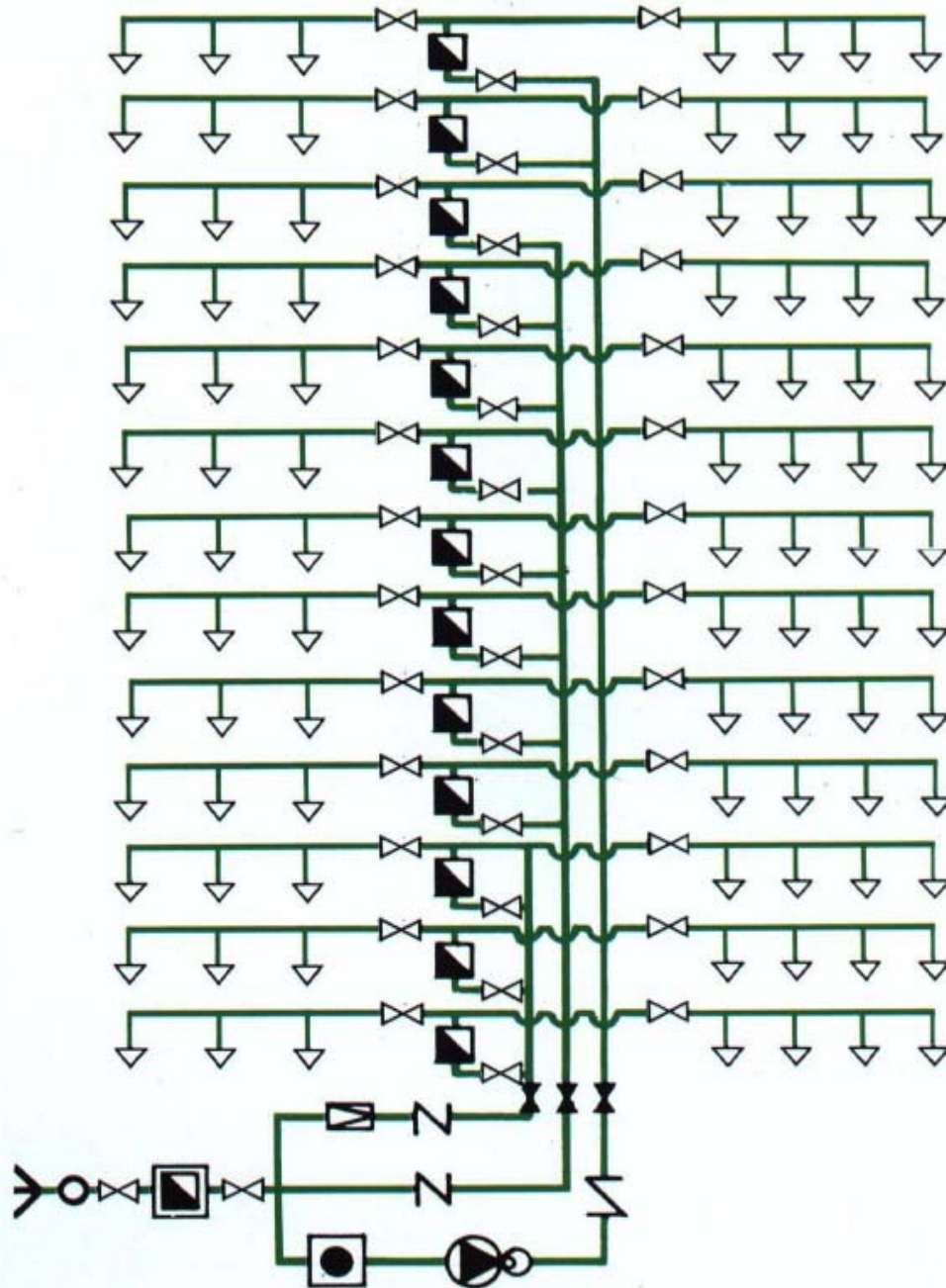
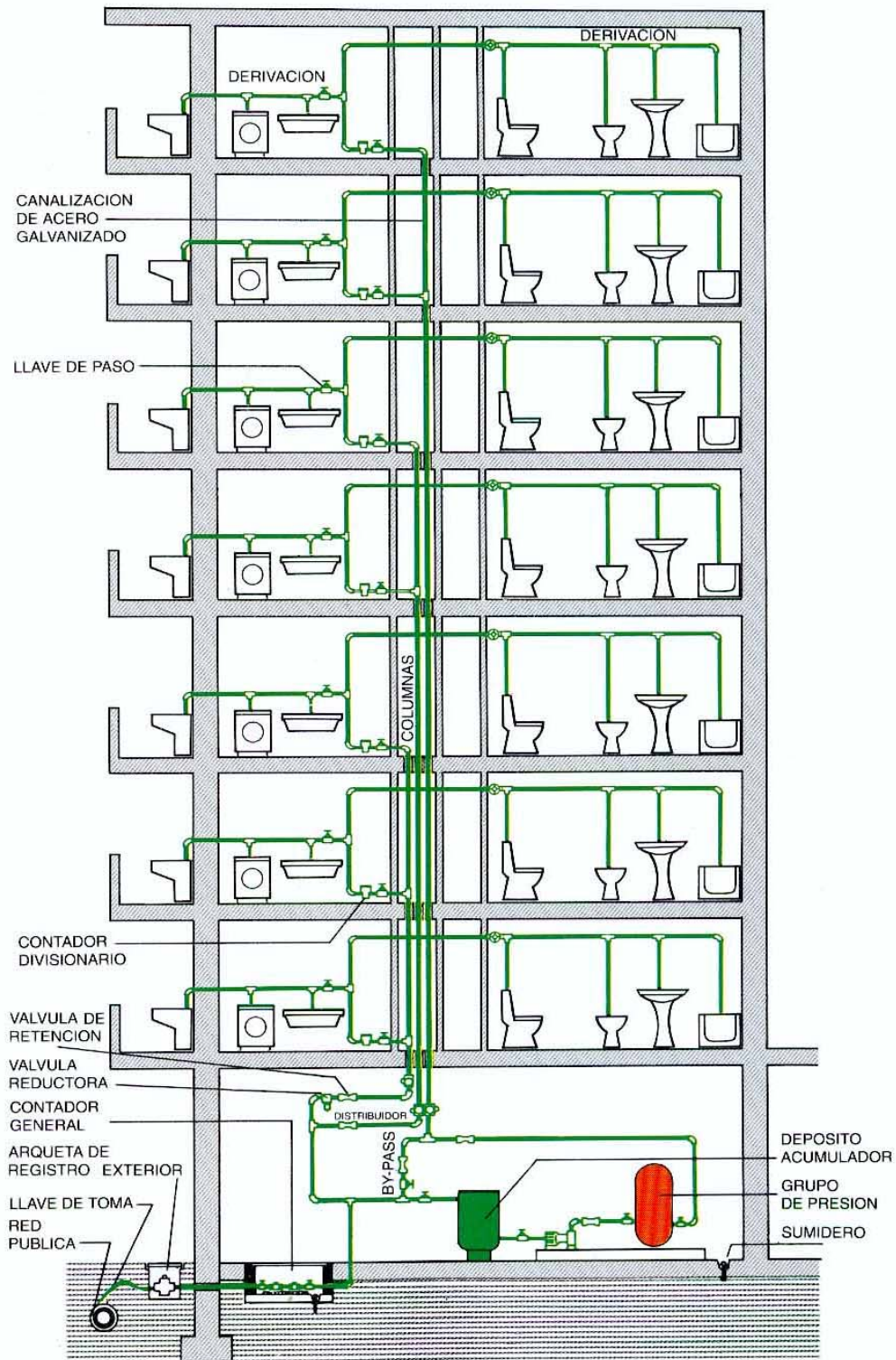
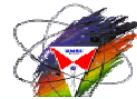


