



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA SANITARIA.

ERNESTO MURGUIA VACA.

G-603726
A-125

iv

INGENIERIA SANITARIA

CONTENIDO

CAPITULO I DEFINICIONES DE INGENIERIA SANITARIA Y CONCEPTOS AFINES

	Página
1.1 Ingeniería Sanitaria	2
1.2 Salud	2
1.3 Salud pública	2
1.4 Higiene	3
1.5 Obras de Ingeniería Sanitaria	3
1.6 Ciencias y estudios que se relacionan con la Ingeniería Sanitaria	3

CAPITULO II PARASITOLOGIA

2.1 Definiciones	4
2.2 Clasificación	4
2.3 Algunos parásitos que provocan enfermedades en el hombre	5
2.3.1 Entamoeba o amiba	5
2.3.2 Giardia lamblia	6
2.3.3 Tripanosomas humanos	6
2.3.4 Sporozoon	6
2.3.5 Helminthos	6
2.3.6 Tenias	7
2.3.7 Nemátodos	7
2.3.8 Strongiloides	7
2.3.9 Ancylostoma duodenale y Necator americanus	7

CAPITULO

3.1

3.2

3.3

3.4

CAPITULO

4.1

CAPITULO

5.1

CAPITULO III MICROBIOLOGIA

	Página
3.1 Definición	8
3.2 Bacteriología	8
3.2.1 Bacterias	8
3.2.2 Virus	11
3.2.3 Rickettsias	11
3.2.4 Bacteriófagos	12
3.3 Micología	12
3.3.1 Hongos	12
3.3.2 Levaduras	13
3.4 El plancton	13
3.4.1 El fitoplancton	13
3.4.2 El zooplancton	14

CAPITULO IV EPIDEMIOLOGIA

4.1 Definiciones	14
4.1.1 Epidemiología	14
4.1.2 Foco	15
4.1.3 Fuente de infección	15
4.1.4 Portador	15
4.1.5 Vector	15
4.1.6 Fomite	15
4.1.7 Vehículo	15
4.2 La Organización Mundial de la Salud	15
4.3 Factores que intervienen en la transmisión de una enfermedad	16
4.4 Propiedades generales de las epidemias	16

CAPITULO V INSECTOS Y ROEDORES

5.1 Insectos	19
5.1.1 Mosquitos	20
5.1.2 Moscas	22
5.1.3 Piojos	24
5.1.4 Pulgas	24

	Página	
5.2	Insecticidas	25
	5.2.1 D D T	25
	5.2.2 Clordano	25
	5.2.3 Dieldrín	26
	5.2.4 Paratión	26
	5.2.5 Malatión	26
	5.2.6 Diazinón	26
	5.2.7 Lindano	26
	5.2.8 Piretro	27
	5.2.9 Acción de los insecticidas	27
5.3	Larvicidas	27
	5.3.1 Verde de Paris	27
	5.3.2 Petróleo	28
	5.3.3 D D T	28
	5.3.4 Dieldrín	28
5.4	Roedores	28
	5.4.1 Ratas	28
	5.4.2 Ratón	30
	5.4.3 Desratización	30
 CAPITULO VI QUIMICA		
6.1	Definiciones	31
	6.1.1 Mezclas heterogéneas	31
	6.1.2 Mezclas homogéneas	31
	6.1.3 Análisis y síntesis	32
	6.1.4 Cuerpos puros y simples y elementos	32
	6.1.5 Molécula	32
	6.1.6 Símbolos y fórmulas	32
	6.1.7 Soluciones	33
6.2	Equilibrio químico	33
6.3	p H	34
6.4	Alcalinidad en el agua	35
 CAPITULO VII ESTADISTICA		
7.1	Definiciones	36

	Página	
7.1.1	Estadística	36
7.1.2	Población	36
7.1.3	Muestra	37
7.1.4	Serie estadística	37
7.1.5	Frecuencia absoluta	37
7.1.6	Frecuencia relativa	37
7.1.7	Clase	37
7.1.8	Intervalo de clase	37
7.2	Diagramas representativos	37
7.3	Características principales de las series	38
7.3.1	Tendencia central	38
7.3.2	Dispersión	38
7.4	Forma de las curvas de frecuencia	38
7.5	Momentos en las curvas de frecuencia	39
7.6	Estadística sanitaria	39
7.6.1	Tasa general	39
7.6.2	Tasa específica	40
7.6.3	Tasa anual	40
7.6.4	Distintos tipos de tasas empleadas	40
7.6.5	Mortalidad en la República Mexicana	41
7.6.6	Tablas de vida	41
7.7	Encuestas	41
7.7.1	Interpretación de las encuestas	50
7.8	Cálculo de la población futura	50
7.8.1	Fórmulas y métodos de cálculo	51
7.8.2	Procedimientos analíticos	51
7.8.3	Métodos gráficos	56
7.8.4	Factores que pueden modificar los resultados	57
 CAPITULO VIII EL AGUA		
8.1	Generalidades	61
8.2	El ciclo hidrológico	62
8.3	Evaporación	64

	Página
8.3.1 Evaporómetros	64
8.4 Lluvia	65
8.4.1 Lluvia convectiva	67
8.4.2 Lluvia orográfica o de relieve	67
8.4.3 Lluvia ciclónica	67
8.4.4 Lluvia de frentes polares y tropicales	68
8.4.5 Pluviómetros y pluviógrafos	68
8.4.6 Requisitos para el buen uso de los pluviógrafos	70
8.4.7 Isoyetas	70
8.5 Escurrimiento superficial	70
8.5.1 Aforos	70
8.6 Evapotranspiración	71
8.6.1 Evapotranspirómetros	72
8.7 Infiltración	72
8.8 Aguas subterráneas	73
8.8.1 Flujo del agua subterránea	74
8.8.2 Manantiales	76
CAPITULO IX	
	AGUA POTABLE Y DESINFECCION
9.1 Agua potable	78
9.2 Reglamento federal sobre obras de provisión de agua potable	78
9.3 Normas internacionales (OMS)	86
9.4 Impurezas en el agua	88
9.4.1 Aluminio	88
9.4.2 Arsénico	88
9.4.3 Boro	88
9.4.4 Calcio	88
9.4.5 Cloro	89
9.4.6 Cloruros	89
9.4.7 Cobre	89
9.4.8 Cromo	89

	Página
9.4.9 Estaño	90
9.4.10 Fenoles	90
9.4.11 Hierro	90
9.4.12 Fluor	90
9.4.13 Fosfatos	90
9.4.14 Magnesio	91
9.4.15 Nitratos	91
9.4.16 Plata	91
9.4.17 Plomo	91
9.4.18 Radio	91
9.4.19 Selenio	92
9.4.20 Sodio	92
9.4.21 Sulfatos	92
9.4.22 Yodo	92
9.4.23 Zinc	92
9.4.24 Alcalinidad	92
9.4.25 Sólidos totales	93
9.4.26 ABS	93
9.4.27 Otros contenidos	93
9.5 Desinfección	93
9.5.1 Cloro	94
9.5.2 Cloraminas	95
9.5.3 Cal clorada	96
9.5.4 Hipocloritos	96
9.5.5 Otros métodos de desinfección	96

CAPITULO X

FUENTES DE ABASTECIMIENTO Y OBRAS DE CAPTACION		
10.1	Usos del agua potable	98
10.2	Sistema de abastecimiento	98
10.3	Fuentes de abastecimiento	99
10.4	Obras de captación	99
	10.4.1 Aguas meteóricas	99
	10.4.2 Ríos	101

x

	Página	
10.4.3	Embalses	102
10.4.4	Manantiales	103
10.4.5	Norias	104
10.4.6	Pozos hincados	104
10.4.7	Galerías filtrantes	105
10.4.8	Pozos	106
CAPITULO XI CONSUMO DE AGUA POTABLE		
11.1	Dotación	112
11.2	Factores que afectan al consumo	112
11.3	Variaciones en los consumos	115
11.3.1	Variaciones mensuales	115
11.3.2	Variaciones diarias	115
11.3.3	Variaciones horarias	115
11.4	Valores de la dotación	117
11.5	Consumo por incendio	120
CAPITULO XII CONDUCCION		
12.1	Líneas de conducción	121
12.1.1	Conducciones descubiertas	122
12.1.2	Conducciones cubiertas	123
12.2	Tuberías para agua potable	123
12.2.1	Tuberías de fierro fundido	123
12.2.2	Tuberías de concreto	124
12.2.3	Tuberías de asbesto-cemento	125
12.2.4	Tuberías de acero	125
12.2.5	Tubería de polietileno	126
12.3	Piezas especiales	127
12.3.1	Válvulas	127
12.3.2	Codos	130
12.3.3	Cruces y tes	130
12.3.4	Tubos cortos	130
12.3.5	Reducciones	131
12.3.6	Tapas ciegas	131
12.3.7	Juntas deslizantes y flexibles	131

12.

12

CAPITULO
13

13

13

CAPITULO
14

14

CAPITULO
15

		Página
12.4	Esfuerzos en las tuberías	131
	12.4.1 Presión interna	131
	12.4.2 Fuerza por cambio de dirección	134
	12.4.3 Presión y carga externas	136
12.5	Apoyos	142
CAPITULO XIII REGULARIZACION Y ALMACENAMIENTO		
13.1	Tanques	142
	13.1.1 Tanques superficiales	143
	13.1.2 Tanques elevados	143
	13.1.3 Tanques hidroneumáticos	143
	13.1.4 Materiales de construcción	143
	13.1.5 Requisitos constructivos	143
13.2	Regularización	144
	13.2.1 Procedimiento analítico	145
	13.2.2 Procedimiento gráfico	147
13.3	Almacenamiento	147
	13.3.1 Volumen de emergencia	147
CAPITULO XIV DISTRIBUCION		
14.1	Red de distribución	148
	14.1.1 Tipos de redes	148
14.2	Cálculo de redes	149
	14.2.1 Red abierta	149
	14.2.2 Red cerrada	149
CAPITULO XV POTABILIZACION		
15.1	Plantas potabilizadoras	156
	15.1.1 Aeración	157
	15.1.2 Mezclado	157
	15.1.3 Flocculación	158
	15.1.4 Sedimentación	159
	15.1.5 Filtración	159
	15.1.6 Desinfección	160

		Página
12.4	Esfuerzos en las tuberías	131
	12.4.1 Presión interna	131
	12.4.2 Fuerza por cambio de dirección	134
	12.4.3 Presión y carga externas	136
12.6	Apoyos	142
CAPITULO XIII REGULARIZACION Y ALMACENAMIENTO		
13.1	Tanques	142
	13.1.1 Tanques superficiales	143
	13.1.2 Tanques elevados	143
	13.1.3 Tanques hidroneumáticos	143
	13.1.4 Materiales de construcción	143
	13.1.5 Requisitos constructivos	143
13.2	Regularización	144
	13.2.1 Procedimiento analítico	145
	13.2.2 Procedimiento gráfico	147
13.3	Almacenamiento	147
	13.3.1 Volumen de emergencia	147
CAPITULO XIV DISTRIBUCION		
14.1	Red de distribución	148
	14.1.1 Tipos de redes	148
14.2	Cálculo de redes	149
	14.2.1 Red abierta	149
	14.2.2 Red cerrada	149
CAPITULO XV POTABILIZACION		
15.1	Plantas potabilizadoras	156
	15.1.1 Aeración	157
	15.1.2 Mezclado	157
	15.1.3 Floculación	158
	15.1.4 Sedimentación	159
	15.1.5 Filtración	159
	15.1.6 Desinfección	160

	Página	
15.2	Plantas desalinizadoras	161
15.2.1	Desalinización por evaporación	162
15.2.2	Desalinización por electrodialisis	163
15.2.3	Desalinización por ósmosis inversa	164
15.2.4	Desalinización por congelación	165
15.2.5	Desalinización por energía solar	166
CAPITULO XVI	REDES DE ALCANTARILLADO	
16.1	Definiciones	166
16.1.1	Alcantarillado	167
16.1.2	Aguas negras y efluentes industriales	167
16.1.3	Aguas pluviales	167
16.2	Tipos de sistemas	167
16.3	Partes que integran una red	168
16.3.1	Atarjeas	168
16.3.2	Subcolectores	168
16.3.3	Colectores	168
16.3.4	Emisor	169
16.3.5	Accesorios	169
CAPITULO XVII	RED DE ALCANTARILLADO PARA AGUAS NEGRAS	
17.1	Cantidad de aguas negras	171
17.1.1	Variaciones del caudal	172
17.2	Lineamientos generales para el diseño de la red	173
17.2.1	Sistema de colectores	173
17.2.2	Distribución de atarjeas	174
17.2.3	Funcionamiento por gravedad o por bombeo	174
17.2.4	Plantas de tratamiento	174
17.3	Cálculo de la red	175
17.4	Recomendaciones prácticas de diseño	178
CAPITULO XVIII	RED DE ALCANTARILLADO PARA AGUAS PLUVIALES	
18.1	Caudal de aguas pluviales	178

		Página
	18.1.1 Intensidad de la lluvia	179
	18.1.2 Frecuencia e intervalo de recurrencia	179
	18.1.3 Fórmulas para valuar la intensidad	180
18.2	Lineamientos generales para el diseño de la red	182
18.3	Cálculo de la red	182
	18.3.1 Método racional americano	182
	18.3.2 Método gráfico alemán	186
	18.3.3 Método de Burkli-Ziegler	188
	18.3.4 Métodos empíricos	189
18.4	Coladeras pluviales	189
CAPITULO XIX	RED DE ALCANTARILLADO PARA AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES COMBINADAS	
19.1	Diseño y cálculo	190
CAPITULO XX	COMPOSICION DE LAS AGUAS NEGRAS	
20.1	Análisis	191
	20.1.1 Temperatura	191
	20.1.2 Demanda bioquímica de oxígeno	191
	20.1.3 Oxígeno disuelto	191
	20.1.4 Sólidos totales	191
	20.1.5 Sólidos fijos	192
	20.1.6 Sólidos volátiles	192
	20.1.7 Sólidos sedimentables	192
	20.1.8 Nitrógeno	192
	20.1.9 p H	192
	20.1.10 Conductividad eléctrica	192
	20.1.11 Alcalinidad	193
	20.1.12 Iones CO_3^- , HCO_3^- , Cl^- y $\text{SO}_4^{=}$	193
	20.1.13 Elementos Na, Ca y Mg	193
	20.1.14 Boro	193
	20.1.15 ABS	193
	20.1.16 Fosfatos	193
	20.1.17 Otros elementos	193

	Página
20.2 Resultados promedio	194
CAPITULO XXI TRATAMIENTO DE LAS AGUAS NEGRAS	
21.1 Tratamiento	195
21.2 Autodepuración	195
21.3 Métodos de tratamiento	196
21.3.1 Métodos físicos	196
21.3.2 Métodos biológicos	197
21.3.3 Métodos químicos	199
21.4 Productos del tratamiento	199
CAPITULO XXII USO DE LAS AGUAS NEGRAS	
22.1 Escasez de agua potable	200
22.2 Aguas negras crudas y tratadas	201
22.3 Usos industriales	201
22.4 Usos agrícolas	202
22.5 Otros usos	202
Bibliografía	204
Índice Alfabético	206

INGENIERIA SANITARIA

1974

CAPITULO I
DEFINICIONES DE INGENIERIA SANITARIA
Y CONCEPTOS AFINES

1.1. INGENIERIA SANITARIA

Es la rama de la ingeniería relacionada con la promoción y conservación de la sa lud pública.

1.2. SALUD

La Organización Mundial de la Salud (OMS), agencia especializada de las Naciones Unidas, define la SALUD como "El completo bienestar físico, mental y social y - no solamente la ausencia de enfermedades o afecciones". Se ha establecido el 7 de abril para conmemorar el Día Mundial de la Salud.

1.3 SALUD PUBLICA

La Organización Mundial de la Salud mediante el Comité de Expertos de la Administración Sanitaria, adoptó con ligeras modificaciones, la antigua definición de Winslow (1923) para Salud Pública:

"La ciencia y el arte de prevenir la enfermedad, prolongar la vida, fomentar la salud y la eficiencia por medio de esfuerzos organizados de la comunidad destinados a sanear el medio, ejercer control contra las enfermedades transmisibles, educar al individuo en higiene personal, organizar los servicios médicos y de enfermería con vistas al diagnóstico precoz y al tratamiento preventivo de las enfermedades, mediante el desarrollo de una máquina que asegure a cada individuo un nivel de vida que le permita mantener su salud, distribuyendo estos beneficios de manera tal que cada ciudadano explore su derecho natural a la salud y a la longevidad"



O M S

1.4. HIG

Es el
te ligada con

1.5. OBRA

Los obr
desarrolla el
dad.

Espec
das de alcant
de cuencas, c
to de aliment
neamiento ru
o instalaciones
minación del
vos.

1.6. CIENC
SANI

La defin
ne, indican q
Civil, tales c
Vital, modes
de los insecto

En los
ta a las d
se a las d

1.4. HIGIENE

Prácticas tendientes al mejoramiento y conservación de la salud. Está íntimamente ligada con la medicina preventiva y con la Ingeniería Sanitaria.

1.5. OBRAS DE INGENIERIA SANITARIA

Las obras de Ingeniería Sanitaria son aquellas que transforman el medio en que se desarrolla el hombre, proporcionando a la sociedad un ambiente de comodidad y seguridad.

Específicamente estas obras están relacionadas con los abastecimientos de agua, redes de alcantarillado, tratamientos de aguas negras y efluentes industriales, saneamiento de cuencas, albercas y playas de recreo, recolección y destino de las basuras, saneamiento de alimentos y establecimientos comerciales, dominio sobre los insectos y roedores, saneamiento rural, vigilancia y conservación de los bancos ostrícolas y de pesca, plomería o instalaciones sanitarias en los edificios, aire acondicionado y obras para evitar la contaminación del aire. Además, tiene ingerencia en higiene industrial y desechos radiactivos.

1.6. CIENCIAS Y ESTUDIOS QUE SE RELACIONAN CON LA INGENIERIA SANITARIA

La definición de Ingeniería Sanitaria y la lista de actividades en las que interviene, indican que se requieren conocimientos que no son comunes dentro de la Ingeniería Civil, tales como: Microbiología, Parasitología, Química, Epidemiología, Estadística Vital, modos de transmisión y métodos para combatir ciertas enfermedades y costumbres de los insectos y roedores.

En los capítulos que siguen, se hace una descripción muy somera de cada una de las ciencias o estudios enumerados, descripción que se complementará con el detalle que se requiera, en el tema que los comprenda.

Ingeniería Sanitaria

Diagrama Sanitario
D. N. P. M.

cu

servación de la so

lizada de las Na-
ental y social y -
ecido el 7 de abril

ertos de la Admi
nistración de Winslow

ida, fomentar la-
id destinados a sa-
ducar al individuo
n vistas al diagnós
el desarrollo de una
mantener su salud,
a su derecho natu-

CAPITULO II

PARASITOLOGIA

2.1. DEFINICIONES

La Parasitología es la ciencia que se ocupa del estudio de la biología general de los parásitos en relación con el huésped.

Se entiende por parásito al individuo que se nutre, crece y vive a expensas de otro organismo vivo que recibe el nombre de huésped y que sufre las consecuencias que le ocasiona éste.

2.2. CLASIFICACION

Según el modo de vida, los parásitos se dividen en varios tipos: Ectoparásitos — cuando se desarrollan y viven exteriormente al huésped. Endoparásitos cuando se desarrollan en el interior de los aparatos, tejidos o células del huésped.

Obligatorios cuando para subsistir necesitan forzosa y continuamente vivir a expensas del huésped.

Facultativos cuando pueden vivir indistintamente en forma libre o como saprofitos, o sea tomando sus nutrientes de materia orgánica muerta.

Permanentes cuando se instalan en forma definitiva en el huésped.

Temporales cuando solamente parte de su vida requieren del parasitismo.

Accidentales cuando viviendo a expensas de animales o plantas, se pasan al hombre.

El organismo que
se nutre a expensas
de otro organismo vivo
que recibe el nombre
de huésped y que sufre
las consecuencias que
le ocasiona éste.

Heterógeno cuando el parásito y el huésped pertenecen a especies diferentes.

Comensalismo cuando la relación biológica entre dos organismos es tal que ambos pueden vivir juntos, si uno de ellos utiliza algún compuesto orgánico de que el otro se nutre, pero que el otro no sufre perjuicio alguno.

2.3. ALGUNOS PARÁSITOS

Muchas de las enfermedades que afectan al hombre son producidas por parásitos. Diversos tipos de parásitos pueden afectar al hombre. Pueden evitarse mediante campañas de higiene.

2.3.1. Endocanicha o ameba

Los amebos pueden producir enfermedades mediante su penetración en el intestino del hombre.

La especie patógena es *Entamoeba histolytica*, que causa la amebiasis. Los amebos pueden ser transmitidos al hombre por los animales que se alimentan de materia orgánica muerta.

El huésped con respecto al parásito puede ser:

Esterógeno cuando es una sola clase en el que se desarrolla el parásito.

Eurígeno cuando son dos o más los que usa el parásito para su vida.

Monógeno cuando es uno sólo en el que se desarrolla el ciclo de vida del parásito.

Heterógeno cuando son dos o más en los que se desarrolla el ciclo evolutivo del parásito.

También entre huésped y parásito se puede tener la simbiosis que es la relación biológica entre dos o más organismos por la cual obtienen beneficio mutuo; el comensalismo que es una asociación por medio de la cual dos especies microbianas pueden vivir juntas, si una de ellas puede atacar el material nutritivo con producción de algún compuesto utilizable por la otra; el sinergismo que consiste en la producción de gas a partir de carbohidratos por dos especies bacterianas asociadas, ninguna de las cuales por separado, sería capaz de producirlo.

2.3. ALGUNOS PARASITOS QUE PROVOCAN ENFERMEDADES EN EL HOMBRE

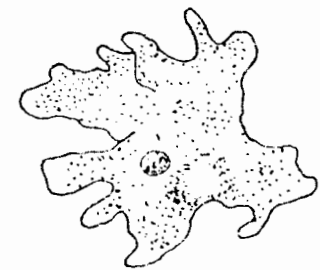
Muchas de las enfermedades que padece el hombre, son producidas por bacterias u hongos que directamente lo parasitan, o bien a través de insectos también parásitos. Diversos tipos de parásitos pueden alojarse en distintos órganos del cuerpo humano. Pueden evitarse muchas enfermedades si se aleja el parásito por higiene o mediante campañas de saneamiento sanitaria.

2.3.1 Endameba o amiba

Las amibas pertenecen al reino Sarcodina; no tienen forma fija y se mueven mediante pseudópodos. Tienen una 30 micras de diámetro y viven algunas especies en el intestino del hombre.

La especie patógena es la Endameba histolytica, que se aloja normalmente en el intestino, atacando a las células que tapizan el colon. Pueden perforar el intestino y causar la muerte por peritonitis, al dejar paso libre a las bacterias de los heces. Las amibas llegan a las venas sanguíneas y son transportadas al hígado, pulmones, cerebro y otros órganos. En México la incidencia de amibiásis varía del 5 al 40 por ciento.

Amoeba proteus
o amiba común.



ogía general de

a expensas de -
secuencias que -

Ectoparásitos -
cuando se desa-

mente vivir a ex

o como saprofi-

de

asilismo.

se parasita al hombre.



Trypanosoma gambiense



Plasmodium vivax



Fasciola hepática

Se transmite la enfermedad a través de las heces fecales, en donde pueden permanecer las amibas en forma de quiste hasta varios días si se encuentran en condiciones normales de humedad. El quiste al ser ingerido por un individuo sano, resiste la acción del estómago, pero en el intestino delgado, los jugos digestivos lo atacan dejando en libertad a la amiba.

El quiste de amiba resiste la acción del cloro en las concentraciones habituales que se emplea como desinfectante en los abastecimientos de agua.

2.3.2 Gardia lamblia

La *Gardia lamblia* es microscópica, vive en el intestino delgado y se adhiere mediante una ventosa que absorbe los líquidos del cuerpo; da origen a diarreas.

2.3.3 Tripanosomas humanos

Los tripanosomas son alargados, flexibles y móviles, miden de 15 a 30 micras. Entre esta especie se halla el que produce la enfermedad del sueño y otra muy parecida en América del Sur conocida como enfermedad de Chagas.

2.3.4 Sporozoos

De la clase Sporozoa el que interesa es el *Plasmodium* que con cuatro especies, causan el paludismo: *P. vivax*, *P. ovale*, *P. malariae* y *P. falciparum*.

El mosquito *Anopheles* es el agente transmisor y en su estómago se lleva a cabo la parte sexual del ciclo del paludismo.

2.3.5 Helmintos

Parásitos frecuentes en el hombre son los helmintos, carecen en general de aparato digestivo y cuando el parásito está vivo, presentan resistencia a los jugos digestivos. Con frecuencia están provistos de ganchos, espinas u otros medios para su fijación a los tejidos del huésped. Se desarrollan en un medio anaerobio y pueden producir en 24 horas hasta 200,000 huevecillos.

Se dividen en Anélidos, Platelmintos y Nematelminetos; los Platelmintos a su vez en Tremátodos y Céstodos. Entre los Helmintos Tremátodos se hallan la *Fasciola* —

hepática y la Fasciolopsis buski, que para su ciclo de vida, tienen que pasar una temporada en un molusco o caracol, de donde salen en forma de quiste para fijarse a las plantas acuáticas de donde los ingieren el hombre o los animales. Producen la enfermedad llamada fasciolopsis o distomatosis hepática, que se caracteriza por reacciones inflamatorias, urticarias, puede haber fiebre, dolores abdominales y anemia. La fasciolopsis buski produce diarreas, dolores intestinales y desecación de la piel.

2.3.6 Tenias

Las tenias de entre los Céstodos, se adquieren por comer carne cruda o mal cocida que contenga cisticercos, que son larvas dentro de una cápsula blanquesina. La tenia puede vivir hasta 20 años adherida a las paredes del intestino delgado y llega a medir de 3 a 10 m.

Los huevecillos salen al exterior, sobreviviendo varias semanas; si son ingeridos por cerdos, reses, perros, carneros, o por el hombre mismo, pasan la pared del intestino y por vía sanguínea llegan a todos los músculos, corazón, pulmones, etc.

2.3.7 Nemátodos

Entre los nemátodos se hallan los áscaris o lombrices pudiendo alojarse por miles en un solo hombre, especialmente en los niños. Los huevecillos llegan al intestino y por vía sanguínea pasan al hígado para seguir al corazón y pulmones; en el pulmón la larva llega a medir un mm. Después sube por la tráquea y la laringe para alcanzar el esófago, hasta llegar al estómago e intestinos, en donde se desarrolla hasta adquirir un tamaño de 20 a 30 cm.

Según la localización de los gusanos adultos, se presentan síntomas alérgicos, inflamatorios, tóxicos, trastornos cerebrales, intestinales, etc.

2.3.8 Strongyloides estercolaris

Es parásito libre en forma de larva; mide unas 70 micras de largo, por lo que pueden penetrar por la piel, generalmente la de los pies, para llegar hasta el corazón y pulmones. Después pasan como gusano adulto por la epiglotis hasta el intestino.

Produce trastornos pulmonares, diarreas, náuseas, vómitos, etc.

2.3.9 Ancylostoma duodenale y Necator americanus

Producen la uncinariasis que provoca principalmente anemia; en los niños afecta a su desarrollo físico y mental.

donde pueden per
ran en condiciones
, resiste la acción
acan dejando en li

aciones habituales

ido y se adhiere -
diarreas.

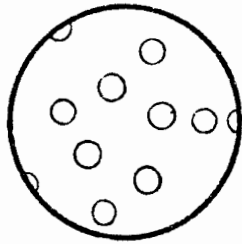
15 a 30 micras.
otra muy parecida

cuatro especies,
n.

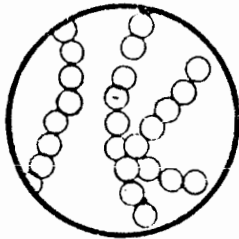
lleva a cabo la

general de apa
os jugos digesti-
s para su fijación
den producir en

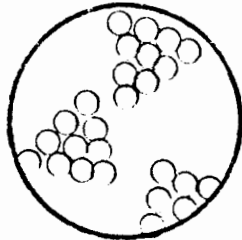
atelmintos a su -
an la Fasciola -



Micrococos



Estreptococos



Estafilococos

El ancylostoma pertenece a los Nematelminfos o gusanos redondos; el macho, un poco menor que la hembra, mide de 8 a 11 mm de largo por medio milímetro de grueso. El Necator, también Nematelminto mide de 7 a 9 mm.

Los huevecillos miden unas 50 micras, pudiendo ser el número de ellos por copulación hasta 30,000. El huevecillo pasa a estado larvario y así puede llegar al hombre, para pasar mediante los poros de la piel hasta los pulmones y finalmente fijarse al duodeno en donde se alimentan de la sangre que extraen mediante su aparato de fijación.

CAPITULO III MICROBIOLOGIA

3.1. DEFINICION

La Microbiología es la ciencia que estudia todos los microorganismos; se divide principalmente en dos ramas: la Bacteriología que se ocupa de las bacterias propiamente dichas, de los virus, rickettsias y bacteriófagos; y la Micología que se ocupa de los hongos y las levaduras. También dentro de la Microbiología se estudian a las algas y protozoos.

3.2. BACTERIOLOGIA

3.2.1 Bacterias

A. Tamaño y clasificación

Las bacterias son de tamaño microscópico y por su condición de seres sencillos o rudimentarios, que en general contribuyen con todo su cuerpo a la propagación de su especie, se les da a veces el nombre de gérmenes.

Las bacterias constituyen la clase Schizomycetes, consideradas como las más primitivas de los vegetales; son típicamente unicelulares y llegan a medir entre una y ocho micras.

La forma de las bacterias puede ser la esférica o la alargada; las de forma esférica reciben el nombre de "coccus", las alargadas en forma de barra recta, "bacillus";

so de la materia de
propio como los flu
latación, fijación y

De acuerdo
se dividen en Staph
por parejas; Strepto
gulares. Los bacil
dos o en cadenas;

B. Reproducción

En algunas
ducción, pudiendo
poras (endosporas)
neralmente muy res
ratura.

Las bacterias
mas pueden crecer
determinada ley de
en que se reproducen

Si se colocan
existe un período de
tivamente lento o n
vez adaptados al me
nuel de la vida de
localización normal

Después de

ndos; el macho, un
límetro de grueso.

de ellos por copu
lacion; llegar al hombre;
se fijarse al duode
o de fijación.

smos; se divide -
terias propiamente
ocupa de los hon
las algas y proto

seres sencillos o
agación de su es

omo las más pri
ntre una y ocho

de forma esféri
,"bacillus";

y la alargada en forma de barra curva "spirillum".

Las células están formadas de protoplasma y observadas al microscopio electrónico acusar la presencia de un núcleo.

Casi siempre las bacterias presentan pigmentación, pero no tienen el color verdoso de la materia clorofílica por no existir en éstas. Algunas bacterias tienen movimiento propio como los flagelados; estos y otros fenómenos, motivaron que se les considerara como intermedias entre la vida vegetal y la vida animal.

De acuerdo con su forma y la agrupación a que dan lugar, las bacterias redondeadas se dividen en Staphylococcus cuando forman grupos amorfos; Diplococcus cuando se agrupan por parejas; Sireptococcus cuando forman cadenas y Sarcina cuando se agrupan en paquetes regulares. Los bacilli con forma de bastón o los Spirilla en forma de espiral, se presentan aislados o en cadenas; estos últimos pertenecen a las de forma alargada.

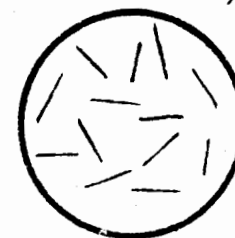
B. Reproducción

En algunas ocasiones se puede indentificar a las bacterias por los métodos de reproducción, pudiendo ocurrir ésta por división directa o en capullo como las levaduras, o por esporas (endosporas) como en la mayoría de las algas y en algunos bacillus; estas esporas son generalmente muy resistentes a las condiciones desfavorables tanto de humedad como de temperatura.

