

T-UES
1501
A2849
2000
EJ. 2

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
INGENIERÍA CIVIL



**GUÍA PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE
AGUA POTABLE Y AGUAS RESIDUALES INTRAHOSPITALARIOS**

PRESENTADO POR:

ENY LORENA AGUIRRE ROQUE
DEYSI GUADALUPE FERNÁNDEZ MEJÍA
MIRIAM EDITH PÉREZ ORELLANA

15101676

15101676

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL

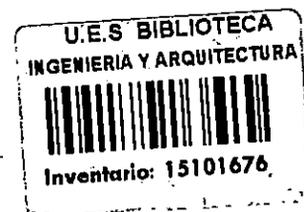


4923

CIUDAD UNIVERSITARIA, NOVIEMBRE DE 2000

Recibida el 24 de noviembre de 2000

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR



RECTORA :

Dra. María Isabel Rodríguez

SECRETARIA GENERAL :

Lcda. Lidia Margarita Muñoz Vela

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DECANO :

Ing. Álvaro Antonio Aguilar Orantes

SECRETARIO :

Ing. Saúl Alfonso Granados

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

DIRECTOR :

Ing. Luis Rodolfo Nosiglia Durán

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

Trabajo de Graduación previo a la opción al grado de:

INGENIERO CIVIL

Título :

**GUÍA PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE
Y AGUAS RESIDUALES INTRAHOSPITALARIOS**

Presentado por :

ENY LORENA AGUIRRE ROQUE
DEYSI GUADALUPE FERNÁNDEZ MEJÍA
MIRIAM EDITH PÉREZ ORELLANA

Trabajo de Graduación aprobado por :

Coordinador :

Ing. Juan Guillermo Umaña Granados

Asesores :

Ing. Ricardo Ernesto Herrera Mirón

Ing. Oscar Boanerges Calderón

San Salvador, Noviembre de 2000

Trabajo de Graduación aprobado por:

Coordinador :



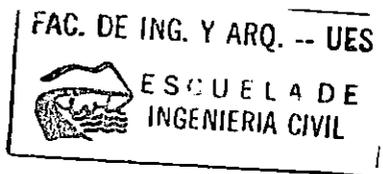
Ing. Juan Guillermo Umaña Granados

Asesor :



Ing. Ricardo Ernesto Herrera Mirón

Asesor Externo :



Ing. Oscar Boanerges Calderón

Con sabiduría se construye la casa, y con
inteligencia se ponen sus cimientos;
con conocimientos se llenan sus cuartos.
de objetos valiosos y de buen gusto.
Vale más hombre sabio que hombre fuerte;
vale más el saber que el poder, pues la
guerra se hace con buenos planes y
la victoria depende de los muchos consejeros.

AGRADECIMIENTOS

Como grupo deseamos agradecer a todas aquellas personas que nos brindaron su apoyo y colaboración, en especial a:

Nuestro coordinador Ing. Juan Guillermo Umaña Granados, a nuestros asesores Ing. Ricardo Ernesto Herrera Mirón e Ing. Oscar Boanerges Calderón, por su ayuda y orientación en la realización de este trabajo.

El personal de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), especialmente al Ing. Oscar B. Calderón, por ser, no solamente un asesor si no una persona que nos brindó su apoyo y amistad incondicional; al personal de los departamentos de: Catastro, Detección de fugas y al de Control de calidad del agua, por su colaboración desinteresada.

Carlos Aguirre Roque y Lic. William Castro por brindarnos su ayuda y un poco de su tiempo.

Eny, Deysi y Miriam

DEDICATORIA

Quiero compartir este gran momento de mi vida, con todos los que de una u otra forma me encaminaron hasta lograr alcanzar una de mis metas.

***A DIOS TODOPODEROSO:** Por ser el camino, la verdad, la vida, y permitirme tener a mi lado muchas personas valiosas.*

***A MIS PADRES:** Norberto Y Victoria, por todo el amor, apoyo y confianza que me brindan; especialmente por infundir en mí el deseo de superación para alcanzar mis metas. Los amo mucho!!*

***A MIS HERMANOS:** Roxana, Carlos y Marvin, por su ayuda, apoyo, comprensión y las palabras justas en los momentos que más lo he necesitado.*

***A DAVID:** Por ser una persona muy especial, estar conmigo en las buenas y en las malas, comprenderme, ayudarme, seguir compartiendo a mi lado momentos de felicidad y sobre todo por tu apoyo incondicional.*

***A MIS TÍOS Y SEGUNDOS PADRES:** Rubén y Sonia, por brindarme su cariño y apoyo; sobre todo por darme el calor de un hogar.*

***A MIS SOBRINOS:** Por todo el cariño y los momentos de alegría que me han brindado, que Dios los bendiga y los cuide siempre.*

***A MIS COMPAÑERAS DE TESIS:** Miriam y Deysi, porque a pesar de los momentos de tensión que compartimos, supimos sobrellevarlos y seguir siempre adelante conservando nuestra amistad. Gracias porque sin su ayuda no hubiera sido posible alcanzar ésta meta.*

***A MIS AMIGOS, COMPAÑEROS DE ESTUDIO Y DEMÁS FAMILIARES:** Porque con ustedes compartí, clases, giras de campo, trabajos, exámenes; así también momentos felices.*

ENY

DEDICATORIA

Quiero agradecer a todas aquellas personas que siempre han estado a mi lado y que me han apoyado en el transcurso de mi carrera y de mi vida:

A Dios por darme siempre la paciencia, y fortaleza para alcanzar las metas propuestas; por acompañarme y derramar bendiciones a toda mi familia.

A Mis padres por su amor, apoyo, comprensión y sacrificios realizados a lo largo de todos estos años para poder culminar mis estudios.

A mis hermanos por apoyarme siempre, especialmente a mi hermana por darme su cariño, acompañarme en todo momento y por encargarse de darme los últimos empujoncitos para la finalización de la carrera.

A mis amigas porque en los años de conocernos, nos hemos mantenido unidas apoyándonos mutuamente y por que sé que siempre puedo contar con ellas.

Deysi

DEDICATORIA

A Dios y Maria Auxiliadora: Por estar siempre a mi lado, ayudarme cuando les necesito, brindarme la sabiduría necesaria para culminar mi carrera y mostrarme el camino para salir adelante en la vida.

A mis padres: por preocuparse por mí, aconsejarme, esforzarse por brindarme una buena educación y apoyarme para alcanzar mis metas.

A mis hermanos: por ser un ejemplo a seguir, motivarme y ayudarme cuando lo necesito.

A mis sobrinas: por divertirme y alegrarme algunos momentos.

A mis verdaderos amigos: por aguantar mis quejas, reproches y mal humor, aconsejarme y darme ánimos siempre que lo necesito.

A mis familiares: por estar pendientes de mis avances en los estudios.

A mis compañeras de tesis: por luchar hombro a hombro y superar las adversidades para salir adelante con nuestro trabajo de graduación.

Miriam Edith.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN GENERAL	1
--------------------------------	---

PARTE I

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1 Introducción	1
1.2 Antecedentes.	2
1.3 Planteamiento del problema.	5
1.4 Objetivos	6
1.4.1 Objetivos generales	6
1.4.2 Objetivos específicos	6
1.5 Alcances y Delimitaciones.	8
1.5.1 Alcances.	8
1.5.2 Delimitaciones.	9
1.6 Limitaciones	10
1.7 Justificaciones	11
1.8 Metodología de la investigación a desarrollar.	14

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción.	17
2.2 Consumo y demanda de agua en hospitales.	18
2.2.1 Consumo de agua en hospitales.	18
2.2.2 Demanda de agua en hospitales.	20

2.3	Agua potable requerida en hospitales.	28
2.3.1	Agua Potable.	28
2.3.2	Sistemas de abastecimiento de agua potable.	33
2.3.3	Agua para calderas.	41
2.3.4	Sistemas de agua caliente.	45
2.3.5	Contadores o medidores de agua	47
2.4	Aguas residuales en hospitales.	48
2.4.1	Generalidades.	48
2.4.2	Características de las aguas residuales.	50
2.4.3	Límites máximos permisibles de contaminantes en aguas residuales para ser vertidos al alcantarillado publico.	51
2.4.4	Contaminantes de importancia en el tratamiento de agua residual..	52
2.4.5	Reducción de los caudales de aguas residuales.	53
2.4.6	Métodos de medición de gastos en descargas y corriente de aguas residuales	54
2.4.7	Drenaje de aguas residuales.	56
2.4.8	Pre-tratamientos de aguas residuales.	58
2.5	Sistemas de emergencia contra incendio en hospitales.	60
2.5.1	Generalidades.	60
2.5.2	Agua contra incendio.	62
2.5.3	Medidas de prevención y combate contra incendio.	62

CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO DE LOS HOSPITALES

3.1	Introducción.	65
-----	---------------	----

3.2	Estructura hospitalaria del AMSS.	66
3.3	Tamaño y selección de la muestra.	71
3.4	Consumo de agua en hospitales.	76
3.4.1	Aforos.	78
3.4.2	Calidad del agua	82
3.5	Descripción de resultados por hospital.	85
3.5.1	Hospital CLIMOSAL	86
3.5.2	Hospital Pro-Familia	94
3.5.3	Hospital Nacional Zacamil.	102
3.5.4	Hospital Nacional de Maternidad	113
3.5.5	Hospital Nacional de Niños Benjamín Bloom	127
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS		
4.1	Introducción.	133
4.2	Cálculo de consumo de agua potable en hospitales	134
4.2.1	Consumos de agua potable del hospital CLIMOSAL	143
4.2.2	Consumos de agua potable del hospital Pro - Familia	144
4.2.3	Consumos de agua potable del hospital Nacional Zacamil.	145
4.2.4	Consumos de agua potable del hospital Nacional de Maternidad	146
4.3	Determinación de dotaciones de agua potable para hospitales.	148
4.4	Tipificación de consumos de agua potable	155
4.5	Estimación de volúmenes de aguas residuales	162
4.6	Volúmenes de aguas residuales que son contaminadas bacteriológica y químicamente en los centros hospitalarios estudiados.	167

PARTE II

GUÍA PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y AGUAS RESIDUALES INTRAHOSPITALARIOS

INTRODUCCIÓN.	170
1.0 PROPÓSITOS Y USOS DE LA GUÍA.	171
2.0 IMPORTANCIA DEL USO Y MANEJO DEL AGUA POTABLE EN LAS UNIDADES HOSPITALARIAS.	172
2.1 Requisitos del suministro de agua potable.	172
3.0 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.	175
3.1 Protección del suministro de agua potable.	175
3.1.1 Protección de contaminación por contraflujo o contrasifonaje.	177
3.2 Tanques de suministro y almacenamiento de agua potable y sistemas hidroneumáticos.	177
3.2.1 Tanques y/o cisternas de suministro y almacenamiento de agua potable.	178
3.2.2 Limpieza y desinfección de tanques y/o cisternas	181
3.2.3 Elementos básicos de un sistema hidroneumático.	183
3.3 Redes interiores de distribución de agua potable.. . . .	187
3.3.1 Lugares de averías en las instalaciones de agua potable.. . . .	188

3.3.2	Fugas en tuberías de agua potable	198
3.3.3	Desinfección de tuberías después de su colocación y reparación.	199
3.4	Problemas de sabor y olor.	201
3.5	Dureza del agua.	201
3.6	Problemas de ruido.	203
3.7	Sistema de suministro de agua caliente.. . . .	205
4.0	AGUA DE CALDERAS.	207
4.1	Problemas de incrustaciones.. . . .	207
4.2	Problemas de corrosión.. . . .	208
4.3	Métodos para controlar los problemas originados por el agua en las calderas.	208
4.4	Purgado..	210
5.0	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS.	210
5.1	Bombas contra incendio.	211
5.2	Sistemas rociadores..	211
5.3	Hidrantes.	212
6.0	MANEJO DE AGUAS RESIDUALES.	212
6.1	Origen e Importancia del manejo de las aguas residuales.. . . .	212
6.2	Sustancias químicas empleadas en las Unidades médicas.. . . .	214
6.2.1	Reactivos de laboratorio.	215
6.2.2	Detergentes..	215

6.2.3	Residuos radioactivos.	215
6.3	Recomendaciones para minimizar los riesgos de contaminación por el uso de sustancias empleadas en las unidades hospitalarias	216
7.0	TRATAMIENTOS PRELIMINARES EMPLEADOS EN LOS SISTEMAS DE DRENAJE DEL AGUA RESIDUAL.	216
7.1	Cajas recolectoras de grasa (Trampas de grasa).	216
7.2	Trampa de yeso .	218
7.3	Métodos de eliminación de los residuos del tratamiento preliminar.	218
8.0	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE EVACUACIÓN.	220
8.1	Red de evacuación.	220
8.1.1	Averías en tuberías de evacuación.	221
8.1.2	Averías en el sifón.	221
8.1.3	Limpieza en tuberías de aguas negras.	222
8.1.4	Válvulas para evitar el contraflujo.	227
8.2	Red de ventilación.	228
9.0	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO DE LA UNIDAD DE MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y AGUAS RESIDUALES.	229
9.1	Importancia de los costos de operación y mantenimiento.	230
9.2	Archivos y registros de los sistemas de agua potable y aguas residuales.	231
9.3	Sistemas de ordenes de trabajo y programación del mantenimiento..	232
9.3.1	Programación de actividades del departamento de mantenimiento.	235

9.4 Compra y manejo de materiales.	. . . . .	237
9.5 Empleo de computador.	. . . . .	239
GLOSARIO.	. . . . .	240
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	. . . . .	245
CONCLUSIONES	. . . . .	245
RECOMENDACIONES	. . . . .	251
BIBLIOGRAFÍA.	. . . . .	259
ANEXOS		

PARTE I

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 3.1	Caudales hospital CLIMOSAL	93
Gráfico 3.2	Consumo hospital Pro – Familia	100
Gráfico 3.3	Caudales hospital Zacamil	110
Gráfico 3.4	Caudales hospital de Maternidad (Lavandería I)	124
Gráfico 3.5	Caudales hospital de Maternidad (Lavandería II)	124
Gráfico 3.6	Caudales hospital de Maternidad (Área de clínicas)	125
Gráfico 3.7	Caudales hospital Nacional de Maternidad (Área de hospitalización)	125
Gráfico 4.1	Variación de dotaciones de los hospitales por método	152
Gráfico 4.2	Tipificación de consumos de agua potable en el hospital CLIMOSAL	156
Gráfico 4.3	Tipificación de consumos de agua potable en el hospital Pro-Familia	158
Gráfico 4.4	Tipificación de consumos de agua potable en el hospital Zacamil	160
Gráfico 4.5	Tipificación de consumos de agua potable en el hospital de Maternidad	162

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Nº 2.1	Carga por demanda sobre tuberías de agua	24
Figura Nº 2.2	Elementos de la red de distribución de un edificio	35
Figura Nº 2.3	Sistema de distribución mixto o combinado	39
Figura Nº 2.4	Circulación del agua en una caldera de tubos de humo	44
Figura Nº 2.5	Circulación en una caldera de dos tambores	45
Figura Nº 2.6	Conexión de tubería de circulación en el sistema de agua caliente	47
Figura Nº 3.1	Zonificación de hospitales	69
Figura Nº 3.2	Instalación del caudalímetro en una tubería vertical	80

Figura Nº 3.3	Instalación del caudalímetro en condiciones extremas	82
Figura Nº 3.4	Pérdida del recubrimiento de escaleras dentro de cisternas	82
Figura Nº 3.5	Falta de protección en tuberías de succión de las cisternas	83
Figura Nº 3.6	Prueba del cloro residual	84
Figura Nº 3.7	Toma de temperatura a la muestra de agua para análisis Físico-Químico	84
Figura Nº 3.8	Flameo y toma de muestra para análisis bacteriológico	85
Figura Nº 3.9	Esquema de ubicación del Hospital CLIMOSAL	87
Figura Nº 3.10	Esquema de ubicación del Hospital Pro-Familia	95
Figura Nº 3.11	Esquema de ubicación del Hospital Zacamil	103
Figura Nº 3.12	Elementos que integran el sistema hidroneumático	105
Figura Nº 3.13	Esquema de ubicación del Hospital de Maternidad	115
Figura Nº 3.14	Ubicación de aforos en el Hospital de Maternidad	123
Figura Nº 3.15	Esquema de planta de desinfección del Hospital de Niños Benjamín Bloom	130
Figura Nº 3.16	Elementos que integran la planta de desinfección	131
Figura Nº 3.17	Panel de control de la planta de desinfección	132

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Nº 2.1	Comparación de consumos de agua para centros de atención hospitalaria	18
Tabla Nº 2.2	Comparación de factores de consumo máximo, según diferentes textos	20
Tabla Nº 2.3	Valores típicos para demandas de agua por Artefacto y/o actividad	22
Tabla Nº 2.4	Consumo de agua caliente en hospitales	28
Tabla Nº 2.5	Parámetros de calidad del agua potable	32
Tabla Nº 2.6	Procesos de tratamiento externo de ablandamiento de agua para calderas	42

Tabla Nº 2.7	Límites recomendados de: alcalinidad total, sílice y sólidos disueltos totales del agua para calderas, de acuerdo a la presión de vapor	43
Tabla Nº 2.8	Límites máximos permisibles de contaminantes en aguas residuales	51
Tabla Nº 3.1	Cálculo estadístico para la determinación de los hospitales a estudiar	74
Tabla Nº 3.2	Cálculo de medidas de Tendencia Central	74
Tabla Nº 3.3	Parámetros estadísticos empleados para la selección de la muestra	74
Tabla Nº 3.4	Resumen del sistema de distribución de A.P. del hospital CLIMOSAL	88
Tabla Nº 3.5	Distribución de artefactos sanitarios por servicio del hospital CLIMOSAL	89
Tabla Nº 3.6	Resumen del sistema de drenaje de A.R. del hospital CLIMOSAL	90
Tabla Nº 3.7	Análisis de calidad del agua del hospital CLIMOSAL	92
Tabla Nº 3.8	Resumen del sistema de distribución de A.P. del hospital Pro – Familia	97
Tabla Nº 3.9	Distribución de artefactos sanitarios por servicio del hospital Pro – Familia	98
Tabla Nº 3.10	Resumen del sistema de drenaje de A.R. del hospital Pro – Familia	99
Tabla Nº 3.11	Análisis de calidad del agua del hospital Pro – Familia	101
Tabla Nº 3.12	Resumen del sistema de distribución de A.P. del hospital Zacamil	105
Tabla Nº 3.13	Distribución de artefactos sanitarios por áreas, hospital Zacamil	106
Tabla Nº 3.14	Lavadoras con que cuenta el hospital Zacamil	106
Tabla Nº 3.15	Resumen del sistema de drenaje de A.R. del hospital Zacamil	109
Tabla Nº 3.16	Análisis de calidad del agua del hospital Zacamil	112
Tabla Nº 3.17	Resumen del sistema de distribución de A.P. del hospital de Maternidad	117
Tabla Nº 3.18	Distribución de artefactos sanitarios por servicio del hospital de Maternidad.	118
Tabla Nº 3.19	Lavadoras con que cuenta el hospital de Maternidad	119
Tabla Nº 3.20	Resumen del sistema de drenaje de A.R. del hospital de Maternidad	120
Tabla Nº 3.21	Consumos de aforos realizados en el hospital de maternidad	122

Tabla Nº 3.22	Análisis de calidad del agua en el hospital de Maternidad	126
Tabla Nº 4.1	Estimaciones de consumo por aparato sanitario y/o actividad	136
Tabla Nº 4.2	Estimaciones de uso de aparatos sanitarios según personas que frecuentan los hospitales	136
Tabla Nº 4.3	Valores empleados en el cálculo de consumo por estimaciones de uso de artefactos sanitarios según personas que frecuentan los hospitales	138
Tabla Nº 4.4	Estimaciones de frecuencia de uso por aparato sanitario	141
Tabla Nº 4.5	Consumos obtenidos por los diferentes métodos para el hospital CLIMOSAL	143
Tabla Nº 4.6	Consumos obtenidos por los diferentes métodos para el hospital Pro – familia	144
Tabla Nº 4.7	Consumos obtenidos por los diferentes métodos para el hospital Zacamil	146
Tabla Nº 4.8	Consumos obtenidos por diferentes métodos para el hospital de maternidad	147
Tabla Nº 4.9	Dotaciones obtenidas en el Hospital CLIMOSAL	149
Tabla Nº 4.10	Dotaciones obtenidas en el hospital Pro – Familia	149
Tabla Nº 4.11	Dotaciones obtenidas en el hospital Zacamil	150
Tabla Nº 4.12	Dotaciones obtenidas en el hospital de Maternidad	151
Tabla Nº 4.13	Comparación de dotaciones con la establecida por la Norma Técnica de ANDA	151
Tabla Nº 4.14	Tabulación de datos para el cálculo del coeficiente de variación	153
Tabla Nº 4.15	Coeficiente de dispersión obtenido para los diferentes métodos	154
Tabla Nº. 4.16	Dotaciones de agua en hospitales según algunos autores	154
Tabla Nº 4.17	Tipificación de consumos hospital CLIMOSAL.	156
Tabla Nº 4.18	Tipificación de consumos hospital Pro–Familia	157
Tabla Nº 4.19	Tipificación de consumos hospital Zacamil	159
Tabla Nº 4.20	Tipificación de consumos hospital de Maternidad	161
Tabla Nº 4.21	Estimación de volúmenes de aguas residuales en hospital CLIMOSAL	163

Tabla N° 4.22	Estimación de volúmenes de aguas residuales en hospital Pro – Familia	164
Tabla N° 4.23	Estimación de volúmenes de aguas residuales en hospital Zacamil	165
Tabla N° 4.24	Estimación de volúmenes de aguas residuales en hospital de Maternidad	166
Tabla N° 4.25	Volumen de aguas contaminadas del Hospital CLIMOSAL	168
Tabla N° 4.26	Volumen de aguas contaminadas del Hospital Pro -- Familia	168
Tabla N° 4.27	Volumen de aguas contaminadas del Hospital Zacamil	169
Tabla N° 4.28	Volumen de aguas contaminadas del Hospital de Maternidad	169

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No.2.1	Consideraciones de consumo de agua al gasto máximo	26
Cuadro N° 2.2	Aparatos y sistemas de reducción de caudales	54
Cuadro N° 2.3	Número de piezas sanitarias por persona en hospitales	57
Cuadro N° 2.4	Número de aparatos sanitarios por persona en un centro hospitalario	58
Cuadro N° 3.1	Número de hospitales por especialidad del AMSS	66
Cuadro N° 3.2	Zonificación de hospitales del AMSS	67
Cuadro N° 3.3	Información general de los hospitales del AMSS	70
Cuadro N° 3.4	Hospitales representativos para la selección de la muestra a estudiar	75
Cuadro N° 3.5	Hospitales tomados para la realización del estudio	76
Cuadro N° 3.6	Consumos promedios mensuales de agua potable de hospitales del AMSS	77
Cuadro N° 3.7	Servicios que posee el hospital CLIMOSAL	86
Cuadro N° 3.8	Sustancias químicas empleadas en el hospital CLIMOSAL	90
Cuadro N° 3.9	Servicios que posee el hospital Pro-Familia	96
Cuadro N° 3.10	Sustancias químicas empleadas en el hospital Pro – Familia	99
Cuadro N° 3.11	Áreas del hospital Nacional Zacamil	102

Cuadro Nº 3.12	Sustancias químicas empleadas en el hospital Zacamil	108
Cuadro Nº 3.13	Servicios que posee el Hospital de Maternidad	113
Cuadro Nº 3.14	Sustancias químicas empleadas en el hospital de Maternidad	120
Cuadro Nº 3.15	Condiciones de instalación del caudalímetro en el hospital de Maternidad	122

PARTE II

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Nº 1	Distancias mínimas requeridas para evitar el contraflujo	177
Figura Nº 2	Cistema	180
Figura Nº 3	Esquema del sistema hidroneumático	184
Figura Nº 4	Piezas principales del grifo de vaciado	189
Figura Nº 5	Válvula de fluxómetro	193
Figura Nº 6	Elementos del mecanismo de válvula de llenado con flotador	195
Figura Nº 7	Tubería de PVC, con cordón de pegamento incompleto	197
Figura Nº 8	Fugas presentadas en las tuberías de hierro galvanizado	197
Figura Nº 9	Proceso de purgado	210
Figura Nº 10	Trampa de grasa	217
Figura Nº 11	Trampa para yeso	219
Figura Nº 12	Tipos de caperuza	220
Figura Nº 13	Aplicación del sistema de ventosa	224
Figura Nº 14	Desobstrucción a través de una sonda o limpiador de mano giratorio	225
Figura Nº 15	Utilización de la sonda o limpiador para inodoros	226
Figura Nº 16	Cajas de inspección y enlace de colectores	227

Figura Nº 17	Red de evacuación	229
Figura Nº 18	Solicitud de servicios de mantenimiento	235
Figura Nº 19	Programa semanal de trabajo	236

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Nº 1	Parámetros de calidad del agua potable	174
Tabla Nº 2	Diámetros de tubos de rebose de tanques y cisternas según capacidad de almacenamiento	179
Tabla Nº 3	Concentración de cloro e hipoclorito de calcio para desinfección de paredes de tanques y/o cisternas con dosificación de acuerdo al tiempo de contacto	182
Tabla Nº 4	Procesos de tratamiento externo de ablandamiento de agua para calderas	209

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro Nº 1	Problemas que presentan las bombas y posibles soluciones	186
Cuadro Nº 2	Número de aparatos sanitarios por persona en un centro hospitalario	188
Cuadro Nº 3	Averías frecuentes en grifos comunes	190
Cuadro Nº 4	Averías frecuentes en grifos de vaciado	191
Cuadro Nº 5	Funcionamiento de las válvulas usadas comúnmente	192
Cuadro Nº 6	Problemas frecuentes en las válvulas	193
Cuadro Nº 7	Problemas frecuentes en válvulas de fluxómetro.	194
Cuadro Nº 8	Diferentes llaves de pasos y posibles averías.	194
Cuadro Nº 9	Averías en la válvula de llenado con grifo flotador	195
Cuadro Nº 10	Averías en la válvula de descarga en los tanques de inodoros	196
Cuadro Nº 11	Localización de fugas presentes en algunos de los sistemas de alimentación	199

Cuadro Nº 12	Problemas más comunes de sabor y olor en el agua	201
Cuadro Nº 13	Clasificación de las aguas según el contenido de carbonato cálcico en ppm	202
Cuadro Nº 14	Períodos de supervivencia de algunos microorganismos	213
Cuadro Nº 15	Servicios de mayor contaminación dentro de hospitales	214
Cuadro Nº 16	Sustancias químicas comunes utilizadas y sus efectos	215
Cuadro Nº 17	Causas de daño en tuberías de evacuación	221
Cuadro Nº 18	Pérdida del sello en los sifones y posibles soluciones	222
Cuadro Nº 19	Equipo para limpieza de tuberías de drenaje	223

ÍNDICE DE ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Nº 1	Distancias mínimas requeridas para evitar el contraflujo	177
Figura Nº 2	Cisterna	180
Figura Nº 3	Esquema del sistema hidroneumático	184
Figura Nº 4	Piezas principales del grifo de vaciado	189
Figura Nº 5	Válvula de fluxómetro	193
Figura Nº 6	Elementos del mecanismo de válvula de llenado con flotador	195
Figura Nº 7	Tubería de PVC, con cordón de pegamento incompleto	197
Figura Nº 8	Fugas presentadas en las tuberías de hierro galvanizado	197
Figura Nº 9	Proceso de purgado	210
Figura Nº 10	Trampa de grasa	217
Figura Nº 11	Trampa para yeso	219
Figura Nº 12	Tipos de caperuza	220
Figura Nº 13	Aplicación del sistema de ventosa	224
Figura Nº 14	Desobstrucción a través de una sonda o limpiador de mano giratorio	225

Figura Nº 15	Utilización de la sonda o limpiador para inodoros	226
Figura Nº 16	Cajas de inspección y enlace de colectores	227
Figura Nº 17	Red de evacuación	229
Figura Nº 18	Solicitud de servicios de mantenimiento	235
Figura Nº 19	Programa semanal de trabajo	236

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: Ubicación de centros hospitalarios en el AMSS

ANEXO B: Ficha para el diagnóstico de los sistemas de agua potable y aguas residuales en hospitales

ANEXO C: Manual de utilización del caudalímetro

ANEXO D: Planta de distribución hidráulica de los hospitales

ANEXO E: Estimación de consumos de agua en hospitales

INTRODUCCIÓN GENERAL

Hablar de un hospital es hablar de salud e higiene, tanto de las instalaciones como de las personas que intervienen en el mismo; para que esto se lleve a cabo necesita abastecerse con cantidad suficiente y calidad adecuada del recurso agua; sin embargo, en la actualidad el suministro de agua se ve afectado por continuas interrupciones del servicio y los hospitales deben afrontar la falta del líquido, empleando reservas contenidas en tanques y cisternas que en muchas ocasiones no cubren las necesidades del hospital; por lo que es necesario, que el dimensionamiento de tales elementos se efectúe con una dotación acorde a las necesidades presentes en nuestro país y que puede ser empleada para el diseño de futuras redes de abastecimiento y plantas de tratamiento de aguas residuales.

Todos sabemos que un centro hospitalario proporciona beneficios a la población, pero también trae consigo inconvenientes en la evacuación de desechos, pues éstos son factores de riesgo que pueden desencadenar enfermedades infectocontagiosas; razón por la que en el estudio se da a conocer la importancia de una evacuación segura del agua residual ya sea al alcantarillado público o cuando son descargadas directamente a un cuerpo receptor.

Un diseño hidráulico que tome en cuenta los elementos de seguridad sanitaria de tuberías, bombas, tanques, cisternas, válvulas, colectores, tanques de pre-tratamiento y otros, podría poner a disposición un mejor manejo de dichas aguas; esto aunado a un mantenimiento preventivo de los sistemas de agua potable y aguas residuales sería la clave para éxito de la infraestructura instalada.

Después de mencionar los dos conceptos que enmarcan el contexto del trabajo de graduación, se presenta la estructura del trabajo, la cual ha sido dividida en dos partes, una que contempla las generalidades, el diagnóstico y el análisis de los hospitales en estudio y la otra conformada por la guía y adicionalmente ello las conclusiones y recomendaciones.

La primera parte presenta: generalidades (antecedentes, objetivos, alcances, limitaciones, metodología utilizada), puntos que definen la dirección del trabajo de graduación; un marco teórico que ha sido extractado de diferentes autores tales como Metcalf & Eddy, Armando Cubillos, Rodríguez Avial, Harold E. Babbit y otros que han estudiado la problemática del agua potable y agua residual, esto para una mejor comprensión del contenido del trabajo. Además, en esta parte se describen las condiciones actuales en las que operan los hospitales del Área Metropolitana de San Salvador (AMSS), tomándose para el estudio los hospitales CLIMOSAL, Pro-Familia, Nacional Zacamil y Nacional de Maternidad, que fueron electos de acuerdo a un análisis estadístico para obtener representatividad de acuerdo a sus diferentes tamaños. Así mismo, se encuentra en el análisis de resultados: métodos utilizados para determinar los consumos, dotaciones, así como también volúmenes de agua potable y aguas residuales por servicio dentro del hospital.

La segunda parte corresponde a la guía, instrumento que se elaboró para que los encargados de mantenimiento de los sistemas hidráulicos, puedan utilizar y proceder a efectuar un mantenimiento preventivo de los sistemas, además en la misma se plantean soluciones a problemas que frecuentemente se dan dentro de las instalaciones.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones de todo el trabajo de graduación, que se han orientado para dirigirlas a diferentes sectores como instituciones relacionadas con el agua y los sistemas de distribución de agua potable y drenaje de aguas residuales (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados, Ministerio de Salud y Asistencia Social, Hospitales), así como entidades encargadas de las normativas correspondientes y generales.

PARTE I

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 Introducción

Este capítulo presenta aquellos elementos que motivaron a realizar el estudio, tales como: la falta de un estudio actualizado de la situación del agua potable y aguas residuales dentro de los hospitales; así como de sus sistemas de distribución y recolección respectivamente, la necesidad de saber si el valor de dotación de agua para hospitales era acorde a la necesidad existente en dichos centros y otras.

Así también se dan a conocer las metas a las cuales se pretendía llegar como era el determinar la situación actual de los sistemas de agua potable y aguas residuales intrahospitalarios, índices de consumos de agua y estimar volúmenes de aguas residuales, para así tener elementos de juicio y dar recomendaciones acerca de la operación y mantenimiento de dichos sistemas.

Además contempla las limitantes que se consideró tener para la ejecución del trabajo y la metodología a seguir para la ejecución del mismo.

1.2 Antecedentes.

El Área Metropolitana de San Salvador (AMSS) continuamente se ve afectada por diversos problemas, siendo uno de éstos satisfacer la demanda de agua de toda la población.

A través de los años son muchos los estudios que se han realizado acerca de abastecimientos y demandas de agua potable en diversas comunidades y ciudades de nuestro país; pero, de éstos no ha habido un enfoque en el que se determine la utilidad del agua en los diferentes sectores y en especial al sector hospitalario.

En el año de 1,976 se hizo un estudio acerca de la demanda de agua potable hospitalaria, presentado por Tomás Alvarado Azenón, José Italo Giammattei y otros; y fue coordinado por el Ingeniero Raúl Rodríguez Rivera, quién actualmente es Gerente de Proyectos y obras de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA). El estudio tenía como objetivo determinar valores de dotación en lts/cama/día, estos fueron obtenidos a través del registro de lecturas de contadores y en el caso de medidores dañados, los valores fueron estimados por ANDA, finalmente el grupo hizo la aclaración en sus conclusiones que el proceso arrojaba datos poco confiables.

Por su parte ANDA, ha trabajado en el análisis de parámetros de calidad del agua potable y aguas de desecho para procesos de tratamiento. Desde 1,994 comenzó a elaborar una nueva Norma Técnica para el abastecimiento de agua potable y alcantarillado de aguas negras, que vinieron a sustituir las de 1,967, siendo revisadas y modificadas por CASALCO, ASIA, FIS y BID,

logrando obtener la Norma Técnica de 1,998; en la que se estipula, que la dotación de agua en hospitales es de 600 lts /cama / día, pero hasta la fecha no existe un estudio actualizado acerca de la demanda de agua hospitalaria en El Salvador, ni del uso de ésta dentro de sus instalaciones (lavandería, cirugía, calderas, cocina, etc.).

Es de hacer notar que en El Salvador, existe una cantidad considerable de hospitales que no poseen lineamientos para darle un buen uso a los sistemas de abastecimiento de agua potable y de cómo tratarlas para ser evacuadas al alcantarillado público.

Existen organizaciones como la GTZ (Cooperación Técnica República Federal de Alemania), BID (Banco Interamericano de Desarrollo), Alianza para el progreso, así como también el gobierno de Estados Unidos, Japón, Francia y otros, que a través de los años han venido ayudando a mejorar el servicio de atención en salud, como es el caso de reparaciones, ampliaciones, construcción de nuevas salas y nuevas unidades dentro de las instalaciones hospitalarias, originándose así un nuevo problema, como es el manejo de desechos o residuos propios de éstos centros.

El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), ha realizado proyectos pilotos en los 39 hospitales del AMSS, que generan el 60% de residuos hospitalarios peligrosos, identificados por el programa ALA 91/33, el cual permitió realizar un estudio sobre los residuos sólidos hospitalarios para el AMSS y un anteproyecto de servicios de recolección y tratamiento.

Sin embargo, aunque son muchos los estudios existentes acerca de los desechos hospitalarios, no se presenta aún una alternativa para los vertidos líquidos.

La descarga de residuos sólidos y líquidos provenientes de los centros de atención en salud, son un problema latente en nuestro país y en todo el mundo, por lo que organizaciones como el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) de la OPS/OMS, la Agencia para la Protección Ambiental (EPA), y otras, se encargan de estudiar la problemática y tratan de dar soluciones, para reducir los riesgos de las personas que habitan a los alrededores de dichos centros, los que laboran en el mismo, así como los que hacen uso de las instalaciones.

1.3 Planteamiento del problema.

La insuficiencia y el mal uso del agua dentro de un centro hospitalario, puede crear u ocasionar problemas de higiene y salubridad, que perjudique a las personas que requieren de sus servicios y aquellas aledañas al lugar; por lo que es necesario que dichos centros cuenten con la dotación de agua necesaria, para mantener en condiciones óptimas el equipo, maquinaria y aparatos sanitarios; así como también para sus diferentes actividades diarias como limpieza en general, aseo personal de pacientes, lavandería, preparación de alimentos, etc.

El consumo de agua de cada hospital, depende esencialmente de factores tales como tamaño, especialidad, tipo, categoría, y otros; lo que ocasiona variaciones en el consumo de agua y por ende en la cantidad de aguas residuales generadas. Dependiendo del uso que se le dé al agua potable en cada sala o área del hospital, así será el tipo de agua residual generada, ya sea agua residual común o agua residual contaminada (biológica y químicamente), puesto que en estos centros se encuentran un gran número de pacientes cuyas enfermedades se deben a la presencia de microorganismos patógenos; además, se hace uso de sustancias químicas, solventes ácidos y otros contaminantes de menor importancia, que son descargados en las alcantarillas públicas, contaminando los afluentes. Por lo tanto, se debe realizar un estudio acerca de los diferentes usos del agua potable intrahospitalaria e identificar áreas productoras de aguas residuales contaminadas, con el fin de determinar cuales aguas se pueden descargar a las tuberías de alcantarillado y las que se deben someter a tratamiento para luego ser evacuadas.

1.4 Objetivos.

1.4.1 Objetivos generales

- Realizar un estudio del uso del agua potable y su distribución dentro de los centros hospitalarios con el fin de determinar índices de consumo de agua y volúmenes de aguas residuales.
- Elaborar una guía para la operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable y aguas residuales intrahospitalarios.

1.4.2 Objetivos específicos

- Obtener un Diagnóstico situacional del uso del agua potable en hospitales del AMSS tomando un número de ellos como muestra, basándose en el número de camas que éstos poseen.
- Determinar el volumen total de agua potable que se consume dentro de los hospitales y estimar los volúmenes parciales mayoritarios empleados en los diferentes usos con el fin de determinar los índices de consumo, los valores reales e ideales, para luego ser comparados con el valor estipulado en la Norma Técnica de ANDA.
- Identificar las zonas productoras de aguas residuales contaminadas química y bacteriológicamente, estimar su caudal y determinar los índices de éstas aguas residuales.

- Recomendar tipos de sistemas de drenaje, de acuerdo a las características comunes y contaminadas de las aguas residuales y pretratamientos en aquellos casos que sea necesario antes de descargarlas al alcantarillado público.
- Recomendar lineamientos para la operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable y aguas residuales intrahospitalarios.

1.5 Alcances y Delimitaciones.

1.5.1 Alcances

A través del estudio se pretende:

- Establecer un valor de dotación de agua en hospitales que se apegue a la realidad del país, valor que puede ser sugerido a ANDA para el diseño de futuras redes de abastecimiento de agua, donde haya proyección o construcción de hospitales.
- Cuantificar los volúmenes de aguas residuales a partir de su relación con los datos de abastecimiento y consumo de agua.
- Estimar los volúmenes de aguas residuales comunes y aguas residuales contaminadas partiendo de las áreas donde se generan, y en base a ello recomendar sistemas de drenaje adecuados.

A través de la guía se logrará:

- Que los hospitales tengan un mejor manejo del agua potable de acuerdo al uso dentro de sus instalaciones.
- Que el dimensionamiento de los tanques y/o cisternas de los hospitales sean acordes a las cantidades de agua demandadas.
- Que los encargados del mantenimiento de los sistemas de aguas cuenten con una guía para realizar sus actividades.

1.5.2 Delimitaciones

- El estudio de las demandas de aguas hospitalarias se realizará a través de macro - mediciones, estimaciones de acuerdo al uso y facturaciones.
- Se cuantificará el volumen de aguas residuales e identificarán las zonas productoras de contaminación (biológica y química), llegando a estimar el caudal de aguas residuales comunes y contaminadas, únicamente a través de los datos y observaciones que se obtengan en los hospitales.
- No se realizará una caracterización del agua potable ni de aguas residuales, dado que no se propondrán plantas de tratamiento.
- La investigación se llevará a cabo tomando un número de los hospitales del Área Metropolitana de San Salvador.

1.6 Limitaciones.

- El acceso a la información requerida en hospitales, se verá limitada en cierta medida a datos que los responsables de los mismos nos proporcionen, lo que en determinado momento podría ocasionar un cambio en la selección del hospital, debido a que la información que se obtenga no sea suficiente para cumplir con lo establecido en éste anteproyecto.
- Debido a que algunas partes del estudio, no competen a nuestro entorno académico, tales como mecánica y química, no se profundizará en ellas.

1.7 Justificaciones

La creciente demanda de agua en nuestro país, afecta muchos sectores, siendo uno de ellos el sector hospitalario, para el cual se estableció un valor de 600 lts/cama/día, en la Norma Técnica de ANDA de octubre de 1998, valor establecido en base a estudios realizados en otros países, debido a que en el nuestro, el único estudio que se ha realizado referente a dicho valor, fue efectuado en el año de 1976, en el que se tuvieron limitaciones como el caso de medidores dañados, por lo que es necesario determinar un índice de consumo acorde a nuestras necesidades. Además, es de considerar el hecho que desde ese año a la fecha, se han realizado una serie de cambios que afectan el consumo de agua, tales como:

1. La tecnología existente en los hospitales
2. Cambios en los sistemas de distribución interna de agua potable
3. Incremento de la población que hace uso de la instalaciones
4. Clima
5. Y otros

El índice de consumo obtenido podrá ser comparado con la dotación establecida en la Norma Técnica de ANDA, a manera de saber si ésta última es acorde a las necesidades de nuestro país, de no ser así, el índice obtenido podría ser sugerido a dicha institución para el diseño de futuras redes, donde haya proyección o construcción de hospitales. Para ello es importante determinar los volúmenes de agua requeridos, por los centros hospitalarios.

Es muy importante la determinación de los volúmenes de agua teniendo en cuenta los diversos usos que le dan a ésta en los hospitales, así como su consumo específico; ya que con ello sería posible diseñar sistemas de abastecimiento intrahospitalario adecuados. Además, se podría llevar a cabo un buen dimensionamiento de tanques y cisternas de almacenamiento de agua para emergencias. La limpieza e inspección de dichos sistemas es importante dentro de éstas instituciones, ya que, podrían ser causa de contaminación del agua si no recibe una atención adecuada; por lo que es necesario investigar el tipo de mantenimiento que reciben.

Se ha venido estableciendo las razones por las que es importante realizar el estudio, siendo otro de ellos, la cantidad de agua residual generada dentro de éstos centros.

El único hospital que cuenta con una planta de desinfección de aguas residuales es el Hospital Nacional de Niños Benjamín Bloom, el resto de hospitales de nuestro país, no cuentan con este tipo de plantas por lo que, vierten sus aguas al alcantarillado público sin dar un tratamiento adecuado a las mismas, y no toman en cuenta que dichas aguas debido a su procedencia, poseen un grado de contaminación mucho mayor que el que pueden tolerar los cuerpos receptores sin que sean dañados.

Es de hacer notar que en muchos países en vías de desarrollo, incluyendo el nuestro no existen normas que contemplen los vertidos hospitalarios como tales; siendo estos tratados muchas veces como aguas residuales domésticas. Es por ello que se hace necesario realizar un estudio dentro de los hospitales, para identificar aquellas zonas productoras de aguas

contaminadas biológica y químicamente, con lo que se recomendarían sistemas de drenaje y pre-tratamientos adecuados a la contaminación presente en dichas aguas, disminuyendo así en cierto grado la contaminación de los afluentes.

1.8 Metodología de la investigación a desarrollar

La metodología seguida en el proceso investigativo consistió en seis etapas principales:

1. Recolección de información teórica
2. Selección de la muestra
3. Instrumentos para la recolección de información de campo
4. Recolección de la información de campo
5. Procesamiento y análisis de la información de campo
6. Elaboración de la guía

1. Recolección de la información teórica

Esta etapa consistió en una investigación acerca del tema a desarrollar, reforzando y ampliando los conocimientos adquiridos, así también se elaboró un marco teórico para brindar el conocimiento necesario para una mejor comprensión del trabajo de graduación.

Para ello se realizaron entrevistas a personas especializadas en los diferentes tópicos que abarca el tema; se llevó a cabo una investigación bibliográfica en libros que exponen sobre el tema de investigación, tesis o trabajos de graduación realizadas en las distintas universidades del país, que proporcionaran información clara y objetiva, revistas especializadas y publicaciones científicas elaboradas con Instituciones Nacionales e Internacionales. Además se buscó información en Internet.

2. Selección de la muestra

Para la selección de la muestra se obtuvo un listado de los hospitales que existen en el AMSS, y se seleccionó un número representativo de ellos según el número de camas que poseen, la selección se llevó a cabo basándose en un análisis estadístico.

3. Instrumentos para la recolección de información de campo

Para la recolección de la información de campo se elaboró una ficha, que contemplaba toda la información requerida para la realización del estudio, una hoja para la toma de lecturas de los medidores; ambas diseñadas de manera tal que los datos se adquirieran en forma clara y ordenada.

Además para obtener los volúmenes de agua consumida en los hospitales se empleó un caudalímetro ultrasónico (marca ULTRAFLUX), proporcionado por ANDA.

4. Recolección de la información de campo

Para ello se elaboró un programa en el cual se tomó en cuenta las instituciones que se visitarían, el tamaño de las mismas, el número de visitas que se realizarían, la frecuencia de las mismas y la fecha en que se llevarían a cabo.

5. Procesamiento y análisis de la información de campo

Los datos recopilados se sintetizaron en cuadros resumen de los cuales, se obtuvo la información necesaria para llevar a cabo el diagnóstico situacional del agua potable dentro de los hospitales y la forma en que esta se distribuye dentro de los mismos. Así también se emplearon

mediciones para determinar los volúmenes de agua residuales e identificar las zonas donde se producen aguas contaminadas para llegar a estimar sus volúmenes.

6. Elaboración de la guía

En la guía se incluyó una serie de lineamientos para la operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable y aguas residuales intrahospitalarios; así como recomendaciones de los sistemas de drenaje de aguas residuales.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción

Este capítulo contempla tópicos importantes en lo referente a agua potable y aguas residuales, que es necesario conocer para mejor comprensión del trabajo. Respecto a agua potable incluye aspectos básicos acerca del consumo y demanda de agua potable los cuales son afectados por factores como el clima, tamaño de la edificación etc., tipos de sistemas de distribución de agua (directos, indirectos y combinados; así como los elementos que los integran) y parámetros de calidad del agua que debe cumplir el suministro para que esta se considere potable.

En lo referente a aguas residuales se toma en cuenta sus características, los sistemas de recolección y drenaje, así como los problemas que pueden ocasionar a las tuberías al evacuarlas al alcantarillado público; razón por la que también se incluyen tópicos acerca de pre-tratamientos de las aguas residuales, las cuales son procesos de eliminación de aquellos elementos que la constituyen, pudiendo ocasionar problemas en la operación y mantenimiento de los sistemas de recolección y drenaje.

Además se incluyó información de agua para calderas, sistemas de prevención contra incendios, así como de otros tópicos.

Todo lo anterior con la finalidad de contar con la información mínima indispensable para poder obtener los resultados deseados.

2.2 Consumo y demanda de agua en hospitales

2.2.1 Consumo de agua en hospitales.

Antes de formular cualquier proyecto de suministro de agua es necesario determinar la cantidad requerida, exigiendo obtener información bien detallada acerca del número de personas que serán servidas; así también la estimación del consumo de agua per cápita; todo esto junto con el análisis de los factores que afectan el consumo.

El agua que se consume en edificios se mide basándose en alguna medida del tamaño y servicio que prestan, utilizando para ello unidades diferentes. En el caso de hospitales se estima por cama, ya que es la unidad más representativa para este tipo de centros, por tanto la dotación se mide en lt/cama/día. Es preciso aclarar que esta última únicamente servirá, para determinar si la fuente disponible tiene capacidad suficiente y si los volúmenes de los tanques de almacenamiento (si los hay) son adecuados según el sistema de distribución adoptado.

En la tabla N° 2.1 se muestra una comparación de dotaciones de agua para centros de atención hospitalaria, según diferentes textos.

Tabla N° 2.1 Comparación de consumos de agua para centros de atención hospitalaria.

Texto – Autor		Ingeniería de Aguas Residuales: Tratamiento, vertido y su reutilización. (Metcalf & Eddie)		Manual de disposición de aguas residuales. (GTZ)		Reglamento Nac. de Construcción del Colegio de Ingenieros del Perú.	Norma Técnica para Abastecim. de A.P. y alcantarillado de A.N. (ANDA)
Edificación	Unidad	Caudal lt/unidad/día		Caudal lt/unidad/día		Caudal lt/unidad/día Valor típico	Caudal lt/unidad/día Valor típico
		Intervalo	Valor típico	Intervalo	Valor típico		
Hospitales	Cama	490 -1000	550	250 - 600	500	600	600
	Empleado	20 - 50	40				
Hospital Psiquiátrico	Cama	300 - 570	450				
	Empleado	20 - 50	40				
Clinica médica	Consultorio			Hasta 1,500 (*)	Hasta 1,500	500	500
Clinica Dental	Consultorio					1,000	1000
Edificio Público	Empleado			40-60 (**)	50		

(*) Para cada 100 camas.

(**) Para edificios con 600 personas.

Factores que afectan el consumo de agua.

Como en el caso de cualquier sistema de abastecimiento de agua, el consumo de agua en edificios hospitalarios, varía ampliamente de acuerdo a ciertos factores fundamentales, entre ellos: tamaño del edificio, costo, presión del suministro, clima, la fiabilidad y calidad del servicio de las aguas, el grado de implantación de contadores en la red de la edificación, el sistema de distribución adoptado y otros; afectando en gran medida el consumo de agua.

Fluctuaciones en el consumo del agua.

Aunque es importante conocer los consumos medios, es igualmente importante disponer de datos sobre fluctuaciones en el consumo, ya que, las demandas que se plantean para sistemas hidráulicos varían no sólo de un año a otro y con las estaciones, sino también día con día y hora con hora.

Las variaciones horarias de consumo de agua juegan, un papel importante en relación con los caudales de aguas residuales. Por tanto, es indispensable conservar la información completa del volumen diario de agua suministrada y las fluctuaciones durante el día, ya que, son datos básicos que se requieren para el planteamiento de mejoras en el servicio. Una vez obtenidos y analizados indicarán el curso que siguen los consumos por persona y las demandas horarias para las que debe hacerse futura previsión. A falta de estos datos será necesario, hacer una apreciación del consumo máximo de agua durante un mes, una semana, un día o una hora, lo que en determinado momento podría causar considerables efectos sobre el consumo total.

En la tabla Nº 2.2, se muestra una comparación de factores de consumos máximos (diarios y horarios) de agua, según la Norma Técnica de ANDA y algunos textos.

Tabla N° 2.2 Comparación de factores de consumo máximo, según diferentes textos.

Consumo \ Texto (Autor)	Abastecimiento de agua y remoción de Aguas Residuales (Fair, Gordon, Maskew)	Ingeniería Ambiental (J. Glynn Henry, Gary W. Heinke) (*)	Norma Técnica para Abastecimiento de A.P. y alcantarillado de A. N. (ANDA)
Máxima diaria: promedio diario	(de 1.2 a 2.0) 1.5	(de 1.2 a 2.0) 1.5	(de 1.2 a 2.0) 1.4
Máxima horaria: promedio horario	(de 2.0 a 3.0) 2.5	(de 1.5 a 3.5) 2.5	(de 1.8 a 2.4) 2.1

(*) Fuente: adaptado de Viessman y Hammer (1993), por Gary W. Heinke.

2.2.2 Demanda de agua en hospitales

Para el diseño del sistema hidráulico en cualquier edificio, es de interés para el ingeniero la determinación de la "Demanda de agua". Este valor es determinado con base al número de artefactos sanitarios y gasto asignado a cada uno de ellos.

La demanda total de agua sobre el sistema de abastecimiento en un edificio es, la suma de todas las demandas individuales para los diferentes usos (Limpieza de inodoros, lavado, cocina, salas de cirugía, etc.), en un período determinado. ¹

Variaciones en la demanda de agua.

La demanda de agua no es constante, varía día a día reflejándose de acuerdo al uso que se le dé al agua en los diferentes días de la semana. Las variaciones se dan además hora a hora dependiendo de las actividades que se realicen durante las diferentes horas del día, produciendo ambas máximos o mínimos. Dichas variaciones disminuyen a medida aumenta el período a lo largo del cuál medimos la demanda.

¹UNDA OPAZO, Ingeniería Sanitaria Aplicada a Saneamiento y Salud Pública

Para establecer bien la demanda de agua deben conocerse las variaciones de consumo, diseñando con ello apropiadamente tuberías, depósitos de abastecimiento y líneas de distribución. Debe haber además márgenes adecuados por consumos súbitos, fuertes e imprevisibles, para combatir incendios. ²

Cargas por Demanda

La carga por demanda en un edificio, depende del número y clase de artefactos y/o accesorios, así como de la probabilidad de su operación simultánea. Por conveniencia y variación de aplicación, éstos se alimentan a distintos gastos (caudales).

En la práctica europea, el gasto de los artefactos está expresado en litros por minuto (lt/min) ó litros por segundo (lt/seg). En los códigos Norteamericanos lo expresan en galones por minuto (GPM) ó en unidades de gasto. Una unidad de gasto es el equivalente a un caudal de un pié cúbico por minuto (1 pie³/min), (0.42 lt/seg) ó (7.48 GPM).

En nuestro caso utilizaremos unidades de gasto por artefacto y/o accesorio, equivalente a un caudal de un pié cúbico por minuto (1 pie³/min), (28.3 lt/min).

En la siguiente tabla se muestran algunos valores de demandas por artefactos sanitarios ó actividades, según algunos textos

² FAIR, GORDON MASKEW, Abastecimiento de agua y remoción de aguas residuales.

Tabla N° 2.3 Valores típicos para demandas de agua por Artefacto y/o actividad.

Artefacto – accesorio	Abastecimiento de Agua y Remoción de A.R. (Fair, Gordon, Maskew)				Reglamento Nacional de Construcción del Colegio de Ingenieros del Perú.			
	Aparato de uso privado		Aparato de uso público		Aparato de uso privado		Aparato de uso público	
	Pie ³ /min	Lt/min	Pie ³ /min	Lt/min	Pie ³ /min	Lt/min	Pie ³ /min	Lt/min
Lavabo con llave (1) y (2)	1	28.3	2	56.5	1	28.3	2	56.6
Inodoro (2)	6	169.9	8	226.6				
Inodoro con tanque lavador (1)	3	84.9	5	141.6	3	84.9	5	141.6
Inodoro con válvula lavadora (1)	6	169.9	10	283.2	6	169.9	8	226.6
Mingitorio con tanque lavador (1) y (3)			3	84.96				
Mingitorio con válvula lavadora (1)y(3)			5	141.6				
Mingitorio de pedestal con válvula lav.			10	283.2				
Regadera con llave	2	56.6	4	113.3	2	56.6	4	113.3
Fregadero de cocina con dos llaves	2	56.6	4	113.3				
Lavaderos (1 a 3) con llave	3	84.9	3	84.9				
Llave par manguera	2/3	18.7	2/3	18.7				
Lavadero de ropa					3	84.9	8	226.6
Bidet					1	28.3		
Ducha					2	56.6	4	113.3
Lavadero de cocina					3	84.9	4	113.3
Máquina lava platos					3	84.9	3	84.9
Urinario con tanque					3	84.9	3	84.9
Urinario (4)					5	141.6	5	141.6
Cuarto de baño completo (4)					8	226.6		
Cuarto de baño completo con tanque.					6	169.9		
Medio baño (4)					6	169.9		
Medio baño con tanque.					4	113.3		
Bebedero simple							1	28.3
Bebedero múltiple							1 (*)	28.3
Lavatorio múltiple							2(*)	56.6

(*) Debe asumirse este número de unidades de gasto por cada salida

(1) Para alimentación. (2) Para descarga. (3) Mingitorios rectos o de muro. (4) Con válvula semiautomática

Nota: De acuerdo al Reglamento Nacional de Construcción del Colegio de Ingenieros del Perú, los valores dados de consumo por accesorio sirven para calcular tuberías de distribución que conduzcan agua fría solamente ó el de agua fría más el agua a ser calentada.

Es poco probable que todos los accesorios del sistema de un edificio consuman agua o la descarguen al mismo tiempo; lógico es suponer que no todos los artefactos de una red trabajarán en forma simultánea. Por ello, a medida aumenta el número de artefactos sanitarios, disminuye la posibilidad que funcionen todos simultáneamente.

Por tanto, los valores obtenidos deben ser afectados por el llamado Factor de Uso ó Coeficiente de simultaneidad, ambos expresados como un tanto por ciento del gasto. Un estudio de probabilidad realizado por Hunter sobre las demandas de consumo, sugiere las relaciones trazadas en la figura N° 2.1. En la práctica los valores mostrados se modifican de la siguiente forma:

- Las demandas para fregaderos de servicio, se ignoran al calcular la demanda total de accesorios.
- Las demandas de salidas para suministro, tales como llaves para mangueras y acondicionadores de aire, a través de los cuales el agua fluye en forma mas o menos continua por un lapso considerable se agregan al flujo probable, en lugar de a la demanda de accesorios.
- Los accesorios abastecidos tanto con agua fría como caliente, ejercen demandas reducidas sobre los ramales principales de agua caliente y agua fría (no sobre los ramales de los accesorios). Se sugiere dar un margen de tres cuartos respecto a la demanda mostrada en la tabla N° 2.3, para accesorios individuales.²

² FAIR, GORDON MASKEW, Abastecimiento de agua y remoción de aguas residuales..

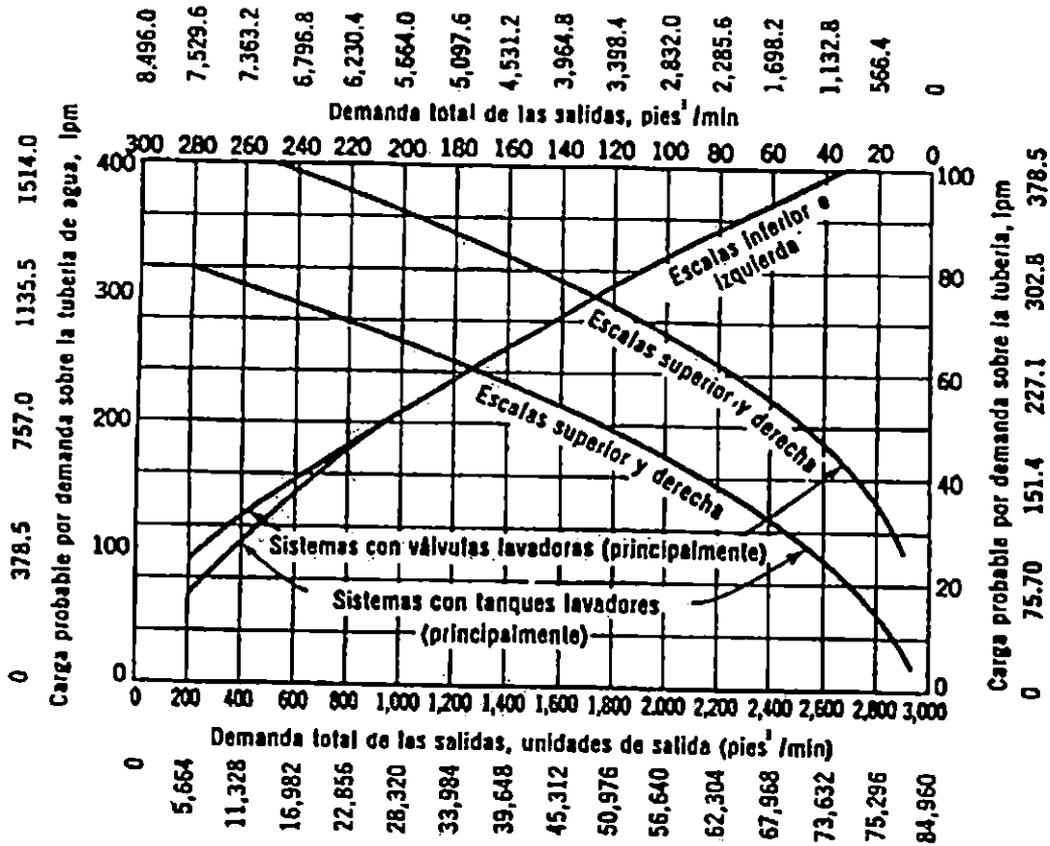


Figura Nº 2.1 Carga por demanda sobre tuberías de agua
 Fuente: Abastecimiento de Agua y Remoción de Aguas Residuales (Fair, Gordon, Maskew)
 Nota: La figura fue ampliada para mejor legibilidad.

Para una mejor utilización del método de probabilidades de Hunter, se detalla el siguiente ejemplo:

Un hospital privado contiene los siguientes artefactos y/o accesorios sanitarios: 10 inodoros con tanque lavador, 13 lavabos, 7 duchas, 1 lavadero de cocina, 2 fregaderos, 1 lavabo quirúrgico y 2 grifos.

Según las consideraciones hechas por Hunter acerca de los valores: Las demandas para fregaderos de servicio, se ignoraron al calcular la demanda total de accesorios y las demandas

de llaves para mangueras (grifos), se agregaron al flujo probable en lugar de a la demanda de accesorios; ya que, el agua fluye en forma mas o menos continua por un lapso considerable.

De la tabla N° 2.3, se toman las unidades de gasto para aparatos de uso público (1 unidad de gasto = 1 pie³/min), obtiéndose lo siguiente:

7	Duchas (4 unidades de gasto c/u)	28	lts. / min.
10	Inodoros con tanque lavador (5 unidades de gasto c/u)	50	lts. / min.
13	Lavabos (2 unidades de gasto c/u)	26	lts. / min.
1	Lavadero (3 unidades de gasto c/u)	3	lts. / min.
			107
			lts. / min.

Al introducir el valor 107 lts. / min a la figura N° 2.1, se obtuvo una demanda por accesorios aproximadamente de : 46 galones / min. = 251 m³ / día

Para los 2 grifos, con 2/3 unidades de gasto c/u = 4/3 lts. / min. = 1.92 m³ / día

La demanda total de agua será de: 251 m³ / día + 1.92 m³ / día = **252.92 m³ / día**

Demanda por incendio

Ordinariamente el abasto de agua satisface todos los requisitos, pero, en el caso que no lo haga debe obtener agua adicional; es por ello indispensable la existencia de suministros, almacenamientos y bombas privadas para incendio, siendo éstos factores modificantes en el consumo de agua.

La demanda de agua por incendio está en función de la extensión y las estimaciones de flujo basadas sobre la naturaleza de las edificaciones, ajustándose al volumen, resistencia al

fuego y contenido de los mismos. Esta demanda suele ser la necesidad que gobierna el establecimiento del tamaño de las tuberías, la capacidad de bombeo y la capacidad de los depósitos de agua (tanques o cisternas).

Consumo coincidente: Es difícilmente concebible que se siga consumiendo agua al gasto máximo, para los usos generales de la edificación, mientras se está desarrollando un serio incendio.²

En el siguiente cuadro, se presentan las consideraciones que se hacen respecto a éste punto de acuerdo a algunos textos.

Cuadro No.2.1 Consideraciones de consumo de agua al gasto máximo.

La Norma Técnica de ANDA considera:	Según (Fair, Gordon, Maskew) Abastecimiento de agua y remoción de Aguas Residuales.
Según las probabilidades de ocurrencia y prioridad en las demandas, un diseño económico se alcanzará comparando el volumen necesario para atender las variaciones de consumo con la suma de los volúmenes de incendios y reparaciones o cortes de energía, para luego optar por la condición de mayor volumen.	Acordemente el consumo total probablemente no iguala a la suma de la demanda por incendio y el consumo máximo diario. En cambio la suma de la demanda por incendio y el consumo máximo diario (150% del gasto promedio) parece ser razonable en todas situaciones, excepto en las anormales. <u>2/</u>

Demanda de agua caliente y capacidades de los calentadores.

Un objetivo en el diseño de las instalaciones de calentamiento de agua, es el de satisfacer eficientemente la demanda máxima de agua caliente.³

El equipo para agua caliente debe tener capacidad suficiente y proporcionar 600 litros/cama/día de agua a una temperatura de 38 °C para los muebles sanitarios del hospital; 360 litros/cama/día de agua a una temperatura de 82°C para lavandería.⁴

²FAIR, GORDON MASKEW, Abastecimiento de agua y remoción de aguas residuales..

³ TOMÁS ALVARADO AZENÓN y otros, Demanda de agua en hospitales. Seminario de graduación UES, 1976

⁴ AMERICAN HOSPITAL ASSOCIATION. Manual de ingeniería de hospitales. Organización, administración y mantenimiento

La demanda de agua a diferentes temperaturas, es planteada para los equipos o accesorios siguientes ³:

- El agua a temperaturas altas (82 °C): A máquinas lavadoras y accesorios para lavador de losas.
- El agua a temperaturas medias (74 °C): A máquinas automáticas para el lavado de platos y ropa. Debe calcularse a partir de los datos y recomendaciones contenidas en las hojas de especificaciones que pueden obtenerse del fabricante.
- El agua a temperaturas bajas (60 °C), en edificios depende de:
 - a) La clasificación de los ocupantes del edificio o de la porción abastecida.
 - b) El número de personas alojadas.
 - c) El número y clase de accesorios de plomería.
 - d) Cualquier equipo especial para los ocupantes.
 - e) La hora del día.
 - f) La estación del año.
 - g) La instalación de aditamentos de conservación del agua.

La demanda nunca es absolutamente constante, todo el día está sujeta a límites de variación extremos.

En la tabla N° 2.4, se muestra el consumo de agua caliente en hospitales, según el Public Health Service (USA)

³ TOMÁS ALVARADO AZENÓN, JOSÉ ITALO GIAMMATTEI S. Y otros, Demanda de agua en hospitales. Seminario de graduación UES, 1976

Tabla N° 2.4 Consumo de agua caliente en hospitales.

Área	Cantidad		Temperatura	
	Gal/hora/cama	lt/seg/cama	°F	°C
Clinica	6.5	0.007	110	43
Dietología	4.0	0.004	160-180	71-82
Lavandería	4.5	0.005	180	82

Fuente: General Standards of construction and Equipment for Hospital and Medical Facilities, Public Health Service, U.S. Dep. Of Health, Education and welfare (U.S.A.).

2.3 Agua requerida en hospitales

El agua requerida en un hospital debe ser adecuada en cantidad y de buena calidad, ya que ello constituye un factor de primordial importancia en la correcta operación del mismo; en estos centros el agua recibe diversos usos de acuerdo a los cuales serán los requerimientos de calidad. Ser químicamente aceptable, para obtener un rendimiento óptimo del equipo y de muchas pruebas de laboratorio; así también la cocina requiere de agua adecuada para poder preparar higiénicamente los alimentos. El agua debe poseer una calidad microbiológica aceptable, para que sea bebible, usarla en tratamientos médicos o quirúrgicos y en los procedimientos de laboratorio.

Puesto que en los hospitales se requieren agua para diferentes usos es necesario conocer un análisis completo del suministro de agua, para que dentro de las instalaciones del hospital, se le pueda dar un tratamiento adecuado acorde a la calidad requerida y al lugar donde sea empleada.

2.3.1 Agua potable

La Norma Salvadoreña Obligatoria da la siguiente definición de agua potable:

AGUA POTABLE: es el agua apta para consumo humano, la cual debe estar exenta de organismos capaces de provocar enfermedades y de elementos o sustancias que puedan producir efectos fisiológicos perjudiciales cumpliendo con los requisitos de la Norma Salvadoreña Obligatoria N.S.O. 13.07.01:97

Calidad del agua potable y sus características

En nuestro país, para que el agua pueda considerarse apta para consumo humano, es decir potable, debe cumplir ciertos requisitos o normas en cuanto a las características: físicas, químicas y biológicas.

Características Físicas

Tienen significativa importancia en la aceptación del agua por los consumidores sin embargo es menor desde el punto de vista sanitario, ellas son: color, turbiedad, olor, sabor y temperatura. No pueden ser medidas por métodos químicos o biológicos.

Estas características pueden hacer que disminuya el consumo de agua o que el consumidor busque otra fuente de dudosa calidad, pues el grado de aceptación que el agua posee se ve afectado por el hecho que las características físicas son las más perceptibles por los sentidos, por lo que el agua debe ser agradable a los sentidos para que las personas consuman la cantidad de agua potable que el organismo requiere.

Características químicas

La importancia de estas, radica en los efectos nocivos que pueden ocasionar a la salud debido a toda clase de impurezas que haya adquirido el agua de una forma u otra. Las sustancias minerales contenidas en el agua deben tener límites tolerables para el consumo humano, los cuales en su mayor parte han sido fijados por normas. Entre las características químicas de mayor importancia tenemos: pH, alcalinidad, dureza, contenido de sustancias químicas y residuos de plaguicidas.

Las características químicas del agua potable afectan los procesos de tratamiento de la misma cuando éstas requieren ser modificadas para ser empleadas en otros usos. Por tanto los componentes químicos del agua poseen, menor importancia desde el punto de vista sanitario que el industrial.

Características bacteriológicas

Las condiciones bacteriológicas del agua poseen gran importancia desde el punto de vista sanitario. Debe estar libre de organismos que se presentan en forma de bacterias, virus o microorganismos patógenos que pueden ser causantes de enfermedades de origen hídrico, tales como cólera, disentería, fiebre tifoidea y otras.

Otros organismos como las algas causan problemas que tienden a interferir en el tratamiento de potabilización.

Los requisitos bacteriológicos para determinar la calidad del agua se basan en la determinación del grupo coliforme, el cual representa la contaminación fecal y por consiguiente la mayor o menor posibilidad de que se encuentren microorganismos patógenos.

El grupo coliforme ha sido seleccionado para determinar la calidad microbiológica del agua, ya que estos son fáciles de detectar al contrario de los microorganismos patógenos.