Figura N°9.3

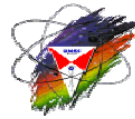
Fuente: Instalaciones Sanitarias. "Ing. Jorge Ortiz "



79

Figura N°9.4

Fuente: Instalaciones Sanitarias. "Ing. Jorge Ortiz "



Instalación de agua caliente sanitaria centralizada con controlador individual

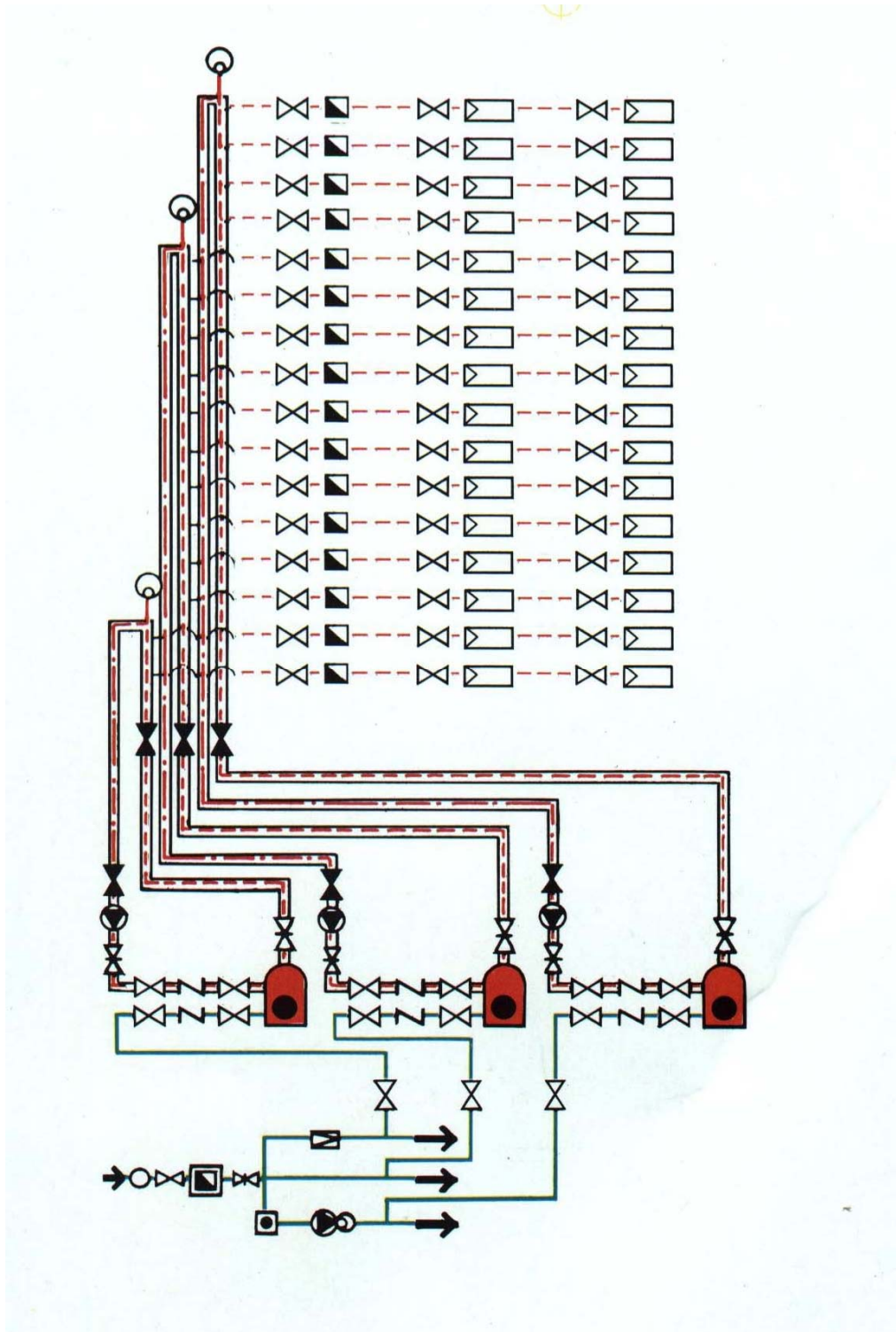