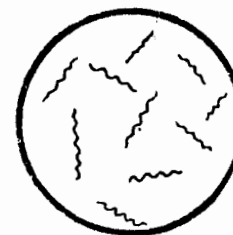
Las bacterias tienen la particularidad de reproducirse muy rápidamente; algunas formas pueden crecer y subdividirse en sólo 15 minutos. El aumento en número, se presenta bajo determinada ley de crecimiento en la cual se observan distintas fases de acuerdo con el medio en que se reproducen.

Si se coloca un cultivo bajo una temperatura óptima, se observa que inicialmente existe un período de acomodo o de adaptación al medio en el que se nota un crecimiento relativamente lento o nulo; esta primera fase recibe el nombre de fase inicial o estacionaria. Una vez adaptadas al medio se inicia su reproducción en forma rápida, esta segunda fase recibe el nombre de lag o de aceleración positiva; la tercera fase está constituida por un crecimiento logarítmico porque su aumento corresponde a dicha ley.

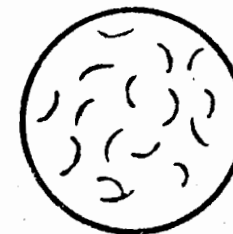
Después de un tiempo, la escasez de alimentos provoca la muerte de muchas bacte-



Bacilos

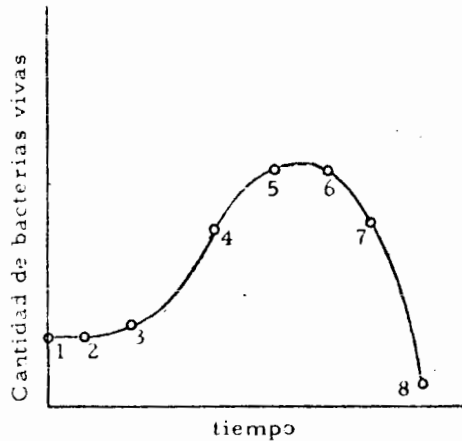


Espirilos



Vibriones

REPRESENTACION GRAFICA DEL CRECIMIENTO BACTERIANO EN UN MEDIO CONFINADO



Nombre de la fase	Tramo
Inicial o estacionaria	1 a 2
Aceleración positiva	2 a 3
Crecimiento logarítmico	3 a 4
Aceleración negativa	4 a 5
Estacionaria máxima	5 a 6
Muerte acelerada	6 a 7
Muerte logarítmica	7 a 8

rias dando origen a sustancias tóxicas que influyen en la relación de crecimiento, notándose un decremento; esta fase se denomina de aceleración negativa del crecimiento.

Se observa enseguida una fase estacionaria máxima, que equivale a un equilibrio entre las bacterias que se reproducen y las que mueren. Sigue una fase de muerte acelerada o de mortalidad creciente; sucede que mueren mayor número de las que nacen. Finalmente se llega a una fase de muerte logarítmica hasta la desaparición total de las bacterias vivas.

C. Temperaturas

Las bacterias que producen enfermedades al hombre se denominan patógenas y en general son parásitos que viven a la temperatura del cuerpo humano.

De acuerdo con las temperaturas óptimas para el desarrollo de las bacterias, éstas se dividen en psicrófilicas cuando viven entre los 15° y 20°C, mesófilicas cuando viven entre 45° y 55° C. Todas ellas pueden vivir dentro de un rango de temperaturas mínimas a máximas, pero bajan su actividad en todos sentidos cuando se hallan fuera de las acostumbradas. Algunas bacterias resisten temperaturas tan bajas como las del aire líquido (-250° C) y otras resisten temperaturas tan altas como 70° C.

D. Eliminación

Las bacterias se pueden destruir mediante el calor; para ello se emplean temperaturas de 60° a 62° C mantenidas durante 30 minutos. Existen otros medios para eliminar a las bacterias; entre los físicos se hallan: la desecación; las ondas electromagnéticas, utilizándose en forma natural la exposición directa a los rayos solares y sobre todo en presencia de oxígeno; los rayos ultravioleta; rayos X, rayos infrarrojos; la electricidad y el magnetismo que las afecta aunque se ha discutido mucho por la relación tan directa con el alza de la temperatura; los diversos tipos de filtros que se emplean para detener su paso; la agitación, tensión superficial y ondas sónicas y ultrasónicas.

En cuanto a la acción de los agentes químicos son muchos los que las afectan, denominándose a este fenómeno desinfección. Cabe hacer la aclaración que el término anti séptico se destina a los agentes que impiden el crecimiento y multiplicación bacteriana aunque no provoquen su muerte.

para el cultivo

b) Asepsia: solo oxidados.

E. Respiración

En los procesos primarios de las bacterias directamente del aire atmosférico a través de la m

3.2.2 Virus

Los virus son los más pequeños de los causantes de enfermedades. Se caracterizan por su particularidad de ser acelulares, es decir, no poseen estructura celular. Se reproducen a través de los seres vivos, ya sea dentro de las células o en el medio líquido. Pueden pasar a través de filtros de 200 milímetros y por lo tanto se les considera como partículas filtrables. En los electrolitos, se les considera como partículas coloidales.

Los virus viven y se reproducen dentro de las células. Otra particularidad de los virus es que pueden permanecer en estado de latencia durante mucho tiempo cuando se han inactivados. Esta propiedad de los virus es la que les permite sobrevivir en el medio ambiente y así impedir o atenuar su acción.

3.2.3 Rickettsias

Las Rickettsias son organismos unicelulares que se reproducen dentro de las células de los animales.

Entre los principales agentes químicos se hallan:

- a) Cationes: sales de cobre, fierro, aluminio, plomo, mercurio, plata y zinc.
- b) Aniones: sulfatos, sulfitos, cloro, bromo, nitratos, cromatos, fluor, yoduros y -oxidrilos.

E. Respiración

En muchos procesos bioquímicos, interesa conocer para explicarlos, la forma de respirar de las bacterias. En todos los casos necesitan del oxígeno; unas veces lo toman directamente del aire atmosférico, denominándose a este grupo bacterias aerobias; otras lo toman a través de la materia orgánica, constituyendo el grupo de las bacterias anaerobias.

3.2.2 Virus

Los virus son los microorganismos más pequeños que existen, son la mayoría de las veces los causantes de muchas enfermedades de tipo infeccioso y bastante peligrosas; tienen la particularidad de ser filtrables a los medios comunes para otros microorganismos, pues pasan a través de los denominados filtros ultrafinos. Sus dimensiones son del orden de 10 a 200 milimicras y por lo mismo, no son visibles al microscopio ordinario; sólo se han observado en los electrónicos separándolos mediante técnicas especiales a base de centrifugación.

Los virus viven y se reproducen en células o tejidos vivos por ser parásitos obligatorios. Otra particularidad de los virus es la de subsistir por períodos prolongados o de por vida cuando se han introducido a un organismo. De aquí la peligrosidad de un individuo que al haber sanado de una enfermedad virulenta, puede convertirse en portador de ese mal. Esta propiedad de los virus ocasiona la inmunidad a la enfermedad que produce el mismo tipo de virus y que se aprovecha en forma artificial como vacunas o anticuerpos para impedir o atenuar su acción en algunas afecciones.

3.2.3 Rickettsias

Las Rickettsias son muy pequeñas, del orden 0.5 x 0.3 micras pero ya son visibles al microscopio ordinario; se pueden cultivar en medios especiales aunque en presencia de células vivas por su carácter de parásitos obligatorios. La mayoría son inmóviles.

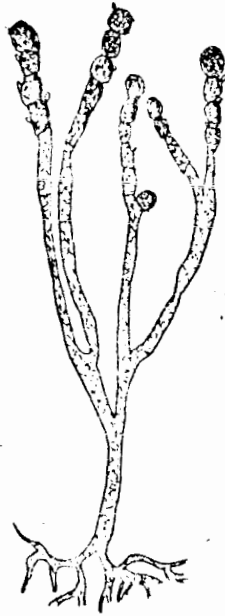
iento, notán
ecimiento.
a un equili-
a de muerte -
as que nacen.
total de las -

patógenas y -

bacterias, és
as cuando vi
peraturas mi-
an fuera de las
del aire líqui

emplean tempe
as para eliminar
omagnéticas, -
bre todo en pre
xtricidad y el-
an directa con
i detener su paso;

las afectan, de
e el término anti
ción bacteriana -



Allomyces arbuscula butler

3.2.4 Bacteriófagos

Se les denominó así por la característica especial de destruir a las bacterias. Se pueden cultivar en medios ricos en bacterias y precisamente se observa su crecimiento por el avance destructor en el conjunto. Esta propiedad o acción destructora, recibe el nombre de lisis.

Su constitución es protéica y miden de 0.15 a 0.80 micras.

3.3. MICOLOGIA

3.3.1 Hongos

A. Tamaño y clasificación

Forman un grupo de organismos primitivos que se incluyen entre las Thallophyta. Son vegetales pero carecen de clorofila; por lo tanto son incapaces de elaborar sus propios alimentos. Cuando sus enzimas digestivas las obtienen de cuerpos muertos, se denominan sprofitos y cuando obtienen sus nutrientes de organismos vivos se les llama parásitos.

Un gran número de hongos son utilizados como antibióticos por su alta eficiencia en combatir a las bacterias que producen ciertas enfermedades, por parasitarlas y afectarlas.

Se conocen cerca de 40,000 especies de hongos y todavía algunos botánicos indican que este número es solamente una tercera parte de los existentes.

El tamaño de los hongos varía desde los de grandes dimensiones con más de 10 cm de altura, hasta los microscópicos.

El cuerpo vegetativo de los hongos está formado por un tallo denominado micelio; cada uno de los filamentos del micelio se llama hifa.

B. Reproducción

La reproducción puede ser sexual a base de células fecundadas (zigote) o asexual mediante esporas.

Desde un
intervención en la

ma que origina otr
tes.

3.4. EL PLAN

En 1887 e
errante), para des
nes y larvas que vi
corrientes, del ole
Se considera como
cultivo especial pa
mos se dividen en fi
racterísticas espec
acuerdo a las profu
linnético o superfi

A los orga
macroplancton; en

3.4.1. El fitopla

El fitopla
principal dentro di

De una m
sus cromát
otro

3.2.3 Levaduras

erías. Se
miento por
be el nom

Son organismos vegetales microscópicos. Obtienen el oxígeno necesario para subsistir, mediante acciones químicas, mismas que producen los fermentos o enzimas que segregan.

Desde un punto de vista industrial, las levaduras tienen gran importancia por su intervención en la elaboración de alimentos y bebidas.

Se reproducen a velocidades increíbles, surgiendo de una levadura un brote o yema que origina otra levadura formando una verdadera cadena o ramificaciones arborescentes.

3.4. EL PLANCTON

llophyta.
sus pro-
s, se deno
ta parásitos.

En 1887 el oceanógrafo Hensen empleó la palabra Plancton (del griego plankton errante), para designar "a las apretadas falanges de seres minúsculos, huevecillos, embriones y larvas que viven flotando en el seno de las aguas marinas y dulces, a merced de las corrientes, del oleaje y de las corrientes verticales de convección de la masa líquida". - Se considera como placton a todos los organismos acuáticos microscópicos que no requieren cultivo especial para su observación. Según al reino al que pertenezcan los microorganismos se dividen en fitoplancton y zooplancton. Existen otras divisiones que obedecen a características especiales como si poseen o no movimiento propio (euplancton y necton) o de acuerdo a las profundidades en donde viven; según esto último es común clasificarlo en — limnético o superficial; bental o de fondo y litoral o de las márgenes o costas.

eficien-
arlas y afec

nicos indi

s de 10 cm

do micelio;

o) o asexual

A los organismos pequeños que se pueden apreciar a simple vista se les denomina macroplancton; entre estos y el microplancton se considera el mesoplancton.

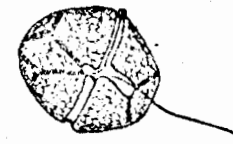
3.4.1. El fitoplancton

El fitoplancton está representado en su mayoría por algas cuya característica principal dentro del grupo de las tallophytas es la presencia en ellas de la clorofila.

De una manera general, todas las algas pueden clasificarse de vegetales verdes porque sus cromatóforos o pigmentos contienen siempre clorofila de color verde. En otras se encuentran otros pigmentos que le dan colores que van del amarillo al rojo carmín.



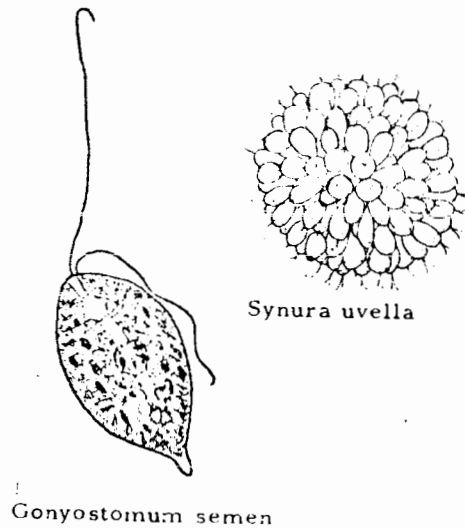
Ulothrix zonata



Gonyaulax palustre



Phacus
curvicauda



Gonyostomum semen

Synura uvella

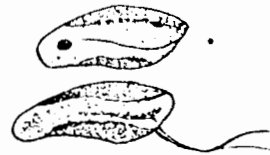
La clasificación de las algas de agua dulce es la siguiente:

1. Chlorophyta (algas verdes)
2. Cyanophyta (algas azul-verde)
3. Chrysochyta (algas amarillos o amarillo-café)
4. Euglenophyta (euglenoides)
5. Cryptophyta (cryptomonales)
6. Pyrrophyta (dinoflagelados)
7. Rhodophyta (algas rojas)
8. Chloromonadophyta (chloromonales)
9. Phaeophyta (algas cafés).

3.4.2 El zooplancton

El zooplancton está constituido por la parte animal de los microorganismos y lo forman principalmente los protozoarios; entre estos se distinguen los algófagos y los bacteriófagos según se alimenten de algas o de bacterias. Las algas atraen un número considerable de bacterias, por lo que el primer grupo provoca indirectamente, la destrucción de una mayor cantidad de bacterias que el segundo.

El fitoplancton, el zooplancton y las bacterias están íntimamente ligados para su alimentación.



Chromonas Nordstedtii

CAPITULO IV

EPIDEMIOLOGIA

4.1. DEFINICIONES

4.1.1 Epidemiología

La Epidemiología es la ciencia que estudia las causas que originan, las peculiaridades de su evolución, los medios de transmisión y las medidas de prevención y control de las enfermedades evitables, como fenómenos de masa.

Los estudios epidemiológicos se basan principalmente en la estadística y en métodos

4.1.2 Vector

Es el huésped

4.1.3 Reserva

Es el sitio

4.1.4 Portador

Es el nombre

4.1.5 Vector

Es el nombre

fección.

4.1.6 Fomite

Es el nombre

fección.

4.1.7 Vehículo

Es el nombre

infección.

4.2. LA ORGANIZACIÓN

La Organización

de las Naciones Unidas, se funda en todos los países e incluye enfermedades. Con fines notificables que

dos experimentales para definir la relación entre el parásito y el huésped.

4.1.2 Foco

Es el huésped donde residen los agentes patógenos.

4.1.3 Fuente de infección

Es el sitio o lugar en donde se halla el foco.

4.1.4 Portador

Es el nombre que se le da al ser humano que puede transmitir una enfermedad.

4.1.5 Vector

Es el nombre que se le da a los insectos cuando éstos constituyen un foco de infección.

4.1.6 Fomite

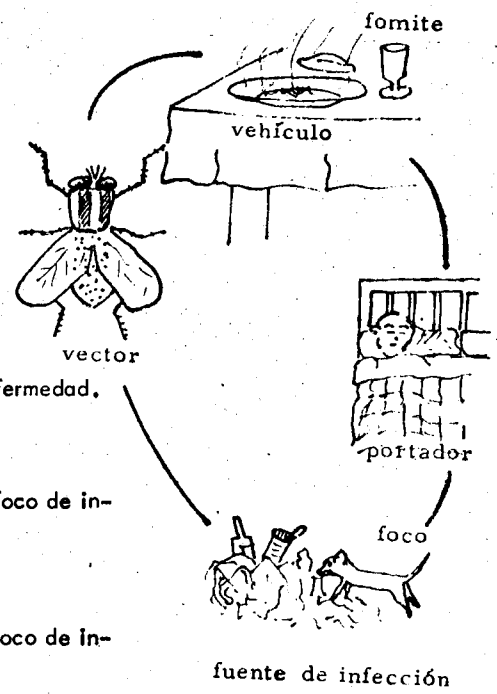
Es el nombre que se les da a los objetos cuando éstos constituyen un foco de infección,

4.1.7 Vehículo

Es el nombre que se les da a los alimentos cuando éstos constituyen un foco de infección.

4.2. LA ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD

La Organización Mundial de la Salud (OMS), agencia especializada de las Naciones Unidas, se fundó oficialmente el 7 de abril de 1948 con la finalidad de procurar a todos los países el más alto nivel de Salubridad Pública y organizar campañas contra las enfermedades. Con tal motivo lleva el control de 116 enfermedades contagiosas denominadas notificables que incluye a seis cuarentenables que son:



y lo for
bacterio
sidera-
ón de una

para su

culia-
ntrol-

o méto

1. Plaga
2. Cólera
3. Fiebre amarilla
4. Viruela
5. Tifo exantemático (transmitido por piojos)
6. Fiebre recurrente (transmitida por piojos).

Existen otros grupos de enfermedades cuya nomenclatura abreviada, sirve para uniformar los resultados de los distintos países.

4.3. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA TRANSMISION DE UNA ENFERMEDAD

Los factores principales que intervienen en la transmisión de una enfermedad son:

- a) El grado de cultura de una población.
- b) Las costumbres o hábitos de sus habitantes
- c) La economía general
- d) El aspecto social (hacinamientos, multifamiliares, etc.)

Cuando por uno o varios de estos factores se presentan casos extraordinarios de una enfermedad, puede llegarse a tener una epidemia. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, Epidemia significa la extensión de una enfermedad de cuarentena debida a una multiplicación de casos en una área local.

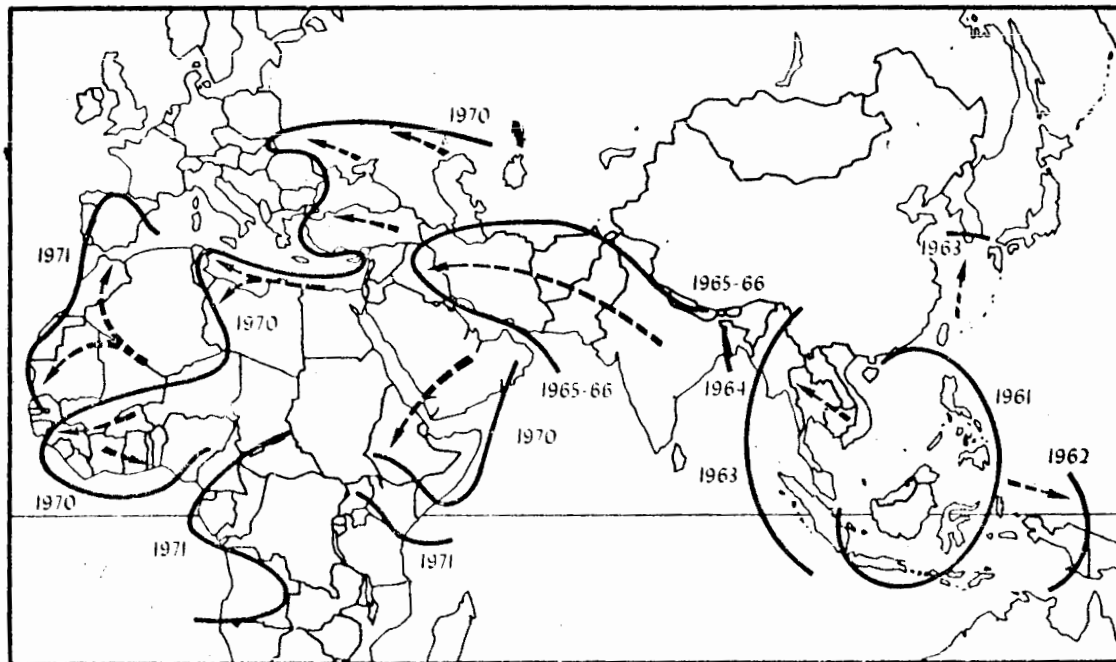
Se denomina endemia cuando se tiene un número de casos más o menos constantes de una enfermedad por largo tiempo o permanentemente, y pandemia a las epidemias que abarcan grandes extensiones territoriales, países, continentes y aún el mundo entero.

4.4. PROPIEDADES GENERALES DE LAS EPIDEMIAS

Para el estudio de una epidemia se consideran tres fases:

- a) Pre-epidémica
- b) Epidémica
- c) Post-epidémica

PROPAGACION DE LA SEPTIMA PANDEMIA DE COLERA 1961-1971



de para unifor

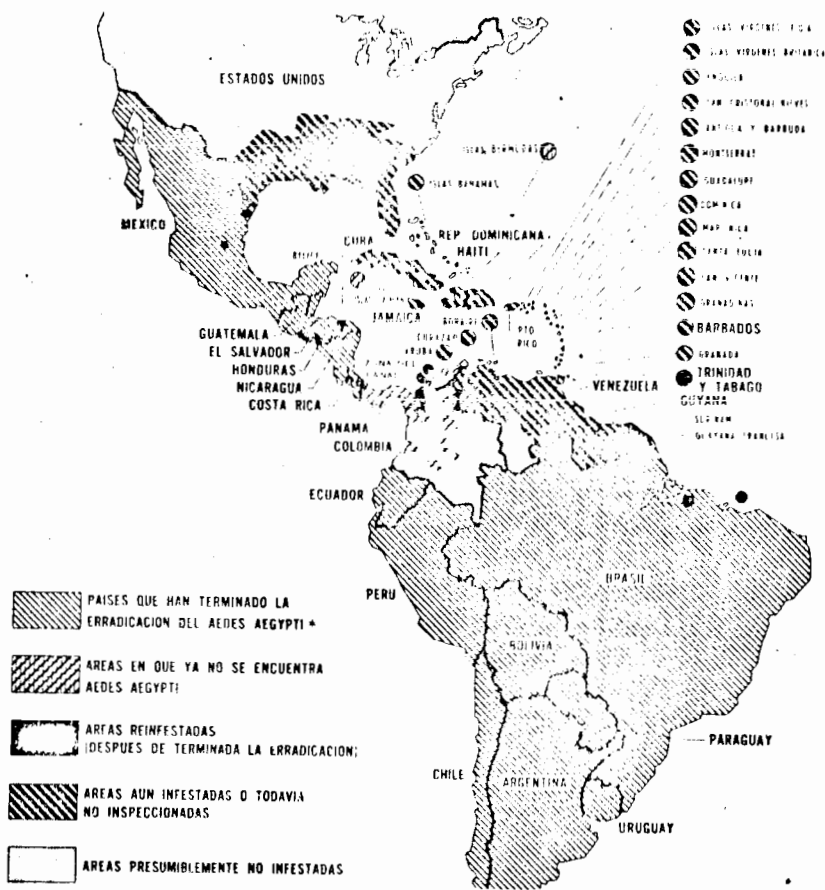
EDAD

edad son:

ios de una
ción Mun-
na debida

nstantes
rias que
ero.

ESTADO DE LA CAMPAÑA DE ERRADICACION DEL AEDS AEGYPTI EN LAS AMERICAS
DICIEMBRE 1971

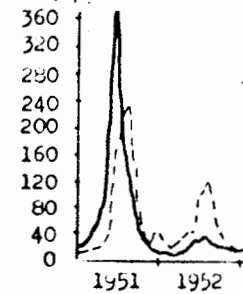


* ERRADICACION EFECTUADA SEGUN LAS NORMAS ESTABLECIDAS POR LA ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD

En cuanto a
análisis de aguas de
que forzosamente se ll

Existen epid
concentrados en grand

La epidemiol
debiéndose indicar los
geográfica del padeci
si siempre una descripi
dad, para determinar



5.1 INSECTOS
Los insectos

Casi todas las epidemias se presentan o tienden a presentarse con cierta regularidad y las fases están en íntima relación con el tipo de enfermedad.

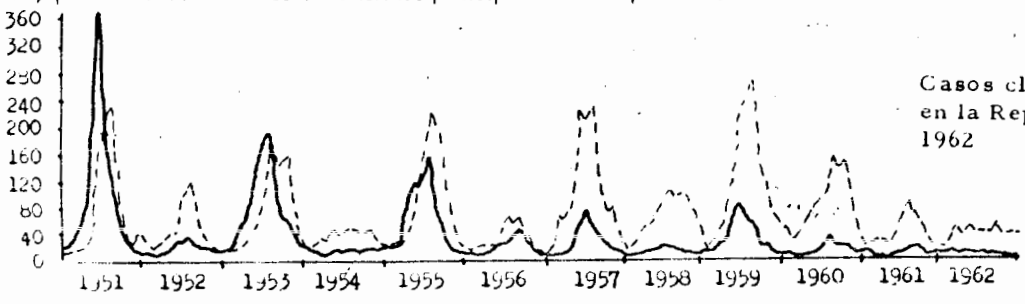
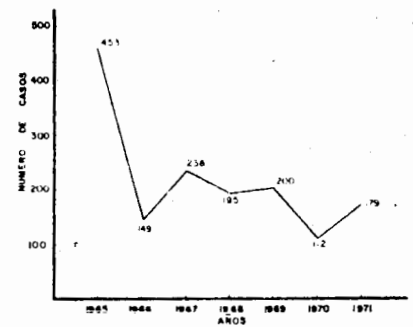
La fase epidémica se distingue por haber un alto incremento de casos, formando una campana en la representación gráfica con relación al tiempo. Antes de este incremento está la fase pre-epidémica y después la post-epidémica que se confunde en cierto tiempo con la pre-epidemia de la siguiente epidemia.

En cuanto a la simetría o asimetría de la campana en la fase epidémica, que se analiza de acuerdo con la estadística, debe interpretarse mediante los estudios médicos que forzosamente se llevan a cabo.

Existen epidemias localizadas, propensas a ocurrir entre grupos de trabajadores concentrados en grandes masas y áreas pequeñas.

La epidemiología está ligada con el estudio de cada una de las enfermedades, debiéndose indicar los índices de morbilidad y de mortalidad, así como la distribución geográfica del padecimiento que se trate. En los estudios epidemiológicos se incluye casi siempre una descripción del agente etiológico, es decir, del causante de la enfermedad, para determinar las características principales de la epidemia.

Casos de poliomielitis notificados a la Dirección General de Salud Pública de Honduras, de 1965 a 1971.



Casos clínicos de parálisis infantil en la República Mexicana de 1951 a 1962

— Distrito Federal
- - - Resto del país

CAPITULO V
INSECTOS Y ROEDORES

5.1 INSECTOS

Los insectos tienen la facultad de adaptarse fácilmente al medio, para luchar -

árdamente por la existencia. Tienen una gran capacidad para modificar sus hábitos según las circunstancias.

Muchos de los insectos viven a expensas del hombre pudiendo transmitirle ciertas enfermedades o causarle serias molestias; son estos los que interesa estudiar dentro de la Ingeniería Sanitaria, para que conociendo sus costumbres y hábitos se les pueda combatir adecuadamente y eficazmente.

5.1.1 Mosquitos

Pertenecen a los dípteros nematóceros y a la familia de los culicidae, están agrupados en dos familias que se pueden distinguir con facilidad: Anophelinae y Culicinae.

Entre los culicinae está el *Aedes aegypti*, agente transmisor de la fiebre amarilla y el mosquito común; *Culex quinquefasciatus* y *Culex pipiens*.

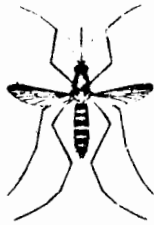
Ciertos grupos de *Aedes* son muy activos durante el día; en cambio, la mayoría de los *Anopheles* y *Culex* son crepusculares o nocturnos.

El ciclo biológico del mosquito empieza cuando la hembra ha depositado sus huevos sobre la superficie de las aguas estancadas. Los huevos de los *Culex* se agrupan en gran número, son de forma cilíndrica y flotan en posición vertical. Los huevos de los *Anopheles* se hallan separados o en radiaciones y en posición horizontal; estos huevecillos contienen flotadores. Los huevos de los *Aedes* se pueden hallar en volúmenes muy pequeños de agua como el contenido en floreros y botellas.

El tiempo que duran como huevo es normalmente de 1 a 7 días, pero si los sorprende un crudo invierno, se conservan así hasta que a las temperaturas adecuadas continúan su evolución.

Del huevo emerge la larva que se coloca debajo de la superficie del agua, pero en contacto con la misma para poder respirar; se alimenta de las pequeñas presas que captan dentro del agua.

La posición que guarda la larva respecto a la horizontal sirve para la clasificación inicial del mosquito: si tiene una posición inclinada se tratará de un culicinae y si está horizontal de un anophelinae.



El ciclo de vida de los mosquitos es de 10 días.

La hembra vive de 10 días.

Una primera o un culicinae, consiste en la cual posan: si es parte delantera hacia adelante en los patas, los palpos.

La proboscis con el objeto de succión macha es arbolada, y

El escozor y por la saliva tóxica que contiene esta saliva la que que pasan del mosquito y paludismo o paludismo.

Ya que se trata de especies animales, se de sus fases o estadios que sean depositados y zonas bajas en donde por bombeo o por drenaje.

Algunos mosquitos de las criaderos o parajes puede efectuar una limpieza y alimentación de las larvas.

sus hábitos según -

transmitirle ciertas en-
fermedades dentro de la Inge-
niería de combatir adecua-

las, están agrupados
culicinus.

Fiebre amarilla y el

la mayoría de los -

sitadas sus huevos
se agrupan en gran nú-
mero. Los anopheles se
reproducen en aguas co-

si los sorprende
continúan su evo-

el agua, pero en
las que capta den-

la clasificación -
de los y si está ho-

Esta fase dura de 4 a 7 días, después de la cual se transforma en pupa para que gradualmente se forme el mosquito adulto que emerge a la superficie del agua para iniciar su vuelo.

El tiempo que tarda el desarrollo de huevo hasta el estado adulto, es de 9 a 14 días de acuerdo con la temperatura del medio principalmente; cuando el tiempo es seco y frío el período de desarrollo es más largo.

La hembra pone de 50 a 200 huevecillos durante su vida fecunda que normalmente es de 10 días.

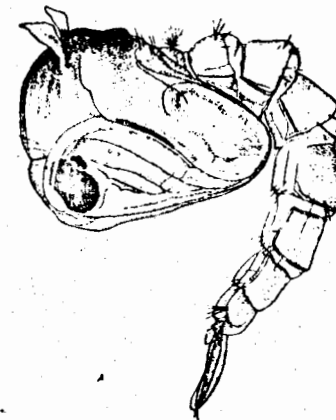
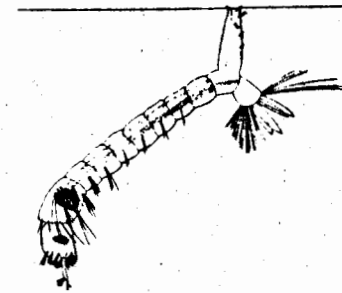
Una primera clasificación del adulto para distinguir si se trata de un anophelinus o un culicinus, consiste en observar la posición del cuerpo con respecto a la superficie en la cual posan: si es paralela a ella pertenecerá a los culicinus; si es inclinada con la parte delantera hacia abajo, a los anophelinus. Otros detalles como manchas en las alas y en las patas, los palpos, la proboscis, etc. sirven para clasificarlos en especial.

La proboscis o trompa del mosquito, está hecha en la hembra en forma de aguja con el objeto de succionar la sangre que requiere para su fecundación; en cambio, la del macho es arbolada, ya que solo se alimenta de jugos vegetales.

El escozor y la hinchazón producidos por una picadura de mosquito, son causados por la saliva tóxica que inyecta para diluir la sangre y evitar su coagulación. Es precisamente esta saliva la que representa un grave peligro en la transmisión de las enfermedades que pasan del mosquito al hombre o viceversa, como la fiebre amarilla, filariasis, dengue y paludismo o malaria principalmente.