Debido a que en los hospitales un número considerable de pacientes adolecen enfermedades relacionadas con la insalubridad del agua, comprobándose que existe una relación entre la calidad del agua y el papel que juega ésta en la transmisión de enfermedades se debe dar una especial atención a su calidad microbiológica. Además, es de considerar el hecho que el agua potable corre el peligro de contaminarse con aguas servidas, lo que la hace impropia e insegura para consumo humano. Por tanto, es necesario tener el cuidado que los microorganismos patógenos y aguas servidas no lleguen al sistema de abastecimiento de agua; así también es imprescindible que el agua sea sometida a monitoreos es decir a exámenes regulares y frecuentes, por cuanto la contaminación puede ser intermitente y no haber sido detectada por el examen de una sola muestra.⁵

Para garantizar un abastecimiento de agua adecuado y su calidad en los hospitales, El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social debe verificar que se efectuó una evaluación de la fuente de suministro, así como análisis químicos y biológicos del agua sean efectuados regularmente.

En nuestro país, los centros hospitalarios son abastecidos por medio de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA.), quien se encarga de: Dar tratamiento a las aguas crudas para que sean potables y la distribución de la misma; verificando que el equipo y la

⁵ ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). Guía de calidad de agua potable.. Impreso en España, Ginebra 1995. Volúmenes I y III.

red de distribución de agua estén en condiciones adecuadas para no contaminar el agua potable en el proceso de distribución, llegando a las acometidas de las personas que emplean sus servicios, con los requisitos de calidad establecidos en la Norma Salvadoreña Obligatoria.

Tabla N° 2.5 Parámetros de calidad del agua potable

CARACTERÍSTICA O PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE	OBSERVACIONES
Coliformes totales	UFC / 100ml NMP / 100ml	0 menor de 1.1	Técnica de la membrana filtrante Técnica de tubos múltiples
Conteo de bacterias heterotróficas, aerobias y mesófilas	UFC / ml	100	Técnica de la membrana filtrante
Organismos patógenos		Ausencia	
Color verdadero	mg/l (Pt-Co)	15	
Conductividad	µmhos / cm a 25 °C	1600	500 (VR)
Olor	No. de umbral de olor	No rechazable	
PH			6.0-8.5 (VR)
Sólidos totales disueltos	mg/l	600	300 (VR)
Temperatura	°C	No rechazable	18-30 (VR)
Turbidez	UNT	5	1 (VR)
Sustancias químicas			
Antimonio	mg/l	0.005	
Arsénico*	mg/l	0.01	
Aluminio*	mg/l	0.01	
Alcalinidad total	mg/l	250.00	30.00 (VR)
Bario*	mg/l	0.20	
Berilio	mg/l		
Cadmio*	mg/l	0.003	
Cloruro	mg/l	250.00	25.00 (VR)
Cromo*	mg/l	0.05	
Cobre	mg/l	1.00	0.10 (VR)
Dureza total como (CaCO ₃)	mg/l	400	100 (VR)
Fluoruros	mg/l	1.50	
Hierro	mg/l	0.30	0.05 (VR)
Plata	mg/l	0.10	
Plomo*	mg/l	0.01	
Manganeso	mg/l	0.05	0.02 (VR)
Nitrato + nitrito (N)*	mg/l	10.0	
Selenio*	mg/l	0.01	
Sodio	mg/l	150.00	25.00 (VR)
Sulfatos	mg/l	25.00	250.00 (VR)
Zinc*	mg/l	5.00	

Fuente: Norma Salvadoreña NSO 13.07.01:97

* Sustancias químicas de alto riesgo a la salud humana.

VR : Valor recomendado

La Norma Salvadoreña Obligatoria contempla una serie de parámetros que el agua de uso potable debe cumplir en cuanto a las características físicas químicas y bacteriológicas de los cuales se presentan en la tabla N° 2.5 aquellos parámetros considerados como los más importantes.

Así también el sistema de distribución de agua de los hospitales, tiene una importancia crucial en el mantenimiento de una calidad adecuada del agua entregada para consumo. Este debe contar con una capacidad y otras características de diseño adecuadas, no debiendo existir oportunidades para su contaminación. ⁶

2.3.2 Sistema de abastecimiento de agua potable

La función del sistema de distribución de agua en edificios, es conducir el agua desde una tubería maestra o principal, o desde un sistema de abastecimiento interno, hasta el punto donde el usuario pueda necesitarla. El abastecimiento de agua y el desagüe se complementan, ya que el agua es necesaria para el lavado de los aparatos sanitarios y transportar los desechos sólidos por las tuberías.

Las instalaciones sanitarias interiores en un edificio especialmente las de un hospital, requieren: un cuidadoso diseño a fin de que estas funcionen satisfactoriamente y sin ruido excesivo bajo las condiciones normales de uso, se proteja la salud de las personas y la propiedad, el servicio de agua sea adecuado en lo referente a calidad y cantidad. Su adecuación a los criterios de salud puede considerarse como un factor de probabilidad estadística de que genere impactos adversos.⁶

⁶F. EUGENE MC JUNKIN. Agua y salud humana..

Elementos del sistema de distribución

La red de distribución de agua potable de un edificio está constituida por una serie de elementos, entre los que podemos encontrar: Acometida, llave de paso general, tubería de alimentación, tubería de aducción, distribuidor, columna ascendente, cinturón de piso, derivación. Tal como se muestra en la figura N° 2.2

- Acometida o toma domiciliaria: es la tubería que lleva el agua desde el conducto público al contador o llave de paso general.
- Llave de paso general: controla la llegada de agua al inmueble.
- Tubería de alimentación: es la que lleva el agua del aparato de medición o del paso general a un aparato de consumo.
- Tubería de aducción: Tubería horizontal que parte del contador general y de la que derivan las tomas parciales de alimentación de los diferentes servicios.
- Distribuidor: es el dispositivo que centraliza en un solo elemento las llaves de paso.
- Columna ascendente: conducto vertical que parte de un distribuidor o de un cinturón principal de la cual se derivan los ramales de alimentación de las diferentes plantas.
- Cinturón de piso: Tubería horizontal establecida a nivel del suelo o del techo que alimenta todos los aparatos de dicho piso. Derivación: Tubería que parte de un cinturón de piso o de una columna ascendente o descendente, que lleva el agua a los aparatos de consumo.

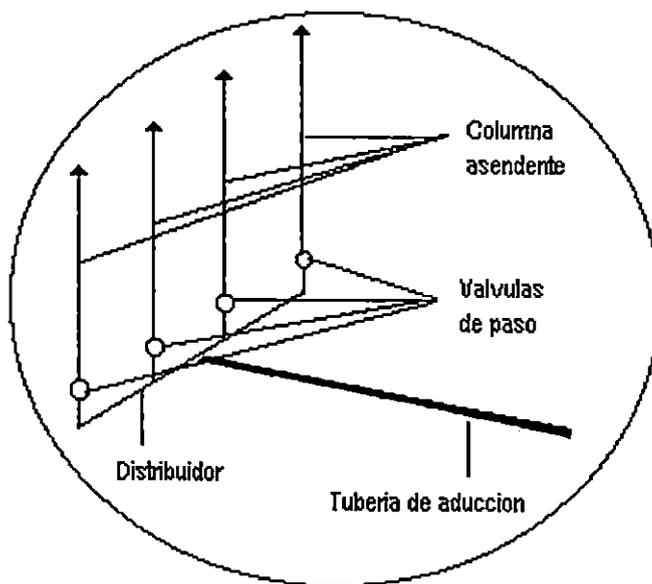
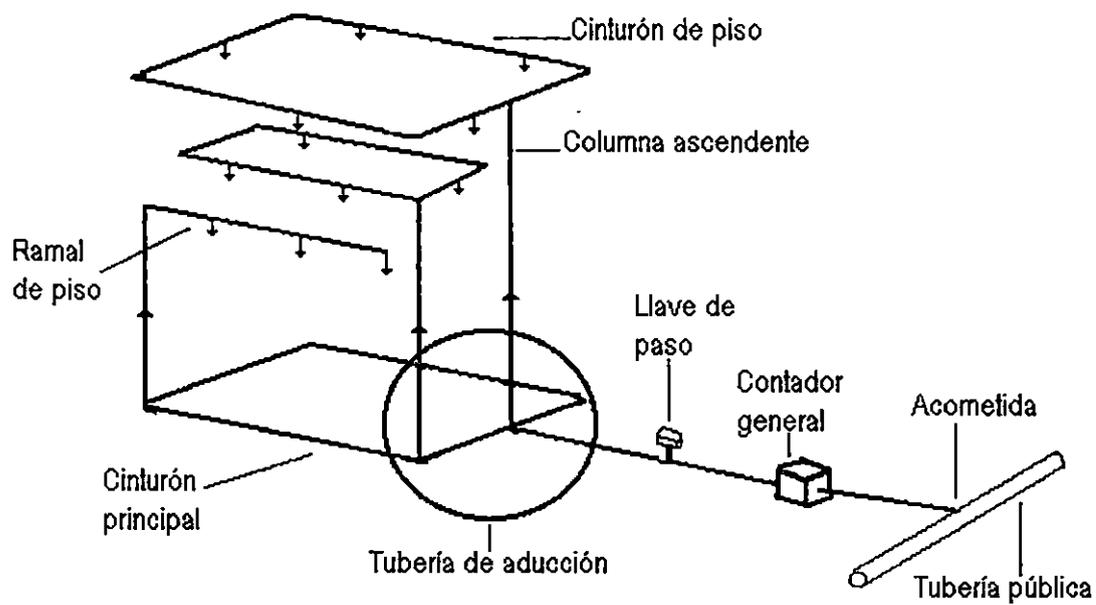


Figura Nº 2.2 Elementos de la red de distribución de un edificio

Tipos de sistemas de distribución

Existen diversos factores que afectan el tipo de sistema de distribución de agua empleado en un edificio, por ejemplo: presión en la red pública, el tipo de edificio, cantidad y tipo de aparatos sanitarios conectados al sistema, cantidad de agua requerida, etc.; en el caso de hospitales un factor que posee gran relevancia es el hecho de que nunca debe faltar un suministro adecuado de agua tanto en calidad como en cantidad.

Entre los diferentes tipos de sistemas de distribución de agua tenemos:

- a) Sistema directo
- b) Sistema indirecto
- c) Sistema mixto o combinado

Sistema directo

Este sistema puede ser empleado cuando la presión en la red pública es suficiente para servir todos los puntos de consumo a cualquier hora del día. El suministro debe ser permanente y abastecer directamente toda la instalación interna.

Este tipo de sistema posee las siguientes ventajas:

- Existe menor peligro de contaminación del abastecimiento interno de agua
- Son sistemas económicos

Los problemas que presenta este sistema son:

- No existe almacenamiento de agua en el caso de paralización del suministro de agua.

- Abastecen por lo general solo edificios de baja altura
- Los diámetros de las tuberías deben ser bastante grandes cuando los edificios son grandes.
- Existe la posibilidad de que las variaciones horarias puedan afectar el abastecimiento en los puntos de consumo elevados.

Sistema indirecto

Puede ser empleado cuando la presión en la red pública no es suficiente para dar servicio a los artefactos sanitarios de los niveles más altos. Por lo que es necesario que suministre agua a cisternas o tanques elevados para que de estos se distribuya al sistema de distribución interno por bombeo o por gravedad.

En este sistema se pueden presentar los siguientes casos:

- Tanque elevado por alimentación directa
- Cisterna, equipo de bombeo y tanque elevado
- Cisterna, equipo de bombeo de presión constante
- Cisterna y equipo hidroneumático

Las ventajas que posee este sistema son:

- Existe una reserva de agua en el caso de interrupción del servicio público de agua potable.
- La presión es constante y razonable en cualquier punto de la red.
- Las presiones en las redes de agua caliente son mas constantes.

Las desventajas de este son:

- Incrementa las posibilidades de contaminación del agua dentro del edificio.
- En la mayoría de los casos se requiere de equipo de bombeo.
- Posee mayor costo de construcción y mantenimiento.

Sistema mixto o combinado

Este sistema es una combinación de los anteriores, cuando las presiones en la red pública lo permiten los niveles inferiores pueden ser alimentados en forma directa y los superiores en forma indirecta, tal como se puede apreciar en la figura N° 2.3

Este tipo de sistema posee las siguientes ventajas:

- Requiere tanques de pequeña capacidad
- Bombas de menor capacidad
- Se mantienen presiones adecuadas en todos los puntos de consumo

El principal problema de éste sistema se presenta durante una interrupción del servicio público ya que los tanques no poseen la capacidad adecuada para satisfacer la demanda.

Los sistemas deberán estar fabricados con materiales apropiados a la calidad del agua que transportarán, libres de defectos de manufactura y estar diseñados e instalado para que sean durables y no tengan la necesidad de reparaciones frecuentes o reemplazos mayores.

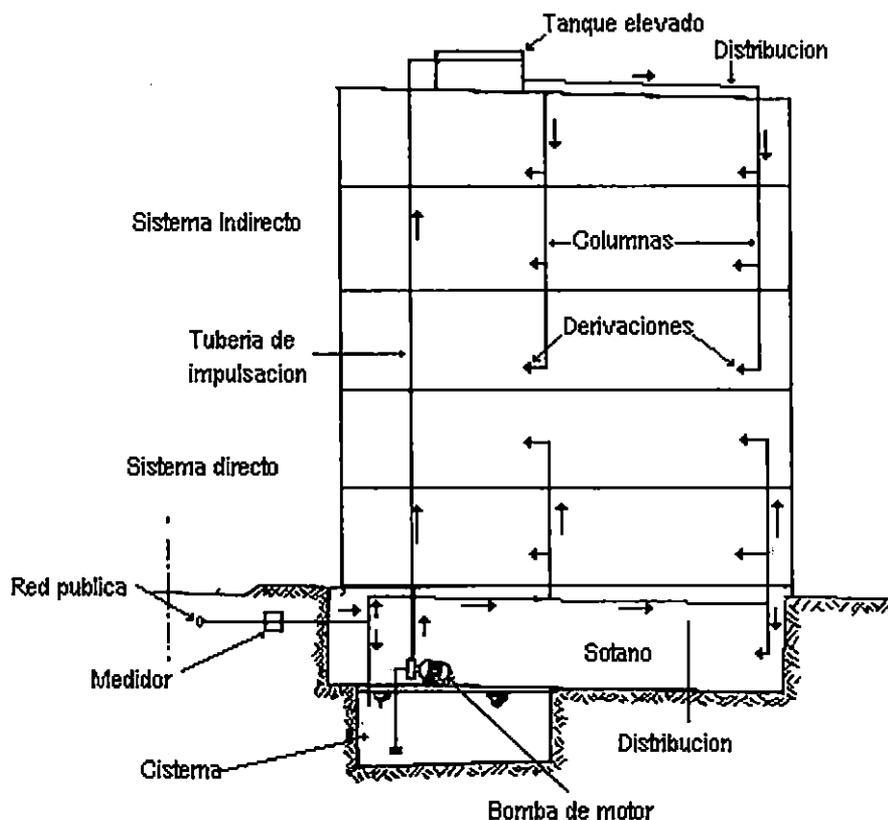


Figura N° 2.3 Sistema de distribución mixto o combinado

Aparatos sanitarios

Los aparatos sanitarios son todo receptáculo que recibe agua y descarga todo líquido o desperdicio arrastrado por el agua en sistema de desagüe. Los aparatos sanitarios empleados mas corrientemente en un hospital son: Inodoros, baños de ducha, lavamanos y fregaderos.

Todos los aparatos deben ser con superficies lisas y no absorbentes, de modo que no tengan superficies escondidas que puedan ensuciarse y no puedan ser limpiadas con facilidad.

Deberán estar instalados de tal modo que no presenten conexiones cruzadas y se evite el efecto de sifonaje, que puedan contaminar el agua potable.

Válvulas

En un hospital se emplean muy variados tipos y estilos de válvulas en el sistema de abastecimiento y distribución de agua, pero existen dos grandes clasificaciones las de compuerta y las de globo o angulares; que se emplean para iniciar o detener el flujo de agua, obturar el paso o regular el flujo, cambiar su dirección, permitir el flujo en una sola dirección o para aliviar o regular la presión. El tipo de válvulas que se emplea en el sistema dependerá entre otras cosas de las condiciones de temperatura, presión y del uso que se le vaya a dar a la misma.

Tuberías

Las instalaciones de tuberías de los diferentes servicios de un hospital pueden ser de muy variados materiales entre las que encuentran tuberías de hierro fundido, hierro galvanizado, acero, cobre, bronce, latón, asbesto cemento o PVC. Por lo que es muy importante conocer las especificaciones para cada uno de ellos. Debido a que en nuestro país no se cuenta con especificaciones propias se emplean las de la American Society for Testing Material (ASTM).

Tanques de almacenamiento

Estos son de mucha importancia en la distribución de agua potable de un hospital sobre todo si éste es de muchos niveles, ya que la presión que proporciona ANDA no es adecuada para elevar el agua a grandes alturas, es por ello que se hace necesario el empleo de tanques los cuales pueden ser elevados, intermedios o inferiores (cisternas).

La capacidad del tanque o cisterna deberá ser cuanto menos igual al consumo diario con un mínimo absoluto de 1000 lt. Si se combinan los sistemas (cisterna, bombas de elevación y tanque

elevado) la capacidad de la cisterna no será menor que las $\frac{3}{4}$ partes del consumo diario y el tanque elevado no menor de $\frac{1}{3}$ de dicho consumo, cada uno de ellos con un mínimo de 1000 lt.

Los tanques de almacenamiento deben garantizar la potabilidad del agua todo el tiempo y no permitir la entrada de agua de inundación o de materias extrañas. Por lo que se deben proteger contra la contaminación y tener ciertas precauciones tales como: Los tubos de derrame y ventilación de los tanques deberán estar provistos con rejillas durables de una malla apropiada, ningún tanque, ni orificios de limpieza de los tanques debe estar directamente bajo cualquier tubería de aguas negras, deben ser de material resistente e impermeable y estar dotados de los dispositivos necesarios para su correcta operación, mantenimiento y limpieza.

2.3.3 Agua para calderas

En los hospitales se deben incluir programas de tratamientos químicos para el agua de alimentación de calderas, ya que, el agua potable no es necesariamente satisfactoria para usarla en ellas, pues en el agua al calentarse, ocurren intensas reacciones que no se presentan a bajas temperaturas. Es por ello que el agua para alimentación de calderas requiere ser analizada por un químico competente, quien deberá recomendar la clase de tratamiento necesario para que el agua quede en condiciones aceptables, es decir, este libre de impurezas que puedan causar incrustaciones, corrosión u otros efectos indeseables en las calderas o sus accesorios.

Los métodos básicos para el acondicionamiento de agua para calderas son:

- El tratamiento interno, que se efectúa dentro de la caldera.

- El tratamiento externo, en el cual su mayor parte se lleva a cabo fuera de la caldera, en tanques de tratamiento o suavizadores.

Dependiendo de las características físicas y químicas del agua, los tratamientos de alimentación de calderas pueden consistir en:

- Clarificación del agua
- Suavizadores o resinas de intercambio iónico
- Reducción de oxígeno
- Ajuste de pH

Al dar este tratamiento al agua para calderas los sólidos disueltos totales (SDT), la dureza, la alcalinidad y la sílice pueden llegar a valores como los mostrados en la tabla N° 2.6

Tabla N° 2.6 Grado hasta el cual cada uno de los procesos de tratamiento externo de ablandamiento de agua para calderas, reducen o eliminan impurezas.

Proceso	Resíduos mg/l			
	STD	Dureza	Alcalinidad	Sílice
Agua original	275	160	135	10
Corriente Dividida	170	Cero	20	10
Cal fría parcial	190	75	50	9
Cal caliente- sosa	145	17	40	1
Cal caliente- zeolita	155	Cero	30	1
Desmineralización	1-2	Cero	1-2	0.05

Fuente: Manual del agua. Su naturaleza tratamiento y aplicaciones.
Frank N. Kemmer.

Entre las características que se deben tomar en cuenta para poder decir que un agua es apta para calderas tenemos:

- La dureza, relacionada con la posible formación de incrustaciones.

- Alcalinidad, indica las cantidades de sustancias químicas de tratamiento.
- Cloruros, controla la concentración de sólidos.
- El pH, indica como está el valor de alcalinidad; ligeramente alcalino, cercano a 9 o poco superior de 9 es recomendable para evitar la corrosión, en sistema de calderas.

Es de considerar el hecho que éstos y otros parámetros pueden variar dependiendo de la presión de vapor que se produzca en la caldera; por lo que en la Tabla N° 2.7, se presentan algunos parámetros a considerar.

Por otro lado se debe tener el cuidado de separar completamente el sistema de agua de calderas del sistema de agua potable, ya que las concentraciones de los compuestos requeridos en estas aguas podrían contaminar los alimentos, o los artículos de esterilización.

Tabla N° 2.7 Parámetros recomendados de contenidos límites de: alcalinidad total, sílice y sólidos disueltos totales del agua para calderas, de acuerdo a la presión de vapor.

Presión 0(Psi)	Alcalinidad total (PPM CaCO ₃)	Sílice (PPM SiO ₂)	Sólidos disueltos totales (PPM CaCO ₃)
0-300	700	150	3,500
301-450	600	90	3,000
451-600	500	40	2,500
601-750	400	30	2,000
751-900	300	20	1,500

Fuente: Agua su relación con la energía y Medio Ambiente
Facultad de Ingeniería UNAM. CONAE / FONAE

Tipos de calderas

Las calderas son una especie de generador que transfieren el calor producido por un combustible (o una resistencia eléctrica) al agua de la instalación.

Actualmente existen dos tipos generales de calderas: uno es la caldera de tubos de humo en el cual los gases calientes pasan dentro de los tubos rodeados de agua. El otro tipo es el de tubos de agua en cual los gases provenientes de la combustión circulan alrededor de tubos llenos de agua.

Las calderas de tubos de humo tienen una capacidad fija, alojan un mayor volumen de agua que las de tubos de agua, tienen mayor capacidad de almacenar calor y se sirve en plantas de tipo menos complicado, los costos iniciales son bajos. En la figura N° 2.4, se muestra la forma en que circula el agua en este tipo de calderas.

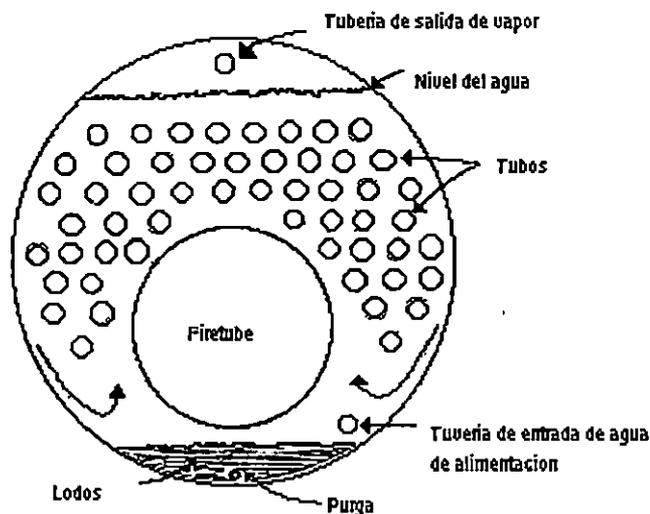


Figura N° 2.4 Circulación del agua en una caldera de tubos de humo

Las calderas de tubos de agua presentan flexibilidad en cuanto a capacidad, se pueden limpiar fácilmente tanto dentro del lado del agua así como del lado de combustión. Se puede operar con cierta sobrecarga y con mucha mayor eficiencia que la de tubos de humo, poseen un costo inicial e instalación elevados. ⁴

⁴AMERICAN HOSPITAL ASSOCIATION. Manual de ingeniería de hospitales. Organización, administración y mantenimiento.

En la figura Nº 2.5, se muestra la forma en que circula el agua en una caldera de tubos de agua de dos tambores.

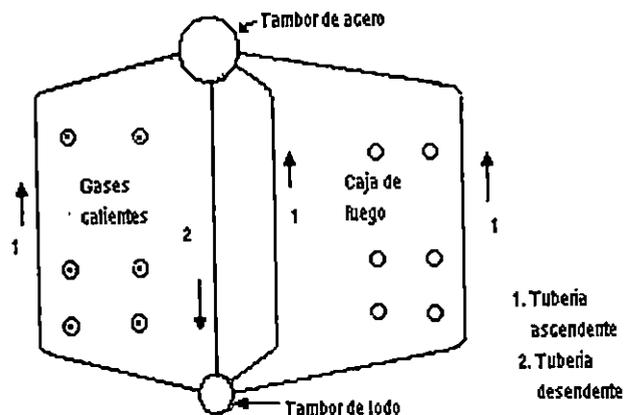


Figura Nº 2.5 Circulación en una caldera de dos tambores

Al igual que el agua para calderas, la destinada a desmineralización, destilación o esterilización, requiere programas habituales de tratamiento. La de mayor pureza se obtiene mediante la destilación, pues además de quitarle sustancias químicas inorgánicas, una destilación adecuada también la deja libre de toda materia orgánica. No se recomienda el empleo de filtros de carbón activado o de zeolitas pues en el sistema se podrían introducir gérmenes y otros contaminantes orgánicos. El agua esterilizada se produce procesándola en autoclaves.

2.3.4 Sistema de agua caliente

Una de las instalaciones más importantes dentro de los servicios de un hospital, es la de agua caliente. Dicha instalación debe diseñarse para proporcionar el volumen necesario y a la temperatura requerida para cada servicio.

El tanque de almacenamiento de agua caliente deberá tener una capacidad igual al 80% de la capacidad del calentador, además estos tanques deben estar equipados con sistemas que controlen la temperatura del agua.

El sistema de distribución de agua caliente consiste en una tubería que lleva agua caliente desde la unidad de almacenamiento hasta los aparatos sanitarios. La tubería debe estar instalada de tal forma que haya circulación continua de agua.

Existen tres tipos de instalaciones que se usan comúnmente, estas son:

- Sistema de alimentación ascendente y retorno por gravedad
- Sistema de alimentación superior y retorno por gravedad
- Sistema de circuito de bombeo

Todos los aparatos sanitarios deben poseer una válvula en cada línea de alimentación, de manera que se pueda cerrar el agua fría o caliente sin interrumpir el flujo de otras partes del edificio.

Algunos sistemas de agua caliente poseen una tubería de retorno, como el mostrado en la figura 2.6. El agua sube por la tubería de alimentación y baja por la de retorno para ser recalentada, evitando de este modo el desperdicio de agua.

Las tuberías de recirculación de agua caliente se deben conectar al tanque de almacenamiento de agua caliente y llevarse hasta un punto colocado directamente abajo del

aparato o mueble mas alto, al final de cada ramal. Si el edificio tiene más de tres pisos, cada ramal ascendente debe tener su respectivo retorno de agua caliente que desemboque en el tanque a través de la bomba de recirculación.

Los diámetros de las tuberías deben ser tal como lo exija el reglamento de plomería vigente o utilizado en el país.

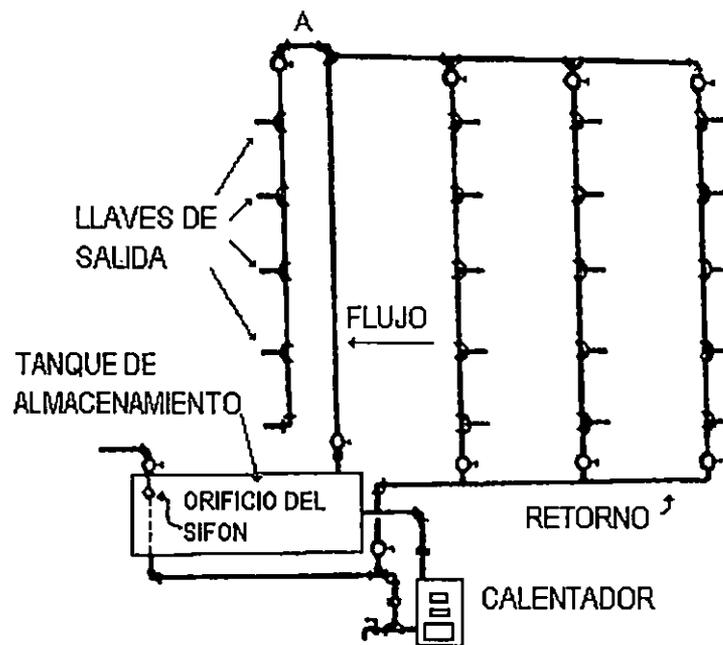


Fig. 2.6 Conexión de la tubería de circulación de retorno a la unidad de almacenamiento

2.3.5 Contadores o medidores de agua

La institución que suministra el agua (ANDA) debe disponer de los medios adecuados para medir el agua al ser entregada a los abonados.

Para medir la cantidad de agua suministrada en un edificio se emplean generalmente, contadores. Los aparatos de medición o contadores empleados para el servicio de consumidores pueden ser de dos tipos: contadores de velocidad y contadores de volumen.

Contadores de velocidad

Indican la cantidad de agua que los atraviesa en función de la velocidad que esta lleva. Estos pueden ser de turbina o de molinete.

En los primeros, el agua entra y choca con las paletas de una turbina que gira tanto más rápido cuando mayor es la velocidad del agua. Los segundos tienen un molinete con eje en la dirección del agua y provistos de paleta helicoidales. Al chocar el agua en las paletas hace que el molinete gire con una velocidad que depende de la del agua.

Contadores de volumen

Miden directamente el volumen del agua que los atraviesa, pues este pasa llenando una capacidad determinada que inmediatamente se vacía, y en cada operación de vaciado y llenado produce el movimiento de un elemento que a su vez mueve el aparato registrador. Para cada tipo y diámetro, hay un campo de medida definido por dos valores superior e inferior del gasto. Entre estos valores debe quedar siempre comprendido el posible gasto de las tuberías a que se aplica.⁷

2.4 Aguas residuales hospitalarias

2.4.1 Generalidades

Existe una diversidad de autores que definen y clasifican las aguas residuales como domésticas, comerciales e industriales, pero en ellas no existe una en la cual se incluya las aguas residuales hospitalarias, ya que, dicha clasificación está referenciada en forma general al tipo de establecimiento y no a la generación de residuos (por ejemplo, una industria textilera y

⁷ MARIANO RODRÍGUEZ AVIAL. Instalaciones Sanitarias en edificios. Quinta edición.

una láctea, producen desechos diferentes, aunque se encuentren dentro de una misma clasificación); por tanto, las aguas residuales hospitalarias pueden quedar comprendidas como aguas residuales domésticas, debido a que la mayoría de actividades que se realizan dentro de una instalación hospitalaria, son similares a las domésticas (cocina, lavandería, limpieza, riego de áreas verdes etc.), y solo algunas actividades específicas diluyen químicos y muestras biológicas.

En cuanto a una definición de aguas residuales hospitalarias, se puede decir que son las aguas de abastecimiento después de haber sido impurificadas y/o contaminadas con desechos patológicos (como exudados o sangre), residuos radiactivos y de laboratorios en general.

Los residuos líquidos son un problema trascendental en hospitales, ya que, son capaces de contener diferentes tipos de contaminantes procedentes de sus instalaciones sanitarias como: lavabos, fregaderos, regaderas, mingitorios, cocina, instrumental médico, lavado de materiales y equipo de diagnóstico, lavado de esterilizadores, lavado de mesas de autopsia, etc.

En éstos centros, los inodoros, reciben en gran medida deyecciones de personas sanas y enfermas tales como: vómitos, salivas, orina y excretas, que son residuos orgánicos e inorgánicos que el cuerpo ya no necesita y resultan tóxicos para éste.⁸ Constituyendo un medio de dispersión de patógenos, si no reciben un tratamiento previo antes de su descarga al alcantarillado público.

Los microorganismos se encuentran en las aguas residuales en forma de virus y bacterias, pero también están en forma de parásitos como huevos de helmintos y otros protozoos. Las

⁸ OFICIALÍA MAYOR. SECRETARÍA DE SALUD, MÉXICO. Manual de Normas Para el Tratamiento de Aguas Residuales en la Unidades Médicas de la Secretaría de Salud

condiciones para su vida en las aguas negras suelen ser anormales y en general, su existencia en ella es de corta duración, pero lo suficiente para la transmisión de enfermedades.

2.4.2 Características de las aguas residuales

Las aguas residuales se caracterizan por su composición física, química y biológica. Dentro de las de mayor importancia se encuentran:

Características físicas

- Contenido total de sólidos
- Olor
- Temperatura
- Densidad
- Color
- Turbiedad

Características químicas

- Constituyentes químicos orgánicos: grasas y aceites, fenoles, carbohidratos
- Medida del contenido orgánico: Demanda Bioquímica de Oxígeno(DBO), Demanda Química de Oxígeno(DQO), Carbono Orgánico Total(COT), Demanda Teórica de Oxígeno(DTO).
- Constituyentes químicos inorgánicos: pH, cloruros, alcalinidad, nitrógeno, fósforo, azufre, metales pesados.
- Gases: metano, sulfuro de hidrógeno, y el anhídrido carbónico.

2.4.3 Límites máximos permisibles de contaminantes en aguas residuales para ser vertidos al alcantarillado público de acuerdo a algunos países.

Tabla N° 2.8 Comparación de límites máximos permisibles

Parámetro	País (Norma)	Costa Rica (Ministerio de Salud)	México (Oficial Mejicana)	El Salvador (Decreto 50)
DBO _{5,20} mg/l		300		
DQO mg/l		1000		
Sólidos suspendidos mg/l		500		
Sólidos disueltos mg/l		1500		
Sólidos sedimentables ml/l		1	10	
Grasas / aceites mg/l		100	100	20
PH		6-9	6-9	
Temperatura °C		≤40	40	
Mercurio mg/l		0.01	0.02	
Arsénico mg/l		0.5	1	0.05
Cadmio mg/l		.1	1	
Cloro residual mg/l		1		
Cromo mg/l		2.5		0.05
Cianuro mg/l		2	2	0.10
Cobre mg/l		2	10	0.20
Plomo mg/l		0.5	2	
Fenoles mg/l		5	10	0.005
Níquel mg/l		2	8	0.8
Cinc mg/l		10	12	5
Plata mg/l		3	2.0	
Selenio mg/l		0.2		
Boro mg/l		3		
Sulfatos mg/l		500		
Fluoruros mg/l		10	6	
Cloruros mg/l		500		
Sustancias activas al azul de metileno mg/l		10	60	
Conductividad eléctrica (μΩ/cm)			8000	
Aluminio mg/l			20	
Agentes bactericidas, funguicidas mg/l				0.10 - 10
Materiales radiactivos				3 - 1000 pCi/l

Como se puede observar en la tabla anterior, Costa Rica y México realiza una serie de pruebas que en nuestro país no se toma en cuenta según las normas vigentes.

2.4.4 Contaminantes de importancia en el tratamiento del agua residual

- **Sólidos en suspensión:** puede dar lugar al desarrollo de depósitos de fango.
- **Materia orgánica biodegradable:** en ocasiones se mide en función de la DBO y DQO, está compuesta por proteínas, carbohidratos y grasas.
- **Patógenos:** pueden transmitir enfermedades contagiosas por medio de los organismos presentes en el agua.
- **Nutrientes:** el nitrógeno, carbono y fósforo son nutrientes que pueden favorecer al crecimiento de una vida acuática no deseada.
- **Contaminantes prioritarios:** son compuestos orgánicos e inorgánicos determinados en base a su carcinogenicidad, mutagenicidad o toxicidad aguda sospechada; algunos de ellos corresponden a compuestos orgánicos volátiles. Se encuentran presentes en las aguas residuales domésticas, industriales y comerciales.
- **Materia orgánica refractaria:** ésta tiende a resistir los métodos convencionales de tratamiento, como fenoles, pesticidas y agentes tensoactivos.
- **Metales pesados:** son frecuentemente añadidos al agua residual en el transcurso de ciertas actividades comerciales e industriales.
- **Sólidos inorgánicos disueltos.**

De acuerdo al manual de Normas para el tratamiento de agua residual en las unidades médicas, la clasificación de contaminantes en estas unidades se puede realizar de la forma siguiente:

1. Contaminantes infecciosos: provenientes de fluidos corporales, capaces de causar enfermedades severas en individuos muy susceptibles (orina sangre, heces fecales, cultivos de microorganismos, etc.)
2. Contaminantes químicos tóxicos: Son aquellos empleos y/o producidos en los laboratorios de diagnóstico que pueden causar envenenamientos (cloro, reveladores y fijadores de fotografías, alcoholes, etc.)
3. Contaminantes generales: aquellos procedentes de diversas actividades, que generalmente no tienen propiedades infectocontagiosas, ni tóxicas (jabones, papel, alimentos, grasas y aceites.)

2.4.5 Reducción de los caudales de aguas residuales

La reducción de los caudales de aguas residuales depende de la disminución en el consumo interno del agua (del establecimiento o institución), los hábitos y de las condiciones de vida, al mejorar éstos la cantidad de aguas residuales también aumenta.

El usar aparatos o dispositivos de bajo consumo, limitar la instalación de lavavajillas o aquellos aparatos que consumen agua, pueden ser formas de reducir el consumo de agua y por ende la cantidad de aguas residuales. En el cuadro N° 2.2, se presentan los dispositivos a utilizar para reducir el consumo de agua. ⁹

⁹ METCALF & EDDY. Ingeniería de aguas residuales, tratamiento, vertido y su reutilización. Editorial Mc Graw Hill. Tomo I

Cuadro N° 2.2 Aparatos y sistemas de reducción de caudales

Aparato / Dispositivo	Descripción y/o aplicación
Difusor de grifo	Añade aire y concentra el caudal, lo cual reduce la cantidad de agua usada en el lavado
Ducha con limitador de caudal	Restringe y concentra el paso del agua
Retretes de caudal reducido	Reducen la cantidad de agua en cada descarga
Válvula reductora de presión	Mantiene la presión del agua por debajo de la red de distribución
Retretes con sistemas de retención	Una división de la cisterna que reduce el volumen de agua de cada descarga
Detector de fugas en los retretes	Pastillas que se disuelven en las cisternas y colorean el agua. se emplean como trazadores
Lavavajillas de consumo eficiente	Reducen la cantidad de agua empleada
Lavadora de consumo eficiente	Reducen la cantidad de agua empleada

Fuente: Ingeniería de Aguas Residuales. Metcalf & Eddy. Tomo I

2.4.6 Métodos de medición de gastos en descargas y corrientes de aguas residuales

Es muy importante la determinación de los volúmenes y/o caudales de aguas residuales a eliminar en los centros hospitalarios, siendo además fundamental a la hora de proyectar futuras instalaciones para su recolección, tratamiento y evacuación. Es por ello, que a continuación se presentan algunos métodos para su determinación:

Medición directa en la descarga

- Pensando en el volumen descargado, lo que implica el conocimiento del peso específico y/o densidad del líquido.
- Medición volumétrica de la descarga en función del tiempo.
- Mediante el empleo de vertederos
- Otros como: tubos Venturi, canales Parshal, Palmer-Bowls y boquillas.

Medición en corrientes

Medición en las corrientes, utilizando el método de sección / velocidad, donde se obtiene la velocidad mediante flotadores, colorantes, trazadores radiactivos, o medidores de velocidad; la sección transversal se determina a través de la ecuación de continuidad:

$$Q = V * A$$

Donde: Q : Gasto o caudal en m³ / seg.

V : Velocidad del agua m / seg.

A : sección o área transversal m²

Métodos matemáticos

- Cuando se conoce únicamente la distancia de un chorro que choca con una superficie plana horizontal y la altura.
- Cuando se conoce la pendiente y el diámetro de la tubería, según la ecuación de Manning.

Caudales de aguas residuales a partir de los datos de abastecimiento de agua

Debido a la relación existente entre el agua utilizada y el agua residual, es preciso hacer una estimación de la proporción del agua abastecida que llega a las alcantarillas; una parte no llega a la red de alcantarillado por: irrigación de espacios verdes, pérdidas, fugas, mantenimiento de estructuras y otras. Por lo que se considera que el 80% del consumo de agua por habitante, se convierte en agua residual.

2.4.7 Drenaje de aguas residuales

La disposición de las aguas residuales es un punto de mucha importancia; ya que la recolección y evacuación se hace a través de un sistema de alcantarillado o desagüe, el cual debe ser diseñado y construido cuidadosamente para evitar fugas, especialmente en hospitales, donde los organismos patógenos deben ser evacuados en forma segura.

El sistema consiste en un conjunto de dispositivos (red de tuberías, aparatos sanitarios, sifones, tubería de ventilación, colectores de desagüe, conexiones a la red pública etc.) que tienen por objeto evacuar las aguas servidas y desechos orgánicos hasta la red de alcantarillado público.

El sistema de ventilación es importante, pues, es el encargado de evitar olores desagradables en los locales, a través de la circulación del aire dentro, o hacia fuera de los tubos de desagüe, o por medio de cualquier tubo que proporcione una circulación de aire dentro del sistema de desagüe.¹⁰

El material más utilizado en las tuberías de desagüe y ventilación son: hierro colado, acero galvanizado, cobre, asbesto cemento, Cloruro de Polivinilo(P.V.C.) y de fibra sintética.

Los desagües para sustancias ácidas se construyen con tuberías de vidrio de durirón, por su resistencia a la abrasión, corrosión, peso ligero y transparencia; este tipo de tubería es muy usada en laboratorios.⁵

¹⁰ WILLIAM ADOLFO COREA LÓPEZ, y otros Guía de operaciones, costo y mantenimiento en el diseño de instalaciones hidráulicas en El Salvador. Trabajo de graduación UES, 1993.

⁵ AMERICAN HOSPITAL ASSOCIATION. Manual de ingeniería de hospitales. Organización, administración y mantenimiento.

Todos los materiales deben ajustarse a los reglamentos, y aún sobrepasar sus requisitos tanto en calidad como en peso. El reglamento nacional de plomería es reconocido por muchos de los estados de la unión americana, el cual establece lineamientos para la instalación de los sistemas. En el cuadro N° 2.3, se muestra el número mínimo de piezas sanitarias en hospitales, según el código de plomería de los Estados Unidos.

Cuadro N° 2.3 Número de piezas sanitarias por persona en hospitales.

Artefacto Lugar de uso	Inodoro Unidad / persona	Orinales Unidad / varones	Lavamanos Unidad / persona	Bañera o ducha Unidad / persona
Para los empleados	1/15 2/16-35 3/36-55 Si hay más de 55, agregar 1 unidad por cada 40 personas adicionales.	1 / 50	Hom. Muj. 1 / 40 1/40	—
Sala de espera	1/ habitación	—	1/ habitación	—
Habitación privada	1/habitación	—	1/ habitación	1/ habitación
Sala de varios pacientes	1/8 pacientes	—	1/10 pacientes	1/10 pacientes

Fuente: Código nacional de fontanería de los Estados Unidos

Por otra parte existe el reglamento de la Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador(OPAMSS), el cual también establece el número de aparatos sanitarios a utilizar dentro de un hospital (ver cuadro N° 2.4), a su vez enuncia en el artículo VI.29 de la parte quinta relativa a construcciones, la prohibición de descarga de aguas residuales sin un previo tratamiento de neutralización o depuración; y que los hospitales deben contar con lugares especiales para incinerar los desperdicios, con la finalidad de evitar la propagación de enfermedades y epidemias.

Cuadro N° 2.4 Número de aparatos sanitarios por persona en un centro hospitalario

Personas \ Artefactos	Inodoro	Urinario	Lavabo
Personal de servicio	10 empleados fracc.6	30 empleados fracc.5	15 empleados fracc.10
Encamado	8 camas fracc.4		12 camas fracc.6
Consultorio	2 consultor	2 consultor	2 consultor

Fuente : Reglamento de la OPAMSS

2.4.8 Pre - tratamiento de aguas residuales

El pre-tratamiento es la primera operación en las plantas de tratamiento de aguas residuales. Los autores Metcalf & Eddy lo definen como: el proceso de eliminación de los constituyentes del agua residual, cuya presencia puede provocar problemas de mantenimiento y funcionamiento de los diferentes procesos, operaciones y sistemas auxiliares. Estos constituyentes pueden ser sólidos gruesos, grasas y aceites.

Éstos sistemas presentan diversas ventajas entre las cuales están:

- a) Evita obstrucciones en tuberías y conducciones en general.
- b) Retira al máximo las materias flotantes, partículas sedimentables, grasas, aceites y natas del agua.
- c) Aumenta la eficacia de los tratamientos posteriores.

Las partículas contaminantes suelen ser eliminadas empleando diversos medios, los que pueden ser: físicos, químicos y biológicos o bien alternando o cambiando éstos mismos. Dentro de éstos están: aliviadores de agua en exceso, desbaste, tamizado, desarenado, pre-decantación o clarificación y desengrasado.

Es de hacer notar que existen muchos métodos y formas de tratar un agua residual. Sin embargo, para los centros hospitalarios interesan aquellas estructuras que reduzcan o minimicen las concentraciones de residuos provenientes de cocinas, salas de ortopedia, laboratorios y otros, que puedan dañar u obstruir las tuberías de drenaje al ser evacuados.

Desengrasado

Son estructuras que eliminan distintos tipos de grasas y aceites, presentes en el agua residual. Las cámaras conocidas para tal efecto son:

- **Cámara de grasas KRAMER:** Elimina del 50% al 70% de las grasas y material en suspensión por diferencia de densidades.
- **Cámara de grasas IMHOFF:** Basado en la acción antiemulsiva de la aireación, sobre el aceite y sobre la acción física de las burbujas sobre el arrastre de las grasas; el cuál, puede llevarse a cabo mediante flotación por microburbujas y por flotación con aire soplado.

Además existen trampas para grasas muy eficientes, cuya finalidad es retener las grasas que arrastran los residuos líquidos para luego ser removidos.

Trampas para grasa

Son pequeñas estructuras colocadas a la salida de las tuberías de las cocinas, cuya finalidad es retener las grasas que arrastran los residuos líquidos, para luego ser removidas manualmente con cualquier recipiente curvo en forma de cucharón. Estas deben colocarse de

preferencia en lugares sombreados para mantener bajas temperaturas en su interior y realizar una inspección rutinaria de limpieza cada semana.

Trampas para yeso

Son pequeñas estructuras, que se colocan en la salida de las tuberías de las salas de ortopedia, utilizando un tanque séptico para sedimentar el yeso. Este es una instalación de concreto, diseñada para tiempos de detención de 24 para unidades hospitalarias; se deberán revisar semanalmente las entradas y las salidas del agua, para verificar que no existan taponamientos en las tuberías internas de entrada y salida.

Neutralización

Las aguas provenientes de laboratorios ocasionalmente contienen ácidos o álcalis que deben ser neutralizados hasta valores de pH apropiados. La forma de tratar esta agua consiste en dosificar una base o un ácido en una cantidad tal que neutralice el exceso de éste, hasta un valor de pH de 7 o próximo.

Para esto las bases más utilizadas son la cal, el hidróxido de sodio, el hidróxido de calcio y en ocasiones el carbonato cálcico.

2.5 Sistemas de emergencia en hospitales.

2.5.1 Generalidades.

En un centro hospitalario, además de la curación de pacientes, consultas, emergencias y medidas preventivas de enfermedades, también algunas veces se presencian situaciones indeseadas como son los incendios, necesitando para ello medidas de prevención y combate.

Éstos dos aspectos son importantes, ya que se relacionan con el bienestar y seguridad de los enfermos, empleados y visitantes de dichos centros, al momento de una emergencia de este tipo.

Si el edificio está ubicado en una zona donde el abastecimiento público de agua no garantice presión suficiente, para mantener la presión adecuada en el sistema de distribución de agua, entonces, en estos casos es muy útil contar con un sistema hidroneumático. En este tipo de sistema deberá disponerse de una cisterna con capacidad mínima para la dotación diaria del edificio. Además, dado a que éstos funcionan con energía eléctrica y existe la posibilidad de que ésta se suspenda por alguna circunstancia, es necesario:

- Que exista un generador eléctrico de reserva; ya que, la alimentación eléctrica de las bombas contra incendio y/o reforzadoras, debe ser un suministro independiente y no controlado por el interruptor general del edificio.
- Siempre es necesario que haya una bomba en reserva, por el deterioro del equipo en funcionamiento.
- Es conveniente repartir la capacidad en varios equipos, que comprar uno solo que desarrolle la capacidad total.

Tanto en el sistema hidroneumático como en el de presión constante, es necesario darle un margen a la bomba de 1.5 a 2.0 veces el caudal máximo instantáneo.

2.5.2 Agua contra incendios

Cuando se produce un incendio, el sistema de abastecimiento de agua en cualquier edificación, debe ser capaz de:

- Entregar el flujo necesario para dicha emergencia y
- Disponer de una capacidad de bombeo adicional. Incluso durante una interrupción del suministro de electricidad.

Puede ser de gran ayuda el contar con un sistema de tuberías entrelazadas, para tener varias tomas de agua, derivadas de diferentes tuberías principales de la red de la ciudad; de manera que cuando se presente una interrupción en una de las tomas, se pueda seguir contando con el suministro de agua procedente de otras tuberías.

2.5.3 Medidas de prevención y combate contra incendios.

Durante un incendio el fuego es un elemento energizador y con la enorme capacidad de destruir lo que encuentra a su paso, si no logramos controlarlo o extinguirlo a tiempo ayudaríamos a su propagación desmedida causando muchos daños. De tal manera que los sistemas de protección contra incendios, son esenciales dentro de cualquier institución.

Es importante recordar los componentes principales del fuego para poder extinguirlos éstos son:

- La temperatura de ignición.
- El combustible o material que arde.

- Materias comburentes, en cuyo seno se origina el fuego (generalmente oxígeno).

Una vez cerrado el triángulo de éstos componentes, el incendio se inicia automáticamente.

Medidas de Prevención.

Para construir todos los edificios con más de dos pisos de altura, se debe tomar en cuenta: su debida autorización y tanques que suministren agua en el caso de incendios. Éstos últimos deben estar equipados de la siguiente manera:

- Mangueras lo suficientemente largas como para alcanzar cualquier punto en todos los pisos y en cada piso debe haber como mínimo, una conexión para las mismas.
- Provistos de conexiones externas del mismo diámetro que las bombas utilizadas por el cuerpo de bomberos del país.
- Una medida importante es que existan hidrantes adyacentes o cercanos al edificio.

Según la Norma Técnica de ANDA, en hidrantes para incendio se considerará un consumo de agua de 12 litros por segundo en 2 horas, una presión dinámica residual mínima de 10 m.c.a. y un radio de acción de 150 metros medidos sobre el eje de la calle. Estos serán de tipo tráfico y se ubicarán de preferencia en bocas - calles, con una separación máxima de 300 metros y tubería de alimentación con diámetro mínimo de 4 pulgadas.

Un correcto sistema contra incendios no solo contempla la acción pasiva o activa en lucha contra el fuego, si no que también el alumbrado de emergencia, el cuál evitará o minimizará las pérdidas y daños, tanto materiales como humanas.

Sistemas de combates contra incendios

Es necesario que haya en todo centro hospitalario medios y sistemas para combatir incendios, dispositivos para ser usados por los ocupantes del edificio; por lo que se hace imprescindible, el uso de materias extintoras como las siguientes:

- Montacargas y mangueras para uso de los ocupantes del edificio.
- Montantes y mangueras para uso de bomberos de la ciudad.
- Rociadores automáticos.
- Extintores manuales, etc.

Instalándose además alarmas accesibles y fácilmente operables para que sean accionadas cuando sea necesario.

En general un buen equipamiento de éstos sistemas, se da solamente cuando hay recursos económicos disponibles para tomar todas las medidas correspondientes, queda entonces a criterio del proyectista y de la persona o institución encargada de éstos centros el decidir de acuerdo a la necesidad y medios disponibles, el sistema de emergencia que más estime conveniente.

CAPITULO III

DIAGNOSTICO DE LOS HOSPITALES

3.1 Introducción

Para poder realizar un diagnostico adecuado de los hospitales uno de los puntos más importantes es conocer el tamaño del universo involucrado, para luego seleccionar aquellos elementos que se trataran mas detalladamente. Para el caso se determinó el número de hospitales existentes en el Área Metropolitana de San Salvador, agrupándolos de acuerdo al número de camas en 4 grupos, y luego fueron sometidos a cálculos estadísticos de los cuales resultaron electos los siguientes hospitales: Hospital CLIMOSAL, Hospital Pro – Familia, Hospital Nacional Zacamil y Hospital Nacional de Maternidad. Adicionalmente a estos cuatro hospitales fue electo el Hospital Nacional de Niños Benjamín Bloom, del cual se estudió la planta de desinfección que posee.

De todos ellos fue necesario adquirir la información posible respecto a los sistemas de agua potable y aguas residuales, mediante el uso de fichas técnicas, inspecciones y aforos. Todo ello con la finalidad de cumplir con los objetivos planteados en el Capítulo I.

La información es presentada en el documento de forma clara y ordenada para mejor manejo e interpretación de la misma.

3.2 Estructura hospitalaria del AMSS

Dentro del área metropolitana de San Salvador existen 52 centros de atención de salud, de los cuales 15 son unidades de salud y 37 hospitales. Muy pronto se contará con la apertura de dos más (Hospital Roma y Hospital Amatepec, ambos del Instituto Salvadoreño del Seguro Social), además existen innumerables clínicas particulares, así como laboratorios clínicos.

Nuestro interés está enmarcado en aquellos centros con hospitalización, de los cuales se puede decir que existen:

- 8 Públicos
- 21 Privados
- 8 Instituto Salvadoreño del Seguro Social (incluyendo los que se abrirán próximamente)
- 1 Ministerio de defensa
- 1 Caridad

Estos brindan atención en diferentes especialidades, como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 3.1 Número de hospitales por especialidad del AMSS

Especialidad	Número de Hospitales
Generales	18
Gineco – Obstetricia	6
Pediatría	2
Oftalmología – Otorrinolaringología	2
Neumología	2
Oncología	2
Psiquiatría	2
Total	34*

* Los tres restantes son hospitales privados de los cuales no fue posible obtener mayor información.

La mayoría de estos centros se encuentran ubicados en la ciudad de San Salvador, pues, es donde está concentrada la mayor parte de la población (San Salvador posee 600,000 habitantes de los 1.8 millones con que cuenta el AMSS, según proyección del 5º censo de población realizado en 1,992); formándose un núcleo importante: la "Urbanización La Esperanza", este sector cuenta con atención en diferentes especialidades.

Para una mejor visión de la concentración de hospitales se han esquematizado en zonas como se muestra en la Fig. Nº 3.1; en el cuadro 3.2 se dan a conocer los hospitales que las integran y en el cuadro Nº 3.3 información general de éstos.

Las zonas son las siguientes:

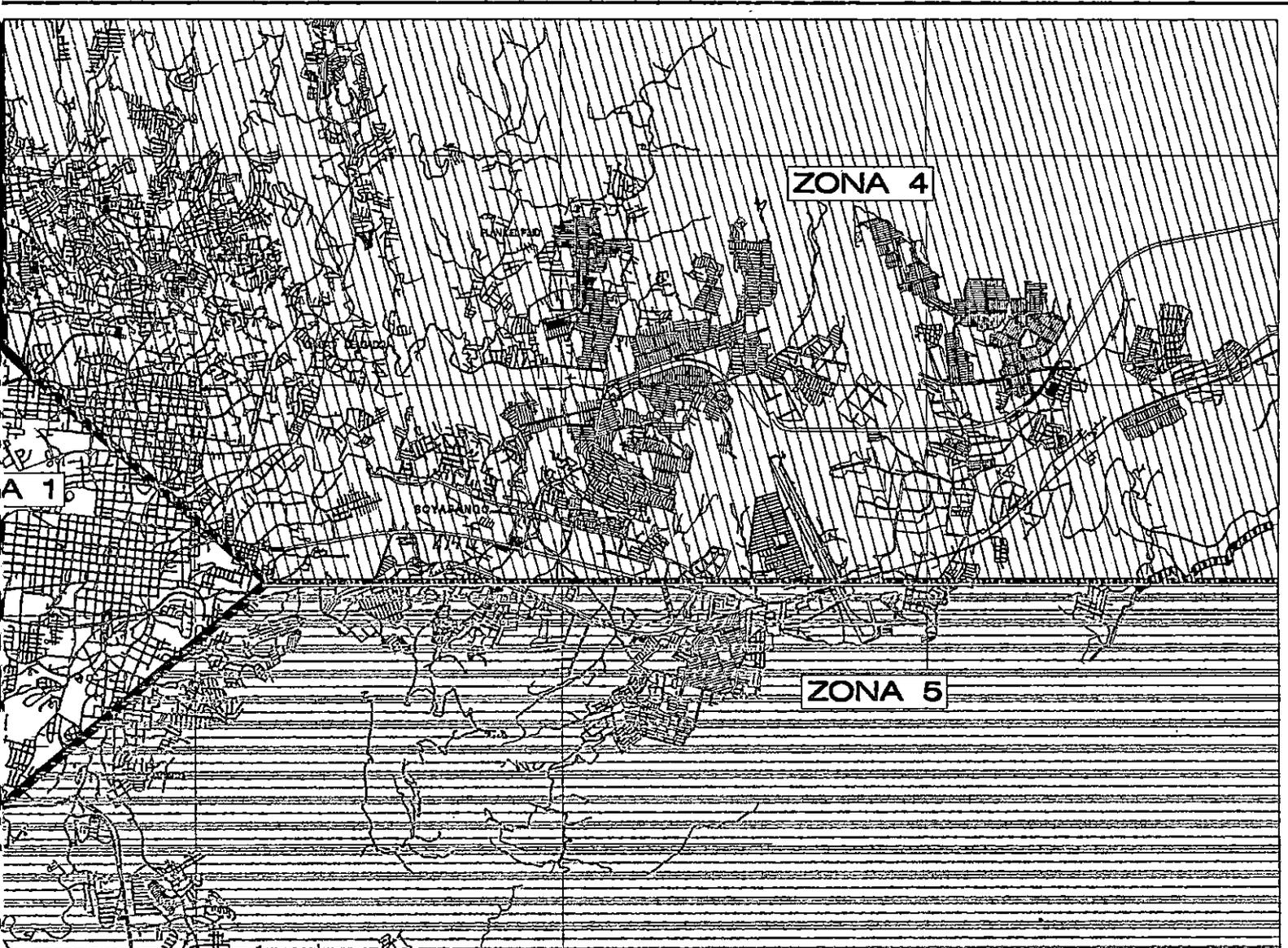
Cuadro Nº 3.2 Zonificación de hospitales del AMSS

Zona	Hospitales que la integran
1	<ul style="list-style-type: none"> • Hospital Instituto de Ojos • Hospital Clínicas Ginecológicas de los Drs. Farela • Hospital Clínica Mater • Hospital de Ojos y Otorrino • Hospital Centro de Emergencia • Hospital Salvadoreño • Hospital Para Vida • Hospital Central • Hospital Centro Pediátrico • Hospital Metropolitano • Hospital Baldwin • Hospital de Oncología (ISSS) • Hospital Centro Ginecológico • Hospital Bautista • Hospital de Diagnóstico • Hospital Pro-Familia

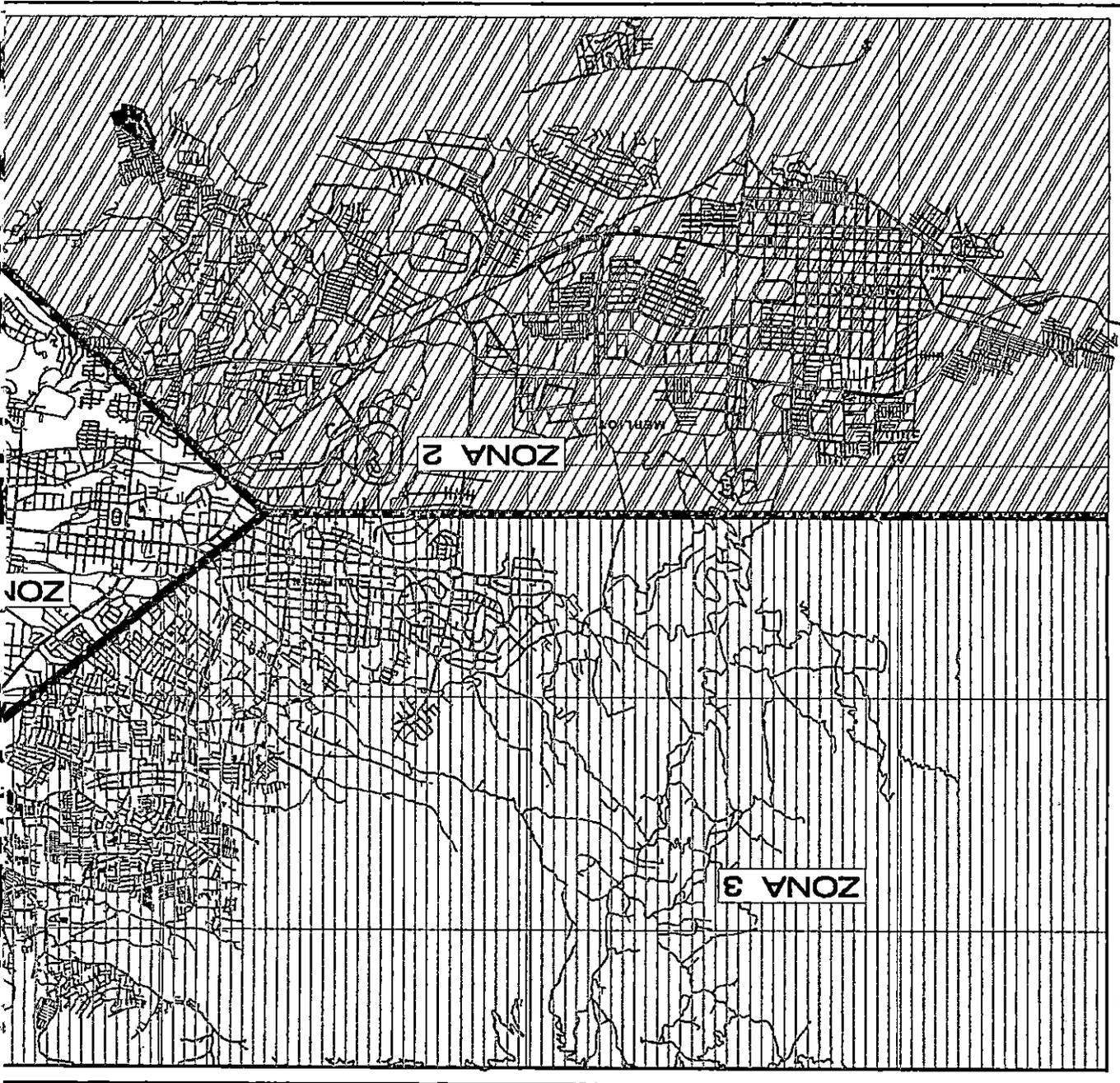
	<ul style="list-style-type: none"> • Hospital Psiquiátrico (ISSS) • Hospital 1º de Mayo (ISSS) • Hospital Nacional de Niños Benjamín Bloom • Hospital Médico Quirúrgico (ISSS) • Hospital Nacional de Maternidad • Hospital de Especialidades • Hospital Rosales • Hospital Roma (ISSS)*
2	<ul style="list-style-type: none"> • Hospital CLIMOSAL • Centro Médico Policlinica Casa de Salud • Hospital San Rafael • Centro Médico San Rafael**
3	<ul style="list-style-type: none"> • Hospital de la Mujer • Hospital Divina Providencia • Hospital Nacional Zacamil • Hospital Militar
4	<ul style="list-style-type: none"> • Hospital Nacional San Bartolo • Hospital Psiquiátrico (MSPAS) • Hospital Amatepec (ISSS)* • Hospital Las Flores** • Hospital Clínica Medica Flores-Álvarez**
5	<ul style="list-style-type: none"> • Hospital Neumológico (ISSS) • Hospital Neumológico (MSPAS)

* Hospitales que se abrirán próximamente

** Hospitales de los que no fue posible obtener mayor información



CORTESIA : 	TITULO : ZONIFICACION DE CENTROS HOSPITALARIOS EN EL "A.M.S.S"		UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	
	DISEÑO : Oscar Portillo	FECHA : DICIEMBRE DE 2000		
ESCALA : SIN ESCALA	ESQUEMA NUMERO : i / AW			



Cuadro N° 3.3 Información general de los hospitales del AMSS

No.	Nombre de la Institución	Tipo de Institución	Especialidad	Número de camas	Dirección
1	Hospital Instituto de ojos	Privada	Oftalmología	10	Blv. Tutunichapa 2ª Diag. No 326
2	H. Clínica ginecológica Dr. Farela	Privada	Ginecología	10	27 Av. Nte. No. 1317 Col. Med.
3	Hospital Clínica Mater	Privada	General	10	3ª C Pte. No 1225
4	Hospital de Ojos y Otorrino	Privada	Ojos-Otorrino	14	Cól. Med. Av. Max Bloch y Av. E. Álvarez
5	Hospital CLIMOSAL	Privada	General	15	6ª C. Pte. E. 6ª y 8ª Av. S. Sta. Tecla
6	Hospital Centro de Emergencia	Privada	General	16	Diag. Luis E. Vásquez No.250
7	Hospital Salvadoreño	Privada	General	21	6ª - 10ª C. Pte. No. 2419
8	Hospital Para vida	Privada	General	27	13 Av. S. Y C. Rubén Darío
9	Hospital Central	Privada	General	28	E. Alam. J. Pablo II y Blv. Tutunichapa C. Guad.
10	Hospital Centro Pediátrico	Privada	Pediatría	30	Final Diag. Luis E. Vásquez Col. Med.
11	Hospital Metropolitano	Privada	General	30	23 Av. Nte. No 1340 Col. Médica
12	Hospital de la Mujer	Privada	Ginecología	50	C. J. J. Cañas E. 81 y 83 Av. S.
13	Hospital Baldwin	Privada	General	50	37 Av. Nte. No. 207
14	Centro Médico Policlínica Casa de Salud	Privada	General	50	4ª Av. Nte. 3-5 Sta. Tecla
15	Hospital de Oncología	ISSS	Oncología	53	1ª C. Pte. y 25 Av. Nte.
16	Hospital Ginecológico	Privada	Ginecología	55	Col. Médica Diag. Dr. Luis E. Vásquez
17	Hospital Bautista	Privada	General	55	23 Av. Nte No. 128
18	Hospital Nac. San Bartolo	Público	General	60	Final. C. Fco. Médez. Z. Franca Sn. Bartolo
19	Hospital de Diagnóstico	Privada	General	62	Col. Médica Diag. Dr. Luis E. Vásquez
20	Hospital Pro-Familia	ONG's	Ginecología	78	25 Av. Nte. No. 583
21	Hospital Divina Providencia	Caridad	Oncología	80	Col. Miramonte Cl. Toluca pasaje B
22	Hospital Neumológico	ISSS	Pulmón	91	Carret. Planes de Renderos Km. 9.5
23	Hospital Psiquiátrico	ISSS	Psiquiatría	103	1ª C. Pte. y C. Arce, No. 1290
24	Hospital 1º de Mayo	ISSS	Ginecología	218	C. Arce y 23 Av. Sur
25	Hospital San Rafael	Público	General	220	Final. 4ª C. Ote. No. 9-2
26	Hospital Nac. Zacamil	Público	General	230	C. La Ermita y Av. Castro Morán
27	Hospital Militar	M. de Def.	General	274	Colonia Sta. Teresa, Av. Bernal
28	Hospital Nac. Benjamin Bloom	Público	Pediatría	291	25 Av. Nte. y Final 29 C. Pte.
29	Hospital Neumológico	Público	Neumología	292	Carret. Planes de Renderos Km. 8.5
30	Hospital Médico Quirúrgico	ISSS	General	308	Alameda Juan Pablo II y 1ª C. Pte.
31	Hospital Nac. de Maternidad	Público	Ginecología	308	1ª C. Pte. Y 25 Av. Nte.
32	Hospital de Especialidades	ISSS	General	325	1ª C. Pte. Ctgo. Instituto del Cáncer
33	Hospital Psiquiátrico	Público	Psiquiatría	400	Carret. a Tonacatepeque, Soyapango
34	Hospital Rosales	Público	General	554	Final C. Arce y 25 Av. Nte

3.3 Tamaño y selección de la muestra.

Para la investigación de campo se requirió extraer de los 34 hospitales una muestra que los representara en sus diferentes tamaños. Además se tomó en cuenta que la información proporcionada por ellos fuese suficiente para: la determinación de los volúmenes de agua que consumen, la estimación de las cantidades de aguas residuales que descargan y la elaboración de una guía que se adecue a los hospitales en sus diferentes tamaños mejorando así, el mantenimiento de sus instalaciones.

En cuanto a la obtención del tamaño de la muestra se podían utilizar técnicas de muestreo, como: muestreos inferenciales, que es uno de los más recomendables, pero en nuestro caso, la selección del tamaño no se hizo a través de este, ya que requería buscar o elegir características comunes más probables entre los elementos a estudiar y en base a ello, determinar el tamaño de la muestra. Por ejemplo: Los hospitales de una especialidad en particular, los hospitales que no posean un sistema de almacenamiento de agua, los que consuman una cantidad específica de agua al día, etc. Pero no se requería que cumplieran con una característica específica, si no que la muestra representara a los hospitales en sus diferentes tamaños.

Por lo anterior, el tamaño de la muestra se determinó a través de un muestreo intencional, es decir, que se ajustara convenientemente a los resultados que se pretendían obtener, formándose 4 grupos de hospitales; tomándose en cuenta para ello el número de camas por centro de hospitalización, estos fueron divididos en intervalos de 0-50, 51-100, 101-300 y mas de 301 camas; de tal manera que en cada grupo existiera representatividad.

Los hospitales que integran cada grupo, son los siguientes:

GRUPO I (0 - 50 camas)

Nombre del centro	Número de camas.
1) Hospital Instituto de Ojos.	10
2) Clínicas Ginecológicas de los Drs. Farela.	10
3) Hospital Clínica Mater	10
4) Hospital de Ojos y Otorrino	14
5) Hospital CLIMOSAL	15
6) Hospital Centro de Emergencias	16
7) Hospital Salvadoreño	21
8) Hospital Para Vida	27
9) Hospital Central	28
10) Hospital Centro Pediátrico.	30
11) Hospital Metropolitano.	30
12) Hospital de la Mujer	50
13) Hospital Baldwin.	50
14) Centro Médico Policlínica Casa de Salud	50

GRUPO II (51 -- 100 camas)

1) Hospital de Oncología	53
2) Hospital Ginecológico	55

3) Hospital Bautista	55
4) Hospital Nac. San Bartolo	60
5) Hospital de Diagnóstico	62
6) Hospital Pro-Familia	78
7) Hospital Divina Providencia.	80
8) Hospital Neumológico (ISSS)	91

GRUPO III (101 – 300 camas)

1) Hospital Psiquiátrico (ISSS)	103
2) Hospital 1º de mayo (ISSS)	218
3) Hospital San Rafael	220
4) Hospital Nac. Zacamil	230
1) Hospital Militar	274
5) Hospital Nac. de Niños Benjamín Bloom	291
6) Hospital Neumológico (MSPAS)	292

GRUPO IV (más de 301 camas)

1) Hospital Médico Quirúrgico	308
2) Hospital Nac. de Maternidad	308
3) Hospital de Especialidades (ISSS)	325
4) Hospital Psiquiátrico (MSPAS)	400
5) Hospital Rosales	554

Se realizó un análisis de estadística descriptiva en el cuál, las medidas de tendencia central son las más indicadas para tomarlas como parámetros de selección en cada grupo.