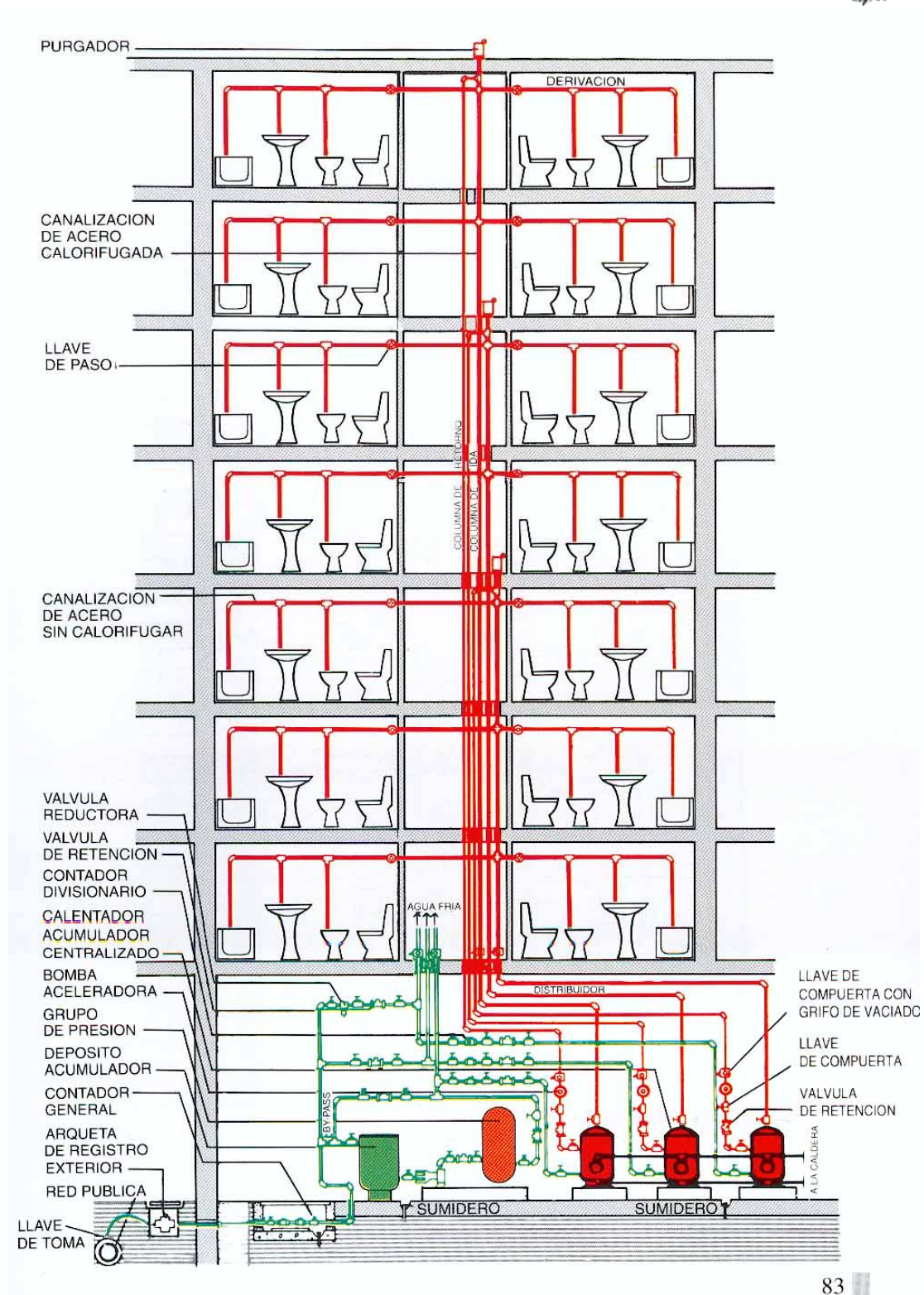
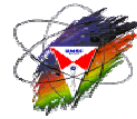


Figura N°9.5

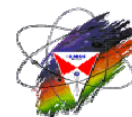
Fuente: Instalaciones Sanitarias. "Ing. Jorge Ortiz "



83

Figura N°9.6

Fuente: Instalaciones Sanitarias. "Ing. Jorge Ortiz "