Ya que se trata de insectos altamente peligrosos para el humano y para algunas especies animales, se les debe combatir y se puede efectuar su destrucción en cualquiera de sus fases o estadios. En estado de huevo, evitando que estos se desarrollen o mejor aún, que sean depositados y para ello se deben eliminar los criaderos mediante el riego de las zonas bajas en donde pudiera estancarse el agua por algún tiempo; por desecación ya sea por bombeo o por drenaje superficial o provocando la infiltración al subsuelo.

Algunas veces no es posible llevar a cabo los métodos anteriores por la extensión de los criaderos o por necesitarse de ellos como lagos, chinampas, etc. En estos casos se puede efectuar una limpieza y control de la vegetación con lo que se baja la procreación y alimentación de las larvas. También se pueden eliminar variando los niveles en los alma-



cenamientos, pues son susceptibles a los cambios bruscos.

En estado larvario también se puede utilizar el método de variación de niveles o impidiendo su respiración esparciendo sustancias aceitosas que floten en el agua.

En el estado adulto se le combate mediante los insecticidas.

5.1.2 Moscas

La mosca se desarrolla por metamorfosis completa. Tiene los estados de huevo, larva, pupa y adulto.

La mosca deposita individualmente de 100 a 1,500 huevos en cada postura, pudiendo hacerlo de 2 a 4 veces durante su vida, aunque en condiciones excepcionales hasta 20.

Los huevecillos maduran y pasan a larva en aproximadamente 8 horas a temperaturas entre 30° y 32°C.; en 24 horas cuando la temperatura es de 15° a 20°C y de 2 a 3 días a temperaturas de 5°C.

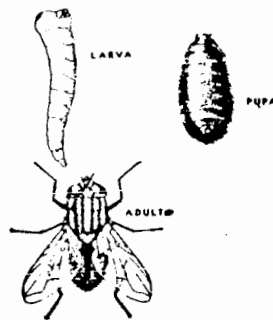
La larva crece rápidamente y se alimenta de la materia orgánica del sitio en donde por instinto, han sido depositados los huevecillos. Se desarrolla con cambios sucesivos de piel, alcanzado la madurez normalmente en 4 a 5 días.

La larva madura, tiende a emigrar del sitio húmedo y templado en donde se ha desarrollado, para poder pasar al estado de pupa en un lugar más frío y seco.

La pupa es de color oscuro, móvil pero sin consumir alimentos; dura así de 3 a 10 días dependiendo de las condiciones ambientales, pudiéndose prolongar hasta por varias semanas.

Cuando la transformación se completa, la mosca adulta presiona y abre el extremo del cascarón de la pupa; emerge de él y camina hasta la superficie del material que le ha dado vida.

Tan pronto como las alas se endurecen, está lista para volar y empezar su carrera de adulto y cerrar su ciclo vital.



El período

La mosca
después de que ha
letrina que no se p
La mosca que pica e

La dispos
los obliga a ingerir
Al tomar un aliment
bios de la proboscis
muy abiertos dichos
ha cargado de sustar

La digest
cantidad de los prin
po que la preparaci
organismos que de

La mosca
vil. Tienen las hoc
cilios; estos lugares
exista abundante ma

La longitu
see el alimento; non

Existe un
ca doméstica puede s
almacenamiento del

Muchas
vas, los más atrevid
vulación de la larva
en la pupa, el que
señala el momento
de la salida de la
mosca adulta.

El período de desarrollo desde huevo hasta adulto, dura de una a tres semanas.

La mosca doméstica adulta tiene un promedio de 6 mm. de longitud y no crece después de que ha salido de la pupa. La mosca de pequeñas dimensiones, es la mosca de letrina que no se posa sobre alimentos por lo que resulta menos peligrosa que la doméstica. La mosca que pica es la mosca de establo o *Stomoxis calcitrans*.

La disposición de los órganos bucales y del tubo digestivo de estos insectos, — los obliga a ingerir alimentos líquidos; los alimentos sólidos los licúan mediante su saliva. Al tomar un alimento líquido o semilíquido, aplican simplemente sobre la superficie, los labios de la proboscis y realizan una succión. Cuando el alimento es sólido, aplican a él — muy abiertos dichos labios y dejan salir una cantidad de líquido, que sorben luego que se ha cargado de sustancia alimenticia.

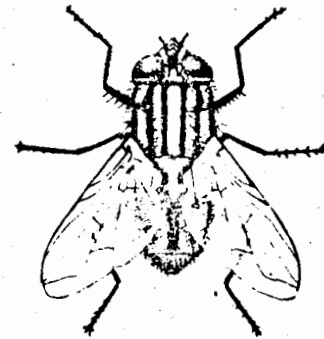
La digestión es muy incompleta expulsándose con los excrementos una buena — cantidad de los principios nutritivos ingeridos. Esto explica su voracidad, al mismo tiempo que la propagación de muchas enfermedades por servir de vehículo transportador de microorganismos que dejan en sus deyecciones, o a través de sus patas.

La mosca doméstica es de actividad diurna, durante la noche permanece inmovil. Tienden las hembras a reunirse en los sitios apropiados para el depósito de sus huevos; estos lugares son principalmente los estercoleros, basureros y en general en donde exista abundante materia orgánica en descomposición.

La longitud de su vuelo es de 500 a 1,000 metros y estos, solamente que escasee el alimento; normalmente no se alejan más de 200 a 300 metros del lugar de origen.

Existe un gran número de formas por medio de las cuales el problema de la mosca doméstica puede ser atacado. Uno muy importante, es el cuidado que se ponga en el almacenamiento del estiércol, ya que este es utilizado como fertilizante.

Muchas sustancias pueden aplicarse al estiércol empacado para matar las larvas, los más efectivos son el bórax y el sulfato de hierro. El bórax puede emplearse en solución de un kg de ingrediente químico en 33 litros de agua, aplicándolo por rociado en la superficie; o en polvo a razón de 300 gramos por metro cuadrado, humedeciéndola posteriormente. Debe tenerse cuidado en su empleo, por afectar tanto al poder fertilizante del estiércol, como al cultivo de ciertos productos agrícolas.



acción de niveles en el agua.

tados de huevo,

ida postura, pucepcionales has

oras a tempera 0°C y de 2 a-

del sitio en n cambios suce

donde se ha o.

ura así de 3 a hasta por va-

abre el extre aterial que Te

azar su carre

El sulfato de fierro se aplica por rociado sobre la superficie preprado a razón - de 240 gr en un litro de agua. Se aplica una dosis de 4 litros por metro cuadrado.

Los larvicidas deben aplicarse sobre el estiércol de una a dos veces por semana.

5.1.3 Piojos

Pertenece al orden Anopleura. Existen tres especies que parasitan al hombre, siendo las más importantes la *Pediculus humanus* y la *Pediculus humanus capitis*, que viven entre la ropa y cuerpo o entre los cabellos de la cabeza respectivamente.

Tienen como patas verdaderos ganchos, que más para caminar, les sirven para fijarse.

Ponen sus huevecillos en los cabellos tomando el mismo color de éstos.

El peligro del piojo lo constituye el poder padecer y transmitir el tifo exantemático. Cuando una persona se enferma de tifo, se eleva la temperatura de su cuerpo, molestándole con ello al piojo, abandonándolo para buscar a una persona sana a la que le transmite la enfermedad.

El combate a estos insectos se hace mediante limpieza y rociando DDT, tanto en las ropas como en la cabeza de las personas que son huéspedes de estos parásitos.

5.1.4 Pulgas

Son pequeñas y de cuerpo comprimido, lo que les permite deslizarse con facilidad por entre el cabello de los animales sobre los que viven.

Tienen una larga trompa con la que perforan la piel para chupar la sangre de la que se alimentan.

Las hembras depositan sus huevecillos sobre alfombras, lugares desaseados o en donde duermen los animales que las portan.

La pulga del perro: *Ctenocephalides canis*, transmite al hombre la tenia del -

perro o *Dipylidium caninum*, pulgas de las psylla cheop no.

5.2 IN

Los primeros,

5.2.1 D E

El D llamado Othru suizo Pablo A.

El D tas, ejercien

Es u los 109°C, es

El gr mente de 50 a cada metro cu dor de 3 meses

5.2.2 Cloro

El gr activo que es l el DDT y tiene clordano en pr drado para haci ciento, en pire

perro o *Dipylidium caninum*. La pulga del gato es de *Ctenocephalides felix*. Las pulgas de las ratas son la *Nosopsyllus fasciatus*, la *Xenopsyllus fasciatus* y la *Xenopsylla cheopis*, esta última peligrosa por transmitir la peste bubónica y el tifo murino.

5.2 INSECTICIDAS

Los insecticidas pueden ser orgánicos e inorgánicos; los más eficientes son los primeros, provenientes de los derivados alogenados de los hidrocarburos.

5.2.1 D D T

El D D T fue descubierto en 1874 por un estudiante alemán de Química llamado Othmar Zeidler; pero se explotó hasta el año de 1939, cuando el Químico suizo Pablo Muller vió su eficiencia como insecticida.

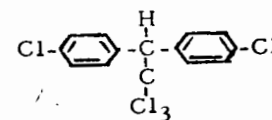
El D D T penetra a través de la quitina del cuerpo del insecto y de las patas, ejerciendo sobre el sistema nervioso. Obra por contacto.

Es un compuesto de color blanco, puerulento con lustre cremoso; funde a los 109°C, es cristalino y soluble en los disolventes orgánicos (éter, xilol, etc.)

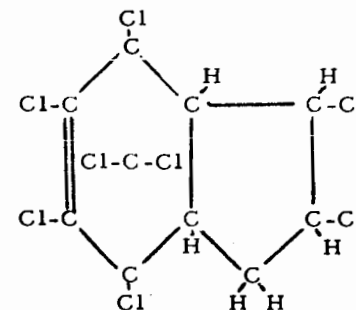
El grado técnico es la pureza con que se le obtiene y que varía comercialmente de 50 a 75 por ciento. En los rociadores se emplean 2 gr de DDT (GT) por cada metro cuadrado de superficie. Su poder residual como insecticida dura alrededor de 3 meses.

5.2.2 Clordano

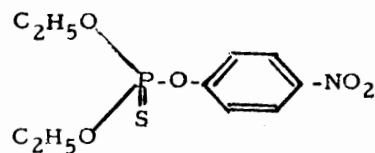
El grado técnico del producto contiene del 60 al 75 por ciento de clordano activa que es líquido a la temperatura ordinaria. Es de 3 a 10 veces más tóxico que el DDT y tiene un período residual hasta de 15 semanas; el DDT es soluble en el clordano en proporción de 37 a 100. Basta medio gramo de clordano por metro cuadrado para hacer el combate de los insectos; se emplea disuelto en petróleo al 20 por ciento, en piretro o en kerosene.



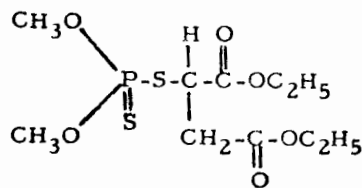
DDT



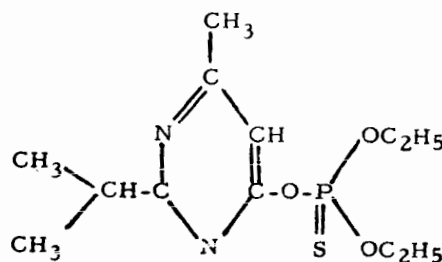
Clordano



Paratión



Malatión



Diazinón

5.2.3 Dieldrín

Es un polvo blanco cristalino, soluble en agua; tiene poder residual hasta de un año y es más tóxico que el DDT. Los rociadores deben usar guantes de hule, máscara, casco y un overol que los proteja. Es acumulativo en el organismo y puede causar serios trastornos en el humano si no se toman las debidas precauciones. El grado técnico del Dieldrín es de 76 por ciento.

5.2.4 Paratión

Contiene fósforo y es ocho veces más tóxico que el DDT. Se emplea como larvicida en proporciones de una parte en dos mil millones de agua. El cuidado que debe tenerse en su manejo, es esencial para la conservación de la vida de los trabajadores. Son polvos que tienen un alto aroma a cebolla; su grado técnico contiene el 90 por ciento del producto activo.

5.2.5 Malatión

Es un insecticida líquido a base de fósforo. El grado técnico contiene el 85 por ciento del producto activo. Las recomendaciones para su manejo son las mismas que se indican para los insecticidas peligrosos.

5.2.6 Diazinón

Este insecticida es líquido, incoloro, de densidad 1.16. Soluble en los disolventes orgánicos e insoluble en agua. El producto Grado Técnico contiene el 95 por ciento del producto activo. Es también de empleo delicado.

5.2.7 Lindano

Es un insecticida de fuerte acción, pero no es peligroso en las habitaciones, cuando se usa en diluciones de 0.6 a 1 por ciento. El efecto residual comúnmente dura menos de un mes.

5.2.8 Primita

Se obtiene a partir de la acetilcolina. Se pone fácilmente a la venta.

5.2.9 Acción de

La gravedad de la acción es agregada a los efectos.

- Incubación
- Incoordinación de los otros. Los efectos.
- Excitación que ocurre en la vida.

Algunos insectos atacan al sistema nervioso y al aparato respiratorio. Los efectos.

5.3 LARVICIDA

Los larvicidas.

5.3.1 Verde de París

Es el acetato de cobre. Se aplica a las plantas.

Ataca a los insectos que atacan a las plantas.

5.2.8 Piretro

Se obtiene de las plantas *Crisantemum cinerariaefolium*; el contenido del principio activo en las plantas es del 1.3 por ciento. No tiene acción residual y se descompone fácilmente a la luz; en cambio, no ejerce acción tóxica sobre los humanos.

5.2.9 Acción de los insecticidas

La grasa tiene acción como disolvente sobre la quitina, de manera que cuando es oregada a los insecticidas, éstos actúan más rápidamente en las etapas siguientes:

- Incubación. En la que no aparecen síntomas; dura alrededor de 10 minutos.
- Incoordinación. Pierden el control de sus movimientos chocando unos con otros. Las patas traseras se ponen rígidas.
- Excitación. En los insectos que vuelan, se advierten convulsiones antes de ocurrir la muerte. En los que no vuelan, aumentan de volumen antes de morir.

Algunos insecticidas como el DDT y el Paration, actúan por contacto y atacan al sistema nervioso. Otros como los cianhídricos, cloroformo, etc. atacan al aparato respiratorio. Los arsenicales, atacan al aparato digestivo.

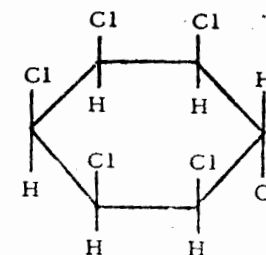
5.3 LARVICIDAS

Los larvicidas más empleados son:

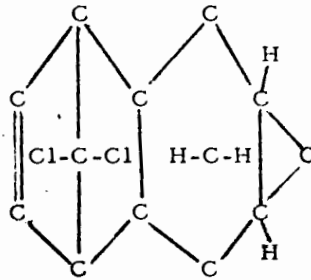
5.3.1 Verde de París

Es el aceto arsenito de cobre; tiene un contenido de Arsénico del 57 por ciento. Se aplica a razón de 1.5 kg por hectárea.

Ataca a las larvas del mosquito anopheles, no así a la del culex y aedes, ya que estas últimas no se alimentan por la superficie y este es un veneno por ingestión.



Lindano



Dieldrín

5.3.2 Petróleo

Se emplea en proporciones de 80 a 300 litros por hectárea .

5.3.3 D D T

Se aplica de 50 a 110 gr por hectárea .

5.3.4 Dieldrín

Se usa en cantidades de 100 gr por hectárea .

5.4 ROEDORES

5.4.1 Ratas

Las ratas que habitan dentro de las casas son la *Rattus norvegicus*, también conocida como rata noruega, café, parda o de los caños y la *Rattus rattus* o rata negra o de los techos.

La rata noruega es bastante grande, pesa hasta 500 gr. Su color es café o pardo; tiene la cabeza grande en relación con su cuerpo, en cambio sus ojos y orejas son pequeños. A los nueve días de nacidas, pueden nadar con la nariz fuera del agua. Pueden vivir indistintamente en el campo, existiendo el peligro de tener contacto con otros roedores e intercambiar las pulgas que los parasitan.

La característica de distinción con la rata negra, es que su cola al ser doblada hacia adelante sobre su cuerpo, no llega más allá de la cabeza.

La rata negra es orejona, de ojos grandes, y la cola al ser doblada hacia adelante sobrepasa a su cabeza. Pesa como máximo 250 gr. Es bastante ágil y trepa con mucha facilidad.

La vida de las ratas es de unos dos años, durante los cuales procrean de 12 a 20 veces con un total de aproximadamente 100 crías.

En los edificios existentes solamente a la

Se cae pérdida 10 veces 2 a 10 ratas, se ll

Representan adern

Las ra enfermedades:

Peste
Tifo m
Fiebre
Trichi
Salmo

La pes de las pulgas que p a las ratas que mue pulgas son las xere

Lo con Índice de letalidad probabilidad de sal

El tifo

Se ha observado que las ratas negras están más extendidas en los puertos que en las ciudades del interior, al contrario de las ratas noruegas.

No viven revueltas, la noruega desaloja a la negra atacándola. En los edificios infestados de ratas, las noruegas viven en los sótanos, en el primero y hasta el segundo piso; las negras, en los pisos superiores.

En un programa para el control de ratas, siempre hay que considerar que en un edificio existen todas las variedades de ratas, pues se ha observado que cuando se combate solamente a la noruega, hay una proliferación intensa de las negras.

Se calcula que una rata, destruye anualmente unos \$ 25.00, pues siempre se pierde 10 veces más de lo que se come. Si se calcula que por cada habitante existen de 2 a 10 ratas, se llegan a cantidades enormes de dinero por concepto de estos roedores. Representan además, un peligro constante en la generación de incendios por cortos circuitos y fugas de agua y gases al romper tuberías directa o indirectamente.

Las ratas juegan un papel muy importante en la transmisión de las siguientes enfermedades:

Peste bubónica
Tifo murino
Fiebre hictero-hemorrágica
Trichinosis
Salmonellosis.

La peste bubónica tiene su origen en los roedores silvestres, pero por medio de las pulgas que pasan a las ratas la pueden transmitir al hombre. Las pulgas abandonan a las ratas que mueren de dicha enfermedad parasitando por esta causa al hombre; estas pulgas son las xerepsilla cheopis que normalmente no conviven con el hombre.

Lo conducente es hacer el ataque a las ratas y a las pulgas de las ratas. El índice de letalidad de la peste entre las gentes es del 100 por ciento, o sea que no existe probabilidad de salvación.

El tifo murino es transmitido solamente por las pulgas de las ratas; los piojos-

transmiten el tifo exantemático. La pulga al picar a un enfermo ingiere las rickettsias que le taponan su aparato digestivo. Después de cierto tiempo al tratar de ingerir nuevamente sangre, la pulga vomita introduciéndose las rickettsias a través de la herida que produce al picar.

Las otras enfermedades las padecen las ratas y cuando mueren a veces son ingeridas por otros animales entre ellos el cerdo contrayendo el mismo mal y como resultado final llegan hasta el hombre.

5.4.2 Ratón

El ratón *Mus musculus* es pequeño, orejón y de cola muy larga y delgada. Pesa alrededor de 100 gr.

La rata que no es adulta, se puede distinguir de un ratón por tener sus patas más largas.

5.4.3 Desratización

De acuerdo con las costumbres de las ratas, un edificio puede protegerse contra los roedores construyéndolo de materiales no otacables por éstos y evitando su entrada a través de los cimientos, profundizándolos a más de 30 cm pues las ratas rara vez excavan más allá de esa profundidad.

Deben evitarse cables que lleguen o salgan del edificio cercanos y las ventanas así como tuberías por las que puedan trepar y tener acceso a los distintos pisos.

La rata relaciona su muerte con los alimentos ingeridos, el sitio de donde los ha tomado y hasta la forma del recipiente que los contiene, por esto deben usarse venenos en su contra, de acción retardada, para que no lo asocien y pueda usarse con efectividad durante mucho tiempo. Además conviene dejar los venenos en sitios distintos -- cambiándolos de lugar continuamente así como los recipientes y el alimento por medio de los cuales se les administra.

El tifo exantemático es una enfermedad febril que se transmite por la pulga que pica a un enfermo y ingiere las rickettsias que le taponan su aparato digestivo. Después de cierto tiempo al tratar de ingerir nuevamente sangre, la pulga vomita introduciéndose las rickettsias a través de la herida que produce al picar.

Las otras enfermedades las padecen las ratas y cuando mueren a veces son ingeridas por otros animales entre ellos el cerdo contrayendo el mismo mal y como resultado final llegan hasta el hombre.

El ratón *Mus musculus* es pequeño, orejón y de cola muy larga y delgada. Pesa alrededor de 100 gr. La rata que no es adulta, se puede distinguir de un ratón por tener sus patas más largas.

De acuerdo con las costumbres de las ratas, un edificio puede protegerse contra los roedores construyéndolo de materiales no otacables por éstos y evitando su entrada a través de los cimientos, profundizándolos a más de 30 cm pues las ratas rara vez excavan más allá de esa profundidad.

6.1 D

6.1.1 M

Sc

6.1.2 M

So
za a condición
como la destila

Algunos raticidas de los más efectivos, reducen el índice de coagulación sanguínea y probablemente también influyen sobre la resistencia de las paredes de los vasos sanguíneos. Sucumben por hemorragias en los órganos internos; producen antes de la muerte fatiga y decaimiento sin aparente dolor.

Los productos más usados son la Warfarina, Fumarina, Cumachlor y otros, todos ellos, derivados de la Cumarina que es anticoagulante.

El uso de trampas tiene el inconveniente de tenerlas que cambiar continuamente tanto de sistema como de lugar pues de otra manera resultan completamente inútiles. Además los roedores que caen a las trampas son los machos que salen primero a explorar y raras veces las hembras que juegan un papel más importante en la reproducción.

CAPITULO VI

QUIMICA

En Ingeniería Sanitaria se requiere de la Química, en cuanto a las reacciones de algunos compuestos utilizados principalmente en la transformación del estado natural de una agua, sea ésta para bebida o para devolverle ciertas propiedades perdidas por el uso; además se utiliza para conocer y activar las reacciones que ocurren en ciertos procesos para la eliminación de basuras, para el control de insectos y roedores, etc.

6.1 DEFINICIONES

6.1.1 Mezclas heterogéneas

Son cuerpos compuestos por superposición de distintas sustancias o elementos.

6.1.2 Mezclas homogéneas

Son aquellas cuyas sustancias que las constituyen son de la misma naturaleza o condición y de las que se pueden extraer varias cuerpos diferentes por medios físicos como la destilación, fusión o congelación, disolución o la cristalización.

Nombre - del Elemento	Símbolo	No. atómico.	Peso atómico
Aluminio	Al	13	26.97
Antimonio	Sb	51	121.76
Argón	A	18	39.944
Arsénico	As	33	74.91
Azufre	S	16	32.06
Berilio	Be	56	137.36
Berilio	Be	4	9.02
Bismuto	Bi	83	209.00
Boro	B	5	10.82
Bromo	Br	35	79.916
Cadmio	Cd	48	112.41
Calcio	Ca	20	40.08
Carbón	C	6	12.010
Cerio	Ce	58	140.13
Ceio	Ce	55	132.91
Cloro	Cl	17	35.457
Cromo	Cr	24	52.01
Cobalto	Co	27	58.94
Columbia	Cb	41	92.91
Cobre	Cu	29	63.57
Disprosió	Dy	66	162.46
Erbio	Er	68	167.2
Estroncio	Sr	38	87.63
Estroncio	Sr	38	87.63
Euronio	Eu	63	152.0
Hierro	Fe	26	55.85
Fluor	F	9	19.00
Fósforo	P	15	30.98
Gadolinio	Gd	64	166.9
Galio	Ga	31	69.72
Germanio	Ge	32	72.60
Hafnio	Hf	72	178.6
Helio	He	2	4.003
Holmio	Ho	67	164.94
Hidrogeno	H	1	1.008
Indio	In	49	114.76
Iridio	Ir	77	193.1
Kriptón	Kr	36	83.7
Lantano	La	57	138.92
Litio	Li	3	6.94
Lutecio	Lu	71	174.99
Magnesio	Mg	12	24.32
Manganeso	Mn	25	54.93

6.1.3 Análisis y síntesis

En términos generales, descomponer un cuerpo en sus elementos constituyentes es hacer una análisis.

Reconstruir un cuerpo, partiendo de sus elementos constituyentes es hacer su síntesis.

6.1.4 Cuerpos puros o simples y elementos

Todo cuerpo que resiste a los procedimientos de fraccionamiento mecánico o físico se llama cuerpo simple, puro o especie química.

Un cuerpo simple está constituido por una sola clase de materia que se llama elemento. El elemento es la parte común a las variedades de un mismo cuerpo simple: oxígeno, ozono, fósforo blanco y fósforo rojo, etc.

6.1.5 Molécula

La molécula es la porción mínima de sustancia que puede existir en estado de libertad conservando la naturaleza y las propiedades del todo.

6.1.6 Símbolos y fórmulas

Para representar cada uno de los elementos se emplea un símbolo que está formado generalmente por la inicial mayúscula de su nombre en latín. Cuando el nombre de varios elementos comienza con la misma letra, se reserva ésta para expresar con ella al más antiguamente descubierto de entre ellos y para los otros, se añade a la inicial, la letra siguiente minúscula o alguna del medio si los dos primeros pudieran dar lugar a confusión.

Para expresar a los cuerpos compuestos se usan fórmulas que son grupos formados por los símbolos de los elementos que entran en su formación, escritos unos al lado de otros. Cuando alguno de los elementos entre más de una vez se indica mediante subíndice; a este tipo de fórmulas se les denomina empíricas, condensadas o brutas porque -

se emplean para

representar a los elementos, a los cuales se les agrega para formar la molécula.

6.1.7 Soluciones

Son sustancias que encuentran distribuido una saturación determinada. Una molécula se separa en sus iones en carga eléctrica; el ión

Las soluciones

a) Empíricas Cíen se expresan

b) Molares Cíen expresado en

c) Normales Cíen gramos de un

El peso equivalente con un átomo gramo de hidrógeno, el peso atómico

6.2 EQUILIBRIO

Las reacciones químicas para formar otros compuestos tienden hacia un lado con una velocidad proporcional a la concentración

solo dan idea de cuales son los elementos que forman la molécula de un compuesto.

Se emplean también otras fórmulas llamadas de estructura, constitución o racionales, que, además del número de elementos indican el modo probable de enlazamiento para formar la molécula.

6.1.7 Soluciones

Son sustancias homogéneas de concentración variable, en las que el soluto se encuentra distribuido uniformemente en el disolvente. Cada solución tiene un punto de saturación determinado. Cuando un compuesto químico entra en solución se disocia; la molécula se separa en sus componentes denominándose a cada uno de éstos iones, que tienen carga eléctrica; el ión (+) recibe el nombre de catión y el ión (-) anión.

Las soluciones pueden ser:

- Empíricas Cuando se conoce la relación de pesos entre el soluto y el solvente; se expresa en forma de quebrado o en porcentaje.
- Molares Cuando se tiene disuelto en un litro de agua, el peso molecular -- expresado en gramos de una sustancia.
- Normales Las que tienen disuelto en un litro de agua el peso equivalente en gramos de una sustancia.

El peso equivalente de una sustancia es el peso de esa sustancia que se combina con un átomo gramo de ión hidrógeno. En las moléculas en las que entra un solo hidrógeno, el peso atómico es el mismo peso equivalente.

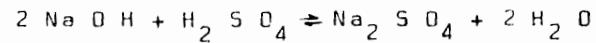
6.2 EQUILIBRIO QUIMICO

Las reacciones químicas nunca son completas. Los reactantes se combinan para formar otros compuestos y a su vez, éstos se desdoblán en los primeros, pero siempre -- tienen hacia un lado con una mayor velocidad de reacción. La velocidad de reacción -- es proporcional a la concentración de los reactantes.

Nombre - del elemento	Símbolo	No. atómico.	Peso - atómico
Mercurio	Hg	80	200.61
Molibdeno	Mo	42	95.95
Neodimio	Nd	60	144.27
Neón	Ne	10	20.183
Níquel	Ni	28	58.69
Nitrógeno	N	7	14.008
Oro	Au	79	197.2
Osmio	Os	76	190.2
Oxígeno	O	8	16.00
Paladio	Pd	46	106.70
Plata	Ag	47	107.88
Platino	Pt	78	195.23
Plomo	Pb	82	207.21
Potasio	K	19	39.096
Praseodimio	Pr	59	140.92
Protactinio	Pa	91	231.00
Radio	Ra	88	226.05
Radon	Rn	86	222.00
Renio	Re	75	186.31
Rodio	Rh	45	102.91
Rubidio	Rb	37	85.48
Rutenio	Ru	44	101.7
Samario	Sm	62	150.43
Scandio	Sc	21	45.10
Selenio	Se	34	78.96
Silicio	Si	14	28.06
Sodio	Na	11	22.997
Tantalio	Ta	73	180.88
Teluro	Te	52	127.61
Terbio	Tb	65	159.2
Talio	Tl	81	204.39
Torio	Th	90	232.2
Tulio	Tm	69	169.4
Titanio	Ti	22	47.90
Tungsteno	W	74	183.92
Uranio	U	92	238.07
Vanadio	V	23	50.95
Xenón	Xe	54	131.3
Yterbio	Yb	70	173.04
Yodo	I	53	126.92
Ytrio	Y	39	88.92
Zinc	Zn	30	65.38
Zirconio	Zr	40	91.22

La concentración en las fórmulas se indica mediante un paréntesis rectangular. Cuando en la fórmula intervienen dos moléculas de una sustancia se indica doble concentración usando paréntesis rectangulares uno a continuación de otro o un solo paréntesis rectangular elevado al cuadrado; así, para las moléculas que entran dos o más veces.

Tomando NaOH y H₂SO₄ :



$$[\text{NaOH}]^2 [\text{H}_2\text{SO}_4] \quad k_1 = \text{velocidad}_1 \text{ de reacción}$$

$$[\text{Na}_2\text{SO}_4] [\text{H}_2\text{O}]^2 \quad k_2 = \text{velocidad}_2 \text{ de reacción}$$

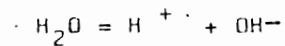
$$[\text{NaOH}]^2 [\text{H}_2\text{SO}_4] \quad k_1 = [\text{Na}_2\text{SO}_4] [\text{H}_2\text{O}]^2 \quad k_2$$

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{[\text{Na}_2\text{SO}_4] [\text{H}_2\text{O}]^2}{[\text{NaOH}]^2 [\text{H}_2\text{SO}_4]} = K$$

K es la constante de equilibrio, que se puede determinar para cada reacción y está dada en moles por litro; un mol es el peso molecular expresado en gramos. Están tabuladas en manuales químicos para su fácil aplicación.

6.3 pH

El agua muy pura, puede ser de todas maneras conductora de electricidad, debido a que:



H⁺ catión Hidrógeno

OH⁻ anión oxhidrilo

dad:

La c
entonces:

[H⁺]
como el punto ne
anterior como "p

Si se
disminuye la pote
disminuyen los H
cala de pH es el

Los a

6.4 ALCA

La al
cir, por iones de

$$\frac{[H^+] \times [OH^-]}{[H_2O]} = K$$

$$K = 1 \times 10^{-14} \text{ moles/l.}$$

Si a la molécula H_2O se le considera como la unidad:

$$[H^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14} \text{ moles/l.}$$

La concentración de iones H^+ , es igual a la concentración de iones OH^- ; entonces:

$[H^+] = 1 \times 10^{-7}$ moles/l valor que corresponde al agua pura y se interpreta como el punto neutro. Es costumbre para abreviar todo esto, representar la expresión anterior como "potencial hidrógeno" o pH de la siguiente manera:

$$pH = \log \frac{1}{[H^+]} = -\log [H^+]$$

Si se adiciona un ácido al agua, aumenta la cantidad de H^+ y por lo tanto, disminuye la potencia tendiendo a cero. Por el contrario, cuando se adiciona una base, disminuyen los H^+ aumentando la potencia hasta tender a 14. El punto neutro de la escala de pH es el número 7; de 0 a 7 se agrupan los ácidos y de 7 a 14 las bases.