El cálculo estadístico para la determinación de los hospitales a estudiar, se realizó a través de series simples. Presentándose, a manera de ejemplo el cálculo para el grupo IV, en las tablas 3.1 y 3.2

Tabla Nº 3.1 Ejemplo de cálculo estadístico para el grupo IV

Nº	Nombre del centro	Número de camas (x)	Log. (x)	(1/x)
1	Hospital Médico Quirúrgico (ISSS)	308	2.4886	0.00325
2	Hospital Nacional de Maternidad	308	2.4886	0.00325
3	Hospital de Especialidades (ISSS)	325	2.5119	0.00308
4	Hospital Psiquiátrico	400	2.6021	0.00250
5	Hospital Rosales	554	2.7435	0.00181
TOTALES		1,895	12.8347	0.01389

Tabla Nº 3.2 Cálculo de medidas de Tendencia Central para el grupo IV

Media Aritmética (X)	Media Geométrica (G)	Media Armónica (H)
$X = \Sigma(x) / N$	$\text{Log. } G = \Sigma \log.(x) / N$	$H = N / \Sigma(1/x)$
$X = 1,895 / 5$	$G = \text{Log}^{-1} (12.8347 / 5)$	$H = 5 / 0.01389$
X = 379.0	G = 368.9	H = 360.0

La determinación de los valores de las medidas de tendencia central, para el resto de los grupos se obtuvieron de igual manera; presentando los resultados en la siguiente tabla:

Tabla Nº 3.3 Valores de parámetros estadísticos empleados para la selección de la muestra.

Grupo	Media Aritmética	Media geométrica	Media Armónica
I	25.8	21.8	18.7
II	66.8	65.5	64.3
III	232.6	221.9	207.7
IV	379.0	368.9	360.0

Para la selección del hospital a estudiar de cada grupo, se tomó en consideración:

- a) La media armónica, ya que de acuerdo al análisis estadístico su valor es más representativo que la media aritmética y media geométrica, cuando los datos para cada grupo son muy variados y dispersos respecto al número de camas por hospital.
- b) Que el número de camas del hospital tuviera un valor cercano o similar al de la media armónica.
- c) Si el edificio fue diseñado para tales propósitos.
- d) Un punto muy importante que se consideró es: que si un centro era adecuado para el estudio, pero no había acceso a sus instalaciones o la información proporcionada era insuficiente, inmediatamente se tomó el próximo más cercano.

En el siguiente cuadro se muestran los hospitales más adecuados para el estudio, según las consideraciones tomadas anteriormente:

Cuadro Nº 3.4 Hospitales representativos para la selección de la muestra a estudiar.

Grupo	Media Armónica (H)	Número de camas	Hospitales con número de camas cercano al valor de la Media Armónica (H)
I	18.7	21	Salvadoreño
		16	Centro de Emergencias
		15	CLIMOSAL
		27	Para Vida
II	64.3	62	De Diagnóstico
		60	Nac. San Bartolo
		78	Pro – Familia
III	207.7	218	1º de Mayo (ISSS)
		220	San Rafael
		230	Nac. Zacamil
IV	360.0	325	De Especialidades (ISSS)
		400	Psiquiátrico
		308	Nac. de Maternidad
		308	Médico Quirúrgico (ISSS)

De ésta manera se obtuvo para la investigación de campo un hospital por grupo, haciendo un total de cuatro. En el siguiente cuadro se muestran los hospitales elegidos para el estudio:

Cuadro N° 3.5 Hospitales tomados para la realización del estudio

Grupo	Hospital
I	CLIMOSAL
II	Pro-Familia
III	Nac. Zacamil
IV	Nac. de Maternidad

Tomándose adicionalmente a ellos, el **Hospital Nacional de Niños Benjamín Bloom**. Es importante aclarar que de éste, solamente se estudiará la planta de desinfección de aguas contaminadas, ya que es el único hospital que posee un sistema de tratamiento de los desechos líquidos infecciosos antes de descargarlos al alcantarillado público.

3.4 Consumo de agua en hospitales

En el cuadro N° 3.6 se muestran los consumos promedios mensuales de agua potable de los centros de hospitalización del AMSS, donde es posible apreciar las variaciones en el consumo originadas por diferentes factores, entre ellos: clima, tamaño de la edificación, especialidad y otros.



Cuadro N° 3.6 Consumos promedios mensuales de agua potable, abril de 1999 - abril de 2000*

No.	Nombre de la Institución	Número de camas	No. de acometidas	Consumo Promedio (m ³)	Observaciones
1	Hospital Instituto de ojos	10	1	692	Consumo normal
2	H. Clínica ginecológica Dr. Farela	10	1	191	Consumo normal y estimado
3	Hospital Clínica Mater	10	1	93	Consumo normal
4	Hospital de Ojos y Otorino	14	1	15	Consumo normal
5	Hospital CLIMOSAL	15	1	198	Consumo normal y estimado
6	Hospital Centro de Emergencia	16	1	57	Consumo normal
7	Hospital Salvadoreño	21	1	146	Consumo normal
8	Hospital Para vida	27	1	37	Consumo mínimo
9	Hospital Central	28	1	465	Consumo promedio
10	Hospital Centro Pediátrico	30	1	1,080	Consumo normal
11	Hospital Metropolitano	30	2	740	Consumo normal
12	Hospital de la Mujer	50	2	1,624	Consumo directo promedio y normal
13	Hospital Baldwin	50	3	514	Consumo normal y mínimo
14	Centro Médico Policlínica casa de Salud	50	1	149	Consumo normal
15	Hospital de Oncología (ISSS)	53	1	3,148	Consumo normal
16	Hospital Centro Ginecológico	55	3	3,694	Consumo promedio y estimado
17	Hospital Bautista	55	2	1,021	Consumo normal y estimado
18	Hospital Nac. San Bartolo (MSPAS)	60	1	3,742	Consumo normal y estimado
19	Hospital de Diagnóstico	62	4	928	Consumo normal, promedio y estimado
20	Hospital Pro-Familia (ONG's)	78	2	1,835	Consumo normal y estimado
21	Hospital Divina Providencia	80	4	264	Consumo mínimo y estimado
22	Hospital Neumológico (ISSS)	91	2	1,098	Consumo, normal, normal promedio y estimado
23	Hospital Psiquiátrico (ISSS)	103	1	793	Consumo normal
24	Hospital 1° de Mayo (ISSS)	218	4	4,558	Consumo mínimo y normal
25	Hospital San Rafael (MSPAS)	220	3	8,604	Consumo normal y estimado
26	Hospital Nac. Zacamil (MSPAS)	230	2	5,389	Consumo promedio y estimado
27	Hospital Militar	274	1	4,720	Consumo normal promedio
28	Hospital Nac. De Niños Benjamín Bloom	291	3	11,180	Consumo normal
29	Hospital Neumológico (MSPAS)	292	2	3,701	Consumo estimado, promedio y normal
30	Hospital Médico Quirúrgico (ISSS)	308	1	7,778	Consumo normal
31	Hospital Nac. de Maternidad (MSPAS)	308	4	8,610	Consumo normal promedio y estimado
32	Hospital de Especialidades (ISSS)	325	1	7,150	Consumo promedio y normal
33	Hospital Psiquiátrico (MSPAS)	400	1	7,861	Consumo normal
34	Hospital Rosales (MSPAS)	554	7	25,716	Consumo promedio y normal

Fuente: Datos de facturaciones proporcionados por ANDA.

Entendiéndose las observaciones de la siguiente manera:

- Consumo normal: cuando el medidor funciona correctamente
- Consumo promedio: cuando el medidor no funciona
- Consumo estimado: cuando tiene medidor y no es posible leerlo (el computador estima el consumo)
- Consumo mínimo: cuando el inmueble esta deshabitado o es un predio baldío
- Consumo directo promedio: servicio directo que no tiene medidor
- Consumo normal promedio: cuando el medidor no esta funcionando correctamente, se promedian los consumos anteriores para obtener un consumo promedio.

3.4.1 Aforos

Los consumos diarios de los hospitales: CLIMOSAL, Nacional Zacamil y Nacional de Maternidad, se obtuvieron a través de aforos realizados con el caudalímetro durante 24 horas.

Funcionamiento del Caudalímetro:

Equipo de ultrasonido (proporcionado por ANDA), que por medio de 2 sensores externos a la tubería, envía ultrasonidos que atraviesan la pared del tubo y el líquido transportado. El tiempo de tránsito de la señal de un sensor al otro indica la velocidad del fluido. A partir de las características de la tubería (diámetro, material, espesor de la pared, rugosidad) y del fluido (naturaleza, viscosidad), determina el caudal circulante.

El caudalímetro utilizado es de marca ULTRAFLUX, tipo DIGISONIC, y se compone de una unidad central electrónica programable, con memoria de registro hasta de 1,920 mediciones de caudal (la información que nos proporciona es: fecha, hora, caudales medios mínimos y

máximos) y de 2 sensores ultrasónicos externos que no requieren ser introducidos en la red, conectados por cinchos de gran longitud. Funciona con baterías internas con duración de 8 horas; para una medición de mayor duración, se alimenta por medio de baterías externas de 12 V / 24 V.

Debido a que su instalación debe cumplir con ciertas condiciones, no fue posible instalarlo en el hospital Pro-Familia, realizándose el aforo con lecturas tomadas del medidor.

Entre las condiciones más importantes para la instalación del aparato se tienen:

- Presión adecuada
- El diámetro debe ser mayor o igual de 1 1/2"
- Espacio suficiente, es decir, no debe haber accesorios cerca del punto de medición (bombas, válvulas, codos, tes, estrechamientos de la sección, etc.), ya que pueden generar turbulencia, por tanto dar lecturas erróneas.
- Otros

Para mayor información acerca de los requisitos de instalación del aparato ver anexo

En las figuras 3.2 y 3.3, se puede apreciar las condiciones en las que fue colocado el caudalímetro.

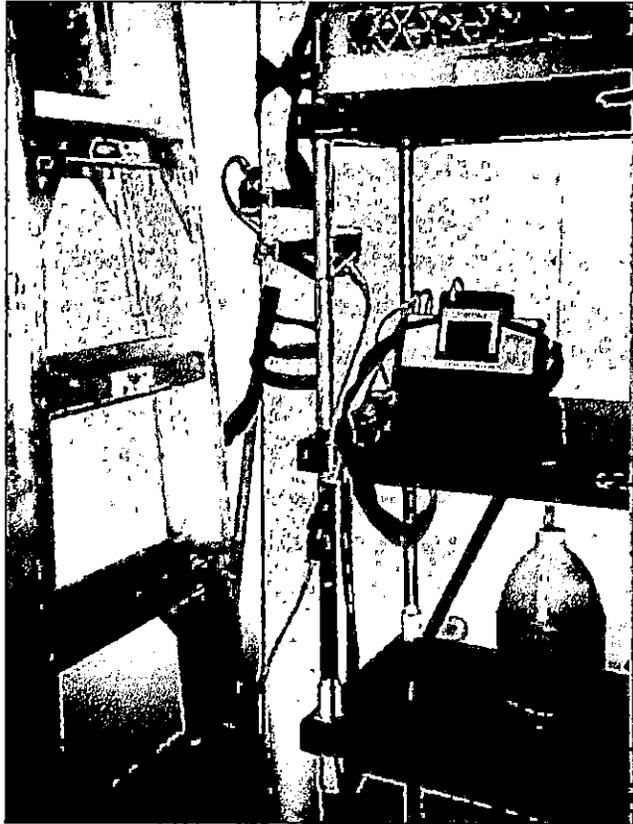


Fig. Nº 3.2 Instalación del caudalímetro en una tubería vertical, que cumple con los requisitos de instalación.

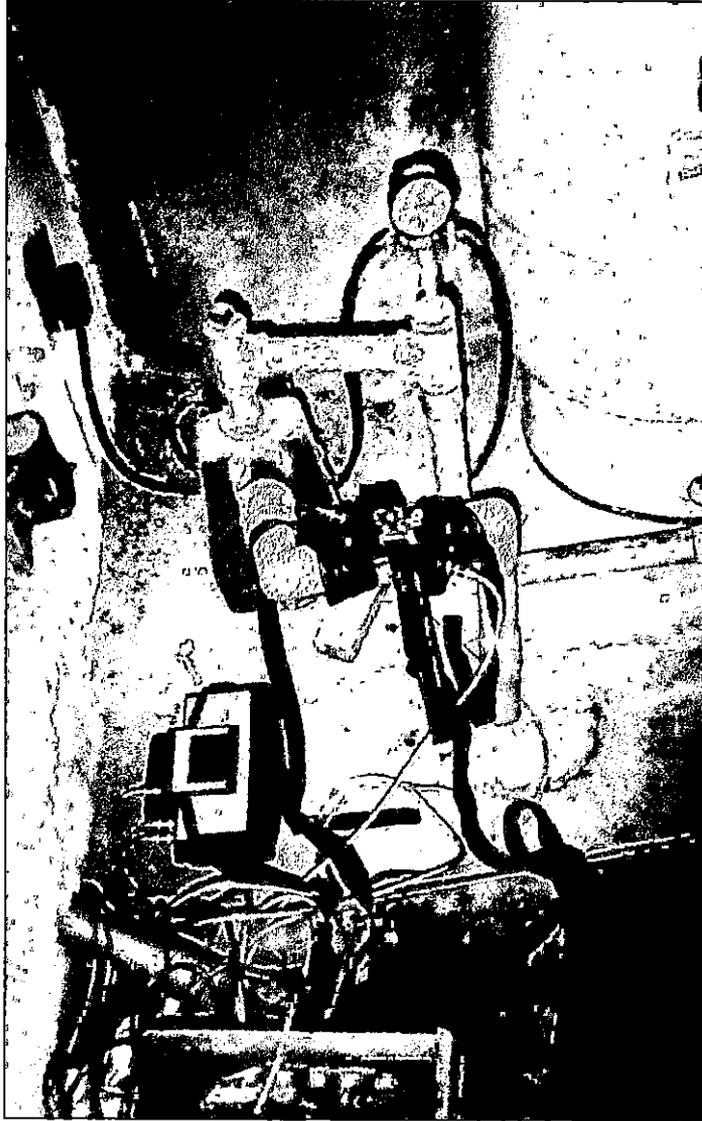


Fig. Nº 3.3 Instalación del caudalímetro en condiciones extremas (fuera de las normas recomendadas por el fabricante)

3.4.2 Calidad del agua

Conocer las condiciones del agua que se está proporcionando a los pacientes y a todas las personas que intervienen dentro de un hospital es importante, puesto que es una institución cuya finalidad es velar por la salud de la población.

Para ello algunos hospitales efectúan (cuando consideran conveniente) pruebas de calidad del agua.

En el estudio se incluyeron este tipo de pruebas debido a que algunas cisternas (figuras 3.4 y 5) no se observaron en condiciones óptimas por lo cual, se efectuaron pruebas bacteriológicas y fisicoquímicas dentro de las mismas. para determinar si existía contaminación.

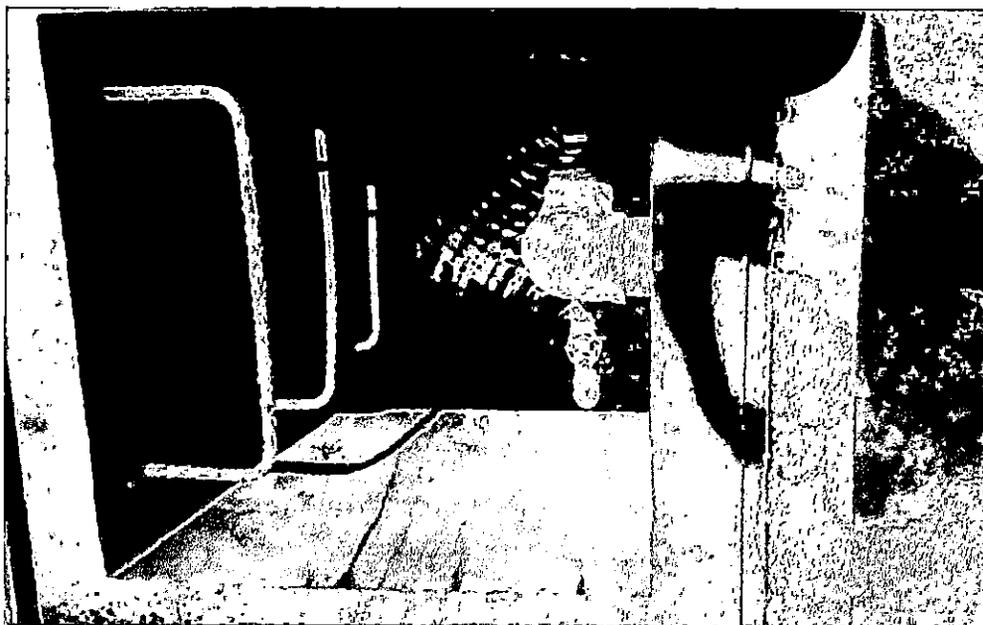


Fig. N° 3.4 Se observa las escaleras enmohecidas debido a la pérdida del recubrimiento.



Fig. N° 3.5 Se observa que la tubería de succión no cuenta con la protección adecuada, pues en caso de lluvia puede infiltrarse y los sedimentos que ésta arrastra a través de los orificios que se encuentran alrededor del codo.

En las figuras 3.6, 7 y 8 se presenta la toma de muestras realizadas por personal del Departamento de Control del Agua (ANDA) siguiendo lo establecido en la norma salvadoreña.



Fig. Nº 3.6 Prueba del cloro residual.



Fig. Nº 3.7 Toma de temperatura a la muestra de agua para análisis Físico-Químico.



Fig. Nº 3.8 Flameo y toma de muestra para análisis bacteriológico

3.5 Descripción de resultados por hospital

A continuación se da a conocer la información adquirida en los hospitales, presentándose de la siguiente manera:

- Información adquirida a través de la ficha e inspecciones realizadas.
- Mediciones o aforos (En un capítulo posterior estos valores serán comparados con los datos facturados por ANDA y los obtenidos a través de diferentes métodos de cálculo)
- Resultados de pruebas de calidad de agua potable.

3.5.1 Hospital CLIMOSAL

Generalidades

Se encuentra ubicado en 6ª calle poniente No 4-4, entre 6ª y 8ª avenida sur, Santa Tecla (como se muestra en la figura 3.9). Empezó a funcionar en el año de 1978, es una Institución privada de servicio general cuya edificación es de 2 niveles, el cual posee un área de construcción de aproximadamente 1,225 m² y se encuentra estructurada como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 3.7 Servicios que posee el hospital CLIMOSAL

Nivel	Servicios
1	<ul style="list-style-type: none"> • Hospitalización • Emergencia • Administración • Farmacia • Clínicas Privadas • Estación de enfermeras • Lavandería • Nursery • Quirófano
2	<ul style="list-style-type: none"> • Rayos X • Laboratorio • Ultrasonografía • Hospitalización • Clínicas privadas

Debido a que el edificio se encuentra dividido en: hospital y clínicas privadas y se abastece a través de una acometida, se estimó el número de personas que visitan las clínicas (30 pacientes diarios). Por su parte el hospital posee 23 camas, atiende aproximadamente 7 pacientes ingresados y de 4 a 6 emergencias diarias, por lo que el factor de ocupación anual es de 35%.

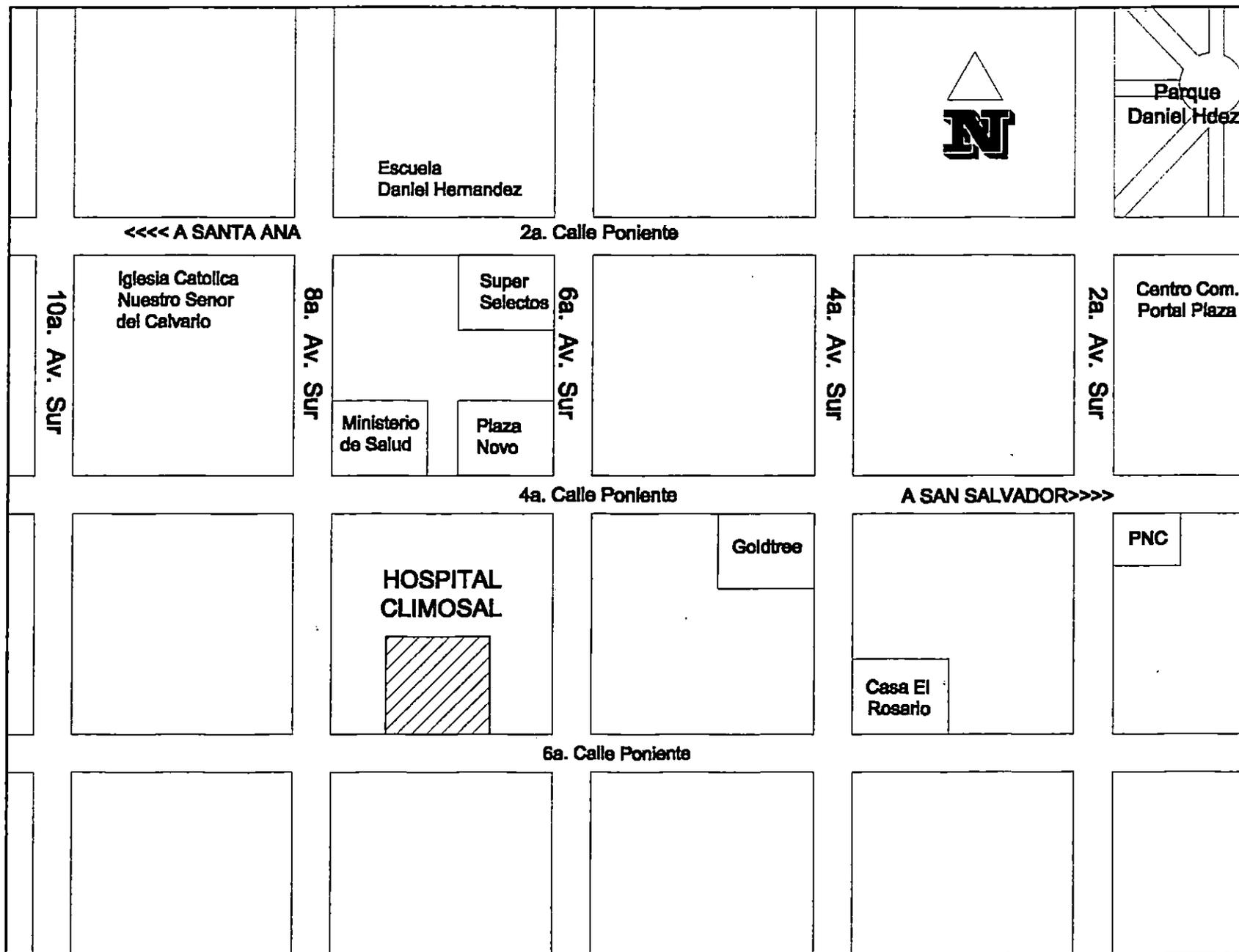


Fig. No. 3.9. Esquema de ubicacion del Hospital CLIMOSAL

Como anteriormente se mencionó que las clínicas son privadas; el personal que labora en ellas se considerará de forma separada al del hospital.

El personal que labora en las clínicas está constituido por 8 secretarias y 8 médicos. El personal dentro del hospital se resume en 1 médico permanente, 9 administrativos, 9 enfermeras y 5 paramédicos.

Sistema de abastecimiento y distribución de agua potable

El agua potable empleada en el hospital, es abastecida a través de una acometida de tipo domiciliar de hierro galvanizado de $\varnothing 3/4"$ que se encuentra situada sobre la 6ª Calle Poniente y fue instalada hace 22 años(1978).

El sistema de distribución de agua potable es de tipo indirecto, es decir cuenta con un sistema hidroneumático que está integrado por una cisterna de 9 m³ de capacidad, una bomba(Red Jacket) de 2 HP de potencia, $\varnothing 1 1/2"$ y un tanque hidroneumático de 100 PSI, con una presión de arranque de 25 PSI y una presión de paro de 40 PSI. La tubería de distribución principal es de PVC $\varnothing 3/4"$. En la siguiente tabla se presenta una síntesis de los elementos que forman parte del sistema de distribución de A.P.

Tabla Nº 3.4 Resumen del sistema de distribución de A.P. del hospital CLIMOSAL

Acometidas				Tub. De distribución			Tanque /cisterna		Bombas			T. Hidroneumáticos			
Nº	Edad (Años)	Material	Ø (pulg)	Edad (Años)	Material	Ø (pulg)	Nº	Capacidad (m ³)	Nº	Ø (pulg)	Potencia HP	Nº	Capc. PSI	Presión	
														Arranque	Paro
1	22	Ho.galv.	3/4	22	PVC	3/4	1	9	1	1 1/2	2	1	100	25	40

Artefactos sanitarios

El hospital cuenta con una lavadora marca SPEED QUEEN, de 35 libras (15.87 Kg.) de capacidad con un tiempo de servicio de 6 años. El número de lavadas que realizan diariamente varía de acuerdo a la cantidad de pacientes hospitalizados; aunque regularmente efectúan 2 lavadas diarias.

En la tabla 3.5 se presenta la distribución de artefactos sanitarios por servicio.

Tabla 3.5 Distribución de artefactos sanitarios por servicio del hospital CLIMOSAL

Servicio \ Artefacto	Inodoro convencional	Lavamanos	Duchas	Fregaderos	Otros
Hospitalización	14	13	14		
Emergencia111111	1	1	1		
Farmacia	1	2	1	1	
Clínicas Privadas	9	9			
Rayos X	1	1	1		
Laboratorio	1	1		1	
Ultrasonografía	1	1	1		
Estación de enfermeras	1	3	1	1	
Enfermería y nursería	1	1	1		
Quirófano		1		1	1 lavabo quirúrgico
Cuarto séptico					1 poceta
Lavandería					1 pila
Jardines y parqueo					5 grifos
Totales	30	33	20	4	

No cuentan con cocina ni sistema de agua caliente, los alimentos para pacientes son proporcionados por una empresa privada.

Sistema de drenaje de aguas residuales

Como es un edificio de 2 niveles el agua del segundo nivel es recolectada por tuberías de PVC Ø 4" y luego dirigidas a cajas de aguas negras ubicadas en el primer nivel; estas son

transportadas por colectores secundarios de cemento Ø 6" a colectores primarios del mismo material y Ø 8" los cuales dirigen las aguas al alcantarillado público.

En la siguiente tabla se detallan los elementos que forman parte del sistema de drenaje de A.R. del hospital.

Tabla Nº 3.6 Resumen del sistema de drenaje de A.R. del hospital CLIMOSAL

Colectores Primarios			Colectores Secundarios			Sistemas de pretratamiento de Aguas Residuales empleados en el hospital
Ø (Pulg.)	Material	Edad (Años)	Ø (Pulg.)	Material	Edad (Años)	
8	Cemento	22	4 6	PVC Cemento	22	Ninguno

Los químicos frecuentemente empleados y que son descargados a las tuberías de aguas residuales se representan en el siguiente cuadro:

Cuadro Nº 3.8 Sustancias químicas empleadas en el hospital CLIMOSAL

Lugar donde se emplea	Tipo de químico	Cantidad usada	Observaciones
Lavandería	- Detergente industrial	4 onzas/lavada	
	- Lejía	—	
Rayos x	- Fijadores	—	Reciclables
	- Reveladores	—	
Laboratorios	- Lejía	—	Aproximadamente realizan 30 exámenes diarios
	- Medios de cultivos	—	

Aforo de agua potable

Al realizar el aforo en el hospital, no se pudo instalar el caudalímetro en las condiciones óptimas para obtener resultados confiables; obteniéndose un error mayor del 5%. Las características tomadas en cuenta para la realización de la medición fueron:

- Características de la tubería: El material era Hierro Galvanizado, Φ 1 ½", rugosidad 0.20 mm. Y espesor 0.29 mm.
- Distancia entre sensores: 29 mm.
- Montaje de sensores: Directo (\).
- El ajuste de sensores se realizó con cinchos.
- Las mediciones fueron hechas por un lapso de 24 horas.

En el grafico 3.1 se puede apreciar las variaciones de caudales producidas del 15 de junio de 2000 desde las 11:15 AM al 16 de junio de 2000 a las 11:12 AM. Obteniéndose un consumo de 126.647 m³. Se consideró que este valor resultó elevado, debido a una recirculación de agua en el sistema, por lo que posteriormente se registraron lecturas del medidor, los días 28 de junio y 5 de julio de 2000 obteniéndose un consumo semanal de 66.7 m³ y un promedio diario de 9.52 m³.

Calidad del agua

Después de realizar los análisis Físico-Químico y Bacteriológico del agua de ANDA que llega al hospital se determinó: que todos los parámetros cumplen con los requisitos, es decir que el agua es apta para consumo humano. Al realizar los análisis del agua de la cisterna se

determinó: que el agua era apta para consumo humano, sin embargo el cloro residual se encontraba fuera de norma (Cero).

En la siguiente tabla se pueden observar los valores de los parámetros analizados.

Tabla N° 3.7 Análisis de calidad del agua del hospital CLIMOSAL

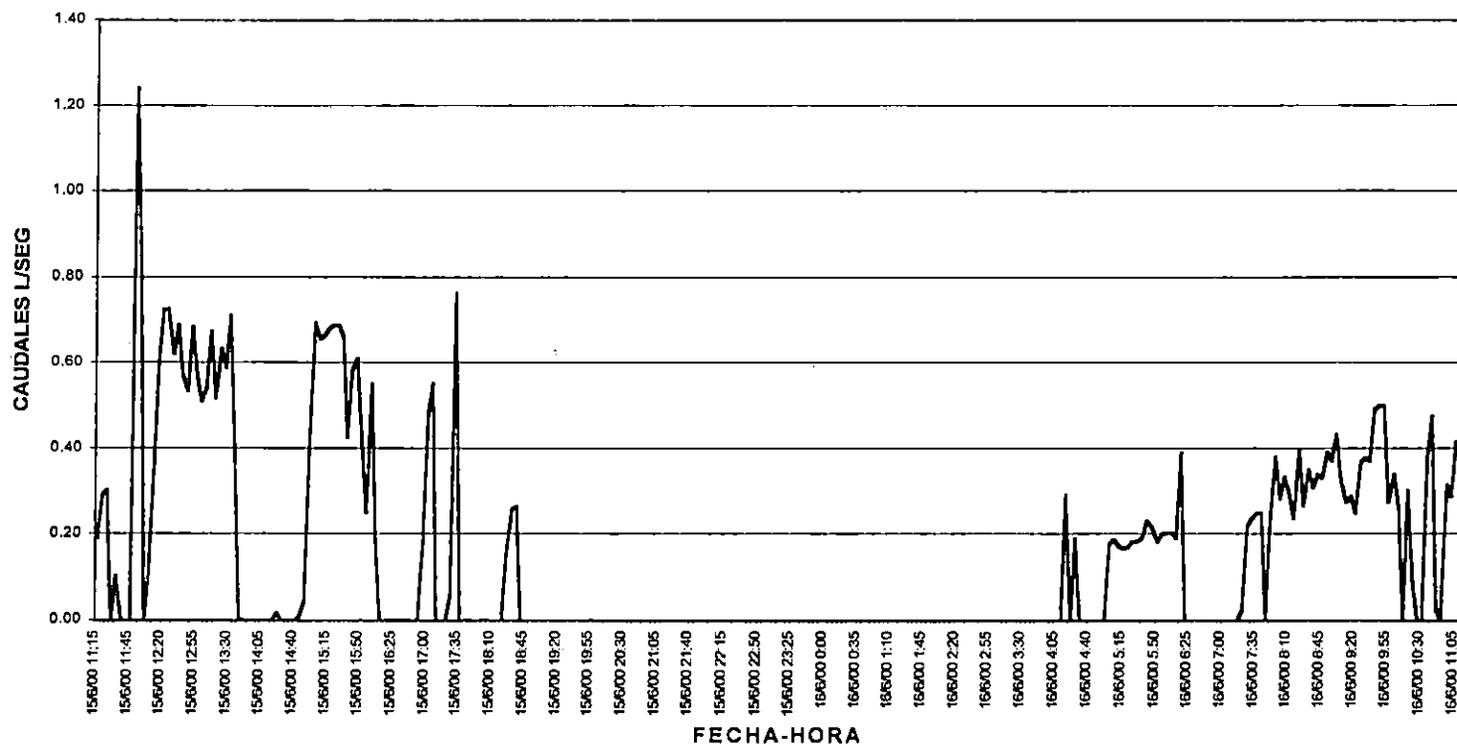
Parámetros analizados	Norma		Resultado	
	Rango	Unidad	ANDA	Cisterna
Bacteriológicos				
Cloro residual	0.5-1.0		0.8	0.0
Coliformes totales	<1.1	NMP/100 ML	<2.2	<3
Coliformes fecales	Negativo	NMP/100 ML	<2.2	<3
Físico- Químicos				
PH	6.0-8.5		6.80	6.88
Olor	NR-3	No.	Cloro-2	Cloro-1
Color verdadero	15	U pt-Co		1
Color aparente	NR	U pt-Co	1	3
Temperatura	18-30	oC	27	27
Turbiedad	1-5	UNT	0.33	0.29
Sólidos disueltos	300-600	mg/L	385	385
Alcalinidad total (CaCO ₃)	30-250	mg/L	283.41	243.87
Dureza total (CaCO ₃)	100-400	mg/L	287.08	257.94
Bióxido de carbono		mg/L	87	59
Conductividad	500-1600	mhos/cm	770	770
Índice Langelier			-0.43	-0.42
Alca al Bicar. N.A.K.		mg/L	0	0
Dureza carbonatica		mg/L	283.41	243.87
Dureza no carbonatica		mg/L	3.67	14.07
Calcio	75	mg/L	55.45	56.08
Magnesio	50	mg/L	36.09	28.63
Hierro total	0.05-0.3	mg/L	N.D.	N.D.
Manganeso total	0.05-0.1	mg/L	N.D.	N.D.
Carbonatos		mg/L		0
Bicarbonatos		mg/L	-283.41	243.87
Hidróxidos		mg/L	0	0
Cloruros	25-250	mg/L	18.06	22.69

ND: No Detectable

NR: No Rechazable

No.: De umbral de olor

GRAFICO 3.1 CONSUMO DE AGUA DEL HOSPITAL CLIMOSAL



Los valores de caudales mostrados, no son confiables ya que en ellos existe un error debido a la instalación inadecuada del aparato y a la recirculación dada en el sistema. Por lo que solamente se pueden apreciar las variaciones de caudal en las 24 horas de aforo.

3.5.2 Hospital Pro-Familia

Generalidades

Este hospital se encuentra ubicado sobre la 25 Av. Norte (como se puede apreciar en la figura 3.10), en el antiguo local de la Policlínica Salvadoreña, la cual fue construida en dos etapas, un edificio finalizado por los años 50's y el otro en 1977. Antes de ser el Hospital Pro-Familia ambos edificios pasaron a manos de la Asociación Demográfica Salvadoreña (ADS), al finalizar las reparaciones pertinentes en el edificio mas antiguo traslada sus oficinas centrales en mayo de 1993 y posteriormente al finalizar las reparaciones del segundo edificio inicia su funcionamiento el hospital el 24 de mayo de 1994.

Este centro hospitalario es una Institución "privada" que presta su atención al público principalmente en la especialidad de Gineco - Obstetricia, debido al a finalidad que posee la Asociación Demográfica Salvadoreña.

Debido a que tanto el hospital como la ADS se abastecen a través de una sola acometida, de aquí en adelante nos referiremos a ambos como la institución, con el fin de facilitar el estudio.

El local de la institución esta compuesto por dos edificios de 3 niveles, ambos poseen un área de piso total de 7,350 m².

Los servicios con que cuenta la institución son 24 y se detallan en el cuadro N° 3.9:

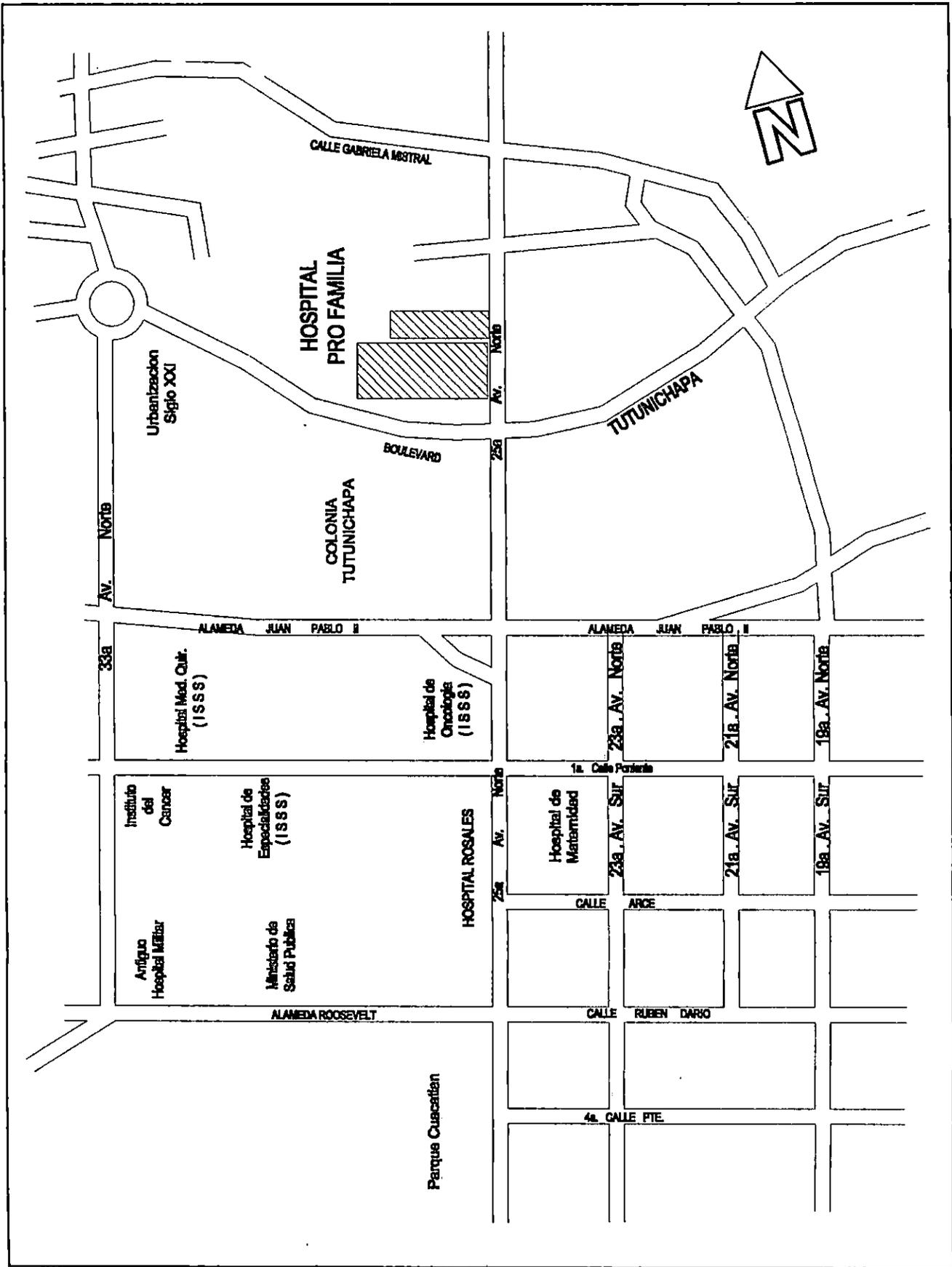


Fig. No. 3.10. Esquema de Ubicación del Hospital Pro familia

Cuadro N° 3.9 Servicios que posee el hospital Pro-Familia

Edificio	Servicios
1	<ul style="list-style-type: none"> • Oficinas Administrativas de la Asociación • Oficinas Administrativas del hospital • Auditorium • Quirófanos • Arsenal • Unidad de Cuidados Intensivos • Trabajos de partos • Salas de parto • Nursería • Preparación de formulas • Recuperación • Farmacia • Emergencia • Biblioteca • Clínica • Laboratorio clínico • Rayos X • Ultrasonografía • Cafetería • Lavandería • Cocina
2	<ul style="list-style-type: none"> • Habitaciones para encamados • Estaciones de enfermeras • Telefonía

Diariamente en esta institución se atienden alrededor de 15 emergencias, 125 consultas externas y 38 pacientes (encamados y recién nacidos); además de 300 a 350 personas que visitan la asociación con diversos fines. El hospital posee 56 camas y 22 cunas en el área de nursería, teniendo por tanto un factor de ocupación aproximadamente del 51%.

El personal con que cuenta la Institución es: 99 administrativos, 22 médicos, 73 enfermeras y 6 paramédicos lo que hace en un total de 200 personas; sin embargo cabe mencionar que alrededor de 100 médicos pueden acceder al hospital para ingresar sus pacientes particulares.

Sistema de abastecimiento y distribución de agua potable

La Institución se abastece a través de una acometida de hierro galvanizado Ø 1", ubicada sobre la 25 Av. Norte; sus condiciones no eran las óptimas ya que existía una fuga inmediatamente después del medidor, el cual se encontraba dañado. La fuga podría haber sido

producto del deterioro de la tubería, ya que se desconoce el tiempo que tiene de haber sido instalada (únicamente se sabe que es mayor de 25 años).

El edificio es abastecido por un sistema de distribución hidroneumático, que esta constituido por: una cisterna de 35 m³ para distribución inmediata y otras dos de igual capacidad en caso de interrupción del servicio público; dos bombas de 5 HP de potencia Ø 1 ¼", con 7 años de servicio, dos tanques hidroneumáticos de 115 PSI, presión de arranque de 40 PSI y de paro de 60 PSI; y una tubería de distribución principal de hierro galvanizado de Ø 1 ¼" que fue instalada hace aproximadamente 23 años.

En la siguiente tabla se presenta una síntesis de los elementos que forman parte del sistema de distribución de A.P.

Tabla Nº 3.8 Resumen del sistema de distribución de A.P. del hospital Pro - Familia

Acometidas			Tub. de distribución			Tanque /cisterna		Bombas			T. Hidroneumáticos				
Nº	Edad (Años)	Material	Ø (pulg)	Edad (Años)	Material	Ø (pulg)	Nº	Capacidad (m ³)	Nº	Ø (pulg)	Potencia HP	Nº	Capc. PSI	Presión	
														Arranque	Paro
1	>25	Ho. Galv.	1	23	Ho. Galv.	1 1/4	3	35	2	1 1/4	5	2	115	40	60

En el hospital cuentan con 4 calentadores de agua Bradford White de 50 gal. (189 lts.) de capacidad, los cuales suplen la necesidad de agua caliente de las áreas de: Encamados, nursería, cocina y quirófanos.

Artefactos sanitarios

La institución cuenta con 2 lavadoras industriales con una capacidad de 75 libras marca GIABAU, que fueron puestas en funcionamiento en abril de 2000; efectuando cada una de 6 a 7 lavadas diarias.

En la siguiente tabla se detallan los artefactos sanitarios por servicio dentro del hospital.

Tabla N° 3.9 Distribución de artefactos sanitarios por servicio del hospital Pro - Familia.

Servicio \ Artefacto	Inodoro convencional	Lavamanos	Duchas	Fregaderos (*1 poceta **2 pocetas)	Otros
Oficinas administrativas	3	2			
Quirófanos	2				5 lavabos quirúrgicos
Central de equipo		1		3*	
Salas de partos					2 lavabos quirúrgicos
Preparación de formulas	1	1	2	2**	
Recuperación	1				
Emergencia	2	3			
Biblioteca	3	3	1		
Auditorio	2	2	1		
Clínica	11	11	1	2*	
Laboratorio clínico	1	1		3*	
Rayos X	1	2			
Hospitalización	42	42	42		
Cocina	1			1**	
Lavandería		1			
Estación de enfermeras	6	6	3		
Residencia de médicos	2	1	1		
Jardines y parqueo					4 grifos
Mantenimiento	1	1	1		
Limpieza					6 pocetas
Totales	79	77	52	11	

Sistema de drenaje de aguas residuales

El sistema de aguas residuales posee un tiempo de servicio de 8 años, es de diversos materiales: los colectores principales son de hierro galvanizado, los secundarios de Cloruro de Polivinilo (PVC) y unas que no fueron sustituidas cuando se llevó a cabo las reparaciones son de

cemento, desconociéndose sus diámetros. Los diámetros de las tuberías de PVC y de Ho. galvanizado varían entre 1 ½ y 6 pulgadas (según información proporcionada por el Jefe de Mantenimiento del hospital).

En la siguiente tabla se detallan los elementos que forman parte del sistema de drenaje de A.R. del hospital.

Tabla N° 3.10 Resumen del sistema de drenaje de A.R. del hospital Pro – Familia.

Colectores Primarios			Colectores Secundarios			Sistemas de pretratamiento de Aguas Residuales empleados en el hospital
Ø (Pulg.)	Material	Edad (Años)	Ø (Pulg.)	Material	Edad (Años)	
8	Cemento	25	6 a 1 1/2	Ho. Galv.	8	Ninguno

Los químicos empleados frecuentemente en el hospital y que son descargados al alcantarillado público, se detallan en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 3.10 Sustancias químicas empleadas en el hospital Pro - Familia

Lugar donde se emplea	Tipo de químico	Cantidad usada	Observación
Lavandería	<ul style="list-style-type: none"> - Detergentes: - Durasán(Hipoclorito de Sodio con baja alcalinidad) - Lavaclor (Cloro orgánico, que desinfecta la ropa) - Trueno(Es un agente secuestrante de dureza y quita manchas) 	6 onzas/ lavada 12 onzas/ lavada 10 onzas/ lavada	Solo se emplea en ropa pesada Se emplean 16 onzas en ropa contaminada
Laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> - Químicos reactivos - Medios de cultivo bacteriológicos y micológicos. - Sangre 	— — —	
Radiología	<ul style="list-style-type: none"> - Sales de plata 	—	

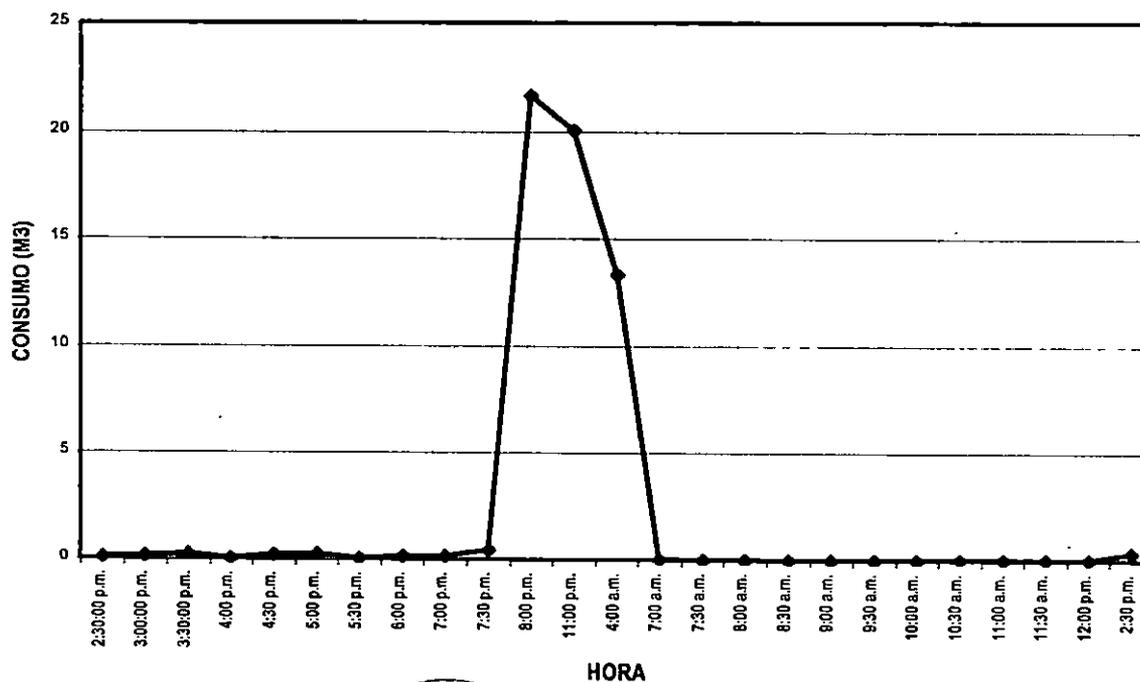
Aforo de agua potable

El consumo de agua del hospital fue obtenido a través de lecturas realizadas en el medidor (posterior a su cambio), ya que en este no fue posible utilizar el equipo de medición. Para ello se tomaron lecturas cada 30 minutos a partir de las 2:15 PM del día jueves 15 de junio hasta las 2:30 del día viernes 16 de junio, obteniéndose un volumen diario de agua de 56.62 m³.

Se observó que el mayor consumo de agua se dio durante horas nocturnas, esto debido a que en estas horas llenan las cisternas las cuales se encargan de abastecer el hospital durante el día.

En el siguiente gráfico se puede apreciar la variación de consumo del hospital Pro –Familia.

GRAFICO 3.2 CONSUMO DE AGUA HOSPITAL PRO - FAMILIA



Calidad del agua potable

Al realizar los análisis físico- químico y bacteriológico del agua servida por ANDA, como de la cisterna del hospital se detectó que el agua era de carácter corrosivo. Aunque los demás parámetros se encontraban dentro de norma y era bacteriológicamente apta para consumo humano. En la siguiente tabla se detallan los valores obtenidos, de los parámetros analizados:

Tabla N° 3.11 Análisis de calidad del agua del hospital Pro – Familia

Parámetros analizados	Norma		Resultado	
	Rango	Unidad	ANDA	Cisterna
Bacteriológicos				
Cloro residual	0.5-1.0		1.1	1.0
Coliformes totales	<1.1	NMP/100 ML	<2.2	<2.2
Coliformes fecales	Negativo	NMP/100 ML	<2.2	<2.2
Físico- Químicos				
PH	6.0-8.5		6.71	6.87
Olor	NR-3	No.	Cloro-3	Cloro-2
Color verdadero	15	U pt-Co	1	1
Color aparente	NR	U pt-Co	3	3
Temperatura	18-30	oC	29	29
Turbiedad	1-5	UNT	0.20	0.27
Sólidos disueltos	300-600	mg/L	160	155
Alcalinidad total (CaCO ₃)	30-250	mg/L	85.68	85.68
Dureza total (CaCO ₃)	100-400	mg/L	111.25	103.77
Bióxido de carbono		mg/L	33	24
Conductividad	500-1600	mhos/cm	320	310
Índice Langelier			-1.40	-1.21
Alca al Bicar. N.A.K.		mg/L	0	0
Dureza carbonatica		mg/L	86.68	85.68
Dureza no carbonatica		mg/L	25.57	18.09
Calcio	75	mg/L	24.21	23.74
Magnesio	50	mg/L	12.33	10.8
Hierro total	0.05-0.3	mg/L	N.D.	0.5
Manganeso total	0.05-0.1	mg/L	N.D.	N.D.
Carbonatos		mg/L	0	0
Bicarbonatos		mg/L	85.86	85.86
Hidróxidos		mg/L	0	0
Cloruros	25-250	mg/L	8.80	11.58

ND: No Detectable

NR: No Rechazable

No.: De umbral de olor

3.5.3 Hospital Nacional Zacamil

Se encuentra ubicado en Calle la Ermita y Avenida Castro Morán en la ciudad de Mejicanos (ver figura 3.11). La construcción fue financiada por la Comunidad Económica Europea, iniciando su servicio el 1º de noviembre de 1993. Es una Institución Pública de servicio General, que cuenta con 18 áreas como se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 3.11 Áreas del hospital Nacional Zacamil

Áreas	
• Lavandería	• Cirugía ambulatoria, diagnóstico
• Cocina	• Centro de partos
• Hospitalización médica general	• Esterilización
• Unidad de hospitalización de pediatría	• Emergencia
• Unidad de hospitalización de cirugía	• Consulta externa, administración
• Unidad de hospitalización de	• Bodegas y talleres
• Gineco – obstetricia	• Morgue
• Cafetería, laboratorio y docencia	• Puesto de vigilancia y acceso de servicio
• Administración hospitalaria, radiología	• Puesto de vigilancia y acceso principal
• Terapia física y respiratoria	• Incineración

Del cuadro anterior únicamente Consulta Externa y Administración se encuentran en una edificación de dos niveles, mientras que el resto en un solo nivel. El área total de construcción del hospital es aproximadamente de 24,245 m²

Atiende un promedio diario de 450 consultas y 230 pacientes hospitalizados (sin embargo, posee un total de 255 camas) de lo que se obtiene un factor de ocupación anual de 86%.

El personal que labora dentro de la Institución está formado por: 249 administrativos, 140 médicos permanentes, 158 médicos no permanentes, 225 enfermeras y 73 paramédicos, lo que suma una cantidad de 845 personas empleadas.

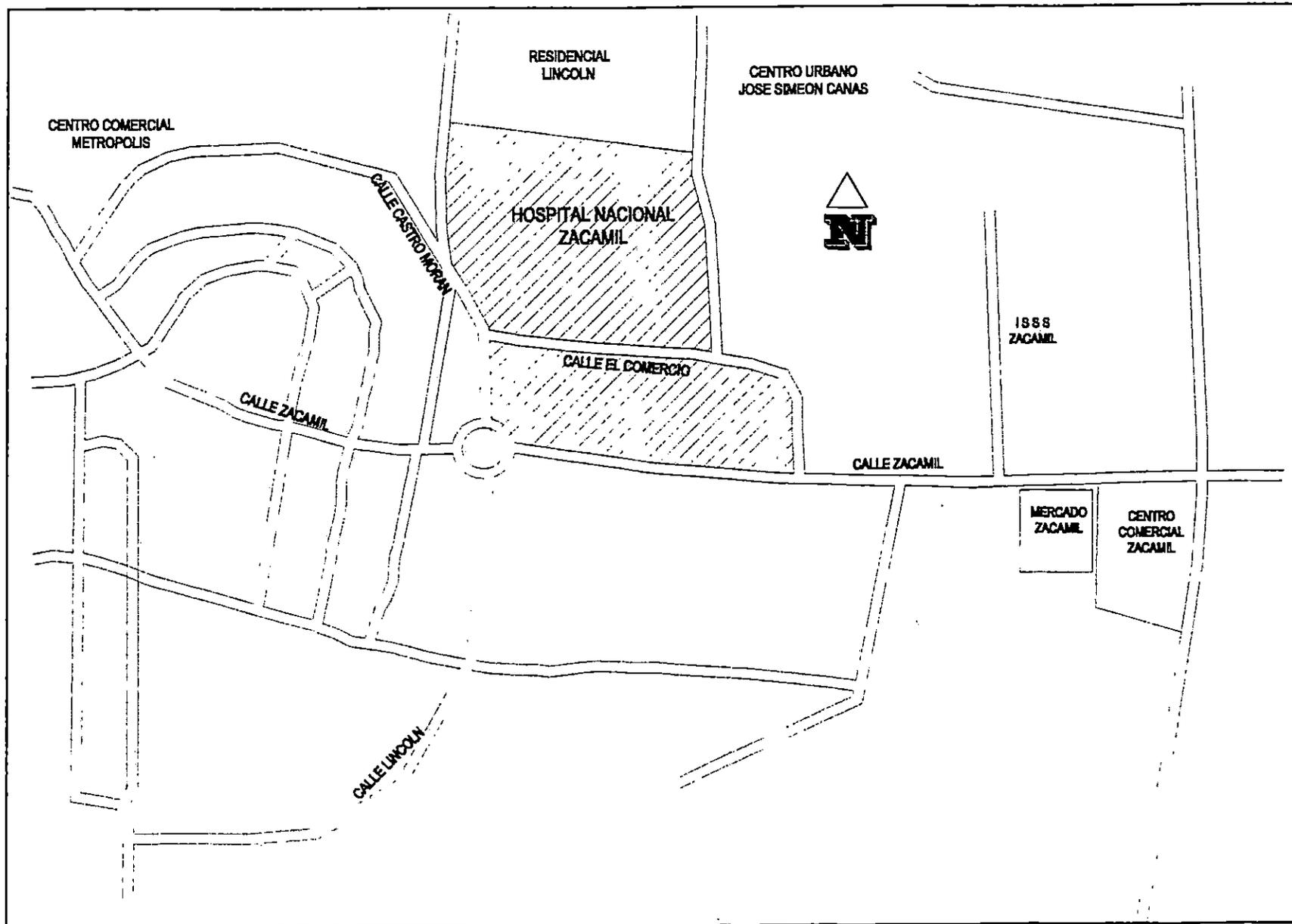


Fig. No 3.11. Esquema de ubicacion del Hospital Zacamil

Sistema de distribución de agua potable

El agua potable empleada en el hospital es abastecida a través de una acometida de hierro galvanizado Ø 4", que se encuentra ubicada en la Av. Castro Morán. La acometida fue instalada aproximadamente hace 8 años, según su apariencia exterior se encuentra en buen estado, sin embargo el medidor se encuentra dañado.

El sistema de distribución de tipo directo, entró en funcionamiento hace 7 años(1993), la tubería principal es de hierro galvanizado Ø 4" de tipo aérea, y derivaciones de Cloruro de Polivinilo (PVC) de diámetros menores; cuenta con un sistema hidroneumático que entra en funcionamiento automático o manual cuando la presión del agua suministrada por el sistema de abastecimiento público es menor de 60 PSI.

El sistema hidroneumático esta compuesto por: una cisterna de 300 m³ de capacidad, 3 bombas con potencia de 15 HP Ø 4", 2 tanques hidroneumáticos con una capacidad de 130 PSI con una presión de arranque de 40 PSI y de paro de 60 PSI (ver figura 3.12)

El hospital cuenta además con un sistema de abastecimiento para casos de emergencias, fue construido aproximadamente hace 2 años(1998), y esta constituido por: una cisterna de 1000 m³ de capacidad, 3 bombas de 10 HP de potencia Ø 4" y un tanque hidroneumático de 100 PSI.

En la siguiente tabla se presenta una síntesis de los elementos que forman parte del sistema de distribución de A.P.

Tabla N° 3.12 Resumen del sistema de distribución de A.P. del hospital Nacional Zacamil.

Acometidas			Tub. de distribución			Tanque /cisterna		Bombas			T. Hidroneumáticos				
N°	Edad (Años)	Material	Ø (pulg)	Edad (Años)	Material	Ø (pulg)	N°	Capacidad (m³)	N°	Ø (pulg)	Potencia HP	N°	Presión		
													Capc. PSI	Arranque	Paro
1	7	Ho. Galv.	4	7	Ho. Galv.	4	1	300	3	4	15	2	130	40	60
							1	1000	3	4	10	1	100	40	60

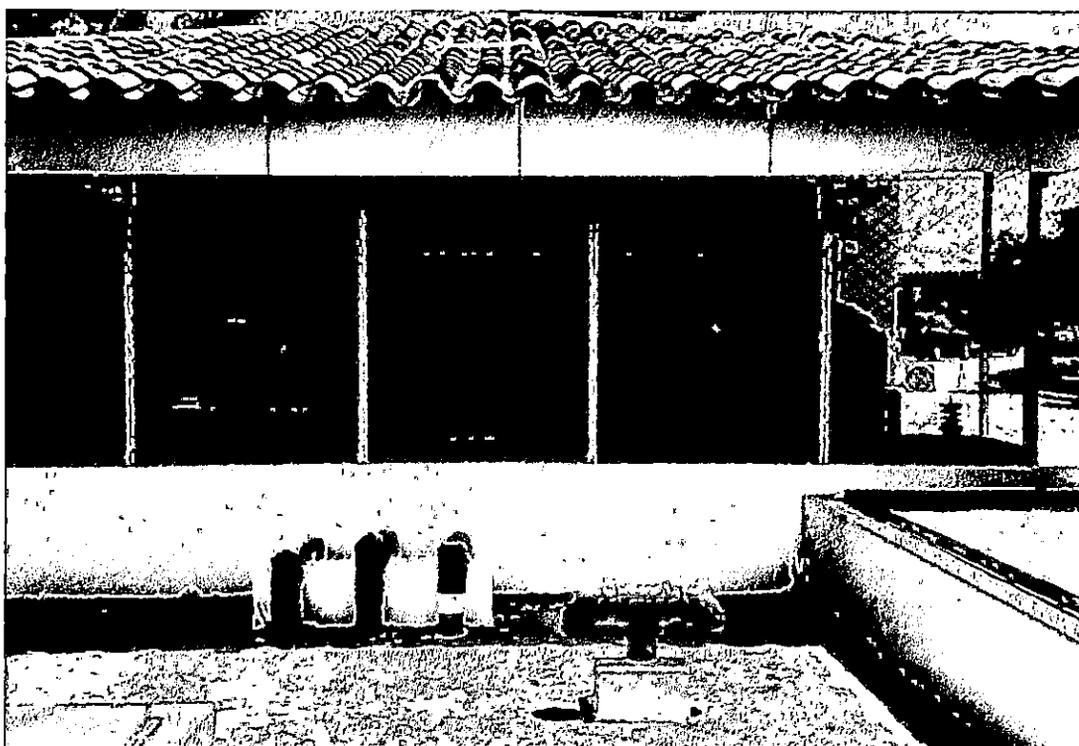


Fig. N° 3.12 Elementos que integran el sistema hidroneumático. En ella se puede apreciar el panel de control, los tanques de presión, las bombas y las 3 tuberías de succión de los compartimientos de la cisterna.

Artefactos sanitarios

Tabla N° 3.13 Distribución de artefactos sanitarios por áreas, hospital Nacional Zacamil.

Áreas	Artefactos sanitarios							
	Inodoro Europeo	Lavamanos	Mingitorios	Duchas	Fregaderos (*1 poceta **2 pocetas)	Pocetas	Grifos	Otros
Lavandería	4	7	2	2	1*	1		
Cocina		2			2**	2		
Hospitalización médica general	18	32	2	12	4**			1 Lava pato
Unidad de hospitalización de pediatría	17	26		10	2*, 5**		1	1 Lava pato
Unidad de hospitalización de cirugía	16	33	2	13	1*, 3**		1	1 lava pato
Unidad de hospitalización de gineco – obstetricia	20	35		12	2*, 4**		1	
Cafetería, laboratorio	4	10			4*, 2**	1		
Terapia física	12	21		3	3*, 2**	1		
Cirugía ambulatoria, diagnóstico	11	18	1	4	2**	3		1 Lavabo quirúrgico
Centro de partos	7	9		4	4*, 1**	1	1	1 Lavabo quirúrgico
Emergencia	7	16	1	3	6*, 3**		2	1 Lava pato y 1 Tina
Consulta externa, administración	23	40	4		3*, 3**	3		
Cirugía Okeli	2	3		2	1*			
Bodegas, talleres y vigilancia	11	11						
Morgue	2	4		1	2**		1	1 mesa para autopsias
Quirófanos	7	4	2	3	7*, 3**			4 Lavabos médicos
Residencia de médicos	8	5	4	3				
Totales	169	276	18	72	70	12	7	

La ropa es clasificada conforme el grado de contaminación que posea (liviana, media, pesada y contaminada), determinando así el tipo de lavada a que será sometida. Cada proceso de lavado llevará diferentes ciclos y consumos de agua. Para tal caso poseen 7 lavadoras:

Tabla N° 3.14 Lavadoras con que cuenta el hospital Nacional Zacamil

No. de lavadoras	Marca	Capacidad (kg)	Tiempo de servicio	Frecuencia de uso
3	Dubix de Souza	40	4 años	7-8 lavadas diarias c/u
4	Braun	40	1 año	7-8 lavadas diarias c/u

En el área de cocina cuentan con una lavadora de platos que no está en uso, pues por el momento no tienen a disposición el manual para su utilización.

Es importante que dentro de un centro hospitalario, cuenten con un servicio que genere vapor y agua caliente, para ello, desde un inicio este centro tiene a disposición 2 calderas con una potencia de 5 HP, tiempo después se dieron cuenta que éstas eran insuficientes para cubrir las necesidades en las áreas que se requiere el servicio (lavandería y esterilización), por tal motivo fueron sustituidas por 2 calderas con una potencia de 80 HP, las que actualmente están en funcionamiento.

Sistema de drenaje de aguas residuales

La recolección y desalojo de las aguas residuales, se realiza por medio de colectores secundarios de cloruro de polivinilo Ø 4" que conducen el agua a cajas de registro, luego, de éstas pasan a colectores primarios de cemento Ø 6" y 8", los cuales conducen el agua residual a pozos internos y de estos a pozos del sistema de alcantarillado público, que en su mayoría se encuentra ubicados sobre la calle El Comercio.

El hospital no cuenta con un sistema separativo de aguas residuales, por lo que todas ellas sin importar el grado y tipo de contaminación, son dirigidas al alcantarillado público, sin embargo poseen una trampa de grasas (1.9 x 1.0 x 1.5 m.) en el área de cocina a la que se le agregan enzimas que hacen que la grasa acumulada se degrade y sea drenada con facilidad sin peligro de obstruir las tuberías. Además existe una trampa de yeso (25.4 x 25.4 x 20.32 cm.), que impide que la tubería se obstruya.

En la tabla N° 3.15 se detallan los elementos que forman parte del sistema de drenaje de A.R. del hospital.

Los químicos empleados frecuentemente en el hospital y que son descargados al alcantarillado público, se detallan en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 3.12 Sustancias químicas empleadas en el hospital Nacional Zacamil

Lugar donde se emplea	Tipo de químico	Cantidad usada	Observación
Lavandería	Detergentes: - Durasán (Hipoclorito de Sodio con baja alcalinidad) - Lavaclor (Cloro orgánico, que desinfecta la ropa) - Trueno (Es un agente secuestrante de dureza y quita manchas)	2 libras diarias 30 libras diarias 36 libras diarias	
Patología	- Metanol (Cuya concentración es del 80 al 100 %) - Etanol (Alcohol etílico) - Silol puro - Formalina (Formaldehído al 10%) - EA - 50 - Anaranjado G - Ácido nítrico - Ácido cítrico - Ácido pítrico - Hematoxilina	2100 litros/año 1200 litros/año 1125 litros/año 500 litros / año 7.2 litros / año 7.2 litros / año 4.5 litros / año 90 gramos/año 90 gramos/año 90 gramos/año	Se entregan 9500 informes anuales y se realizan aproximadamente 40 autopsias.
Laboratorio	- Químicos reactivos - Medios de cultivo bacteriológicos y micológicos. - Sangre mezclada con lejía al 10%.	--- --- ---	Se hacen de 1300 a 1530 exámenes diarios en los diferentes tipos.
Alimentación y dietas	- Grasas - Detergentes	--- ---	
Radiología	- Sales de plata	---	

Tabla N° 3.15 Resumen del sistema de drenaje de A.R. del hospital Nacional Zacamil.

Colectores Primarios			Colectores Secundarios			Sistemas de pretratamiento de Aguas Residuales empleados en el hospital
Ø (Pulg.)	Material	Edad (Años)	Ø (Pulg.)	Material	Edad (Años)	
8	Cemento		4	PVC	7	Una trampa de grasa en el área de cocina de (1.9*1.0*1.5 m) y una trampa de yeso en emergencias de (25.4*25.4*20.32 cm.)
			6	Cemento		

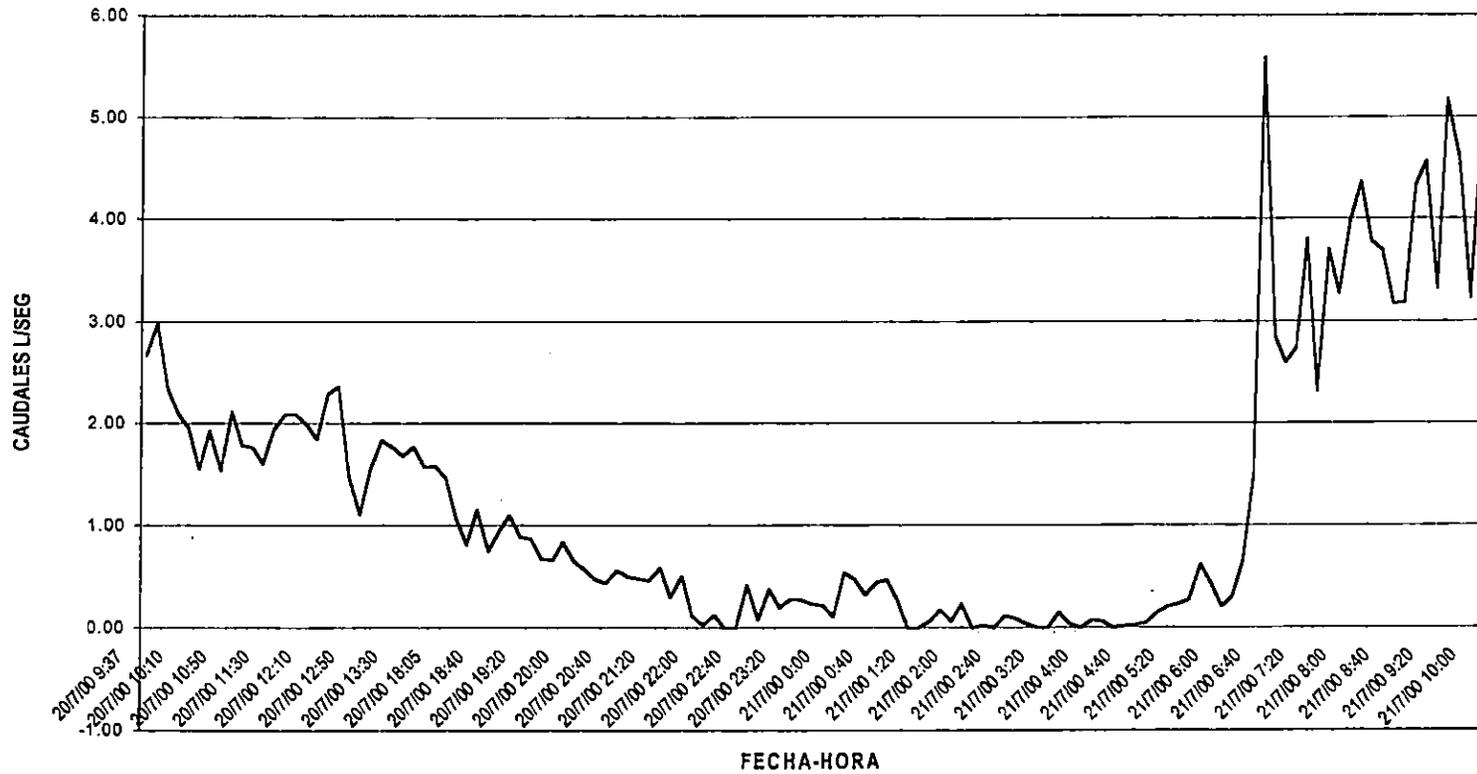
Aforo de agua potable

La obtención del volumen diario de agua potable consumido se realizó a través de aforo con el caudalímetro del día 21 al 22 de julio de 2000, lo cual reflejó un consumo diario de 266.314 m³. No se pudieron tomar lecturas del medidor, pues se encontraba en mal estado. Las características tomadas en cuenta para la realización de la medición fueron:

- Características de la tubería: El material era Hierro Galvanizado, Φ 4", rugosidad 0.20 mm. Y espesor 0.36 mm.
- Distancia entre sensores: 60 mm.
- Montaje de sensores: Directo (\).
- El ajuste de sensores se realizó con cinchos.
- Las mediciones fueron hechas por un lapso de 24 horas.