CAPITULO X

MATERIALES Y ACCESORIOS PARA INSTALACIONES DE AGUA Y DESAGUE SANITARIO

10.1 GENERALIDADES

Son los diversos tipos de materiales y accesorios utilizados en las instalaciones tanto de agua potable como desagüe sanitario

10.2 MATERIALES (SEGÚN EL REGLAMENTO DE INSTALACIONES BOLIVIANA, 1994)

A.C.	Asbesto Cemento (Sólo para alcantarillado sanitario)
Ho.Ao.	Hormigón armado
F.F.	Fierro Fundido
F.F.D.	Fierro Fundido Dúctil
F.G.	Fierro Galvanizado
Cu.	Cobre
Zn.	Zinc
Br.	Bronce
P.V.C.	Policloruro de vinilo rígido
Ac.	Acero
Ho.S.	Hormigón Simple

USOS

T.A.P.	Tubería de agua potable
T.A.C.	Tubería de agua caliente
B.S.	Bajante Sanitaria
B.P.	Bajante Pluvial
T.S.	Tubería de desagüe sanitario
T.P.	Tubería de desagüe pluvial
T.V.	Tubería de ventilación
B.S.V.	Bajante sanitaria y de ventilación
C.I.	Cámara de inspección
C.R.	Cámara de Registro
Ca.I.	Casa Interceptara
i .	Pendiente

En caso de existir materiales poco usuales, se especificará las abreviaturas empleadas en cada caso.

10.3 COMPONENTES DE UNA INSTALACION DE AGUA FRIA

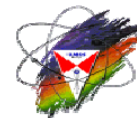
Son piezas y dispositivos de la instalación de agua fría como caliente.

Se dividen en:

🚰 **Conducciones** (materiales)

🔧 **Accesorios** (elementos de unión)

10.3.1 CONDUCCIONES



(Tanto para AF, AC) según lo que indica el artículo del reglamento nacional de instalaciones, 1994

Material para Tuberías, Accesorios y Válvulas de Abastecimiento y Distribución de Agua. En el abastecimiento y distribución de agua para las instalaciones, deberán utilizarse únicamente tuberías de los siguientes materiales: hierro fundido, hierro dúctil, hierro galvanizado, acero, cobre, bronce o PVC. No podrán emplearse materiales que hayan sido anteriormente usados. Queda prohibido el uso de tuberías de plomo y asbesto cemento.

Las tuberías deberán cumplir los siguientes requisitos generales:

Material homogéneo

Sección circular

Espesor uniforme

Dimensiones, pesos y espesores de acuerdo con las especificaciones correspondientes.

Para el caso de uso de tuberías PVC deberán cumplir con la Norma Boliviana.

10.3.2 MATERIALES PARA AGUA POTABLE

Se pueden encontrar de los siguientes materiales:

- ✓ **Fierro galvanizado:** son las de mayor uso junto con las de plástico, por su mayor durabilidad; uso de accesorios del mismo material en las salidas de agua, menor riesgo de fractura durante su manipuleo.
- ✓ **Cobre:** son las mejores para las instalaciones de agua potable, sobre todo para conducir agua caliente, pero su costo es muy elevado y se requiere mano de obra especializado para su instalación.
- ✓ **Plomo:** se utilizan en conexiones domiciliarias; han sido dejadas de lado al comprobarse que en determinados casos se destruyan rápidamente por la acción de elementos químicos hallados en el agua; sin embargo aun se utilizan como abastos de aparatos sanitarios.
- ✓ **Plástico: PVC** rígido para conducción de fluidos a presión SAP (Standard Americano Pesado). Estas tuberías se fabrican de varias clases: clase 15 (215 lb. /pulg²), clase 10 (150 lb/pulg²), clase 7.5 (105lb/pulg²) y clase 5 (lb. /pulg²), en función a la presión que pueden soportar.

Poseen alta resistencia a la corrosión y a los cambios de temperatura, tienen superficie lisa, sin porosidades, peso liviano y alta resistencia al tratamiento químico de aguas con gas cloro o fluor.

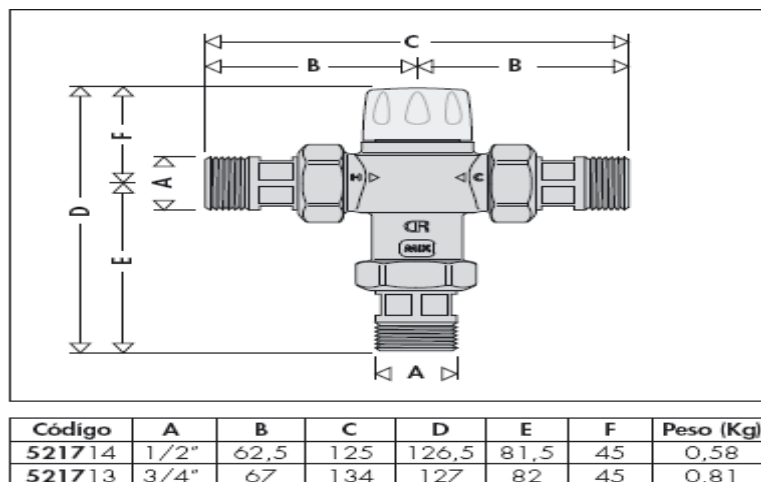
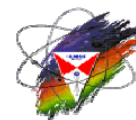