Los aparatos que miden el pH de una solución se denominan potenciómetros.

5.4 ALCALINIDAD EN EL AGUA

La alcalinidad en el agua está provocada por OH^- , CO_3^{--} , HCO_3^- es debida por iones oxhidrilos, carbonatos y bicarbonatos principalmente.

En la naturaleza, la alcalinidad proviene del Na_2CO_3 .

En cierto modo puede definirse la alcalinidad como la capacidad para neutralizar ácidos. Se determina la debida a carbonatos y bicarbonatos, usando fenoftaleína y anaranjado de metilo, tomando en cuenta el cambio en el pH.

CAPITULO VII

ESTADISTICA

En Ingeniería Sanitaria, la estadística tiene mucha importancia para los estudios sobre precipitaciones pluviales, escurrimientos de una corriente o temperatura de una región. Se emplea para conocer la incidencia de enfermedades y en la interpretación de muchos muestreos sobre aguas y aguas negras.

Es indispensable, para elaborar los índices, tasas, razones y otros valores vitales, con el fin de conocer mediante éstos, la eficiencia de las obras sanitarias.

Una parte muy importante para la Ingeniería Sanitaria, es el cálculo del número de habitantes futuros, basado en los censos como datos estadísticos.

7.1 DEFINICIONES

7.1.1 Estadística

Es la ciencia que tiene por objeto reunir, analizar e interpretar los conjuntos de observaciones relativos a un mismo fenómeno y susceptibles de ser caracterizados por un número.

7.1.2 Población

Es el conjunto de resultados que se obtienen de una observación que se hace

periódica e indefinida

7.1.3 Muestra

Es un conjunto

7.1.4 Serie estadística

Conjunto de

7.1.5 Frecuencia

Número de (función).

7.1.6 Frecuencia

Razón entre

7.1.7 Clase

Agrupación de valores de una serie estadística

7.1.8 Intervalos de

La diferencia

7.2. DIAGRAMAS

La representación gráfica que constituye un histograma o gráfico de barras, en el que el eje horizontal representa los datos cuantitativos y el eje vertical los datos cualitativos.

para neu-
do fenofale

para los estu
peratura de -
a interpreta-

is valores vi-
arias.

culo del nú-

los conjuntos
erizados por

que se hace

periódica e indefinidamente.

7.1.3 Muestra

Es un conjunto limitado extraído al azar de una población.

7.1.4 Serie estadística

Conjunto de valores sometidos a la interpretación estadística.

7.1.5 Frecuencia absoluta

Número de veces que se presenta un mismo valor en una serie estadística (repe-
tición).

7.1.6 Frecuencia relativa

Razón entre la frecuencia absoluta y el número total de valores de la serie.

7.1.7 Clase

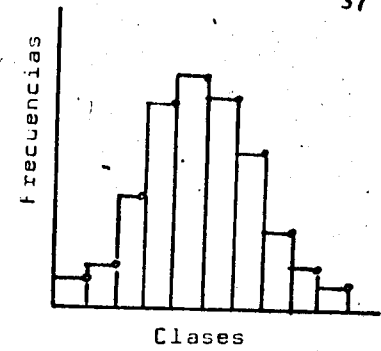
Agrupación según intervalos iguales escogidos arbitrariamente de entre los va-
lores de una serie estadística.

7.1.8 Intervalos de clase

La diferencia entre los valores superior e inferior de la clase.

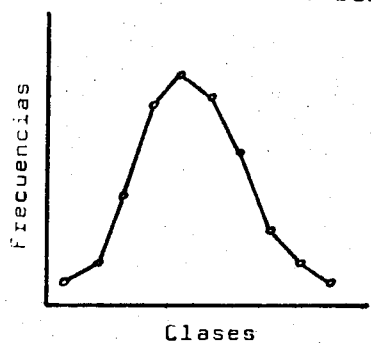
7.2. DIAGRAMAS REPRESENTATIVOS

La representación gráfica de una serie de valores sobre ejes coordenados, puede
constituir un histograma cuando se agrupan por las clases escogidas y se llevan los valores
sobre el eje de las abscisas, de manera que caigan a la derecha o a la izquierda de los lí-
mites sistemáticamente; sobre el eje de las ordenadas, se llevan las frecuencias correspon-
dientes. Polígono de frecuencia resulta cuando se unen mediante líneas rectas los puntos
medios de las bases superiores de cada uno de los rectángulos del histograma; el polígono-



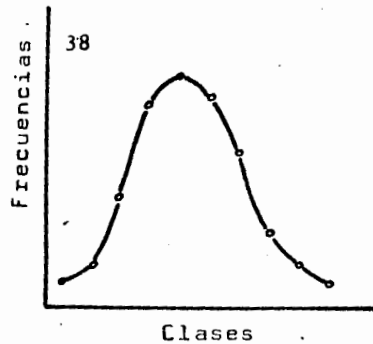
HISTOGRAMA: Cuando los valo-
res de las frecuencias se lle-
van a la derecha o a la iz-
quierda del grupo de clase sig-
temáticamente.

Resulta un diagrama de barras



POLIGONO DE FRECUENCIA: Cuan-
do los puntos medios de las -
bases del histograma se unen
mediante líneas rectas.

Resulta una línea quebrada.



CURVA DE FRECUENCIA: Cuando se unen con una línea curva continua, los puntos del polígono de frecuencia.

Resulta en general la famosa Campana de Gauss.

$$DM = \frac{\sum |x_i - \bar{x}|}{N}$$

x_i = valor cualquiera
 \bar{x} = Media aritmética
 N = número de valores

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N-1}}$$

de frecuencia es una línea quebrada. Curva de frecuencia, cuando en lugar de líneas rectas que forman el polígono de frecuencias, se usan curvas continuas.

7.3. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS SERIES

Una serie estadística se puede resumir a dos características: una que da la tendencia y otra que da la dispersión.

Para llegar a éstas, es indispensable iniciar el proceso estadístico con la ordenación de los datos en una forma creciente.

7.3.1 Tendencia central

Las características de la tendencia central son la Mediana y la Media aritmética. La mediana es el valor central en el caso de un número impar de observaciones o el punto medio de dos valores centrales en el caso de un número par de observaciones. La media aritmética (\bar{x}) es el cociente de la suma de los valores obtenidos entre su número.

7.3.2 Dispersión

Las características de la dispersión son el intervalo absoluto (E), que es la diferencia entre el valor máximo y el mínimo. El intervalo relativo (e) en porcentaje, que es el cociente entre el intervalo absoluto y la Media aritmética, multiplicado por 100.

La desviación Media (D.M.) es el cociente entre las desviaciones absolutas de cada valor, respecto de la media aritmética y el número de valores.

La desviación estándar (s), es la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las desviaciones, dividida entre el número de valores menos uno:

7.4. FORMA DE LAS CURVAS DE FRECUENCIA

La curva que sirve de relación para definir otras, se denomina curva normal de frecuencia; con respecto a ella, se mide el grado de asimetría por la oblicuidad que puede ser derecha o positiva, o bien, izquierda o negativa, según queden agrupados los valores a un lado u otro del pico de la curva.

El momento de la curva; se denota por

7.5. MOMENTO

Si se tiene una curva natural que al sumarla da el momento cero.

El momento de la medida aritmética, que pase por su centro.

El momento de la dispersión; si la curva

El tercer momento. Mide la oblicuidad.

El cuarto

7.6. ESTADÍSTICA

Cuando se tiene una curva blica, se tiene la rapidez de esta naturaleza de dar a conocer verdaderos parámetros

7.6.1 Tasa general

La tasa general respecto a la población

La fórmula

Kurtosis es el fenómeno que indica la agudez o achatamiento del pico de una curva; se denominan leptokúrticas a las puntiagudas y platikúrticas a las achatadas.

7.5. MOMENTOS EN LAS CURVAS DE FRECUENCIA

Si se tiene una área infinitamente pequeña, de primer orden bajo la curva, es natural que al sumar todas las áreas infinitesimales, se tenga toda el área. Esto se denomina el momento cero.

$$\text{momento cero} = \int y dx$$

El momento primero es una medida de tendencia central; con él se obtiene la medida aritmética. El momento primero es cero, cuando se toma con respecto a un eje que pase por su centro de gravedad.

$$\text{momento primero} = \int y dx \cdot x$$

El momento segundo es un momento de inercia y representa una medida de dispersión; si la curva es normal resulta ser la desviación estandar.

$$\text{momento segundo} = \int y dx \cdot x^2$$

El tercer momento da idea de la asimetría, si vale cero, la curva es normal. Mide la oblicuidad.

El cuarto momento define a la kurtosis.

7.6. ESTADISTICA SANITARIA

Cuando todos los conceptos de la estadística se aplican a eventos de Salud Pública, se tiene la rama de Estadística Sanitaria, útil por ser el medio de "medir" las actividades de esta naturaleza. Uno de los fines principales de la Estadística Sanitaria, es el de dar a conocer los índices o tasas demográficas y de Salud Pública, que son los verdaderos parámetros para conocer la eficiencia de las obras de Ingeniería Sanitaria.

7.6.1 Tasa general

La tasa general se denomina también bruta, global o total y se calcula con respecto a la población total.

La fórmula para una tasa general referida a un evento vital determinado es:

líneas -

la ten-

orde-

timéti
es o el
s. La
úmero.

la dife
que =
r 100.

utas de

ados de

mal de
que pue
los va

$$\text{Tasa general por mil} = \frac{\text{Número de eventos que ocurrieron dentro de la población de una área geográfica determinada, durante un período dado}}{\text{Población total en la mitad del período del -- área geográfica dada, durante el mismo período.}} \text{ por 1,000}$$

El hecho de dar las tasas por mil o a veces por diezmil o cienmil, es con el objeto de que el resultado se obtenga con cifras del orden de las unidades o de las decenas para facilitar su manejo.

7.6.2 Tasa específica

Las tasas específicas se refieren a una o más características de la población y se distinguen por su referencia a un segmento especial de la población. La fórmula es:

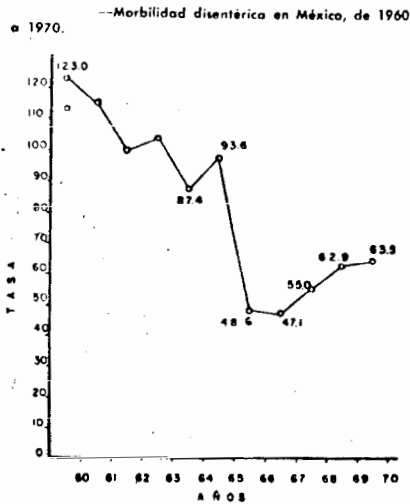
$$\text{Tasa específica por 1,000} = \frac{\text{Número de eventos que sucedieron entre un grupo específico de la población de una área geográfica determinada durante un período dado}}{\text{Población a la mitad del período del grupo específico en una área geográfica determinada, durante el mismo período.}} \text{ por 1,000}$$

7.6.3 Tasa anual

Aunque las tasas generales o específicas se pueden calcular para cualquier período, es regla general expresarlas siempre para un año. Muchas veces cuando las tasas no están referidas a un año, conviene hacer su correlación, para efectos de comparación.

7.6.4 Distintos tipos de tasas empleadas

Dentro de la Ingeniería Sanitaria interesan distintas tasas sobre mortalidad: general, específica por determinada causa, infantil, por edades, sexo; y las tasas de morbilidad que en sí engloban una marcada complicación en su obtención, puesto que abarcan el tipo de enfermedad, frecuencia de la misma y la duración de dicho mal.



7.6.5 Morbilidad

Enseguida se tratará de los datos Mexicanos 1960-1970, de la causa de las enfermedades agudas.

7.6.6 Tablas de vida

Una tabla de vida muestra el número de niños nacidos al mismo tiempo.

En la tabla de vida se muestra el medio de años que una persona vive antes de morir.

7.7. ENCUESTAS

Los datos censales se obtienen muchas veces en los programas de datos obtenidos directamente de obtenerlos es levantamiento de campo empleado por los Of.

La encuesta es el método que permite obtener información sobre el problema, existe infinidad de tipos de encuestas de interés Sanitario e interés de la comunidad.

El primer punto a considerar es el tipo de encuesta que se va a trabajar, sobre los trabajos sanitarios y que son muy pocas. Para esta se debe considerar la población dentro de una zona de interés; es decir se debe definir el área de estudio.

Para iniciar la encuesta, preferentemente se debe definir el tipo de encuesta que se va a trabajar.

7.6.5 Mortalidad en la República Mexicana

Enseguida se transcribe la Tabla 3. 22 del Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos 1968-1969 editado en 1971, en la que se indica la Mortalidad específica de las enfermedades según clasificación de la OMS.

7.6.6 Tablas de vida

Una tabla de vida se compone de varios valores que muestran cómo un grupo de niños nacidos al mismo tiempo y bajo las mismas condiciones, mueren gradualmente.

En la tabla de vida se incluye la "esperanza de vida" que mide el número promedio de años que una persona de una edad dada puede esperar vivir bajo las condiciones prevalentes de mortalidad general.

7.7. ENCUESTAS

Los datos censales y de registro sirven para elaborar las estadísticas, pero muchas veces en los programas de Ingeniería Sanitaria, se requieren estadísticas basadas en datos obtenidos directamente de la región en donde se pretende trabajar. El medio de obtenerlos es levantando encuestas específicas que corresponden al sistema de muestreo empleado por las Oficinas de Estadística.

La encuesta es una serie de preguntas encaminadas a conocer determinado problema, existe infinidad de variedades según lo que se pretenda investigar. Para el Ingeniero Sanitario interesan las que puedan ayudar al desarrollo de las actividades sobre salubridad.

El primer punto que se tratará de esclarecer, es el conocer el lugar en donde se va a trabajar, sobre todo si existen muchas poblaciones en las que se podrían iniciar las labores sanitarias y que por falta de recursos económicos se tuvieran que reducir a muy pocas. Para esta selección se tendrían que hacer una serie de preguntas en cada población dentro de una zona, para definir cuales de entre ellas, serían las más convenientes; es decir se tendrá que levantar una encuesta.

Para iniciar una encuesta se recomienda hacer un recorrido por toda la población, preferentemente acompañados por las personas que representan las distintas auto

Mortalidad en el país por entidades federativas y causas, 1968-1969

Por diez mil habitantes

Primera parte

Entidad y año	Suma	010-012 Tuberculosis del aparato respiratorio	013-019 Tuberculosis, otras formas	090-097 Sífilis y sus secuelas	091-003 Fiebre tifoidea, paratifoidea y otras salmonelosis	023 Brucelosis	004, 006, 027, 001-0 Difteria (Todas formas)	033 Tos ferina	047 Tétanos	048-053 Poliomielitis aguda
Estados Unidos Mexicanos										
1968	95.8	1.7	0.3	0.1	0.5	0.0	1.0	1.1	0.4	0.0
1969	93.8	1.7	0.2	0.0	0.9	0.0	1.3	0.8	0.4	0.0
Aguascalientes										
1968	111.4	1.3	0.2	0.2	0.0	—	0.6	0.5	0.1	—
1969	106.8	0.9	0.3	0.0	0.4	—	1.1	0.1	0.1	0.1
Baja California										
1968	60.7	1.0	0.4	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
1969	60.7	2.1	0.3	0.1	0.1	—	0.1	0.0	0.0	0.0
Baja California, T.										
1968	80.6	1.3	0.1	—	0.7	—	0.3	0.1	1.5	—
1969	86.8	3.0	0.4	—	0.7	—	0.6	0.7	0.7	—
Campeche										
1968	71.0	1.6	0.2	—	0.2	—	0.4	0.3	0.6	0.0
1969	82.5	1.0	0.2	—	1.2	—	0.5	0.7	0.8	0.1
Coahuila										
1968	88.0	2.0	0.6	0.1	0.3	0.0	0.2	0.1	0.2	0.1
1969	90.3	3.2	0.5	0.0	0.5	0.1	0.3	0.1	0.3	0.0
Colima										
1968	68.2	2.4	0.2	0.2	0.4	0.0	2.1	0.1	1.4	0.0
1969	68.2	2.4	0.1	0.1	0.5	—	1.0	0.4	1.1	—
Chiapas										
1968	110.6	2.4	0.1	0.0	0.0	—	7.0	3.8	0.8	0.0
1969	110.0	2.3	0.1	0.0	3.2	—	7.5	4.0	0.2	0.0
Chihuahua										
1968	76.2	2.1	0.3	0.1	0.2	0.0	0.3	0.2	0.0	0.1
1969	73.1	2.2	0.3	0.1	0.8	0.0	0.4	0.3	0.1	0.0
Distrito Federal										
1968	81.1	1.4	0.4	0.1	0.2	0.0	0.8	0.2	0.1	0.0
1969	81.8	1.2	0.3	0.1	0.3	0.0	0.8	0.1	0.1	0.0
Durango										
1968	71.0	1.0	0.3	0.0	0.4	0.0	0.3	0.1	0.1	0.1
1969	72.6	1.2	0.2	0.0	1.0	0.0	0.2	0.2	0.1	0.1
Guanajuato										
1968	112.4	1.1	0.2	0.1	0.7	0.1	0.0	0.6	0.4	0.0
1969	106.9	0.9	0.1	0.0	0.8	0.1	1.0	0.3	0.4	0.0
Guanajuato										
1968	78.5	1.0	0.0	0.5	0.5	0.0	1.0	2.0	0.5	0.0
1969	79.7	1.1	0.0	0.0	1.2	0.0	1.9	1.7	0.4	0.2
Hidalgo										
1968	115.1	2.6	0.2	0.0	0.5	0.0	0.7	1.5	0.2	0.0
1969	107.6	2.5	0.1	0.0	1.5	0.0	0.8	1.5	0.7	0.0
Jalisco										
1968	93.7	0.7	0.1	0.0	0.3	0.0	0.5	0.2	0.8	0.0
1969	93.5	0.8	0.1	0.0	0.7	0.0	0.8	0.2	0.7	0.0
México										
1968	135.5	1.1	0.1	0.0	0.6	0.0	1.0	1.3	0.0	0.0
1969	132.9	1.2	0.2	0.0	0.7	—	1.1	0.7	0.0	0.0

Veracruz	117
1968	131
1969	131
Yucatán	119
1968	111
1969	111
Zacatecas	47
1968	79
1969	79
San Luis Potosí	99
1968	94
1969	94
Sinaloa	73
1968	72
1969	72
Sonora	70
1968	71
1969	71
Tlaxcala	89
1968	92
1969	92
Tamaulipas	70
1968	69
1969	69
Tlaxcala	125
1968	118
1969	118
Veracruz	92
1968	91
1969	91
Yucatán	91
1968	91
1969	91
Zacatecas	91
1968	91
1969	91

Mortalidad en el país por entidades federativas y causas, 1968-1969
Conclusión

040-013

Poliomielitis aguda

0.0

0.1

0.0

0.0

0.0

0.1

0.1

0.0

0.0

0.0

0.0

0.1

0.0

1.0

1.0

1.1

1.1

0.0

0.0

2.0

0.0

0.0

1.0

Entidad y año	Suma	010-012 Tuberculosis del sistema respiratorio	013-019 Tuberculosis, otras formas	020-027 Sífilis y sus secuelas	031-033 Fiebre tifoidal, paratífoides y otras salmonelosis	023 Difteria	004-009, 027-029, 020-00 Difteria (Toxas) (ormas)	033 Tus ferina	037 Tétanos	040-048 Poliomielitis aguda
Michoacán										
1968	78.2	0.8	0.2	0.0	0.6	0.0	0.6	0.3	0.5	0.0
1969	77.4	0.8	0.0	0.0	0.9	0.0	0.6	0.2	0.3	0.0
Morales										
1968	86.6	1.5	0.1	0.0	0.3	—	0.4	0.2	0.4	0.0
1969	85.5	1.2	0.2	0.0	0.5	—	0.5	0.1	0.3	0.0
Nayarit										
1968	78.4	1.5	0.0	0.1	0.4	—	0.4	0.2	0.8	0.0
1969	77.6	1.0	0.1	0.1	0.9	0.0	0.8	0.0	0.9	0.0
Nuevo León										
1968	69.8	2.3	0.3	0.0	0.1	0.0	0.3	0.0	0.3	0.0
1969	67.3	2.1	0.3	0.0	0.2	0.0	0.4	0.0	0.3	0.0
Oaxaca										
1968	147.8	1.3	0.1	0.0	0.5	—	4.3	7.0	0.3	0.0
1969	131.1	1.1	0.0	0.0	1.3	—	4.7	5.1	0.2	0.0
Puebla										
1968	111.5	1.3	0.2	0.0	0.7	0.0	0.8	3.3	0.2	0.0
1969	129.3	1.4	0.1	0.0	1.0	0.0	0.8	1.5	0.0	0.0
Queretaro										
1968	119.1	2.2	0.2	0.0	0.7	0.0	1.6	1.2	0.5	0.1
1969	114.3	2.1	0.1	0.0	0.8	0.0	1.1	1.0	0.5	0.0
Quintana Roo, T.										
1968	47.2	0.2	0.1	—	—	—	1.6	3.5	0.5	—
1969	79.0	1.1	—	—	1.0	—	0.3	2.0	0.1	—
San Luis Potosí										
1968	99.9	2.9	0.4	0.0	0.6	0.0	0.8	1.1	0.7	0.1
1969	99.0	2.8	0.3	0.0	1.0	0.0	0.7	0.8	0.8	0.0
Sinaloa										
1968	73.1	1.5	0.2	0.0	0.4	0.0	0.4	0.2	1.7	0.2
1969	72.7	1.9	0.1	0.0	0.7	—	0.5	0.1	1.5	0.0
Sonora										
1968	70.2	2.0	0.3	0.1	0.2	0.0	0.3	0.2	0.5	0.1
1969	71.3	2.2	0.1	0.0	0.4	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0
Tabasco										
1968	89.4	1.7	0.2	0.0	1.0	—	1.4	0.8	1.0	0.1
1969	92.2	1.3	0.1	0.0	1.9	—	4.5	1.2	0.7	0.1
Tamaulipas										
1968	70.3	3.1	0.4	0.1	0.3	0.0	0.2	0.0	0.7	0.0
1969	66.8	2.9	0.3	0.0	0.3	0.0	0.2	0.0	0.6	0.0
Tlaxcala										
1968	125.0	1.0	0.2	0.0	0.4	—	0.3	0.5	—	0.1
1969	118.6	0.9	0.1	0.0	0.8	0.0	0.3	0.3	—	0.1
Veracruz										
1968	92.8	3.0	0.3	0.0	0.7	0.0	5.6	1.3	0.8	0.0
1969	91.6	2.9	0.2	0.0	1.2	0.0	1.9	0.8	0.8	0.0
Yucatán										
1968	81.1	2.0	0.1	0.1	0.4	—	0.7	0.7	0.4	0.1
1969	101.5	1.3	0.1	—	1.3	—	0.7	0.5	0.6	0.0
Zacatecas										
1968	84.4	0.8	0.1	0.1	0.8	0.0	0.5	0.4	0.2	0.0
1969	77.0	0.9	0.1	0.0	0.9	0.0	0.5	0.3	0.2	0.1

Mortalidad en el país por entidades federativas y causas, 1968-1969
 Conclusión

240-269 Avitaminosis y otras deficiencias nutricio- nales		280-285 Anemias												
Entidad y año		053 Sarampión	070 Hepatitis infecciosa	081-083 Tifo y otras enferme- dades por rickettsias	084 Paludismo	120-129 Enfermedades debidas a bolsones	140-209 Tumores malignos in- cluyendo los neoplas- mas de los tejidos lin- fático y hematopoyé- tico	210-239 Tumores malignos y los de naturaleza no espe- cífica	250 Diabetes mellitus	280-289 Avitaminosis y otras deficiencias nutricio- nales	290-295 Anemias			
Michoacán														
16	0.9	1.0	0.1	0.0	0.0	—	3.1	0.4	0.7	1.9	0.5			
17	1.1	0.8	0.1	0.0	0.0	0.0	3.0	0.3	0.8	2.2	0.7			
Morales														
3.6	0.2	0.4	0.0	—	0.0	—	3.5	0.2	0.8	1.7	1.5			
2.9	0.8	0.1	0.1	—	—	0.0	2.0	0.1	0.8	2.2	1.2			
Nayarit														
0.9	0.2	0.0	0.0	0.0	—	—	3.0	0.5	0.7	1.7	0.7			
1.1	0.3	1.0	0.0	—	0.0	0.2	3.4	0.1	0.8	1.0	0.9			
Nuevo León														
2.1	0.6	0.0	0.0	0.0	—	—	4.7	0.2	0.0	1.5	0.2			
2.5	1.1	0.4	0.0	—	0.0	0.0	4.6	0.2	1.5	1.2	0.2			
Oaxaca														
3.5	1.4	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.2	0.3	1.2	2.4			
4.3	1.4	5.7	0.0	0.0	0.0	0.1	1.4	0.1	0.5	1.3	2.9			
Puebla														
2.0	0.6	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.3	1.0	1.1	1.0			
2.1	0.7	2.9	0.1	0.0	—	0.1	2.4	0.3	1.4	1.5	1.9			
Quertaro														
3.8	2.0	5.0	0.0	—	—	—	1.8	0.5	0.7	2.2	0.4			
3.4	1.1	1.9	0.0	—	—	0.1	2.9	0.2	1.2	2.2	0.9			
Quintana Roo, T.														
2.2	3.3	0.6	—	—	—	—	2.3	—	0.2	1.5	1.0			
1.7	3.8	4.8	—	—	—	—	1.0	0.1	0.6	2.3	1.3			
San Luis Potosí														
1.5	0.4	4.0	0.1	0.0	0.0	0.0	2.5	0.5	0.7	2.9	2.4			
1.3	0.5	3.0	0.1	0.0	—	0.2	2.8	0.3	0.9	2.9	2.8			
Sinaloa														
0.4	0.1	1.1	0.1	—	0.0	—	3.7	0.5	0.9	1.8	0.5			
0.3	0.2	0.8	0.2	0.0	0.0	0.1	3.9	0.2	1.2	1.2	0.8			
Sonora														
1.4	0.5	0.6	0.2	—	—	0.0	4.5	0.2	0.9	1.3	0.4			
1.5	0.8	0.8	0.1	—	—	0.0	4.0	0.1	1.0	1.8	0.6			
Tlaxaco														
3.1	0.4	2.5	0.1	—	0.0	0.0	2.0	0.3	0.5	2.2	3.2			
3.0	0.0	2.1	0.1	—	0.0	1.0	2.6	0.1	0.7	1.9	3.0			
Tamaulipas														
0.8	0.4	0.6	0.1	0.0	—	—	4.8	0.2	1.3	1.9	0.4			
1.1	0.5	0.3	0.1	0.0	—	0.1	4.8	0.1	1.0	1.4	0.4			
Tlaxcala														
1.4	1.4	2.1	0.1	0.1	—	—	2.0	0.1	0.7	1.5	0.7			
1.0	1.2	1.2	0.0	—	0.0	0.0	2.0	0.1	1.2	2.1	0.7			
Veracruz														
2.1	0.5	1.8	0.1	0.0	0.0	0.0	3.3	0.2	1.1	2.2	1.5			
2.0	0.0	1.2	0.1	0.0	0.0	1.0	3.3	0.1	1.3	2.6	1.9			
Yucatán														
2.1	0.5	1.3	0.0	—	0.0	—	4.3	0.4	1.1	3.4	1.3			
2.0	0.0	2.8	0.1	—	0.1	0.1	4.2	0.3	1.0	3.2	1.6			
Zacatecas														
1.3	0.5	1.0	0.0	0.0	—	0.0	1.8	0.4	0.5	2.0	0.5			
1.6	0.7	0.5	0.0	0.0	—	0.0	2.0	0.3	0.6	2.3	0.6			

Mortalidad en el país por entidades federativas y causas, 1968-1969
 Por diez mil habitantes
 Tercera parte

Entidad y año	831.2-345 Epilepsia	390-398 Fiebre reumática y enfermedades reumáticas crónicas, del corazón	410-414 421, 423 Enfermedades articulares y degenerativas del sistema	400.1, 400.9, 401, 420, 423, 425, 427, 439 Otras enfermedades del sistema circulatorio: hipertensivas	470-474 Gripe	480-486 Neumonía	469, 490-491 Bronquitis	550-553, 560 Obstrucción intestinal y hernia	000.9, 001, 001.1, 001.2, 001.3, 001.5, 001.6, 001.7, 001.8, 001.9 Gastritis, úlceras, enteritis y enfermedades intestinales	571.0 571.9 Cirrosis hepática
Estados Unidos Mexicanos										
1968	1.2	0.4	2.0	0.9	1.6	15.0	2.6	0.6	9.4	2.0
1969	0.2	0.4	3.7	3.1	1.3	13.4	2.6	0.5	12.5	2.1
Agua Calientes										
1968	0.3	0.7	2.2	1.9	1.0	18.8	2.8	0.9	12.3	1.4
1969	0.3	0.5	5.8	2.8	0.9	16.6	2.7	0.7	15.0	1.6
Baja California										
1968	0.2	0.2	2.3	0.9	0.0	9.0	0.6	0.4	5.1	1.0
1969	0.2	0.2	4.4	1.3	0.2	7.7	0.9	0.3	6.5	0.8
Baja California, T.										
1968	0.3	0.3	4.1	1.3	0.6	8.8	1.4	0.8	6.8	0.4
1969	—	0.6	5.3	1.9	0.6	9.6	2.5	0.5	10.9	0.7
Campeche										
1968	0.2	0.2	1.0	0.5	0.6	5.1	1.7	1.0	7.5	1.3
1969	0.3	0.2	2.5	1.6	0.6	5.9	2.8	0.8	13.2	1.4
Cochula										
1968	0.2	0.2	2.6	1.2	0.7	13.2	1.5	0.8	12.5	1.0
1969	0.3	0.5	5.3	2.4	0.7	10.9	1.9	0.5	13.7	1.1
Colima										
1968	0.2	0.3	2.0	0.7	0.3	10.7	1.0	0.9	13.0	1.5
1969	0.3	0.5	4.1	2.4	0.4	9.0	1.5	0.6	15.8	1.9
Chiapas										
1968	0.2	0.1	0.5	0.4	3.1	5.4	5.6	0.5	10.0	0.8
1969	0.4	0.1	1.5	1.2	3.3	7.0	4.8	0.5	18.0	1.1
Chihuahua										
1968	0.2	0.3	2.4	1.3	0.2	12.2	2.3	0.9	7.0	0.6
1969	0.3	0.4	3.8	2.2	0.4	9.7	2.0	0.4	7.8	0.9
Distrito Federal										
1968	0.2	1.1	3.9	2.0	0.8	12.3	2.8	0.7	10.5	5.2
1969	0.2	1.2	4.9	2.8	0.8	12.5	2.8	0.5	11.7	5.1
Durango										
1968	0.2	0.2	1.4	0.9	0.3	9.2	2.2	0.4	5.8	0.6
1969	0.1	0.2	3.6	1.9	0.4	8.5	2.3	0.3	7.9	0.5
Guanajuato										
1968	0.2	0.4	1.4	0.7	0.7	25.3	2.1	0.6	16.2	1.5
1969	0.3	0.4	3.8	1.5	0.6	21.1	2.2	0.7	19.5	1.8
Guerrero										
1968	0.1	0.0	0.5	0.1	3.5	5.8	2.4	0.3	6.1	0.5
1969	0.1	0.0	1.5	1.0	2.7	4.9	1.8	0.2	10.4	0.5
Hidalgo										
1968	0.2	0.1	1.1	0.6	5.0	28.3	2.2	0.6	6.0	3.5
1969	0.2	0.2	3.0	2.0	3.3	24.3	2.0	0.8	9.5	3.7
Jalisco										
1968	0.1	0.4	2.3	0.8	0.3	13.2	1.6	0.5	11.2	1.4
1969	0.1	0.3	5.0	2.6	0.3	12.0	1.6	0.5	13.3	1.7
México										
1968	0.1	0.3	1.3	1.0	1.5	45.2	3.1	0.8	15.4	3.9
1969	0.3	0.3	5.9	2.7	1.1	38.2	4.0	0.5	20.0	4.3