En el siguiente gráfico se puede apreciar las variaciones de consumo durante el día, para el hospital Nacional Zacamil.

GRAFICO 3.3 CONSUMOS DE AGUA HOSPITAL NACIONAL ZACAMIL



En éste gráfico se puede observar el mayor caudal obtenido entre las 6:30 y 7:30 horas debido a que en esas horas inician la actividad en el área de lavandería y el menor (cero) en horas nocturnas.

Calidad del agua

Para analizar el agua que se consume en éste hospital se tomaron muestras de:

- Un grifo al cuál únicamente llega agua del abastecimiento público (ANDA).
- La cisterna de 300 m³.
- La cisterna de almacenamiento (1000 m³)

En el último punto se tomó agua solamente para análisis bacteriológico.

De lo anterior se obtuvieron los siguientes resultados: Todas las muestras están bacteriológicamente aptas para consumo humano; de igual manera los parámetros físico – químicos cumplen con los requisitos, únicamente el agua del grifo tenía tendencia a la corrosividad.

En el cuadro No 3.16, se muestran los resultados del análisis de calidad del agua realizados en el hospital Nacional Zacamil.

Tabla N° 3.16 Análisis de calidad del agua del hospital Nacional Zacamil

Parámetros analizados	Norma		Resultado		
	Rango	Unidad	ANDA	Cisterna	Cisterna
Bacteriológicos					
Cloro residual	0.5-1.0		0.8	0.5	0.7
Coliformes totales	<1.1	NMP/100 ML	<2.2	<2.2	<2.2
Coliformes fecales	Negativo	NMP/100 ML	<2.2	<2.2	<2.2
Físico- Químicos					
pH	6.0-8.5		6.84	7.04	
Olor	NR-3	No.	Cloro-4	Cloro-1	
Color verdadero	15	U pt-Co		1	
Color aparente	NR	U pt-Co	1	2	
Temperatura	18-30	oC	28	28	
Turbiedad	1-5	UNT	0.57	1.10	
Sólidos disueltos	300-600	mg/L	305	320	
Alcalinidad total (CaCO ₃)	30-250	mg/L	224.09	235.08	
Dureza total (CaCO ₃)	100-400	mg/L	225.25	239.26	
Bióxido de carbono		mg/L	62	41	
Conductividad	500-1600	mhos/cm	610	640	
Índice Langelier			-0.62	-0.40	
Alca al Bicar. N.A.K.		mg/L	0	0	
Dureza carbonática		mg/L	224.09	235.08	
Dureza no carbonática		mg/L	1.16	4.18	
Calcio	75	mg/L	41.78	42.56	
Magnesio	50	mg/L	29.36	32.29	
Hierro total	0.05-0.3	mg/L	N.D.	N.D.	
Manganeso total	0.05-0.1	mg/L	N.D.	N.D.	
Carbonatos		mg/L	0	0	
Bicarbonatos		mg/L	224.09	235.08	
Hidróxidos		mg/L	0	0	
Cloruros	25-250	mg/L	13.43	14.35	

ND: No Detectable

NR: No Rechazable

No.: De umbral de olor

3.5.4 Hospital Nacional de Maternidad

Generalidades

Éste se encuentra ubicado en la 1ª. Calle poniente y 25 Av. Norte, en la ciudad de San Salvador (ver fig.3.13). La construcción se realizó con la ayuda del gobierno de los Estados Unidos en el año de 1,953, iniciando sus servicios hasta el año 1,954. Es una institución pública que presta atención en las áreas de Ginecología y Obstetricia.

Dicho centro cuenta con 23 servicios, los cuales se encuentran distribuidos en 2 edificios, el más antiguo construido en 1953 en 2 y 3 niveles, el más reciente de 4 niveles construido en 1982, ambos poseen un área total aproximadamente de 9,104 m². Los servicios con que cuenta este hospital se encuentran distribuidos como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 3.13 Servicios que posee el Hospital Nacional de Maternidad.

Edificio	Servicios	
1 (antiguo)	<ul style="list-style-type: none"> • Anestesiología • Aislamiento, alto riesgo y almacén • Banco de sangre, laboratorio clínico y bacteriología • Cocina y cafetería • Emergencia • Arsenal, quirófanos y salas de parto • Radiología • Ultrasonografía de hospital 	<ul style="list-style-type: none"> • Farmacia y fórmulas • Lactarios • Neonatología • Lavandería • Auditorium de hospital • Mantenimiento • Morgue • Puerperio
2 (reciente)	<ul style="list-style-type: none"> • Administración • Consulta externa • Planificación familiar e infertilidad • División médica y médicos residentes 	<ul style="list-style-type: none"> • Ultrasonografía de clínicas • Auditorium de clínicas • Anatomía patológica

En este centro se atiende un promedio diario de 490 consultas externas (incluyendo consultas de emergencia) y 270 pacientes hospitalizados, sin embargo, poseen un total de 317 camas; siendo su factor de ocupación anual del 85%.

El personal que labora dentro de la Institución está conformado por: 189 administrativos, 53 médicos permanentes y 82 no permanentes, 325 como personal de enfermería y 100 técnicos, lo que en su totalidad hacen 749 personas.

Sistema de abastecimiento y distribución de agua potable.

El Agua Potable empleada en el hospital es abastecida a través de 5 acometidas, ubicadas de la siguiente forma: Tres sobre la calle Arce, todas de hierro galvanizado y \varnothing 2". Dos sobre la 1ª. Calle poniente, ambas de hierro galvanizado con \varnothing 4" y \varnothing 3/4". Ésta última es la única que cuenta con un medidor en buen estado, en las demás los medidores se encuentran dañados.

La tubería principal del sistema de distribución es de hierro galvanizado con \varnothing 2 1/2", y sus derivaciones del mismo material, variando en diámetros menores. Éstas tuberías tienen casi 7 años de estar en servicio.

El sistema de distribución de agua es indirecto y funciona a través de dos redes que están conformadas por:

- 2 cisternas de: 140 m³ y 120.42 m³.
- 5 tanques: uno de 21.5 m³ y 4 de 2 m³ cada uno.
- 7 tanques hidroneumáticos de 100 PSI de capacidad, con presiones de arranque y paro de 40 y 60 PSI respectivamente.

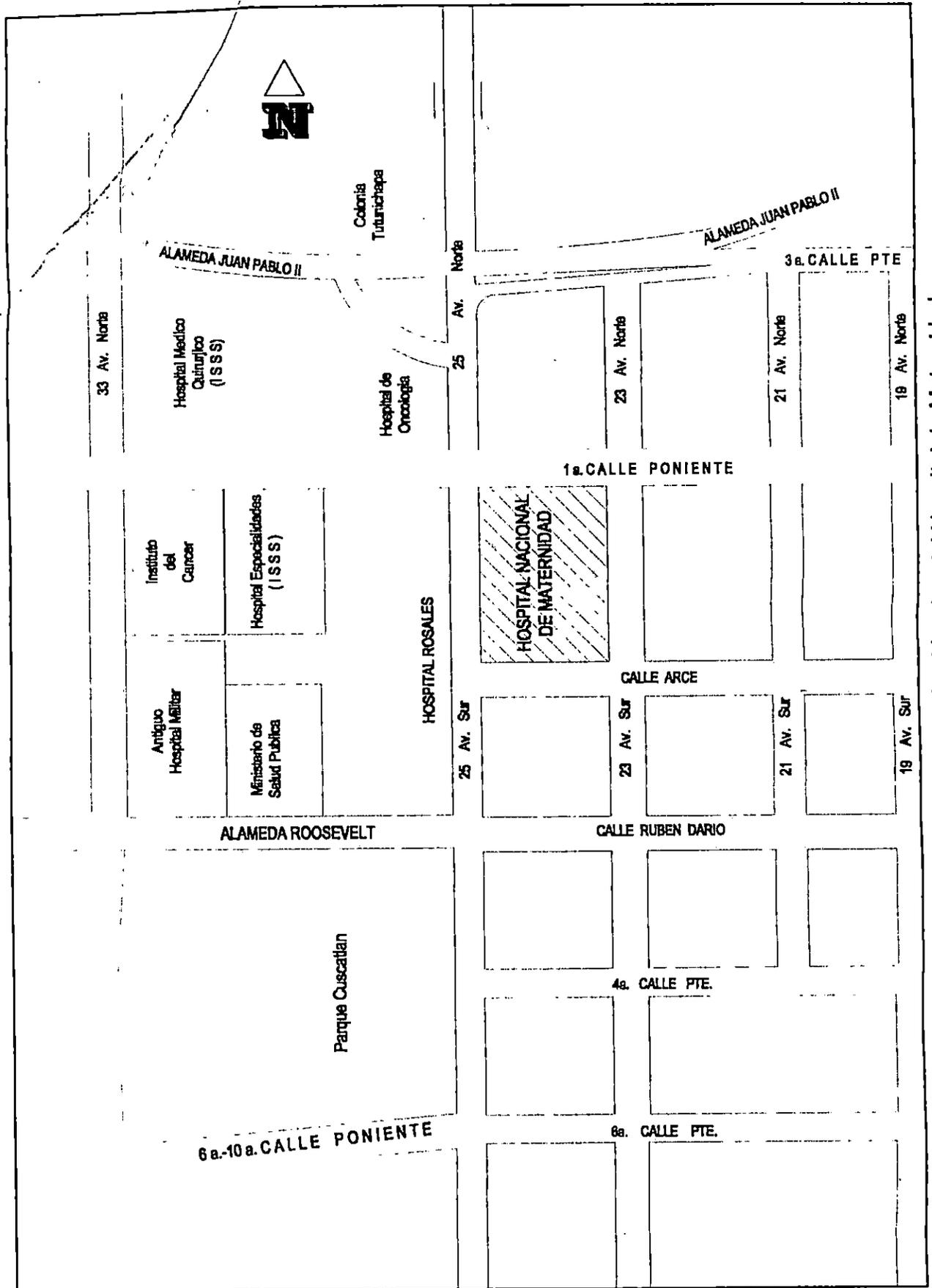
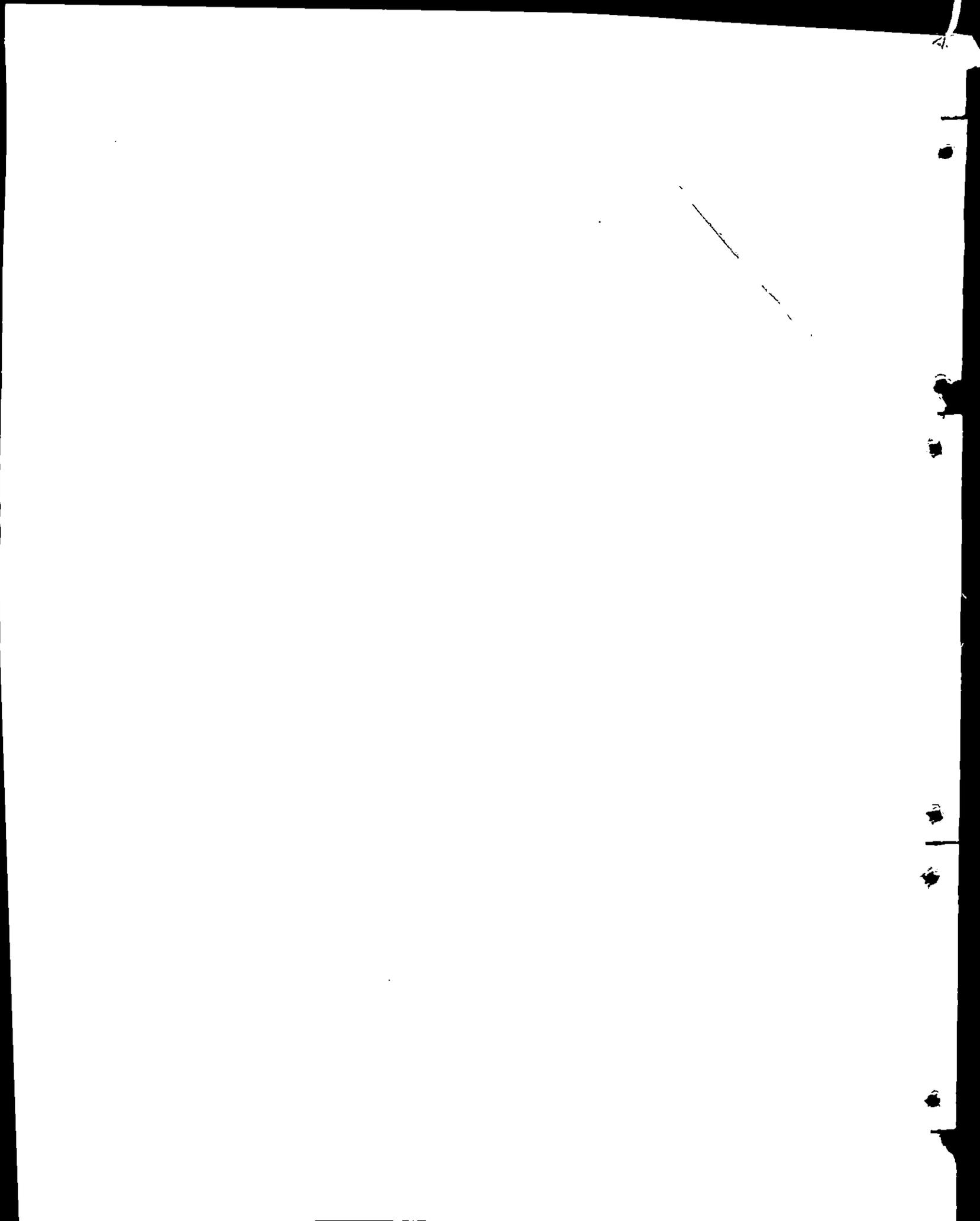


Fig. No 3.13. Esquema de ubicacion del Hospital de Maternidad



- 8 bombas detalladas de la siguiente forma:

Número de bombas	Potencia (HP)	Diámetro (pulg.)
4	5	2 ½
1	5	2
2	3	1 ½
1	¾	½

El funcionamiento de dichas redes es como se detalla a continuación:

Red No.1:

Se abastece de las acometidas ubicadas sobre la calle Arce, recibiendo el agua la cisterna de 140 m³, esta se encarga de enviar el agua (por bombeo) al tanque de 21.5 m³, el cual es auxiliado por 4 tanques de 2 m³(3 impulsados por gravedad y 1 por bombeo) para servir la edificación antigua, excepto lavandería y quirófanos.

Red No.2:

Ésta se abastece de las 2 acometidas ubicadas sobre la 1ª Calle Pte., recibiendo el agua la cisterna de 120.42 m³, distribuyéndola a clínicas (edificio nuevo), lavandería, quirófanos, y en casos que la red No.1 no cuente con el abastecimiento de agua por parte de ANDA, ésta se la proporciona.

El hospital no cuenta con un almacenamiento de agua suficiente, en casos de interrupciones prolongadas al servicio de agua potable, sin embargo, tienen proyectado en un futuro, construir una cisterna de 1,500 m³.

La limpieza de tanques y cisternas las realizan cada año. Pero la última vez que se efectuó dicho proceso fue hace dos años, justificándolo en el hecho de que el agua circula continuamente.

En la siguiente tabla se presenta una síntesis de los elementos que forman parte del sistema de distribución de A.P.

Tabla N° 3.17 Resumen del sistema de distribución de A.P. del hospital Nacional de Maternidad.

Acometidas			Tub. de distribución			Tanque /cisterna		Bombas			T. Hidroneumáticos				
Nº	Edad (Años)	Material	Ø (pulg)	Edad (Años)	Material	Ø (pulg)	Nº	Capacidad (m3)	Nº	Ø (pulg)	Potencia HP	Nº	Capc. PSI	Presión	
														Arranque	Paro
3		Ho. Galv.	2	7	Ho. Galv.	2 1/2	1	140	1	1 1/2	3				
							1	120.42	4	2 1/2	5	5	100	40	60
1		Ho. Galv.	4				1	1 1/2	3						
1		Ho. Galv.	3/4				1	2	5	2	100	40	60		
							4	2	1	1/2	3/4				

Artefactos sanitarios.

En la tabla N° 3.18 se muestran los artefactos sanitarios de los que disponen en los diferentes servicios del hospital.

El área de lavandería es una de las áreas que mayor consumo de agua tiene dentro del hospital, gastando aproximadamente el 60% del consumo total (según información proporcionada por personal de mantenimiento del hospital)

En ésta, la ropa es clasificada conforme el grado de contaminación que posea (liviana, mediana, pesada y contaminada), determinando así el tipo de lavada a que será sometida. La frecuencia del uso de las lavadoras depende en gran medida del número de pacientes que son atendidos diariamente (se estima un promedio de 5,000 a 6,000 libras de ropa sucia diaria).

Es muy importante mencionar que debido a la especialidad del hospital, el 90% de toda la ropa sucia se impregna de sangre, siendo por ello necesario antes de cada lavada darle 9 enjuagues a la ropa, facilitando con ello el proceso de lavado. Cada proceso de lavado tiene diferentes ciclos y consumos de agua. Para el caso, poseen una cantidad de 6 lavadoras mostradas en la tabla N° 3.19:

Tabla N° 3.18 Distribución de artefactos sanitarios por servicio del hospital Nacional de Maternidad.

Servicio \ Artefacto	Inodoro fluxómetro	Inodoro corriente	Lavamanos	Mingitorios	Duchas	Fregaderos	Pocetas	otros
Administración	7	8	16				1	
Consulta externa	15	8	20		2	2	1	
Planificación familiar e infertilidad	7		7				4	
División médica y médicos residentes		9	9		8			
Ultrasonografía de clínicas	1		1					
Auditorium de clínicas	5		6			1	1	
Anatomía patológica	2		3				1	
Cirugía ginecológica y obstétrica		6	5		4	7	3	1 lava pato
Anestesiología		1	1		1		4	
Aislamiento, alto riesgo y almacén		13	11		8	3		1 lavabo quirúrgico
Banco de sangre, laboratorio clínico Y bacteriología	1	1	5			2	1	
Cocina y cafetería		2	5		1	18	1	
Emergencia		5	7	1	1	1	1	1 lava pato
Arsenal, quirófanos y salas de parto	4	9	16		5	5	6	13 lavabos quirúrgicos 1 lava pato
Radiología		1	1			1		
Ultrasonografía de hospital		1	1					
Farmacia y fórmulas		1	6			1		
Lactarios			2					
Neonatología		2	12		1	3	1	2 lavabos quirúrgicos
Lavandería		2	3			1	1	
Auditorium de hospital		6	2					
Mantenimiento		6	6	2			1	
Morgue						1		2 mesa para autopsias
Puerperio		13	10		6		4	
Áreas perimetrales								7 grifos
Totales	42	94	155		37	46	31	

Tabla Nº 3.19 Lavadoras con que cuenta el hospital Nacional de Maternidad.

No. de lavadoras	Marca	Capacidad (kg)	Tiempo de servicio (años)	Frecuencia de uso
2	DINA WASH	181	4	7 lavadas diarias c/u
2	GIRVAN	57	3	7 lavadas diarias c/u
1	DINA WASH	45	7	7 lavadas diarias c/u
1	ONATE	91	46	7 lavadas diarias c/u

Cuentan con dos calderas, ambas con una potencia de 150 HP. Una de ellas con un tiempo de servicio de 15 años y la otra un poco más antigua. Éstas son utilizadas para generar vapor, el cual es proporcionado a las áreas de: Lavandería, arsenal(esterilización), cocina y fórmulas lácteas.

Sistema de drenaje de aguas negras.

Respecto al sistema de drenaje de aguas negras el material es hierro galvanizado y tiene un tiempo de funcionamiento de 46 años(1954), de ese año a la fecha se han realizado algunas modificaciones cambiándose por tuberías de Cloruro de Polivinilo (PVC). El colector principal es de Ø 6", los secundarios varían en diámetros menores hasta 1½".

La recolección y desalojo de las aguas residuales se realiza por medio de colectores internos (primarios y secundarios) conduciendo el agua a cajas internas y de estas a pozos del sistema de alcantarillado público, ubicados sobre la 1ª. Calle Poniente.

En la siguiente tabla se detallan los elementos que forman parte del sistema de drenaje de A.R. del hospital.

Tabla Nº 3.20 Resumen del sistema de drenaje de A.R. del hospital Nacional de Maternidad.

Colectores Primarios			Colectores Secundarios			Sistemas de pretratamiento de Aguas Residuales empleados en el hospital
Ø (Pulg.)	Material	Edad (Años)	Ø (Pulg.)	Material	Edad (Años)	
8	Cemento	46	6 a 1 1/2	Ho. Galv.	46	Sistema de rejillas en cocina, para detener los residuos mas grandes

Los químicos empleados frecuentemente en el hospital y que son descargados al alcantarillado público, se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro Nº 3.14 Sustancias químicas empleadas en el hospital Nacional del Maternidad.

Lugar donde se emplea	Tipo de químico	Cantidad usada	Observación
Lavandería	- Detergentes - Secuestrante - Blanqueador	— — —	Lavan aproximadamente de 5,000 a 6,000 libras diarias de ropa.
Patología	- Xilol calidad reactivo - Alcohol absoluto al 99.7% - Ácido acético glacial - Formalina pura al 37% - Papanicolau EA - 50 - Papanicolau OG - 6	600 lts. / año 1205 lts. / año 38 lts. / año 500 lts. / año 15 lts. / año 15 lts. / año	Se entregan aproximadamente de 75 a 100 muestras diarias.
Laboratorio	- Metanol (Cuya concentración es del 80 al 100 %) - Lejía - Detergente - Ácido sulfúrico al 1 % normal - Químicos reactivos - Medios de cultivo bacteriológicos y micológicos. - Solución salina - Sangre mezclada con lejía al 10%.	Aprox. 40 lts./año 60 lts. / mes 20 lbs. / mes 3600 ml / año — — — —	hacen aproximadamente 25,000 pruebas al mes.

No poseen ningún tipo de pretratamiento de aguas residuales, sin embargo en cocina poseen un sistema de rejillas para detener los residuos más grandes que puedan llegar en un determinado momento a obstaculizar el paso de las aguas. Los residuos son retirados cada dos días o cuando se considera necesario.

Aforo de agua potable

Las mediciones se realizaron en 4 sesiones o días, ya que, éste hospital no contaba con una sola tubería de distribución y los medidores estaban dañados; por lo que se optó colocar el caudalímetro en las 4 tuberías de distribución principales que alimentan o suplen la necesidad del hospital. Las características tomadas en cuenta para la realización de la medición en cada punto fueron:

- Características de la tubería: Todas eran de Hierro Galvanizado, rugosidad 0.20 mm. Y espesor 3.6 mm.
- Montaje de sensores: Reflexión (V).
- El ajuste de sensores se realizó con cinchos.
- Las mediciones fueron hechas por un lapso de 24 horas en cada punto aforado.

Las características específicas de instalación en cada punto de aforo se detallan en el cuadro N° 3.15 y los resultados obtenidos mediante el aforo, se muestran en la tabla N° 3.21:

En los gráficos 3.4 a 3.7, se puede observar las variaciones de caudal en el hospital. Los dos primeros representan los caudales que circularon en las tuberías que abastecen las áreas de lavandería; obteniéndose valores de caudal de cero desde las 17 horas a las 6:30 horas

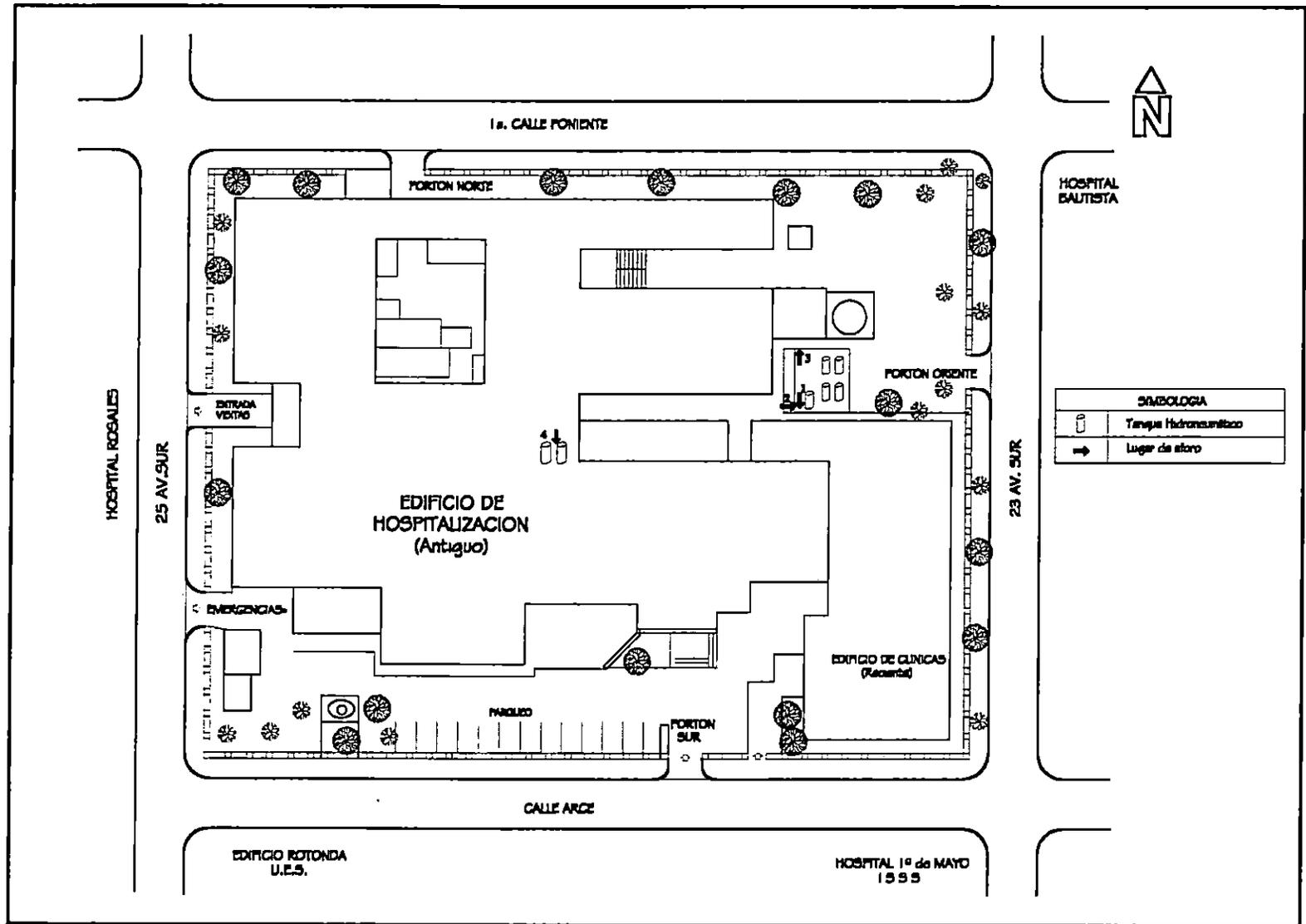
aproximadamente. En el tercero, se aprecian las variaciones en el área de clínicas y en el último la del área de hospitalización, en los cuales se puede apreciar que: el mayor consumo se da en la mañana, pues, en éste lapso de tiempo existe mayor movimiento.

Cuadro N° 3.15 Condiciones de instalación del caudalímetro en el hospital Nacional de Maternidad

Tubería		Montaje de sensores	Distancia entre sensores (mm.)	Lugar y condiciones en que se instaló el caudalímetro
Ø (pulg.)	Espesor (mm.)			
3	3.6	Reflexión (V)	81	Se instaló en cisterna (lavandería I), en condiciones extremas con un error arriba del 5%.
2	3.6		57	Se instaló en cisterna (lavandería II), en condiciones extremas con un error arriba del 5%.
2	3.6		57	Se instaló en cisterna (clínicas), en condiciones extremas con un error arriba del 5%.
2	3.6		57	Se instaló en cisterna (Hospitalización), en condiciones recomendadas, con un error abajo del 2%.

Tabla N° 3.21 Consumos obtenidos a través de aforos realizados en las dos redes que abastecen el hospital.

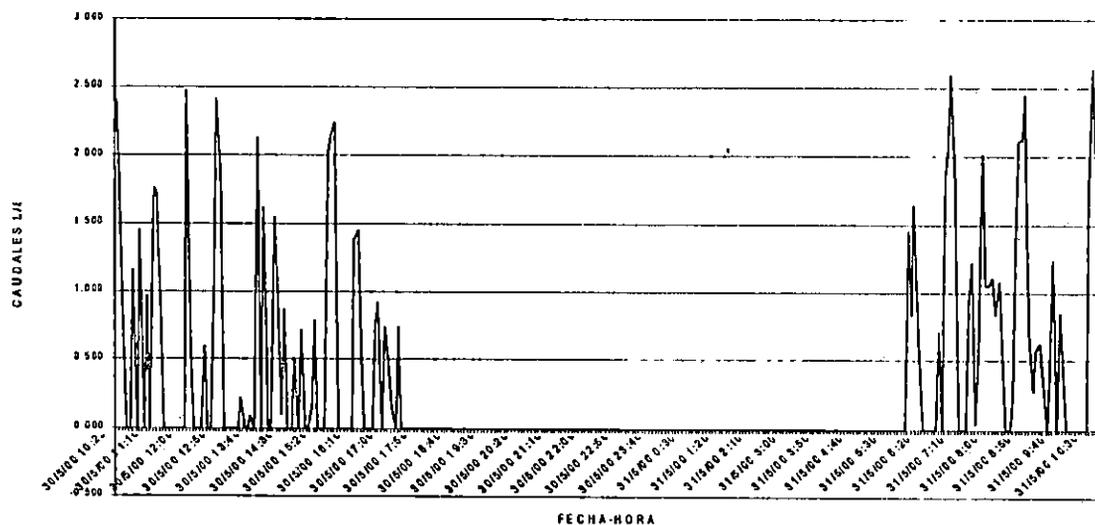
Sistema	Acometidas (ubicación)	Hora-Fecha	Distribución		Consumo(m³)
			Servicio	Ø(pulg.)	
Red No.1	3 Calle Arce	11:16 - 2/6/00 a 11:15 - 3/6/00	Hospitalización	2	24.946
Total					24.945
Red No. 2	2 1ª Calle Poniente	10:22 - 30/5/00 a 10:25 - 31/5/00	Lavandería I	3	148.909
		11:12 - 31/5/00 a 10:56 - 1/6/00	Lavandería II	2	85.387
		11:01 - 1/6/00 a 10:46 - 2/6/00	Clínicas	2	86.818
		Total			



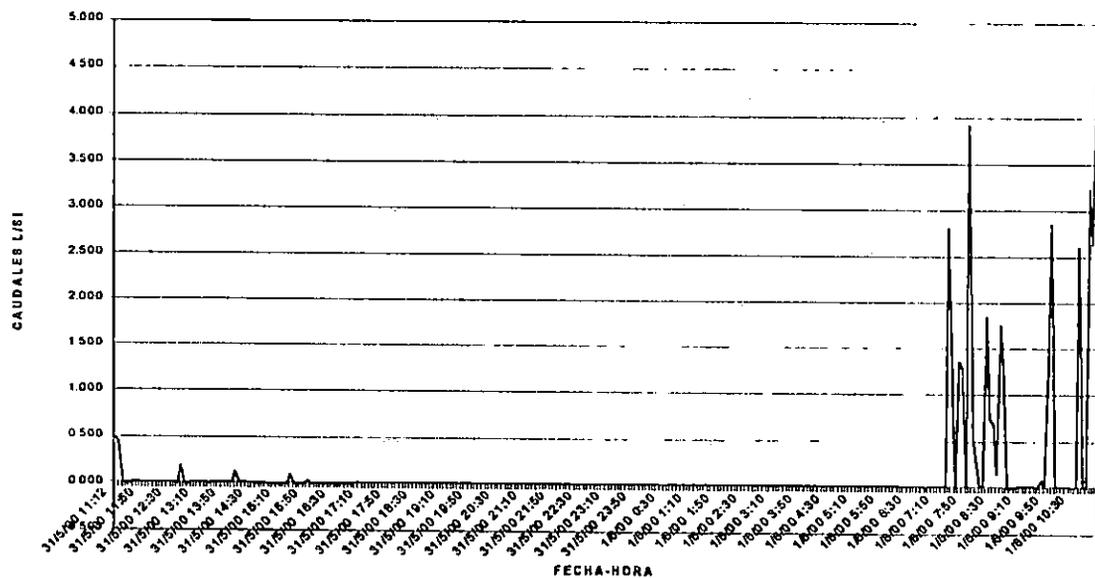
SIMBOLOGIA	
	Tanque Hidroambiental
	Lugar de alto

Fig. 3.14 ubicación de aforos en el hospital Nacional de Maternidad

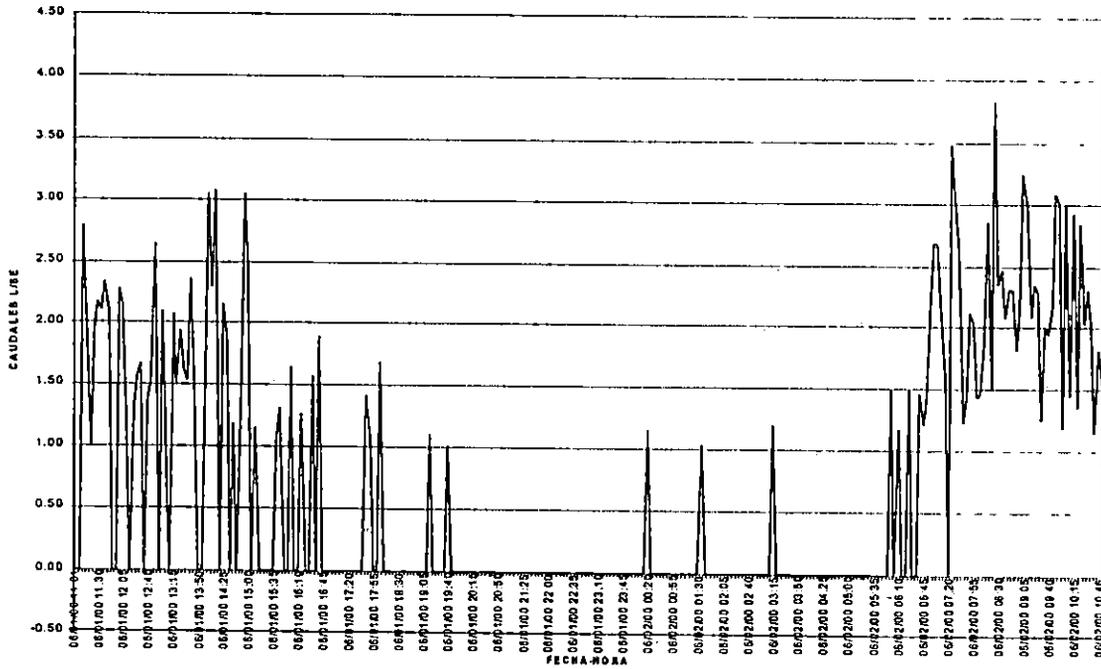
**GRAFICO 3.4 CONSUMOS DE AGUA HOSPITAL NACIONAL DE MATERNIDAD
(AREA DE LAVANDERIA I)**



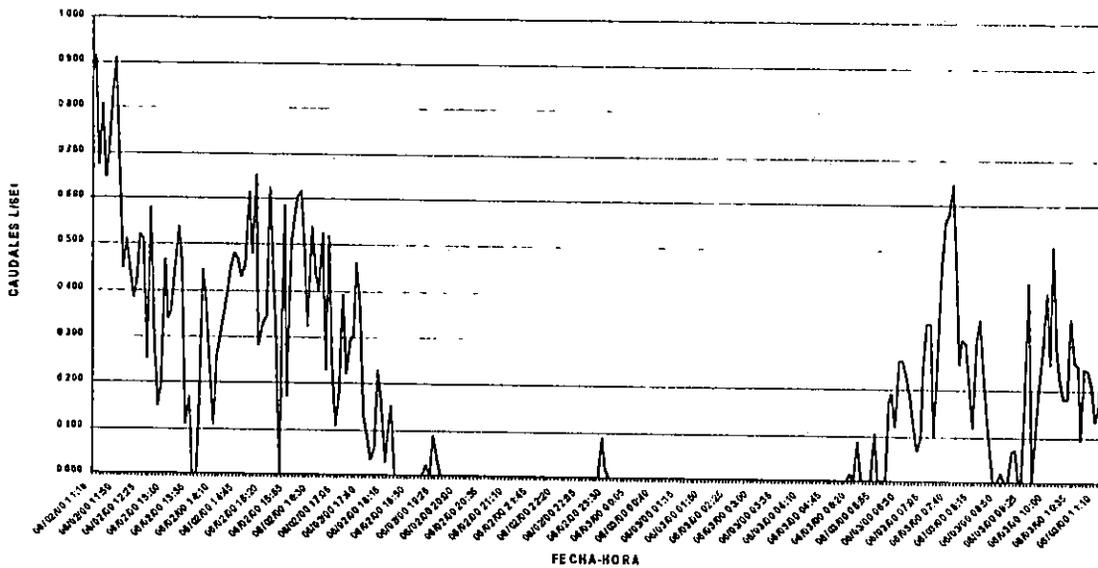
**GRAFICO 3.5 CONSUMOS DE AGUA HOSPITAL NACIONAL DE MATERNIDAD
(AREA DE LAVANDERIA II)**



**GRAFICO 3.6 CONSUMOS DE AGUA HOSPITAL NACIONAL DE MATERNIDAD
(AREA DE CLINICAS)**



**GRAFICO 3.7 CONSUMOS DE AGUA HOSPITAL NACIONAL DE MATERNIDAD
(AREA DE HOSPITALIZACION)**



Calidad del agua

Debido a que no era posible analizar el agua de las 5 acometidas y de las 7 cisternas y tanques, se tomaron muestras de una de las acometidas, y de la cisterna que distribuye al área de hospitalización, obteniéndose los resultados en la tabla siguiente:

Tabla Nº 3.22 Análisis de calidad del agua en el hospital Nacional de Maternidad.

Parámetros analizados	Norma		Resultado	
	Rango	Unidad	ANDA	Cisterna
Bacteriológicos				
Cloro residual	0.5-1.0		0.6	1.0
Coliformes totales	<1.1	NMP/100 ML	<2.2	<2.2
Coliformes fecales	Negativo	NMP/100 ML	<2.2	<2.2
Físico- Químicos				
pH	6.0-8.5		6.98	7.26
Olor	NR-3	No.	Cloro-1	Cloro- 2
Color verdadero	15	U pt-Co	1	1
Color aparente	NR	U pt-Co		
Temperatura	18-30	oC	29	29
Turbiedad	1-5	UNT	0.30	0.19
Sólidos disueltos	300-600	mg/L	380	190
Alcalinidad total (CaCO ₃)	30-250	mg/L	272.49	114.24
Dureza total (CaCO ₃)	100-400	mg/L	278.42	130.54
Bióxido de carbono		mg/L	53	12
Conductividad	500-1600	mhos/cm	760	380
Índice Langelier			-0.26	-0.62
Alca al Bicar. N.A.K.		mg/L	0	0
Dureza carbonática		mg/L	272.43	114.24
Dureza no carbonática		mg/L	5.99	16.30
Calcio	75	mg/L	51.16	28.51
Magnesio	50	mg/L	36.59	14.1
Hierro total	0.05-0.3	mg/L	N.D.	N.D.
Manganeso total	0.05-0.1	mg/L	N.D.	N.D.
Carbonatos		mg/L	0	0
Bicarbonatos		mg/L	272.43	114.24
Hidróxidos		mg/L	0	0
Cloruros	25-250	mg/L	23.61	11.85

ND: No Detectable

NR: No Rechazable

No.: De umbral de olor

De la tabla anterior se determinó:

El agua que entra de ANDA por una de las acometidas de la 1ª Calle Poniente cumplía con los requisitos tanto físico-químicos como bacteriológicos por lo que es apta para consumo humano.

El agua de la cisterna era tendiente a corrosividad, sin embargo los demás parámetros se encontraban dentro de norma.

3.5.5 Hospital Nacional de Niños Benjamín Bloom

La elección del hospital de niños Benjamín Bloom, se dio por ser el único hospital del Área Metropolitana de San Salvador que cuenta con una planta de desinfección de aguas residuales para ser tratadas antes de ser descargadas al alcantarillado público. Por lo que se realizó la visita correspondiente obteniendo la información siguiente.

Planta de Desinfección, Para Desechos Líquidos Hospitalarios Peligrosos.

Fue donada por el Gobierno de la República de Alemania y está configurada por componentes electromecánicos y controlados desde una unidad central.

El diseño del sistema de aguas residuales del hospital se realizó a manera que los niños con enfermedades infectocontagiosas fueran ubicados en un determinado nivel, del cual se transportaría las aguas desechadas hasta la planta de desinfección para su tratamiento; pero a causa de problemas técnicos en la operación de la planta y debido a que el gran número de pacientes con dichas enfermedades no pudieron ubicarse en el nivel asignado, la planta no pudo ponerse en funcionamiento.

Es considerada como uno de los sistemas más eficientes, ya que ejecuta la eliminación de elementos contaminantes.

El principio de funcionamiento de la planta (esquemática en la figura 3.15) es el que se describe a continuación:

Paso No.1

El agua llega al tanque colector (T1) de 2.5 m³ de capacidad; cuando sobrepasa el nivel de $\frac{1}{4}$ indicado en el mismo, comienza a trabajar a intervalos la bomba trituradora (P1) y las aguas contaminadas empiezan a circular en el tanque, produciéndose una recirculación.

Paso No.2

Cuando se logra sobrepasar el nivel standard del tanque colector y el tanque de desinfección (T2) está abajo de la condición de vacío, comienza el llenado en el tanque de descontaminación de 1.7 m³ de capacidad para iniciar la desinfección. Las válvulas motorizadas (V3 y V4) que conducen el agua al drenaje deben estar cerradas, caso contrario, las válvulas motorizadas (V1, V2 y V5) encargadas de conducir el agua del tanque colector al tanque de desinfección deben estar abiertas y la bomba de circulación / alimentación (P2) comienza a trabajar.

Paso No.3

Al llegar las aguas contaminadas al nivel standard en el tanque de desinfección, se cierra la válvula de alimentación (V1), la válvula de deareación (V5) y la bomba de circulación se apaga

momentáneamente, mientras la válvula de circulación V3 (ubicada en la parte inferior del tanque) se abre.

Paso No.4

Para la descontaminación se inyecta vapor al tanque a través de la válvula V7, hasta alcanzar una temperatura máxima de 120 °C. La válvula de deaireación es abierta en caso de ocurrir una sobre-presión mayor de 1.5 Bar hasta llegar a valores menores. Cuando alcanza la temperatura antes mencionada, el vapor deja de entrar y el proceso de desinfección da inicio por un periodo de 60 minutos. Después de éste tiempo entra agua fresca al circuito para enfriar (a temperatura de 42 °C) y evitar la evaporación de las aguas ya desinfectadas en las tuberías de drenaje a la hora de vaciar el tanque. Por tanto la válvula de descarga (V4) se abre, así como también la que deja pasar el vapor; V2 se cierra e inicia el proceso de vaciado.

Paso No. 5

Después de vaciado el tanque entra agua fría al mismo a través de V9 para su limpieza. Finalmente se cierran, las válvulas de: ventilación (V6), vapor(V7), agua fría (V8 y V9), y se apaga la bomba de circulación después de 6 minutos.

En figura 3.16 se puede observar la planta de desinfección y sus componentes y en la 3.17 el panel de control de la misma.

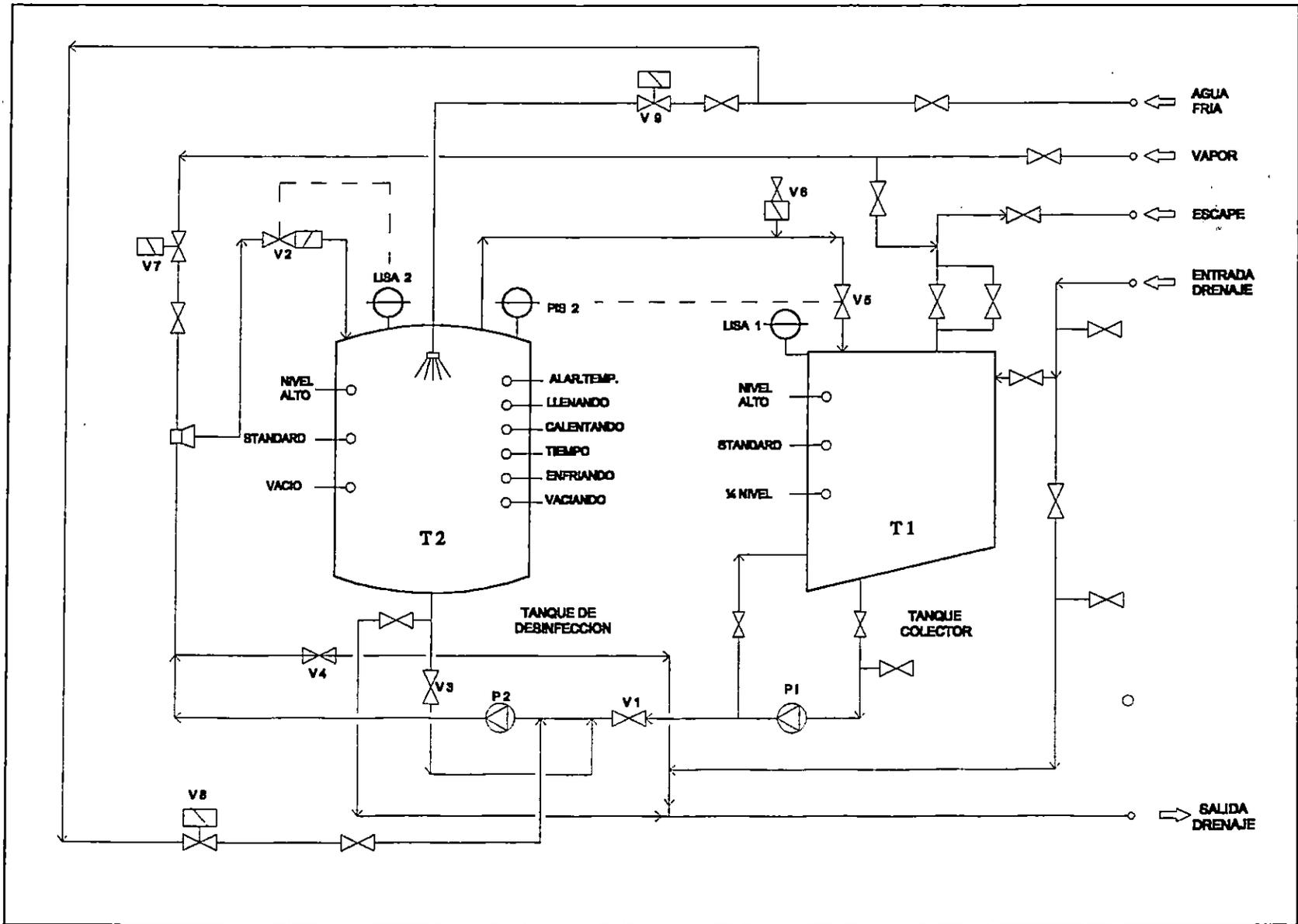


Fig. 3.14 Planta de Desinfección (HNNBB)

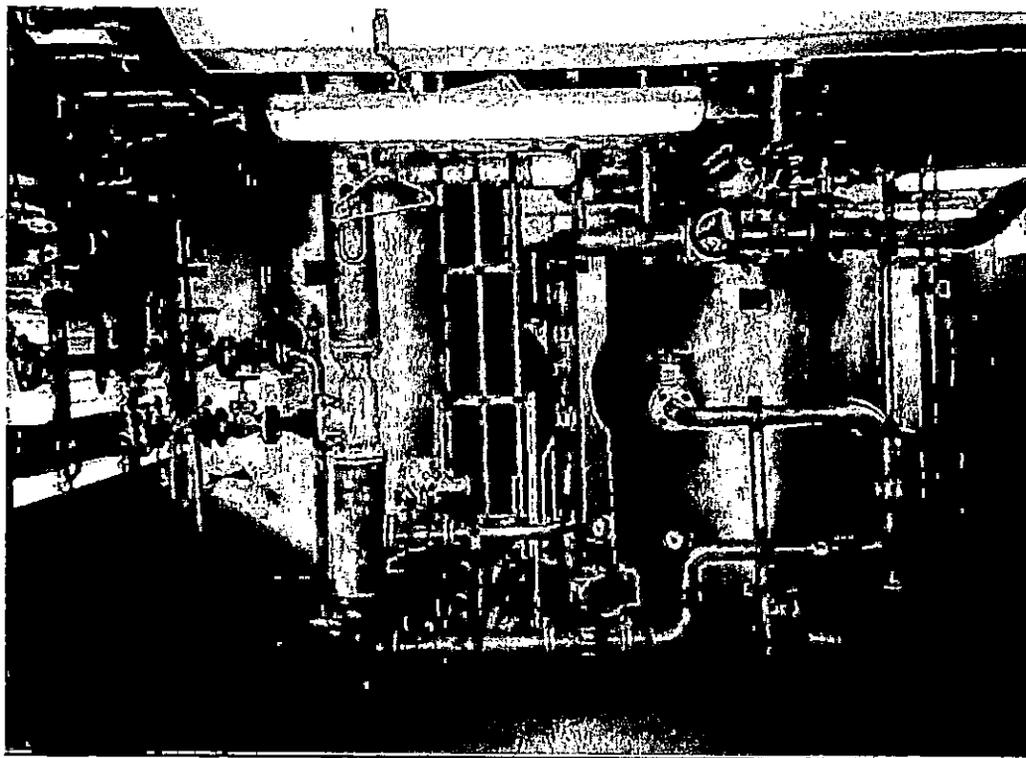


Fig.3.16 En la figura se observan los elementos que integran la planta de desinfección: Tanque colector(ubicado a la derecha de la figura), tanque de desinfección (a la izquierda), bomba trituradora (al pie del tanque colector), bomba de alimentación / circulación, así como sus respectivas válvulas y accesorios.

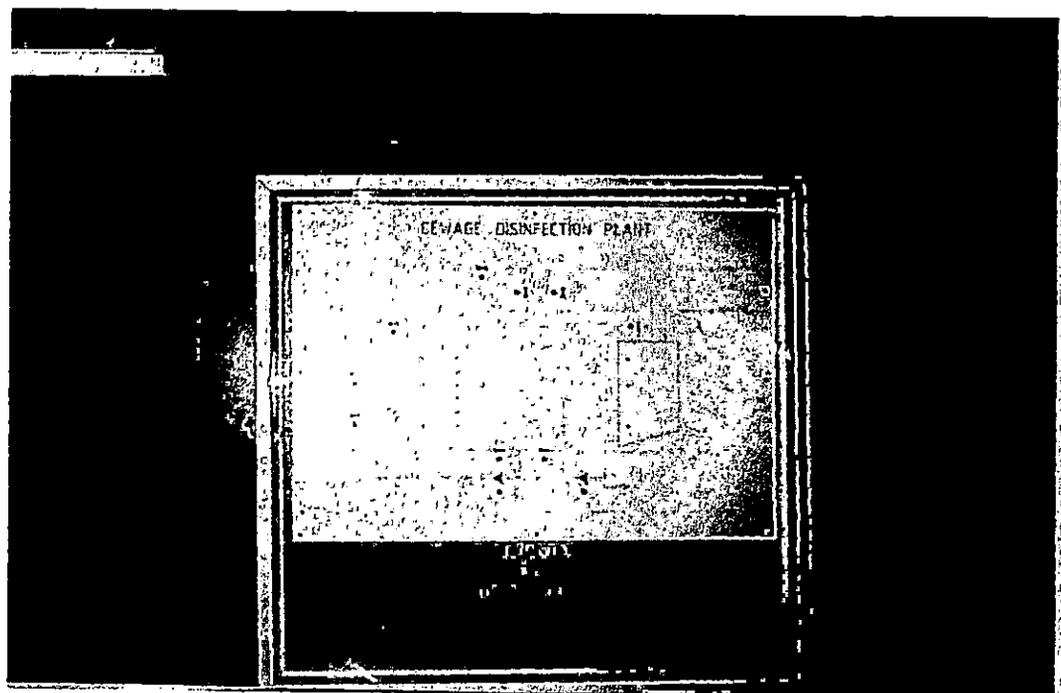


Fig.3.17 El panel de control, indica los procesos o etapas por los que esta pasando el agua contaminada en la planta de desinfección. Para ello presenta un diagrama de flujo encendiéndose una luz de señalización en los procesos de: llenado, tiempo de contacto, enfriamiento, y otros.

4.0 ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Introducción

La determinación de consumos es muy importante, ya que, a la vez que sirve como parámetro de comparación con los obtenidos mediante el aforo, también es útil para determinar dotaciones y porcentajes de aguas consumidas en cada servicio; valores que también se utilizan para determinar volúmenes de aguas residuales. De aquí radica la importancia de emplear métodos que determinen consumos por día, por lo que fue necesario buscar y extraer información como el método de Hunter del capítulo II (tomando las consideraciones que el mismo presenta para obtener valores aceptable), así como también se tuvo la necesidad de implementar métodos estimando el consumo de artefactos sanitarios de acuerdo al número de usos por hora y por persona.

En éste capítulo, se detallan todos los aspectos tomados en cuenta, para la determinación de consumos y dotaciones, así como también ejemplos de cálculo y la forma de emplear algunas tablas presentadas para los diferentes métodos.

4.2 Cálculo de Consumo de agua potable en hospitales

La determinación del consumo de agua potable en los hospitales se efectuó de las siguientes formas:

- Aforos
- Facturaciones
- Estimaciones de consumo por frecuencia de uso de aparatos sanitarios por persona por día
- Según dotación asignada por la Norma Técnica de ANDA (600 lts/cama/día)
- Estimaciones de consumo por frecuencia de uso de aparatos sanitarios por día
- Método de Probabilidades de Hunter

Aforos

Los datos de aforo de cada hospital fueron tomados del capítulo anterior, considerando que: los consumos diarios de los hospitales Nacional Zacamil y Nacional de Maternidad, se obtuvieron de aforos realizados con el caudalímetro ultrasónico proporcionado por ANDA, que fue instalado por un periodo de 24 horas; debiendo cumplir su instalación con ciertas condiciones, las cuales no fue posible cumplir en el hospital Pro-Familia; en el caso del hospital CLIMOSAL, se obtuvieron errores considerables con el caudalímetro por lo que los aforos en éstos hospitales se realizaron en base a lecturas tomadas del medidor.

Facturaciones

Para observar el comportamiento de las variaciones del consumo de agua en los hospitales del AMSS y obtener un consumo promedio diario en un periodo de un año, se obtuvieron con

ayuda de ANDA, los consumos de agua facturados a los hospitales en estudio, de abril de 1999 a marzo de 2000. Pero, se encontró que la mayoría de los consumos eran estimados ya que, los medidores se encontraban dañados; considerándose por tanto que los valores eran poco confiables.

Método de estimaciones de consumo según frecuencia de uso de aparatos sanitarios por personas por día

Este método se basa en la estimación del número de veces (frecuencia) que cada persona emplea un determinado artefacto sanitario en un día, para luego aplicar a esa frecuencia los consumos unitarios de la tabla N° 4.1.

Las estimaciones de consumo de agua por aparato sanitario y/o actividad fueron extraídas de diversas fuentes y la frecuencia de uso de cada aparato sanitario según la persona que lo emplea, mostrada en la tabla N° 4.2, se obtuvo con ayuda de personal que labora en hospitales.

Su aplicación se llevó a cabo teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- El personal de enfermería que permanece constantemente en el hospital es $2/3$ partes del total, debido a los turnos rotativos; no así para el caso de los médicos permanentes (residentes) ya que la mayor parte de ellos se ausenta pocas horas del hospital.
- El agua para limpieza, riego de jardines y parqueo se calculó basándose en el área del hospital y no al porcentaje de ocupación.
- El empleo de aquellos aparatos sujetos a uso frecuente

Tabla N° 4.1 Estimaciones de consumo por aparato sanitario y/o actividad
(Consumo unitario)

Aparato sanitario	Consumo(lts / uso)	Valor considerado para el cálculo (lts / uso)	Fuente
Inodoro de taque	15-20	18	Metcalf & Eddy
Inodoro de fluxómetro	30-40 ²	36	Metcalf & Eddy
Lavamanos	2-5	2 ¹	GTZ
Ducha	40-80	60	GTZ
Mingitorio	15-20 ²	18	Metcalf & Eddy
Lava pato	15-20 ³	18	Metcalf & Eddy
Lavabo quirúrgico	6	6	Manual de Inst. Hidráulicas
Fregadero de cocina	2.35 lts / plato de comida ⁴	2.35 lts / plato de comida	Manual de Inst. Hidráulicas
Fregadero de otros usos	678 lts / día ⁵	678 lts / día	Manual de Inst. Hidráulicas
Lavadoras	25-45 lts / kg de ropa	25-45 lts / kg de ropa	GTZ
Pocetas	1.5 lts / m ²	1.5 lts / m ²	Estimado
Grifos	2 lts / m ² para jardín y parqueo	2 lts / m ² para jardín y parqueo	Norma peruana

¹ Se tomó el límite inferior porque se consideró que el consumo promedio era muy elevado para nuestro medio

² Dato obtenido de comparación de gastos según el mismo texto

³ Dato retomado de gasto de inodoro por tener uso similar

⁴ Considerando que en una hora se preparan 75 platos

⁵ Dato tomado del Manual de Plomería considerando una hora de uso continuo

Tabla N° 4.2 Estimaciones de uso de aparatos sanitarios según personas que frecuentan los hospitales

Personas	Artefacto sanitario empleado y/o actividad				
	Inodoro (uso/ día)	Lavamanos (usos /día)	Ducha (uso /día)	Comidas (comida/ día)	Ropa sucia (kg/día)
Médico no permanente	1-3	2-5	-	-	0.70
Médicos permanentes	3-5	5-8	1 de 2*	1-3	2.10
Enfermeras	3-5	5-8	1 de 7*	1-3	0.10
Paramédicos (técnicos)	1-4	2-5	1 de 50*	1	-
Administrativos	1-3	3-5	1 de 50*	1	0.04
Pacientes ingresados	6-8	6-9	1	3-4	6.00
Pacientes de consulta externa	1-2	1-2	-	-	0.05
Visitas a pacientes y otros	0.5-1	0.5-1	-	-	-

* Lo que indica que se ducha 1 persona de cada número "x".

Para una adecuada aplicación se debe tener en cuenta las siguientes ecuaciones:

$$\text{Consumo} = \text{Número de personas} * \text{Frecuencia de uso según personas} * \text{consumo unitario} \quad (\text{Ec. 4.1})$$

Donde:

- Consumo: es el consumo de todas las personas con igual cargo o función dentro del hospital
- Número de personas: es el número de personas con igual cargo o función dentro del hospital
- Frecuencia de uso según personas: es la frecuencia con la cual se usa un determinado artefacto sanitario según la persona que lo emplea tomado de la tabla 4.3
- Consumo unitario: es el valor de consumo por aparato sanitario y/o actividad tomado de la tabla 4.1

El consumo total se obtiene empleando la ecuación 4.3 del método anterior.

$$\text{Consumo total} = \Sigma \text{Consumo} \quad (\text{Ec. 4.2})$$

Donde:

Consumo total : es el consumo de todas las personas de un área o servicio

Tabla N° 4.3 Valores empleados en el cálculo de consumo por estimaciones de uso de artefactos sanitarios según personas que frecuentan los hospitales

Artefacto sanitario empleado y/o actividad	Inodoro (uso/ día)	Lavamanos (usos /día)	Ducha (uso /día)	Comidas (comida/ día)	Ropa sucia (kg/día)
Personas					
Médico no permanente	2	3	-	-	0.70
Médicos permanentes	4	7	1 de 2*	2	2.10
Enfermeras	4	7	1 de 7*	2	0.10
Paramédicos (técnicos)	3	3	1 de 50*	1	-
Administrativos	2	4	1 de 50*	1	0.04
Pacientes ingresados	7	7	1	3	6.00
Pacientes de consulta externa	1	1	-	-	0.05
Visitas a pacientes y otros	0.5	0.5	-	-	-

* Lo que indica que se ducha 1 persona de cada número "x".

Para emplear el método se da el siguiente ejemplo:

Supóngase que en el servicio de cirugía de un hospital permanecen diariamente: 1 medico, 2 enfermeras y 6 pacientes. Empleando las ecuaciones 4.1 y 4.2 el consumo será de:

1 Médico

$$\begin{aligned} \text{Consumo por uso de inodoro} &= 1 * 3 \text{ usos / día} * 18 \text{ lts / uso} &= 54.0 \text{ lts / día} \\ \text{Consumo por uso de lavabo} &= 1 * 5 \text{ usos / día} * 2 \text{ lts / uso} &= 10.0 \text{ lts / día} \\ \text{Consumo por uso de ducha} &= 1 * 0.5 \text{ usos / día} * 60 \text{ lts / uso} &= 30.0 \text{ lts / día} \\ \text{Consumo por comida} &= 1 * 2 \text{ comidas} * 2.35 \text{ lts/ comida} &= 4.7 \text{ lts / día} \\ \text{Consumo por ropa sucia} &= 1 * 2.1 \text{ Kg / día} * 35 \text{ lts / Kg} &= 73.5 \text{ lts / día} \end{aligned}$$

2 Enfermeras

$$\begin{aligned} \text{Consumo por uso de inodoro} &= 2 * 3 \text{ usos / día} * 18 \text{ lts / uso} &= 108.0 \text{ lts / día} \\ \text{Consumo por uso de lavabo} &= 2 * 4 \text{ usos / día} * 2 \text{ lts / uso} &= 16.0 \text{ lts / día} \\ \text{Consumo por uso de ducha} &= 2 * 0.143 \text{ usos / día} * 60 \text{ lts / uso} &= 17.16 \text{ lts / día} \\ \text{Consumo por comida} &= 2 * 1 \text{ comidas} * 2.35 \text{ lts/ comida} &= 4.7 \text{ lts / día} \\ \text{Consumo por ropa sucia} &= 2 * 0.1 \text{ Kg / día} * 35 \text{ lts / Kg} &= 7.0 \text{ lts / día} \end{aligned}$$

6 Pacientes

Consumo por uso de inodoro = 6 * 6 usos / día * 18 lts / uso	= 648.0 lts / día
Consumo por uso de lavabo = 6 * 9 usos / día * 2 lts / uso	= 108.0 lts / día
Consumo por uso de ducha = 6 * 1 usos / día * 60 lts / uso	= 360.0 lts / día
Consumo por comida = 6 * 4 comidas / día * 2.35 lts/ comida	= 56.4 lts / día
<u>Consumo por ropa sucia = 6 * 6 Kg / día * 35 lts / Kg</u>	<u>= 1,260.0 lts / día</u>
Consumo total	= 2,757.46 lts / día

El consumo total de agua en el servicio de cirugía del hospital será de 2,757.46 lts/ día

Nota: El método fue aplicado en los hospitales considerando tanto su factor de ocupación anual como el 100% de ocupación de camas. Este último se obtuvo de manera proporcional al número de personas considerando el factor de ocupación, excepto el número de camas, pues, este valor debe ser el total de camas con que cuenta el hospital.

Método según dotación recomendada por Norma técnica de ANDA (600 lts/cama/día).

Este método consiste en aplicar el valor de consumo recomendado por la Norma, a los hospitales en estudio considerando tanto el factor de ocupación, como el 100 % de ocupación de camas.

Método de estimaciones de consumo por frecuencia de uso de artefactos sanitarios por día

Este método se basa en el empleo de las estimaciones de consumo de agua por artefacto sanitario y/o actividad de la tabla No 4.1 y las estimaciones de frecuencia de uso de cada aparato por día de la tabla No 4.4. Considera todos aquellos artefactos que utilizan agua del sistema de distribución y que son empleados en los hospitales.

Las estimaciones de frecuencia de uso de cada aparato sanitario por día fueron determinadas considerando las veces que puede ser empleado un determinado artefacto en un periodo de tiempo (1 hora o 1 día), en un centro hospitalario. Debido a que no todos los artefactos son empleados las 24 horas del día, se consideraron únicamente las horas de mayor afluencia de personas de 6:00 a.m. a 6:00 p.m. (12 horas)

Para la aplicación adecuada del método se dan las siguientes ecuaciones:

$$\text{Consumo} = \text{Número de artefactos sanitarios} * \text{Consumo unitario} * \text{Frecuencia de uso del artefacto} \quad (\text{Ec. 4.3})$$

Donde:

- Consumo: es el consumo de aparatos del mismo tipo
- Número de artefactos sanitarios: es el número de artefactos sanitarios de cada área o servicio
- Consumo unitario: es el valor de consumo por artefacto obtenido de la tabla 4.1
- Frecuencia de uso del artefacto: es la frecuencia de uso de cada aparato sanitario por día obtenido de la tabla 4.4

$$\text{Consumo total} = \Sigma \text{Consumo} \quad (\text{Ec. 4.4})$$

Donde:

Consumo total : es el consumo de todos los artefactos sanitarios de un área o servicio.

Para tener una mejor idea de la aplicación del método, se da el siguiente ejemplo:

Supóngase que el servicio de Cirugía de un hospital cuenta con 2 inodoros, 2 lavabos y 2 duchas. El consumo se obtendrá aplicando las ecuaciones 4.3, 4.4 y tablas 4.1 y 4.4

Consumo de 2 inodoros	= 2 * 18 lts / uso * 48 usos / día	= 1,728 lts/día
Consumo de 2 lavabos	= 2 * 2 lts / uso * 96 usos / día	= 384 lts/día
Consumo de 2 duchas	= 2 * 60 lts / uso * 12 usos / día	= 1440 lts/día
Consumo total	=	3,552 lts/día

El consumo total del servicio de cirugía del hospital será 3,552 lts / día = 3,552 m³ / día

Tabla Nº 4.4 Estimaciones de frecuencia de uso por aparato sanitario

Aparato sanitario	Frecuencia Uso / hora	Uso / día (12 hrs.)
Inodoro	4	48
Lavamanos	8	96
Ducha	1	12
Mingitorio	2	24
Lava pato	2	24
Lavabo quirúrgico		20*
Fregadero de cocina**	75 (Platos de comida /hora)	2.35 lts/plato de comida
Fregadero otros usos	674 (lts/ día)	
Pocetas**	1.5 (lts/m ² de edificios)	
Grifos**	3 (lts/m ² jardines y parqueo)	

* Usos en 24 hrs.

** Su consumo depende de la dimensión del área a la que sirven

Método de Probabilidades de Hunter

Al aplicar este método para la determinación de consumos, se tomó en cuenta las consideraciones recomendadas para su aplicación:

- Se ignoraron las demandas de los fregaderos.
- Las demandas a las salidas de los suministros tales como llaves para manguera y acondicionamiento de aire, a través de los cuales el agua fluye en forma mas o menos

continúa por un lapso considerable se agregaron al flujo probable, en lugar de a la demanda por accesorio.

- El método de Probabilidades de Hunter es empleado para el diseño de tuberías, por lo que en la Normas Peruanas se especifica que: " el método debe ser aplicado a sistemas que tengan un elevado número de aparatos sujetos a uso frecuente, pues para condiciones normales conducirá a diámetros exagerados"

Además se consideró que el consumo obtenido por dicho método, es el consumo máximo horario. Ya que el método se aplica para el diseño de tuberías y nuestro interés es establecer el agua que consumen en los hospitales, se tomó de la Norma Técnica de ANDA :

Consumo máximo horario (Q_{max}) = 1.8 a 2.4 Consumo medio diario (Q_{med})

Tomándose para el caso que:

$$Q_{med} = Q_{max} / 2.4 \quad (Ec. 4.5)$$

El cual, es el consumo del hospital en un día. Para aplicar dicho método se emplearon: la tabla 2.1 y figura 2.1 del Capítulo II.

Es importante aclarar que este método solamente se empleará como parámetro de comparación con los otros consumos que se obtengan, por lo que no será tomado en cuenta al momento de determinar dotaciones, pues como ya se mencionó éste método se emplea para el diseño de tuberías.

4.2.1 Consumos de agua potable del hospital CLIMOSAL

Al observar los consumos de la tabla 4.5 del hospital CLIMOSAL, se puede apreciar que:

El consumo obtenido a través del método de probabilidades de Hunter (249.13 m³/día), es extremadamente alto ya que, las condiciones que presenta el hospital no son las óptimas para la aplicación del método de acuerdo a lo establecido en los criterios para su aplicación. El valor de consumo que sigue al método de Hunter es el obtenido por estimaciones según frecuencia de uso de aparatos sanitarios por día, con un valor de 54.71 m³/día.