Fig.10.1 Unión de tuberías de bronce **Fuente:** Tubos duratop

10.3.3 MATERIALES A EMPLEAR (LOS MÁS ACONSEJABLES)

❖ En instalaciones de **aguas potable**

✚ Acometida: Polietileno

✚ Interior general: Polietileno Acero soldado galvanizado
PVC

✚ Batería de contadores: Acero soldado galvanizado
PVC

✚ Montantes: Acero soldado galvanizado
Cobre

✚ Derivación Interior Particular (viviendas y locales):

- Acero soldado galvanizado
- Cobre
- Acero soldado inoxidable. (elevada calidad)

✚ Llaves y válvulas : Latón

❖ Uniones con los materiales:

✚ Acero soldado galvanizado: Roscada

✚ Cobre: Soldada por capilaridad

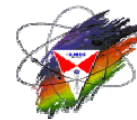
✚ Polietileno reticulado: Mecánica

✚ Poli butileno: Mecánica

✚ PVC clorado: Encolada.

En los planos de plantas se deberá indicar el material y uso de las tuberías, de acuerdo a las siguientes abreviaturas (**según el reglamento nacional de instalaciones sanitarias domiciliarias, 1994**)

10.3.4 OTRAS RECOMENDACIONES PARA TUBERÍAS Y CONDUCTORES



- Incompatible PB con cemento y morteros de cemento
- No contactar tuberías de acero con yeso, escayolas y escombros.

10.4 LOS ACCESORIOS

10.4.1 DEFINICIÓN

Elementos que sirven para unir unos tubos con otros, tubos con elementos, cambios de dirección y cambios de sección.

10.4.2 CLASIFICACIÓN SEGÚN SU UNIÓN CON LA TUBERÍA

- Roscados (Se tiene que realizar en la tubería la correspondiente rosca de la siguiente forma:
 1. Se hace la rosca con una TERRAJA
 2. Se protege la rosca con MINIO pues se le ha quitado el Zn.
 3. Se coloca TEFLON/ESTOPA en la rosca.

10.4.3 DEFINICIÓN GENERAL DE RACOR

Accesorio utilizado para la unión de dos tubos o partes de la red.

10.4.4 DEFINICIÓN GENERAL DE JUNTA

Conjunto de dispositivos y materiales destinados a asegurar la estanqueidad de dos tubos o piezas consecutivas de una canalización.

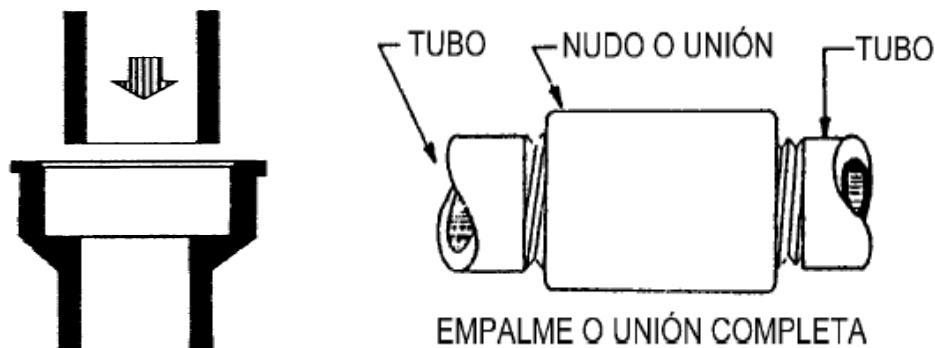
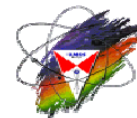


Fig.10.2 Tipos de juntas Fuente: instalaciones"R. Brancroft" 1986

10.5 LISTA DE ACCESORIOS

1. ARANDELA DE JUNTA: Elemento en forma de anillo de materia elástica o deformable, que se inserta entre dos elementos para asegurar (por compresión) la estanqueidad.
2. BOBINA: Tubo recto y corto usado para completar la longitud de un trozo recto de la instalación o para facilitar la unión de un tubo a otro tubo o aparato.
3. CODO: Racor curvo para unir dos trozos de tubería de distintas direcciones. Suelen ser de 45° o de 90°. Pueden ser hembra (rosca interior), macho (rosca



exterior), mixtos (exterior un extremo e interior otro). Existen codos de registro (con un tapón)

4. CRUCETA: Racor para tuberías con cuatro extremidades destinado a unir dos conductos rectilíneos perpendiculares
5. CURVA: Cuando el radio de curvatura de un codo es igual o mayor que el diámetro del codo entonces se llama curva (45°/90°)(machos, hembras, mixtos).

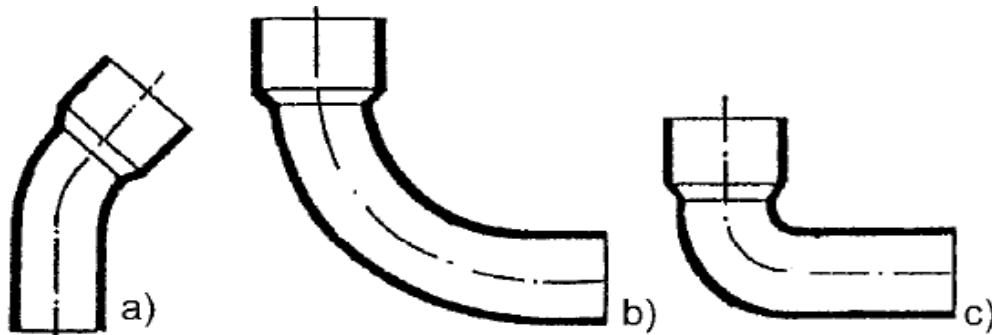
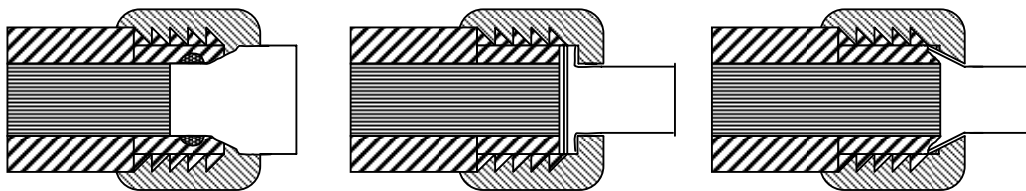