Entidad y año	11.34 Epilepsia	11.34 Fiebre reumática y enfermedades reumáticas crónicas, del corazón
Michoacán		
1968	0.2	0
1969	0.1	0
Morelos		
1968	0.1	0
1969	0.2	0
Nayarit		
1968	0.0	0
1969	0.0	0
Nuevo León		
1968	0.1	0
1969	0.0	0
Oaxaca		
1968	0.1	0
1969	0.3	0
Puebla		
1968	0.2	0
1969	0.3	0
Querétaro		
1968	0.3	0
1969	0.2	0
Quintana Roo, T.		
1968	0.1	0
1969	—	—
San Luis Potosí		
1968	0.3	0
1969	0.1	0
Sinaloa		
1968	0.2	0
1969	0.2	0
Sonora		
1968	0.1	0
1969	0.2	0
Tahuaco		
1968	0.2	0
1969	0.2	0
Tamaulipas		
1968	0.2	0
1969	0.2	0
Tlaxcala		
1968	0.3	0
1969	0.4	0
Veracruz		
1968	0.3	0
1969	0.4	0
Yucatán		
1968	0.1	0
1969	0.1	0
Zacatecas		
1968	0.1	0
1969	0.1	0

Mortalidad en el país por entidades federativas y causas, 1968-1969
 Conclusión

Entidad y año	331.2 345	300.368	410 114 424, 428	400 1, 100.0, 402, 411, 427-429, 425-427, 421	470-474	480-474	400, 400 101	550-553, 500	009.0 009, 019.1, 009.2, 051, 503	571.0 571.0
	Epilepsia	Fiebre reumática y otras enfermedades crónicas del corazón	Enfermedades sistémicas, neoplasias y enfermedades del corazón	Otras afecciones del sistema circulatorio y enfermedades de las personas	Gripe	Neumonía	Bronquitis	Ostrucción intestinal y hernia	Gastroenteritis, diarrea, colitis, disentería y otras enfermedades intestinales	Cirrosis hepática
Michoacán										
1968	0.2	0.2	1.0	0.9	0.6	9.8	2.6	0.5	7.1	0.9
1969	0.1	0.3	2.9	1.8	0.4	9.0	2.6	0.4	10.2	1.0
Morales										
1968	0.1	0.2	1.9	0.6	0.2	11.5	1.2	0.9	8.8	1.9
1969	0.2	0.1	4.0	1.0	0.2	10.5	0.9	0.5	9.9	1.6
Navarrit										
1968	0.0	0.1	1.1	0.5	0.0	7.9	0.7	0.2	9.0	1.0
1969	0.0	0.1	3.3	1.2	0.2	8.6	1.0	0.3	10.7	0.9
Nuevo León										
1968	0.1	0.1	3.4	0.8	0.2	10.4	1.9	0.4	4.8	0.5
1969	0.0	0.1	5.2	1.5	0.2	9.0	0.9	0.4	5.9	0.6
Oaxaca										
1968	0.1	0.1	0.5	0.2	8.1	6.7	5.0	0.2	10.3	1.0
1969	0.3	0.1	1.3	1.3	5.6	5.9	3.9	0.3	19.9	1.0
Puebla										
1968	0.2	0.2	1.0	0.6	4.1	29.8	5.5	0.6	8.8	2.3
1969	0.3	0.3	2.3	2.0	2.9	26.1	5.3	0.6	13.9	2.4
Querétaro										
1968	0.3	0.1	1.0	0.5	2.6	28.3	1.9	0.6	13.0	2.0
1969	0.2	0.3	2.6	1.6	1.5	21.4	2.7	0.5	16.4	2.0
Quintana Roo, T.										
1968	0.1	0.1	0.9	0.3	0.1	5.5	1.3	0.2	4.6	0.6
1969	—	—	2.0	1.1	1.3	7.2	3.3	—	5.5	1.0
San Luis Potosí										
1968	0.3	0.3	1.4	0.6	4.0	17.1	2.6	0.5	8.3	0.9
1969	0.4	0.3	3.1	1.8	3.0	16.0	2.4	0.4	11.6	0.9
Sinaloa										
1968	0.2	0.2	1.9	0.5	0.4	7.0	1.5	0.4	6.4	0.5
1969	0.2	0.1	3.7	2.1	0.5	6.5	1.5	0.3	8.0	0.6
Sonora										
1968	0.1	0.2	2.7	1.1	0.2	8.2	1.1	0.6	6.0	0.4
1969	0.2	0.2	5.4	2.4	0.9	8.1	1.4	0.4	9.3	0.5
Tehuacan										
1968	0.2	0.1	1.5	0.4	0.5	7.4	3.0	0.5	7.0	0.8
1969	0.2	0.2	3.3	1.0	0.7	6.2	3.8	0.6	12.4	0.6
Tamaulipas										
1968	0.2	0.2	2.8	1.0	0.4	8.6	1.1	0.6	5.3	0.9
1969	0.2	0.1	5.1	2.3	0.3	7.3	0.8	0.4	7.1	1.1
Tlaxcala										
1968	0.3	0.2	1.0	1.0	5.3	43.2	2.8	0.6	13.1	3.7
1969	0.4	0.2	2.6	2.6	5.6	37.2	4.2	0.5	15.8	4.0
Veracruz										
1968	0.3	0.2	1.9	0.7	1.1	8.3	2.2	0.7	7.8	1.7
1969	0.4	0.2	3.6	2.0	0.5	6.1	2.0	0.5	12.1	1.9
Yucatán										
1968	0.1	0.2	1.1	0.3	0.6	6.3	3.8	0.5	10.0	2.8
1969	0.1	0.1	2.5	3.1	1.2	8.3	4.2	0.5	13.5	2.6
Zacatecas										
1968	0.2	0.3	0.6	1.1	1.1	15.9	3.0	0.5	9.2	0.4
1969	0.2	0.3	2.6	1.8	1.1	13.2	2.8	0.4	10.1	0.4

Obstrucción intestinal y hernia	550-553, 560	009.0 009, 009.1, 009.2, 051, 503	571.0 571.0
0.4	9.4	2.8	
0.7	12.5	2.1	
0.9	12.3	1.4	
0.7	15.6	1.6	
0.4	5.1	1.0	
0.3	4.6	0.8	
0.8	6.8	0.4	
0.5	10.9	0.7	
1.0	7.5	1.3	
0.8	13.2	1.4	
0.6	12.3	1.0	
0.5	13.7	1.1	
0.6	13.0	1.5	
0.6	15.8	1.9	
0.5	19.6	0.8	
0.5	18.0	1.1	
0.6	7.0	0.6	
0.4	7.8	0.6	
0.7	10.5	5.2	
0.5	11.7	5.1	
0.4	5.8	0.6	
0.3	7.9	0.6	
0.6	16.2	1.5	
0.7	19.5	1.8	
0.3	5.1	0.6	
0.2	10.4	0.5	
0.6	5.0	3.5	
0.5	8.5	3.7	
0.5	11.2	1.4	
0.5	13.3	1.7	
0.6	5.4	3.5	
0.5	20.0	4.3	

Mortalidad en el país por entidades federativas y causas, 1968-1969
 Por diez mil habitantes
 Cuarta parte

Entidad y año	574-575 Cedentinas y colectas	580-584 Nefrías y nefros	630-678 Complicaciones del em- barazo, del parto y del puerperio	760-778 Enfermedades propias de la primera infancia	791 Señalada sin mención de pacientes	780-795 Enfermedades mal def- inidas, excepto se- ñaladas sin mención de pacientes	800-819 Accidentes y causas ajenas a las que se refiere el capítulo 800-819	850-859 Suicidio	900-909 Homicidio	Las demás causas
Estados Unidos Mexicanos..										
1968.....	0.1	1.0	0.7	7.8	7.0	9.9	4.6	0.2	1.8	13.2
1969.....	0.1	0.8	0.7	8.8	5.8	9.1	5.8	0.1	0.9	12.1
Aguascalientes										
1968.....	0.1	1.0	0.5	6.0	6.6	7.5	6.6	0.0	1.3	16.4
1969.....	0.1	0.7	0.6	8.4	5.0	5.0	7.1	—	0.3	16.6
Baja California										
1968.....	0.1	1.5	0.8	7.5	2.7	3.0	5.2	0.4	0.7	10.0
1969.....	0.1	0.7	0.3	5.9	1.0	2.0	6.7	0.1	0.3	9.9
Baja California, T.										
1968.....	—	1.2	0.7	8.3	4.2	2.8	4.7	0.3	0.5	16.7
1969.....	—	0.0	0.8	6.0	3.1	2.5	6.3	—	0.1	14.7
Campeche										
1968.....	0.0	0.9	0.6	7.1	8.2	5.3	4.8	0.2	0.3	12.4
1969.....	0.1	0.7	0.7	4.8	6.1	6.5	5.1	0.1	0.0	10.3
Coahuila										
1968.....	0.1	1.2	0.4	8.5	5.0	5.3	3.6	0.1	0.7	14.2
1969.....	0.1	1.2	0.5	5.5	4.6	5.5	6.1	0.1	0.3	13.4
Colima										
1968.....	0.1	1.0	0.6	9.7	4.8	5.0	10.3	—	2.0	14.9
1969.....	0.0	1.1	0.3	7.4	4.5	4.8	11.1	0.2	3.5	14.0
Chiapas										
1968.....	0.2	0.4	0.0	6.8	7.0	26.0	3.4	0.3	3.2	14.2
1969.....	0.1	0.1	0.0	2.1	5.8	21.5	4.8	0.1	2.1	19.7
Chihuahua										
1968.....	0.1	1.3	0.6	7.0	6.0	6.3	4.0	0.3	1.1	11.2
1969.....	0.1	0.9	0.5	3.1	5.7	7.3	5.1	0.1	0.5	16.9
Distrito Federal										
1968.....	0.2	1.3	0.4	6.3	1.7	1.1	4.2	0.2	1.0	15.3
1969.....	0.2	1.2	0.5	6.1	1.2	0.3	4.4	0.2	0.7	14.9
Durango										
1968.....	0.1	0.9	0.4	8.5	8.9	8.7	3.3	0.1	2.1	10.8
1969.....	0.1	0.5	0.6	3.6	7.8	9.1	4.5	0.0	1.0	9.9
Guerrero										
1968.....	0.1	1.4	0.8	10.7	9.5	6.7	4.8	0.1	1.3	13.9
1969.....	0.1	0.9	0.7	8.3	7.7	5.2	5.6	0.0	0.4	13.6
Guerrero										
1968.....	0.0	0.4	0.7	6.0	6.7	15.8	4.0	0.1	4.7	7.2
1969.....	0.0	0.3	0.7	2.5	6.0	16.1	6.2	0.0	3.2	7.3
Hidalgo										
1968.....	0.0	0.0	0.9	5.8	8.0	14.9	5.7	0.0	1.9	13.3
1969.....	0.0	0.4	0.0	3.2	7.6	20.3	7.8	0.0	4.1	9.3
Jalisco										
1968.....	0.1	1.3	0.4	9.4	8.6	7.5	5.0	0.1	2.1	14.7
1969.....	0.1	0.8	0.4	6.7	6.7	7.3	7.1	0.0	0.5	14.5
México										
1968.....	0.0	1.0	0.8	12.4	6.8	7.2	6.4	0.1	2.2	12.4
1969.....	0.0	0.9	0.7	7.4	6.4	9.2	9.2	0.0	1.1	12.3

Mortalidad en el país por entidades federativas y causas, 1968-1969

Entidad y año	574-575 Cedentinas y colectas
Michoacán	
1968.....	0.1
1969.....	0.1
Morales	
1968.....	0.1
1969.....	0.0
Nayarit	
1968.....	0.1
1969.....	0.0
Nuevo León	
1968.....	0.0
1969.....	0.0
Oaxaca	
1968.....	0.0
1969.....	0.0
Puebla	
1968.....	0.0
1969.....	0.1
Quintana Roo	
1968.....	0.1
1969.....	0.0
Quintana Roo, T.	
1968.....	0.1
1969.....	0.1
San Luis Potosí	
1968.....	0.1
1969.....	0.1
Sinaloa	
1968.....	0.0
1969.....	0.0
Tamaulipas	
1968.....	0.1
1969.....	0.0
Tlaxcala	
1968.....	0.0
1969.....	0.0
Veracruz	
1968.....	0.0
1969.....	0.0

Mortalidad en el país por entidades federativas y causas, 1968-1969
 Conclusión

Entidad y año	574-575 Coletitis y colecistitis	580-584 Nefritis y nefrosis	630-678 Complicaciones del embarazo, del parto y del puerperio	700-778 Enfermedades propias de la primera infancia	791 Senilidad sin mención de padecimientos	780-790 Enfermedades mal definidas, excepto senilidad sin mención de padecimientos	890-919 Accidentes y causas desconocidas	930-950 Suicidio	960-969 Homicidio	Las demás causas
Michoacán										
1968	0.1	0.1	0.7	5.6	8.6	7.0	4.4	0.1	2.6	12.1
1969	0.1	0.6	0.6	5.5	8.8	8.7	4.2	0.0	1.7	11.0
Nuevo Léon										
1968	0.1	0.8	0.5	3.8	4.1	6.7	4.0	0.1	2.0	11.0
1969	0.0	0.5	0.6	3.8	4.1	6.4	4.0	0.0	1.4	9.7
Navarro										
1968	0.1	0.3	0.5	8.1	7.7	8.9	5.0	0.1	3.0	11.3
1969	0.0	0.3	0.5	8.0	7.8	8.7	6.3	0.0	1.4	10.1
Nuevo León										
1968	0.0	0.8	0.2	4.3	6.3	4.7	3.5	0.2	0.5	12.5
1969	0.0	0.8	0.1	4.0	1.3	1.8	4.3	0.0	0.2	12.1
Oaxaca										
1968	0.0	0.5	1.1	11.7	11.1	42.1	3.5	0.0	3.3	11.7
1969	0.0	0.3	1.1	9.3	9.8	31.8	5.2	0.0	1.8	9.1
Puebla										
1968	0.0	0.9	0.8	8.3	9.1	10.7	6.1	0.0	2.3	15.2
1969	0.1	0.7	0.8	5.7	7.9	18.9	7.4	0.0	1.4	13.1
Querétaro										
1968	0.1	1.2	1.0	6.7	8.5	8.7	5.5	0.1	1.3	11.1
1969	0.0	0.8	1.3	6.0	7.6	8.8	8.0	---	0.6	12.1
Quintana Roo, T.										
1968	---	0.5	0.7	5.1	2.8	4.1	3.1	0.2	0.7	6.7
1969	---	---	0.5	2.8	3.8	11.2	2.1	0.5	1.1	6.8
San Luis Potosí										
1968	0.1	1.0	0.8	0.8	8.0	0.2	3.3	0.1	1.2	12.5
1969	0.1	0.6	0.9	4.1	7.6	9.4	4.6	0.0	0.4	10.9
Sinaloa										
1968	0.0	1.1	0.5	6.1	7.8	7.1	4.6	0.2	1.0	11.8
1969	0.0	0.8	0.6	3.5	0.1	7.7	6.4	0.1	1.0	10.6
Sonora										
1968	0.1	1.5	0.4	8.0	6.8	5.1	5.2	0.2	0.6	10.3
1969	0.1	1.1	0.4	4.5	4.2	6.1	5.6	0.1	0.2	10.6
Tabasco										
1968	0.1	0.7	0.8	7.0	7.5	13.5	4.7	0.2	1.0	13.4
1969	0.0	0.5	1.0	2.1	5.6	14.4	6.6	0.0	0.1	10.8
Tamaulipas										
1968	0.1	1.3	0.4	6.1	5.4	3.9	4.2	0.3	1.0	12.4
1969	0.0	0.8	0.5	4.3	3.4	3.9	4.4	0.2	0.1	10.8
Tlaxcala										
1968	0.1	1.1	0.8	7.7	9.3	5.2	4.7	0.0	1.2	12.9
1969	0.0	0.6	0.8	0.2	8.0	4.6	4.6	---	0.4	9.6
Veracruz										
1968	0.1	1.0	0.9	6.3	7.6	14.0	4.6	0.2	2.2	14.1
1969	0.1	0.7	0.8	3.8	6.0	12.5	5.9	0.0	1.1	11.3
Yucatán										
1968	0.1	0.7	0.4	9.5	13.9	8.2	2.1	0.2	0.2	13.8
1969	0.1	0.3	0.6	8.3	11.0	7.8	2.3	0.0	0.1	13.8
Zacatecas										
1968	0.1	0.7	0.8	8.5	8.0	7.4	3.7	0.1	1.3	11.3
1969	0.1	0.4	0.7	5.0	7.0	7.7	4.2	0.0	0.4	9.5

ridades y a las que previamente se les ha explicado el objeto de la visita; estas personas podrían ser el Presidente Municipal, el profesor de la escuela, el líder ejidal, etc., etc. De esta visita se puede apreciar la magnitud del pueblo, su estado de salubridad, el económico, etc. A estas mismas personas acompañantes, se les podrán hacer muchas de las preguntas que se formulan en la encuesta, sin esperar respuestas exactas. Otros datos se pueden investigar posteriormente con otras personas o en oficinas específicas.

7.7.1 Interpretación de las encuestas

Reunidas varias encuestas, se comparan sus resultados y de éstos, se podrán determinar las poblaciones que necesitan los servicios con más urgencia y que presentan las máximas facilidades para trabajar en ellas.

De estas mismas encuestas se puede prever el éxito de las campañas por emprender, al conocer la opinión y costumbres de los habitantes.

7.8. CALCULO DE LA POBLACION FUTURA

Para las obras de Ingeniería Sanitaria como para otras, se requiere conocer la población que integra al país, las ciudades o las comunidades que forman parte de su área de influencia. También es indispensable saber a cuantos habitantes se va a beneficiar en el futuro, a la fecha de terminación de la vida útil de dichas obras.

La población se conoce mediante los censos que se levantan normalmente cada 10 años, con la desventaja de que los resultados no se saben de inmediato; además se desconoce la población entre los censos, y sobre todo, la correspondiente a los años siguientes al último.

De aquí se deduce la constante preocupación del hombre por idear métodos de cálculo que den, aunque sea aproximadamente, una idea del número de habitantes actuales y futuros.

Existen diversos métodos para calcular la población en un momento dado o a una fecha determinada, cuyos resultados se acercan más a la verdad mientras mayor número de censos se tengan y cuanto más confiables sean estos. En general se basan en la extrapolación según distintas leyes tales como la aritmética, geométrica o parabólica de distintos grados; otras más como la logística, se asemejan al crecimiento observado en el de-

desarrollo de células o de insectos en medios como ley universal de crecimiento.

7.8.1 Fórmulas y métodos de cálculo

Se pueden dividir los métodos para calcular la población en analíticos y geométricos.

Los analíticos son los que a base de crecimiento observado en el pasado para conjeturar las poblaciones de la extrapolación según los métodos que se hallan comúnmente los procedimientos: a) incrementos diferenciales; entre los segundos b) geométrica, extrapolación a ojo y comparación.

7.8.2 Procedimientos analíticos

A) Aritmético

Consiste en tomar los dos últimos censos y calcular la pendiente y la ordenada al origen, dando lugar a la ecuación: $y = ax + b$, donde y es el número de habitantes; x es el tiempo en años; quedando la expresión:

Aunque se aconseja para este método, debe estudiarse detenidamente si es aplicable el último y cualquiera de los anteriores o si se trata de una excepción a la regla, debe hacerse un estudio del hecho de llegar a desaparecer la población.

B) Geométrico

Se supone en este método, que el crecimiento es al interés compuesto. Si se aplican los métodos muy altos, pero que se ajustan a la realidad.

Mediante la ley de la geometría se puede calcular la población futura.

desarrollo de células o de insectos en medios confinados, considerándose ambiciosamente como ley universal de crecimiento.

7.8.1 Fórmulas y métodos de cálculo

Se pueden dividir los métodos para predecir la población, en analíticos y gráficos.

Los analíticos son los que a base de estudios matemáticos, hallan la ley de crecimiento observado en el pasado para continuarla en el futuro; los gráficos son representaciones de la extrapolación según los crecimientos observados. Entre los primeros se hallan comunmente los procedimientos: aritmético, geométrico, logístico, parabólico e incrementos diferenciales; entre los segundos: extrapolación aritmética, extrapolación geométrica, extrapolación a ojo y comparación con otras poblaciones.

7.8.2 Procedimientos analíticos

A) Aritmético

Consiste en tomar los dos últimos datos de censo y obtener la ecuación de la recta calculando la pendiente y la ordenada al origen; las coordenadas de los puntos son: años, y habitantes; quedando la expresión de la siguiente forma:

$$p_f = p_u + \frac{p_u - p_p}{u - p} (f - u)$$

- p_f = población a una fecha dada
- p_u = población indicada en el último censo
- p_p = población indicada en el penúltimo censo
- u = año del último censo
- p = año del penúltimo censo
- f = año para el que se busca la población futura.

Aunque se aconseja para este método que se tomen los dos últimos datos de censo, debe estudiarse detenidamente si es posible hacerlo, o de otra manera, escoger el último y cualquiera de los anteriores o también, decidir si el último se debe desechar; esta excepción a la regla, debe hacerse cuando se prevean resultados imposibles como el hecho de llegar a desaparecer la población en pocos años.

B) Geométrico

Se supone en este método, que la población crece a semejanza de un capital puesto al interés compuesto. Si se aplica esta fórmula se llegan a obtener valores generalmente muy altos, pero que se ajustan a poblaciones nuevas con probabilidades de progreso.

$$\log p_f = \log p_u + \frac{\log p_u - \log p_p}{u - p} (f - u)$$

Mediante la transformación de la fórmula del interés compuesto, se llega a la expresión siguiente muy cómoda por la semejanza con el método aritmético.

de la visita; estas per... a, el líder ejidal, etc. etc. estado de salubridad, el eco... odrán hacer muchas de las... tas exactas. Otros datos - ficinas específicas.

is y de éstos, se podrán de- urgencia y que presentan las.

e las campañas por empre-

s, se requiere conocer la - que forman parte de su - habitantes se va a benefi- dichas obras.

vantan normalmente cada - inmediato; además se des - ndiente a los años siguien

bre por idear métodos de - úmero de habitantes actua

un momento dado o a una - mientras mayor número - eral se basan en la extra- rica o parabólica de dis- niento observado en el de

La diferencia estriba en tomar los logaritmos de los números de habitantes.

La población futura será la correspondiente al antilogaritmo de ese resultado.

C) Logístico

Este método agrupa varias expresiones según los datos censales en que se basan.

La expresión general del método logístico es:

$$y = \frac{K}{1 + Ce^{-\alpha t}}$$

en donde:

y = representa el número de habitantes en el futuro

K = representa el número límite de individuos a que se puede llegar

α = es una constante denominada de incremento o de decremento según el caso

t = es el tiempo contado a partir del año del censo base inicial

C = es una constante cuyo valor define el tipo de curva

e = es la base de los logaritmos naturales

Si $C = 0$, la ecuación resulta una recta $y = K$

Si $C = \infty$, la expresión es exponencial, sigue la ley de Malthus y es exactamente coincidente con el método geométrico $y = y_0 e^{\alpha t}$

Si $C > 0$, resulta la curva logística que tiene como particularidad, el crecer para después decrecer y convertirse asíntotica a la población de saturación K .

Si $C < 0$ resulta una curva de la misma forma que la logística denominada sobrexponencial y es siempre ascendente.

Para hallar los valores de C , K y α , se tendrá que partir de tres datos cono-

cidos, que serán de preferencia los tres

$$C = 0 \quad \text{si} \quad y_2^2 = y_1$$

$$C = \infty \quad \text{si} \quad y_2^2 = y_1$$

$$C > 0 \quad \text{si} \quad y_2^2 > y_1$$

$$C < 0 \quad \text{si} \quad y_2^2 < y_1$$

D) Parabólico

Consiste en aplicar la ecuación de la población seguirá esa ley; se de otro grado:

$$y = a + bx + cx^2 + dx^3$$

como en este caso existen por determinar para su aplicación.

E) Método de incrementos

En este método se hace interés para obtener los incrementos o decrementos en las diferencias, positivos o negativos.

El procedimiento consiste en aplicar esta ley a los datos censales y se obtiene el resultado de la población futura.

dados, que serán de preferencia los tres últimos datos de censo y_1, y_2, y_3 teniéndose:

$$C = 0 \quad \text{si} \quad y_2^2 = y_1 y_3 \quad (\text{recta})$$

$$C = \infty \quad \text{si} \quad y_2^2 = y_1 y_3 \quad (\text{malthus})$$

$$C > 0 \quad \text{si} \quad y_2^2 > y_1 y_3 \quad (\text{logística})$$

$$C < 0 \quad \text{si} \quad y_2^2 < y_1 y_3 \quad (\text{sobrexponencial})$$

D) Parabólico

Consiste en aplicar la ecuación de la parábola, suponiendo que el crecimiento de la población seguirá esa ley; se aplica generalmente la cúbica, aunque puede ser de otro grado:

$$y = a + bx + cx^2 + dx^3$$

como en este caso existen por determinar 4 incógnitas, se hará uso de 4 datos censales para su aplicación.

E) Método de incrementos diferenciales

En este método se hace intervenir la mayoría de los datos censales disponibles, para obtener los incrementos o decrementos de un censo a otro y de allí calcular las segundas diferencias, positivas o negativas.

El procedimiento consiste en suponer que estas segundas diferencias son constantes, lo cual está muy lejos de ser verdad ya que no solamente dejan de paracerse, sino que hasta cambian de signo algebraico.

Para aplicar este procedimiento, se saca el promedio de las segundas diferencias para tenerlo constante en el futuro y de esta manera, mediante la operación inversa, se obtiene la primera diferencia y luego la población, llegándose a conocer el número de habitantes en lapsos iguales a los intercensales.

En el caso de la República Mexicana, se tienen a la fecha (1972), 9 datos de -
censo de población a partir del año 1895:

POBLACION DE MEXICO EN DIVERSAS EPOCAS

Año	Población	Autor
1521	620 000 *	Estadística de Anáhuac. Ordenada por Hernán Cortés
1521	9 120 000	C.A. Nieve
1521	7 264 059 **	J.M. Pérez Hernández
1793	4 483 680	Revillagigedo
1795	5 200 000	Revillagigedo
1799	4 500 000	M. Abad y Queipo
1803	5 764 731	José Salas
1803	5 837 100	Humboldt
1805	5 764 731	Tribunal del Consulado
1808	6 000 000	Lucas Alamán
1809	6 500 000	Humboldt
1810	5 810 005	Seminario Económico
1810	6 122 354	Navarro y Noriega
1811	6 000 000	Tribunal del Consulado
1817	5 000 000	M. Abad y Queipo
1820	6 204 000	Cálculo del Primer Congreso Mexicano
1823	6 800 000	Humboldt
1824	6 500 000	Poinseti
1830	7 996 000	Burkart
1831	6 382 264	Censo publicado por Valdés
1834	7 734 292	Calendario de Galván
1836	7 843 132	Manuscritos varios. Biblioteca del Museo Nacional
1838	7 009 120	Dictamen de la Comisión de la Cámara de Diputados
1838	7 044 140	Cálculos del Instituto de Geografía y Estadística
1842	7 016 300	Estimación para las elecciones del Congreso
1846	7 500 000	Almonte
1852	7 661 919	Almonte
1854	7 853 395	Anales del Ministerio de Fomento
1856	7 661 520	Lerdo de Tejada
1856	8 283 088	García Cubas

Año	Población
1857	8 247 661
1857	8 267 411
1861	8 212 571
1862	8 396 521
1862	8 816 161
1863	8 232 001
1864	8 629 901
1865	8 259 001
1868	8 396 001
1869	8 743 601
1871	9 097 001
1871	9 166 001
1872	8 655 501
1872	8 836 401
1872	9 141 401
1873	8 994 701
1873	9 209 701
1874	8 743 601
1874	9 343 601
1875	9 495 601
1877	9 284 601
1878	9 686 601
1879	9 608 601
1880	9 577 601
1881	10 021 601
1882	10 091 601
1883	10 447 601
1884	10 701 601
1885	11 101 601
1886	11 401 601

datos de -

Año	Población	Autor
1857	8 247 660	Hermosa
1857	8 267 413	Orozco y Berra
1861	8 212 579	García Cubas
1862	8 396 524	J.M. Pérez Hernández
1862	8 816 164	Sociedad de Geografía y Estadística
1863	8 232 035	Orozco y Berra
1864	8 629 982	F. Pimentel
1865	8 259 080	Orozco y Berra
1868	8 396 845	E. Lefevre
1869	8 743 614	García Cubas
1871	9 097 056	Secretaría de Gobernación
1871	9 166 082	García Cubas
1872	8 655 553	Congreso de la Unión
1872	8 836 411	Manuel Payno
1872	9 141 661	García Cubas
1873	8 994 724	Balcárcel
1873	9 209 765	Censo C. Pacheco
1874	8 743 614	Rivera Cambas
1874	9 343 470	García Cubas
1875	9 495 157	García Cubas
1877	9 384 193	Secretaría de Gobernación
1878	9 686 777	C. Pacheco
1879	9 908 011	Matías Romero
1880	9 577 279	E. Bustos
1881	10 025 649	L. Castro
1882	10 001 884	Bodo Von Flümer
1885	10 447 984	García Cubas
1886	10 791 685	García Cubas
1888	11 490 830	Dirección de Estadística
1888	11 395 712	García Cubas
1892	11 502 583	R. de Zayas Enríquez
1892	11 872 137	A. M. Domínguez
1895	12 632 427	I. Censo general de población
1900	13 607 259	II. Censo general de población
1910	15 160 369	III. Censo general de población

nán Cortés

Nacional
Diputadas
Istica

o

Año	Población		Autor
1921	14 334 780	IV	Censo general de población
1930	16 552 722	V	Censo general de población
1940	19 653 552	VI	Censo general de población
1950	25 791 017	VII	Censo general de población
1960	34 923 129	VIII	Censo general de población
1970	48 377 363	IX	Censo general de población

* Familios

** Imperio de Anáhuac. Tribus Aztecas

Datos de cierta veracidad, pueden considerarse a partir del V censo, pero pueden usarse todos, excepto el I de 1895, por ser solamente un quinquenio su intervalo. — El IV censo puede utilizarse si se extrapola la población al año de 1920, para tener períodos iguales de 10 años.

7.8.3 Métodos gráficos

A) Aritmético

Es la representación gráfica de la extrapolación que se hace de los dos últimos datos censales en papel milimétrico. Al igual que en el procedimiento analítico, en este método es conveniente observar si al aplicar esta regla, no se incurre en una contradicción; en caso necesario se emplearán otros puntos de la representación gráfica para la extrapolación.

B) Geométrico

Resuelve gráficamente la ecuación del procedimiento analítico geométrico; para ello se emplea papel de rayado semilogarítmico; la escala natural para los tiempos y la escala logarítmica para el número de habitantes. Se sigue el mismo criterio que en el gráfico aritmético en cuanto a escoger los dos puntos convenientes para la extrapolación.

C) Curva c

Como su nombre lo indica, se presentan los datos en forma de curvas, lo más caprichoso que

Este procedimiento, en la solución, los factores fáciles de considerar.

Aunque aplicación requiere una gra

D) Compa

Es uno de los métodos más sencillos en costumbre para de calcular el núm

La condición que se debe cumplir es que los datos tengan mayor número de como lo hicieron las líneas paralelas de la regla y se escoge la que se aproxime al aumento

7.8.4 Factores c

Textos los que se refieren a la extrapolación de la población, en los que se aplican los factores de corrección para tener una mejor aproximación a la realidad.

C) Curva a ojo

Como su nombre lo indica, es la representación de los datos previamente representados y que se apega al crecimiento previsto pudiendo seguir una trayectoria de la más caprichosa que se antoje.

Este procedimiento es muy bueno si es usado tomando en cuenta para su resolución, los factores socioeconómicos que en los procedimientos analíticos son muy difíciles de considerar.

Aunque aparentemente es el más sencillo de los métodos gráficos, su aplicación requiere una gran experiencia por parte de quien lo usa.

D) Comparación con otras poblaciones

Es uno de los métodos más confiables; se requiere de dos o más poblados, semejantes en costumbres, actividades, economía, clima, etc. a la población que se trata de calcular el número de habitantes futuros.