Los consumos que más se aproximan al obtenido mediante aforo(9.52 m³/día) son: el de estimaciones de consumo por frecuencia de uso de aparatos sanitarios por persona por día (9.28 m³/día), seguido por el del método de facturaciones (6.6 m³/día).

Tabla Nº 4.5 Consumos obtenidos por los diferentes métodos para el hospital CLIMOSAL

No.	Método empleado	Referencia en anexo	Consumo obtenido (m ³ /día)
1	Aforo		9.52
2	Facturación		6.60
3a	Estimaciones de consumo por frecuencia de uso de aparatos sanitarios por persona por día empleando factor de ocupación de camas (35%)	E-1	9.73
4a	Según dotación asignada por la Norma Técnica de ANDA (600 lts/cama/día) considerando factor de ocupación de camas (35%)		4.80
3b	Estimaciones de consumo por frecuencia de uso de aparatos sanitarios por persona por día considerando 100% de ocupación de camas	E-2	22.87
4b	Según dotación asignada por la Norma Técnica de ANDA (600 lts/cama/día) considerando 100% de ocupación de camas		13.80
5	Estimaciones de consumo por frecuencia de uso de aparatos sanitarios por día	E-3	54.71
6	Probabilidades de Hunter	E-4	249.13

Nota: Tomando como parámetro de comparación 1 para datos en los que se considera el factor de ocupación y 3b para valores que se obtuvieron considerando el 100% de ocupación.

4.2.2 Consumos de agua potable del hospital Pro - Familia

Al observar los consumos obtenidos en el hospital Pro-Familia por los diferentes métodos, se puede apreciar al igual que en el hospital CLIMOSAL, el consumo más alto resulta ser el del método de Hunter con 430.97 m³/día, seguido por el de estimaciones de consumo por frecuencia de uso de aparatos sanitarios por día (148.05 m³/día).

Los consumos por los métodos: de estimaciones frecuencia de uso de aparatos sanitarios por persona por día considerando el factor de ocupación (48.01 m³/día) y el de facturación (61.17 m³/día); son relativamente cercanos al de aforo (56.62 m³/día).

Tabla N° 4.6 Consumos obtenidos por los diferentes métodos para el hospital Pro – familia.

No.	Método empleado	Referencia en anexo	Consumo obtenido (m ³ /día)
1	Aforo		56.62
2	Facturación		61.17
3a	Estimaciones de consumo por frecuencia de uso de aparatos sanitarios por persona por día empleando factor de ocupación de camas (51%)	E-5	51.04
4a	Según dotación asignada por la Norma Técnica de ANDA (600 lts/cama/día) considerando factor de ocupación de camas (51%)		24.00
3b	Estimaciones de consumo por frecuencia de uso de aparatos sanitarios por persona por día considerando 100% de ocupación de camas	E-6	85.43
4b	Según dotación asignada por la Norma Técnica de ANDA (600 lts/cama/día) considerando 100% de ocupación de camas		46.80
5	Estimaciones de consumo por frecuencia de uso de aparatos sanitarios por día	E-7	148.05
6	Probabilidades de Hunter	E-8	430.97

Nota: Tomando como parámetro de comparación 1 para datos en los que se considera el factor de ocupación y 3b para valores que se obtuvieron considerando el 100% de ocupación.

Es importante considerar que el valor del método de aforo se obtuvo de lecturas al medidor de agua por un lapso de 24 horas, en un día tomado al azar; y el de facturaciones del promedio para un período de un año, en donde algunos valores fueron estimados por encontrarse el medidor en mal estado.

4.2.3 Consumos de agua potable del hospital Nacional Zacamil

Al estudiar los consumos de la tabla 4.7 obtenidos en el hospital, es posible observar que: Los consumos más altos son los obtenidos por los métodos de Hunter ($760.04 \text{ m}^3/\text{día}$) y estimaciones de consumo por frecuencia de uso de aparatos sanitarios por día ($417.82 \text{ m}^3/\text{día}$), siendo relativamente cercanos entre sí; ya que los métodos considerando el 100% de ocupación según: frecuencia de uso de aparatos sanitarios por persona por día y dotación asignada por Norma Técnica, oscilan entre $153 \text{ m}^3/\text{día}$ y $255.42 \text{ m}^3/\text{día}$ respectivamente, alejándose de los anteriores.

El consumo más cercano al obtenido mediante aforo ($266.31 \text{ m}^3/\text{día}$), es el de estimaciones frecuencia de uso de aparatos sanitarios por persona por día considerando el factor de ocupación ($211.07 \text{ m}^3/\text{día}$); siguiéndole el de facturaciones ($179.63 \text{ m}^3/\text{día}$). Sin embargo, éste último está más cercano del resultante según dotación asignada por Norma Técnica ($153.00 \text{ m}^3/\text{día}$).

Tabla N° 4.7 Consumos obtenidos por los diferentes métodos para el hospital Nac. Zacamil.

No.	Método empleado	Referencia en anexo	Consumo obtenido (m ³ /día)
1	Aforo		266.31
2	Facturación		179.63
3a	Estimaciones de consumo por frecuencia de uso de aparatos sanitarios por persona por día empleando factor de ocupación de camas (86%)	E-9	225.69
4a	Según dotación asignada por la Norma Técnica de ANDA (600 lts/cama/día), considerando factor de ocupación de camas(86%)		132.00
3b	Estimaciones de consumo por frecuencia de uso de aparatos sanitarios por persona por día considerando 100% de ocupación de camas	E-10	255.42
4b	Según dotación asignada por la Norma Técnica de ANDA (600 lts/cama/día) considerando 100% de ocupación de camas		153.00
5	Estimaciones de consumo por frecuencia de uso de aparatos sanitarios por día	E-11	417.83
6	Probabilidades de Hunter	E-12	760.01

Nota: Tomando como parámetro de comparación 1 para datos en los que se considera el factor de ocupación y 3b para valores que se obtuvieron considerando el 100% de ocupación.

4.2.4 Consumos de agua potable del hospital Nacional de Maternidad

Al observar los valores de consumo de la tabla 4.8 es posible apreciar lo siguiente:

Al igual que en los hospitales anteriores el mayor consumo obtenido fue por el método de Probabilidades de Hunter (796.21 m³/día), seguido por el método de estimaciones de consumo por frecuencia de uso de artefactos sanitarios por día (476.28 m³/día).

El valor que más se acerca al de aforo (346.06 m³/día) es el del método de estimaciones de consumo según frecuencia de uso de artefactos sanitarios por persona por día (344.65 m³/día) y el segundo más cercano es el de facturaciones (287 m³/día). Éste último valor se encuentra en

las mismas condiciones que el del hospital Zacamil, con la diferencia que en este hospital es abastecido a través de 5 acometidas, de las cuales solo un medidor se encuentra registrando lecturas, por lo que la mayor parte de las facturaciones han sido estimadas.

El consumo obtenido según dotación asignada por Norma Técnica considerando tanto el factor de ocupación (162.00 m³/día), como el 100% de ocupación (190.20 m³/día) de camas, son relativamente bajos si se considera que, la cantidad mínima requerida para el consumo del hospital es el valor aforado (valor representativo para el factor de ocupación de camas del hospital)

Tabla N° 4.8 Consumos obtenidos por diferentes métodos para el hospital Nac. de Maternidad.

No.	Método empleado	Referencia en anexo	Consumo obtenido (m ³ /día)
1	Aforo		346.06
2	Facturación		287.00
3a	Estimaciones de consumo por frecuencia de uso de aparatos sanitarios por persona por día empleando factor de ocupación de camas (85%)	E-13	358.27
4a	Según dotación asignada por la Norma Técnica de ANDA (600 lts/cama/día) considerando factor de ocupación de camas (85%)		162.00
3b	Estimaciones de consumo por frecuencia de uso de aparatos sanitarios por persona por día considerando 100% de ocupación de camas	E-14	418.85
4b	Según dotación asignada por la Norma Técnica de ANDA (600 lts/cama/día) considerando 100% de ocupación de camas		190.20
5	Estimaciones de consumo por frecuencia de uso de aparatos sanitarios por día	E-15	476.28
6	Probabilidades de Hunter	E-16 y E17	796.21

Nota: Tomando como parámetro de comparación 1 para datos en los que se considera el factor de ocupación y 3b para valores que se obtuvieron considerando el 100% de ocupación.

4.3 Determinación de dotaciones de agua potable para hospitales

Las dotaciones se calcularon tomando en cuenta los consumos obtenidos (de tablas 4.5 a 4.8), a través de los diferentes métodos empleados:

- Aforos
- Facturaciones
- Estimaciones de consumo por frecuencia de uso de aparatos sanitarios por persona por día
- Estimaciones de consumo por frecuencia de uso de aparatos sanitarios por día

Toda norma de diseño presenta la dotación en lts/cama/día, por ser esta la unidad más representativa para los hospitales. Por tal motivo, los consumos de las tablas antes mencionadas fueron transformados a litros, para luego ser divididos entre el número de camas tomando las consideraciones siguientes:

El número de camas a tomar dependerá del tipo de consumo aplicado en el cálculo, es decir: Para los métodos de aforo y facturaciones se utilizó el factor de ocupación de camas de cada hospital, esto por que los hospitales muy rara vez alcanzan el 100% de ocupación; mientras que para los métodos de probabilidades de Hunter, estimaciones de consumo por frecuencia de uso de artefactos sanitarios por día y el de estimaciones de consumo según frecuencia de uso de artefactos sanitarios por persona por día considerando el 100% de ocupación, se tomó el número total de camas que poseen.

Hospital CLIMOSAL

En la tabla 4.9 se puede apreciar el valor más cercano a 600 lts /cama /día (de Norma) es 825 lts /cama /día, obtenido a través de facturación; prosiguiéndole el método de estimación según personas con 994 lts /cama /día. Las dotaciones para los métodos de: frecuencia de uso de aparatos sanitarios por día es el más alejado respecto al de la norma, pues considera el funcionamiento continuo (por 12 hrs) de todos los artefactos; además, el hospital posee un factor de ocupación del 35% lo cual hace que los métodos obtengan consumos altos y por ende dotaciones elevadas.

Tabla N° 4.9 Dotaciones obtenidas en el Hospital CLIMOSAL

No	Método de determinación de consumo	Consumo (lts)	Número de camas	Dotación (lts/cama/día)
1	Aforo	9,520.00	8	1,190
2	Facturación	6,600.00	8	825
3	Personas (100% de ocupación)	22,870.00	23	994
4	Artefactos sanitarios	54,713.55	23	2,379

Hospital Pro-Familia

En este hospital el valor más cercano al de la norma difiere del método del hospital anterior, pues el que lo determina es según frecuencia de uso de artefactos sanitarios por persona por día con un valor de 1,031 lts /cama /día, los otros métodos andan relativamente cerca de este valor.

Tabla N° 4.10 Dotaciones obtenidas en el hospital Pro – Familia

No	Método de determinación de consumo	Consumo (lts)	Número de camas	Dotación (lts/cama/día)
1	Aforo	56,620.00	40	1,416
2	Facturación	61,170.00	40	1,529
3	Personas (100% de ocupación)	85,430.00	78	1,095
4	Artefactos sanitarios	148,050.26	78	1,898

Hospital Nacional Zacamil

El valor más próximo a 600 lts /cama /día es 817 lts /cama /día obtenido según facturación y el segundo más cercano es según aforo, con un valor de 893 lts /cama /día. Estos últimos no podrían tomarse para diseño, pues el aforo en este hospital se efectuó en un día; por lo que su valor se considera aleatorio y no se tomaron lecturas del medidor para corroborar el dato ya que se encontraba dañado.

Tabla N° 4.11 Dotaciones obtenidas en el hospital Nacional Zacamil

No	Método de determinación de consumo	Consumo (lts)	Número de camas	Dotación (lts/cama/día)
1	Aforo	266,314.00	220	893
2	Facturación	179,630.00	220	817
3	Personas (100% de ocupación)	255,420.00	255	1,002
4	Artefactos sanitarios	417,821.73	255	1,639

Hospital Nacional de Maternidad

El hospital de Maternidad es el mas grande dentro de los hospitales estudiados por ello, el consumo de agua es mucho mayor que los anteriores; aunque, no sobrepasa en cantidad de aparatos sanitarios al hospital Zacamil. Por lo que las dotaciones se encuentran relativamente cercanas entre sí, siendo la menor la de facturación con un valor de 1,063 lts /cama /día, valor que al igual que en el hospital Zacamil no es muy confiable debido a que gran parte de los consumos de facturación fueron estimados.

Tabla N° 4.12 Dotaciones obtenidas en el hospital Nacional de Maternidad

No	Método de determinación de consumo	Consumo (lts)	Número de camas	Dotación (lts/cama/día)
1	Aforo	346,061.00	270	1,282
2	Facturación	287,000.00	270	1,063
3	Personas (100% de ocupación)	418,850.00	317	1,321
4	Artefactos sanitarios	476,279.00	317	1,502

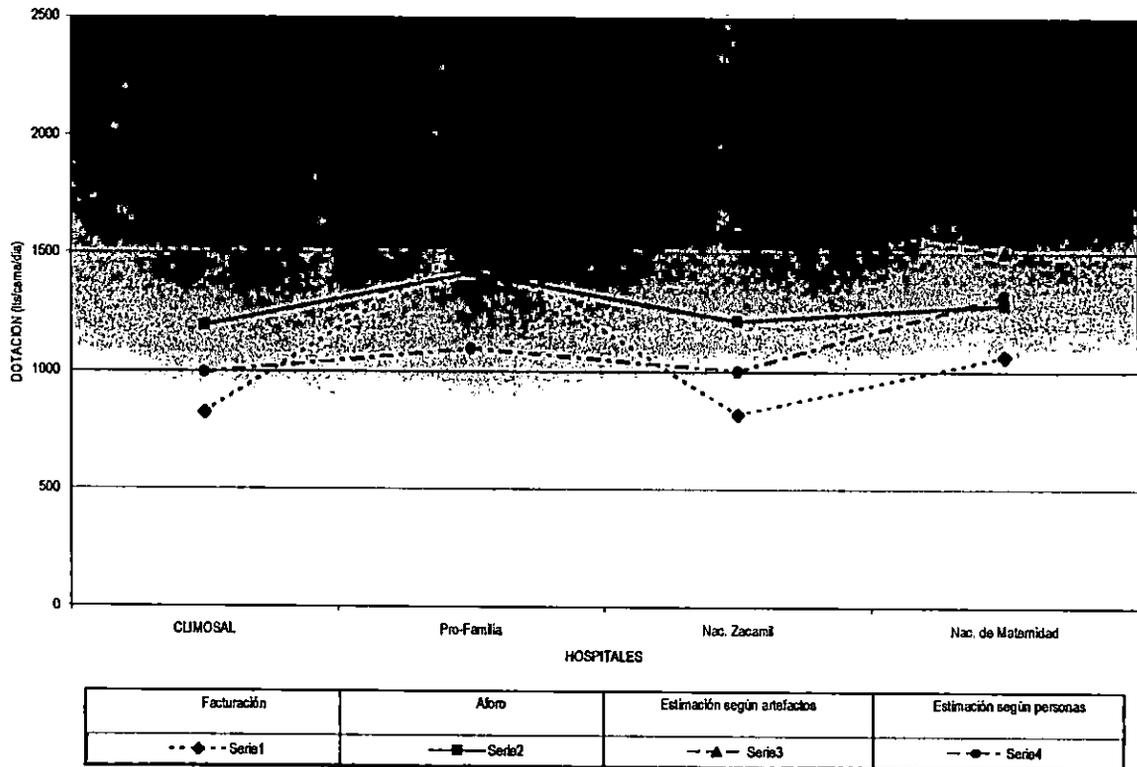
En la tabla 4.13 se detallan las dotaciones de los cuatro hospitales estudiados, en la que se logra observar la tendencia de estas respecto a cada método. En el método de frecuencia de uso de aparatos sanitarios por día, la dotación disminuye considerablemente a medida aumenta el tamaño del hospital, acercándose cada vez mas al de los otros métodos. Pues en el cálculo se consideró que de las 24 horas del día los artefactos sanitarios estaban funcionando solamente 12 horas y en forma simultánea.

Además en la misma se encuentran las dotaciones medias de cada método, siendo la de facturación la que más se acerca a la dotación de la Norma con un valor de 1059 lts /cama /día.

Tabla N° 4.13 Comparación de dotaciones con la establecida por la Norma Técnica de ANDA

Hospital	Número de camas		Dotación según método de determinación de consumo				Dotación asignada por ANDA
	Factor	100%	Facturación	Aforo	Est. según num de artefac. sanitarios	Est. según pers. con un 100% de ocupación	
CLIMOSAL	8	23	825	1190	2379	994	600
Pro-Familia	40	78	1529	1416	1898	1095	600
Nacional Zacamil	220	255	817	1211	1639	1002	600
Nacional de Maternidad	270	317	1063	1282	1502	1321	600
Promedio			1059	1275	1855	1103	600

GRAFICO 4.1 VARIACIÓN DE DOTACIONES DE LOS HOSPITALES POR MÉTODO



La confiabilidad de las dotaciones medias encontradas, se puede determinar aplicando una fórmula estadística denominada coeficiente de variación o dispersión; esta se representa de la siguiente manera:

$$C = \sigma / X * 100 \quad (\text{Ec. 4.6})$$

$$\sigma = \left(\frac{\sum(x-X)^2}{n} \right)^{1/2} \quad (\text{Ec. 4.7})$$

Donde: σ : Varianza

C : Coeficiente de variación

x : Datos en estudio

X : La media aritmética de todos los datos

n : Número de datos

De acuerdo a los resultados del coeficiente de variación, se establece lo siguiente:

- De 0 a menos de 10% media altamente representativa
- De 10 a menos de 20% media bastante representativa
- De 20 a menos de 30% media poco representativa
- De 30 a menos de 40% media representativa dudosa
- De 40% a mas media carente de significación

El ejemplo de aplicación (ver tabulación de datos en la tabla 4.14), para el método de facturaciones es el siguiente:

Tabla N° 4. 14 Tabulación de datos para el cálculo del coeficiente de variación.

Hospital	Datos (x)	Media Aritm. (X)	(x - X) ²
CLIMOSAL	825	1059	54,756
Pro - Familia	1529	1059	220,900
Nac. Zacamil	817	1059	58,564
Nac. de Maternidad	1063	1059	16
Total			334,236

De ecuaciones 4.7 y 4.6 tenemos:

$$\sigma = \left(\frac{\sum(x-X)^2}{n} \right)^{1/2} = \left(\frac{334,236}{4} \right)^{1/2} = 289.07$$

$$C = \sigma / X * 100 = (289.07 / 1059) * 100 = 27.3 \%$$

De ésta manera se calcularon las variaciones para los demás métodos (ver tabla N° 4.15), de lo cual resultó que las medias aritméticas son representativas,

Tabla N° 4.15 Coeficiente de dispersión obtenido para los diferentes métodos

Método	Facturación	Aforo	Según número de artefactos	Según personas
Coeficiente de dispersión	27.30*	7.69	18.03	11.97

* media poco representativa

Como es necesario elegir un valor de dotación capaz de cubrir la demanda de agua, que a la vez sirva para estimar volúmenes de aguas residuales por hospital y contribuir en el diseño de plantas de tratamiento para estudios futuros, se promediaron las dotaciones de lo que resultó 1,323 lts/cama/día. Aplicándole la ecuación 4.5, el valor promedio de dotación resultó con 24.0 %, interpretándose como: **media poco representativa**.

Por lo anterior se optó promediar aquellas dotaciones cercanas entre sí, eliminando la dotación dada según número de artefactos sanitarios por día que tiene un valor de 1,855 lt/cama/día. De ello resulto un promedio de dotación de 1,146 lt/cama/día, valor al que también se le aplicó la ecuación 5, obteniendo una media altamente representativa con 8.16%.

Antes de tomar la decisión acerca de cual es el valor de dotación acorde a la realidad de los centros hospitalarios del AMSS, se realizó una comparación de las dotaciones obtenidas y las sugeridas por algunos autores. En la tabla N° 4.16 se presentan las dotaciones sugeridas.

Tabla N°. 4.16 Dotaciones de agua en hospitales según algunos autores

Autor (texto)	Dotación (lt. /cama/ día)
GTZ (Manual de Disposición de Aguas Residuales)	250 – 600
Armando Cubillos Z. (Operación de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable).	550 – 950
Metcalf & Eddy (Ingeniería de Aguas Residuales: Tratamiento, vertido y su reutilización)	490 – 1,000
Harold E. Babbitt (Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Residuales)	437 – 1,225
GTZ (Manual de Disposición de Aguas Residuales). Valor asignado a Centros médicos	Hasta 1500

Por tanto, de acuerdo al análisis realizado y dotaciones sugeridas por algunos autores para centros hospitalarios (ver tabla N° 4.16), se consideró que :

La dotación de agua para los hospitales del AMSS debe ser de 1,150 lts/cama/día

4.4 Tipificación de consumos del agua potable

Tiene por finalidad determinar las cantidades de agua empleadas en los diferentes usos, según el número de artefactos sanitarios en cada área o servicio, agrupando aquellas que le den similar uso al agua (información extraída de las tablas del anexo E) y de esta manera obtener porcentajes de aguas utilizadas que a su vez servirán posteriormente para estimar los volúmenes de aguas residuales.

Los porcentajes se calcularon de la siguiente manera:

$$\% = \frac{\text{Total de agua utilizada por servicio}}{\text{Total de agua consumida en todo el hospital}} \quad (\text{Ec. 4.7})$$

Hospital CLIMOSAL

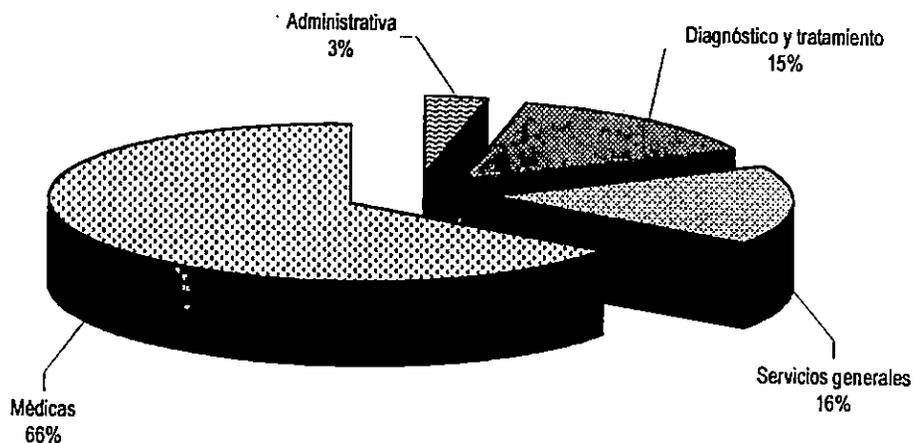
En la tabla 4.17 podemos observar que en este hospital el área médica, es la que posee el mayor consumo de agua con un 56.56% del total de agua utilizada. De la cual, el servicio de hospitalización toma la mayor parte (45.09%), es decir 24,672 lts.. Esto se puede apreciar en el grafico 4.2.

Tabla N° 4.17 Tipificación de consumos hospital CLIMOSAL.

Área	Servicios	Consumos totales (lts)	Porcentajes
Administrativa	Oficinas administrativas	1776	3.24
	Sub total	1776	3.24
Diagnóstico y tratamiento	Farmacia	2646	4.84
	Rayos x	1776	3.25
	Laboratorio	1734	3.17
	Ultrasonografía	1776	3.25
	Sub total	7932	14.51
Servicios Generales	Estación de enfermeras	2838	5.19
	Lavandería	3889.55	7.11
	Jardines y parqueo (350 m ²)	700	1.28
	Cuarto séptico (1000 m ²)	1500	2.74
	Sub total	8927.55	16.32
Médica	Hospitalización	22896	41.85
	Emergencia	1776	3.25
	Clínicas privadas	9504	17.37
	Enfermería y nursería	912	1.67
	Quirófanos	990	1.81
	Sub total	36078	65.94
Total		54713.55	100

Consumos totales del anexo E-3

GRAFICO 4.2 TIPIFICACIÓN DE CONSUMOS DE AGUA POTABLE EN EL HOSPITAL CLIMOSAL



Hospital pro - Familia

En este hospital los tres servicios de mayor consumo (ver tabla 4.18) de agua potable son:

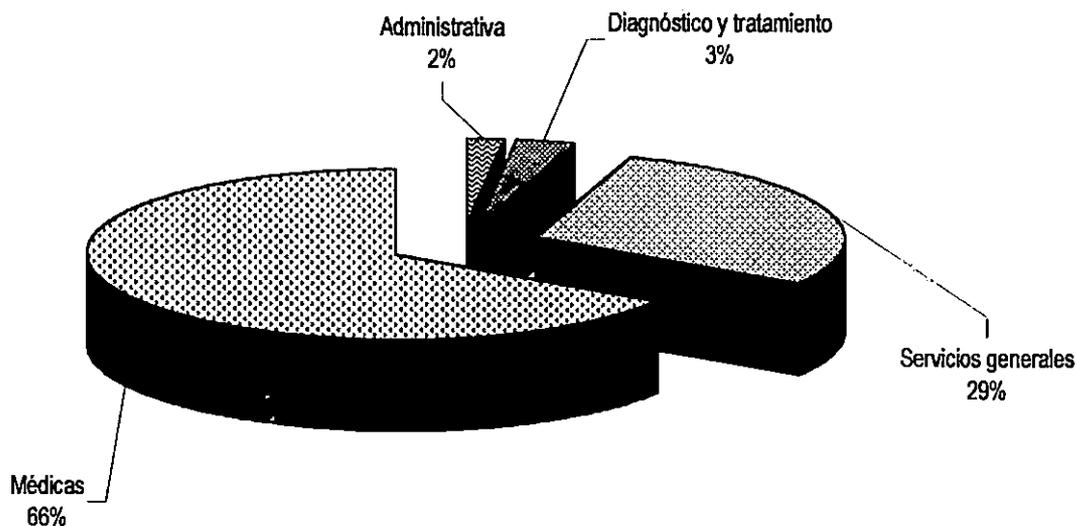
Hospitalización con un valor de 74,592 lts, el segundo clínicas con 13,684 y el último, limpieza con 9,007.5 lts; al igual que el hospital CLIMOSAL el área médica posee el mayor porcentaje (66.09%) del total de consumo.

Tabla N° 4.18 Tipificación de consumos hospital Pro-Familia.

Área	Servicios	Consumos totales (lts)	Porcentajes
Administrativa	Oficinas administrativas	2976	2.01
	Sub total	2976	2.01
Diagnóstico y tratamiento	Laboratorio clínico	3078	2.08
	Rayos x	1248	0.84
	Sub total	4326	2.92
Servicios generales	Biblioteca	3888	2.63
	Auditorium	2832	1.91
	Central de equipos	2214	1.50
	Cocina	1542	1.04
	Estación de enfermeras	8496	5.74
	Residencia de médicos	1920	1.30
	Jardines y parqueo (1345 m ²)	2690	1.82
	Mantenimiento	1776	1.20
	Limpieza (6005 m ²)	9007.5	6.08
	Lavandería	8526.76	5.76
	Sub total	42892.26	28.98
Médica	Quirófanos	2328	1.57
	Sala de partos	240	0.16
	Emergencias	2304	1.56
	Preparación de fórmulas	3844	2.60
	Recuperación	864	0.58
	Clínica	13684	9.24
	Hospitalización	74592	50.38
	Sub total	97856	66.09
Total		148050.26	100

Consumos totales del anexo E-7

GRAFICO 4.3 TIPIFICACIÓN DE CONSUMOS DE AGUA POTABLE EN EL HOSPITAL PRO-FAMILIA



Hospital Nacional Zacamil

En el hospital Zacamil el servicio de hospitalización se encuentra dividido en 5 partes, que se pueden identificar en el área médica de la tabla 4.19, de ellas la que tiene mayor consumo es Hospitalización gineco – obstetricia con 36,708 (8.79%).

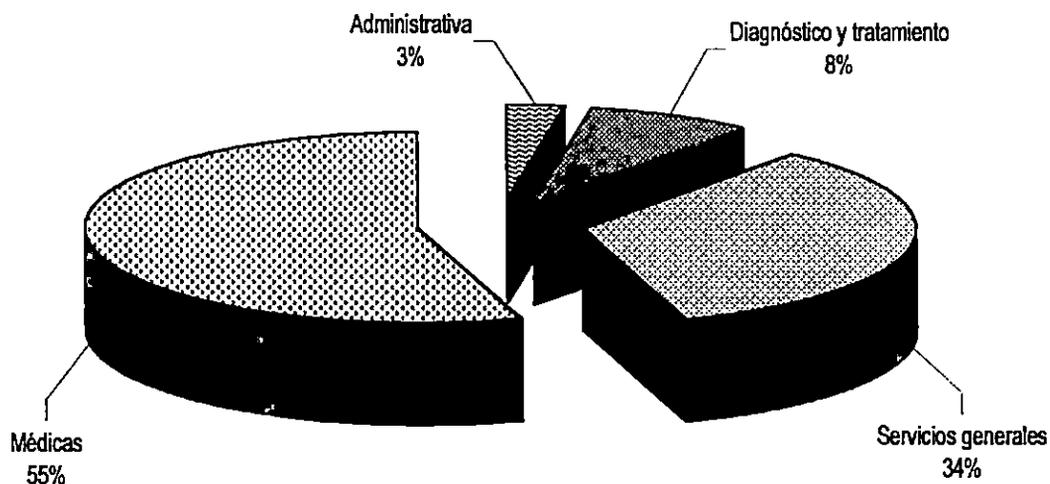
Dentro de los servicios generales se encuentra lavandería con 76,382 lts (18.28%) siendo este el mayor gasto encontrado dentro de los servicios del hospital. En el grafico 4.4 se puede observar las áreas de mayor consumo.

Tabla N° 4.19 Tipificación de consumos hospital Nacional Zacamil.

Área	Servicios	Consumos totales (lts)	Porcentajes
Administrativa	Oficinas administrativas	11238	2.69
	Sub total	11238	2.69
Diagnóstico y tratamiento	Cafetería y laboratorio	9444	2.26
	Terapia física	19950	4.77
	Morgue	4572	1.09
	Sub total	33966	8.13
Servicios generales	Lavandería	76382	18.28
	Cocina	1740	0.42
	Bodegas, talleres y vigilancia	11616	2.78
	Residencia de médicos	11760	2.81
	Limpieza (1979.15 m ²)	17968.73	4.30
	Jardines y parqueo (11396.5 m ²)	22973	5.50
	Sub total	142439.73	34.09
Médica	Hospitalización médica general	34344	8.22
	Hospitalización pediatría	31626	7.57
	Hospitalización cirugía	33528	8.02
	Hospitalización gineco-obstetricia	36708	8.79
	Cirugía ambulatoria y diagnostico	17748	4.25
	Centro de partos	14166	3.39
	Emergencia	18426	4.41
	Consulta externa	22110	5.29
	Hospitalización ortopedia	4422	1.06
	Quirófanos	17100	4.09
	Sub total	230178	55.09
Total		417821.73	100

Consumos totales del anexo E-11

GRAFICO 4.4 TIPIFICACIÓN DE CONSUMOS DE AGUA POTABLE EN EL HOSPITAL NACIONAL ZACAMIL



Hospital Nacional de Maternidad

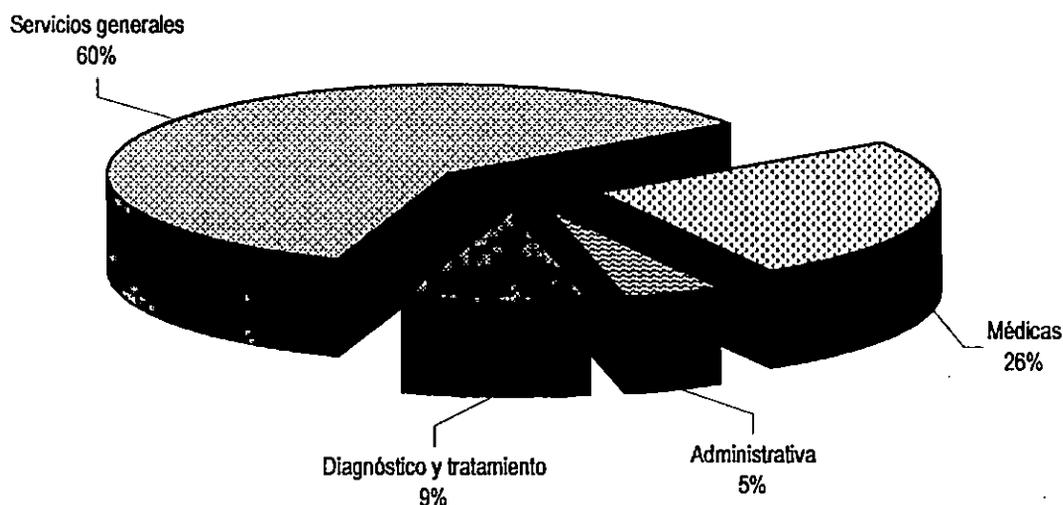
En el hospital de maternidad, el área que más agua consume es la de servicios generales con el 60.15% (286,483 lts) respecto al total, esto se puede apreciar en el gráfico 4.5. Sin embargo, dentro de los servicios que ésta posee, lavandería se lleva el porcentaje mas alto con 41.10% (195762 lts). Esto se puede apreciar en la tabla 4.20

Tabla Nº 4.20 Tipificación de consumos hospital Nacional de Maternidad

Área	Servicios	Consumos Totales (lts)	Porcentajes
Administrativa	Oficinas administrativas	22080	4.64
	Sub total	22080	4.64
Diagnóstico y Tratamiento	Bco. de sangre, Lab. clínico y bacteriología	4908	1.03
	Farmacia y fórmulas	2694	0.57
	Ultrasonografía	2976	0.62
	Radiología	1734	0.36
	Morque y anatomía patológica	5710	1.20
	Colposcopia	11520	2.42
	Planificación familiar e infertilidad	13440	2.82
	Sub total	42982	9.02
Servicios generales	Auditorio	16038	3.37
	Cocina y cafetería	37248	7.82
	Lavandería	195762	41.10
	Mantenimiento	7200	1.51
	Médicos residentes	15264	3.20
	Áreas perimetrales (2630 m2)	5260	1.10
	Limpieza (4472.3 m2)	9711	2.04
	Sub total	286483	60.15
Médica	Aislamiento, alto riesgo y almacén	21258	4.46
	Consulta externa	18240	3.83
	Anestesiología	1776	0.37
	Arsenal, sala de operación y partos	26742	5.61
	Cirugía ginecológica y obstétrica	14202	2.98
	Emergencias	7926	1.66
	Lactario	384	0.08
	Neonatología	7026	1.48
	Oncología	9708	2.04
	Puerperio	17472	3.67
Sub total	124734	26.19	
Totales			

Consumos totales del anexo E-15

GRAFICO 4.5 TIPIFICACIÓN DE CONSUMOS DE AGUA POTABLE EN EL HOSPITAL NACIONAL DE MATERNIDAD



4.5 Estimación de volúmenes de aguas residuales

La estimación de volúmenes de aguas residuales se llevó a cabo considerando el criterio establecido en el capítulo II (el agua residual es el 80% del volumen de agua potable consumida)

Para esto fue necesario tomar los porcentajes obtenidos de las tablas 4.17 a 4.20 de la tipificación de consumos y el consumo obtenido a través del aforo, para obtener volúmenes de aguas residuales promedios reales. Es importante aclarar que el valor aforado de cada hospital se obtuvo de acuerdo al factor de ocupación de los mismos, por lo que los volúmenes de aguas residuales variarían si el hospital llega a trabajar a su máxima capacidad.

El cálculo se realizó de la siguiente manera:

- Primeramente con el volumen de aforo y los porcentajes se encontró el total de agua consumida en cada servicio.
- Luego a cada consumo obtenido anteriormente se le aplicó el 80% .

Hospital CLIMOSAL

Debido a la relación existente entre el agua consumida y el agua residual, las áreas de mayor descarga serán iguales a las de consumo de agua potable encontradas en el ítem anterior.

Para el caso en la tabla 4.21 se puede observar que en el hospital las mayores descargas las tiene hospitalización (3,187.30) , clínicas (1,322.90) y lavandería (541.50)

Tabla N° 4.21 Estimación de volúmenes de aguas residuales en hospital CLIMOSAL, según aforo de agua potable (9,520 lts/día)

Área	Servicios	Porcentajes	Consumo según aforo (lts/día)	Volumen de aguas residuales
Administrativa	Administración	3.24	308.45	246.76
	Sub total	3.24	308.45	246.76
Diagnóstico y Tratamiento	Farmacia	4.84	460.77	368.61
	Rayos x	3.25	309.40	247.52
	Laboratorio	3.17	301.78	241.43
	Ultrasonografía	3.25	309.40	247.52
	Sub total	14.50	1,380.40	1,104.32
Servicios Generales	Estación de enfermeras	5.19	494.09	395.27
	Lavandería	7.11	676.87	541.50
	Jardines y parqueo (350 m ²)	1.28	121.86	97.48
	Limpieza (1000 m ²)	2.74	260.85	208.68
	Sub total	16.32	1,553.66	1,242.93
Médica	Hospitalización	41.85	3984.12	3187.30
	Emergencia	3.25	309.40	247.52
	Clínicas privadas	17.37	1653.62	1322.90
	Enfermería y nursería	1.67	158.98	127.19
	Quirófanos	1.81	172.31	137.85
	Sub total	65.94	6,277.49	5,021.99
Total		100	9,520.00	7,616.00

Consumo según aforo = Consumo total aforado * Porcentaje según tipificación/100

Vol. de agua residual = Consumo según aforo * 0.8

Hospital Pro - Familia

Al observar en la tabla 4.22 los servicios que tiene mayores volúmenes de aguas residuales son: hospitalización (22,821.43 lts), clínicas (4,186.62 lts), y limpieza (2,755.75 lts)

Tabla N° 4.22 Estimación de volúmenes de aguas residuales en hospital Pro - Familia, según aforo de agua potable (56620 lts/día)

Área	Servicios	Porcentajes	Consumo según aforo (lts/día)	Volumen de aguas residuales
Administrativa	Oficinas administrativas	2.01	1138.13	910.51
	Sub total	2.01	1,138.13	910.51
Diagnóstico y tratamiento	Laboratorio clínico	2.08	1177.14	941.71
	Rayos x	0.84	477.28	381.83
	Sub total	2.92	1,654.43	1,323.54
Servicios Generales	Biblioteca	2.63	1486.92	1189.53
	Auditorium	1.91	1083.06	866.45
	Central de equipos	1.50	846.72	677.37
	Cocina	1.04	589.72	471.78
	Estación de enfermeras	5.74	3249.19	2599.35
	Residencia de médicos	1.30	734.28	587.42
	Jardines y parqueo (1345 m ²)	1.82	1028.76	823.01
	Mantenimiento	1.20	679.21	543.37
	Limpieza (6005 m ²)	6.08	3444.81	2755.85
	Lavandería	5.76	3260.95	2608.76
	Sub total	28.97	16,403.62	13,122.89
Médica	Quirófanos	1.57	890.31	712.25
	Sala de partos	0.16	91.79	73.43
	Emergencias	1.56	881.14	704.91
	Preparación de fórmulas	2.60	1470.09	1176.07
	Recuperación	0.58	330.43	264.34
	Clínica	9.24	5233.28	4186.62
	Hospitalización	50.38	28526.79	22821.43
	Sub total	66.10	37,425.82	29,940.66
Total		100	56,620.00	45,296.00

Consumo según aforo = Consumo total aforado * Porcentaje según tipificación/100

Vol. de agua residual = Consumo según aforo * 0.8

Hospital Nacional Zacamil

Como ya se mencionó anteriormente las áreas y servicios de mayor volumen de agua residual son las mismas encontradas en la tipificación de usos, es decir, lavandería (38,945.76 lts), hospitalización gineco – obstetricia (18,727.20 lts) y hospitalización médica general (17,512.81 lts) como se muestra en la tabla 4.23.

Tabla N° 4.23 Estimación de volúmenes de aguas residuales en hospital Nacional Zacamil, según aforo de agua potable (266314 lts/día)

Área	Servicios	Porcentajes	Consumo según aforo (lts/día)	Volumen de aguas residuales
Administrativa	Administración	2.70	7190.48	5752.38
	Sub total	2.70	7,190.48	5,752.38
Diagnóstico y tratamiento	Cafetería y laboratorio	2.26	6019.48	4815.58
	Terapia física	4.77	12715.86	10172.69
	Morgue	1.09	2914.13	2331.31
	Sub total	8.12	21,624.70	17,299.76
Servicios Generales	Lavandería	18.28	48684.87	38947.89
	Cocina	0.42	1109.05	887.24
	Bodegas, talleres y vigilancia	2.78	7403.88	5923.11
	Residencia de médicos	2.81	7495.67	5996.53
	Limpieza (1979.15 m ²)	4.30	11453.03	9162.42
	Jardines y parqueo (11396.5 m ²)	5.50	14642.68	11714.15
	Sub total	34.09	90,786.44	72,629.15
Médica	Hospitalización médica general	8.22	21890.41	17512.33
	Hospitalización pediatría	7.57	20157.99	16126.39
	Hospitalización cirugía	8.02	21370.30	17096.24
	Hospitalización gineco-obstetricia	8.79	23397.19	18717.75
	Cirugía ambulatoria y diagnóstico	4.25	11312.34	9049.87
	Centro de partos	3.39	9029.22	7223.38
	Emergencia	4.41	11744.49	9395.59
	Consulta externa y administración	5.29	14088.01	11270.41
	Hospitalización ortopedia	1.06	2818.52	2254.82
	Quirófanos	4.09	10899.31	8719.45
	Sub total	55.09	146,712.38	117,369.91
Total		100	266,314.00	213,051.20

Consumo según aforo = Consumo total aforado * Porcentaje según tipificación/100
 Vol. de agua residual = Consumo según aforo * 0.8

Hospital Nacional de Maternidad

Los servicios que mayor volumen de agua residual descargan en el hospital de maternidad se pueden observar en la tabla 4.24. Entre ellos están lavandería (104,200.35 lts), cocina y cafetería (19,826.39 lts)

Tabla N° 4.24 Estimación de volúmenes de aguas residuales en hospital Nacional de Maternidad según aforo de agua potable (346060 lts/día)

Área	Servicios	Porcentajes	Consumo según aforo (lts/día)	Volumen de aguas residuales
Administrativa	Oficinas administrativas	4.64	16057.18	12845.75
	Sub total	4.64	16,057.18	12,845.75
Diagnóstico y tratamiento	Bco. de sangre, Lab. clínico y bacteriología	1.03	3564.42	2851.53
	Farmacia y fórmulas	0.57	1972.54	1578.03
	Ultrasonografía	0.62	2145.57	1716.46
	Radiología	0.36	1245.82	996.65
	Morgue y anatomía patológica	1.20	4152.72	3322.18
	Colposcopia	2.42	8374.65	6699.72
	Planificación familiar e infertilidad	2.82	9758.89	7807.11
	Sub total	9.02	31,214.61	24,971.69
Servicios Generales	Auditorium	3.37	11662.22	9329.78
	Cocina y cafetería	7.82	27061.89	21649.51
	Lavandería	41.10	142230.66	113784.53
	Mantenimiento	1.51	5225.51	4180.40
	Médicos residentes	3.20	11073.92	8859.14
	Áreas perimetrales (2630 m ²)	1.10	3806.66	3045.33
	Limpieza (4472.3 m ²)	2.04	7059.62	5647.70
	Sub total	60.15	208,155.09	166,524.07
Médica	Consulta externa	3.83	13254.10	10603.28
	Aislamiento, alto riesgo y almacén	4.46	15434.28	12347.42
	Anestesiología	0.37	1280.42	1024.34
	Arsenal, sala de operación y partos	5.61	19413.97	15531.17
	Cirugía ginecológica y obstétrica	2.98	10312.59	8250.07
	Emergencias	1.66	5744.60	4595.68
	Lactario	0.08	276.85	221.48
	Neonatología	1.48	5121.69	4097.35
	Oncología	2.04	7059.62	5647.70
	Puerperio	3.67	12700.40	10160.32
	Sub total	26.19	90,633.11	72,506.49
Total	100	346,060.00	276,848.00	

Consumo según aforo = Consumo total aforado * Porcentaje según tipificación/100

Vol. de agua residual = Consumo según aforo * 0.8

4.6 Volúmenes de aguas residuales que son contaminadas bacteriológica y químicamente en los centros hospitalarios estudiados.

Debido a la naturaleza que poseen los centros hospitalarios, es importante considerar que así como consumen agua, generan una gran cantidad de residuos líquidos que contienen: orina, heces fecales, líquidos biológicos, sangre, plasma, suero, papel, soluciones o compuestos químicos entre otros, y son arrojados al sistema de drenaje incorporándose a las aguas residuales de las instalaciones y posteriormente a la red del alcantarillado público.

Por lo que se consideró conveniente, tomar la información de los cuadros 3.8, 3.10, 3.12, 3.14 del capítulo III y de las tablas 4.21 a 4.24, para identificar aquellas áreas o servicios que más frecuentemente utilizan sustancias o compuestos que son descargados al alcantarillado público.

En las tablas 4.25 a la 4.28, se detalla para cada hospital: las sustancias o compuestos que emplean, los porcentajes respecto al volumen total de agua residual y la estimación de los volúmenes de aguas residuales que posiblemente poseen mayor grado de contaminación.

Hospital CLIMOSAL

De acuerdo a lo que se observa en la tabla 4.25 el volumen de aguas residuales con mayor grado de contaminación es 13.56% del total de aguas residuales, tal porcentaje resulta bajo, si se considera que el total de agua residual del hospital es 7,617.5 litros por día.

Tabla N° 4.25 Volumen de aguas contaminadas del Hospital CLIMOSAL

Lugar donde son empleados	Químicos utilizados	Porcentajes (%)	Cantidad de A.R. (lts / día)
Lavandería	Detergente industrial, lejía	7.11	541.50
Rayos X	Fijadores (reciclables), reveladores	3.25	247.52
Laboratorio	Lejía, medios de cultivo	3.17	241.43
	Total		1,030.45

Hospital Pro - Familia

Si observamos los resultados de la tabla 4.26, en este hospital al igual que el anterior el porcentaje de aguas residuales contaminadas resulta bajo siendo de 8.68% del total de aguas residuales, a pesar que la afluencia de personas al centro así como el porcentaje de ocupación es mayor.

Tabla N° 4.26 Volumen de aguas contaminadas del Hospital Pro - Familia

Lugar donde son empleados	Químicos utilizados	Porcentajes	Cantidad de A.R. (lts / día)
Lavandería	Detergente(hipoclorito de sodio, cloro orgánico)	5.76	2,608.76
Laboratorio	Medios de cultivo, químicos reactivos y sangre	2.08	941.17
Rayos x	Sales de plata	0.84	381.83
	Total		3,931.76

Hospital Nacional Zacamil

De los resultados presentados en la tabla 4.27 nos podemos dar cuenta que en este hospital utilizan una variedad de químicos, especialmente en el área de patología.

La cantidad de aguas residuales contaminadas resulta ser el 22.05% del valor total, en donde, más del 80% de estas aguas contaminadas son utilizadas en el área de lavandería.

Tabla N° 4.27 Volumen de aguas contaminadas del Hospital Nacional Zacamil

Lugar donde son empleados	Químicos utilizados	Porcentajes (%)	Cantidad de A.R. (lts / día)
Lavandería	Detergentes (hipoclorito de sodio, cloro orgánico)	18.28	38,945.76
Patología (morgue)	Metanol, alcohol etílico, formaldehído, EA-50, ácido cítrico, ácido nítrico, ácido píttrico, hematoxilina y otros.	1.09	2,322.26
Laboratorio	Medios de cultivo, químicos reactivos y sangre mezclada con lejía	2.26	4,814.96 (este valor incluye cafetería y rayos x)
Cocina	Detergentes, grasas y aceites	0.42	894.82
		Total	46,977.80

Hospital Nacional de Maternidad

En la tabla 4.28 se presentan los resultados para este hospital en donde al igual que el hospital Zacamil utilizan una gran variedad de químicos en el área de anatomía patológica.

El volumen de aguas residuales es 43.33% del volumen total, sin embargo, este valor se incrementa porque la mayor parte de este resulta del área de lavandería y en este hospital dado su especialidad consumen mayores cantidades de aguas en el lavado de ropa.

Tabla N° 4.28 Volumen de aguas contaminadas del Hospital Nacional de Maternidad

Lugar donde son empleados	Químicos utilizados	Porcentajes (%)	Cantidad de A.R. (lts / día)
Lavandería	Detergentes y blanqueadores	41.10	113,784.53
Anatomía patológica	Xilol, alcohol al 99.7%, ácido acético glacial, formaldehído, papanicolau EA-50, ácido clorhídrico, hematoxilina y otros	1.20	3,322.18
Laboratorio	Metanol, lejía, detergente, ácido sulfúrico al 1%, químicos reactivos, medios de cultivo, solución salina y sangre mezclada con lejía	1.03	2,851.53
		Total	119,958.24

PARTE II

INTRODUCCIÓN

En la actualidad muchas de las fuentes de agua potable se ven amenazadas por factores que afectan las propiedades físicas, químicas y bacteriológicas del agua, provocando contaminación y en algunos casos la muerte de ríos, lagos, mantos acuíferos y océanos. Razón por la cual es necesario tomar conciencia y disponer del agua en forma adecuada, previendo en un futuro, la escasez a la que estamos llegando.

Aun cuando son las instituciones de salud las encargadas de velar por la salud de las personas, muchas veces no prestan atención adecuada a la vigilancia de las condiciones sanitarias del suministro de agua potable y a la corresponsabilidad que tienen como potenciales contaminadores de las fuentes de líquidos y del medio ambiente. Por lo que es necesario hacer conciencia a la población, especialmente a los centros hospitalarios de la problemática que pueden generar, si los desechos que descargan al alcantarillado no reciben un tratamiento previo.

Un mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas de agua potable y aguas residuales, el cual consiste en un monitoreo periódico de todos los elementos hidráulicos que forman parte de la instalación. Ayudará a evitar fugas, pérdidas, deterioro de tuberías y accesorios en las instalaciones hidráulicas.

Por tal razón se presenta la siguiente guía, que da a conocer tópicos importantes, para mantener en buenas condiciones el sistema hidráulico en general.

1.0 PROPÓSITOS Y USOS DE LA GUÍA

La guía para la operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable y aguas residuales intrahospitalarias, contempla solamente aquellos aspectos relacionados con el campo de la ingeniería civil y establece los elementos que permitirán a los encargados de mantenimiento de los sistemas hidráulicos en hospitales, alcanzar los siguientes propósitos:

- Conocer causas y efectos de los problemas, de abastecimiento de agua y de drenaje de aguas residuales
- Identificar las zonas de atención prioritaria en el sistema de abastecimiento de agua potable y drenaje de aguas residuales
- Contar con procedimientos de operación y mantenimiento de artefactos sanitarios.
- Dar lineamientos para realizar la planificación de las tareas del personal del departamento de mantenimiento y la adecuada utilización de los recursos a emplear en la operación y mantenimiento de los sistemas.

2.0 IMPORTANCIA DEL USO Y MANEJO DEL AGUA POTABLE EN LAS UNIDADES HOSPITALARIAS

En las diferentes áreas de los hospitales (administrativa, diagnóstico y tratamiento, hospitalización y médica) son muchos y variados los usos que se le da el agua potable, tales como: preparación de alimentos, lavado de instrumental médico y equipos de laboratorio, aseo personal de paciente, etc. Por lo que se debe vigilar la potabilidad del agua ya que el hecho que llegue potable a los tanques y cisternas de distribución y almacenamiento no implica que permanezca en esas condiciones dentro de los mismos.



ES IMPORTANTE: Realizar pruebas periódicas (preferiblemente cada tres meses), de la calidad del agua de los tanques y cisternas de suministro y almacenamiento de agua potable.

Es conveniente vigilar la calidad física química y bacteriológica del agua, debido a los efectos que pueden tener estas propiedades, sobre: la salud humana, los materiales de los cuales están hechos los sistemas de distribución, así como el de los artefactos e instrumentos que la emplean en éstos centros.

2.1 Requisitos del suministro de agua potable

Para que el suministro de agua en el hospital sea eficiente se deben tener en cuenta los siguientes requisitos:

Generales

- Los sistemas de suministro de agua potable de los hospitales deben abastecer en forma ininterrumpida a los artefactos sanitarios, así como, a aquellos aparatos que estén conectados al sistema de distribución.
- Dar mantenimiento al sistema para prevenir el desperdicio de agua.
- La calidad y cantidad, debe ser tal que los accesorios y equipos funcionen eficientemente; además contar con las presiones adecuadas, para que funcionen satisfactoriamente sin ruido excesivo bajo condiciones normales de uso.

Calidad



- El agua potable debe cumplir con las normas de calidad fisico-químicas y bacteriológicas establecidas en la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:97.
Los parámetros de calidad del agua, más importantes encontrados dentro de la norma los podemos apreciar en la tabla N° 1.

Presión



- Es conveniente que la presión en los tubos de suministro este limitada a no más de 70 PSI, lo que es posible con la instalación apropiada de válvulas reductoras de presión tal como en tuberías de ramal de agua, que suministran el líquido en un solo piso o en una zona en particular del sistema del hospital.

Tabla No. 1 Parámetros de calidad del agua potable

CARACTERÍSTICA O PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE	OBSERVACIONES
Cloro residual	mg/lit	1.0	0.5 (VR)
Coliformes totales	UFC / 100ml NMP / 100ml	0 menor de 1.1	Técnica de la membrana filtrante Técnica de tubos múltiples
Conteo de bacterias heterotróficas, aerobias y mesófilas	UFC / ml	100	Técnica de la membrana filtrante
Organismos patógenos		Ausencia	
Color verdadero	mg/l (Pt-Co)	15	
Conductividad	µmhos / cm a 25 °C	1600	500 (VR)
Olor	No. de umbral de olor	No rechazable	
PH			6.0-8.5 (VR)
Sólidos totales disueltos	mg/l	600	300 (VR)
Temperatura	°C	No rechazable	18-30 (VR)
Turbidez	UNT	5	1 (VR)
Sustancias químicas			
Antimonio	mg/l	0.005	
Arsénico*	mg/l	0.01	
Aluminio*	mg/l	0.01	
Alcalinidad total	mg/l	250.00	30.00 (VR)
Bario*	mg/l	0.20	
Berilio	mg/l		
Cadmio*	mg/l	0.003	
Cloruro	mg/l	250.00	25.00 (VR)
Cromo*	mg/l	0.05	
Cobre	mg/l	1.00	0.10 (VR)
Dureza total como (CaCO ₃)	mg/l	400	100 (VR)
Fluoruros	mg/l	1.50	
Hierro	mg/l	0.30	0.05 (VR)
Plata	mg/l	0.10	
Plomo*	mg/l	0.01	
Manganeso	mg/l	0.05	0.02 (VR)
Nitrato + nitrito (N)*	mg/l	10.0	
Selenio*	mg/l	0.01	
Sodio	mg/l	150.00	25.00 (VR)
Sulfatos	mg/l	25.00	250.00 (VR)
Zinc*	mg/l	5.00	

Fuente: Norma Salvadoreña NSO 13.07.01:97

VR : Valor recomendado

* Sustancias químicas de alto riesgo a la salud humana.

- Cuando existan presiones mayores de 70 PSI y llaves o válvulas de cierre automático, deberán proveerse cámaras de aire o artificios mecánicos para prevenir riesgos de presión, ariete hidráulico y ruidos objetables.

- La presión mínima disponible en todas las salidas deberá oscilar alrededor de:
 - ▶ 8 PSI para los accesorios
 - ▶ 25 PSI para inodoros y mingitorios de fluxómetro.
- Cuando la presión de agua disponible en la red pública, no sea suficiente para mantener las presiones mínimas requeridas en todas las salidas de aguas durante las diferentes horas del día, deberá proveerse un sistema de bombeo, que eleve la presión hasta llegar a la requerida o un tanque de suministro de agua controlado automáticamente; ya sea de presión o gravedad.

3.0 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

3.1 Protección del suministro de agua potable

Para proteger el sistema de suministro de agua de la contaminación es necesario seguir las siguientes recomendaciones:

1. Evitar conexiones de cruce entre un sistema privado (si existiese) de agua potable y el sistema de abastecimiento público, excepto bajo condiciones sujetas a inspección y procedimientos de mantenimiento necesario para evitar la contaminación del suministro público.
2. No deben existir interconexiones entre cualquier parte del sistema de agua potable y algún sistema de drenaje o tubería de ventilación.
3. Los tanques y/o cisternas, y orificios de limpieza de los mismos, no deben estar directamente bajo cualquier tubería de aguas negras para prevenir la entrada de estas al tanque.

4. Las conexiones directas de las tuberías de agua potable con las unidades de refrigeración, deben estar provistas de válvulas de retención para prevenir la contaminación por escurrimiento del refrigerante en el agua de enfriamiento; excepto cuando no se corra riesgo de contaminación.
5. Los tubos de drenaje y ventilación de los tanques de abastecimiento de agua deben estar provistos con rejillas durables, para evitar el ingreso de material contaminante a los mismos.
6. Las tuberías del sistema de agua potable, salidas de agua y equipo conectado directamente al suministro, deben estar instalados de forma tal, que no puedan ser sumergidos en líquidos contaminados para evitar cualquier riesgo potencial de contaminación de tales fuentes es por ello conveniente que los esterilizadores, mesas de operación y autopsias, no deben estar conectadas directamente al sistema;
7. Por ningún motivo se debe reincorporar al sistema de abastecimiento, agua que haya sido empleada para calentar, procesar u otro objeto similar, ya que las características de estas pueden haber sido afectadas adversamente.
8. Cuando sea indispensable que el suministro de agua de un aparato esté bajo el borde o nivel de inundación, deberán aplicarse métodos adecuados para evitar el riesgo de contaminación por contraflujo o contrasifonaje de los líquidos provenientes de ellos.

3.1.1 Protección de contaminación por contraflujo o contrasifonaje

Para prevenir el contraflujo o contrasifonaje, es recomendable que, la salida del suministro de agua potable termine a suficiente altura sobre el borde del nivel de inundación de cada accesorio, y proveer la distancia necesario para eliminar cualquier posibilidad de contaminación del sistema de abastecimiento. El intervalo mínimo o requerido verticalmente desde el extremo de salida de un grifo u otra salida de agua al borde del nivel de inundación del accesorio o receptáculo, debe ser por lo menos lo especificado en la siguiente figura.

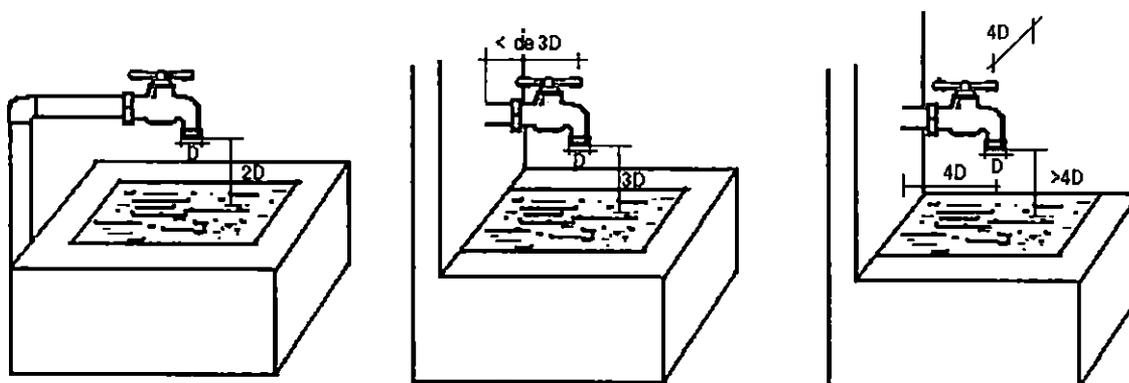


Fig. N° 1 Distancias mínimas requeridas para evitar el contra flujo

3.2 Tanques de suministro y almacenamiento de agua potable y sistemas hidroneumáticos.

La mayor parte de los sistemas de abastecimiento de agua de los hospitales son una combinación de tanques y/o cisternas con sistemas hidroneumáticos, que cuentan con su respectivo equipo de bombeo; algunos adicionalmente están provistos con tanques para almacenamiento de agua para ser empleados en caso de falta del suministro público o en emergencias.

3.2.1 Tanques y/o cisternas de suministro y almacenamiento de agua

potable

Son elementos de mucha importancia en la distribución del agua potable, ya que, en muchas ocasiones falta el suministro público o la presión no es adecuada para un abastecimiento satisfactorio, siendo necesario el empleo de cisternas, tanques elevados o intermedios. Estos deben cumplir los siguientes requisitos:

- La capacidad mínima de los tanques y/o cisternas debe ser cuando menos la dotación diaria del hospital (100%); preferiblemente un almacenamiento del 125% de la dotación. La dotación asignada a hospitales por la Norma técnica de ANDA es de 600 lts/ cama /día, sin embargo en el estudio realizado por el grupo de trabajo de graduación, se obtuvo una dotación acorde a la realidad existente para los hospitales del AMSS, de 1150 lts/ cama /día.
- Si existiere una combinación de cisterna, bomba de elevación y tanque elevado la capacidad de la cisterna no debe ser menor de $\frac{3}{4}$ partes del consumo diario y la del tanque $\frac{1}{3}$ de dicho consumo, cada uno de ellos con un mínimo absoluto de 1000 lts. Estos deben ser de material resistente e impermeable y estar dotados de los dispositivos necesarios para su correcta operación, mantenimiento y limpieza.
- La tubería de aducción debe estar provista de una válvula o flotador motorizado o dispositivo equivalente, para controlar el suministro de agua cuando estén abastecidos directamente del suministro público; previniendo así derrames cuando la presión sea máxima.

- La distancia entre el techo del tanque y el tubo de entrada de agua depende del diámetro de éste y de los dispositivos de control; pero en ningún caso, debe ser menor de 0.20 m.
- La distancia vertical entre el eje de los tubos de rebose y el máximo nivel de agua no debe ser menor de 0.10 m.
- La distancia vertical entre el eje de los tubos de rebose y de entrada de agua debe ser igual al doble del diámetro del primero pero en ningún caso menor de 0.15m
- Los diámetros de los tubos de rebose deberán estar de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla Nº 2 Diámetros de los tubos de rebose de tanques y cisternas según la capacidad de almacenamiento de los mismos.

Capacidad del almacenamiento (lts)	Diámetro del tubo de rebose
Hasta 5,000	2"
5,001 a 6,000	2 ½"
6,001 a 12,000	3"
12,001 a 20,000	3 ½"
20,001 a 30,000	4"
Mayor de 30,000	6"

Fuente: Instalaciones Sanitarias en Edificios. Cámara Peruana de la Construcción

- El agua proveniente del rebose de los tanques debe evacuarse en forma indirecta, mediante brecha o interceptor de aire de 5 cm de altura sobre el nivel de descarga
- Independientemente de la forma del tanque o cisterna, es conveniente que la altura de agua no sea menor de 0.80 m.
- La tapa del tanque o cisterna debe ser de la forma mostrada en la figura Nº 2, a fin de evitar que las aguas de limpieza de pisos o lluvias penetren en los tanques. El tubo de ventilación debe tener forma de "U" invertida con uno de sus lados mas alargado, para que cruce la losa del tanque, permita la salida de aire caliente y la expulsión o

admisión de aire cuando entre o salga agua. El extremo que da al exterior debe protegerse con malla de alambre para evitar la entrada de insectos o animales pequeños.

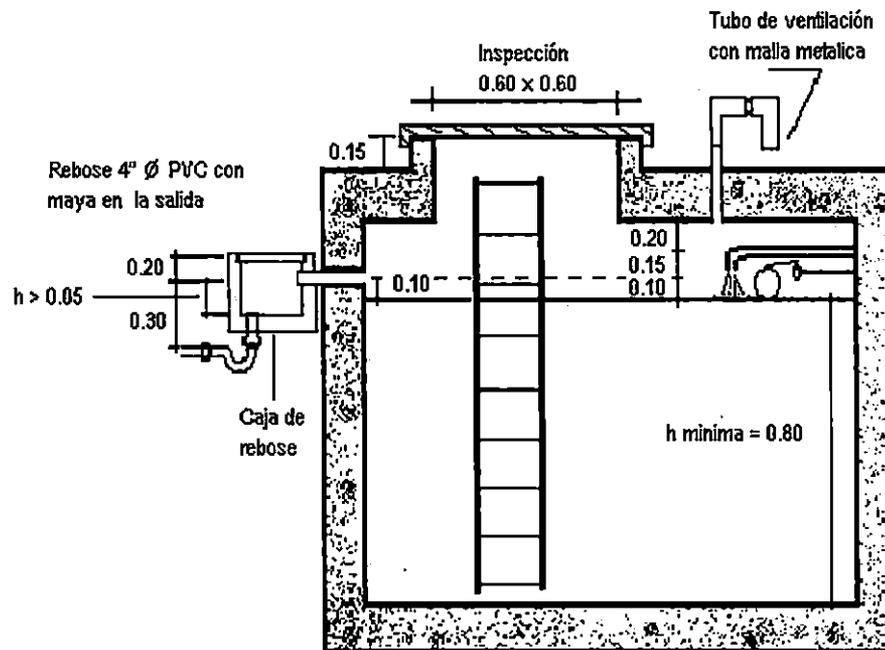


Fig. N° 2 Cisterna (Cotas en metros)

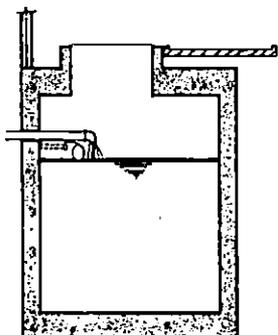
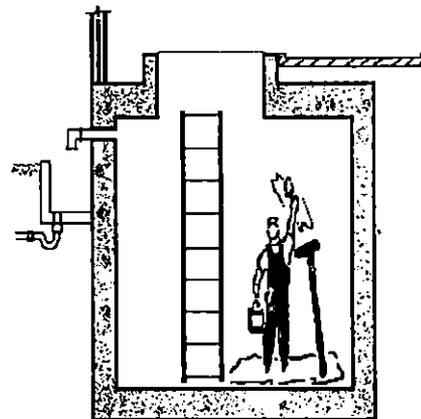
- Es conveniente que los tanques que se encuentran en las azoteas no excedan de 30,000 galones (113.6 m³), esto como una medida de seguridad. Éstos deben contar con una tubería de salida bajo el nivel de la tubería de succión del suministro normal, a suficiente distancia, para mantener la reserva mínima requerida en caso de incendio.
- Cuando se cuente con una cisterna y no se cuente con un tanque elevado para la distribución por gravedad se debe contar con un sistema hidroneumático.
- El mantenimiento de éstos consistirá, principalmente, en la inspección periódica de las válvulas para asegurarse de que se encuentren abiertas y en buen estado.

- La limpieza y desinfección de tanques y cisternas, debe efectuarse como mínimo una vez por año, ya que puede existir formación de algas en las paredes, acumulación de basura y otras partículas en el fondo de dichos depósitos.

3.2.2 Limpieza y desinfección de tanques y/o cisternas

La limpieza y desinfección de las paredes y los accesorios de tanques y/o cisternas se deben efectuar de la siguiente manera:

1. Si las paredes del tanque y/o cisterna se encuentran deterioradas, resanar y/o pintar antes de ser desinfectadas
2. Vaciar completamente el elemento y lavar cuidadosamente las paredes con una escoba o cepillo de acero, usando una solución concentrada de hipoclorito de calcio (150 a 200 mg/lit)



3. Abrir la válvula de ingreso al tanque o cisterna hasta llenarlo y luego cerrarla. Por el buzón de inspección verter una solución concentrada de cloro tal que, el agua dentro del tanque después de vertida la solución tenga una concentración de cloro acorde al tiempo de desinfección mostrado en la siguiente tabla:

Tabla No 3 Concentración de cloro e hipoclorito de calcio al 65% (kg), para la desinfección de paredes de tanques y/o cisternas con dosificación variable de acuerdo al tiempo de contacto

Volumen del tanque y/o cisterna en m ³	Tiempo de desinfección/ concentración requerida		
	24 horas/ 10 mg/lit	12 horas / 50 mg/lit	1/2 hora 150 mg/tl
5	0.077	0.385	1.154
10	0.154	0.769	2.308
15	0.231	1.153	3.462
20	0.308	1.539	4.616
25	0.385	1.923	5.769
30	0.462	2.308	6.923
35	0.539	2.693	8.077
50	0.770	3.846	11.539
100	1.539	7.693	23.077
200	3.077	15.385	46.154
500	7.692	38.462	115.385
1000	15.385	76.923	230.769

4. Dejar que el agua permanezca en el reservorio el periodo de tiempo acorde a la concentración. Durante este tiempo accionar repetidamente las válvulas, de modo que estas y los accesorios también tomen contacto con el desinfectante.
5. Evacuar el reservorio.

Antes de realizar la desinfección se deben determinar los parámetros siguientes:

- ▶ Tipo de desinfectante (Cl)
- ▶ Tiempo de contacto (T)
- ▶ Concentración (C)

Una vez determinados los parámetros anteriores se procede a verificar la cantidad de sustancia a emplear por medio de la tabla No 3 o a través de la ecuación 3 si el volumen del tanque a desinfectar no se encuentra entre los especificados en la tabla.

$$GD = \frac{V \times D}{10CI} \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

GD: Cantidad en grs. del desinfectante a emplear

V: Volumen del reservorio en lts.

D: Concentración requerida según el tiempo de desinfección en mg/lit.

CI: Porcentaje de cloro disponible en el compuesto a emplear

Para tener idea del empleo de la ecuación, para la limpieza y desinfección de tanques y/o cisternas se presenta el siguiente ejemplo.

Desinfectar un tanque de 2 m³ con hipoclorito de calcio al 70% considerando un tiempo de contacto de 12 hrs.