Figura 10.3 Tipos de codos a) de 45° radio normal b) de 90° radio largo c) de 90° radio corto

Fuente: instalaciones" R. Brancroft" 1986

6. MANGUITO: Igual que el machón pero con las roscas interiores.



Manguito a compresión

Manguito de Pestaña

Manguito

Figura 10.4 Tipos de manguitos **Fuente:** instalaciones de fontanería agua fría

7. REDUCCION: Racor de unión que tiene los extremos con distinto diámetro, unen dos tubos de distinta sección (macho, hembra, mixto).

8. TAPÓN: Pieza de obturación Terminal, se colocan al final de tramos que no rematan aún en instalaciones interiores (por ejemplo: locales comerciales, viviendas).

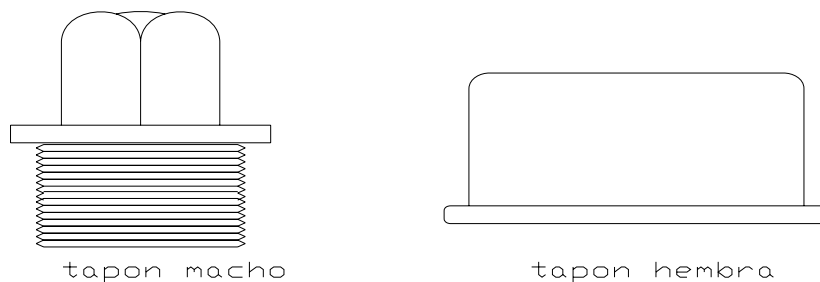
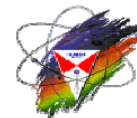


Figura 10.5 Tipos de tapones **Fuente:** elaboración propia



9. TE: Racor de tres extremidades que permite hacer una derivación de una tubería en otro conducto de dirección perpendicular o de determinado ángulo de salida. (normales, reducidas, oblicuas, de 90°, de tubería de sección menor)(macho, hembra, mixta).

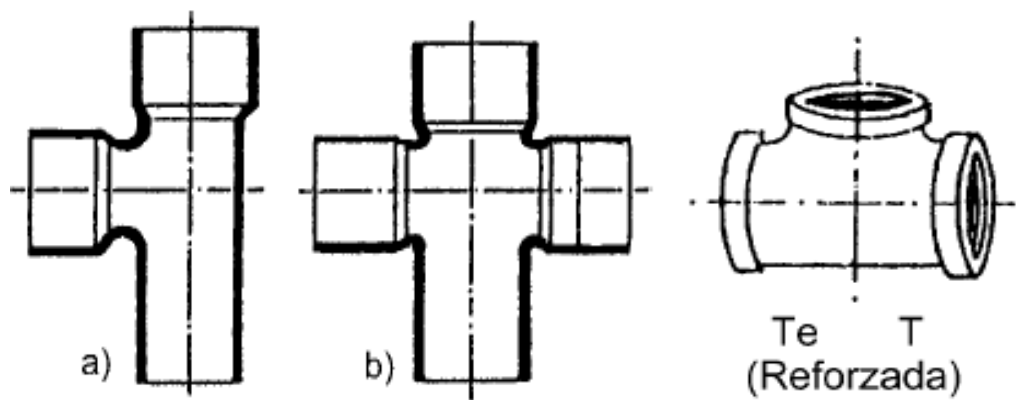


Figura 10.6 Formas de uniones T con bocina y espiga a) simple b) doble unión T reforzada

Fuente: instalaciones" R. Brancroft" 1986

10. ABRAZADERAS: Elementos que sirven para fijar las tuberías a paredes y techos. Pueden ser individuales o múltiples.
11. PASAMUROS: Tubos para pasar muros o forjados (Fundición, acero, polietileno reticulado) Diámetro ligeramente superior al de la tubería que acoge.