La condición obvia es que las poblaciones elegidas para la comparación tengan mayor número de habitantes que la estudiada, y suponer que esta última crecerá como lo hicieron las otras, a partir del mismo número de habitantes. Gráficamente se llevan paralelas de estos crecimientos a partir del último punto de la población en estudio y se escoge la que mejor siga a la gráfica de crecimiento observado o la que mejor se apegue al aumento esperado según los factores previstos.

7.8.4 Factores que pueden modificar los resultados

Todos los cálculos matemáticos que se pudieran aplicar para resolver los problemas demográficos, no serían más que fríos guarismos que mecánicamente dieran un resultado teórico, si no fuera por la intervención de las estadísticas vitales y de migración que los modifican. Estas consideraciones dan motivo a que se incorporen coeficientes que motiven resultados más apegados a la realidad.

Algunos de estos factores que modifican los resultados obtenidos mediante fórmulas, pueden ser los siguientes que se ejemplifican en un estudio demográfico para

el Distrito Federal, hasta el año de 1963.

1. Pirámides de población

Dibujando las pirámides de población por grupos de edad y sexo de los años — 1921, 1930, 1940, 1950 y 1960, se observa que:

- a) La población femenina es siempre ligeramente mayor que la masculina.
- b) La pirámide de 1921, tiene su base de menor dimensión que la del grupo comprendido entre 15 y 25 años, con un estrechamiento en el grupo de 5 a 10 años; se antoja comparar la gráfica con la representación correspondiente a la de un pueblo viejo. Esto puede ser una consecuencia de los pocos nacimientos o alta mortalidad infantil en el período revolucionario.
- c) En la pirámide de 1930 se aprecian dos grupos sobresalientes que corresponden a las edades comprendidas entre 0 y 10 años y 20 y 30 años; observándose un aumento general de la población en todos los grupos, consecuencia inegable de la inmigración.
- d) En la pirámide de 1940 se observa que francamente el mayor grupo corresponde a la base, la que tiende a permanecer constante entre los 0 y los 20 años. — Esta gráfica con cierta continuidad, corresponde a la de un pueblo en vías de rejuvenecimiento.
- e) La gráfica de 1950 es semejante a un triángulo con su base bastante amplia y de ahí se deducen notablemente los efectos de la inmigración.
- f) La gráfica de 1960 tiene su base muy amplia, lo que refleja una alta natalidad y disminución tal vez de la mortalidad infantil; se acentúa el efecto de la inmigración. La forma de la pirámide es francamente la correspondiente a un pueblo joven.

2. Nacimientos por edad de la madre

De los datos recavados entre 1952 y 1963, se observa lo siguiente:

- a) Los nacimientos al número
- b) Los nacimientos el período est edad ha aume disminución
- c) Los nacimientos indica una a
- d) Los nacimientos al grupo ant funden, lo a po.
- e) En el grupo terior, la p zontal, lo c
- f) Finalmente de nacimie índice de f

3. Indicadores de fecundidad

Por falta de datos de 1950 y de 1960

- a) Los efectos

- a) Los nacimientos en madres de menos de 15 años son insignificantes en relación al número correspondiente a este grupo de edad en las mujeres.
- b) Los nacimientos en madres de 15 a 19 años se han mantenido constantes en el período estudiado, aún cuando en el mismo, la población femenina de tal edad ha aumentado considerablemente, lo que manifiesta una tendencia a la disminución de la fecundidad en este grupo.
- c) Los nacimientos en madres de 20 a 24 años dan los máximos valores, lo que indica una alta fecundidad para este grupo.
- d) Los nacimientos en el grupo de madres de 25 a 29 años le siguen en número al grupo anterior, pero al final del período estudiado las curvas casi se confunden, lo que indica que la fecundidad tiende a desplazarse hacia este grupo.
- e) En el grupo de 35 a 39 años el número de nacimientos es menor que en el anterior, la pendiente media de la curva es sensiblemente la de una línea horizontal, lo que indica un índice de fecundidad decreciente.
- f) Finalmente en el grupo de madres con más de 40 años, se observa un número de nacimientos muy bajo, comparables con los de 15 años, lo cual indica un índice de fecundidad muy bajo.

3. Indíces de fecundidad

Por falta de datos solamente se calcularon los índices de fecundidad para los años de 1950 y de 1960 observándose lo siguiente:

- a) Los índices de fecundidad de 1960 con relación a los de 1950 son mayores - excepto en el grupo de madres con más de 40 años.
- b) La máxima tasa de fecundidad (280 nacimientos por cada 1000 mujeres), corresponde en 1960 al grupo de madres de 25 a 30 años. El aumento con respecto a 1950 fué en este grupo del 69 por ciento.

- c) La tasa media de 150, valor relativamente alto en comparación con las de otros países

4. Masculinidad

Siempre se ha registrado un número mayor de nacimientos de sexo masculino que de femenino; en el período de 1930 a 1961 como promedio general, puede decirse que nacieron 104 varones por cada 100 mujeres. En 1945 se tuvo el máximo índice de masculinidad con 113 y en 1960 y 1961 el mínimo con 101. Sin embargo, en los censos se registra un mayor número del sexo femenino desde los primeros grupos de edades, lo que significa una alta mortalidad infantil para el sexo masculino.

5. Defunciones

- a) En el lapso de 1922 a 1962 se observa en general una semejanza notable en las altas y bajas registradas en las gráficas de defunciones correspondientes a los sexos masculino y femenino.
- b) En el grupo de menos de un año se tienen los valores numéricos máximos; esto se debe al número elevado de nacimientos, aunados a una alta mortalidad infantil.
- c) El grupo de 1 a 4 años presenta una gráfica sumamente zigzagueante con su pendiente media aumentando de 1922 a 1940 y disminuyendo notablemente de 1940 a 1962, lo que indica una gran disminución del índice de mortalidad en ese grupo.
- d) El número más bajo de defunciones corresponde al grupo de 5 a 9 y de 10 a 14 años; la mortalidad en estos grupos debe ser insignificante.

6. Otros datos

- a) Estado civil por edades

Del censo de 1960 se observa al graficar el estado civil por edades y por sexo que se sigue cumpliendo la simetría para hombres y mujeres. A partir de los 12 años

aumentan los solteros relativamente hasta la edad de 25 años, número de casados y en

Al analizar a los 25 años son casados y estos últimos más en el por ejemplo, un 5 por 90 por ciento casados solteras, 20 por ciento

- b) Pirámide po

De las gráficas de quinquenios y decenios se ve que se debe a la tendencia de la misma.

8.1. GENERALIDAD

El grupo de 1 a 4 años presenta una gráfica sumamente zigzagueante con su pendiente media aumentando de 1922 a 1940 y disminuyendo notablemente de 1940 a 1962, lo que indica una gran disminución del índice de mortalidad en ese grupo.

comentan los solteros hasta un máximo a la edad de 20 años; después disminuyen notablemente hasta la edad de 35 años, incrementándose en cambio de 25 a 40 años el número de casados y en menor escala los viudos y divorciados.

Al analizar los datos en porcentajes, la mayoría de los habitantes a partir de 25 años son casados aumentando progresivamente el número de viudos y divorciados, - estos últimos más en las mujeres que en los hombres. Del sexo masculino a los 50 años por ejemplo, un 5 por ciento permanecen solteros, 5 por ciento viudos o divorciados y 90 por ciento casados. En las mujeres para esa misma edad, 12 por ciento permanecen solteras, 20 por ciento viudas o divorciadas y 68 por ciento casados.

b) Pirámide por edad y sexo

De las gráficas correspondientes, se observa que en las edades cerradas a quinquenios y decenios se agrupa notablemente la población. Este fenómeno es universal y se debe a la tendencia manifiesta en ambos sexos a ocultar la edad o por desconocimiento de la misma.

CAPITULO VIII

EL AGUA

8.1. GENERALIDADES

El agua, aún siendo un recurso renovable y el líquido más abundante en la naturaleza, se constituye en objeto de atesoramiento para casi todas las naciones. El afán de poseerla, almacenarla y disponer con desahogo de ella, proviene de una palpable escasez para los usos municipales.

El agua como compuesto químico H_2O , no guarda similitud alguna con la de sus componentes y las sustancias químicamente semejantes son muy distintas a ésta, -- pues la unión del H^+ y del O^{2-} debiera ser un gas con su punto de congelación a $-40^{\circ}C$.

Tiene un alto calor específico, es decir, se requieren cinco veces más calorías para incrementar un grado centígrado de temperatura a un kilogramo de agua, que para hacer lo mismo con uno de tierra seca; se enfría en la misma proporción. Esta peculiaridad, es aprovechada por la naturaleza para regular los climas en la tierra y permitir a los cuerpos vivos un cambio lento en su temperatura en relación con la del exterior. El calor latente de sublimación del hielo es de 679 calorías por gramo y el de fusión 79.7 calorías por gramo.

El agua es uno de los pocos cuerpos que se dilatan al congelarse, permitiendo así que los grandes volúmenes de hielo formados en los casquetes polares, estén en contacto directo con el aire y los rayos solares para volver al estado líquido; sin esta peculiaridad, el hielo se iría a las profundidades, acumulándose cada vez hasta formar un conjunto sólido. La densidad del hielo ordinario a 0°C es de 0.9168, mientras que la del agua a la misma temperatura es de 0.9999.

Cuando el agua es calentada a partir de 0°C va incrementando su densidad hasta un máximo de 1.0000 a los 3.94°C.

Mediante la energía solar, se evapora parte del agua contenida en los océanos, lagos, lagunas, ríos y cuerpos incluyendo a la misma tierra, esparciéndose en la atmósfera como vapor, para precipitarse después en forma de lluvia por efecto de la gravedad terrestre; este proceso natural se denomina el Ciclo Hidrológico.

8.2 • EL CICLO HIDROLOGICO

Mediante canciones infantiles, se introduce en el niño la idea fundamental del Ciclo Hidrológico; posteriormente en el primer año de primaria se le enseña ya en una forma seria y se le explica elementalmente cada una de sus fases principales; después (refiriéndose en especial al Ingeniero Civil), se le desglosa minuciosamente en ciertas materias de su carrera. Finalmente, aquél profesional que sigue cursos de posgrado en Ingeniería Sanitaria, vuelve a verlo todavía con más detalle.

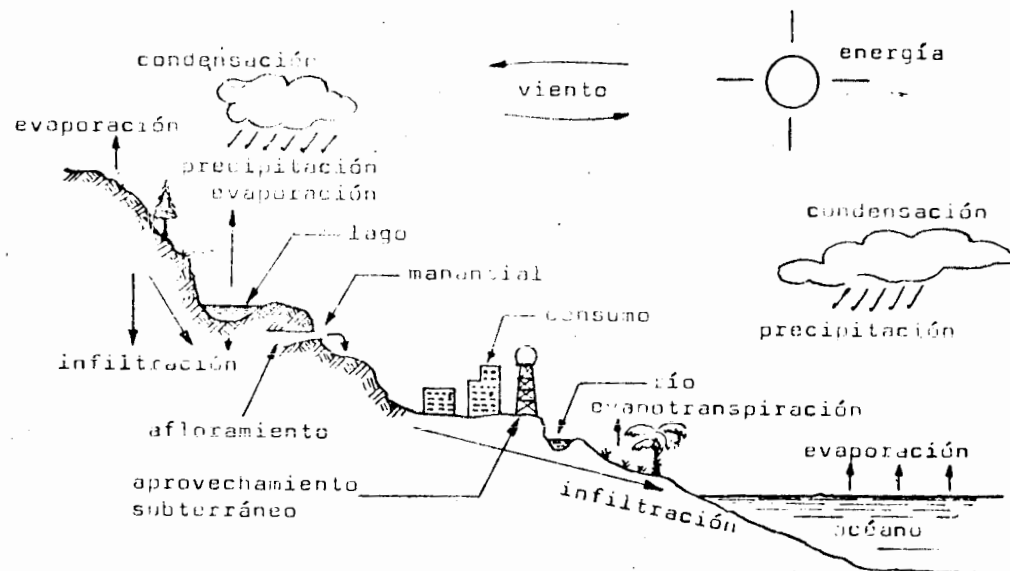
Cabe preguntar ¿Porqué tiene importancia estudiar todas y cada una de las fases de este Ciclo?

Se
mente es el
seguirá sien

Es
agua, en de
el hombre p

Se debe a que el volumen de agua (en sus tres estados) que existe, teóricamente es el mismo desde los primeros albores de nuestro planeta hasta nuestros días y seguirá siéndolo así, probablemente por muchos millones de años más.

Es mediante el Ciclo Hidrológico que se explica la constante renovación del agua, en donde se desarrolla la vida entera y el origen de las fuentes de que se sirve el hombre para su desenvolvimiento cotidiano.



Las fases principales del Ciclo Hidrológico son:

- Evaporación
- Condensación del vapor
- Precipitación pluvial
- Infiltración
- Evapotranspiración
- Escurrimientos superficiales
- Aguas subterráneas

Todo ello se lleva a cabo por la energía solar y la fuerza de gravedad terrestre.

Cuando el agua contenida en los océanos, por efecto del calor solar como fuente de energía se evapora, se forman las nubes; los vientos ayudan al transporte de éstas hacia los continentes hasta hacerlas chocar contra masas de aire frío que provocan la condensación y la precipitación pluvial. Del agua que cae (por efecto de la gravedad), una parte se evapora antes de llegar a tocar la superficie de la tierra; otra se infiltra a través de los poros del terreno pasando a constituir el agua subterránea y de allí, las toman las plantas consumiendo una parte para su evolución; no es agua que se pierde, sino que vuelve a la atmósfera por evapotranspiración o cuando la planta muere.

El resto de la lluvia escurre por la superficie libre de la tierra, formando los arroyos y los ríos que llevan el agua hasta lagos y lagunas o siguen su curso hasta su desembocadura al mar, en donde vuelve a evaporarse cerrándose el ciclo.

8.3. EVAPORACION

El paso más o menos lento del estado líquido del agua al gaseoso, se denomina evaporación; puede ocurrir directamente de los mares u otros almacenamientos de la superficie de la tierra o bien, de árboles y plantas que interceptan a la lluvia.

Los factores que más influyen en la evaporación son la temperatura (tanto del agua como del aire), la velocidad del viento, grado de humedad atmosférica, presión barométrica y calidad y tipo del agua.

8.3.1 Evaporómetros

La cantidad de agua evaporada de una superficie libre de agua, se puede conocer de muy diversas maneras. Las formas teóricas son muy difíciles de aplicar, además de necesitar de datos obtenidos con aparatos de precio elevado, resultan poco prácticas; por lo que se ha adoptado mejor el método directo que consiste en medir el agua que se pierde de un tanque expuesto en condiciones tales, que mediante coeficientes correctivos representa la evaporación real.

Existen varios tipos de estos tanques que reciben el nombre de evaporómetros.

El evaporómetro Mexicano, construido a una profundidad, en el nivel, reponiéndole

Este tipo de evaporómetro no a 0.70 para representar el coeficiente resulte de retenido en un recipiente que incrementa más la ocurrida en un día

Otros tipos de evaporómetros en superficie libre del agua, con corrección, se

Para medir la evaporación, se emplean evaporímetros de 0.90 m por lado, con

La evaporación diaria, mensual o anual

Debe tomarse la lluvia que incrementa

8.4. LLUVIA

El vapor de agua por pequeños gotitas apenas unos milímetros

Cuando la evaporación es consecutiva, se debe tener en cuenta, indicaciones

El evaporómetro oficial usado en las estaciones climatológicas de la República Mexicana, consiste en un recipiente circular de 1.22 m de diámetro y 0.25 m de profundidad, en el que por medio de un tornillo se toma diariamente la lectura de su nivel, reponiéndole el agua perdida cuando se haga necesario.

Este tipo de evaporómetro requiere un coeficiente correctivo de valor cercano a 0.70 para representar la condición de evaporación real. Es natural que el coeficiente resulte de reducción puesto que se trata de un volumen de agua pequeño, contenido en un recipiente de lámina y expuesto al exterior sin sombra ni techo alguno, que incrementa más rápidamente su temperatura, facilitándose más la evaporación que la ocurrida en un depósito natural de agua.

Otros tipos de evaporómetros van enterrados, dejando solo al descubierto la superficie libre del agua y pueden ser circulares o de sección cuadrada; los coeficientes de corrección, dependiendo de sus medidas, varían solamente de 0.80 a 0.90.

Para medir la evaporación que pudiera ocurrir en un lago u otro almacenamiento, se emplean los de tipo flotante que son tinajas de sección cuadrada de unos 0.90 m por lado, con un coeficiente correctivo de 0.80.

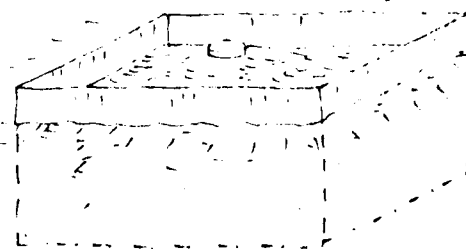
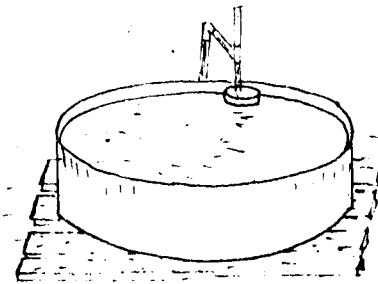
La evaporación se mide en milímetros y se puede dar a conocer su variación diaria, mensual o anual, mediante gráficas o curvas para un determinado sitio o zona.

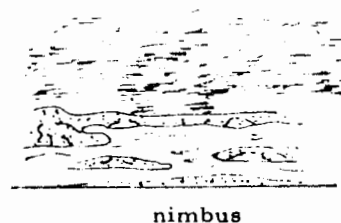
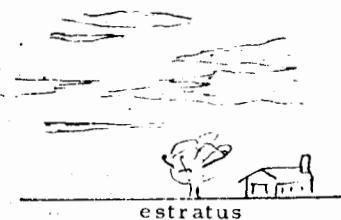
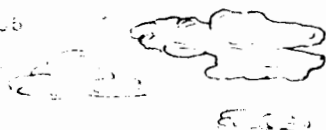
Debe tomarse en cuenta en la medición de la evaporación, que el agua de lluvia que incrementa en ocasiones el volumen del tanque evaporador.

8.4. LLUVIA

El vapor de agua en la atmósfera forma las nubes. Una nube está integrada por pequeñas gotitas de agua de 10 a 30 micras de diámetro, espaciadas unas de otras apenas unos milímetros.

Cuando ocurre la precipitación, las gotas tienen un diámetro de 0.5 a 2.0 mm; en consecuencia su volumen será de 100,000 a 1 000,000 de veces mayor que las gotas nubosas, indicando que para que ocurra la lluvia, es necesario la unión de las gotas en





estado de condensación y que cese el estado de equilibrio en que estaba la nube. Esto solo acontece, cuando la nube es atravesada por gotas de diámetro mayor o por partículas extrañas, inclusive cristales de hielo con características de polaridad electrostática diferente al de la masa estable; o también cuando se exponen a un descenso brusco de temperatura.

El color blanco de las nubes, se debe al reflejo de los rayos solares en las gotitas de agua. Se tornan grises y oscuras, cuando son más densas y los diámetros de las gotitas son mayores que las anteriores, absorbiendo gran parte de la luz solar.

Las nubes se han clasificado en cuanto a su forma, en cuatro grupos:

Cúmulus, que son nubes blancas y redondeadas; Cirrus que son nubes tenues, blancas y ramificadas como plumas; Estratus, cuando están dispuestas en capas uniformes y horizontales; Nimbus de color gris oscuro, características de lluvia.

La base plana que presentan los cúmulus, se deben a que a cierta altura llamada nivel de condensación, el vapor de la atmósfera, por la baja temperatura se condensa, iniciándose la formación de gotitas. La altura media del nivel de condensación varía de 450 a 500 m con respecto al nivel general del suelo.

Los cirrus alcanzan alturas de más de 6,000 m sobre el nivel del suelo, y están formados de cristales de nieve o de hielo.

Los estratus se presentan a muy diversas alturas; la niebla no es más que un estrato bajo.

Los nimbus ocupan las zonas más bajas de la atmósfera.

Para la completa clasificación de las nubes, se toman en cuenta las distintas combinaciones entre los grupos antes enunciados.

Cabe hacer notar, que la cantidad de agua precipitada es de 10 a 20 veces mayor que la contenida en la nube, lo que indica que esta se restaura continuamente con el vapor de agua atmosférico sin incluir al propio de la nube, pues las gotitas de agua

necesitan estar en

En cuanto a

1. Conver
2. Crogre
3. Ciclón
4. De fre

8.4.1 Lluvia Co

Se caracte
se forma la nube.
del viento, perm
posterior precipit

Se presen
peche; en la Mes

8.4.2 Lluvia O

Son las p
desde el mar a la
de por la altura

En la Reg
sistema montaño

8.4.3 Lluvia C

Es la ori
por ascensos h
translación tr

necesitan estar rodeadas de una atmósfera saturada.

En cuanto a las lluvias, se distinguen las cuatro clases siguientes:

1. Convectiva
2. Orográfica o de relieve
3. Ciclónica
4. De frentes polares y tropicales.

8.4.1 Lluvia Conectiva

Se caracteriza por ocurrir la precipitación casi en el mismo sitio en el que se forma la nube. Ocurre este tipo de lluvia en zonas de poca corriente horizontal del viento, permitiéndose solamente el ascenso del vapor hasta su condensación y su posterior precipitación por cambio de temperatura.

Se presentan lluvias convectivas en las costas de Veracruz, Tabasco y Campeche; en la Mesa Central solamente en épocas de lluvia con días de gran insolación.

8.4.2 Lluvia Orográfica o de Relieve


Son las precipitaciones que ocurren de las nubes transportadas por el viento desde el mar a los valles, hasta hacerlas chocar con las laderas montañosas, en donde por la altura se encuentran con bajas temperaturas.


En la República Mexicana, estas precipitaciones se presentan a lo largo del sistema montañoso.


8.4.3 Lluvia Ciclónica


Es la originada por las bajas presiones y cambios de temperatura, provocados por ascensos bruscos de masas de aire caliente saturado de vapor, combinado con la translación terrestre. Este tipo de lluvia es provocado por los ciclones.


SIMBOLOS DE NUBES

 cumulus

 stratocumulus


 stratus


 cumulonimbus


 nimbostratus

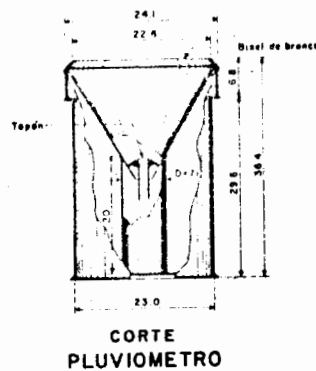
 altostratus

 altocumulus

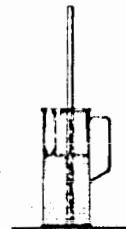
 cirrus

 cirrostratus

 cirrocumulus



Embudo Receptor quitado

**PLUVIOMETRO
(CORTE)****VASO MEDIDOR**

Los ciclones que afectan a la República Mexicana son los originados en el Caribe y en el Pacífico.

8.4.4 Lluvia de Frentes Polares y Tropicales

Es la ocasionada por los choques de masas de aire con distintas temperaturas. - El aire frío proveniente principalmente del norte, choca con el aire húmedo y caliente del sur obligándolo a elevarse y cuando a cierta altura encuentra la temperatura adecuada ocurre la condensación del vapor y posteriormente la precipitación en forma de lluvia, granizo o nieve.

8.4.5 Pluviómetros y pluviógrafos

La cantidad de agua que cae en forma de lluvia en una zona determinada, se puede conocer mediante el uso de los pluviómetros.

Existen diversos tipos de pluviómetros pero todos ellos constan de un embudo y de un recipiente que almacena el agua captada por él. Se lleva un registro de las lecturas diarias, que se hacen introduciendo una regla, graduada en tal forma que indica las alturas de lluvia en milímetros.

Para facilitar y tener mayor apreciación en las lecturas, es conveniente que el área del embudo sea 10 veces mayor que el área del receptáculo, para que la altura de agua captada esté ampliada también 10 veces y así, usando una escala en centímetros, se podrá leer hasta el décimo de milímetro.

Del pluviómetro se obtiene la precipitación de la lluvia únicamente entre las lecturas diarias. Para tener lecturas en cualquier momento, se emplean los pluviógrafos y es así precisamente, como interesa conocerla al Ingeniero Sanitario.

En principio, los pluviógrafos son simples pluviómetros con sistema automático de registro. Existen tres tipos principales de pluviógrafos según el modo de operar:

1. De balanza o pesada
2. Basculante
3. De flotador.

1. Pluviógrafos de balanza

Llevan un resaca de peso del agua que va re una aguja que traza una ría, que lo hace girar tiempo y el personal de

El tipo de gráf de la intensidad, o sea

En caso de que damente mediante un sí de en la gráfica y por el tomarlos en cuenta.

2. Pluviógrafos basculante

Constan de un sobre su eje de unión y do.

La operación se por la forma de colocaci vende el peso del recipie receptáculo en el tipo eléc tricos, que hacen saltar

En el tipo de

en el Cari

aturas. -
caliente
ura adecua
a de llu-

ada, se -

mbudo y-
ro de las
que in-

te que el
altura -
centíme-

ntre las-
uviógra-

omático-
erar:

1. Pluviógrafos de balanza o pesado

Llevan un resorte debajo del receptáculo que es sensible al incremento en peso del agua que va recibiendo; este movimiento vertical, es registrado mediante una aguja que traza una gráfica en un tambor montado sobre un mecanismo de relojería, que lo hace girar una vuelta en un día, una vuelta cada semana, etc., según el tiempo y el personal de que disponga para su control y vigilancia.

El tipo de gráfica resultante es descendente y la pendiente será un reflejo de la intensidad, o sea la cantidad de lluvia caída en un determinado tiempo.

En caso de que el aguacero llegue a llenar el recipiente, éste se vacía rápidamente mediante un sifón; esta operación se registra con una línea vertical ascendente en la gráfica y por ella se puede saber cuantos milímetros se deben acumular, para tomarlos en cuenta.

2. Pluviógrafos basculantes

Constan de un par de pequeños receptáculos de sección triangular que giran sobre su eje de unión y que se alternan para recibir el agua recolectada por el embudo.

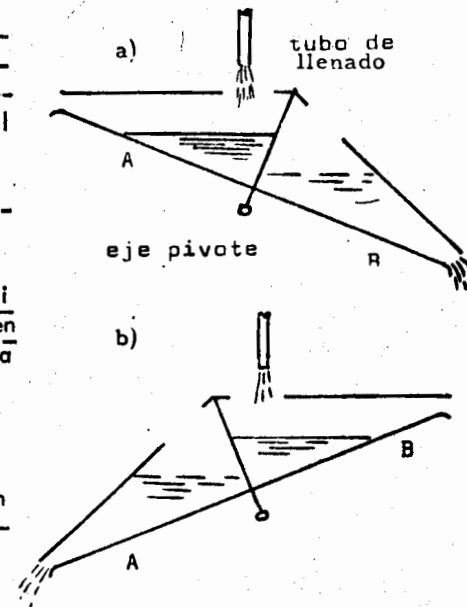
La operación se lleva a cabo cuando uno de los recipientes al irse llenando por la forma de colocación en que se halla, cambia su centro de gravedad hasta que vence el peso del recipiente vacío, iniciándose la misma operación con el otro receptáculo en el tipo eléctrico, se aprovecha el balanceo para cerrar circuitos eléctricos, que hacen saltar la aguja registradora, dando por resultado una gráfica escalonada.

En el tipo mecánico, se vacía el agua a recipientes que registran la cantidad acumulada.

En forma automática, cuando la aguja llega a su límite superior, se regresa para iniciar su cometido sobre el tambor giratorio.

3. Pluviógrafos de flotador

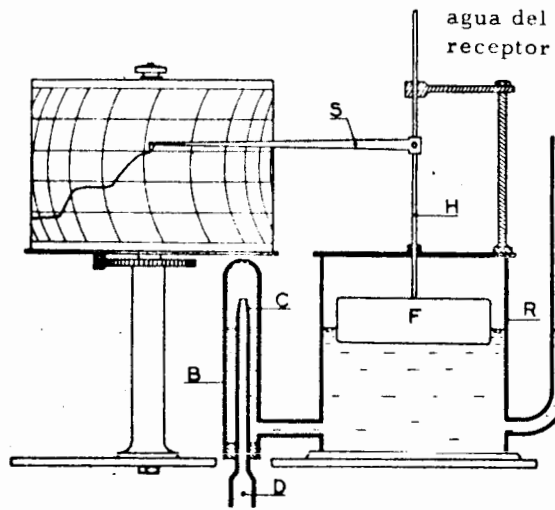
Son los más comunes, registran el movimiento ascendente de un flotador --



PRINCIPIO DE LOS PLUVIOGRAFOS BASCULANTES

a) { Llenándose A
Vaciándose B

b) { Llenándose B
Vaciándose A



PLUVIOGRAFO DE
SIFON

- R - recipiente
F - flotador
H - barra transmisora
S - brazo con aguja
B C - sifón
D - salida

colocado en el tanque receptor.

Cuentan también con un sifón para vaciado cuando lleguen a su máximo y permitir así su continuidad en el registro.

8.4.6 Requisitos para el buen uso de los pluviógrafos

Para obtener lecturas confiables de los pluviógrafos o de los pluviómetros se deben tomar en cuenta ciertos requisitos en su instalación, tales como los siguientes:

- Que no queden cerca de paredes u otros objetos que formen corrientes de aire y modifiquen la cantidad de lluvia sobre el aparato. Para evitar esto, se requiere que estén por lo menos 15 m alejados de cualquier obstáculo.
- Colocarlos a una distancia mínima de 0.75 m del suelo, para evitar que por rebote o por corrientes de aire, la lluvia que ya pasó fuera del cono se registre como nueva.

8.4.7 Isoyetas

Con los datos pluviométricos se forman las cartas en donde por medio de curvas se unen los puntos de igual precipitación; estas curvas reciben el nombre de isoyetas.

8.5. ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL

Una parte del agua de lluvia se evapora, otra se infiltra y el resto, excluyendo la usada por las plantas, escurre formando arroyos y ríos.

El escurrimiento está íntimamente relacionado con la intensidad y frecuencia de las lluvias, con el tipo geológico de suelo, con la temperatura y evaporación, con la topografía y área de la cuenca, el tipo de cultivo y uso de la tierra y los consumo que se hagan del agua.

8.5.1 Aforos

La forma de conocer la cantidad de agua que escurre, es mediante los aforos. Estos pueden hacerse en secciones claves en los cauces de los ríos, en donde se instalan

estaciones de diversos tipos.

Cuando no se afora una corriente, se toman los caudales para aforar.

Otra forma de aforar es también el método de aforar y determinar aguas abajo con el gasto.

También se pueden aforar en una sección definida para determinar varios datos del sitio.

Cuando no se afora una corriente, se pueden aforar la cantidad de agua de lluvia.

Estos coeficientes de escurrimiento. En terrenos arcillosos y poca pendiente $R = 0$.

En cuanto al alcantarillado.

8.6 EVAPOTRANSPIRACION

La evapotranspiración de las plantas.

La transpiración de las plantas y la evaporación del agua.

estaciones de diversos tipos según la magnitud de la corriente.

Cuando no se cuente con una estación, una de las maneras más sencillas de aforar una corriente, es usando vertedores y orificios de la magnitud que lo requieran los caudales para aforar.

Otra forma de aforar es utilizando medidores de tipo Parshall o Venturi. Existe también el método químico que consiste en verter una sustancia fácilmente soluble y determinar aguas abajo, la concentración de este soluto en el agua, para relacionarlo con el gasto.

También se pueden aforar las corrientes determinando la velocidad del agua en una sección definida, pudiéndose instalar una escala de gastos cuando se tengan varios datos del sitio.

Cuando no sea posible medir directamente el escurrimiento, caso bastante frecuente, se pueden aplicar fórmulas o coeficientes empíricos, en relación con la cantidad de agua de lluvia, forma y dimensiones de la cuenca de captación, etc.