CI= hipoclorito de calcio al 70%

T = 12 hrs. => D = 50 mg/lit

$$GD = \frac{2000 \times 50}{10 \times 70} = 142.86 \text{ grs.}$$

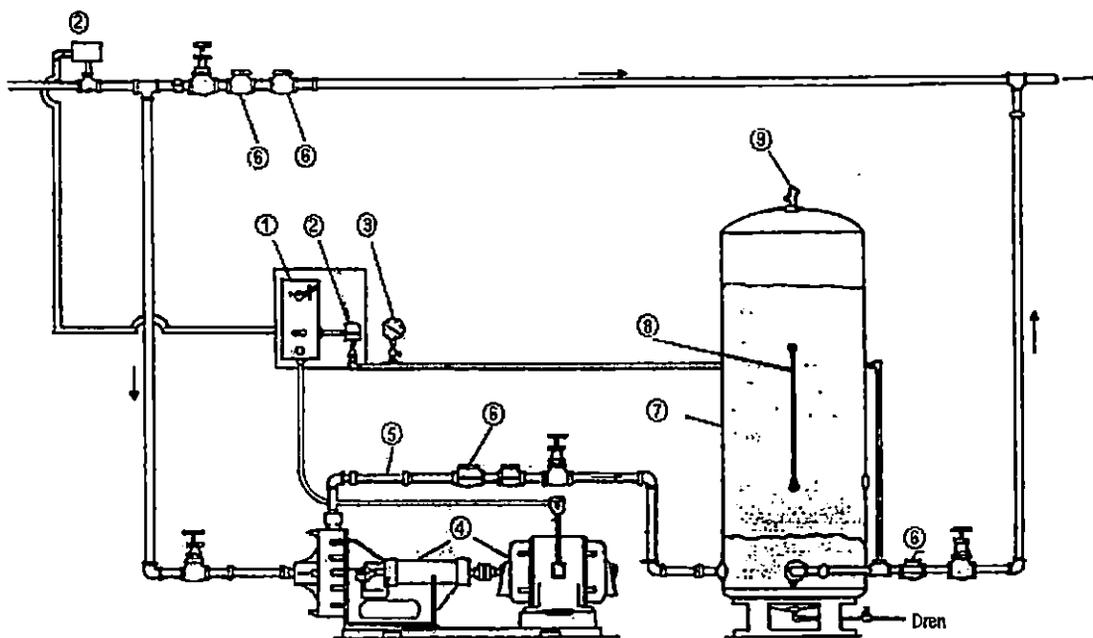
Se necesitan 143 grs. de hipoclorito de calcio al 70% para desinfectar las paredes del tanque de 2m³

3.2.3 Elementos básicos de un sistema hidroneumático

Un sistema hidroneumático consta de:

- Un tanque o grupo de tanques metálicos herméticos.

- Equipo de bombeo.
- Dispositivos para controlar la operación del equipo de bombeo.
- Dispositivos para controlar el aire en los tanques.
- Válvulas para controlar la presión máxima.
- Accesorios: Manómetros, indicadores de nivel, válvulas de control del flujo y tuberías de interconexión (ver figura N° 3).



- | | | |
|------------------------|----------------------|---------------------------|
| 1. Marcador eléctrico. | 4. Bomba y motor. | 7. Tanque hidroneumático. |
| 2. Switch de presión. | 5. Manguera de hule. | 8. Visor de nivel. |
| 3. Manómetro. | 6. Válvula check. | 9. Válvula aliviadora |

Fig. N° 3 Esquema del sistema hidroneumático.

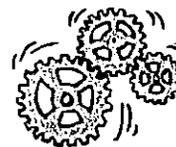
El agua en los tanques del sistema oscila entre un nivel máximo y un mínimo. El primero se denomina nivel de paro, porque mediante una señal eléctrica el equipo de bombeo se para al

alcanzar ese nivel, el aire contenido en el tanque está comprimido al máximo. El nivel mínimo se denomina nivel de arranque, por cuanto el equipo de bombeo arranca al alcanzar ese nivel; el aire en el tanque alcanza la presión mínima.

La diferencia de volúmenes correspondientes a los niveles en cuestión, es el volumen útil que puede extraerse del tanque en cada ciclo de operación.



OJO !! El equipo de bombeo debe suplir la demanda máxima instantánea de la red, llenando al mismo tiempo el tanque o grupo de tanques; para abastecerla, cuando el equipo de bombeo pare.



Para el funcionamiento del sistema hidroneumático, se debe tener en cuenta que:

1. La presión de arranque de la bomba debe ser igual a la presión necesaria para abastecer la red.
2. La presión de paro del aire, es determinada por el dispositivo de control del equipo de bombeo (switch de presión), que permite establecer una presión 10 a 30 PSI mayor que la presión de arranque.



EVITEMOS presiones excesivas en los sistemas de distribución de agua, instalando válvulas aliviadoras de presión.

Entre los elementos principales del equipo de bombeo tenemos: Las bombas y los tanques hidroneumáticos, a los que hay que brindarles cuidados especiales como se indica a continuación:

- **Bombas**



INDISPENSABLE: Controlar constantemente las bombas, ya que son elementos importantes dentro del sistema de suministro de agua.

Es conveniente que el control de los niveles de agua se lleven a cabo a través de interruptores automáticos o manuales, que permitan arrancar la bomba cuando la presión sea menor de la requerida, y pararla cuando se llegue a la presión máxima, así también cuando el nivel del agua descienda hasta 0.05 m sobre la canastilla de succión

Algunos de los problemas que presentan las bombas, se muestran en el cuadro No. 1.

Cuadro N° 1 Problemas que presentan las bombas y posibles soluciones.

Problema	Efecto	Solución
No ejerce suficiente presión para vencer la fuerza de gravedad.	La bomba no suministra agua a un tanque elevado.	Revisar que la bomba gire en la dirección correcta y que la coladera de succión esté limpia, ya que puede haber obstrucción en la tubería. Además cerciorarse que todas las válvulas estén abiertas.
Está girando a la inversa, o en dirección equivocada.	Se suministra menos agua de la que se requiere.	Un cambio en los cables puede corregir el problema.
No ha estado en servicio durante algún tiempo.	La bomba no suministra agua	En éste caso es necesario cebarla.

Las superficies de rozamiento de los empaques y sellos mecánicos de las bombas, requieren una pequeña cantidad de agua u otro lubricante, garantizando la eficiencia del quipo. Para evitar fallas en los mismos, la temperatura del agua no debe exceder el límite de diseño (especificada por el proveedor del equipo).

- **Tanques Hidroneumáticos**

El tanque hidroneumático es la parte más delicada del sistema de bombeo, por lo que se deberán realizar revisiones periódicas cada mes como se detalla a continuación:

1. Revisar las válvulas check, servicios sanitarios, chorros, etc., con el objetivo de evitar fugas de agua, que deteriorarían la membrana del tanque; debido a su funcionamiento periódico (24 horas del día).
2. Si la presión en su interior no cumple con la especificada, hay que vaciar el tanque e introducirle aire calibrándolo con un manómetro. Si después de esto, no obtiene la presión adecuada, habrá que revisar la membrana interior (si el tanque es de membrana cambiabile) caso contrario deberá cambiarse el tanque.

3.3 Redes interiores de distribución de agua potable.

El agua potable debe ser suministrada a los aparatos sanitarios y equipo en cantidad suficiente, para que funcionen correctamente y satisfacer las demandas máximas diarias.

Los aparatos sanitarios y el equipo deben estar fabricados con materiales aprobados, libres de defectos de manufactura e instalados para que sean curables, sin que necesiten reparaciones frecuentes o reemplazos mayores; manteniéndose de manera tal, que bajo condiciones normales de uso no sean un peligro potencial para la salud.



RECUERDE: Lavar y desinfectar los aparatos sanitarios diariamente con detergente, lejía y cepillos de cerda, para eliminar las bacterias que podrían causar enfermedades a los usuarios.

El reglamento de la Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador (OPAMSS), establece el número de aparatos sanitarios a utilizar en un hospital (ver cuadro N° 2).

Cuadro N° 2 Número de aparatos sanitarios por persona en un centro hospitalario.

Personas \ Artefactos	Inodoro	Urinario	Lavabo
Personal de servicio	10 empleados fracc.6	30 empleados fracc.5	15 empleados fracc.10
Encamado	8 camas fracc.4		12 camas fracc.6
Consultorio	2 consultor	2 consultor	2 consultor

Fuente : Reglamento de la OPAMSS

3.3.1 Lugares de averías en las instalaciones de agua potable

Las averías frecuentemente se originan en tuberías y cañerías, por el uso y desgaste de los elementos que intervienen en la conducción: En los dispositivos iniciales, intermedios o finales (cañerías y uniones entre ellas), en los dispositivos que almacenan agua (cisternas o tanques de inodoros), o en los accesorios de que están provistos (grifos, válvulas, etc.).



NO OLVIDAR: Las llaves de control entre cualquier aparato o accesorio y la tubería que les suministra agua, evita la interrupción del abastecimiento en todo el edificio cuando se efectúan reparaciones.

GRIFOS Y VÁLVULAS:

La función principal de las válvulas y grifos es el control del suministro o abastecimiento de agua. Las válvulas y grifos de mangueras se emplean en las tuberías y los grifos o llaves en los aparatos sanitarios.

GRIFOS

Una clasificación práctica de éstos es según el uso a que son destinados. Independientemente del modelo de grifo, las averías que presentan son las mismas, y se detallan en el cuadro N° 3.

Grifos de vaciado

No se diferencian excesivamente de los grifos comunes, son incluso mas sencillos en su despiece ya que constan de un eje cónico con cabeza cuadrada y orificio de paso como se muestra en la figura N° 4. El funcionamiento es simple; media vuelta del eje cónico produce el paso o cierre del agua.

Las averías más frecuentes que pueden detectarse en éste tipo de grifos, se detalla en el cuadro N° 4.

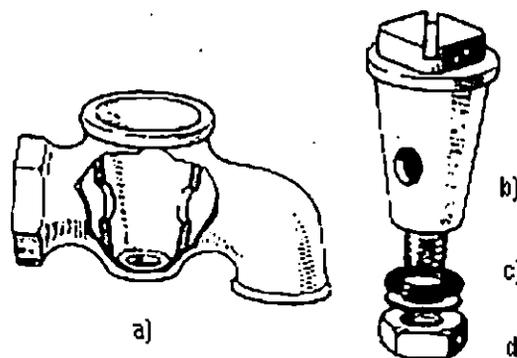
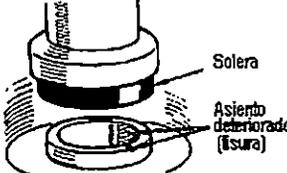
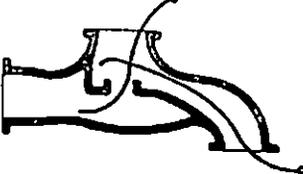
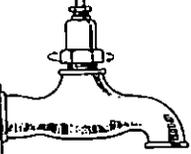
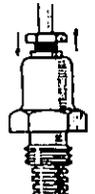


Fig. N° 4 Piezas principales del grifo de vaciado: a) Cuerpo, b) Eje, c) Junta, d) Tuerca

Cuadro N° 3 Averías frecuentes en grifos comunes.

Avería	Posible solución	Figura de solución posible
 <p>El grifo gotea por el caño de salida.</p>	<p>Si la soleta de goma está rota o deteriorada, debe cambiarse por una nueva. Si está en buen estado posiblemente, el asiento esté deteriorado o tenga fisuras por las que el agua se escapa. Ésta solo puede repararse de dos formas: cambiando la batería o rectificando el asiento.</p>	 <p>Asiento deteriorado con fisuras</p>
<p>El grifo se abre pero no sale agua.</p>	<p>Es probable que se haya producido una obstrucción; por lo que es preciso: limpiar el paso del agua con un alambre para eliminar la obstrucción. Puede haber quedado agarrotada la válvula de cierre, teniendo que eliminar la inmovilidad, que puede ser por causa de óxido o elementos extraños.</p>	 <p>Forma de introducir el alambre para desatascar el paso del agua.</p>
 <p>El grifo gotea por el prensa estopa.</p>	<p>Hay que comprobar si la rosca prensa estopas tiene margen para apretarla un poco más, hasta eliminar el goteo. Si el goteo continúa extraer la tuerca prensa estopas y reponer la junta o colocar otra estopada (teflón o cáñamo) ya que posiblemente esté deteriorada.</p>	 <p>Margen para apretar la tuerca prensa estopas</p>
 <p>El grifo gotea por la unión del soporte y el cuerpo del grifo.</p>	<p>Si la pieza no está deteriorada, lo más probable es que se haya aflojado el soporte; en tal caso, bastará apretarle convenientemente suave hasta que el goteo cese.</p>	 <p>El goteo puede deberse a que el soporte o montura está flojo.</p>
 <p>El grifo gotea por la unión con la pared u otro soporte.</p>	<p>Ésta es una avería en el lugar de la unión con la tubería empotrada, conviene en este caso desmontar el grifo, ya que, lo más probable es que la junta esté deteriorada por lo que debe ser sustituida.</p>	
<p>La cruceta gira, pero no llega a su fin.</p>	<p>Hay que comprobar que la rosca no esté desgastada; para ello se puede hacer presión en sentido vertical ascendente y descendente sobre el eje y ver si cede. Si la rosca está en buen estado hay cambiar la zapata o soleta, si está deteriorada habrá que cambiar todo el grifo.</p>	 <p>Comprobación del buen estado de la rosca (Mov. Vertical ascendente y descendente)</p>

Nota: Para cualquier avería a realizar, es necesario cerrar la llave de paso, del tramo en que se localiza la avería.

Cuadro N° 4 Averías frecuentes en grifos de vaciado.

Problema	Causa	Solución
Goteo por la parte exterior del grifo.	La junta-arandela de la tuerca interior está defectuosa o no es la adecuada.	Cambiar la junta-arandela, si la tuerca es la que está floja, apretarla suavemente tratando de no agarrotar el eje.
Goteo producido por la boca de salida del grifo.	Posiblemente haya desgaste del eje cónico que al no ajustarse bien permite el paso del agua.	Sustituir el eje o todo el grifo.
El eje está agarrotado.	Puede ser por la oxidación o presencia de cuerpos extraños que impiden su movilidad.	Aplicar algún líquido o spray antioxidante que facilite la movilización. Hay que extraer el eje para limpiarlo y engrasarlo para colocarlo de nuevo.

VÁLVULAS

Si un sistema de abastecimiento de agua cuenta con suficientes válvulas, se podrá cerrar ramales por separado a la hora de reparaciones evitando así: inundaciones, reparaciones costosas o cortes totales de agua.

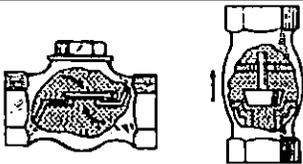
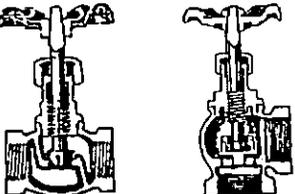
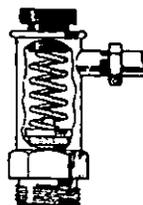


IMPORTANTE el mantenimiento periódico de las válvulas, ya que contienen partes móviles y materiales que se desgastan; requiriendo de lubricación, reparación y reposiciones

Los efectos que se ponen de manifiesto en las inspecciones de las válvulas son tres: Válvulas inaccesibles, agarrotadas y cerradas.

En el cuadro N° 5 que podemos observar las válvulas utilizadas comúnmente y su funcionamiento y en el cuadro N° 6. Los problemas que presentan.

Cuadro Nº 5 Funcionamiento de las válvulas usadas comúnmente.

Válvula	Figura	Función
De compuerta		Sirven para abrir o cerrar por completo un paso o conducto de agua, pero no para regular el volumen de caudal. Su instalación vertical evita problemas de sedimentación.
De retención	 a) Horizontal b) vertical	Impiden el retroceso del agua.
De globo y de ángulo	 a) de globo b) de ángulo	<p>Son utilizadas cuando una válvula tiene que abrirse o cerrarse con frecuencia y la presión del agua es alta.</p> <p>El paso del agua en válvulas de ángulo es mayor que en las de globo debido a los orificios que posee, ya que se encuentran dispuestos en ángulo recto.</p>
Aliviadoras de presión		Utilizadas para mantener la presión del agua bajo cierto límite (60 PSI), evitando tensiones que puedan dañar tuberías, accesorios y aparatos sanitarios. Se recomienda su instalación en paralelo, cuando la presión del agua a regular sea elevada y su demanda baja.
De seguridad		Su funcionamiento se basa en que un eventual exceso de presión hace ceder el resorte que levanta la válvula de cierre y deja libre el orificio de escape por la tuerca de expulsión de la válvula.

Cuadro N° 6 Problemas frecuentes en las válvulas

Válvula	Problema	Efecto	Solución
Compuerta	El disco o el asiento están dañados.	Goteo continuo.	Si es el asiento el que la produce, hay que sustituir la válvula, ya que sería difícil repararlo aunque se puedan cambiar los discos.
De globo y de ángulo	Desgaste del asiento metálico en el que se apoya la arandela.	Cuando son utilizadas para retardar el flujo.	Instalar dos válvulas, una para regular el flujo y la otra para dejarla completamente abierta, evitando un cierre muy apretado.
	El flujo en una válvula de globo es ascendente a través de la abertura.	Se forma una trampa que retiene basura.	Voltear la válvula y si el problema persiste, instalar una de bola.
Aliviadoras de presión	No cierra apropiadamente	Presión excesiva que provoca desgaste de la válvula	Proceder a revidar la válvula
		No funciona o tiene goteo continuo.	Reemplazar la válvula.
Seguridad	La zapata o junta se ha roto	Goteo continuo por la tuerca de expulsión.	Reemplazar la zapata.
	El resorte ha perdido tensión.		Cambiar el resorte.

Válvulas de fluxómetro

Generalmente son colocada en inodoros y urinarios, en los que se requiere una mayor eficiencia de lavado en el menor tiempo. Con frecuencia, el gasto de éstas es regulable. En la Fig. N° 5 se observa el corte de una válvula de fluxómetro y los elementos que la conforman y en la cuadro N° 7 , las averías más frecuentes.

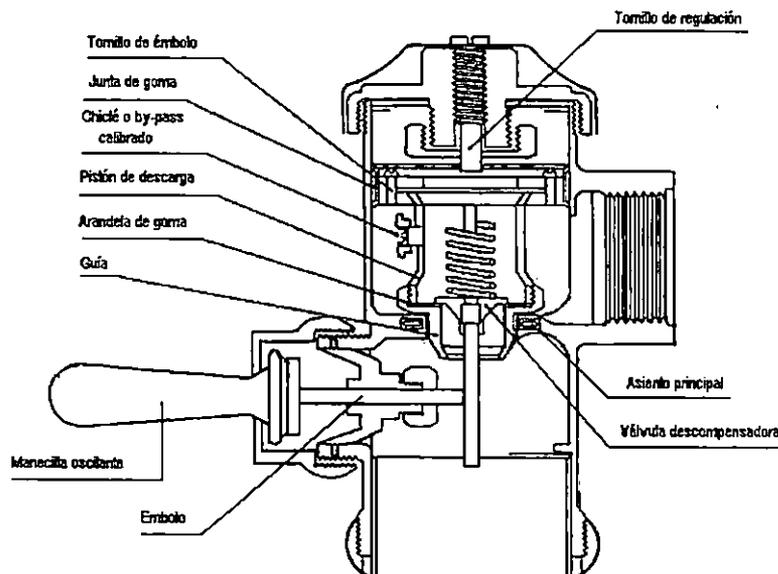


Fig. N° 5 Válvula de fluxómetro

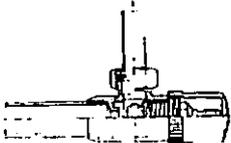
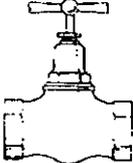
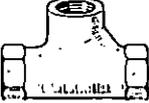
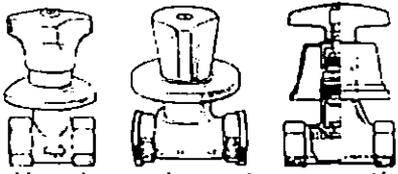
Cuadro N° 7 Problemas frecuentes en válvulas de fluxómetro.

Problema	Causa	Solución
No funciona correctamente.	Oxidación y herrumbres están presentes en el mecanismo interno.	Limpiar afondo todos los elementos que la conforman (paredes, superficies, guías, etc), lubricándolos y comprobando que funcionen correctamente.
Al hacer funcionar la válvula, no hay paso del agua.	Empaques defectuosos.	Reemplazar los empaques.

Llaves de paso

Los tipos más frecuentes de llaves de paso son los mostrados en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 8 Diferentes llaves de pasos y posibles averías.

Llave de paso	Función / Averías
 <p>Llave de paso de compuerta</p>	<p>Éstas tienen la ventaja de producir apenas pérdida de carga en la conducción; su cierre puede considerarse perfecto y carece de junta de cierre. Es una válvula con pocas complicaciones y presenta escasas averías.</p> <p>La avería más frecuente es la pérdida de agua por la tuerca prensa estopa; para repararla, hay que seguir las mismas recomendaciones referidas a grifos con éste tipo de averías.</p>
 <p>Llave de paso de escuadra</p>	<p>Éste tipo de llave se coloca generalmente en la entrada de las cisternas de inodoros. Su funcionamiento, y por lo tanto averías son muy parecidas a las que presentan los grifos de pared.</p>
 <p>Llave de paso normal</p>	<p>Se colocan en tuberías vistas y en la entrada de los contadores de control cuando no llevan la válvula de compuerta.</p> <p>Las averías son muy parecidas a las que presentan los grifos comunes mencionados anteriormente.</p>
 <p>Llave de paso de empotrar de cuello largo</p>	<p>Se coloca en instalaciones empotradas.</p> <p>Para su reparación se deben tener en cuenta las instrucciones dadas para grifos de pared.</p>
 <p>Llave de paso de empotrar con rosetón</p>	<p>La única diferencia con la llave de paso anterior es un embellecedor en forma de rosetón, que sirve para tapan el cuerpo.</p>

TANQUES DE DESCARGA DE LOS INODOROS

En el interior de los tanques de inodoros, se alojan los mecanismos siguientes:

Mecanismo de alimentación de grifo con flotador: Para saber donde localizar o determinar la avería en el grifo con flotador, se presenta el cuadro N° 9. y en la figura N° 6 se aprecian los elementos que lo conforman.

Cuadro N° 9 Averías en la válvula de llenado con grifo flotador.

Avería	Elementos del grifo flotador.	Problemas que pueden presentar	Solución
El agua se pierde por el inodoro o se desborda por el tanque.	Boya.	Las huecas, presentan fisuras o deterioro de la rosca de unión. Las macizas, desprendimiento de la tuerca de unión a la varilla.	Cambiar la boya
	Varilla de enlace.	Rotura o desgaste de las roscas.	Cambiar la varilla
En el tanque, el agua gotea por la parte inferior o existe ruido continuo.	Embolo de cierre.	Desgaste o rotura de la goma o junta de cierre.	Cambiar el émbolo.
El agua gotea por debajo de la tuerca de presión de la parte exterior del grifo flotador.	Cuerpo roscado del grifo flotador.	Las patillas que alojan el pasador o tornillo en el cual pivota la palanca, puede estar rota	Cambiar la pieza completa.
		Si solo se ha descompuesto la junta de unión de la parte roscada con la cisterna.	Cambiar la junta.
	Soporte móvil de la varilla.	Generalmente no presentan averías	Si existe avería, reparar el grifo completo.
	Pasador de soporte.	Desgaste o rotura.	Cambiar el pasador

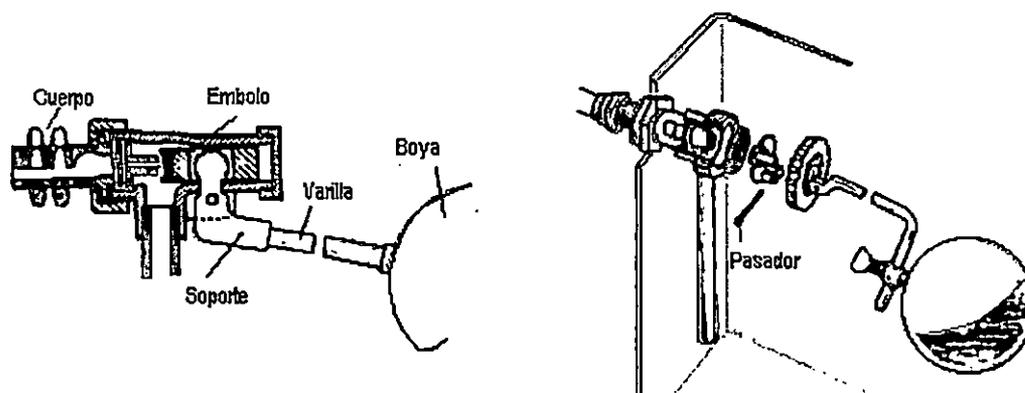
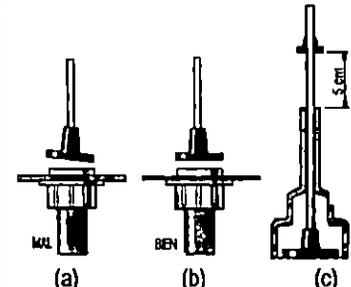
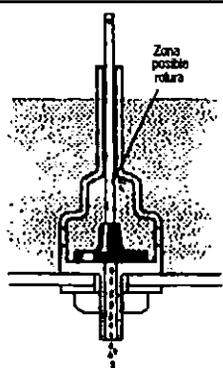


Fig. N° 6 Elementos que forman parte del mecanismo de válvula de llenado con flotador.

Mecanismo de descarga total de agua: En el cuadro Nº 10, se observan los tipos de averías en éste mecanismo.

Cuadro Nº 10 Averías en la válvula de descarga en los tanques de inodoros.

Tipo de avería	Causas	Solución propuesta	Figura
Al tirar de la palanca no se efectúa la descarga.	La junta de cierre se ha soltado del tubo y está obstruyendo la salida del descargador.	Hay que desmontar el descargador, sacar el obturador y reponerlo por un nuevo, procurando que ajuste bien.	 <p>a) Montaje incorrecto, b) Montaje correcto c) Anillo a 5 cm de la parte superior</p>
	Se ha roto y soltado la varilla de unión.	Si se ha soltado unirla de nuevo, si se ha roto reponerla.	
	Se ha roto o soltado el anillo de goma de tope.	Reponerlo por uno nuevo. La distancia entre el anillo y la parte superior de la carcasa es de unos 5 cm	
El agua corre constantemente por el inodoro.	Se ha roto la palanca.	Reponer la palanca.	 <p>Verificación de la rotura del tubo de latón</p>
	El nivel de agua en la cisterna es demasiado alto.	Debe repararse el sistema de entrada (el grifo - flotador)	
	El tubo de latón está roto.	Para verificarlo hay que comprobar si hay fuga cuando el nivel del agua llega solo al tubo de latón. Si se cambia el tubo debe reponerse el anillo de soporte y el obturador.	
	Obturador de goma desgastado o roto.	Reponer el obturador.	
	Asiento o reborde del descargador roto.	Hay que cambiar el descargador.	
	El tubo se atasca y queda levantado.	La cadena y el tirador pesan demasiado.	
Para que descargue la cisterna hay que tener el tirador sujeto.	Que el tubo esté obstruido.	Con un alambre limpiar el interior del tubo.	
	La palanca se queda apoyada sobre el borde del tubo.	Hay que desviar la palanca.	
	El obturador se ha esponjado y pesa demasiado.	Hay que cambiar el obturador.	

CAÑERÍAS Y SUS UNIONES

Existen procedimientos de reparación que varían según sea el material de las tuberías (PVC, hierro galvanizado y otros).

Reparación de averías en tuberías de PVC: La reparación de una fuga en éstas tuberías se realiza cortando la sección dañada e instalando un tramo nuevo, mediante el proceso de soldadura disolvente. Si no se forma un cordón continuo del pegamento disolvente hay que rehacer el trabajo, ya que la formación de un sello defectuoso permitirá la formación de fugas (Fig N° 7).

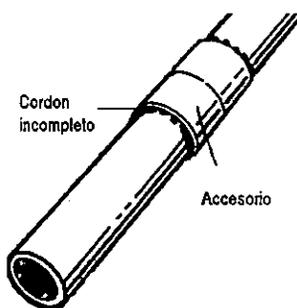


Fig. N° 7 Tubería de PVC, con cordón de pegamento incompleto.

Reparación de averías en tuberías de hierro galvanizado: Las tuberías de éste material con frecuencia presentan fugas, causadas por las averías en las uniones (flecha superior derecha de la Fig. N° 8), o en el cuerpo del tubo (flechas inferior y superior izquierda de la Fig. N° 8).

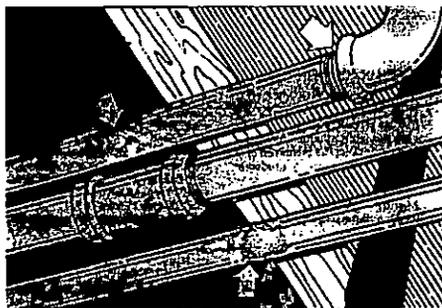


Fig. N° 8 Fugas presentadas en las tuberías de hierro galvanizado

Las reparaciones en las tuberías pueden ser: temporales y permanentes. En las primeras, hay que limpiar con lija la parte exterior hasta quitar la corrosión y lograr una superficie brillante,

colocándole luego un sellador epóxico para cubrir la avería. Para las reparaciones permanentes habrá que cambiar el tramo de tubería dañada, cortándolo y colocando uno nuevo, es importante agregar pasta o pegamento en las roscas de los tubos en los que se va a atornillar o unir la tubería.

3.3.2 Fugas en tuberías de agua potable



CUIDADO CON LAS FUGAS: Una corriente muy fina de agua de una picadura en la línea, puede llegar a otra y gotear de ésta, dando un indicio falso de su ubicación.

Una conexión no muy uniforme en juntas soldadas puede provocar fugas. Si esto ocurre hay que verificar el tubo desoldando y observando si existe falta de penetración en la soldadura o conexión.

Cuando el examen de varias fugas indique la existencia de corrosión, pero que no ha progresado mucho y que defectos ocasionales en la tubería o en accesorios provocarán fallas prematuras en algunos puntos de la red; un tratamiento del control de corrosión y de ser posible procedimientos de operación evitaban el costo de un entubado.

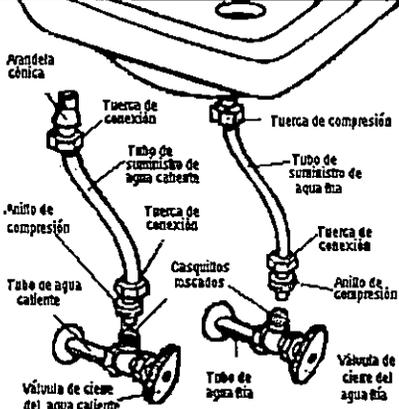
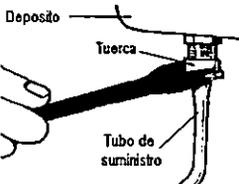
Reparación de fugas en tubos de suministro de agua.



IMPORTANTE: La existencia de válvulas de cierre, ya que facilitan las reparaciones de fugas.

Algunas fugas producidas en elementos que forman parte del sistema de distribución de agua, se pueden observar en el cuadro N° 11

Cuadro N° 11 Localización de fugas presentes en algunos de los sistemas de alimentación.

Localización de la fuga	Solución	Figura
<p>En la tuerca que conecta el tubo de suministro con la válvula de paso, ya sea en un inodoro o en un lavabo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Si la tuerca está floja, apretarla despacio para no dañarla. • Si el empaque del tubo de admisión está dañado, hay que cambiarlo por uno nuevo. Si la fuga persiste, enrollar cinta teflón en las partes plásticas y compuesto para uniones de tubos en las metálicas. • Si es el tubo de suministro el que tiene fuga habrá que reemplazarlo. 	 <p>a) Fuga en el tubo de suministro de lavabos</p>  <p>b) Fuga en el tubo de suministro de inodoros</p>
<p>Si la fuga está en los tornillos de montaje del depósito del inodoro.</p>	<p>Hay que apretar la tuerca, si la fuga persiste se deben reemplazar las piezas.</p>	 <p>Fuga en los tornillos de montaje del depósito</p>

3.3.3 Desinfección de tuberías después de su colocación y reparación

Es importante tener en cuenta que el hecho de que el agua salga del tanque y/o cisterna potable, no implica que llegara en las mismas condiciones al punto donde sea consumida, por lo que es recomendable que exista un porcentaje de cloro residual en el sistema de distribución de

agua potable, garantizando en cierta medida que el agua no se contamine bacteriológicamente mientras persista un nivel mínimo. La Norma Salvadoreña Obligatoria (NSO 13.07.01:97) dice: "El límite recomendado seguro y deseable de cloro residual libre, en los puntos mas alejados del sistema de distribución es de 0.50 mg/lit después de 30 minutos de contacto, con el propósito principal de reducir al 99.99% de patógenos entéricos".

Existen diversas razones por las que puede contaminarse el sistema, entre las que se mencionan:

- La aportada por los obreros en la colocación o en las reparaciones.
- La que puedan portar las tuberías nuevas
- La de depósitos con desarrollos bacterianos en viejos tubos.
- La contaminación eventual causada por sistemas de aguas residuales inadecuados.

Cuando por alguna de las razones antes mencionadas se han contaminado las tuberías del sistema de distribución de agua potable, es necesario llevar a cabo una desinfección con cloro. Sin embargo, antes de efectuar la cloración es necesario eliminar toda suciedad y materia extraña, para lo cual, se inyecta agua a la tubería y se hace salir al final del sistema. El desinfectante que se debe aplicar de preferencia al comienzo de la tubería, puede consistir en una solución de hipoclorito de calcio con una concentración de cloro de 50 mg/lit con un periodo de retención de por lo menos tres horas, durante el cual es conveniente que se accionen válvulas y grifos para asegurar que todas sus partes estén en contacto con el cloro.



Para determinar la cantidad de solución desinfectante a emplear, se debe calcular el volumen de agua necesario para llenar todo el sistema y luego calcular la cantidad de hipoclorito de calcio empleando la ecuación 3 de desinfección de tanques y cisternas.

3.4 Problemas de sabor y olor

Esto puede ser posible por varias causas. En el cuadro N° 12 se citan las más comunes:

Cuadro N° 12 Problemas más comunes de sabor y olor en el agua.

Problema	Causa	Posible solución
El agua huele a humedad, madera, moho o tierra.	Puede ser por los sedimentos y la materia orgánica que entran normalmente en el sistema de abastecimiento de agua.	El tanque debe lavarse perfectamente. Es importante que se haga un procedimiento periódico de mantenimiento, drenando agua del fondo del tanque de almacenamiento
El agua sabe a metal	Puede ser por la corrosión en las tuberías y tanques de almacenamiento, siendo lo mas seguro que se tengan problemas de coloración	Si esto ocurre, mandar una muestra a un laboratorio identificando la causa del problema. Además, una ligera coloración puede proporcionar claves para encontrar su causa. Si sobre una hoja de papel blanco, se coloca un recipiente alto y transparente lleno de agua; y al observarla refleja un tinte azulado, indica que tiene cobre, si es café indica la presencia de hierro.
El agua sabe a jabón	No se le esté dando un tratamiento debido, excesivo o de ningún tipo, al equipo que suministra el agua.	Se debe verificar la potabilidad del agua de los tanques y/o cisternas, solicitando si es posible, la ayuda de un químico competente.
El agua de la fuente de beber tiene un sabor desagradable.	Las fuentes no se usan con frecuencia durante el día y no se enjuagan con regularidad.	Lavarlas regularmente, si continúa el sabor desagradable, será necesario esterilizar la unidad, agregando alguna solución de hipoclorito de sodio (cloro y/o detergente), y después lavarla completamente antes de ponerla a funcionar. El fabricante de la unidad puede dar recomendaciones más específicas para la esterilización y mantenimiento del equipo.

3.5 Dureza del agua

Representa la suma de las sales de calcio y magnesio que contiene el agua; también puede incluir sales de aluminio, hierro magnesio, estroncio y zinc.

La dureza puede ser temporal o permanente. La primera corresponde a los carbonatos y bicarbonatos, y la segunda a los cloruros, sulfatos y nitratos. La dureza permanente no constituye un serio problema porque las sales indicadas en la dureza permanente (cloruros, sulfatos y nitratos) presentan una gran solubilidad en comparación con los carbonatos y bicarbonatos.

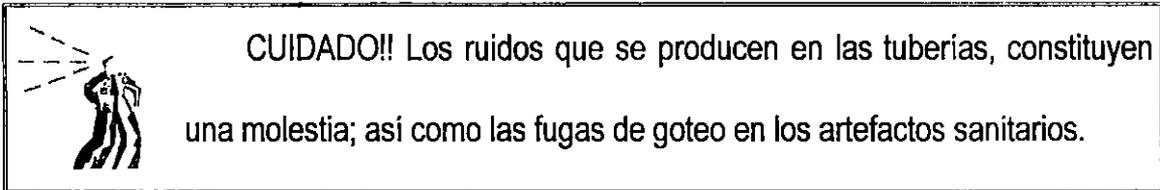
El agua dura se reconoce por la dificultad de hacer espuma con el jabón y porque al hervirla, deja en las vajillas un depósito de incrustaciones. Para determinar la dureza hay que efectuar un análisis completo del agua; los resultados se expresan en partes por millón (ppm) o miligramos por litro (mg/lit) de carbonato cálcico de todo el conjunto de sales. En el cuadro N° 13, se indica de forma orientativa, los márgenes de dureza empleados corrientemente. Existen otras, pero, ésta es la mas técnica y precisa.

Cuadro N° 13 Clasificación de las aguas según el contenido de carbonato cálcico en ppm.

Contenido de carbonato cálcico en ppm.	Clasificación del agua.
Menos de 15	Muy blanda
De 15 a 50	Blanda
De 50 a 100	Dureza media
De 100 a 200	Dura
Más de 200	Muy dura

El agua cuyo grado de blandura es cero a una temperatura de 49 °C es sumamente corrosiva a cualquier velocidad. Entre los materiales de las tuberías que ataca, se encuentra el cobre. Para evitar sus efectos se recomienda el tratamiento anticorrosivo. Los tratamientos con sílice a razón de 10 a 15 ppm, sirven para proteger muy bien las superficies interiores de las tuberías.

3.6 Problemas de ruido



Es de hacer notar que en ocasiones, la presencia de algunos ruidos indica la existencia de averías. El origen de un sonido puede estar a bastante distancia del punto donde se produce la queja, ya que las vibraciones pueden viajar distancias considerables a lo largo de las tuberías, ductos u otras partes de la estructura. Los sistemas de suministro de agua, pueden ser una fuente potencial de ruidos, producidos por diversas causas, entre ellas se encuentran:

a) El golpe de ariete: Es un fenómeno de carácter transitorio, que se produce cuando se cierra de manera brusca una válvula en la conducción del líquido, produciendo simultáneamente ondas de presión que producen vibraciones en las tuberías, traduciéndose en molestos ruidos. Para evitar el golpe de ariete se debe instalar una "T", en el Niple vertical y un tapón cerca de las válvulas que se puedan cerrar rápidamente. Cuando el problema persiste, instalar amortiguadores de golpe de ariete o válvulas de selenoide de diseño especial ya que también ayudarían a resolver el problema.

b) Efecto de las temperaturas: en instalaciones de calefacción las tuberías de agua caliente están sometidas a variaciones bruscas de temperatura que producen contracciones y dilataciones, provocando crujidos si las tuberías están fijadas de forma incorrecta.



IMPORTANTE colocar juntas de dilatación al menos cada 15 metros de tubería, evitando ruidos producidos por contracciones y dilataciones

c) **Los grifos:** Los grifos defectuosos producen un martilleo continuo debido a la vibración de algunas piezas mal roscadas o descompuestas. Los grifos generan ruidos por tres motivos: por el cierre brusco que produce golpe de ariete, por piezas mal ajustadas que vibran al pasar el agua y por una presión excesiva que produce régimen de circulación muy turbulento.

Recomendando emplear grifos de cierre progresivo, pues con el cierre brusco se pueden producir golpes de ariete peligrosos. Reducir la presión y la velocidad del agua en las tuberías puede ayudar a atenuarlos, ya que este fenómeno es proporcional a la velocidad. Otra forma es empleando amortiguadores de golpe de ariete.

Las bolsas de aire, se manifiestan por un silbido constante producido por el paso del aire, este ruido se parece mucho al de un grifo que pierde un hilillo de agua. Éstos son un problema de fácil solución; primero se cierra la llave de paso, luego se abren todos los grifos y se da paso al agua abriendo la llave general lentamente, finalmente se van cerrando los grifos empezando por el mas bajo y finalizando con los mas altos.

d) **Artefactos sanitarios:** Estos producen quizá los ruidos más molestos, debido a su llenado y vaciado de agua.

e) **En la red de evacuación:** Debidos a secciones mal calculadas, codos o cambios de sección defectuosos, y sobre todo por falta de ventilación adecuada.

3.7 Sistema de suministro de agua caliente

Debido al servicio que presta el sistema de suministro de agua caliente, su funcionamiento debe ser de calidad, seguro y satisfactorio. Para que el sistema funcione correcta y económicamente, cada uno de sus elementos componentes debe satisfacer requerimientos determinados y estar adecuadamente dispuestos en la instalación.

Entre los elementos fundamentales que debe contar el sistema se encuentran: tuberías, dilatadores, válvulas de alivio de presión y temperatura, válvulas, llaves e hidromezcladores.

Para prevenir, presiones peligrosas, temperaturas excesivas y evitar quemaduras explosiones o reventamientos de los tanques o daños a las personas y propiedades, las instalaciones de agua caliente deben contar con dispositivos y seguir algunas recomendaciones tales como:

- Válvulas de retención en la tubería de suministro de agua fría al calentador.
- Válvulas de escape de presión (preferiblemente automáticas) instaladas a manera de evitar la formación de presiones peligrosas (considerando conveniente que alivie una presión de 25 lbs/plg² sobre la presión de servicio máximo bajo la que puede operar el sistema), siendo imperativo que entre ellas y el calentador o tanque nunca exista una válvula de retención.
- Válvulas de alivio de temperatura y/o aditamento, para la interrupción de energía.
- Purgadores de aire, para evitar embolsamientos de aire o vapor que podrían dificultar o incluso impedir circulación del agua caliente, debiendo estar instalado en el extremo superior de las tuberías.

- Tanto las válvulas aliviadoras de presión como las aliviadoras de temperatura deben contar con una palanca para su inspección y prueba periódica.
- Tanques de almacenamiento de agua caliente instalados de manera que sus marcas de presión estén en un lugar accesible para su inspección. Preferiblemente que cuenten con una varilla anódica para atraer los elementos del agua que podrían corroer el revestimiento metálico del depósito.

Para que la red de distribución de agua caliente funcione adecuadamente se deben tener las siguientes consideraciones:

- La tubería de agua caliente no empotrada en muros o pisos, empleando ductos, entretechos o falsas estructuras que permitan la libre dilatación o contracción por cambios de temperatura.
- Los equipos deben estar ubicados en forma tal que permitan una fácil operación y/o mantenimiento.
- No debe existir combinación de metales opuestos que puedan producir corrosión.
- Tener en cuenta el recubrimiento de aislamiento térmico que debe llevar la tubería.
- Debido a los cambios de temperatura, las tuberías de agua caliente deben de proveerse de uniones de expansión o dilatadores (especialmente en instalaciones medianas y grandes); acordes a las longitudes de los tramos de tubería.

El mantenimiento del tanque o calentador de agua debe ser acorde a las especificaciones del proveedor del mismo. Sin embargo es conveniente revisarlo periódicamente, así como las

válvulas; además verificar que el termostato regulador interno marque la temperatura las válvulas automáticas de escape de presión y de alivio de temperatura.

4.0 AGUA DE CALDERAS

En el agua de calderas ocurren intensas reacciones que no se presentan en agua a bajas temperaturas, por lo que el agua, debe recibir un tratamiento antes de ser utilizada para este fin evitando de ésta manera problemas tales como: incrustaciones, corrosión u otros efectos indeseables; que pueden dañar la caldera, disminuir su eficiencia y aumentar los costos de operación y mantenimiento.

IMPORTANTE Incluir programas de tratamiento para el agua de alimentación de calderas

4.1 Problemas de incrustaciones

A las elevadas temperaturas que se encuentra una caldera, puede originar incrustaciones constituyendo un serio problema por:

- Una mala transmisión del calor ya que aíslan las superficies de calefacción, provocando desperdicio de combustible, pues el calor no se transmite eficientemente a través de la barrera creada.
- Sobrecalentamiento de algunas partes metálicas
- Bajo flujo de circulación de agua o bloqueo completo, lo que causa sobrecalentamiento de las cubiertas o conchas de las calderas, tubos y líneas de alimentación.
- Un potencial para la ruptura de los tubos de la caldera.

4.2 Problemas de corrosión

La corrosión se puede presentar en los sistemas abastecimiento de agua, en las calderas, en las líneas de retorno de condensado, y en cualquier porción del sistema en donde haya oxígeno presente. Las altas temperaturas y un bajo pH, acelera la corrosión en las calderas.

La corrosión se puede controlar purgando el oxígeno y el ácido carbónico disuelto, mediante el uso de un deareador que remueva el oxígeno

4.3 Métodos para controlar los problemas originados por el agua en las calderas

Entre los métodos básicos para mantener controlados los problemas originados por el agua en las calderas se encuentran:

- El tratamiento externo, en el cual su mayor parte se lleva a cabo fuera de la caldera, en tanques de tratamiento o suavizadores.
- El tratamiento interno, que se efectúa dentro de la caldera.

Entre las características del agua, ha tomar en cuenta para determinar el tratamiento que se debe dar al agua de alimentación de calderas tenemos:

- La dureza, relacionada con la posible formación de incrustaciones.
- Alcalinidad, indica las cantidades de sustancias químicas de tratamiento.
- Cloruros, controla la concentración de sólidos.
- El pH, indica el estado del valor de alcalinidad; ligeramente alcalino, cercano a 9 o poco superior de 9 es recomendable para evitar la corrosión, en sistema de calderas

Mediante tratamientos externos del agua para calderas, los sólidos disueltos totales (SDT), dureza, alcalinidad y sílice pueden llegar a valores como los mostrados en la tabla N° 4

Tabla N° 4 Grado hasta el cual cada uno de los procesos de tratamiento externo de ablandamiento de agua para calderas, reducen o eliminan impurezas.

Proceso	Residuos mg/l			
	SDT	Dureza	Alcalinidad	Sílice
Agua original	275	160	135	10
Intercambio de sodio	290	Cero	135	10
Cal fría parcial	190	75	50	9
Cal caliente- sosa	145	17	40	1
Cal caliente- zeolita	155	Cero	30	1
Desmineralización	1-2	Cero	1-2	0.05

Fuente: Manual del agua. Su naturaleza tratamiento y aplicaciones. Frank N. Kemmer.

Éstos y otros parámetros pueden variar dependiendo de la presión de vapor que se produzca en la caldera; La formación de incrustaciones y depósitos y el arrastre de agua dentro del vapor de las calderas se puede controlar a través de algún programa de tratamiento interno (coagulación, fosfatos, quelatación y fosfato coordinado).

Los depósitos y la sedimentación de lodos es posible evitarlos mediante el empleo de productos químicos para acondicionar las partículas del agua, de manera que no formen precipitados cristalinos grandes; con ello las partículas más pequeñas se mantendrán dispersas a la velocidad en que se encuentran dentro del circuito de la caldera.

Es conveniente que el agua para alimentación de calderas sea analizada por un químico competente, quien deberá recomendar la clase de tratamiento para que el agua quede, libre de impurezas que puedan causar problemas en las calderas o sus accesorios.

4.4 Purgado

El agua usada para producir vapor tiene un contenido mineral y químico muy variado, que al calentarse, puede precipitar, siendo perjudicial para la caldera y su equipo.

Existe un límite para la concentración de cada componente del agua de caldera. Para evitar rebasar estos límites, es necesario sacar el agua de la caldera como purga y descargarla.

En la figura N° 9 se ilustra un balance de materiales para una caldera, mostrando que la purga debe ajustarse de modo que los sólidos que salen sean iguales a los que entran y que la concentración se mantenga en los límites predeterminados. El purgado puede ser intermitente o continuo dependiendo del diseño particular de la caldera.

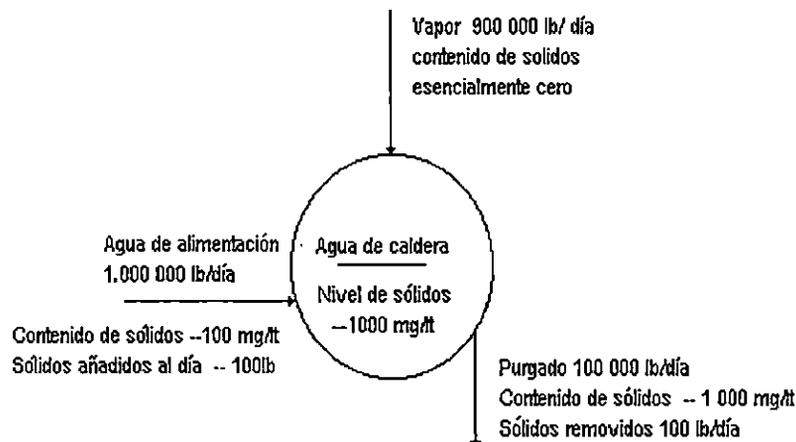


Fig. N° 9 Balance de materiales que entran y salen a la caldera durante el proceso de purgado.

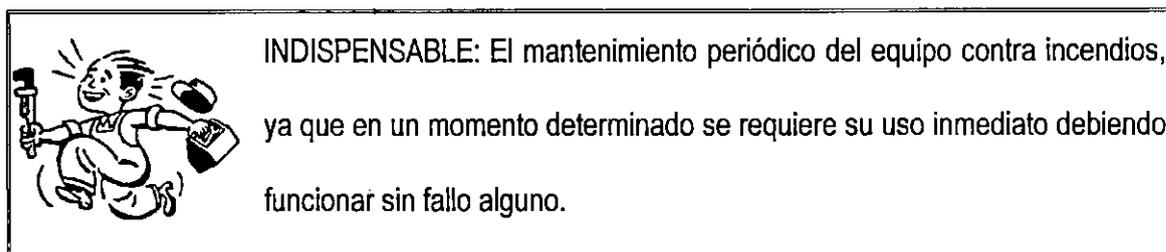
5.0 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS.

La prevención y las medidas de seguridad contra incendios, son dos aspectos importantes de la operación en relación al bienestar de los enfermos empleados y visitantes. Por lo que no se debe pasar por alto, las solicitudes de los trabajos



relacionados con las medidas de seguridad; al contrario, siempre hay que darles mayor preferencia.

Un hospital debe contar con programas especialmente elaborados y llevar a cabo simulacros frecuentes para poder enfrentar posibles desastres como los incendios.



5.1 Bombas contra incendios

Estas bombas deben operarse a intervalos regulares de una semana. Para asegurarse que puedan prestar servicio a cualquier hora del día; los empleados de los diferentes turnos deben saber operarlas convenientemente y conocer las tuberías y válvulas del sistema.

Si por alguna razón las bombas contra incendio no pueden desarrollar ni mantener la presión necesaria, realizar inmediatamente las conexiones o reparaciones mecánicas pertinentes.

5.2 Sistemas rociadores



Se deben tomar precauciones extremas para mantener libres de toda obstrucción las cabezas rociadoras y no colocar sobre ellas ninguna clase de bultos, ni levantar en sus cercanías anaqueles ni divisiones, Se debe dejar siempre un mínimo de 18 pulgadas entre los rociadores y cualquier material almacenado. Se deben hacer inspecciones semanales encaminadas a descubrir irregularidades.

5.3 Hidrantes

Los hidrantes se deben probar con minuciosidad a fin de determinar si sus conexiones para mangueras y sus roscas respectivas corresponden al tamaño normal, usado por el cuerpo de bomberos de la localidad. Además que la presión y el flujo de diseño se prueben cuando menos una vez al año y que estén de acuerdo a especificaciones sugeridas por la Norma vigente.

A los vástagos de las válvulas se les deben cambiar los empaques dos veces al año como mínimo, sustituyendo en su totalidad los empaques ya usados por otros nuevos.

6.0 MANEJO DE AGUAS RESIDUALES

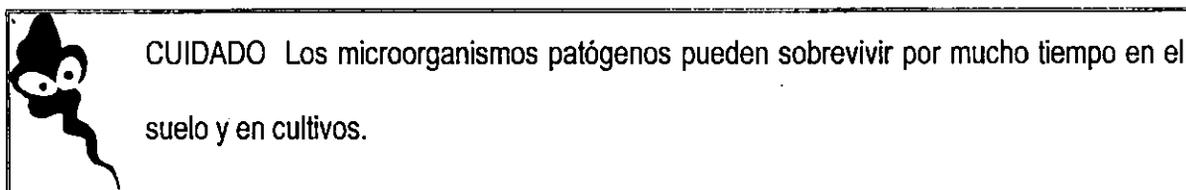
6.1 Origen e Importancia del manejo de las aguas residuales

Las unidades hospitalarias son centros de rehabilitación de la salud humana y simultáneamente focos de infección, ya que, atienden personas que padecen diversas enfermedades, viéndose las aguas residuales afectadas por desechos provenientes de éstas y por sustancias líquidas, que son vertidas al drenaje, presentando peligros potenciales por contener:

- Sustancias tóxicas (pueden provocar envenenamientos)
- Diseminación de microorganismos patógenos (causantes de problemas de salud pública)
- Materiales químicos (de características reactivas, que pueden ocasionar lesiones)

Estudios realizados por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) demuestran que el contacto con el agua residual sin ningún tratamiento se asocia a riesgos elevados de

infección por áscaris lumbricoides y enfermedades diarreicas. En el cuadro N° 14 podemos observar le tiempo de supervivencia de algunos microorganismos y las enfermedades que éstos pueden causar.



Cuadro N° 14 Períodos de supervivencia de algunos microorganismos

Agente patógeno	Período de supervivencia		Enfermedad
	En el suelo	En los cultivos	
<u>Virus</u> Enterovirus	Menos de 100 días Comúnmente menos de 20 días	Menos de 60 días Comúnmente menos de 15 días	Gastroenteritis, anomalías cardíacas y meningitis
<u>Bacterias</u> Salmonella	Menos de 70 días Comúnmente menos de 20 días	Menos de 30 días Comúnmente menos de 15 días	Fiebre tifoidea y salmonelosis
<u>Vibrio cholerae</u>	Menos de 20 días Comúnmente menos de 10 días	Menos de 5 días Comúnmente menos de 2 días	Cólera
<u>Helmintos</u> Huevos de áscaris lumbricoides y larvas de taenia saginata	Varios meses	Menos de 60 días Comúnmente menos de 30 días	Ascariasis y teniasis

Para eliminar los contaminantes presentes en el agua residual es necesario someterlos a un tren de tratamiento eficiente y económico a mediano, corto y largo plazo que dependerá de un diagnóstico y caracterización de las aguas del lugar. El tren de tratamiento mencionado, lo constituye la serie de pasos siguientes:

1. Tratamiento preliminar
2. Tratamiento primario
3. Tratamiento secundario

4. Tratamiento terciario

En nuestro país, ésta solución no es viable, pues existen factores que obstaculizan que se lleven acabo, tales como: Localización geográfica dentro del AMSS, espacio disponible y principalmente disponibilidad de recursos.

Sin embargo, se pueden aplicar tratamientos preliminares, que reducen en cierta medida los contaminantes que pueden dañar u obstaculizar el sistema de evacuación de aguas residuales.

6.2 Sustancias químicas empleadas en las unidades médicas

Por lo general dentro de un hospital se encuentran contaminantes de tipo: infecciosos, tóxicos, comunes y biológicos.



RECUERDE Entre más sustancias deseché al drenaje, aumenta la probabilidad de contaminación de las aguas residuales.

En el cuadro N° 15, se dan a conocer aquellos servicios de mayor importancia, en lo que a contaminación se refiere.

Cuadro N° 15 Servicios de mayor contaminación dentro de hospitales

Servicios	Químicos utilizados
Anatomía patológica y Morgue	Metanol, alcohol etílico, formaldehído, ácido cítrico, ácido nítrico, ácido pícrico, hematoxilina, xilol, ácido acético glacial, papanicolau EA-50, ácido clorhídrico, y otros
Laboratorio	Medios de cultivo, químicos reactivos, lejía, y sangre
Rayos X	Sales de plata, fijadores (reciclables) y reveladores
Cocina	Detergentes, grasas y aceites
Lavandería	Lejía, detergente(hipoclorito de sodio, cloro orgánico)

6.2.1 Reactivos de laboratorio



Son sustancias utilizadas en las áreas de tratamiento y diagnóstico que pueden causar efectos nocivos a la salud de las personas, y al sistema de drenaje. Algunas de estas sustancias se pueden observar en el cuadro N° 16.

Cuadro N° 16. Sustancias químicas comunes utilizadas y sus efectos

Producto	Efecto
Formaldehído	Corrosivo, altamente tóxico por inhalación. Ingestión y contacto.
Hematoxilina	Inflamable, nocivo e irritante
Etanol	Tóxico por ingestión y resorción
Ácido pícrico	Tóxico por contacto, inhalación e ingestión
Ácido acético	Tóxico por ingestión
Ácido nítrico	Tóxico por contacto e ingestión, corrosivo y cáustico

6.2.2 Detergentes

Los detergentes emulsifican las grasas y ácidos, provocan la flotación en los sólidos y pueden destruir bacterias y otros organismos vivientes útiles.

6.2.3 Desechos radiactivos

Pueden ser sólidos o líquidos y tienen que ser aislados durante el tiempo necesario para alcanzar el decaimiento de su radiactividad.



ALTO Los desechos radiactivos no deben descargarse al sistema de drenaje.

6.3 Recomendaciones para minimizar los riesgos de contaminación por el uso de sustancias empleadas en las unidades hospitalarias.

Para minimizar los riesgos en los hospitales es necesario:

1. Evitar y/o reducir el vertido de sustancias químicas, medicinas caducadas, desinfectantes y otras sustancias
2. Sustituir detergentes no biodegradables, por productos biodegradables
3. En los servicios de radiología, tomar medidas para reducir la generación de residuos de revelado fotográfico. Esto se puede lograr almacenando adecuadamente los materiales utilizados, reciclando la plata, probando la caducidad de los materiales cuya fecha haya alcanzado, prolongando la vida media de los materiales.
4. Desinfectar las heces y vómitos de pacientes con cólera, mediante la aplicación de ácido clorhídrico y soluciones cloradas.

7.0 TRATAMIENTOS PRELIMINARES EMPLEADOS EN LOS SISTEMAS DE DRENAJE DEL AGUA RESIDUAL

El tratamiento preliminar es la primera operación en las plantas de tratamiento y su empleo evita obstrucciones en tuberías y conducciones en general y retira materia flotante y partículas sedimentables.

7.1 Cajas recolectoras de grasa (trampa de grasa)

Se utiliza para la eliminación de grasas y aceites del agua residual; las dimensiones se determinan según el número de comidas servidas (15 a 19 litros de capacidad de líquido por cada comida).

El enfriamiento de los desperdicios por medio de tierra se realiza colocando la trampa de grasa dentro del suelo, a la salida de las tuberías de cocina; se construyen de concreto y su forma es rectangular. Entre los requisitos que debe cumplir están:

- Ancho mínimo 61 cm
- Largo de 3 a 4 veces su ancho, para que el flujo sea suave y sin agitación
- Profundidad mínima 1 m, espesor de paredes 0.1 m
- El tubo de entrada de agua residual es de concreto (codo de 90°) y el de salida una T construida de barro vitrificado. (Ver Figura N° 10)

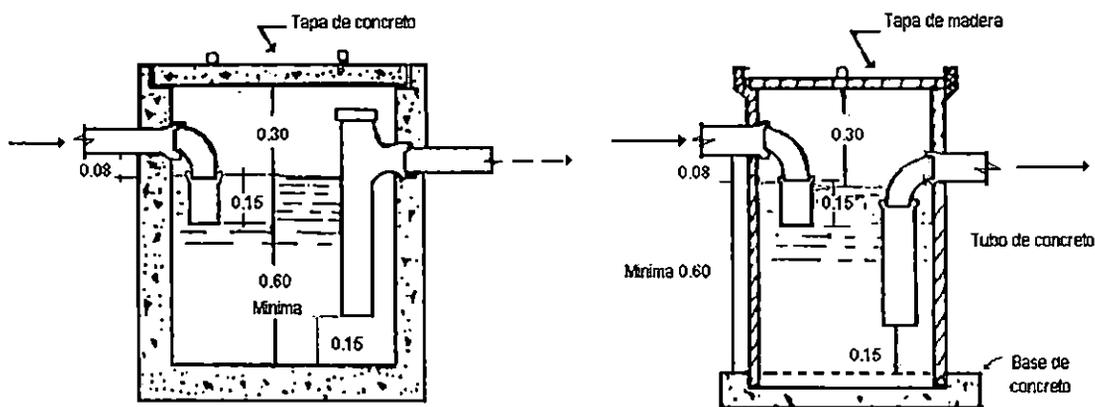


Fig. N° 10 Trampa de grasa

IMPORTANTE Es necesario Un registro al nivel del piso de la trampa para el desalojo de las grasas.

Recomendaciones para las trampas de grasa:

- Ubicarlas en lugares sombreados para mantener bajas temperaturas en su interior

- Realizar la limpieza cuando se ha alcanzado el 75% de la capacidad de retención de grasa.
- Mantenerla herméticamente cerrada después de su limpieza para evitar malos olores

RECOMENDACIÓN Las inspecciones de la trampa de grasa deben realizarse semanalmente, para determinar la frecuencia de su limpieza.

7.2 Trampa para yeso

Son recipientes de un solo nivel (tanque séptico) que se utilizan para sedimentar el yeso, y se colocan a la salida de las tuberías de las salas de ortopedia; en el cual los sólidos se mantienen por lapsos suficientemente largos, para que sufran una digestión parcial; se diseñan para tiempos de retención de 12 a 24 horas y están orientados hacia la producción de un líquido incoloro y granular que se acumula en el tanque.

En la figura N° 11, se puede observar este tipo de tanque, en el cual las dimensiones están adaptadas para un manejo de 1000 litros de agua residual. Se construyen de materiales impermeables y resistentes a la corrosión (concreto, barro vitrificado, bloques pesados de concreto o ladrillos fuertemente calcinados) y consta de los siguientes elementos:

- Registro o tapa para la inspección y limpieza
- T a la entrada y salida de las aguas residuales
- Tapa y piso de cemento precolado con armazón de varilla de $\varnothing 3/8"$ en ambos sentidos
- Dala perimetral de concreto

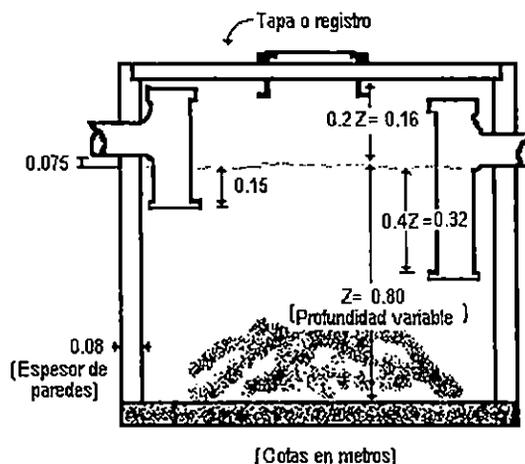


Fig. N° 11 Trampa para yeso

REVISAR semanalmente tuberías de entrada y salida del agua, en las trampas de yeso, para evitar taponamientos

7.3 Métodos de eliminación de los residuos del tratamiento preliminar

El tratamiento preliminar genera residuos que deben ser eliminados, y los métodos para ello son:

- Incineración
- Enterramiento (si el residuo no es peligroso)
- Relleno de tierras (pero hay que dejarlo drenando de 24 a 48 horas)
- Incorporación al tratamiento de basuras urbanas
- Transporte de vertedero, pero puede causar problemas ecológicos y de salud

8.0 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE EVACUACIÓN.

Los inconvenientes que pueden presentarse en el sistema son: en la red de evacuación y en la red de ventilación.

8.1 Red de evacuación

La red de tuberías de evacuación consta de: derivaciones, columnas, bajantes, colectores y pozos de registro. Las columnas deben prolongarse hasta atravesar el techo del edificio y dejar abierto su extremo superior para evitar que se produzcan succiones por las derivaciones cuando baja el pistón hidráulico. La parte superior del tubo suele cubrirse con una caperuza que tiene por objeto facilitar el arrastre de los malos olores por la acción del viento; tal como se muestra en la figura Nº 12

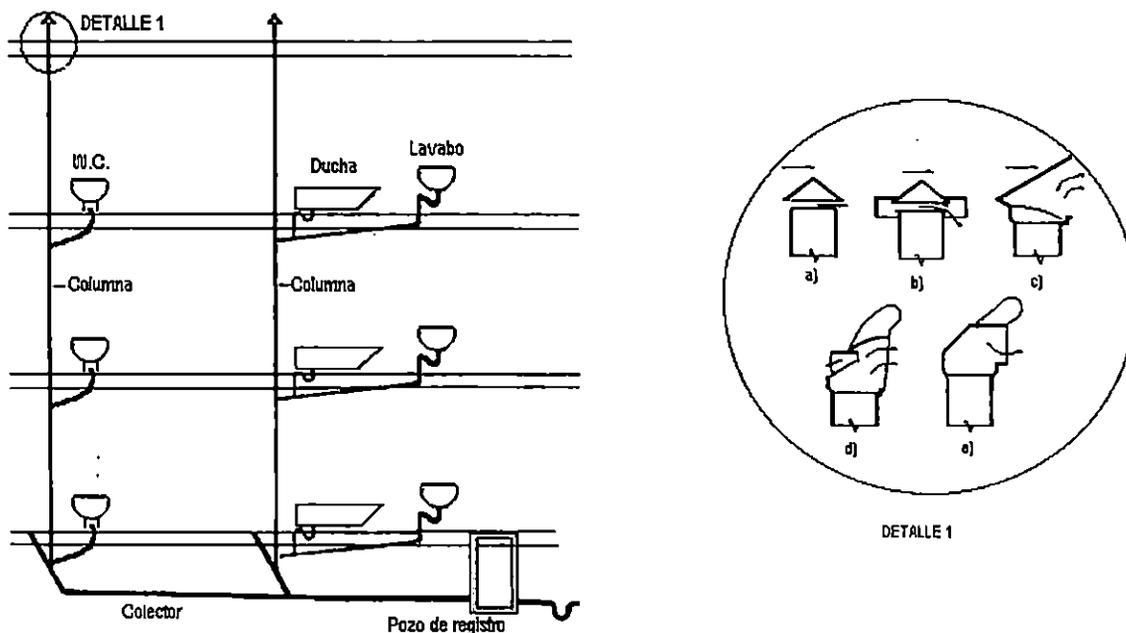


Fig. Nº 12. Tipos de caperuza. Los tipos c), d) y e) son giratorios con la boca de salida de espaldas al viento.

Las averías más usuales dentro de la red de evacuación son las siguientes:

8.1.1 Averías en tuberías de evacuación

Las averías que pueden producirse en las tuberías se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro Nº 17 Causas de daño en tuberías de evacuación

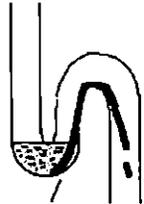
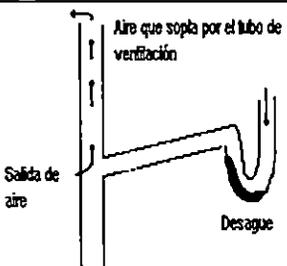
Problema en tuberías	Identificación del problema	Causa	Solución
Rotura del tubo y fugas en las juntas o uniones	Se apreciará el olor y la humedad que filtrará a través de la pared, techo o suelo del lugar o tubo defectuoso	Se produce cuando algún tramo de tubo presenta anomalía o defecto de construcción que no se vio en el momento de construcción	Descubrir el tubo y cambiar el tramo defectuoso
Obstrucción en la derivación			Utilizar un alambre y desmontar el inodoro y el sifón para acceder mejor a la tubería de descarga.

8.1.2 Averías en el sifón

En el cuadro Nº 18 se dan a conocer las causas posibles de pérdida del sello hidráulico en los sifones.

CUIDADO La pérdida de sello en sifones, puede producir olores fétidos en las instalaciones

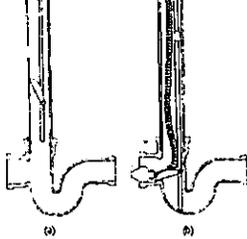
Cuadro Nº 18 Pérdida del sello en los sifones y posibles soluciones

Forma de pérdida del sello	Esquema	Causa	Solución
Fugas		Rotura o separación en la junta del sifón o con el aparato sanitario	Reparar la rotura o volver a unir los elementos que se han separado
Sifoneo		Puede darse por compresión o por aspiración	Proveer de tubos de ventilación
Atracción capilar	 <p>Pieza de material absorbente</p>	Cuando una pieza de material absorbente queda atrapada da lugar al vaciado del agua	Retirar el elemento que produce esta acción
Fluctuación	 <p>Aire que sopla por el tubo de ventilación</p> <p>Salida de aire</p> <p>Desague</p>	Las rachas de viento que soplan pueden producir una succión parcial que moverá el agua del sello hasta vaciarse	Reponer el agua de nuevo descargando la cisterna del inodoro
Descarga del inodoro		Se puede dar por fallo estructural en el diseño, en el sifón o en la descarga de la cisterna	Graduar el mecanismo de descarga para que no baje tanta agua

8.1.3 Limpieza en tuberías de aguas negras

Además del uso de productos químicos (sulfumán, amoníaco, sosa cáustica) y de la utilización del sistema de ventosa para desobturar tuberías, existen aparatos especialmente diseñados para estos casos. Algunos de ellos se pueden apreciar en el cuadro Nº 19.