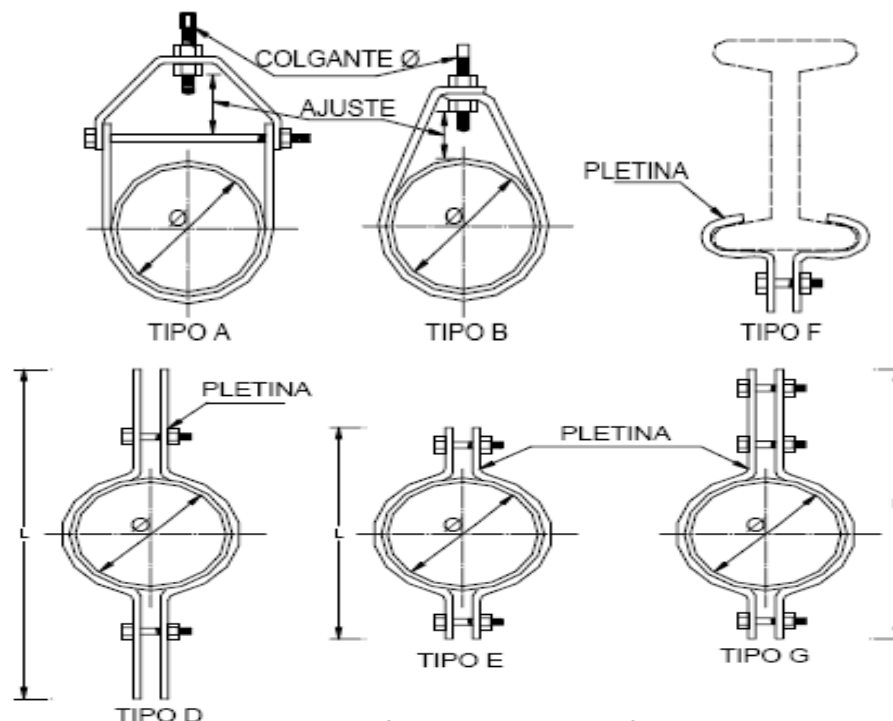
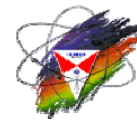


Figura 10.7 Tipos de soportes o abrazaderas

Fuente: instalaciones" R. Brancroft" 1986



12. MANGUITOS FLEXIBLES: Enlazar la tubería a los aparatos sanitarios, en sus extremos hay un macho y una hembra.
13. DISTRIBUIDOR: Elemento para distribuir la red desde una tubería principal a otras secundarias:

10.6 MATERIALES EN QUE SE FABRICAN LOS ACCESORIOS:

- Para Tuberías de Cobre: accesorios de Cobre, latón y Bronce
- Para acero galvanizado: igual material

10.7 VÁLVULAS

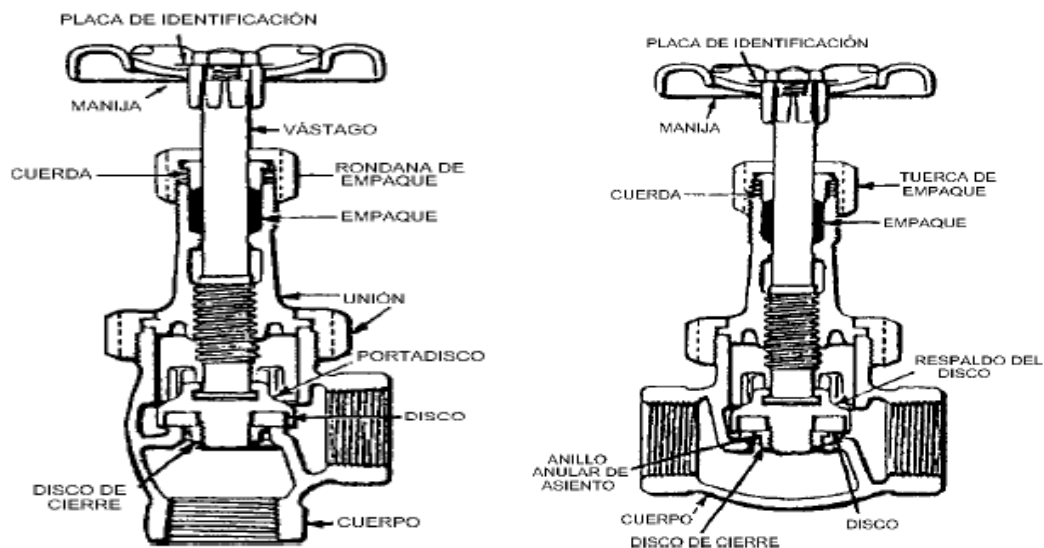


Figura 10.8 Válvulas

Fuente: instalaciones de fontanería agua fría

DEFINICIÓN

Son elementos intercalados en la red, para regular o interrumpir el paso del agua.

CLASIFICACIÓN

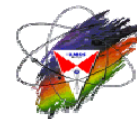
a) Interrupción y paso (abierto/cerrado)(cerrar despacio)

I. Compuerta

- (a) Obturador de disco
- (b) Cierre perpendicular
- (c) Uso solo en acometidas
- (d) No se debe emplear en secciones menores de 40 cms.

II. Mariposa

- (a) Disco que gira
- (b) En abierto no cambia la dirección del fluido.



III. Esfera

- (a) Gira una esfera
- (b) En abierto no cambia la dirección del fluido.

IV. Asiento o Soleta (El obturador es un pistón elástico)

1. Paralelo (Orificio de paso de agua en abierto paralelo).
2. Inclinado (Orificio del paso de agua en abierto inclinado)
3. Escuadra
 - Orificio de entrada y salida forman 90°.
 - Conecta aparatos con la red.

b) Control y regulación (Regulan caudal y/o presión)

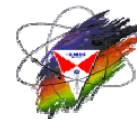
- I. Limitadoras de Presión
 - Reduce la presión a un valor constante
 - Las más usadas son las de alivio para soltar caudal
- II. Reductoras de Presión
 - Calibradas para reducir presión manteniendo el caudal
 - Tienen límites en su calibración por tornillo.
- III. Limitadoras de Caudal

Pueden ser manuales o automáticas

c) Seguridad

- I. Retención o Antirretorno (cierre automático) (evitan cambios de sentido del fluido)
- II. Antiarriete
 - Por amortiguador de aire: Especie de depósito de agua y aire separados por una membrana.
- III. Seguridad de cierre automático
 - Cuando detectan sobre presiones o sobre velocidades o sobre caudales se cierran automáticamente.
- IV. Purgadores o Ventosas
 - En las partes altas de las instalaciones
 - Evacuan el aire en la puesta en servicio de la instalación.
- V. Válvulas de Desagüe
 - En los puntos bajos de la conducción

10.8 FLUXORES.- llamada también válvula de descarga, es un grifo de cierre automático que se instala sobre la derivación de una instalación interior de agua para ser utilizada en el inodoro.