Estos coeficientes son muy sencillos de aplicar y afectan a los volúmenes llovidos. En terrenos repetados y erosionados el valor de este coeficiente es $R = 0,90$; en terrenos arcillosos y con declives escarpados $R = 0,75$; terrenos permeables y con poca pendiente $R = 0,30$. En general R varía alrededor de 0.50.

En cuanto a las fórmulas y otros coeficientes, se tratarán en los temas de alcantarillado.

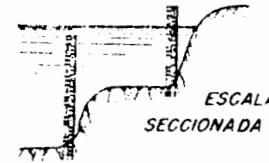
8.6 EVAPOTRANSPIRACION

La evapotranspiración es el conjunto de la evaporación del suelo y de la transpiración de las plantas que pasa a la atmósfera.

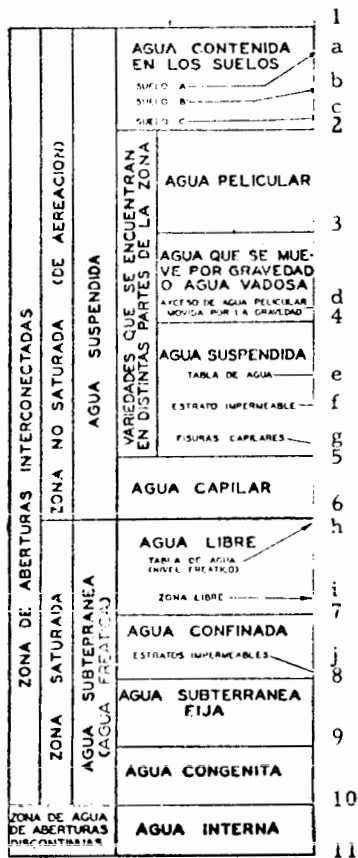
La transpiración de las plantas está regida por los factores fisiológicos propios, la radiación calorífica solar, las condiciones atmosféricas, tipo geológico del suelo y constitución química del mismo.



ESCALA VERTICAL



ESCALA SECCIONADA



8.6.1 Evapotranspirómetros

Se puede medir la evapotranspiración directamente con los evapotranspirómetros. Estos aparatos son tanques que contienen suelo y una determinada clase o conjunto de cultivos, acompañados de tuberías y aditamentos necesarios para conocer el agua que se aplica como riego para el crecimiento de la planta y la cantidad que se infiltra; por simple diferencia de los volúmenes medidos de entrada y salida al tanque, se conoce la evapotranspiración. En los evapotranspirómetros debe tomarse en cuenta la cantidad de agua aportada por las lluvias.

8.7 INFILTRACION

La infiltración es el paso del agua superficial hacia el interior del suelo, en un descenso vertical.

Por la infiltración y el flujo del agua o sea el recorrido horizontal, se alimentan los distintos acuíferos subterráneos.

Se puede conocer el volumen medio anual del agua infiltrada, aunque sea en una forma aproximada, mediante la precipitación pluvial y los coeficientes de infiltración; éstos dependen de la naturaleza geológica de los suelos.

En una forma burda y como promedio, se puede considerar que del agua pluvial, se infiltra el 40 por ciento; en particular:

Terrenos constituídos principalmente por

Basaltos	0.50
Arenas volcánicas	0.24
Andesitas	0.15
Arcillas	0.01

Cuando se desea incrementar la capacidad de los mantos por medio de la infiltración, ésta se puede hacer artificialmente, inyectando agua a pozos que trabajan precisamente al contrario de la forma normal, y que se denominan de absorción.

Este tipo de riego se realiza en ocasiones a los pozos.

Es de recomendación el uso de pozos de absorción para evitar la contaminación del agua.

8.8 AGUAS SUBTERRANEA

El agua subterránea es la parte del agua que se encuentra debajo de la superficie del terreno; las aguas subterráneas profundas se denominan acuíferos. Las aguas subterráneas se estudian en otras partes de este libro.

Se puede clasificar a las aguas subterráneas en libres y confinadas.

El agua subterránea libre es la que se encuentra en la superficie superior del terreno y que se infiltra directamente.

La agua subterránea confinada es la que se encuentra en las capas impermeables y que por lo tanto no puede salir a la superficie.

Se distinguen dos tipos de aguas subterráneas: las aguas subterráneas libres y las aguas subterráneas confinadas.

Este artificio se lleva a cabo en zonas sobreexplotadas, en las que casi se llega o en ocasiones sobrepasa, al volumen medio anual económicamente aprovechable o sea el que proviene de la recarga natural equilibrada con la extracción.

Es de recomendarse que se emplee en la recarga artificial, aguas de escurrimiento superficiales previamente sedimentadas, para evitar que se baje la eficiencia de los pozos de absorción por taponamiento de los poros por una parte y por otra, impedir la contaminación de los mantos subterráneos que son en general de buena calidad.

8.8 AGUAS SUBTERRANEAS

El agua de lluvia o superficial que se infiltra en el terreno, pasa a formar parte del agua subterránea. El agua infiltrada puede saturar o no las distintas capas del terreno; las que interesan dentro de la Ingeniería Sanitaria, son las que a determinada profundidad se hallan saturando los estratos; estas se denominan aguas subterráneas. Las que se encuentran en un nivel superior sin llegar a saturar al suelo, se estudian en otras ramas y se denominan suspendidas.

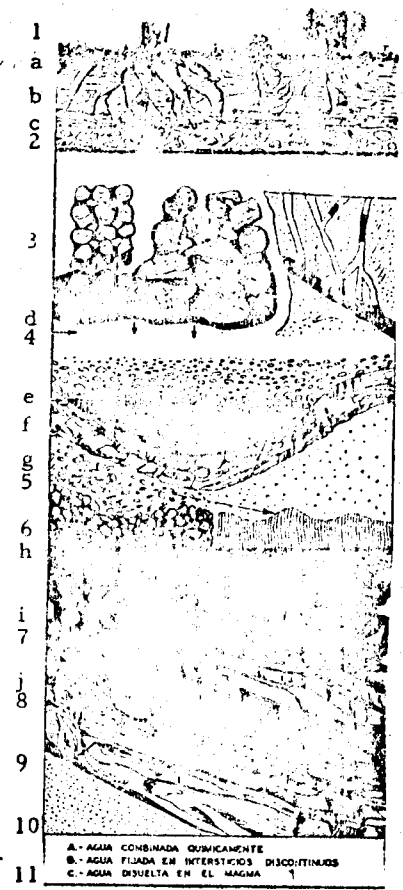
Se pueden distinguir principalmente dos tipos de agua subterránea: la freática y la confinada.

El agua freática es la que se halla saturando las capas geológicas más superficiales; su característica es la de poseer presión igual a la atmosférica. El límite superior de saturación tiende en general y muy burdamente, a seguir la forma de la superficie del terreno que la contiene y que es la alimentadora de este manto por infiltración directa.

La confinada, es aquella que se halla debajo de una capa geológica impermeable y que por lo general posee presión más alta que la atmosférica.

Se distinguen dentro de las aguas subterráneas las renovables y las no renovables. Las primeras son las procedentes de la recarga a los acuíferos ya sea ésta natural o artificial; la segunda es la que en caso de su explotación, no pueden los acuíferos reponerse ni natural ni artificialmente.

El agua que puede extraerse permanentemente de los acuíferos en forma equilibrada y económica, ya sea en los manantiales o por medio de pozos profundos y ga-



A.- AGUA CONFINADA QUÍMICAMENTE
B.- AGUA FIJADA EN INTERSTICIOS DISCONTINUOS
C.- AGUA DISUELTA EN EL MAGMA

inspiróme-
e o con--
nocer el
d que se
al tanque,
en cuenta

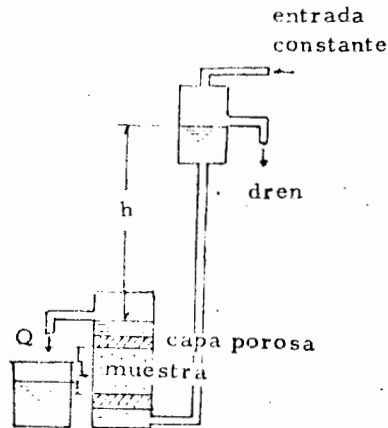
velo, en -

se alimen-

que sea en -
de infil-

agua pluvial,

de la infil-
trabajan --
ración.



PERMEAMETRO DE
CARGA CONSTANTE

terías filtrantes, se dice que es "agua económicamente explotable". El volumen de extracción en tal caso puede ser variable, pero en un determinado período, no deberá excederse del volumen renovable.

8.8.1 Flujo del agua subterránea

Los estudios sobre el flujo del agua subterránea, están íntimamente ligados con la permeabilidad de los suelos que se basan en la ley de Darcy, que estableció experimentalmente en 1856:

$$Q = CA \frac{(h_1 - h_2)}{L}$$

o sea que el gasto (Q) que escurre a través de un filtro, es proporcional al área de la superficie normal al escurrimiento (A) y a la diferencia entre las cargas de fluidos en las caras de entrada y salida ($h_1 - h_2$) e inversamente proporcional al espesor (L) del lecho filtrante. C es un coeficiente.

Esta ley es válida si la velocidad de escurrimiento es pequeña, de manera que se tenga un flujo laminar. Varios experimentos han demostrado que siempre se cumple dicha ley si el número de Reynolds (R) es menor que la unidad, siendo:

$$R = \frac{d v \gamma'}{\mu}$$

d = longitud de los granos de la arena o diámetro de los poros (cm)

v = velocidad macroscópica del fluido (cm/seg)

γ' = densidad del fluido (gr/cm^3)

μ = viscosidad del fluido (centipoise 10^{-2} gr x cm x seg)

Raras veces se tienen velocidades altas de escurrimiento; en terrenos formados por arenas gruesas y gravas, se llegan a observar velocidades del orden de 10 cm/seg; sin embargo, el que no se cumpla $R < 1$ no quiere decir que se invalide la ley de Darcy, ya que todavía no se define el paso de un régimen laminar a uno turbulento en los medios porosos; se acepta que se cumple si R está comprendida entre los mínimos 1:

De lo

v =

o bien

v =

en donde

C =

siendo K el c
de de la poro

Se c
mensional:

i =

y en ese caso

Q :

adquiere valo

i =

Es :

El volumen de -
todo, no debe -

ente ligados cor-
estableció experi-

al al área de la-
s de flúidos en-
espesor (L) del -

, de manera que
empre se cumple
:

s (cm)

errenos formados
n de 10 cm/seg
de la ley de Darcy
urbulento en los
os mínimos 1 a

De la ecuación de Darcy, y tomando en cuenta que $C = Av$, se tiene:

$$v = C \frac{(h_1 - h_2)}{L}$$

o bien

$$v = c i_p \text{ y finalmente } Q = CA \cdot i_p$$

en donde

$$C = \frac{k}{\mu} \quad \text{e} \quad i_p = \frac{dp}{dx}$$

siendo k el coeficiente de impermeabilidad con unidades de superficie y que dependen de la porosidad del medio; i_p el gradiente de presiones.

Se acostumbra trabajar mejor con el gradiente hidráulico (i) que es adimensional:

$$i = \frac{dy}{dx}$$

y en ese caso la nueva constante de la fórmula

$$Q = K A i$$

adquiere valores que son proporcionales en y' con los originales, ya que

$$i = \frac{i_p}{\gamma'$$

En páginas siguientes, se dan la variación de los coeficientes de permeabilidad según Arthur Casagrande para diferentes clases de suelo y las velocidades de flujo del agua subterránea según Slichter y según Hazen para un mismo diámetro efectivo de la arena en el filtro de prueba.

velocidades de flujo 75
del agua subterránea.

Diámetro efectivo de la arena en mm	m/día Hazen.
0.01	0.10
0.02	0.40
0.03	0.90
0.04	1.60
0.05	2.50
0.06	3.60
0.07	4.90
0.08	6.40
0.09	8.10
0.10	10.00
0.12	14.40
0.14	19.60
0.16	25.60
0.18	32.40
0.20	40.00
0.25	62.50
0.30	90.00
0.35	122.50
0.40	160.00
0.45	202.50
0.50	250.00
0.55	302.50
0.60	360.00
0.65	422.50
0.70	490.00
0.75	562.50
0.80	640.00
0.85	722.50
0.90	810.00
0.95	902.50
1.00	1000.00
2.00	4000.00
3.00	9000.00
4.00	16000.00
5.00	25000.00

velocidades de flujo del agua subterránea

Diámetro efectivo de la arena en mm	m/día Slichter
0.01	0.05
0.02	0.20
0.03	0.45
0.04	0.50
0.05	1.25
0.06	1.50
0.07	2.45
0.08	3.20
0.09	4.00
0.10	5.00
0.12	7.15
0.14	9.75
0.15	11.20
0.16	12.75
0.18	16.10
0.20	19.95
0.25	31.10
0.30	44.60
0.35	60.95
0.40	79.55
0.45	100.50
0.50	124.35
0.55	154.55
0.60	179.20
0.65	210.30
0.70	243.65
0.75	280.10
0.80	310.00
0.85	359.65
0.90	403.55
0.95	448.00
1.00	497.00
2.00	1990.00
3.00	4360.00
4.00	7970.00
5.00	12440.00

VALORES DEL COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD PARA --
DIFERENTES CLASES DE SUELOS SEGUN A. CASAGRANDE

MATERIAL	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD cm/seg por unidad de gradiente hidráulico
Grava limpia	10^2
	10
	1
Arena limpia	10^{-1}
Mezcla de arena y grava	10^{-2}
	10^{-3}
Arena muy fina; Sedimentos	10^{-4}
Mezcla de arena, sedimentos y arcilla;	10^{-5}
arcilla estratificada	10^{-6}
	10^{-7}
Arcillas Impermeables	10^{-8}
	10^{-9}

Para conocer la velocidad del agua en mantos poco profundos, se puede emplear el método directo de Slichter, que consiste en medir el tiempo que transcurre en recorrer el agua una longitud conocida, al detectarse eléctricamente el cierre del circuito provocado por la adición de sales que aumentan la conductividad eléctrica del agua.

8.8.2 Manantiales

Los manantiales son las aguas subterráneas que afloran a la superficie en

forma natural y en
de flujo.

Los disti
sobre o entre ellas;
terreno cortado por
nuevamente.

Sobre e
ben considerarse e
diversos recursos h
clasificarlas como

Para es
tinta Comisión. Hi
nanciales como ag

Las ag
plear como fuente
por donde atravie
libres de turbiedad
ser grandemente c
reza, salinidad,

Se car
monantiales:

1. Cuando
Filtran
 2. Cuando
Tubos
 3. Cuando
suras e
Filtran
- Los man

forma natural y como tales, tienen su origen en la infiltración del agua superficial o de lluvia.

Los distintos estratos permeables del terreno, contienen el agua que escurre sobre o entre ellos; si en este fluir del agua subterránea, la topografía o accidente del terreno cortan a un manto saturado, se deja la salida libre del agua hacia la superficie nuevamente.

Sobre el agua de los manantiales, se ha discutido mucho para definir si deben considerarse como superficiales o como subterráneas al efectuar un balance de los diversos recursos hidráulicos. Como son aguas que inmediatamente escurren, se antoja clasificarlas como superficiales; pero dado su origen, son subterráneas.

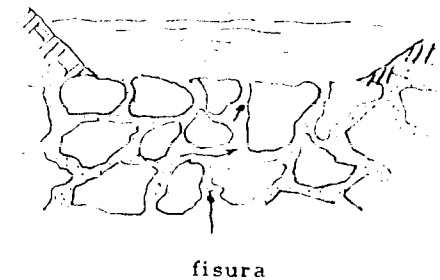
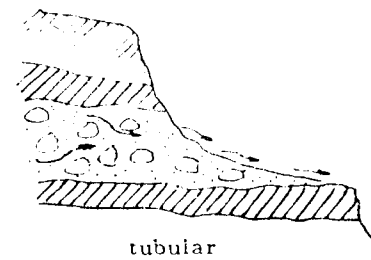
Para evitar confusiones, se adopta la opinión que al respecto expresa la extinta Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México, que clasifica a los manantiales como aguas subterráneas.

Las aguas de manantiales son en general, de buena calidad para poderse emplear como fuente de abastecimiento público. Los mantos de arena, grava y terrenos por donde atraviesa el agua, le sirven de filtro natural de alta eficiencia, dejándolas libres de turbiedad y de bacterias patógenas; sin embargo, el contenido químico puede ser grandemente alterado según la naturaleza de los suelos que cruza, adquiriendo dureza, salinidad, etc.

Se conocen tres condiciones generales de los estratos terrestres que producen manantiales:

1. Cuando una capa saturada del suelo es cortada y expuesta al exterior ;
Filtración
2. Cuando un terreno saturado, rocoso y poroso es expuesto al exterior ;
Tubular
3. Cuando un estrato rocoso que reposa sobre un terreno saturado, contiene fisuras o grietas que dejan escapar el agua al exterior ;
Fisura

Los manantiales pueden ser de gravedad o artesianos según que provengan de



NDE
EABE-
radiante

profundos, se puede -
empo que transcurre -
mente el cierre del -
ctividad eléctrica del
n a la superficie en -

aguas sin o con presión. Los primeros se ven seriamente afectados por las lluvias, disminuyendo o aumentando su caudal en épocas de secas; los segundos son más constantes y no presentan grandes cambios estacionales.

CAPITULO IX

AGUA POTABLE Y DESINFECCION

9.1 AGUA POTABLE

Del latín potabilis, que se puede beber.

El agua potable es aquella que satisface las normas de calidad impuestas por el "Reglamento sobre Obras de Provisión de Agua Potable" de la Secretaría de Salubridad y Asistencia y que se emplea para los usos municipal y pecuario.

Por la importancia que tiene, se transcribe el reglamento antes mencionado publicado en el Diario Oficial del 2 de julio de 1953 y que continúa en vigencia.

9.2. REGLAMENTO FEDERAL SOBRE OBRAS DE PROVISION DE AGUA POTABLE

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos - Presidencia de la República.

ADOLFO RUIZ CORTINES, Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, a sus habitantes, sabed:

Que en uso de las facultades que al Ejecutivo de mi cargo concede la fracción I del artículo 89 Constitucional, a propuesta del Consejo de Salubridad General y con fundamento en los artículos 153, fracción III y 324 del Código Sanitario de los Estados Unidos Mexicanos, he tenido a bien expedir el siguiente

REGLAMENTO FEDERAL SOBRE OBRAS DE PROVISION DE AGUA POTABLE

ARTICULO 1o. Quedan sujetas a este Reglamento todas las aguas que se destinan a servicios públicos y domésticos, sean de propiedad nacional o particular.

ARTICULO
de calidad por
la operación de l

Se entien

I. Plane
vos, los diversos
agua potable y a

II. Estu
cos, hidrológico
en detalle las co

III. Proy
nes hidráulicas,
condiciones mec
sorios y los plant

IV. Cor
cio de agua pota

V. Ope
ampliar y mejora

Las Secri
mún acuerdo, fij
de obras a que se
operación.

ARTICULO
estara sujeta a lo
señalados en la f

ARTICULO
realice la Federa
municipal y a la

ARTICULO 2o. Conforme a la Ley Federal de Ingeniería Sanitaria vigente, -
son de utilidad pública la planeación, el estudio, la proyección, la construcción y -
la operación de las obras de provisión de agua potable.

Se entiende por:

I. Planeación: los trabajos necesarios para establecer, con fines comparati-
vos, las diversas soluciones técnicas posibles para realizar una obra de provisión de -
agua potable y armonizarla con las ya existentes, en su caso.

II. Estudio: los trabajos de investigación sanitaria, topográficos, geoquími-
cos, hidrológicos, estadísticos, de catastro y de financiamiento necesarios para fijar
en detalle las condiciones de las obras y permitir su proyección.

III. Proyección: los trabajos de gabinete necesarios para fijar las condicio-
nes hidráulicas, de trazo, de dimensiones y de resistencia de las obras, así como las
condiciones mecánicas y químicas que deban llenar los equipos de bombeo y sus acce-
sorios y las plantas potabilizadoras y sus anexos.

IV. Construcción: los trabajos materiales necesarios para establecer el servi-
cio de agua potable conforme a un proyecto aprobado.

V. Operación: las labores necesarias para administrar, conservar, reparar, -
ampliar y mejorar el servicio.

Las Secretarías de Salubridad y Asistencia y de Recursos Hidráulicos, de co-
mún acuerdo, fijarán en un instructivo los requisitos que deberán reunir los proyectos
de obras a que se refiere este Reglamento, tanto para su construcción, como para su
operación.

ARTICULO 3o. La construcción de toda obra de provisión de agua potable -
estará sujeta a la previa aprobación de un proyecto que comprenda todos los aspectos
señalados en la fracción III del artículo anterior.

ARTICULO 4o. Los proyectos de las obras de provisión de agua potable que -
realice la Federación con sus fondos o en las que intervenga garantía federal, así co-
mo las que pretendan ejecutar las autoridades locales o los particulares, deberán ser-

Huivias, dis-
tás constantes

puestas por el
de Salubridad

encionado pu
gencia.

JA POTABLE

inidos Mexica

ados Unidos Me

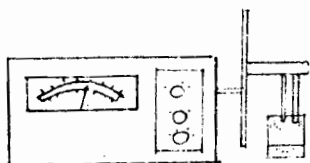
de la fracción
General y con
de los Estados

SUA

as que se desti
ficular.

sometidos a la consideración y aprobación, desde el punto de vista sanitario, de la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

ARTICULO 5o. Los proyectos de las obras de provisión de agua potable que pretendan ejecutar las autoridades locales o los particulares, deberán ser sometidos a la consideración y aprobación de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, en cuanto a sus condiciones constructivas e hidráulicas.



ARTICULO 6o. Las obras de abastecimiento de agua potable se efectuarán preferentemente en los centros de población que, de común acuerdo, fijen la Secretaría de Salubridad y Asistencia y la dependencia, autoridad o particular que proyecte construirla, vistos los problemas que, para el caso, requieren atención inmediata.

ARTICULO 7o. Se considera agua potable toda aquella cuya ingestión no cause efectos nocivos a la salud, para lo cual deberá llenar los requisitos siguientes:

I. Caracteres físicos: de preferencia, la turbiedad del agua no excederá del número 10 (diez) de la escala de sílice; y su color del número 20 (veinte) de la escala de platino-cobalto. El agua será inodora y de sabor agradable.

De no poderse cumplir con los requisitos anteriores, se admitirán aquellos caracteres físicos que sean tolerables para los usuarios, siempre que no sean resultado de condiciones objetables, desde los puntos de vista bacteriológico y químico.

II. Caracteres químicos: un pH de 6.0 a 8.0 para aguas naturales no tratadas.

Para aguas tratadas o sometidas a un proceso químico, se aplicarán las normas especiales de las fracciones IV.

Un contenido, expresado en miligramos por litro o las comúnmente denominadas "partes por millón", de los elementos, iones y sustancias que a continuación se expresan:

Nitrógeno (N) amoniacal hasta	0.50
Nitrógeno (N) proteico hasta	0.10
Nitrógeno (N) de nitritos (con análisis bacteriológico aceptable) hasta	0.05

Nitrógeno
Oxígeno
Oxígeno
Sulfato
Alcalin
Dureza
CaCO₃
Cloruro
Sulfato
Magnesio
Zinc
Cobre
Fluoruro
Fierro
Plomo
Arsénico
Selenio
Cromo
Cadmio
Cloro
Cloro
ní más

III. C
procedentes de

Se con
ción bacterioló

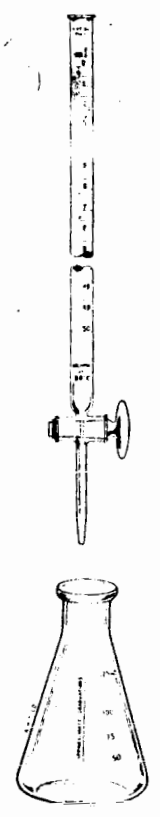
a) Me
muestra de fito
no a los
p...

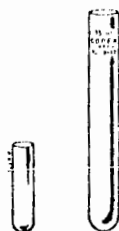
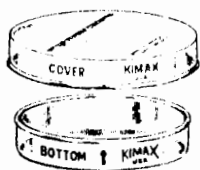
Nitrógeno (N) de nitratos hasta	5.00
Oxígeno (O), consumido en medio ácido hasta	3.00
Oxígeno (O) consumido en medio alcalino, hasta	3.00
Sólidos totales, de preferencia, hasta 500, pero tolerándose hasta	1000
Alcalinidad total, expresado en CaCO ₃ , hasta	400
Dureza total, expresada en CaCO ₃ hasta	300
Dureza permanente o de no carbonatos, expresada en CaCO ₃ , en aguas naturales, de preferencia, hasta	150
Cloruros expresados en Cl, hasta	250
Sulfatos, expresados en SO ₄ hasta	250
Magnesio, expresado en Mg., hasta	125
Zinc, expresado en Zn, hasta	15.00
Cobre, expresado en Cu, hasta	3.00
Fluoruros, expresados en F, hasta	1.50
Hierro y Manganeso, expresados en Fe y Mn, hasta	0.30
Plomo, expresado en Pb, hasta	0.10
Arsénico, expresado en As, hasta	0.05
Selenio, expresado en Se, hasta	0.05
Cromo, hexavalente, expresado en Cr, hasta	0.05
Compuestos fenólicos, expresados en fenol, hasta	0.001
Cloro libre, en aguas cloradas, no menos de	0.20
Cloro libre en aguas sobrecloradas, no menos de 0.20 ni más de	1.00

III. Caracteres bacteriológicos: El agua estará libre de gérmenes patógenos procedentes de contaminación fecal humana.

Se considerará que una agua está libre de esos gérmenes cuando la investigación bacteriológica dé resultado final:

- a) Menos de veinte (20) organismos de los grupos coli y coliforme por litro de muestra definiéndose como organismos de los grupos coli y coliforme todos los bacilos no esporógenos, Gram negativos, que fermenten el caldo lactosado con formación de gas.
- b) Menos de doscientas (200) colonias bacterianas por centímetro cúbico de-





muestra, en la placa de agar incubada a 37°C por 24 horas.

c) Ausencia de colonias bacterianas filamentosas, cromógenas o fétidas, en la siembra de un centímetro cúbico de muestra en gelatina incubada a 20 grados por 48 horas.

En los abastecimientos de agua potable el número mínimo de pruebas bacteriológicas completas o confirmatorias que se verifiquen mensualmente, de muestreos en el sistema de distribución (con exclusión de todas aquellas que se originen de muestreos en las captaciones o en las plantas potabilizadoras para propósitos de vigilancia), será el siguiente:

Número de habitantes servidos	Número mínimo mensual de pruebas bacteriológicas
2,500 o menos	1 (uno)
10,000	7 (siete)
25,000	25 (veinticinco)
100,000	100 (cien)
1,000,000	300 (trescientos)
2,000,000	390 (trescientos noventa)
3,000,000	450 (cuatrocientos cincuenta)

Para las poblaciones con número intermedio de habitantes se requerirá el número de pruebas resultantes de la interpolación lineal entre los datos que estén más cercanos en la anterior escala.

IV. Las aguas tratadas químicamente para clarificación o ablandamiento, satisfarán los tres requisitos siguientes:

a) La alcalinidad o la fenolftaleína calculada como CaCO₃ será menor de 15 partes por millón, más 0.4 veces la alcalinidad total, con un pH inferior a 10.6.

b) La alcalinidad de carbonatos normales será menor de 120 partes por millón para lo cual la alcalinidad total, en función del pH, estará limitada según la escala siguiente:

Valor del

8.0 a 9

10.5 a 11

c) La alcalinidad o partes por millón

Los métodos bacteriológicos anteriores, si que fije la Secretaría

ARTICULO 8 de provisión de agua ción.

ARTICULO 9 protección bien defir

ARTICULO 1 se fijarán en cada co aprobados, en cuanto Asistencia, y en la n similitudes.

ARTICULO 11

Valor del pH	Alcalinidad total máxima, expresada en CaCO_3
8.0 a 9.6	400
9.7	340
9.8	300
9.9	260
10.0	230
10.1	210
10.2	190
10.3	180
10.4	170
10.5 a 10.6	160

c) La alcalinidad total no excederá a la dureza total en más de 35 mg por litro o partes por millón, ambas calculadas como CaCO_3 .

Los métodos que se usen para las investigaciones físicas, químicas y bacteriológicas anteriores, serán los que sugiera la Organización Mundial de la Salud o los que fije la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

ARTICULO 8o. La Secretaría de Salubridad y Asistencia exigirá que las obras de provisión de agua en servicio garanticen la potabilidad de la misma en su distribución.

ARTICULO 9o. Toda fuente de provisión de agua potable tendrá una zona de protección bien definida.

ARTICULO 10o. La extensión y demás condiciones de las zonas de protección se fijarán en cada caso, tomando en cuenta la naturaleza de la fuente; y deberán ser aprobadas, en cuanto afecte al aspecto sanitario, por la Secretaría de Salubridad y Asistencia, y en lo que se refiera al hidrogeológico por la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

ARTICULO 11. Dentro de la zona de protección quedan prohibidas las explotaciones agrícolas, ganaderas, industriales o de cualquiera índole que puedan ser cau



sas de modificación de las condiciones sanitarias e hidrológicas de la fuente.

ARTICULO 12. La captación de las aguas destinadas a consumirse sin tratamiento previo, deberá estar protegida en forma que garantice la conservación de sus condiciones de potabilidad a juicio de la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

ARTICULO 13. Toda fuente de provisión de agua potable para consumo humano no estará sujeta a la vigilancia de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, la cual resolverá sobre su potabilidad, de acuerdo con el análisis que de ella hagan sus laboratorios o peritos particulares u oficiales reconocidos por la misma Secretaría.

Las autoridades, entidades o personas a cuyo cargo se encuentren las provisiones de agua serán directamente responsables de la potabilidad de las aguas en todo tiempo, así como de la aplicación de los procedimientos de depuración aprobados por la Secretaría de Salubridad y Asistencia, de acuerdo con los instructivos que dicte.

ARTICULO 14. La distribución de las aguas destinadas al consumo público se hará mediante conductos cerrados y a presión. Los materiales que se empleen deberán garantizar, a juicio de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, la conservación de las cualidades del agua distribuida.

ARTICULO 15. Para conceder autorizaciones a los aparatos purificadores o potabilizadores de agua, se tendrán en cuenta los resultados satisfactorios de pruebas de laboratorio efectuadas conjuntamente en los laboratorios del Instituto de Salubridad y Enfermedades Tropicales y del Laboratorio Central de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, a las que serán sometidos durante un plazo no menor de noventa días. La propaganda comercial, relacionada con estos aparatos anunciará al público las condiciones de funcionamiento de los mismos y su período de trabajo eficaz.

ARTICULO 16. Las infracciones del presente Reglamento serán castigadas de acuerdo con lo prevenido en los artículos 338 y 339 del Código Sanitario.

ARTICULO 17. Las personas físicas o morales que contaminen el agua de las fuentes de abastecimiento o en las redes de distribución, o que modifiquen su producción o su composición química haciéndola impropia para el uso o usos a que se refiere-

el Artículo
tes citados
el hecho p

AR
partir de la

ARI
nadas al co
Asistencia y
tir de la fec
ción mencio

I. I
II. I
III. I
IV. N
V. N
VI. N
a
VII. S
VIII. PI
IX. M

ARTIC
diez de novie
mismo año y t

Dado e
diecisiete días
Cortina - 936
de Salubridad y
Médicos - 5

el Artículo 7 de este Reglamento, serán sancionadas de acuerdo con los artículos antes citados, sin perjuicio de ser consignadas a las autoridades competentes, cuando el hecho pueda constituir un delito.

TRANSITORIOS

ARTICULO PRIMERO. Este reglamento empezará a regir a los treinta días a partir de la fecha de su publicación en el "Diario Oficial".