Cuadro N° 19 Equipo para limpieza de tuberías de drenaje

Aparato	Figura	Empleo	Observación
Limpiador de mano giratorio		desobstruye sifones, codos curvas en lavaderos, fregaderos, fuentes de agua y lavamanos	Se introduce el cable helicoidal y se gira. El cable puede sustituirse por otras medidas desde 3/4 a 3"
Limpiador para inodoros		Se utiliza para desobstruir inodoros	El cable que hace de barrena es intercambiable
Bomba de presión		Se utiliza para desbloquear lavamanos, inodoros, bidet, bañeras y duchas	Utiliza presión de aire para bombear y eliminar la obstrucción.
Pala para sifón		Desobstruye derivaciones	Sirve para guiar el cable desobstruidor y facilitar el paso a la derivación
Desatascador accionado por una maquina portátil		Sirve para la limpieza de lavamanos y cañerías de desecho	Son equipos más profesionales y completos accionados con motor o acoplado a una máquina portátil

Eliminación de obstrucción a través de una bomba (sistema de ventosa)

1. Introducir trapos húmedos en todos los orificios del artefacto sanitario a desatascar (lavabo o fregadero).
2. Aplicar una capa delgada de pretrolato al borde de la bomba, para formar un sello perfecto entre la copa de caucho y el artefacto (ver figura N° 13)
3. Dejar una capa de agua de 5.08 a 7.62 cm en la pila y colocar la copa de caucho en el agujero del desagüe, presionar de manera rítmica y potente para eliminar la obstrucción.

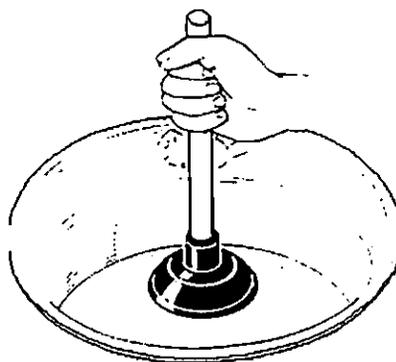


Fig. N° 13 Aplicación del sistema de ventosa

Si no se logra desobturar un artefacto sanitario a través de un sistema de ventosa, utilizar una sonda o limpiador de mano giratorio.

Eliminación de obstrucción a través de una sonda o limpiador de mano giratorio

Los pasos a seguir para la desobstrucción, son los siguientes:

1. Inserte la sonda a través del orificio del desagüe, como se observa en la figura 14(a), si no da resultado afloje el tapón de limpieza y quitelo.
2. Trate de retirar la obstrucción, insertando la sonda en el agujero del tubo de desagüe (Fig. 14b y c)
3. Cuando instale nuevamente el tapón, enrolle cinta teflón alrededor de la rosca para prevenir fugas.
4. Si no existe tapón de limpieza, quite los sujetadores del sifón.

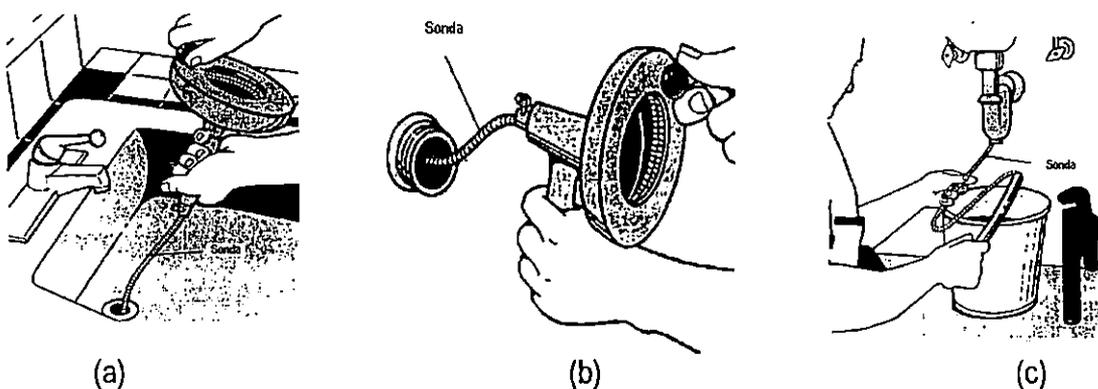


Fig. N° 14 Desobstrucción a través de una sonda o limpiador de mano giratorio

Sonda o limpiador para inodoros

Está diseñado para flexionarse en las curvas del canal que conforman el sifón, es una herramienta rígida capaz de abrirse paso a través de casi cualquier obstrucción. La forma de emplearlo se observa en la figura N° 16 y es el siguiente:

- Colocar la sonda en la tasa y girar la manija para que el extremo se introduzca a través del canal
- Cuando llegue a la obstrucción, girar y empujar con más fuerza.

- Si no es posible eliminarla, ni con el uso de la sonda, será necesario, desmontar la tasa y colocarla boca abajo, para retirar la obstrucción por debajo. Ver figura 15(b)

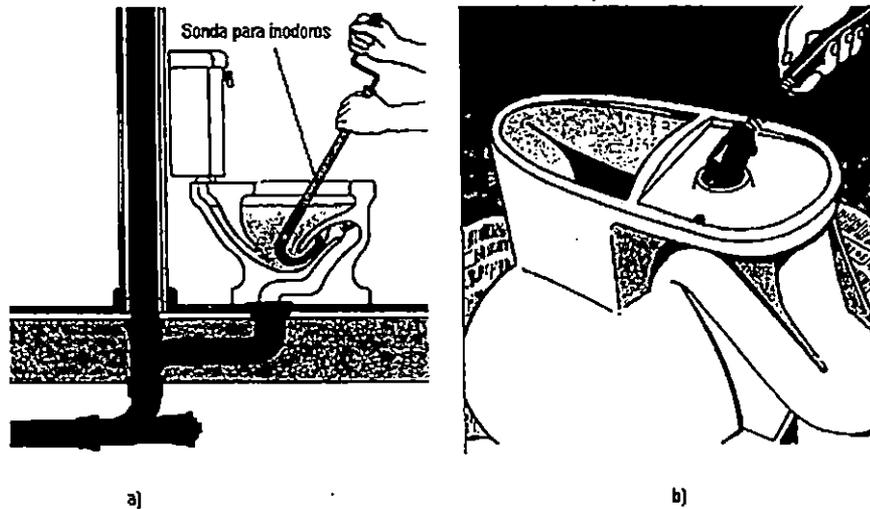


Fig N° 15 Utilización de la sonda o limpiador para inodoros

Accesos y cámaras de inspección de los drenajes

El enlace entre los colectores y el colector primario suele protegerse con una caja de registro tal como se muestra en la figura N° 16, la cual facilita la inspección y reparación en caso de pérdidas y averías.

Los pozos colectores y los tanques receptores de aguas negras deben ser de diseño hermético al aire y estar provistos con ventilación, para permitir el flujo de aire hacia dentro y hacia fuera del vaso receptor.

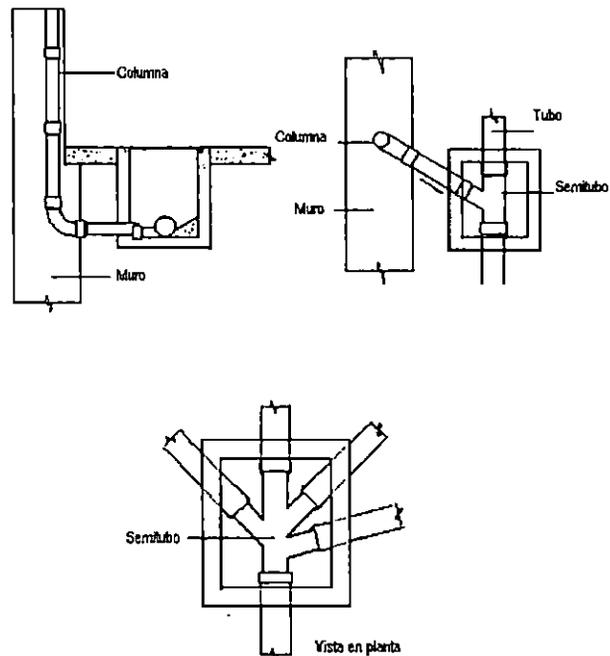


Fig. N° 16 Cajas de inspección y enlace de colectores

Obstrucción de los tubos de desagüe

Si la obstrucción de un tubo de desagüe no es eliminada a través del uso de bombas y sondas u otro instrumento, se puede utilizar una boquilla de agua a presión, que lanza fuertes chorros de agua contra la obstrucción.

8.1.4 Válvulas para evitar el contraflujo

Los sistemas de drenaje que conectan con los sistemas de alcantarillado público, están sujetos a contraflujo del agua y a inundaciones en caso que la alcantarilla pública quede obstruida o sea de capacidad insuficiente para la carga que se imponga sobre ella. Para evitar que el agua regrese al sistema de drenaje del edificio, deben instalarse válvulas para evitar el

contraflujo. Estas válvulas deben dar un sello mecánico positivo tal que evite dicha problemática a la vez que los materiales deben ser resistentes a la corrosión.

8.2 Red de ventilación

Esta constituida por una serie de tuberías que se acometen a la red de desagüe cerca de los sifones. Su función es permitir la salida a las aguas fétidas cuando se produce una compresión o una succión en la bajante general de desagüe.

En la red de ventilación no se producen obstrucciones ni roturas, a menos que sean provocadas o accidentales, ajenas a la instalación en sí.

Existen casos en los que no es necesario una red de ventilación, éstos se pueden apreciar en la figura 17 y son los siguientes:

- Cuando un aparato descarga directamente a una bajada de \varnothing 8 cm y longitud de derivación no mayor de 0.60 m si es fondo curvo, y 1.20 si es plano
- Cuando el inodoro, el lavamanos, y el baño están en serie
- Si una columna de \varnothing 8 cm acomete como máximo 8 lavabos
- Si dos aparatos por planta acometen a una bajada inmediata y tienen el diámetro máximo prescrito puede suponerse una ventilación común única.

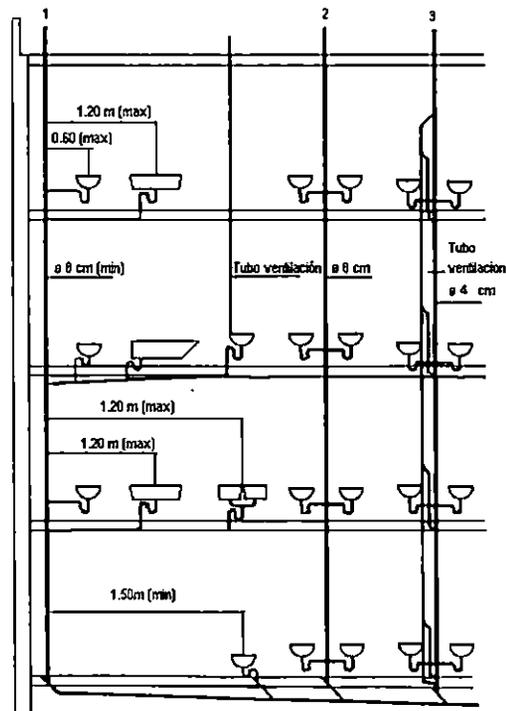


Fig. Nº 17 Red de evacuación

9.0 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO DE LA UNIDAD DE MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y AGUAS RESIDUALES

El buen funcionamiento de los sistemas hidráulicos del hospital depende de un control constante de las instalaciones y de una buena organización de sus actividades. Si el departamento de mantenimiento emplea normas, procedimientos administrativos y programas de adiestramiento, proporcionará un mejor servicio a menor costo.

El tamaño del hospital y las características del edificio son factores determinantes para la organización del departamento y por ende la sección o unidad encargada de los sistemas de agua potable y aguas residuales.

TENGA PRESENTE: Si descuida el mantenimiento de los sistemas se elevaran los costos de operación y mantenimiento.

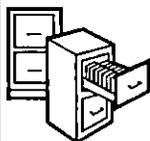
9.1 Importancia de los costos de operación y mantenimiento.



Conocer los costos reales de operación y mantenimiento permite la evaluación de: necesidades de recursos, empleo de alternativas de operación y mantenimiento y tecnológicas.

La elaboración de presupuestos trae consigo los siguientes beneficios:

- Dar a la administración un parámetro mediante el cual pueda comparar costos, para mantenerlos dentro de los límites de recursos disponibles.
- Solicitar aumento de presupuesto si el asignado no es acorde a las necesidades que se presentan en el departamento.
- Establecer políticas y metas de trabajo apegadas a la realidad.



De la organización del departamento depende el control de los costos de operación y mantenimiento.

Para controlar costos de operación y mantenimiento es indispensable que el departamento de mantenimiento cuente con:

1. Un sistema bien organizado de archivos y registros
2. Un sistema adecuado de ordenes de trabajo (para el cumplimiento correcto de ordenes por el personal)
3. Un programa de las actividades que se deben realizar (para evitar el desperdicio de tiempo y dinero)
4. Un inventario de materiales y equipo para determinar, cuales y en que cantidad es necesario adquirir.

El jefe del departamento de mantenimiento tiene la responsabilidad de despertar el habito de ahorro en sus empleados haciendo conciencia de los costos de los materiales, del valor de las piezas de repuesto, desperdicios y otros. Motivarlos a dar ideas y sugerencias para reducir los costos y mejorar trabajos y procedimientos.

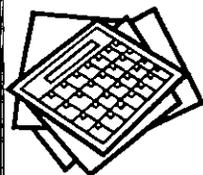
9.2 Archivos y registros de los sistemas de agua potable y aguas residuales

El mantenimiento de archivos de los sistemas, tiene la finalidad de proporcionar la información necesaria que permite asegurar funcionamiento de las instalaciones y el cumplimiento de las tareas del personal. Estos para dar mantenimiento a los sistemas. Los tipos de archivos que debe mantener esta unidad o sección de mantenimiento son:

- Planos de los sistemas de abastecimiento de agua potable y drenaje de aguas residuales para ser empleados, en la ubicación de tuberías o accesorios en casos de fugas, o para efectuar ampliaciones en los sistemas.

- Listado de materiales empleados en reparaciones y reformas efectuadas
- Certificados que garanticen la potabilidad del agua de tanques y cisternas
- Registro de inspecciones, servicios y mantenimientos rutinarios, llevados a cabo en los sistemas incluyendo de los sistemas contra incendios
- Documentación relativa al abastecimiento de agua para casos de emergencia
- Documentación relativa a programas de simulacro de desastres naturales e incendios realizados.
- Registro del consumo de agua, para observar su comportamiento y de manera indirecta el estado de las instalaciones de agua potable.
- Registro de inventario de los sistemas.
- Subcontratos de mantenimiento.

9.3 Sistemas de ordenes de trabajo y programación del mantenimiento



Un sistema de ordenes de trabajo y una programación de actividades, reduce los costos de operación y mantenimiento, permite coordinar las tareas y obtener una mayor eficiencia y efectividad.

Un servicio de mantenimiento planificado y periódico permite prolongar la vida útil de los sistemas y reducir sus fallas. Para ello es necesario entre otras actividades, establecer procedimientos para realizar los trabajos y elaborar informes y solicitudes para la administración.

Además, con este tipo de mantenimiento se evita que no se cuente con el personal adecuado y suficiente para que se realicen las tareas cotidianas así como las tareas de emergencia.

La implementación de un sistema de ordenes de trabajo y el empleo de formularios permite:

1. Clasificar el trabajo
2. Registrar, planificar y programar trabajos
3. Asignar tareas
4. Calcular costos de materiales y mano de obra y llevar un control de los mismos
5. Obtener las autorizaciones necesarias
6. Llevar registros de rendimiento



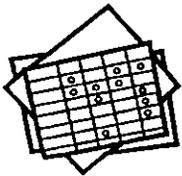
La clasificación de los trabajos permite, asignar tareas conjuntas, planear mejor las actividades y hacer eficiente el trabajo del personal, además de evaluar la eficiencia de los equipos.

La clasificación de los trabajos puede tener diferentes categorías, entre las más comunes encontramos:

- Reparaciones rutinarias no repetitivas
- Reparaciones de emergencia
- Mantenimiento preventivo programado
- Ordenes permanentes para pequeñas tareas rutinarias
- Reparaciones mayores en trabajos de mantenimiento
- Trabajos de construcción y modificaciones

- Instalación de equipo
- Seguridad

Para clasificar las tareas es necesario dar una definición clara y completa de las mismas, para establecer prioridades, evitar errores que se puedan presentar por suposiciones basadas en información incompleta, reducir el número de pasos y saber qué es lo que se debe de hacer. Muchas veces es conveniente formular preguntas y visitar el lugar de la obra para tener una visión completa de las labores a ejecutar, y así, poder instruir al personal que ejecutara el trabajo y este tenga idea del equipo y materiales que necesitara en la realización del trabajo.



Las solicitudes de mantenimiento deben hacerse por escrito; excepto aquellas tareas menores para las cuales deben existir ordenes permanentes de trabajo

Las ordenes escritas se deben contener al menos la siguiente información: fecha de expedición, descripción del trabajo, ubicación y departamento que lo solicita, fecha de recepción, número del trabajo, sección o unidad asignada, aprobación del departamento de mantenimiento y fecha de terminación del trabajo. La figura N° 18 muestra una forma para asignación de trabajo.

Existen trabajos pequeños y/o repetitivos los cuales muchas veces no requieren ser analizadas a fondo, para los que la elaboración de una orden de trabajo se vuelve engorrosa, es por ello conveniente que para estos se elaboren ordenes permanentes de trabajo, es decir, se asignen ciertas tareas como el cambio de lámparas a una persona específica quien será la encargada del cambio de las mismas sin que sea necesario la existencia de una orden escrita,

estas tareas deben ser incluidas en el programa de las actividades ya que a pesar de que no requieren ordenes escritas si requieren tiempo y materiales y algunas, estimaciones de los costos y las aprobaciones necesarias antes de ejecutarlas.

REQUISICIÓN DE SERVICIO				NO ESCRIBA EN ESTE ESPACIO															
Depto.	Edificio	Nivel	Fecha	Fecha de recibido _____ No. _____															
Solicitado por:	Teléfono	Aprobado por (Supervisor o jefe del Depto)		Fecha de asignación _____															
Descripción detallada de la reparación que solicita:				<table border="1"> <tr><td>Tipo de obreros</td><td></td></tr> <tr><td>Plomero</td><td></td></tr> <tr><td>Mecánico</td><td></td></tr> <tr><td>Otros</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>		Tipo de obreros		Plomero		Mecánico		Otros							
Tipo de obreros																			
Plomero																			
Mecánico																			
Otros																			
Descripción del trabajo realizado por el personal de mantenimiento:				COSTO ESTIMADO															
				<table border="1"> <tr><td>Mano de obra</td><td></td></tr> <tr><td>Material</td><td></td></tr> <tr><td>Compras</td><td></td></tr> <tr><td>Otros</td><td></td></tr> <tr><td>Total</td><td></td></tr> </table>		Mano de obra		Material		Compras		Otros		Total					
Mano de obra																			
Material																			
Compras																			
Otros																			
Total																			
No. de requisición:		Unidad :		Costo real:															
Trabajo terminado satisfactoriamente:		APROBACIÓN DE MANTENIMIENTO		RESPONSABLE:															
Fecha:																			

Fig. Nº 18 Solicitud de servicios de mantenimiento

9.3.1 Programación de actividades del departamento de mantenimiento

La persona encargada del departamento de mantenimiento debe estimar y escalonar las prioridades de cada actividad y verificar que al momento de realizarlas, se cuente con el material necesario. Para ello es conveniente que se lleve acabo un inventario del material almacenado y solicitar aquel que no se encuentre.

El programa así como el periodo para el cual debe ser realizado, tiene que ser acuerdo a las características del hospital.. La figura N° 19 muestra un programa que puede ser empleado en los diferentes hospitales según proyectos y oficios

Para elaborar un programa de mantenimiento debe tenerse en cuenta lo siguiente:

1. El equipo al cual se le dará mantenimiento
2. La frecuencia con que se deben realizar las tareas
3. Una descripción completa de lo que se debe inspeccionar en cada unidad
4. Selección cuidadosa y adiestramiento de los empleados para las operaciones de mantenimiento preventivo.

LUGAR	DESCRIPCION DEL TRABAJO	CLAVE DEL OFICIO	TRABAJADOR	LUNES	MARTES	MIERC.	JUEVES	VIERNES	HORAS HOMBRE
Sala de Calderas	Cambio de empaque principal	1	Moran						24
		1	Vargas						24
Cocina	Destapar tragante de fregadero	9	Flores						4
Asignación Fija	Lavandería	1	Vargas						40
	Cambio de lamparas	2	Muñoz						40
	Control de calderas	1	Moran						40

CLAVES DE OFICIO

1. Mecánico	4. Carpinteros	6. Equipo de hospital	8. Refrigeración
2. Electricista	5. Encargado de almacén	7. Jardinería	9. Fontanería
3. Pintores			

Fig. N° 19 Programa semanal de trabajo

Para determinar la frecuencia de los procedimientos de mantenimiento preventivo, es importante tomar en cuenta que:

1. Debe existir un intervalo suficientemente largo para evitar el exceso de trabajo.
2. El establecimiento de las fechas en que se llevaran a cabo los trabajos.
3. Se debe establecer por escrito el trabajo a ejecutar, para evitar que se presenten las siguientes situaciones: ni el operario ni el jefe saben qué trabajo hay que efectuar; se

repitan trabajos innecesarios o excesivos cada vez que se programa una actividad de mantenimiento.

RECUERDE: Antes de operar los equipos, debe leer los instructivos de operación y mantenimiento.

Se deben registrar equipos e instructivos, de igual forma en archivos e inventarios.

Leer los instructivos permite establecer: programas de mantenimiento del equipo que incluyan instrucciones acerca de que hacer y con qué frecuencia, las piezas de repuesto que es necesario tener en el almacén e instrucciones a dar en caso de presentarse desperfectos que exijan reparaciones de urgencia; así también permite evitar interrupciones en su funcionamiento.

9.4 Compra y manejo de materiales

Generalmente las compras, se realizan a través del agente de compras o del departamento asignado para ello; por lo que en ocasiones el departamento de mantenimiento se puede ver en la dificultad de adquirir materiales y equipo con rapidez, lo que lo hace ineficiente. Para evitar tal dificultad se sugiere que exista una comunicación excelente entre ambos departamentos.

Para ponerse al tanto de las necesidades que se puedan presentar en proceso de operación y mantenimiento, es conveniente revisar los documentos de construcción, inventarios y archivos tanto de los sistemas de agua potable y aguas residuales como del almacén.

IMPORTANTE Antes de realizar una compra de materiales, tenga en cuenta los siguientes factores:

- Disponibilidad de espacio de almacenamiento
- El periodo para el cual se efectuara la requisición
- La necesidad de especificaciones completas y detalladas de material y equipo a comprar

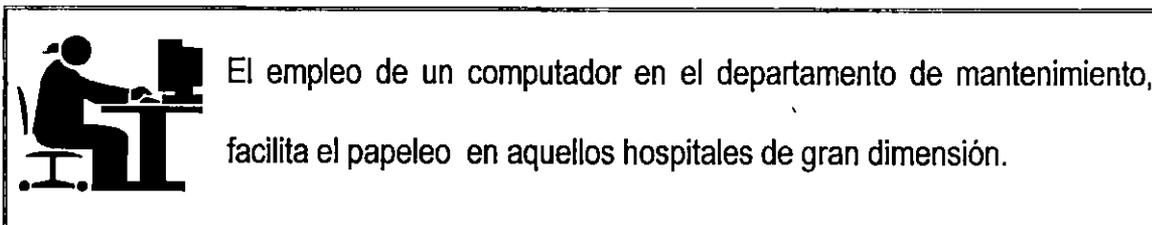
Para reducir costos de artículos almacenados innecesariamente y evitar pérdidas, algunos hospitales acostumbran tener piezas de repuesto al mínimo, empleando para ello archivos e inventarios de almacén muy eficaces.

Cuando se realicen subcontratos de mantenimiento el ingeniero o encargado de los mismos debe leer los contratos y guardar en los archivos copias, para saber que comprenden, su fecha de vencimiento y los procedimientos que se deberán seguir en casos de emergencia.

IMPORTANTE Registrar todo artículo que entre o salga del área de almacenamiento, para contar con un inventario permanente, minimizar hurtos y facilitar la elaboración de requisiciones

Es conveniente realizar una inspección periódica de los materiales y las condiciones en que se encuentran almacenados para evitar se deterioren.

9.5 Empleo de computador



El empleo del computador permite:

- Reducir al mínimo el trabajo de los oficinistas.
- Imprimir las hojas de las ordenes de trabajo y los informes que debe presentar el departamento de mantenimiento.
- Hacer listados de los sistemas y equipos por ubicación, para realizar y coordinar los trabajos de mantenimiento.

La base de datos del computador debe contener la siguiente información:

- Datos del equipo: ubicación, listado de piezas de repuesto, etc.
- Un programa de mantenimiento para cada unidad: que detalle los procedimientos a seguir y las necesidades de mantenimiento del equipo según recomendaciones dadas por el proveedor.
- Frecuencia y programas de cada actividad.
- Mecanismos para iniciar una tarea.
- Informe del rendimiento de trabajos terminados

GLOSARIO

Agua residual: Agua usada proveniente de viviendas, oficinas, fabricas, laboratorios, hospitales, etc. Que desechan mediante el arrastre del agua diversos residuos sólidos y líquidos que alteran su calidad. También se les llama aguas servidas o aguas negras.

Artefacto sanitario: Es todo aparato conectado a la instalación interior que recibe agua y otros líquidos, descargándolos en un sistema de evacuación después de haber sido utilizados.

Áscaris lumbricoides: Lombriz parásita, del género de lombrices intestinales ascarididas que infesta al hombre y a otros mamíferos.

Biodegradable: Sustancia que en un tiempo relativamente corto se descompone por su acción bacteriana.

Bomba: Es la que impulsa el agua a la tubería, bajo presión para suministrarla a un tanque elevado.

Cáustico: Agente capaz de provocar la destrucción terapéutica de los tejidos puesto en su contacto (sustancias como ácido nítrico, hidróxido de potasio y otros)

Calentador: Aparato en el cual mediante el empleo de una fuente de calor adecuada, el agua es calentada.

Caudal: Cantidad de líquido o fluido que pasa por una sección de una tubería en una unidad de tiempo.

Conexión cruzada: Conexión física entre dos sistemas de tuberías uno de los cuales contiene agua potable y otro agua de calidad desconocida, donde el agua puede fluir de un sistema al otro, dependiendo de la dirección del flujo de la presión diferencial entre los dos sistemas

Contaminante: Cualquier componente extraño presente en otra sustancia, a una conexión lo suficientemente alta como para poner en peligro en medio acuático o la salud pública.

Contraflujo: Agua que regresa por mal funcionamiento, diseño y construcción de una obra hidráulica.

Desinfección: Aplicación de energía o productos químicos para matar organismos patógenos.

Diseminación: Difusión o dispersión de un proceso morboso o de los agentes que lo ocasionan dentro de un organismo o en el medio ambiente,

Dispositivos de control: Su función es controlar la operación del equipo de bombeo y/o el aire en los tanques.

Duchas: Son pequeñas cabinas cubiertas con azulejos o materiales impermeables, en las que el agua fluye a través de un aspersor y el volumen de agua es regulado por un grifo. Por lo general, la boca de salida (aspersor) del agua, se instala en la pared en la parte superior de uno de sus lados. Su función principal es el aseo corporal de las personas.

Flotador: Dispositivo que generalmente es utilizado para registrar variaciones de nivel o gobernar un interruptor o un grifo.

Fregaderos y/o lavabos: Son losas de porcelana, alimentadas a través de un pequeño tubo que está unido a la llave o grifo. Comúnmente se les llama fregadero, pero si se encuentra en un baño se les llama lavabo. El trabajo que hacen los fregaderos o lavabos es el mismo: proporcionar una pila para recibir el agua potable, retenerla el tiempo que sea necesario si se requiere y permitir que se le vacíe cuando se necesite.

Grifos: Es una válvula especial, que se coloca al final de una conducción y es utilizada para controlar mediante una sencilla manipulación, la salida del agua a la red.

Grifos de vaciado: Se emplean para el vaciado de tanques, depósitos de toda clase, purga de las instalaciones de calefacción, etc

Inodoro de fluxómetro: Es una losa provista de un sencillo obturador de cañería, que da un caudal instantáneo importante. Solo pueden funcionar cuando la presión de agua es suficiente; y aunque ruidosos, ofrecen la ventaja de no requerir tiempo perdido para llenar el depósito, por lo que es muy utilizado como sanitario colectivo.

Inodoro de tanque: Éste tiene la taza y el tanque separados, los que al momento de la instalación son unidos con pernos. Por el tiempo que éstos tardan en llenar su tanque, no es recomendable su utilización como servicios sanitarios colectivos.

Instalación interior: Conjunto de tuberías, equipos y dispositivos destinados a el abastecimiento y distribución de agua, evacuación del desagüe y ventilación dentro de la edificación.

Llaves de paso: La función de éstas es cortar o regular el paso de agua a lo largo de una conducción.

No biodegradable: sustancia de composición química compleja que dificulta su descomposición, por lo que permanece en el ambiente durante mucho tiempo.

Partes por millón: unidad para medir la concentración de algunos contaminantes en el agua (1 ppm = 1 mg/lt).

pH: Índice que indica el grado de acidez o alcalinidad del agua. El cual es neutro con un valor de 7.

Rebose: Tubería o dispositivo destinado a evacuar eventuales excesos de agua en los reservorios u otros depósitos

Registro: Dispositivo para inspección y desobstrucción de tuberías

Sello hidráulico: Volumen de agua existente en una trampa, que impide el paso de gases e insectos.

Sifonaje: Es la rotura o pérdida del sello hidráulico de la trampa (sifón) de un aparato sanitario como resultado de las pérdidas del agua contenidos en ellas.

Tanques de descarga de inodoros: son depósitos para almacenar cierta cantidad de agua, que varía dependiendo del modelo y uso a que son destinados (inodoros y urinarios)

Trampa de grasa: Obra hidráulica diseñada para eliminar grasas y aceites del agua que los contiene.

Tren de tratamiento: Sucesión de las operaciones y procesos unitarios que conectados en serie y/o paralelo eliminan ciertos tipos de contaminantes del agua en tratamiento.

Urinarios de fluxómetro: El funcionamiento es el mismo que el sanitario de fluxómetro, variando únicamente la forma de colocación de la losa.

Urinarios de válvula: Son los que para efectuar el proceso de lavado, utilizan una llave de control, que permite regular el agua que se necesite abriendo y cerrando la llave luego de su uso.

Válvula: Es utilizada para el cierre o apertura del paso del fluido por una conducción.

Válvula de control: Son utilizadas para controlar la presión máxima.

Vertedero: Sitio o paraje por donde o adonde se vierte algo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

El estudio de campo realizado en los hospitales del Área Metropolitana de San Salvador (AMSS), permitió elaborar un diagnóstico de las condiciones de: los sistemas de agua potable y aguas residuales, el servicio de agua proporcionado a estos por la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) así como su consumo de agua. A partir del diagnóstico fue posible obtener las siguientes conclusiones que para mejor orientación se han dividido en tres partes: Primero, las referentes al estado de los sistemas de agua potable y aguas residuales dentro de los hospitales; segundo las referentes a las condiciones del servicio proporcionado por ANDA y tercero una de las más importantes, que es la referente al consumo de agua de los hospitales.

Del diagnóstico del estado de los sistemas de agua potable y aguas residuales de los hospitales se determinó que:

- Los hospitales no cuentan con tanques y/o cisternas con suficiente capacidad para solventar sus necesidades diarias en el caso de interrupción del servicio de agua potable por periodos mayores de 24 horas, ni mucho menos para proveer el requerimiento del líquido en casos de incendio. El único hospital que cuenta con una cisterna de 1000 m³, capaz de abastecer por periodos mayores de 72 horas es el hospital Zacamil, la cual fue construida en 1998, debido a la frecuente interrupción del servicio en la zona.

- Algunos tanques de almacenamiento de agua están expuestos a contaminación que puede afectar la salud de las personas, ya que no tienen la protección y mantenimiento adecuado, pues en algunos casos se encontró escaleras enmohecidas, orificios que permiten el paso de aguas lluvias y otros elementos, así como también falta de seguridad en los registros de inspección. Motivo por el cual se pidió colaboración de ANDA para realizar pruebas de calidad del agua potable a la entrada y salida de tanques y/o cisternas.

De acuerdo a los análisis físico-químico y bacteriológicos, algunos hospitales presentaron agua tendiente a corrosividad; mientras el contenido de cloro residual oscilaba entre 0.6 – 1 mg/l, excepto en el hospital CLIMOSAL, pues se encontró dentro de la cisterna que el cloro residual era 0.0

Sin embargo pese a lo antes expuesto, los análisis efectuados a la entrada y salida de las cisternas de todos los hospitales, el agua resultó apta para consumo humano.

- Ninguno de los hospitales estudiados da tratamientos a las aguas residuales antes de descargarlas al alcantarillado público, inclusive el hospital Nacional de Niños Benjamín Bloom, que cuenta con una planta de desinfección de aguas residuales y hasta la fecha no ha sido utilizada; ya que se diseñó con el propósito de desinfectar las aguas residuales provenientes de una zona del hospital, donde se encontrarían los pacientes con enfermedades infectocontagiosas, servicio que fue trasladado a otra zona por que el espacio destinado era insuficiente.

Del diagnóstico del servicio de agua proporcionado por ANDA se determinó:

- La mayor parte de los medidores de los centros hospitalarios se encontraban dañados, principalmente los de mayor dimensión (con acometidas de 4"), por lo que se recurrió al uso de un caudalímetro ultrasónico proporcionado por la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), con el que se obtuvieron datos fidedignos para poder ser empleados en la determinación del consumo y la dotación de agua potable de los hospitales.
- Uno de los problemas más frecuentes que afecta la distribución de agua en los hospitales es la variabilidad de presiones, pues en ocasiones las presiones son tan elevadas que dañan los sistemas de distribución, especialmente las válvulas y en otras la presión es tan baja que apenas entra agua a las cisternas, por lo que se hace necesario el empleo de sistemas hidroneumáticos para elevar las presiones, inclusive en hospitales pequeños (menores de 50 camas).
- La calidad del agua proporcionada por ANDA a los hospitales cumple con los requisitos de la Norma Salvadoreña Obligatoria.

Del diagnóstico del consumo de agua de los hospitales se determinó que:

- La falta de métodos adecuados para la determinación de consumos de agua, dificulta la determinación de consumos y dotaciones; por lo que el grupo de trabajo de graduación,

se vio en la necesidad de elaborar: el "Método de estimaciones de consumo por frecuencia de uso de artefactos sanitarios por día" y el "Método de estimaciones de consumo por frecuencia de uso de artefactos sanitarios por persona por día", que al compararlos con los de aforo y facturaciones tomados como métodos en el presente estudio, arrojan resultados cercanos, lo cual nos condujo a validar dichos métodos, siendo el más confiable el método de estimaciones de consumo por frecuencia de uso de artefactos sanitarios por persona por día.

- Al observar el comportamiento de los métodos empleados para la determinación de consumos se observó que los obtenidos por el de Probabilidades de Hunter y Estimaciones de consumo por frecuencia de uso de artefactos sanitarios por día, adquieren características similares a medida aumentan el tamaño del hospital y sus consumos se acercan a los reales, lo que indica que emplear dichos métodos en edificios (en nuestro caso hospitales) donde circula un gran número de personas brindan resultados más confiables
- Al observar las tendencias de las dotaciones obtenidas en los hospitales por los diferentes métodos se determinó que el método Aforo seguido por el de estimaciones de consumo por frecuencia de uso de artefactos sanitarios por persona por día, son los más confiables pues, las variaciones de sus dotaciones son menores entre sí manteniéndose cerca independientemente del tamaño del hospital; caso contrario sucede con el método de estimaciones de consumo por frecuencia de uso de artefactos

sanitarios por día, ya que, los datos obtenidos a través de este método son elevados en hospitales pequeños, sin embargo a medida aumenta el tamaño del hospital sus valores se acercan a los de los otros métodos. Por lo que este último método es más confiable para hospitales grandes (de mas de 300 camas)

- La dotación asignada por la norma técnica de ANDA (600 lt/cama/día), no supe la necesidad de agua en los hospitales, pues al comparar su valor de consumo con los obtenidos mediante los diversos métodos empleados en los hospitales, éste resulta bajo. Por lo que se analizó cada consumo, llegando a la decisión de utilizar para la determinación de la dotación los consumos de aforo, facturación y estimaciones de consumo por frecuencia de uso de artefactos sanitarios por persona por día, de los cuales se obtuvieron las dotaciones promedios presentadas en la tabla siguiente:

Método	Dotación promedio (lts/cama/día)	Dotación según norma técnica de ANDA
Facturación	1,059	600 (lts/cama/día)
Aforos	1,275	
Estimación de consumos por frecuencia de uso de artefactos sanitarios por persona por día (100% de ocupación)	1,103	
Promedio	1,146	

Al promediar las dotaciones por método del cuadro anterior se encontró una dotación de 1146 lts/cama/día; dicho valor fue comparado y analizado con los proporcionados por algunos autores, determinando para el caso que el valor de dotación más apropiado para las necesidades de los hospitales de nuestro país es de 1150 lts/cama/día.

- De las áreas principales que forman parte de los hospitales (administración, diagnóstico y tratamiento clínico, servicios generales y médica), la de mayor consumo de agua es el área médica, y la que descarga aguas con mayor grado de contaminación es diagnóstico y tratamiento clínico; esta última comprende los servicios de laboratorio, anatomía patológica, morgue, ultrasonografía, rayos x, banco de sangre y farmacia.

RECOMENDACIONES

Para orientar de una mejor manera las soluciones a los problemas encontrados en los sistemas de agua potable y aguas residuales de los centros hospitalarios las recomendaciones se dividieron en tres categorías: institucionales, normativas y generales.

Las primeras están dirigidas a los hospitales, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) y a la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA); para que exista un mejor control de los sistemas.

Las segundas dan a conocer aspectos que deben estar contemplados en las normativas correspondientes.

INSTITUCIONALES

Hospitales

Para el buen funcionamiento de los sistemas de agua potable y aguas residuales, es conveniente que los hospitales sigan las siguientes recomendaciones:

- Es conveniente que los hospitales de mas de 300 camas, cuenten con sistemas alternativos para el suministro de agua potable, por lo que deben estudiar (conjuntamente con ANDA) la posibilidad de construir sus propios pozos, para así evitar la falta del vital liquido en los mismos. Así también que los hospitales con menos de 300 camas cuenten con tanques y cisternas con la suficiente capacidad para solventar la necesidad de agua por periodos mayores de 48 hrs. Y por lo menos 17 m³ adicionales para ser empleados en caso de incendio; además que para el

dimensionamiento de dichos tanques y cisternas consideren el valor de dotación sugerido por el grupo de trabajo de graduación (1150 lts/cama/día)

- Para efectuar muchas de las labores de operación y mantenimiento de los sistemas de distribución de agua potable y aguas residuales, es importante contar con planos actualizados de los sistemas, por lo que se recomienda, que al realizar modificaciones se registren inmediatamente en los planos si se cuentan con ellos; de no ser así es conveniente realizar un sondeo para determinar la ubicación y características de los elementos más importantes de los sistemas tales como: tuberías de aducción, válvulas, colectores principales (incluyendo su material y diámetro) etc.
- Debido a la variabilidad de presiones en el suministro de agua proporcionado en el AMSS, es conveniente que en todos los centros hospitalarios (independientemente de su tamaño) cuenten con el equipo necesario para solventar dicha problemática, tal como sistemas hidroneumáticos o válvulas reguladoras de presión, para así, obtener presiones entre 30 y 70 PSI que son los límites recomendados para abastecer satisfactoriamente los sistemas y artefactos sanitarios.
- Seguir las recomendaciones presentadas en la guía, para tanques y/o cisternas, pues en ella se estipulan lineamientos importantes para mantener en óptimas condiciones la cisternas y el almacenamiento de agua evitándose de esta manera la existencia de microorganismos causantes de enfermedades. Lo que se logra con una buena limpieza, desinfección y principalmente el chequeo periódico del cloro residual dentro de la

cisterna el cual tiene que estar dentro del rango de 0.5 – 1.0 mg./lt (dado por la Norma Salvadoreña Obligatoria).

- Debido a que en los centros hospitalarios es indispensable la utilización de sustancias químicas en el área de diagnóstico y tratamiento clínico, es conveniente que los técnicos o manipuladores de los mismos tomen en cuenta las recomendaciones presentadas en esta guía y complementarlas con las proporcionadas en los manuales elaborados por el programa ALA/91/33, el cual está dirigido al personal de los centros hospitalarios, para el manejo seguro de los desechos hospitalarios.

- El manejo inadecuado de las sustancias químicas puede ocasionar daños a las personas, así como también su descarga; por lo que es imperativo que los colectores del sistema se encuentren en buen estado y sean de PVC, por ser estos resistentes a alcoholes, ácidos y álcalis concentrados.

Otro aspecto que se puede tomar en cuenta y el más indicado respecto a éstas aguas, es la separación de drenajes para proporcionar un tratamiento acorde al tipo de contaminación, aspectos que deben ser contemplados en las normativas nacionales.

- Un mantenimiento preventivo en los sistemas de agua potable y aguas residuales evitará que la calidad del agua potable, se vea afectada y genere focos de infección. Por lo que nuestra guía proporciona tópicos que ayudarán al jefe de mantenimiento a sistematizar las actividades de operación y mantenimiento, la cual tiene por finalidad

evitar pérdida de tiempo, obtener un mejor funcionamiento de los sistemas, y minimizar costos.

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social

Al MSPAS como ente encargado de velar por la salud pública se le recomienda:

- La planta de desinfección del Hospital Nacional de Niños Benjamín Bloom, debe rehabilitarse y ubicarse en un hospital, que descarga sus aguas negras en una quebrada, río u otro cuerpo receptor. En el que se aproveche la finalidad de la planta, la cual es librar las aguas residuales de microorganismos causantes de enfermedades. Esto no se lograría si estas aguas son descargadas al alcantarillado público, pues las aguas desinfectadas se mezclarían con las provenientes de otras zonas, contaminándolas nuevamente.
- Establecer o mejorar los programas de inspección sanitaria de los sistemas de distribución de agua potable, principalmente vigilar la calidad del agua dentro de los tanques de almacenamiento, los cuales pueden estar expuestos a contaminación; debido a la zona donde están construidos, falta de protección o deterioro de los mismos.

Así también debe establecer programas para vigilar el grado de contaminación de las aguas residuales de los centros hospitalarios, ya que pueden estar ubicados en zonas donde el vertido de las aguas puede causar deterioro en las instalaciones mismas y las aledañas, así como daños a los habitantes por falta de protección. Además con ello, se

podría determinar si es necesario exigir que estos centros posean sus propias plantas de tratamiento.

ANDA

A ANDA como institución encargada de prestar el servicio de distribución de agua potable y recolección de aguas residuales se recomienda:

- Realizar una inspección en los medidores de todos los centros hospitalarios para verificar que se encuentren funcionando correctamente y hacer el cambio correspondiente en aquellos que estén dañados, para que los centros hospitalarios puedan llevar un registro de consumos y a la vez, mejorar el registro que actualmente lleva ANDA.
- Revisar técnicamente los diámetros de las acometidas de las instituciones de servicio de salud y educación, para verificar si estas suplen las necesidades o si es necesario instalarlas de mayor o menor diámetro para así prestar un mejor servicio; ya que en estos lugares se encuentra la mayor concentración de personas.
- Debe fortalecer los programas de inspección sanitaria, con el fin de cuidar que la calidad, cantidad y presión con que proporciona el servicio esté acorde a las normativas correspondientes.

- Del estudio realizado por el grupo de trabajo, se obtuvo que la dotación de agua asignada por la norma (600 lt/cama/día) es muy baja, ya que el valor encontrado fue de 1150 lt/cama/día, el cual, casi duplica al anterior, motivo por el cual se sugiere que la institución considere el estudio realizado por el grupo y lo evalúe, ya que dicho valor podría servir para el diseño de futuras redes de abastecimiento y distribución de agua, plantas de tratamiento y además de proveer convenientemente a los centros ya existentes y cubrir su demanda de agua real.
- Al estar finalizando el trabajo de graduación se tuvo conocimiento que en el Hospital Rosales se encuentran perforando un pozo el que producirá la cantidad de agua suficiente para proveer al hospital así como un margen considerablemente mayor. Por lo que se sugiere que dicho pozo solviente la necesidad de aquellos hospitales aledaños que lo requieran; además que provea a los hidrantes de áreas circunvecinas, cubriendo con ello, la necesidad de agua en caso de incendio. Así también, considerar la perforación de un pozo en el área de la urbanización La Esperanza para brindar un mejor servicio a los hospitales e hidrantes de la zona donde existe una concentración de clínicas con un área médica aproximadamente de 384, 846 m² y 8 hospitales que en conjunto cuentan con aproximadamente 227 camas.

En hospitales que se encuentran retirados de otros centros hospitalarios, que cuentan con un número considerable de camas y frecuentemente es interrumpido el servicio de agua, como es el caso del hospital Nacional Zacamil, es conveniente la perforación de su propio pozo, que podría servir tanto al hospital como a colonias aledañas.

Normativas

A las instituciones encargadas de normar los sistemas de abastecimiento y distribución de agua potable, la recolección y evacuación de aguas residuales se les recomienda:

- Que se elabore una normativa o reglamentación para el diseño y construcción de sistemas hidráulicos en edificios y en especial de los hospitalarios, ya que estos no poseen muchos elementos con los que debería contar, o en algunos casos estos se encuentran sobre o sub- dimensionados; tal es el caso de tanques de almacenamiento de agua, trampa de grasa y trampa de yeso
- La Norma Técnica de ANDA, debe exigir dentro de su contexto la utilización de tuberías de PVC para la recolección de las aguas negras, en los centros hospitalarios y la prohibición de las tuberías de concreto o de cemento las cuales son inseguras para la evacuación.
- Debido a la gran cantidad de artefactos sanitarios que se encuentran dentro de las instalaciones hospitalarias, y al uso frecuente que están dispuestos los mismos, las normas de diseño deben promover o exigir la disminución en el consumo, mediante el empleo de artefactos de bajo consumo; ya que la mayoría poseen inodoros que descargan de 12 – 18 lts, incrementándose de esta manera la alimentación de agua potable y descarga de las aguas negras.

GENERALES

- El estudio realizado por el grupo de trabajo de graduación puede servir de base para estudios posteriores, en el cual se puede retomar la parte de aguas residuales para efectuar un estudio completo dentro de un hospital y proponer un tren de tratamiento acorde al tipo de contaminación empleando para ello una caracterización de aguas.
- Es importante dar a conocer la presente guía, ya que esta puede ser de mucha ayuda en los hospitales, para que den un mejor servicio de operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable y aguas residuales. Siendo la Escuela de Ingeniería Civil a la que le compete editarlo para su distribución y posterior venta a las instituciones encargadas de velar por dichos sistemas, así como del servicio de agua potable prestado a los hospitales.

BIBLIOGRAFÍA

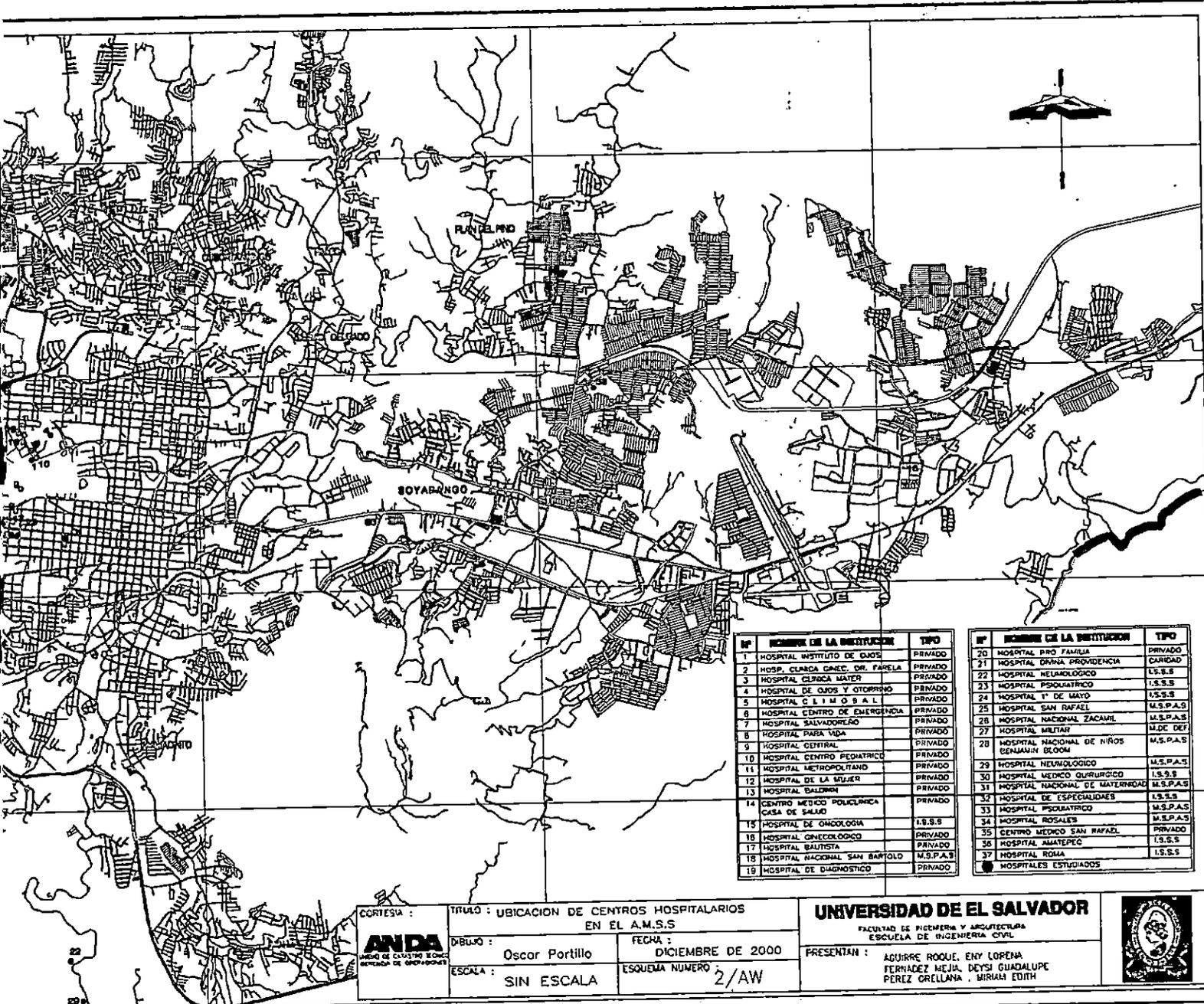
1. A.J. MATTIAS SMITH. Plomería Diseño e instalaciones. Primera edición en español. México. Editorial Uteha. 1966
2. AMERICAN HOSPITAL ASSOCIATION. Manual de ingeniería de hospitales. Organización, administración y mantenimiento. Editorial Limusa SA. México
3. ÁNGEL LUIS MIRANDA. Técnicas de Fontanería, Reparaciones. Cuarta edición. Barcelona España. Editorial CEAC. 1995
4. ÁNGEL LUIS MIRANDA. Instalaciones de agua, gas y aire. Editorial CEAC. Barcelona, España 1995.
5. CARL D. SHILD, CALDERAS. Tipos, características y sus funciones. Editorial continental S.A. México 1973
6. ENRIQUE JIMENO BLASCO. Instalaciones Sanitarias en Edificación. Cámara Peruana de la construcción
7. FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNAN. CONAE / FONAE. Agua su relación con la energía y medio ambiente. Primera edición. México 1994.
8. FAIR, GORDON MASKEW, Abastecimiento de agua y remoción de aguas residuales. Editorial Limusa, México. 1974.

9. F. EUGENE MC JUNKIN. Agua y salud humana. Limusa Noriega Editores. México.
10. FRANK N. KEMMER, JOHN MC.CALLION. NALCO CHEMICAL COMPANY. Manual del agua. Su Naturaleza, tratamiento y aplicaciones. Editorial Mc.Graw Hill. México. 1992
Tomo III
11. GIUSEPPE REPETTO Y ANA CORALIA E. MORAN. MINISTERIO DE SALUD PUBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL. Apuntes sobre la calidad del agua de uso potable. Segunda edición. 1991.
12. Guía rápida de plomería. Reparaciones paso a paso. México. Limusa Noriega editores. 1996
13. JOSÉ MARIA PAZ MOROTO Y JOSÉ MARIA PAZ CAZAÑE, Abastecimiento de agua. Tipografía Artística. 1964. Madrid, España. Tomo II
14. MARIANO RODRÍGUEZ AVIAL. Instalaciones Sanitarias en edificios. Quinta edición. Editorial DOSSAT S.A. Madrid. 1971.
15. METCALF & EDDY. Ingeniería de aguas residuales, tratamiento, vertido y su reutilización. Editorial Mc Graw Hill. Tomo I

16. MIGUEL ÁNGEL ARÉVALO ORANTES, MARIO DE LEÓN JIMÉNEZ Y OTROS, Diagnóstico del sistema de acueducto del área metropolitana de San Salvador. Trabajo de graduación UES, 1991.
17. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). Guía de calidad de agua potable.. Impreso en España, Ginebra 1995. Volúmenes I y III.
18. OFICIALÍA MAYOR. SECRETARIA DE SALUD, MÉXICO. Manual de Normas Para el Tratamiento de Aguas Residuales en la Unidades Médicas de la Secretaria de Salud.
19. TANIA CAROLINA SÁENZ TORRES. Manejo de residuos sólidos y líquidos en los hospitales de Maternidad y Nacional Zacamil. Diagnostico y recomendaciones. Trabajo de graduación Universidad Don Bosco. 1996
20. TOMÁS ALVARADO AZENÓN, JOSÉ ITALO GIAMMATTEI S. Y otros, Demanda de agua en hospitales. Seminario de graduación UES, 1976.
21. UNDA OPAZO, Ingeniería Sanitaria Aplicada a Saneamiento y Salud Publica.. Limusa, Noriega Editores, México 1993.
22. W. CZYSZ, A. DENNE Y OTROS. COOPERACIÓN TÉCNICA DE LA REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA (GTZ), Manual de Disposición de Aguas Residuales. Origen, Descarga, Tratamiento y Análisis de las Aguas Residuales. Tomo I

23. WILLIAM ADOLFO COREA LÓPEZ, JOSÉ TULIO MENDOZA RAMOS Y ROSARIO DEL CARMEN VARGAS TRIGUEROS, Guía de operaciones, costo y mantenimiento en el diseño de instalaciones hidráulicas en El Salvador. Trabajo de graduación UES, 1993.

ANEXOS



Nº	NOMBRE DE LA INSTITUCION	TIPO
1	HOSPITAL INSTITUTO DE OJOS	PRIVADO
2	HOSP. CLAUDIA GINEC. DR. PARELA	PRIVADO
3	HOSPITAL CLINICA MATER	PRIVADO
4	HOSPITAL DE OJOS Y OTORRINO	PRIVADO
5	HOSPITAL C. I. M. O. S. A. L.	PRIVADO
6	HOSPITAL CENTRO DE EMERGENCIA	PRIVADO
7	HOSPITAL SALVADOREÑO	PRIVADO
8	HOSPITAL PARA VIDA	PRIVADO
9	HOSPITAL CENTRAL	PRIVADO
10	HOSPITAL CENTRO PEDIATRICO	PRIVADO
11	HOSPITAL METROPOLITANO	PRIVADO
12	HOSPITAL DE LA MUJER	PRIVADO
13	HOSPITAL BALDORIN	PRIVADO
14	CENTRO MEDICO POLICLINICA CASA DE SALUD	PRIVADO
15	HOSPITAL DE ONCOLOGIA	I.S.S.S.
16	HOSPITAL GINECOLOGICO	PRIVADO
17	HOSPITAL BALTAZAR	PRIVADO
18	HOSPITAL NACIONAL SAN BARTOLO	M.S.P.A.S.
19	HOSPITAL DE DIAGNOSTICO	PRIVADO

Nº	NOMBRE DE LA INSTITUCION	TIPO
20	HOSPITAL PIRIO FAMILIA	PRIVADO
21	HOSPITAL GRAN PROVIDENCIA	CARIDAD
22	HOSPITAL NEUMOLOGICO	I.S.S.S.
23	HOSPITAL PSIQUIATRICO	I.S.S.S.
24	HOSPITAL 1º DE MAYO	I.S.S.S.
25	HOSPITAL SAN RAFAEL	M.S.P.A.S.
26	HOSPITAL NACIONAL ZACAVAL	M.S.P.A.S.
27	HOSPITAL MILITAR	M.D.C. DEF.
28	HOSPITAL NACIONAL DE NIÑOS BENJAMIN BLOOM	M.S.P.A.S.
29	HOSPITAL NEUMOLOGICO	M.S.P.A.S.
30	HOSPITAL MEDICO QUIRURGICO	I.S.S.S.
31	HOSPITAL NACIONAL DE MATERNALES	M.S.P.A.S.
32	HOSPITAL DE ESPECIALIDADES	I.S.S.S.
33	HOSPITAL PEDIATRICO	M.S.P.A.S.
34	HOSPITAL ROSALES	M.S.P.A.S.
35	CENTRO MEDICO SAN RAFAEL	PRIVADO
36	HOSPITAL AMATEPECO	I.S.S.S.
37	HOSPITAL ROMA	I.S.S.S.
●	HOSPITALES ESTUDIADOS	

CORTESIA : **ANDA**
ANDA
 ASOCIACION DE INGENIEROS E INGENIERAS DE GUATEMALA

TITULO : UBICACION DE CENTROS HOSPITALARIOS EN EL A.M.S.S.

DIBUJO : Oscar Portillo

FECHA : DICIEMBRE DE 2000

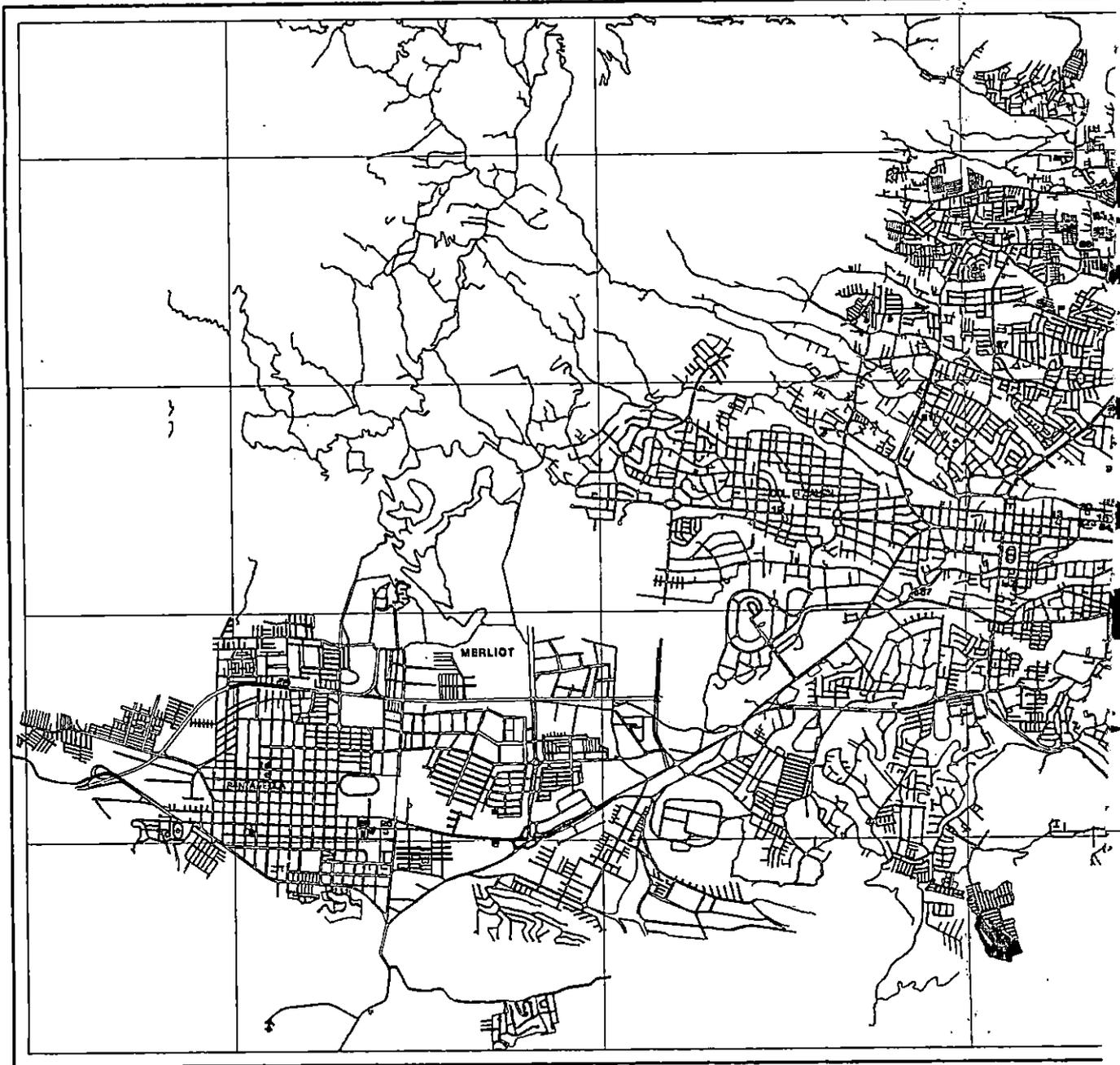
ESCALA : SIN ESCALA

ESQUEMA NUMERO : 2/AW

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

PRESENTAN : AGUIRRE ROQUE, ENY LOPEÑA
 FERNANDEZ MEJIA, DEYSI GUADALUPE
 PEREZ GRELLANA, MIRIAM EDITH





ANEXO B

FICHA PARA EL DIAGNOSTICO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y AGUAS RESIDUALES EN HOSPITALES

PARTE I

Datos generales

Fecha en la que se lleva a cabo la encuesta: ___/___/___.

Nombre del centro de salud _____ Especialidad _____

Dirección: _____ Tel. _____

Tipo de institución: Pública Privada

Fecha en la que inició su funcionamiento: ___/___/___.

Tipo de edificación:

Hospital en niveles No. de pisos ___ Una sola planta

Área de construcción: _____ Área verde: _____

Área para estacionamiento _____.

Número de consultas externas por día: _____.

Número de camas de hospitalización: _____.

Número de camas ocupadas actualmente: _____.

Porcentaje anual de camas ocupadas (factor de ocupación de camas): _____.

Número de personal

Personal administrativo: _____

Personal médico: Permanente _____ No permanente _____

Personal de enfermería: _____

Personal paramédico: _____

PARTE II

Información del sistema de agua potable

Número de acometidas: _____

Acometida #	Ubicación	Diámetro	Material	Estado / edad
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____

Medidor de Q en acometida	Tipo	Diámetro	Estado / tiempo de funcionamiento
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

Tipo de sistema de distribución de agua: Directo Indirecto

Posee planos del sistema de distribución SI NO

Tanques y/o cisternas	Capacidad
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Posee sistema de bombeo: SI NO

Hospita- lización	No. de camas	Lavabos	Inodoros	Mingitorios	Duchas	Fregaderos	Lavaderos	Grifos	
Medicina Hombre									
Cirugía Hombres									
Medicina Mujeres									
Cirugía Mujeres									
Ortopedia									
Oftalmología									
Cardiología									
Pediatría									
Nursery									
Neonatología									
Gineco- Obstetricia									
Cuidados Intensivos									
Otros									

* Inodoro convencional

* Mingitorio con válvula

** Inodoro de fluxómetro

** Mingitorio con fluxómetro

En caso de que el hospital posea cuartos pequeños para grupos de pacientes o individuales:

Número de cuartos _____

Número de cuartos iguales / número de camas	Lavamanos	Inodoros	Mingitorios	Duchas

Lavadoras

Modelo	Capacidad	Tiempo de servicio	Frecuencia de uso	Volumen aprox. De agua por uso

Posee lavadoras de platos en las cocinas SI NO

Si es si:

Capacidad: _____ Volumen de agua que emplea: _____ Frecuencia de uso: _____

PARTE IV

Información del sistema de aguas residuales

Año de construcción _____ Materiales _____

Posee planos del sistema de drenaje SI NO

Posee algún tipo de pretratamiento para agua residuales SI NO

Tipo	Ubicación	Q (lts/s)
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Tuberías de descarga

Diámetro	Material	Edad	Ubicación

Sustancias químicas empleadas en el hospital

Tipo	Lugar en el que se emplea	Cantidad usada diariamente

Observaciones

Número de personal

**Tiempo que permanecen en el
hospital (hrs/dia)**

Jefaturas _____

Secretarias _____

Vigilancia _____

Limpieza _____

Mantenimiento _____

Trabajadores sociales _____

Médicos _____

Enfermeras _____

Fisioterapistas _____

Laboratorios _____

Otros _____

Efectuada por: _____

ANEXO C

MANUAL DE UTILIZACIÓN DEL CAUDALÍMETRO

CAUDALIMETRO NUMERICO PORTATIL

NUEVA GENERACION

DigiSonic P

Sumario

	Página
1.- Preámbulo	3
2.- Inventario de material	4
A - Electrónico	
B - Sensores	
3.- Consideraciones y elección anteriores a una medida.	5
A - En atención al conversor	
B - En atención a los sensores	
4.- Ergonomía y manipulación del DigiSonic P	7
5.- Alimentación - Carga de las baterías	8
6.- Parametrización del DigiSonic P	9
7.- Instalación del ó de los captosres	15
8.- Análisis del eco - Función de osciloscopio	16
9.- Lectura de las medidas "in situ"	17
10.- Instalación de los periféricos	
A - Clásicos	
B - Impresora DP101	
C - P.C.- Programa SLDP	
D - Tarjeta de RAM	
E - Autómata	
11.- Tratamiento de las medidas	20
A - Registro	
B - Lectura del fichero "logger"	
C - Tarjeta de RAM	
12.- Diagnóstico rápido	21

1 - PREAMBULO

Ustedes están en posesión de un DigiSonic P. No ignorarán que se trata de un caudalímetro ultrasónico basado en la medida de la diferencia del tiempo de tránsito de las ondas arriba - abajo, y abajo - arriba entre dos sensores correctamente dispuestos.

$$\Delta T = \frac{K \times v \times \emptyset}{C}$$

K = coeficiente
v = velocidad del fluido
 \emptyset = diámetro de la tubería
C = velocidad del sonido

Las cualidades principales de este aparato son su sensibilidad (qq mm/s), su precisión (del orden del 1%) y la gran facilidad de manejo.

Sin embargo, una correcta medida se obtiene gracias a una buena utilización.

El manual NT 014 constituye la documentación de referencia para el DigiSonic P.

Este manual tiene tres objetivos:

- proponer un método simple y directo de parametrización.
- dar consejos nacidos de la experiencia.
- permitir una mejor utilización de los resultados obtenidos, y todo esto, en el marco de una utilización de los sensores externos a la conducción.

Recordemos de manera rápida que los límites de utilización vienen impuestos por:

- un material de la canalización no transparente a los ultrasones.
- canalización con demasiadas incrustaciones, (dispersión y atenuación de los ultrasones)
- fluido excesivamente viscoso, ($v > 200$ cts), excesiva atenuación de los ultrasones.
- fluido excesivamente cargado, (sólidos. burbujas), excesiva dispersión de los ultrasones.
- temperatura no compatible con los sensores y el acoplamiento escogido.
- sobrepasar los límites previstos: diámetro demasiado pequeño o excesivamente grande.

Como la medida no afecta a la integridad de la conducción, pueden efectuarse varios ensayos.

2- INVENTARIO DEL MATERIAL (ver fichas técnicas)

A - ELECTRONICO.-Maleta de transporte antichoque, con bandolera, conteniendo:

A.1. Versión estandar

- el conversor DigiSonic P con su cincha
- el bloque carga rápida / alimentación auxiliar.
- cinta métrica
- información técnica.

A.2. Opcional

- cable para alimentación externa (DP103)-12,24,48VDC
- impresora térmica (DP101) + cable de embornado.
- disquete de comunicación PC(LSDP)+ cable DP102

B-CAPTOR - CAPTORES: maleta de ubicación y transporte conteniendo (un captor esta constituido por dos sondas)

B.1. Versión estandar

- dos cables de embornado L= 5m + conectores rápidos -
- un frasco con gel de acoplamiento

B.2 Segun la elección y aplicaciones

- el sensor Ref.1596 DN 10 a 28
- el sensor Ref.1584 y sistema de fijación. (DN20 a 80)
- par de sensores Ref.1588 F1 y sus cinchas de fijación (DN 60 a 1000); versión BT(800C max) o HT(2000C max)
- par de sensores Ref.1591 F 0.5 con sus cinchas de fijación. (DN100 a 2500 o mas).
- par de sensores Ref.1595 F 0.5 con sus cinchas de fijación. (DN 500 a 1500).

B.3 Accesorios opcionales

- acoplamiento para alta temperatura.
- soportes magnéticos para sondas Ref.1588/1595.
- regleta para los sensores Ref.1588/1595

3- DECISIONES Y ELECCIONES PREVIAS A UNA MEDIDA

A - Referente al conversor DigiSonic P

- 0 - Elección del idioma propuesto por DigiSonic P
(Francés, Inglés, Alemán, Italiano, Español)
- 1 - Las baterías internas deben estar cargadas.
En su defecto, proveer una alimentación auxiliar. (cf\$5)
- 2 - El acceso a la parametrización no debe estar inhibida por un código. El código "0" que inactiva el bloqueo, deberá ser el preferido.

Atención: la entrada de un código diferente a "0", activa la protección cuando se efectue la próxima puesta en tensión.

- 3 - Identificar los sensores por su referencia. En ella se define: frecuencia de emisión, de recepción, tiempo muerto, ángulo del prisma.
- 4 - Escoger el número de vías de medida (1 o 2). En lo que sigue solo se utiliza una vía. (sensores conectados en A)

B - Referente al o los sensores. (1 captor = 2 sensores)

Para que los sensores puedan dialogar, las sondas deberán estar correctamente posicionadas.

El DigiSonic P, dará después de la parametrización, la distancia entre sondas.

- 1 - Tener muy en cuenta la longitud de tramos rectos aguas arriba. (criterio de precisión).
- 2 - Evitar colocar las sondas en un plano vertical si la conducción es horizontal. La posición es independiente para una conducción vertical.