INCONVENIENTES

- Exigen presión residual no inferior a 7 mca.
- Para edificios de una misma altura, la existencia de fluxores exige una presión cinco metros más alta que la necesaria con solo aparatos corrientes (15 mca)
- **Soluciones:**
 1. Instalación con montante independiente solo para flexores en el edificio.
 2. Instalación de depósito cerrado a presión previo a cada fluxor.
 - 3.

10.9 MATERIALES Y ACCESORIOS PARA DESAGUE SANITARIO

Se pueden encontrar de los siguientes materiales:

- **Asbesto - cemento:** son muy frágiles por lo que requieren una manipulación cuidadosa, tienen un costo elevado y existe carencia de accesorios en el mercado (solo se atienden bajo pedido); se utilizan para redes externas.
- **Concreto:** para uso exterior, es muy utilizada en tramos rectos sin accesorios.
- **Fierro fundido:** para uso general en redes interiores y exteriores, tuberías de ventilación. Actualmente han caído en desuso debido a su costo y peso que hacen la instalación más cara y complicada.
- **Plástico: PVC rígido SAL.** Estas tuberías se encuentran en diámetros de 2, 3, 4, 6 y 8; en longitudes de 3 m para diámetros hasta de 3 y 5 m para diámetros mayores. Para instalaciones domesticas se suelen utilizar diámetros entre 2 y 4 pulgadas.

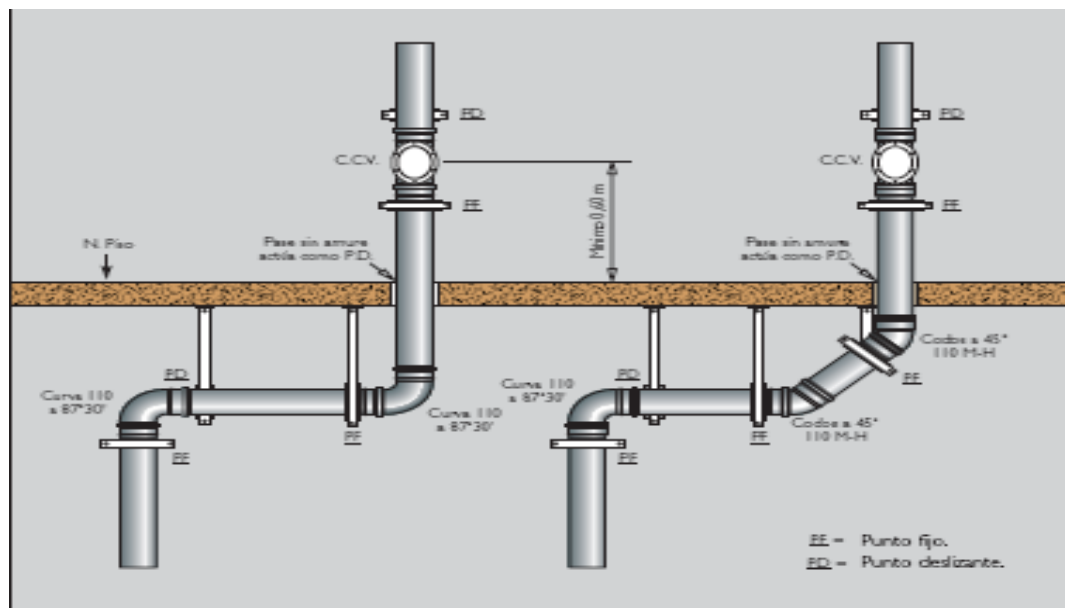


Fig.10.9 Uniones de tubos de PVC **Fuente:** productos DURATOP

Bibliografía

- 1. Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias** 1994
DINASBA,BOLIVIA.
- 2. Instalaciones Sanitarias Domiciliarias**, Ing. Jorge Ortiz 1998.
- 3. Obras Sanitarias Domiciliarias**, Ing. Mario Somaruga 1998.
- 4. Instalaciones Sanitarias en Viviendas**, José Ortega García 19 va edición 1979.
- 5. Instalaciones Sanitarias en edificaciones**, 2da edición, 1995 Enrique Jimeno Blasco.
- 6. Instalaciones y Accesorios de Gas**, 2da edición, 2000 Dr. POOLE,
- 7. Instalaciones de Gas** 2 da edición, 1999 Néstor P. Quadri.
- 8. Sistemas de Suministro de Agua Caliente y Calefacción**, F. Hall 1ra edición 1998.
- 9. Sistemas de Agua Fría, Desagüe e Instalaciones Sanitarias**, F. Hall 1998,
- 10. Instalaciones Sanitarias y de Gas Ingeniería Civil Facultad Regional Bahía Blanca UTN** 2005.
- 11. Internet.**