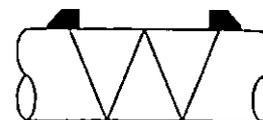
3 -Escoger el sensor que mejor se adapte para tener el mejor diálogo posible.

- * Sensor Ref.1596 F3 (DN 8 a 28 mm)

Modo W de DN 8 DN 15
Modo V o W de DN 15 a DN 28

- * Sensor Ref.1584 A-F2 (DN15 a DN80)

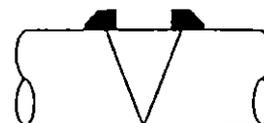
Modo W de DN 15 a DN 40
Modo V de DN 25 a DN 80



MODE (W)

- * Sondas Ref.1588 F1 (DN50 a 2000)

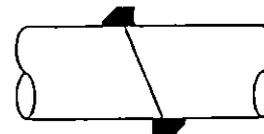
Modo W de DN 50 a DN1000
Modo \ de DN 500 a DN 2000 o más



MODE (V)

- * Sondas Ref.1595 F 0.5 (DN 200 a 3000)

Modo V de DN 200 a 1000
Modo \ de DN 1000 a 3000



MODE (/)

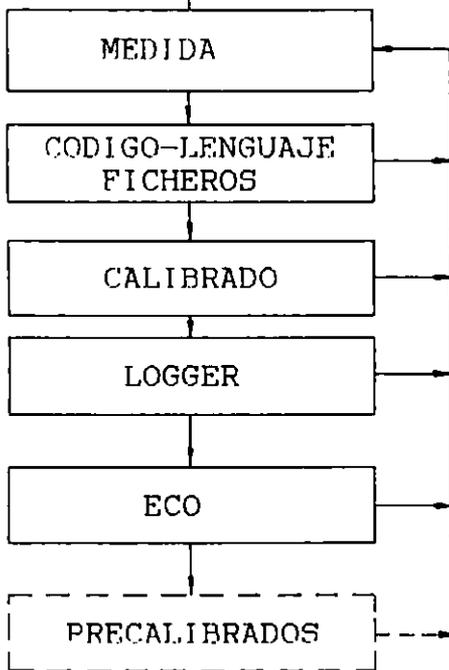
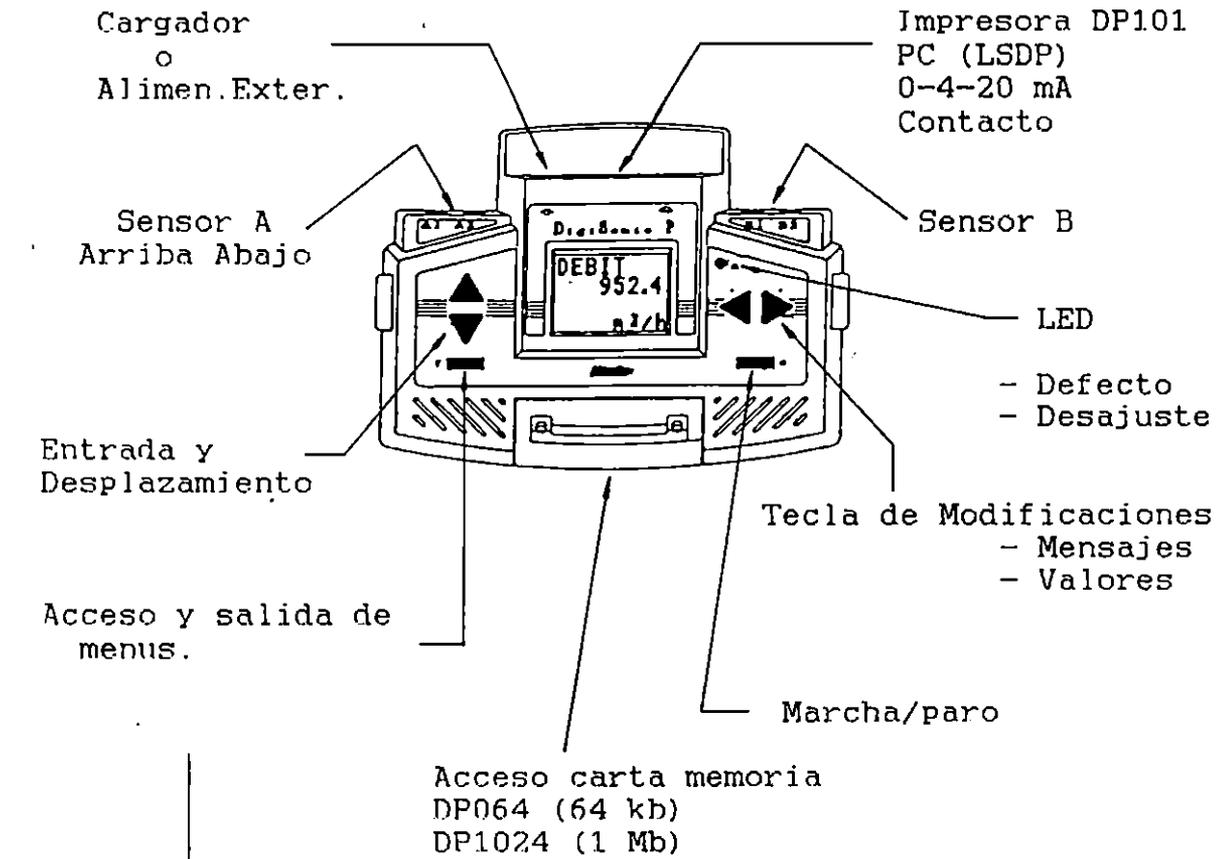
- * Sondas Ref1591 F 0.5 (DN 200 a DN 5000)

Modo V de DN 200 a DN 1500
Modo \ de DN 1500 a DN 5000

4 - Sólo se podrá trabajar en W en conducciones lisas y limpias. El sistema V es el que mas se utiliza. El modelo \ solo se utiliza en casos difíciles).

5 - Debe respetarse lo mejor posible la distancia y la alineación entre sondas, (entre algunos mm a algunos cm. dependiendo del diámetro de la conducción).

4 - ERGONOMIA Y MANIPULACION DEL DIGISONIC P



- entrar en el menu deseado
- llevar el cursor sobre el mensaje o valor a modificar
- (desplazamiento por medio de
- (↑) (↓)
- modificar por medio de
- (+) (-)
- salida F → Menu medida

Las pantallas en cada menu estarán marcadas (N) ↓ o (N') ↑ según su posición con relación a la pantalla inicial en el menu y por lo tanto en relación con el sentido de desfile elegido.

5 - ALIMENTACION - CARGADOR DE BATERIAS

Las baterías correctamente cargadas proporcionan una autonomía de 8 horas.

Se dispone de un cronómetro consultable en Modo Medida: Ponerlo a cero después de una carga (MENU CALIBRADO); de esta manera se dispondrá del tiempo acumulado de utilización del DigiSonic P.

La autonomía disminuye:

- por la utilización de la salida de corriente 0/4/20 mA. En caso de no utilizarla escoger "NO"
- activación de los relés de salida. En caso contrario usar "CERRADO".
- iluminación permanente de la pantalla: elegir una temporización de 2 minutos.

Cuando la fuente de energía es insuficiente, el DigiSonic P se para de manera súbita, sin preaviso, antes de haber efectuado ninguna medida en malas condiciones.

Recarga de las baterías internas:

- conectar el conector del bloque de alimentación y después alimentarlo a 220 V. El piloto verde (LED) del bloque de carga se ilumina a los pocos segundos. Se apagará al final de la carga.
- tiempo de carga : 2 horas.
- la recarga se efectúa tanto con el DigiSonic parado como en funcionamiento.

El bloque de carga sirve también como alimentación auxiliar a 220 V. También puede disponerse de una versión a 110V.

El cable Ref.DP 103 que se conecta, en el conector del cargador permite alimentar el DigiSonic P, con una tensión externa de $12 <V <= 28$ V. (52V)

¡ No utilizar ningún otro tipo de cable que el citado ni modificar el conexionado!.

6 PARAMETRIZACION DEL DIGISONIC P

Menu de calibrado: valores recomendados

A - Pantallas prioritarias (* = parámetro importante)

1. Pantalla N^o+1(↓) = datos geométricos.

* Ref.sonda =
* Montaje sonda=
N^o captos=1 (2)
* Diam = mm
* Material =
* Ep(mm) = mm

S.A

Ref.Sondas.Ext. = 1596;1584;1588;1591;1595

Recorrido:Direct.= /; Reflex= V;Doble= W
1→Únicamente A₁ = Arriba; A₂ = Abajo

Valor INT,EXT o CIRCONF
ACERO,P.V.C
Valor

Salida analógica:OFF o ver \$ 10 y 11

2.Pantalla N^o+2(↓) = escala de medida
(ventana de visualización y asignación S.A)

* Q_{min} = x:Unidad
* Q_{max} = ; U
Período graf. = 5

Período logger=30
Filtro = 5 s
Memoria = 30 s

T01 (ns) = 0

Valor bajo de la ventana + Unidad
Valor alto de la ventana+Unidad (igual)
Paso de avance del gráfico (pantalla=100 pts)

Período de almacenamiento en memoria
Filtrado de la medida almacenada
Memorización de la última lectura en caso de defecto

Compensación, si se puede constatar del cero.

3.Pantalla N^o+3(↓): Parámetros hidráulicos

Producto = Agua
C_s = m/s
Khidrau. = Autom.
Visc = cts
Rug = 0.2 mm

U otro (a determinar por la velocidad del sonido.
) si es "otra" C_s=vel.media del sonido
ΔC = desviación. Ver \$ NT014 y \$8
o MAN→Kh= 1.04 a 1.08. Ver ábaco en NT104.
Viscosidad del producto.(Agua = 1)
Rugosidad estimada de la conducción
Ver NT014.

N.B. En régimen laminar, escoger Kh= Manual = 1.33

B - Pantallas secundarias

Las pantallas secundarias corresponden a selecciones ya efectuadas y que raramente deben cambiarse

1. Pantalla+4(↓)

Parámetros reservados a sondas intrusivas Fecha = Hora =

Sin mención en esta información
ver NT014

A actualizar en Verano/Invierno

2. Pantalla+5(↓): 4 registros de totalización opcionales.

Otro registro (unidad = 1 litro), se memoriza automáticamente en el logger.

TOT 1 = +/-

Totalizador condicionado o no por el sentido de circulación.

Pac ? N-P = m ³

Pac.)Puesta a cero = N= no;S= si
P = peso del incremento

TOT 2 = NO

TOT 3 = NO

TOT 4 = NO

NO = fuera de servicio

3. Pantalla+6(↓): Asignación de los relés de salida (4 RT)

Relé 1 = cerrado

Relé inactivo. Cerrado o Abierto
Puede estar asignado a:

Relé 2 = cerrado

Totalización

Relé 3 = cerrado

Límite de caudal

Relé 4 = cerrado

Sentido de circulación

Defecto

4. Pantalla+6 bis (↓)

Solo aparece si un relé ha sido configurado como totalizador.

Longitud impulso = xxx msec.

(17 a 200 msec)

Atención. La frecuencia máxima limita la longitud del impulso.

5. Pantalla+7(↓);-2(↑): Visualización

Retro iluminación = 2 mn

Visualización = normal

PAC crono = N

ON = Permanente(atención a la autonomía)

Temporización 2 mn.

Inversa = claro sobre fondo negro

SI después de recargar baterías.

6. Pantalla+8(↓)-(↑): Comunicación

Impresión Cal = N (0)

Avance del papel=N(0)

Nº abonado = 1

Solamente si la impresora DP101 está conectada. Ver \$ 10 y 11

Concierne al protocolo de la comunicación serie.

Nº idéntico al programado en el PC o Automata

C - Menus llamados de "fábrica" o "Ultraflux" (Ver NT014)

Normalmente no está autorizado su acceso al usuario.

Su contenido es:

- los parámetros de puesta a escala de la corriente de salida.
- la linealización de una curva de error.
- las funciones de prueba.
- la función de simulación.
- el número de medidas erróneas aceptado.
- las características de los sensores estandar o especiales.

Importante: No es necesario listar todas las pantallas. Pulsando la tecla F se permite siempre la salida del menu de calibración después de alguna modificación o verificación.

D - Regulación del logger.

Un registro se compone de:

- de la fecha y hora del fin del período elemental de registro.
- del valor del caudal promedio durante el período considerado.
- de los valores extremos de caudal (Q_{min} - Q_{max}) durante el período considerado.
- volumen acumulado (en litros).
- de un mensaje de defectos ocurridos.
- del número de registro del fichero.

Cada registro se produce con un intervalo de tiempo programable, sincronizado por el reloj interno.

La autonomía del logger depende de la carta de memoria utilizada (1920 a 32000 registros), y del intervalo de tiempo elegido.

Si el logger esta completo, el nuevo registro borra al mas antiguo.

Un grupo de registros puede ser reconocido por un número de fichero (1 a 255), antes de que se forme y marque. (Señalar SI).

Un registro puede ser provocado desde el menu de medida. (ver \$ 9).

Pantalla	1
Visualización gráfica.	

Pantalla	2
Visualización de valores	

Pantalla	3
NO	
PAC	
Impresión	valor
NO / SI	gráfico.

NO del fichero de registros

Orden de impresión si la impresora está conectada.

E - Gestión de configuración de calibrado.
(Menu de autorización de reglajes)

El DigiSonic P tiene memorizadas 17+1 configuraciones de calibrado.

La configuración 0 es el fichero de trabajo. Está almacenado en la propia memoria del DigiSonic P.

Las otras 17 configuraciones pueden estar almacenadas en:

- sobre esta misma memoria (configuración 1)
- sobre una Carta de RAM (2 a 17).

La extensión a otras +16 configuraciones se hace mediante el cambio de la Carta de RAM.

Solo la configuración activa (Nº 0), puede ser modificada.

La gestión de configuraciones permite:

- guardar una configuración que se va a utilizar a menudo.

GUARDAR (configuración 0), EN CONFIG Nº X
(borra la configuración precedente)

- llamar una configuración guardada.

LLAMADA CONFIG Nº X -> 0
(esta copia conserva la configuración fuente)

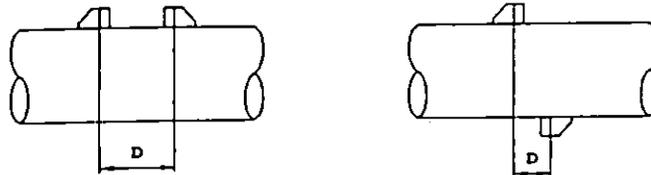
Aconsejamos guardar en configuración Nº 1 un menu de características parecidas al que se utiliza frecuentemente. Su llamada nos ahorrará un tiempo apreciable al efectuar una nueva programación.

7 - INSTALACION DEL SENSOR O DE LAS SONDAS.

1 - Al salir del menu de calibrado (F), la pantalla muestra de manera fugaz:

$D =$ distancia entre sondas = xxx mm.

Consultar la PANTALLA MEDIDA N°+7 (ver \$9): pulsar (f) dos veces para leer de nuevo este valor.



2 - Respetar lo mejor posible esta medida.

- Algunos sensores estan equipados con una regleta graduada.

- Para las sondas Ref.1588 y 1591 se puede medir la separación entre las extremidades internas teniendo en cuenta que $D'=D - 45$ mm.

3 - Limpiar, o incluso rascar si hace falta, las canalizaciones en las cuales deban aplicarse las sondas.

4 - Colocar una pequeña cantidad del tipo de acoplamiento, adaptado al entorno de la cara activa de cada sonda.

- gel azul = mediciones de duración corta a temperatura ambiente.

- grasa mineral, (caso de estar autorizado): T → 80/100°C

- acoplamiento especial para alta temperatura(→300°C)

- acoplamiento a base de un elastómero para instalaciones de larga duración.

5 - Aplicar el sensor o las sondas en los puntos escogidos:

- el LED de defecto debe apagarse al cabo de unos pocos segundos.

- leer el caudal en la pantalla de medida 1,2, (3) ó 4

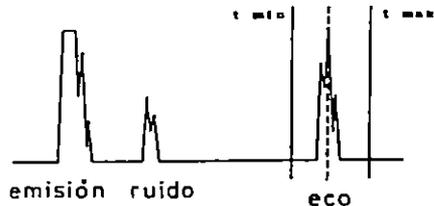
- es interesante controlar la calidad de la señal tratada entrando en el menu de "análisis del eco"

Esta función es necesaria en caso de problemas. (ver

8 - ANALISIS DEL ECO

Este MENU utiliza las características de un osciloscopio numérico.

- 1 - (↓) Vista atendiendo al aspecto energético.



dB = ganancia del amplificador
| | = ventana de selección:
($\emptyset, C_{min}/C_{max}$)
: = índice mostrando el eco
elegido

- Si el eco está fuera de la ventana, reconsiderar los datos introducidos, diámetro, espesor y velocidad de propagación del sonido. (producto desconocido).
- Si es necesario desplazar las sondas para buscar una mayor amplitud del eco.
- Cuando se pulsa la tecla (+) se realiza un nuevo ciclo de captura y visualización.

- 2 - Visión dilatada del eco identificado.



----- = nivel de disparo
———— = nivel de ruido
• = punto de medida de ΔT

En caso de dificultades para la obtención de una correcta medida:

- verificar la presencia de eco.
- verificar su posición dentro de la ventana.*
- optimizar su amplitud, (ganancia en dB mas bajo)
- optimizar el factor de forma (flanco de subida mas rápido), desplazando ligeramente una sonda.

* caso particular del agua : debe verificarse la relación existente entre la velocidad del sonido calculada por el DigiSonic P (pantalla 3 del menu de medida), y la temperatura del agua:

$$\text{ej. } 15 \text{ } ^\circ\text{C} \longrightarrow C \approx 1466 \text{ m/s}$$

en el caso de divergencias ($\pm 10 \text{ m/s}$), deben reconsiderarse los datos geométricos introducidos.

9 - LECTURAS EN MODO MEDIDA : Pantallas +(↓)-(↑)

Pantalla+1 = Unicamente visualización del caudal

Pantalla+2 = Visualización gráfica del caudal (ventana $Q_{mín} - Q_{máx}$) y del volumen acumulado en el logger. (unidad = 1 litro).

El pulsar la tecla (+), ocasiona de manera sucesiva:

- la puesta a cero y posterior puesta en marcha del totalizador (Vol =1).
- el paro de la totalización (marca Vol xx =...1)

Cada una de estas acciones así como los valores correspondientes se almacenan en el logger.

Pantalla+3 = lectura de los registros, si están activos, de totalización.

Pantalla+4 = pantalla completa: caudal; velocidad.

velocidad del sonido
medidas físicas de T, ΔT .
coeficiente hidráulico (Kh)

Pantalla+5 = información de tiempo, autonomía, sucesos.

Pantalla+6 (-3) = información logger.

- número de registros ocupados.
- última información almacenada.

Pulsando la tecla (+), se provoca una memorización y marcado gráfico en el fichero del logger.

Pantalla+7(-2) = distancia entre sondas.

Pantalla+8(-1) = mensajes eventuales de algún defecto.

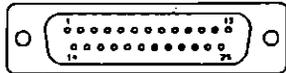
10 - INSTALACION DE PERIFERICOS

La información está presente en los bornes de un conector DB25.

La salida RS232 no puede conectarse de manera simultánea a un PC y a la impresora .

Debe cuidarse mucho el cableado.

Orden de conexiónado



Is : 1(+), 14(-)

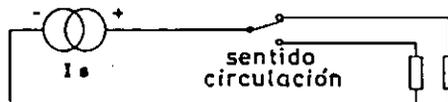
Relé 1:	común = 15	R = 2	T = 3
2:	= 16	R = 4	T = 17
3:	= 18	R = 5	T = 6
4:	= 19	R = 7	T = 20

Masa = 10, 13, 23, 25

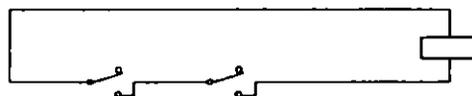
R / S = 232 RX = 24 TX = 11

i No conectar nada al resto de bornes i

A - Conexiónado clásico de salidas (Is y relés)
Están permitidas todas las combinaciones posibles.



Registrador dos curvas.



TOT 1 Límite 1

Totalizador externo.
Recuento condicional.

La salida de corriente permite una lectura del caudal:

- teniendo en cuenta el signo (Q)
 $\min = Q_{\min}$ $\max = Q_{\max}$
- sin tener en cuenta el signo (| Q |)

Elección de la corriente de salida:

- 0 - 20 mA
- 4 - 20 mA
- 0 - 4 -20 mA (escala 4 - 20 mA, 0 mA en caso de fallo)

B - CONEXIONADO DE LA IMPRESORA DP 101

El DigiSonic P detecta la presencia de la impresora y la alimenta.

Respetar la polaridad del cable suministrado (DP 101-1).

Colocación del rollo de papel (térmico).

- abrir la tapa del porta rollos.

- colocar el nuevo rollo sobre el eje y presentar el extremo del papel en la parte frontal del mecanismo de impresión.

- conectar la impresora al DigiSonic. Dar tensión y llamar a la pantalla + 8 (-1) del menu de calibrado.

- hacer avanzar el papel (SI) hasta que salga de manera normal.

La impresora queda a punto de recibir la orden de impresión.

C - INSTALACION DEL PROGRAMA DE DIALOGO LSDP EN UN PC.

Puede instalarse en cualquier lector. Crear un repertorio.

Una vez invocado, se pueden almacenar los ficheros que interesen (calibrado, medida...), de acuerdo con el paso designado (PATH).

Se puede crear un repertorio específico para los ficheros a almacenar.

Interconectar el PC y DSP por medio del cable DP 102.

Conectar el DigiSonic.

Enviar la orden LSDP.

Deberá obtenerse la pantalla de diálogo (Ver nota LSDP).

Observaciones

1 - El protocolo de unión entre el DigiSonic P y el programa LSDP es un J.BUS.

El PC deberá dirigirse al mismo número de abonado que el programado en el DigiSonic P.

2 - La configuración mínima requerida es: 286, pantalla VGA, 350 Kb libres.

11 - UTILIZACION DE LAS MEDIDAS O DE LOS DATOS.

La utilización clásica (salida corriente, contactos etc..), no será desarrollada aquí.

La utilización de los ficheros salvados en el logger será tanto mas fácil cuanto mayor sea la relación entre el tiempo empleado en medidas y el empleado en toma de datos o aproximaciones.

A - Lectura local de un fichero almacenado en el logger.

- llamar al menu de visualización del logger (PANTALA 1= gráfico).
- marcar el fichero buscado, (sea por el número, sea por el mensaje fecha/hora). El desplazamiento en el tiempo se realiza por medio de las teclas (+) (-); una barra vertical discontinua permite el marcado sobre el gráfico.

- si es necesario modificar la escala (Q_{min}/Q_{max}), para obtener una mejor adaptación gráfica.

- leer los valores seleccionados en la PANTALLA Nº2

B - Utilización de la impresora DP 101

Permite la edición de tickets de medida o de control.
Se manipula una vez embornada:

1 - pulsando la tecla (-), para sacar una copia de la pantalla elegida.

- de medida.
- de visualización del eco.

2 - por validación del mando de impresión.

- al final del menu de calibrado:
impresión de calibrado (SI), (provoca la salida de una lista bastante larga).

- al final del menu logger (PANTALLA Nº3)
impresión (SI) → gráficas o valores.

C - Explotación de las medidas en el PC.

El programa LSDP, permite:

- la visualización e impresión de las pantallas y ficheros recuperados (en modo texto).

- la conversión de los ficheros de medida en formato "tableur", (Lotus, Works, Excel, Quattropro...), en formato ASCII.

Ver la información sobre el programa LSDP. (Francés o Inglés)

12 - DIAGNOSTICO RAPIDO

Aun en el caso de que el funcionamiento sea correcto, o en caso de dificultad es aconsejable utilizar la función de análisis del eco y verificar:

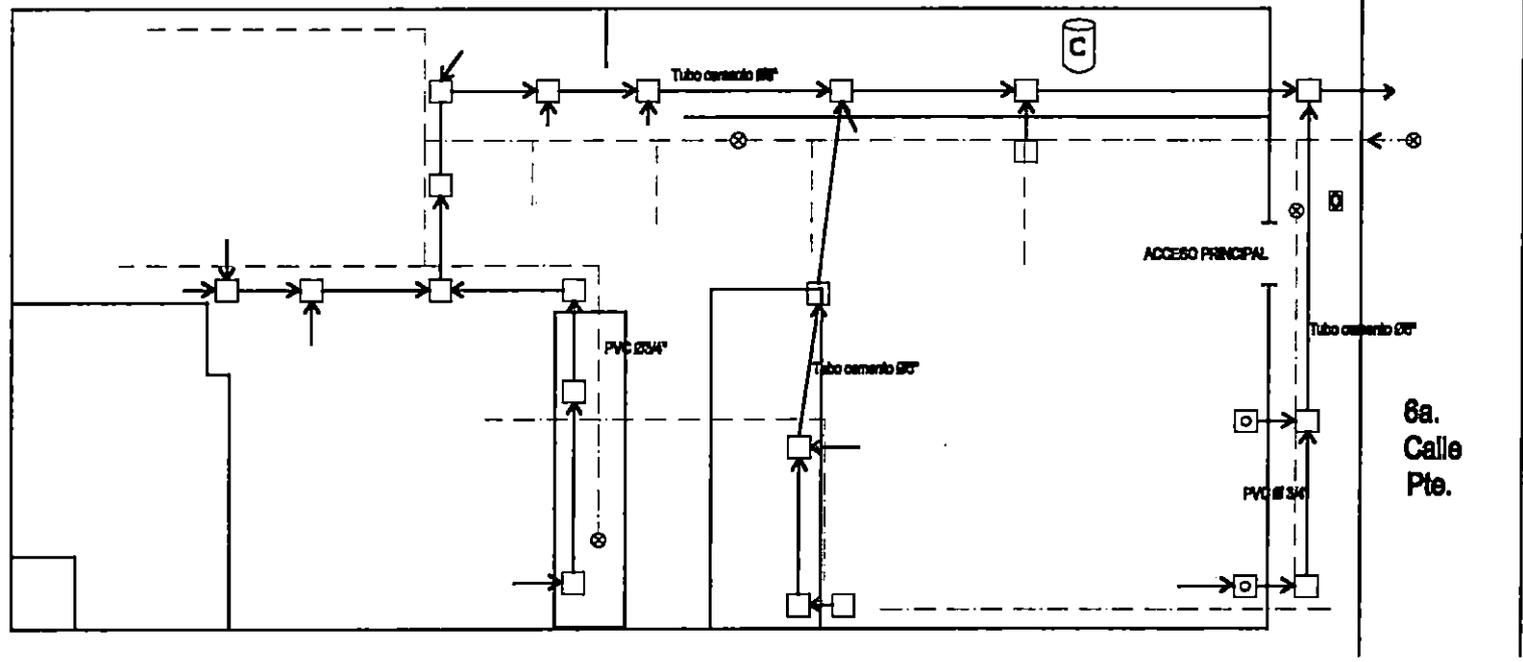
- que la señal aparece allá donde debe.
- que esta señal no es ambigua (amplitud, relación señal/ruido, señales parásitas, polaridad del eco ...)

En caso de problemas efectuar las correcciones necesarias.

El DigiSonic P dispone de una pantalla de visualización que permite verificar las principales causas que pueden ocasionar una lectura errónea.

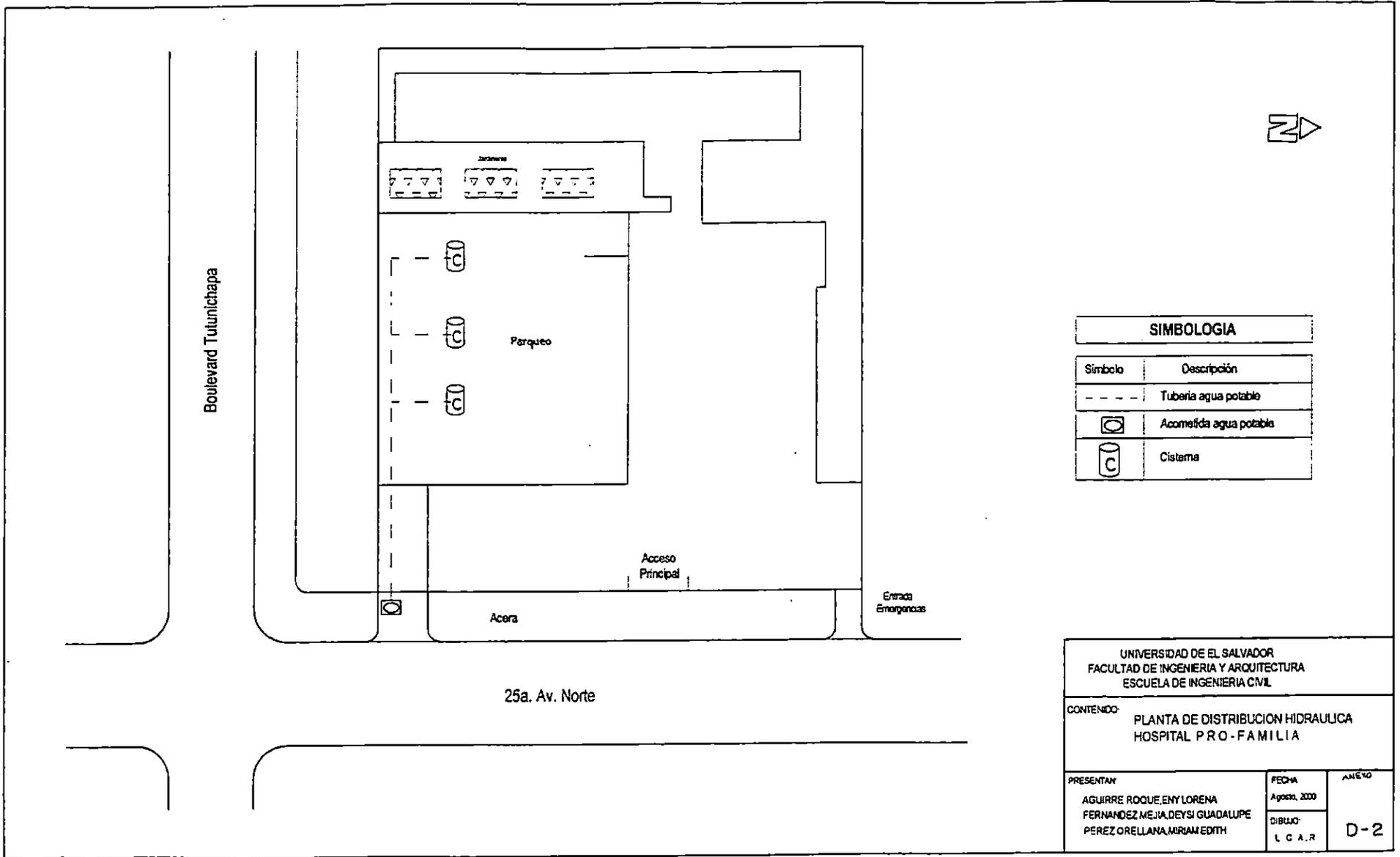
- defecto de caudal.
- defecto de velocidad (V1,V2).
- defecto en la carta DSP (problema de diálogo interno).
- defecto en la pila de alimentación del logger. (cambiar la pila), si se desea conservar todo lo memorizado así como también el formateo de la carta.
- defecto por sobrepasar la frecuencia de contaje.

En caso contrario, no hay ningún defecto.



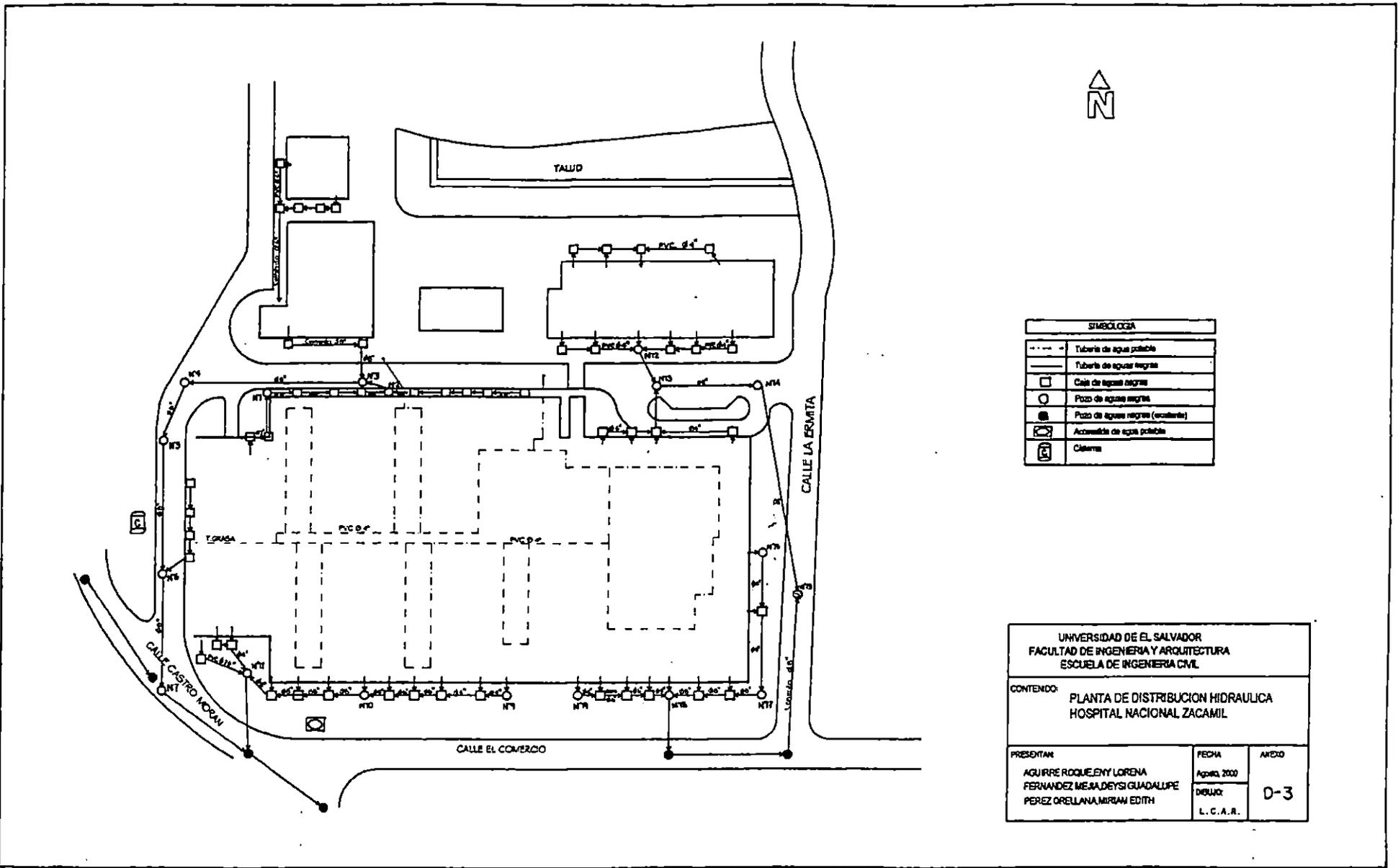
SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
—	Tuberia agua potable
- - -	Tuberia aguas negras
□	Caja aguas negras
⊠	Bajada aguas negras
⊗	Válvula agua potable
⊞	Accesorio agua potable
⊞	Cisterna

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL		
CONTENIDO PLANTA DE DISTRIBUCION HIDRAULICA HOSPITAL CIBAOSAL		
PRESENTAR: AGUIRRE ROCQUE, ENY LORENA FERNANDEZ MEJIA, JESSY GUADALUPE PEREZ ORELLANA, MIRIAM EDITH	FECHA Agosto 2020 DIBUJOS: I.C.A.R.	ANEXO D-1



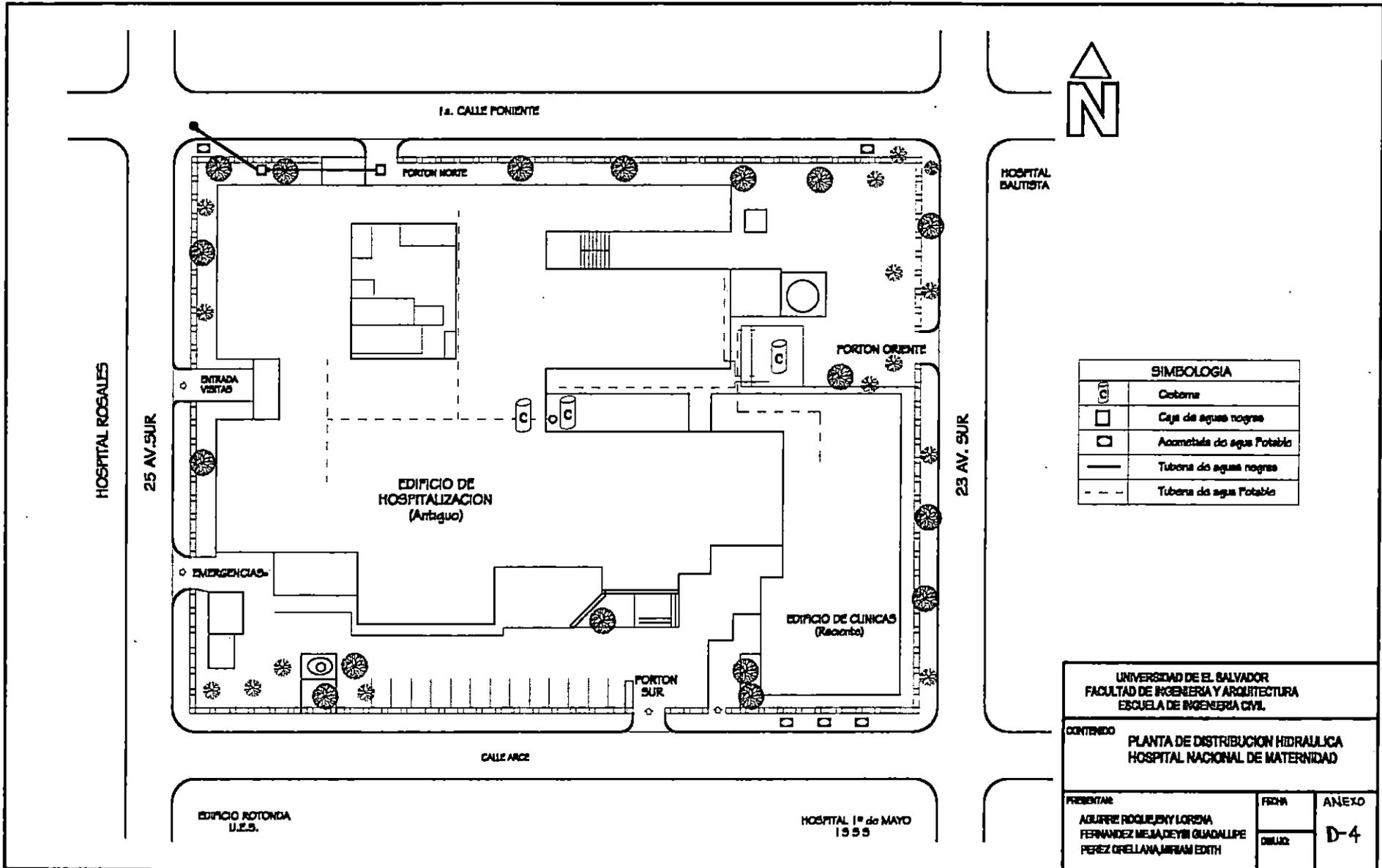
SIMBOLOGIA	
Símbolo	Descripción
---	Tubería agua potable
○	Acometida agua potable
C	Cisterna

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL		
CONTENIDO: PLANTA DE DISTRIBUCION HIDRAULICA HOSPITAL PRO-FAMILIA		
PRESENTAN:	FECHA:	ANEXO:
AGUIRRE ROQUE, ENY LORENA FERNANDEZ MEJIA, DEYSI GUADALUPE PEREZ ORELLANA, MIRIAM EDITH	Agosto, 2000	D-2
	DIBUJO: L. C. A. R.	



SIMBOLOGIA	
	Tubería de agua potable
	Tubería de aguas negras
	Caja de aguas negras
	Pozo de aguas negras
	Pozo de aguas negras (excavado)
	Accesión de agua potable
	Cisterna

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL		
CONTENIDO: PLANTA DE DISTRIBUCION HIDRAULICA HOSPITAL NACIONAL ZACAMIL		
PRESENTAN: AGUIRRE ROQUE ENY LORENA FERNANDEZ MEJIA DEYSY GUACALUPE PEREZ ORELLANA MIRIAM EDITH	FECHA: Agosto, 2000 DIBUJO: L. C. A. R.	AREA: 0-3



HOSPITAL BAUTISTA

SIMBOLOGIA	
	Columna
	Caja de aguas negras
	Acueducto de agua Potable
	Tubera de aguas negras
	Tubera de agua Potable

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

CONTENIDO PLANTA DE DISTRIBUCION HIDRAULICA
 HOSPITAL NACIONAL DE MATERNIDAD

PRESENTAR
 AGUIRRE ROQUEJUNY LORNA
 FERNANDEZ MEJIA DEYDI GUADALUPE
 PEREZ ORELLANA MIRIAM EDITH

FECHA	ANEXO D-4
DEBIDO	

EDIFICIO ROTONDA
 U.E.S.

HOSPITAL 1º de MAYO
 1955

ANEXO E

ESTIMACIÓN DE CONSUMOS DE AGUA EN HOSPITALES

E-1 Estimación de consumo hospital CLIMOSAL según personas, considerando su factor de ocupación (35%).

Personas	Artefactos	No.	Inodoros	Lavabos	Duchas	Comidas	Ropa sucia		
			Consumos (lts)	Consumo (lts)	Consumo (lts)	Consumo (lts)	Kg.	Consumo (lts)	
Médicos no permanentes		8	288.00	48.00			0.70	196	
Médicos permanentes		1	72.00	14.00	30.00	4.70	2.10	73.5	
Enfermeras		6/9	432.00	84.00	51.48	28.20	0.10	21	
Paramédicos (técnicos)		5	270.00	30.00	6.00	11.75			
Administrativos		17	612.00	136.00	20.40	39.95	0.04	23.8	
Pacientes ingresados		8	1008.00	112.00	480.00	56.40	6.00	1680	
Pacientes de consulta externa		35	630.00	70.00			0.05	61.25	
Visitas y otros		94	846.00	94.00					
Totales			4158.00	588.00	587.88	141.00		2055.55	
							Total		7530.43

Consumo = Numero de personas * Consumo unitario (Tabla 4.1) * Frecuencia de uso según personas (Tabla 4.3)

Calculo de visitas y otros = 3 veces pacientes ingresados + 2 veces pacientes de consulta externa

Agua empleada en limpieza = $1000 \text{ m}^2 * 1.5 \text{ lts/m}^2 = 1500 \text{ lts}$

Agua empleada en parqueo y jardines = $350 \text{ m}^2 * 2 \text{ lts/m}^2 = 700 \text{ lts}$

Consumo total = 9730.43 lts/día = 9.73 m³/día

E-2 Estimación de consumo hospital CLIMOSAL según personas, considerando el 100% de ocupación.

Personas	Artefactos	No.	Inodoros	Lavabos	Duchas	Comidas	Ropa sucia	
			Consumos (lts)	Consumo (lts)	Consumo (lts)	Consumo (lts)	Kg.	Consumo (lts)
Médicos no permanentes		8	288.00	48.00			0.70	196.00
Médicos permanentes		3	216.00	42.00	90.00		2.10	220.50
Enfermeras		17/26	1224.00	238.00	145.86	14.10	0.10	59.50
Paramédicos (técnicos)		15	810.00	90.00	18.00	79.90		
Administrativos		49	1764.00	392.00	58.80	35.25	0.04	68.60
Pacientes ingresados		23	2898.00	322.00	1380.00	115.15	6.00	4,830.00
Pacientes de consulta externa		100	1800.00	200.00		162.15	0.05	175.00
Visitas y otros		269	2421.00	269.00				
Totales			11421.00	1601.00	1692.66	406.55		5,549.60
							Total	20670.81

Consumo = Numero de personas * Consumo unitario (Tabla 4.1) * Frecuencia de uso según personas (Tabla 4.3)

Calculo de visitas y otros = 3 veces pacientes ingresados + 2 veces pacientes de consulta externa

Agua empleada en limpieza = $1000 \text{ m}^2 * 1.5 \text{ lts/m}^2 = 1500 \text{ lts}$

Agua empleada en parqueo y jardines = $350 \text{ m}^2 * 2 \text{ lts/m}^2 = 700 \text{ lts}$

Consumo total = 22870.81 lts/día = 22.87 m³/día

E-3 Cálculo de consumo de agua potable del hospital CLIMOSAL según número de artefactos sanitarios.

Artefactos	Inodoros		Lavabos		Duchas		Fregaderos		Otros		Totales (lts/día)
	No.	Consumo (lts)	No.	Consumo (lts)	No.	Consumo (lts)	No.	Consumo (lts)	No.	Consumo (lts)	
Servicios											
Administración	1	864	1	192	1	720					1776.00
Hospitalización	13	11232	12	2304	13	9360					22896.00
Emergencia	1	864	1	192	1	720					1776.00
Farmacia	1	864	2	384	1	720	1	678			2646.00
Clínicas privadas	9	7776	9	1728							9504.00
Rayos x	1	864	1	192	1	720					1776.00
Laboratorio	1	864	1	192			1	678			1734.00
Ultrasonografía	1	864	1	192	1	720					1776.00
Estación de enfermeras	1	864	3	576	1	720	1	678			2838.00
Enfermería y nursería			1	192	1	720					912.00
Quirófanos			1	192			1	678	1LQ	120	990.00
Limpieza (1000 m ²)									p	1500	1500.00
Lavandería									1L	3889.55	3889.55
Jardines y parqueo (350 m ²)									5G	700	700.00
Totales	29	25056	33	6336	20	14400	4	2712		6209.55	54713.55

Consumo = Número de artefactos * Consumo unitario (tabla 4.1) * Frecuencia de uso (tabla 4.4)

Consumo medio diario = 54.71 m³/día

E-4 Cálculo de consumo de agua potable del hospital CLIMOSAL por el Método de

Probabilidades de Hunter

Servicios	Artefactos		Inodoros		Lavabos		Duchas		Total
	No.	Consumo	No.	Consumo	No.	Consumo	No.	Consumo	
Hospitalización	14	70	13	26	14	56			152
Emergencia	1	5	1	2	1	4			11
Farmacia	1	5	2	4	1	4			13
Clínicas privadas	9	45	9	18					63
Rayos x	1	5	1	2	1	4			11
Laboratorio	1	5	1	2					7
Ultrasonografía	1	5	1	2	1	4			11
Estación de enfermeras	1	5	3	6	1	4			15
Enfermería y nursería	1	5	1	2	1	4			11
Quirófanos			1	2					2
Totales	30	150	33	66	20	80			296

Nota: Los consumos están dados en unidades de gasto (p³/min.)

$$\begin{aligned}
 \text{Entrando al gráfico con } 296 \text{ p}^3/\text{min.} & \Rightarrow 85.0 \text{ gal/min} \\
 & = 221.76 \text{ lts/min} + 5(18.69) \\
 & = 415.21 \text{ lts/min} = 597.90 \text{ m}^3/\text{día}
 \end{aligned}$$

$$\text{Empleando un factor de 2.4 Caudal medio diario} = 597.90 / 2.4 = 249.125 \text{ m}^3/\text{día}$$

E-5 Estimación de consumo hospital Pro - Familia según personas considerando su factor de ocupación (51%)

Personas \ Artefactos	No.	Inodoros	Lavabos	Duchas	Comidas	Ropa sucia	
		Consumo (lts)	Consumo (lts)	Consumo (lts)	Consumo (lts)	Kg.	Consumo (lts)
Médicos no permanentes	22	792.00	132.00			0.70	539
Médicos permanentes	2	144.00	36.00	60.00	9.40	2.10	147
Enfermeras	49/73	3528.00	686.00	420.42	230.30	0.10	171.5
Paramédicos (técnicos)	6	324.00	36.00	7.20	14.10		
Administrativos	99	3564.00	792.00	118.80	232.65	0.04	138.6
Pacientes ingresados	40	5040.00	560.00	2400.00	282.00	6.00	8400
Pacientes de consulta externa	140	2520.00	280.00			0.05	245
Visitas y otros	750	6750.00	750.00				
Totales		22662.00	3264.00	3006.42	768.45		9641.1
Total							39341.97

Calculo de visitas y otros = 3 veces pacientes ingresados + 2 veces pacientes de consulta externa + personas que visitan la Asociación con diversos fines (350)

Consumo = Numero de personas * Consumo unitario (Tabla 4.1) * Frecuencia de uso según personas (Tabla 4.3)

Agua empleada en limpieza = $6005 \text{ m}^2 * 1.5 \text{ lts/m}^2 = 9007.5 \text{ lts}$

Agua empleada en parqueo y jardines = $1345 \text{ m}^2 * 2 \text{ lts/m}^2 = 2690 \text{ lts}$

Consumo total = 51039.47 lts/día = 51.04 m³/día

E-6 Estimación de consumo hospital Pro – Familia según personas, considerando el 100% de ocupación.

Personas	Artefactos	No.	Inodoros	Lavabos	Duchas	Comidas	Ropa sucia	
			Consumo (lts)	Consumo (lts)	Consumo (lts)	Consumo (lts)	Kg.	Consumo (lts)
Médicos no permanentes		44	1584.00	264.00			0.70	1,078.00
Médicos permanentes		4	288.00	56.00	120.00	18.80	2.10	294.00
Enfermeras		96/144	6912.00	1344.00	823.68	451.20	0.10	336.00
Paramédicos (técnicos)		12	648.00	72.00	14.40	28.20		
Administrativos		195	7020.00	1560.00	234.00	458.25	0.04	273.00
Pacientes ingresados		78	9828.00	1092.00	4680.00	549.90	6.00	16,380.00
Pacientes de consulta externa		275	4950.00	550.00			0.05	481.25
Visitas y otros		1134	10206.00	1134.00				
Totales			41436.00	6072.00	5872.08	1506.35		18,842.25
						Total		73728.68

Consumo = Numero de personas * Consumo unitario (Tabla 4.1) * Frecuencia de uso según personas (Tabla 4.3)

Calculo de visitas y otros = 3 veces pacientes ingresados + 2 veces pacientes de consulta externa + otras personas que visitan la Asociación(350)

Agua empleada en limpieza = $6005 \text{ m}^2 * 1.5 \text{ lts/m}^2 = 9007.5 \text{ lts}$

Agua empleada en parqueo y jardines = $1345 \text{ m}^2 * 2 \text{ lts/m}^2 = 2690 \text{ lts}$

Consumo total = 85426.18 lts/día = 85.43 m³/día

E-7 Cálculo de consumo de agua potable del hospital Pro - Familia según número de artefactos sanitarios

Servicios	Inodoros		Lavabos		Duchas		Fregaderos		Otros		Totales (lts/día)
	No.	Consumo (lts)	No.	Consumo (lts)	No.	Consumo (lts)	No.	Consumo (lts)	No.	Consumo (lts)	
Oficinas administrativas	3	2592	2	384							2976.00
Quirófanos	2	1728							5LQ	600	2328.00
Central de equipos			1	192			3*	2022			2214.00
Sala de partos									2LQ	240	240.00
Preparación de fórmulas	1	864	1	192	2	1440	2**	1348			3844.00
Recuperación	1	864									864.00
Emergencias	2	1728	3	576							2304.00
Biblioteca	3	2592	3	576	1	720					3888.00
Auditorio	2	1728	2	384	1	720					2832.00
Clínica	11	9504	11	2112	1	720	2*	1348			13684.00
Laboratorio clínico	1	864	1	192			3*	2022			3078.00
Rayos x	1	864	2	384							1248.00
Hospitalización	42	36288	42	8064	42	30240					74592.00
Cocina	1	864					1**	678			1542.00
Estación de enfermeras	6	5184	6	1152	3	2160					8496.00
Residencia de médicos	2	1728	1	192							1920.00
Jardines y parqueo (1345 m2)									4G	2690	2690.00
Mantenimiento	1	864	1	192	1	720					1776.00
Limpieza (6005 m2)									6p	9007.5	9007.50
Lavandería			1	192					2L	8334.76	8526.76
Total	79	68256	77	14784	51	36720	11	7418		20872.26	148050.26

Consumo = Número de artefactos * Consumo unitario (tabla 4.1) * Frecuencia de uso (tabla 4.4)

E-8 Cálculo de consumo de agua potable del hospital Pro - Familia por el Método de Probabilidades de Hunter

Servicios \ Artefactos	Inodoros		Lavabos		Duchas		Total
	No.	Consumo	No.	Consumo	No.	Consumo	
Oficinas administrativas	3	15	2	4			19
Quirófanos	2	10					10
Central de equipos			1	2			2
Preparación de fórmulas	1	5	1	2	2	8	15
Recuperación	1	5					5
Emergencias	2	10	3	6			16
Biblioteca	3	15	3	6	1	4	25
Auditórium	2	10	2	4	1	4	18
Clinica	11	55	11	22	1	4	81
Laboratorio clínico	1	5	1	2			7
Rayos x	1	5	2	4			9
Hospitalización	42	210	42	84	42	168	462
Cocina	1	5					5
Lavandería			1	2			2
Estación de enfermeras	6	30	6	12	3	12	48
Residencia de médicos	2	10	1	2	1	4	16
Mantenimiento	1	5	1	2	1	4	11
Total	79	395	77	148	52	208	751

Nota: Los consumos están dados en unidades de gasto (p³/min.)

$$\begin{aligned}
 \text{Entrando al gráfico con } 751 \text{ p}^3/\text{min.} & \Rightarrow 170.0 \text{ gal/min} \\
 & = 643.52 \text{ lts/min} + 4(18.69) \\
 & = 718.28 \text{ lts/min} = 1034.32 \text{ m}^3/\text{día}
 \end{aligned}$$

Considerando un factor de 2.4, consumo medio diario = $1034.32 / 2.4 = 430.97 \text{ m}^3/\text{día}$

E-9 Estimación de consumo hospital Nacional Zacamil según personas, considerando su factor de ocupación (86%)

Personas \ Artefactos	No.	Inodoros	Lavabos	Duchas	Comidas	Ropa sucia	
		Consumo (lts)	Consumo (lts)	Consumo (lts)	Consumo (lts)	Kg.	Consumo (lts)
Médicos no permanentes	158	5688.00	948.00			0.70	3871
Médicos permanentes	140	10080.00	1960.00	4200.00	658.00	2.10	10290
Enfermeras	150/225	10800.00	2100.00	1287.00	705.00	0.10	525
Paramédicos (técnicos)	73	3942.00	438.00	87.60	171.55		
Administrativos	249	8964.00	1992.00	298.80	585.15	0.04	348.6
Pacientes ingresados	220	27720.00	3080.00	13200.00	1551.00	6.00	46200
Pacientes de consulta externa	450	8100.00	900.00			0.05	787.5
Visitas y otros	1340	12060	1340.00				
Totales		87354.00	12758.00	19073.40	3670.70		62022.1
					Total		184878.20

Calculo de visitas y otros = 2 veces pacientes ingresados + 2 veces pacientes de consulta externa

Consumo = Numero de personas * Consumo unitario (Tabla 4.1) * Frecuencia de uso según personas (Tabla 4.3)

Agua empleada en limpieza = $11979.15 \text{ m}^2 * 1.5 \text{ lts/m}^2 = 17968.73 \text{ lts}$

Agua empleada en parqueo y jardines = $11396.5 \text{ m}^2 * 2 \text{ lts/m}^2 = 22793 \text{ lts}$

Consumo total = 225693.93 lts/día = 225.69 m³/día

E-10 Estimación de consumo hospital Nacional Zacamil según personas, considerando el 100% de ocupación.

Personas	Artefactos	No.	Inodoros	Lavabos	Duchas	Comidas	Ropa sucia	
			Consumo (lts)	Consumo (lts)	Consumo (lts)	Consumo (lts)	Kg.	Consumo (lts)
Médicos no permanentes		184	6624.00	1104.00			0.70	4,508.00
Médicos permanentes		163	11736.00	2282.00	4890.00	766.10	2.10	11,980.50
Enfermeras		175/262	12600.00	2310.00	1501.50	822.50	0.10	612.50
Paramédicos (técnicos)		85	4590.00	510.00	102.00	199.75		
Administrativos		290	1044.00	2320.00	348.00	681.50	0.04	406.00
Pacientes ingresados		255	32130.00	3570.00	15300.00	1797.75	6.00	53,550.00
Pacientes de consulta externa		524	94320.00	1048.00			0.05	917.00
Visitas y otros		1558	14022.00	1558.00				
Totales			101574.00	147020.00	22141.50	4267.60		71,974.00
						Total		214659.10

Calculo de visitas y otros = 2 veces pacientes ingresados + 2 veces pacientes de consulta externa

Consumo = Numero de personas * Consumo unitario (Tabla 4.1) * Frecuencia de uso según personas (Tabla 4.3)

Agua empleada en limpieza = $11979.15 \text{ m}^2 * 1.5 \text{ lts/m}^2 = 17968.73 \text{ lts}$

Agua empleada en parqueo y jardines = $11396.5 \text{ m}^2 * 2 \text{ lts/m}^2 = 22793 \text{ lts}$

Consumo total = 255420.83 lts/día = 255.42 m³/día

E-11 Cálculo de consumo de agua potable del hospital Nacional Zacamil según número de artefactos sanitarios

Servicios	Inodoros		Lavabos		Ming. Y Lavapato		Duchas		Fregaderos		Otros		Totales
	No.	Consumo (lts)	No.	Consumo (lts)	No.	Consumo (lts)	No.	Consumo (lts)	No.	Consumo (lts)	No.	Consumo (lts)	
Administración	10	8640	10	1920					1	678			11238
Lavandería	4	3456	7	1344	2	864	2	1440	1	678	7L	68600	76382.00
Cocina			2	384					2	1356			1740.00
Hospitalización médica general	18	15552	32	6144	2,1	1296	12	8640	4	2712			34344.00
Hospitalización pediatría	17	14688	26	4992			10	7200	7	4746			31626.00
Hospitalización cirugía	16	13824	33	6336	2,1	1296	13	9360	4	2712			33528.00
Hospitalización gineco-obstetricia	20	17280	35	6720			12	8640	6	4068			36708.00
Cafetería y laboratorio	4	3456	10	1920					6	4068			9444.00
Terapia física	12	10368	21	4032			3	2160	5	3390			19950.00
Cirugía ambulatoria y diagnóstico	11	9504	18	3456	1	432	4	2880	2	1356	1LQ	120	17748.00
Centro de partos	7	6048	9	1728			4	2880	5	3390	1LQ	120	14166.00
Emergencia	7	6048	16	3072	1,1	864	3	2160	9	6102	1T	180	18426.00
Consulta externa	13	11232	30	5760	4	1728			5	3390			22110
Hospitalización ortopedia	2	1728	3	576			2	1440	1	678			4422.00
Bodegas, talleres y vigilancia	11	9504	11	2112									11616.00
Morque	2	1728	4	768			1	720	2	1356	1M		4572.00
Quirófanos	7	6048	4	768	2	864	3	2160	10	6780	4LQ	480	17100.00
Residencia de médicos	8	6912	5	960	4	1728	3	2160					11760.00
Limpieza (1979.15 m2)											12p	17968.73	17968.73
Jardines y parqueo (11396.5 m2)											6G	22973	22973.00
Totales	169	146016	276	52992	21	9072	72	51840	70	47460		110441.73	417821.73

Consumo = Número de artefactos * Consumo unitario (tabla 4.1) * Frecuencia de uso (tabla 4.4)

Consumo medio diario = 417.82 m³/día

E-12 Cálculo de consumo de agua potable del hospital Nacional Zacamil por el Método de Probabilidades de Hunter

Artefactos	Inodoros		Lavabos		Duchas		Total
	No.	Consumo	No.	Consumo	No.	Consumo	
Servicios							
Lavandería	4,2*	30	7	14	2	8	52
Cocina			2	4			4
Hospitalización médica general	18,2*	100	32	64	12	48	212
Hospitalización pediatría	17	85	26	52	10	40	177
Hospitalización cirugía	16,2*	90	33	66	13	52	208
Hospitalización gineco-obstetricia	20	100	35	70	12	48	218
Cafetería y laboratorio	4	20	10	20			40
Terapia física	12	60	21	42	3	12	114
Cirugía ambulatoria y diagnóstico	11,1*	60	18	36	4	16	112
Centro de partos	7	35	9	18	4	16	69
Emergencia	7,1*	40	16	32	3	12	84
Consulta externa y administración	23,4*	135	40	80			215
Hospitalización ortopedia	2	10	3	6	2	8	24
Bodegas, talleres y vigilancia	11	55	11	22			77
Morgue	2	10	4	8	1	4	22
Quirófanos	7,2*	45	4	8	3	12	65
Residencia de médicos	8,4*	60	5	10	3	12	82
Totales	187	935	276	552	72	288	1775

* Mingitorios

Nota: Los consumos están dados en unidades de gasto (p³/min.)

$$\begin{aligned}
 \text{Entrando al gráfico con } 1775 \text{ p}^3/\text{min.} & \Rightarrow 305.0 \text{ gal/min} \\
 & = 1154.55 \text{ lts/min} + 6(18.69) \\
 & = 1266.69 \text{ lts/min} = 1824.03 \text{ m}^3/\text{día}
 \end{aligned}$$

Considerando un factor de 2.4, consumo medio diario = $1824.03 / 2.4 = 760.01 \text{ m}^3/\text{día}$

E-13 Estimación de consumo hospital Nacional de Maternidad según personas, considerando su factor de ocupación (85%).

Personas	Artefactos	No.	Inodoros	Lavabos	Duchas	Comidas	Ropa sucia	
			Consumo (lts)	Consumo (lts)	Consumo (lts)	Consumo (lts)	Kg.	Consumo (lts)
Médicos no permanentes		82	2952.00	492.00			0.70	7031.5
Médicos permanentes		53	3816.00	742.00	1590.00	249.10	2.10	13634.25
Enfermeras		217/325	15624.00	3038.00	1861.86	1019.90	0.10	2658.25
Paramédicos (técnicos)		100	5400.00	600.00	120.00	235.00		
Administrativos		189	6804.00	1512.00	226.80	209.15	0.04	926.1
Pacientes ingresados		270	34020.00	3780.00	16200.00	1903.50	6.00	198450
Pacientes de consulta externa		490	8820.00	980.00			0.05	3001.25
Visitas y otros		540	4860.00	540.00				
Totales			82296.00	1168.40	19998.66	3616.65		225701.35
							Total	343296.66

Cálculo de visitas y otros = 2 veces pacientes ingresados

Consumo = Numero de personas * Consumo unitario (Tabla 4.1) * Frecuencia de uso según personas (Tabla 4.3)

Nota: En el cálculo de agua para lavado de ropa, el valor se incrementa en 3.5 veces debido al tipo de ropa que tratan (9 enjuagues previos al lavado normal)

Agua empleada en limpieza = $6474 \text{ m}^2 * 1.5 \text{ lts/m}^2 = 9711 \text{ lts}$

Agua empleada en parqueo y jardines = $2630 \text{ m}^2 * 2 \text{ lts/m}^2 = 5260 \text{ lts}$

Consumo total = 358267.66 lts/día = 358.27 m³/día

E-14 Estimación de consumo hospital Nacional de Maternidad según personas, considerando el 100% de ocupación.

Personas	Artefactos	No.	Inodoros	Lavabos	Duchas	Comidas	Ropa sucia	
			Consumo (lts)	Consumo (lts)	Consumo (lts)	Consumo (lts)	Kg.	Consumo (lts)
Médicos no permanentes		97	3492.00	582.00			0.70	8,317.75
Médicos permanentes		63	4536.00	882.00	1890.00	296.10	2.10	16,206.75
Enfermeras		255/383	18360.00	3570.00	2187.90	1198.50	0.10	3,123.75
Paramédicos (técnicos)		118	372.00	708.00	141.60	277.30		
Administrativos		223	8028.00	1784.00	267.60	524.05	0.04	1,092.70
Pacientes Ingresados		317	39942.00	4438.00	19020.00	2234.85	6.00	232,995.00
Pacientes de consulta externa		577	10386.00	1154.00			0.05	3,534.13
Visitas y otros		634	5706.00	634.00				
Totales			96822.00	13752.00	23507.10	4530.80		265,270.08
						Total		403881.98

Consumo = Numero de personas * Consumo unitario (Tabla 4.1) * Frecuencia de uso según personas (Tabla 4.3)

Calculo de visitas y otros = 2 veces pacientes ingresados

Nota: en el cálculo de agua para lavado de ropa, el valor se incrementa en 3.5 veces debido al tipo de ropa que tratan (9 enjuagues previos al lavado normal)

Agua empleada en limpieza = $6474 \text{ m}^2 * 1.5 \text{ lts/m}^2 = 9711 \text{ lts}$

Agua empleada en parqueo y jardines = $2630 \text{ m}^2 * 2 \text{ lts/m}^2 = 5260 \text{ lts}$

Consumo total = 418852.98 lts/día = 418.85 m³/día

E-15 Cálculo de consumo de agua potable del hospital Nacional de Maternidad según número de artefactos sanitarios

Servicios	Inodoros		Lavabos		Lavapato y Ming.		Duchas		Fregaderos		Otros		Totales
	No.	Consumo (lts)	No.	Consumo (lts)	No.	Consumo (lts)	No.	Consumo (lts)	No.	Consumo (lts)	No.	Consumo (lts)	
Oficinas administrativas	8,7*	19008	16	3072									22080.00
Aislamiento, alto riesgo y almacén	13	11232	11	2112			8	5760	3	2034	1LQ	120	21258.00
Anestesiología	1	864	1	192			1	720					1776.00
Arsenal, sala de operación y partos	4*9	14688	16	3072	1	432	5	3600	5	3390	13LQ	1560	26742.00
Auditórium	5*6	13824	8	1536					1	678			16038.00
Bco. de sangre, Lab. clínico y bacter.	1,1*	2592	5	960					2	1356			4908.00
Cirugía ginecológica y obstétrica	6	5184	5	960	1	432	4	2880	7	4746			14202.00
Cocina y cafetería	2	1728	5	960			1	720	16	33840			37248.00
Emergencias	5	4320	7	1344	2	864	1	720	1	678			7926.00
Farmacia y fórmulas	1	864	6	1152					1	678			2694.00
Lactario			2	384									384.00
Lavandería	2	1728	3	576					1	678	6L	192780	195762.00
Mantenimiento	6	5184	6	1152	2	864							7200.00
Médicos residentes	9	7776	9	1728			8	5760					15264.00
Anatomía patológica y Morgue	2*	3456	3	576					1	678	2M	1000	5710.00
Neonatología	2	1728	12	2304			1	720	3	2034	2LQ	240	7026.00
Oncología	8	6912					2	1440	2	1356			9708.00
Puerperio	13	11232	10	1920			6	4320					17472.00
Radiología	1	864	1	192					1	678			1734.00
Ultrasonografía	1*1	2592	2	384									2976.00
Áreas perimetrales (2630 m2)											7G	5260	5260.00
Limpieza (6474m2)											28p	9711	9711.00
Coloscopia	6*	10368	6	1152									11520.00
Consulta externa	9*	15552	14	2688									18240.00
Planificación familiar e infertilidad	7*	12096	7	1344									13440.00
Totales	92	81216	104	19968	6	2592	37	26640	43	52146		207068.5	476279.00

E-16 Cálculo de consumo de agua potable del hospital Nacional de Maternidad (Área de clínica), por el Método de Probabilidades de Hunter

Servicios	Inodoros Flux.		Lavabos		Duchas		Total
	No.	Consumo	No.	Consumo	No.	Consumo	
Oficinas administrativas	6,3*	75	9	18			93
Anatomía patológica	2	20	3	6			26
Auditórium	5	50	6	12			62
Colposcopia	6	60	6	12			72
Consulta externa	9	90	14	28			118
División Médica	1*	5	1	2			7
Planif. familiar e infertilidad	7	70	7	14			84
Sala de operación	4	40	4	8			48
Ultrasonografía	1	10	1	2			12
Totales	44	420	51	102			522

* Inodoros de tanque

Nota: Los consumos están dados en unidades de gasto (p³/min.)

$$\begin{aligned} \text{Entrando al gráfico con } 552.0 \text{ p}^3/\text{min} &\Rightarrow 128.0 \text{ gal/min} \\ &= 484.53 \text{ l/min} = 697.73 \text{ m}^3/\text{día} \end{aligned}$$

Considerando un factor de 2.4, consumo medio diario = $697.73 / 2.4 = 290.72 \text{ m}^3/\text{día}$

E-17 Cálculo de consumo de agua potable del hospital Nacional de Maternidad (área de hospitalización), por el Método de Probabilidades de Hunter.

Servicios	Inodoros		Lavabos		Duchas		Total
	No.	Consumo	No.	Consumo	No.	Consumo	
Oficinas administrativas	5,1*	35	7	14			49
Aislamiento, alto riesgo y almacén	13	65	11	22	8	32	119
Anestesiología	1	5	1	2	1	4	11
Arcenal, sala de operación y partos	9	45	12	24	5	20	89
Auditorium	6	30	2	4			34
Banco de sangre, laboratorio clínico y bacteriología	1,1*	15	5	10			25
Cirugía ginecológica y obstétrica	6	30	5	10	4	16	56
Cocina y cafetería	2	10	5	10	1	4	24
Emergencias	6	30	7	14	1	4	48
Farmacia y fórmulas	1	5	6	12			17
Lactario			2	4			4
Labandería	2	10	3	6			16
Mantenimiento	8	40	6	12	8	32	84
Medicos residentes	8	40	8	16			56
Neonatología	2	10	12	24	1	4	38
Oncología	8	40			2	8	48
Puerperio	13	65	10	20	6	24	109
Radiología	1	5	1	2			7
Ultrasonografía	1	5	1	2			7
Totales	95	485	104	208	37	148	841

* Inodoros de fluxometro

7 Grifos en áreas perimetrales

Entrando al gráfico con 841.0 p3/min => 188.0 gal/min
 = 711.66 lt/min + 7(18.69)
 = 842.49 lt/min = 1213.19 m3/día

1213.19 / 2.4 = 505.49 m3/día

Considerando un factor de 2.4, consumo medio diario = 1213.19 / 2.4 = 505.49 m3/día