ARTICULO SEGUNDO. Las fuentes de provisión de aguas que ya están destinadas al consumo público, deberán ser manifestadas a la Secretaría de Salubridad y Asistencia y a la de Recursos Hidráulicos, dentro del plazo de un año, contado a partir de la fecha en que entre en vigor el presente Reglamento. Al hacer la manifestación mencionada se expresarán los siguientes datos:

- I. Nombre del propietario
- II. Ubicación de la fuente
- III. Nombre del núcleo poblado que abastece
- IV. Número de habitantes de ese núcleo
- V. Número aproximado de usuarios
- VI. Naturaleza de la fuente; (manantial, pozo a cielo abierto, pozo profundo, aguas superficiales o de otra clase)
- VII. Si el agua es o no tratada para depurarla
- VIII. Plano de las obras que formen el sistema
- IX. Memoria descriptiva del sistema y de su ubicación.

ARTICULO TERCERO. Se deroga el Reglamento Federal de Aguas Potables de diez de noviembre de 1939 publicado en el "Diario Oficial" de 5 de diciembre del mismo año y todas las demás disposiciones que se opongan al presente ordenamiento.

Dado en la residencia del Poder Ejecutivo Federal, en México, D.F., a los diecisiete días del mes de abril de mil novecientos cincuenta y tres - Adolfo Ruíz - Cortines - Rúbrica - El Secretario de Salubridad y Asistencia, Presidente del Consejo de Salubridad General, Ignacio Morones Prieto - Rúbrica - El Secretario de Recursos Hidráulicos - Eduardo Chávez - Rúbrica.

9.3. NORMAS INTERNACIONALES (OMS)

Compuestos que influyen sobre la potabilidad del agua

Sustancia	Concentración máxima aceptable
Total de sólidos disueltos	1500 mg/l
Hierro	50 mg/l
Manganeso (suponiendo que su contenido en amoníaco sea inferior a 0,5 mg/l)	5 mg/l
Cobre ^a	1,5 mg/l
Cinc ^a	1,5 mg/l
Magnesio + sulfato sódico	1000 mg/l
Sulfonatos de alquilbencilo (SAB: sustancias tensioactivas) ^b	0,5 mg/l

^a Estos valores máximos se refieren a la calidad del agua sin tratar y por esta razón son más reducidos que los límites aceptables para el agua potable, en la cual la presencia de estas sustancias metálicas indica con toda probabilidad que el líquido ataca las tuberías metálicas de distribución.

^b Esta cifra se ha establecido sobre la base de la sensibilidad máxima de los procedimientos analíticos aceptados en la actualidad.

Componentes peligrosos para la salud

Sustancia	Concentración máxima aceptable
Nitrato, referido a NO ₃	45 mg/l
Fluoruros	1,5 mg/l

Sustancias tóxicas

Sustancia	Concentración máxima aceptable
Compuestos fenólicos	0,002 mg/l
Arsénico	0,05 mg/l
Cadmio	0,01 mg/l
Cromo	0,05 mg/l
Cianuros	0,2 mg/l
Plomo	0,05 mg/l
Selenio	0,01 mg/l
Radionucleidos (actividad beta total)	1000 µCi/l

Indicadores

Indicador

Demanda química
Demanda biológica
Nitrógeno total
Amoníaco
Extracto de colorantes
Grasa

Clasificación

- I. Calidad suplementaria
- II. Calidad de la producción
- III. Contaminantes más importantes
- IV. Contaminantes especiales en último

^a Cualquier cantidad más precisa sobre el agua.
^b Cuando se observe índice NMP pertenecer a la categoría próxima superior.

Indicadores químicos de contaminación

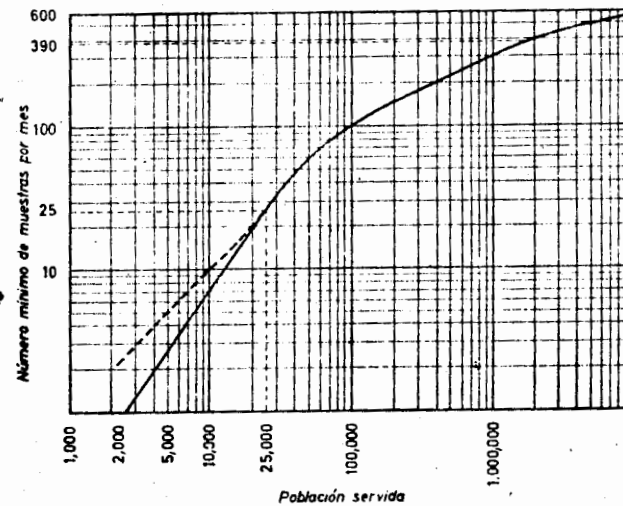
Indicador	Límite mínimo de contaminación
Demanda química de oxígeno (DQO)	10 mg/l
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	6 mg/l
Nitrógeno total, excluido el NO_3	1 mg/l
Amoniaco	0,5 mg/l
Extracto de carbón con cloroformo (ECC: contaminantes orgánicos)*	0,5 mg/l
Grasa	1 mg/l

Normas bacteriológicas

Clasificación	NMP/100 ml de bacterias coliformes
I. Calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección	0-50
II. Calidad bacteriológica que precisa la aplicación de los métodos habituales de tratamiento (coagulación, filtración, desinfección)	50-5000
III. Contaminación intensa que obliga a tratamientos más activos	5000-50 000
IV. Contaminación muy intensa que hace inaceptable el agua a menos que se recurra a tratamientos especiales; estas fuentes sólo se utilizarán en último extremo	más de 50 000

* Cualquier cantidad superior a 0,2 indicará la necesidad de determinaciones analíticas más precisas sobre el cuerpo causante.

† Cuando se observe que más del 40 % de las bacterias coliformes representadas por el índice NMP pertenecen al grupo coliforme fecal, habrá que incluir la fuente de agua en la categoría próxima superior respecto al tratamiento necesario.



(La curva con línea continua corresponde a las normas de E.U. y la de trazos concierne a la modificación de las normas chilenas.)

Relación entre el número mínimo de muestras de agua potable para análisis bacteriológico y la población servida.

9.4. IMPUREZAS EN EL AGUA

Como se aprecia por el artículo 7º. del Reglamento, en el agua se halla o pueden hallarse, innumerables sustancias deseables unas e indeseables otras; la necesidad de limitar estas últimas a ciertas cantidades, se debe a que pueden dañar al organismo humano o simplemente no son recomendables en otros usos dentro del municipal.

9.4.1 Aluminio

Se halla en las aguas tratadas, en las que se usan sales a base de este elemento. No se ha demostrado que cause algún mal ni que sea tóxico; por eso no se limita su cantidad. El contenido en las aguas de consumo se aumenta con el uso de utensilios de este metal.

9.4.2 Arsénico

Según experiencias en el Japón, el uso de arseniato de plomo aplicado en riegos con el objeto de eliminar los gusanos en algunas granjas para el cultivo de manzanas y en contra de escarabajos en las praderas, no ha aumentado el contenido de arsénico en el agua, más bien proviene de algunos efluentes industriales y se limitó en 1942 en los Estados Unidos de Norteamérica de 0.05 ppm; el límite Británico es de 0.2 ppm y el mexicano de 0.05.

En 1943, se determinó el consumo de arsénico en algunas zonas de Los Angeles, Estados Unidos de Norteamérica encontrándose hasta 1.0 ppm, sin que sufrieran daños las personas que lo consumieron.

9.4.3 Boro

Se halla en las aguas de origen volcánico. Causa efectos fisiológicos en contenidos mayores de 30 ppm. El Reglamento no indica límite para este elemento.

El boro en pequeñas cantidades es de gran importancia para las plantas.

9.4.4 Calcio

El contenido de calcio en el agua es muy pequeño en comparación con el que

se necesita
por día, por

Ju
trolarse por
que conduc
se cuezan r
que se rela

9.4.5 C

S
desde 0.1
admiten str
ppm.

9.4.6 C

L
También se
por esto qu
glicos noci
ción del ag

9.4.7 C

S
atribuye su
taminado e
fijado en 3

C
Sus efectos

9.4.8 C

se necesita para la nutrición. El cuerpo humano requiere de 0.7 a 1.0 gr de calcio por día, por eso no se limita su cantidad.

Junto con el magnesio produce la dureza en el agua. La dureza debe controlarse porque produce incrustaciones en las calderas y tuberías, principalmente las que conducen agua caliente; aumenta el consumo de jabón y hace que los alimentos se cuezan más lentamente. No afecta al organismo humano y no se ha demostrado que se relacione con la enfermedad de las arterias como se le señala.

9.4.5 Cloro

Se agrega al agua como desinfectante y tiene efectos nocivos para los peces desde 0.1 a 0.3 ppm aunque resisten hasta más de 1.0 ppm; en el cultivo de flores se admiten sin peligro hasta 10 ppm. Su contenido en el agua debe ser de 0.20 a 1.00 ppm.

9.4.6 Cloruros

Los cloruros se hallan en aguas de las regiones costeras o en terrenos salinos. También se debe su presencia a contaminación con alimentos o con aguas negras y es por esto que se limita su contenido a 250 ppm, aún cuando no causen efectos fisiológicos nocivos. La presencia de nitritos, nitratos y amoníaco confirman la contaminación del agua.

9.4.7 Cobre

Se halla en forma de huellas, es decir, en cantidades imperceptibles y se atribuye su aumento al contacto con las tuberías de este material, o cuando se ha contaminado el agua con sales de cobre que se emplean como algicidas. Su límite se ha fijado en 3.00 ppm.

Causa malestar cuando se ingiere en cantidades mayores de 100 mg por día. Sus efectos son de irritación en el aparato digestivo causando vómitos.

9.4.8 Cromo

Las sales de cromo hexavalente son altamente irritantes y tóxicas. No se ha-

se halla en la necesidad al organismo principal.

este elemento se limita de utensilios

icado en rie de manzando de arsénio en 1942 de 0.2 ppm

Los Angeles sufrieran

os en con ito.

tas.

on el aue

lla en las aguas naturales, se encuentra por la contaminación de desperdicios industriales y sistemas de aire acondicionado para enfriamiento. Se admiten solamente 0.05 ppm.

9.4.9 Estaño

No se halla en las aguas naturales; solamente se encuentra cuando se ha almacenado por algún tiempo en sitios que lo contienen. No se ha demostrado que tenga acción fisiológica, por esta causa y por lo eventual de su presencia no se limita.

9.4.10 Fenoles

Se presentan en el agua cuando ésta se ha contaminado con desechos industriales. Son molestos por el olor que producen, sobretodo en combinación con el cloro de desinfección por eso solo se admiten 0.001 ppm.

9.4.11 Fierro

El contenido permisible se debe más al aspecto físico del agua, que a los efectos nocivos. Proporciona al agua una coloración rojiza y mal olor; se favorece la reproducción de la bacteria del fierro (crenatrix) produciendo tuberculizaciones en las tuberías, su límite se fija en unión con el manganeso en 0.30 ppm.

9.4.12 Fluor

El fluor se halla en los gases volcánicos y en las rocas ígneas; por lo tanto, se encuentra más fácilmente en aguas subterráneas que en las superficiales. Cuando se halla en exceso produce la Fluorosis que es la enfermedad que ataca el esmalte de los dientes de los niños, en la época de la dentición. Su límite se ha establecido en 1.5 ppm.

9.4.13 Fosfatos

No tienen acción fisiológica nociva; por el contrario, sirven como nutrientes. Se hallan por la adición de polifosfatos al prevenir corrosiones o al ablandar el agua (quitar dureza). No se limita su contenido.

9.4.14 Mn

En el agua. Se admite por efectos.

9.4.15 Nitro

Tiene contaminación con efectos de reducción de edad, el Nitrógeno

9.4.16 Plata

No se admite con un conte

9.4.17 Plomo

Se ha comprobado, el peligro que resulta tóxico

9.4.18 Radio

Se ha comprobado, por efectos de 10,000 partes se ha t

9.4.14 Magnesio

En altas concentraciones es laxante. Produce junto con el calcio dureza en el agua. Se limita su contenido en unión con el fierro a 0.30 ppm y no es precisamente por efectos fisiológicos, sino porque producen manchas en los muebles sanitarios.

9.4.15 Nitratos

Tienen importancia porque dentro del ciclo del nitrógeno son signo de contaminación con materia orgánica. En el organismo humano, son los causantes, por efectos de reducción a nitritos mediante los jugos gástricos y bacterias, de la enfermedad metahemoglobinemia, que se presenta sobre todo en los bebés de menos de 6 meses de edad, por tener sus jugos gástricos, un pH alrededor de 4.0. Como nitratos, el Nitrógeno en el agua se limita a 5.00 ppm.

9.4.16 Plata

No causa ningún mal, no obstante haberse consumido agua en algunos sitios con un contenido de casi 0.2 ppm. No fija su contenido el Reglamento.

9.4.17 Plomo

Se halla por contaminación directa con sales de plomo. También proviene por el contacto con tuberías de ese metal. Se limita a 0.10 ppm y aunque no está comprobado, parece que puede admitirse un consumo máximo de 0.30 a 1.0 mg/día. El peligro que representa este elemento es que no es desechable por el organismo y resulta tóxico por acumulación.

9.4.18 Radio

Se halla en aguas de origen subterráneo y no se limita su cantidad en el Reglamento, porque de las aguas que lo contienen, denominadas radioactivas, se requieren 10,000 litros al día y por habitante para obtener dosis medicinales. En otros países se ha fijado su límite en 3 micromicrocuries por litro, para el Radio 226.

industria
0.05 ppm.

ha alma
tenga ac

industria
cloro de

a los efec
e la repr
las tube-

tanto, se
ndo se -
te de los-
a en 1.5

nutrientes.
el agua -

9.4.19 Selenio

El selenio se halla en las aguas que están en contacto con suelos y vegetales que lo contienen. Puede ser tóxico; pero en las poblaciones, más se deben sus efectos nocivos a los alimentos que al agua. Según el Reglamento se permiten hasta 0.05 ppm.

9.4.20 Sodio

Tiene importancia en usos agrícolas en combinación con el potasio y el magnesio, pero el organismo humano puede soportar concentraciones hasta de 100 ppm. El sodio proviene de su uso en la eliminación de la dureza provocada por el calcio. No se indica límite.

9.4.21 Sulfatos

El radical sulfato (SO_4^{--}), tiene importancia en aguas altamente mineralizadas, produce efectos laxantes. Se admiten en el agua hasta 250 ppm.

9.4.22 Yodo

Se halla en huellas y su falta se relaciona con el bocio. Entre el agua y los alimentos se debe consumir diariamente de 0.05 a 0.10 mg. Si el agua contiene cantidades tan pequeñas como 0.00001 a 0.00010 ppm, se observa estadísticamente que ocurren de 15 a 30 casos de bocio por cada 1,000 personas; si contiene de --- 0.0014 a 0.010 ppm de yodo, se reducen los casos a 1 por cada 1,000. El reglamento no fija límite para este elemento.

9.4.23 Zinc

Se debe su presencia a la corrosión en tubos galvanizados y no es dañoso, limitándose su contenido a 15 ppm.

9.4.24 Alcalinidad

La producen los grupos CO_3^{--} , HCO_3^- y CO_2 que forman la dureza temporal

del agua; una parte de CaO y $NaOH$ por cada 100 partes de agua hasta 400 ppm de alcalinidad.

9.4.25 Solidez

Se admite hasta 500 ppm. Se limitan las sales de sodio que pueden causar efectos.

9.4.26 ABS

Activo (ABS: Alquil-benceno sulfonato) es una posible contaminación del agua por los detergentes. Se limita hasta los pozos de agua que pueden arrojarlos, aunque otros pozos pueden arrojarlos.

9.4.27 Otro

Los efectos de la contaminación de agua por las explotaciones de minerales.

Para evitar que se puedan crear problemas de medio ambiente.

9.4.28 Otro

del agua; una gran cantidad de bicarbonatos produce efectos laxantes; cuando se usa CaO y NaOH para ablandar el agua se produce alcalinidad cáustica. Se admiten hasta 400 ppm de alcalinidad expresada como CaCO_3 .

9.4.25 Sólidos totales

Se admiten hasta 500 ppm y, en aguas altamente mineralizadas hasta 1,000 ppm. Se limitan por la cantidad de minerales que se ingieren mediante el agua, que pueden causar efectos fisiológicos, sobre todo cuando se hallan sulfatos.

9.4.26 ABS

Actualmente, debido al aumento en el uso de los detergentes sintéticos — (ABS: Alquil-bencil-sulfonato) ha dado origen a problemas relacionados con la posible contaminación de las aguas freáticas, ya que estos disminuyen la tensión superficial del agua propiciando una rápida infiltración de las aguas negras a través del suelo hasta los pozos, cuando existen sistemas cercanos de disposición de desechos. Su presencia en las aguas es indicio de contaminación con aguas servidas y se presume que pueden arrastrar a las bacterias a mayor distancia de la que viajarían solas, pudiendo llegar todavía en condiciones de actividad. El reglamento no indica límite — aunque otros países fijan 0.5 ppm como máximo.

9.4.27 Otros contenidos

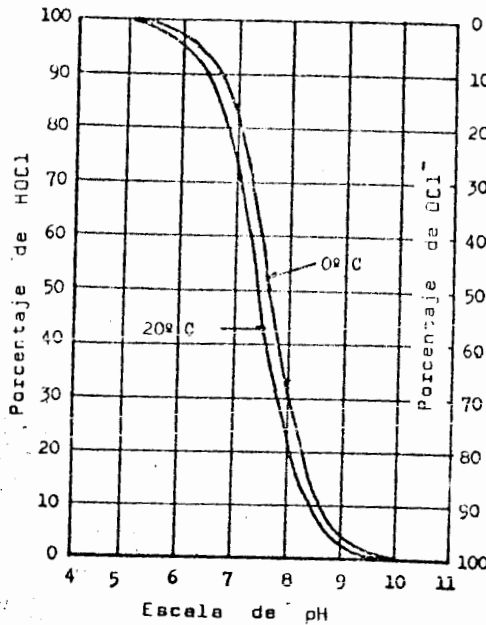
Los abastecimientos de agua subterránea se pueden contaminar por la infiltración de aguas que lleven desechos orgánicos, fecales o industriales. La desnuda— ción indebida de las tierras, las excavaciones para rellenos y el establecimiento de explotaciones de canteras, en gran escala, pueden contribuir y facilitan tales infiltraciones.

Para evitar en parte esta contaminación en los abastecimientos de agua, — se pueden crear zonas protectoras, con sistemas de vigilancia, además del establecimiento de medidas preventivas directas y de orden legal.

9.5 DESINFECCION

Se entiende por desinfección la adición de agentes químicos al agua para—

AUMENTOS RELATIVOS DEL HOCl y OCl⁻ PARA DISTINTOS VALORES DE pH



destruir los gérmenes patógenos. Se recomienda este proceso antes de emplear el agua en usos municipales y pecuarios.

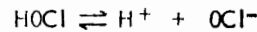
Se emplea comúnmente como agente desinfectante el cloro cuya aplicación se denomina "cloración".

9.5.1 Cloro

El elemento químico Cl es un gas color verde amarillo y aproximadamente 2.5 veces más pesado que el aire. Líquido, en condiciones adecuadas de presión y temperatura, es de color ámbar, de apariencia aceitosa y aproximadamente 1.5 veces más pesado que el agua.

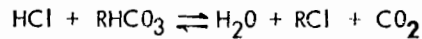
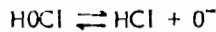
Cuando el cloro se agrega al agua, parte de éste es consumido en la oxidación de la materia orgánica presente y parte actúa directamente en la destrucción de las bacterias.

El cloro reacciona con el agua para formar ácido hipocloroso (HOCl) y ácido clorhídrico (HCl)



Las reacciones son reversibles y dependen primordialmente del pH; a un valor de 5 ó menos, el cloro se halla en estado molecular. Entre 5 y 6, el cloro forma HOCl; arriba de pH = 6, se hallan iones OCl⁻.

Las reacciones indican que el cloro reduce la alcalinidad:



El símbolo R representa los elementos Na, Ca, Mg, ó K que se hallan en las aguas naturales; el compuesto RHC₃, representa un bicarbonato que es la alcalinidad

original del agua.

El cloro libre disponible

El cloro puesto nitrogenados.

El cloro disponible en

La dosis al agua y la que

El modo explicado de eficiente que se li más bien es una gánica y así all su vida a causa

El cloro libre disponible mo período de e que cloro libre el tiempo de co

9.5.2 Clorar

Si el cloro forma cloro

Cuand cloración a base como las cantid

del agua.

El cloro presente en el agua como HOCl u OCl^- se llama por definición cloro libre disponible.

El cloro reacciona con el amoníaco para formar cloraminas y con los compuestos nitrogenados tales como proteínas y aminoácidos para formar compuestos clorados.

El cloro existente en el agua en forma de compuestos, es definido como cloro disponible combinado.

La demanda de cloro es la diferencia entre la cantidad de cloro agregado al agua y la que queda al final de un cierto período de contacto especificado.

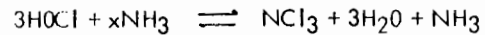
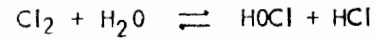
El mecanismo mediante el cual el cloro actúa sobre las bacterias, ha sido explicado de muy diversas maneras: se suponía que en la reacción, el oxígeno nascente que se liberaba afectaba a las bacterias por accionar sobre las células, pero más bien es una reacción fisicoquímica en la que el cloro reacciona con la materia orgánica y así altera las características químicas de los contenidos celulares y destruye su vida a causa de la desintegración de la estructura celular.

El cloro disponible combinado es menos activo como agente oxidante que el libre disponible. Se ha encontrado que para igualar la acción bactericida en el mismo período de exposición, se requieren unas 25 veces más de cloro combinado residual que cloro libre y que para obtener la misma acción bactericida con iguales cantidades, el tiempo de contacto debe ser aproximadamente 100 veces mayor.

9.5.2 Cloraminas

Si el agua contiene o se le agrega amoníaco, el cloro se combina con él para formar cloraminas. La relación de oxidación decrece.

Cuando se tengan tiempos prolongados de exposición, convendrá el tipo de cloración o base de cloraminas. En esta reacción intervienen tanto el pH del agua como las cantidades agregadas:

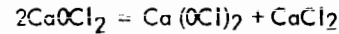


El cloro presente en el agua como HOCl ó OCl^- se llama por definición cloro libre disponible.

Arriba de pH 8,5, las cloraminas presentes son del tipo monocloraminas (NH_2Cl); se tiene una mezcla de monocloraminas y dicloraminas (NHCl_2), entre pH de 8,5 y 4,5; a pH 4,5 dicloraminas solamente; abajo de pH 4,4 se halla tricloruro de nitrógeno (NCl_3)

9.5.3 Cal clorada

Se puede emplear para la cloración cualquier producto a base de cloro; entre los más empleados se halla la cal clorada: (CaOCl_2).



el hipoclorito de calcio $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ es el compuesto activo y contiene de 35 a 37 por ciento de cloro disponible cuando es fresco.

9.5.4 Hipocloritos

El NaOCl contiene más o menos 15 por ciento de cloro disponible; se usa en los abastecimientos de agua pequeños.

Muchos blanqueadores están hechos a base de soluciones con el 3 al 5 por ciento de cloro disponible pero su uso es relativamente caro dejándose para casos de emergencia solamente.

9.5.5 Otros métodos de desinfección

a) Bromo

El b
fluor, cloro;
raras veces c

b) Ozono

El c
tante se debe
forma segura
lidad en el a

c) Luz ultrav

Los
penetración:
debe ser lo m
15 ppm de cc

Rest
dispensarios,
dual.

d) Compuest

La a
desde hace m
ción del agua

Se ha
de 0,15 p
sintetiz

a) Bromo

El bromo forma parte del grupo químico de los halógenos que incluye al fluor, cloro y yodo; todos ellos tienen propiedades semejantes pero el bromo se usa raras veces como desinfectante.

b) Ozono

El ozono es una forma alotrópica del oxígeno; su aplicación como desinfectante se debe a su desdoblamiento en oxígeno normal y oxígeno nascente. Es una forma segura de desinfectar, pero es un procedimiento caro, además, su baja solubilidad en el agua le impide tener efecto residual.

c) Luz ultravioleta

Los rayos ultravioletas tienen propiedades germicidas, su poder máximo de penetración se ha estimado en unos 120 mm. Para su máxima eficiencia, el agua debe ser lo más cristalina posible; no es recomendable en aguas que tengan más de 15 ppm de color.

Resulta un procedimiento caro pero muy apropiado en algunos casos como en dispensarios, para usos quirúrgicos y para propósitos de bebida. No tiene poder residual.

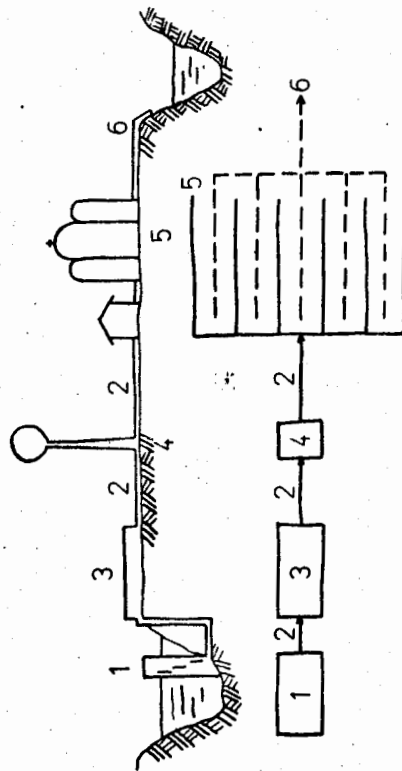
d) Compuestos de plata

La acción "oligodinámica" de los compuestos de plata han sido conocidos desde hace más de 70 años y hace unos 25 que se ha aprovechado para la esterilización del agua.

Se ha observado que cuando se aplica plata al agua en cantidades del orden de 0.15 ppm, el número de E. coli decrece, pero no tiene efectos sobre otras bacterias. No se ha probado que sea mejor que otros métodos de desinfección.

CAPITULO X

FUENTES DE ABASTECIMIENTO Y OBRAS DE CAPTACION



10.1. USOS DEL AGUA POTABLE

El uso principal del agua potable en los centros poblados es el municipal, de nominándose así al conjunto de aplicaciones que tiene ésta en una comunidad.

Dentro del uso municipal se incluyen en grandes grupos el doméstico, el comercial, el industrial, el público, y las fugas y desperdicios; en los cuatro primeros grupos se comprende claramente el empleo del agua consumida. En una distribución, por bueno que sea el material de que esté construída y por mucho cuidado que se tenga en su instalación, desgraciadamente existen fugas de inmediato que van incrementándose conforme aumenta la edad de la red; por esta causa deben también considerarse dentro del uso municipal las fugas, que en ocasiones llegan a tener valores tan altos que igualan o superan a los cuatro primeros

Los desperdicios son los sobrantes originados por la aplicación en exceso del agua a un uso cualquiera o las mismas fugas cuando éstas pudieran evitarse.

10.2 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO

Los sistemas completos de abastecimiento de agua potable, son una consecuencia de gigantescas obras ingenieriles construídas con más o menos dificultades a base de enorme esfuerzo humano y de elevados costos. Tanto es así, que existe un gran porcentaje de nuestra población que todavía carece de agua o la tiene en forma deficiente.

Un sistema de abastecimiento de agua potable consta de las unidades siguientes:

tes:

1. Fuente de abastecimiento
2. Obras de captación
3. Conducción

plicac
mo ob

en el l
sistema
tribuy
Un sist
a varic

10.3

miento
ca toda
neas y l

una de l
las obra
cia.

10.4

10.4.1

de su com
mente a p

4. Planta potabilizadora o simple desinfección
5. Tanque regulador o de almacenamiento
6. Red de distribución
7. Aplicación directa por medio de hidrantes o tomas domiciliarias
8. Recolección de las aguas servidas.

La recolección de las aguas servidas (red de alcantarillado) es en sí tan complicada y costosa como la misma distribución, por lo que se le acostumbra estudiar como obra independiente del abastecimiento.

Un sistema de abastecimiento puede servir a una sola población o a varias; - en el primer caso, se tiene un sistema particular; en el segundo, se puede tener un sistema regional. Un sistema local de abastecimiento de agua potable, es el que distribuye su agua a varias poblaciones ubicadas dentro de una misma entidad federativa. Un sistema regional de abastecimiento de agua potable, es el que distribuye su agua a varios pueblos ubicados en distintas entidades federativas.

10.3 FUENTES DE ABASTECIMIENTO

Las fuentes de abastecimiento son todos los sitios susceptibles de aprovechamiento del agua para el consumo municipal o doméstico. El Ciclo Hidrológico abarca todas las posibilidades de utilización: la lluvia, los ríos, los lagos, las subterráneas y hasta el agua de los océanos.

En la descripción del Ciclo Hidrológico, se ha explicado el origen de cada una de las fuentes enunciadas; pero para su aprovechamiento no pueden desligarse de las obras de captación, que desde el punto de vista sanitario, tienen gran importancia.

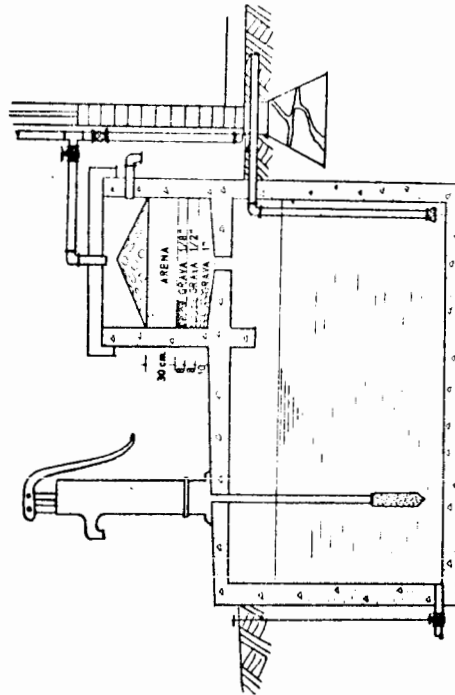
10.4 OBRAS DE CAPTACION

10.4.1 Aguas meteóricas

El agua de lluvia o meteórica es de muy buena calidad; generalmente antes de su contacto con la superficie terrestre, está libre de bacterias, conteniendo solamente algo de polvo y compuestos químicos provenientes de los gases y vapores que -

ABASTECIMIENTO

- 1- ABASTECIMIENTO Y CAPTACION
- 2- CONDUCCION
- 3- POTABILIZACION
- 4- TANQUE REGULADOR
- 5- DISTRIBUCION
- 6- ALCANTARILLADO



CISTERNA

atraviesa en su caída.

Se recurre a esta fuente muy raras veces y solamente cuando no existe otra posibilidad ya sea por escasas o de muy mala calidad las aguas, o también en ocasiones, por factores económicos.

Se captan mediante los techos de las construcciones o pisos impermeables y se llevan para su almacenamiento y consumo posterior, a tanques subterráneos que en este caso reciben el nombre de cisternas.

El agua recolectada por los techos, arrastra todas las impurezas que se acumulan en los mismos y para eliminarlas, se procede a tirar las primeras aguas escurridas, sobre todo cuando se inicia la temporada de lluvia. Esta maniobra se lleva a cabo mediante el manejo de dos válvulas que se manipulan bajo techo o desde adentro de las habitaciones a través de una ventana.

Todavía para procurar que el agua que llegue a la cisterna sea lo más limpia posible, se hace pasar antes por un filtro sencillo constituido por capas de arena y grava graduada.

De la cisterna conviene que se extraiga el agua por bombeo para evitar posibles contaminaciones; para esto último y para no perder agua por infiltración ni evaporación, deberá construirse con materiales impermeables o impermeabilizados; techo con registro para su limpieza; estará provista de ventilación para permitir los cambios de nivel sin alterar la presión dentro de ella.

La capacidad de la cisterna se calcula tomando en cuenta el tiempo que dura la temporada de lluvias, la precipitación media anual, área de captación y el consumo que se va a hacer durante el año.

La capacidad se considera como el volúmen necesario para la época de secas, afectado por un coeficiente mayor que la unidad para que se absorban las variaciones anuales, las pérdidas probables y para asegurar un mejor equilibrio con respecto al consumo.

El consumo se calcula tomando en consideración únicamente el doméstico y

como si se calcularse

V

y

V

I

3

(12 - t)

1.

V

1,00

S

men de la do el área

10,4.2 R

L

mo se halla y contacto atriendo e

como si se utilizaran 50 litros por habitante al día. El volumen de la cisterna puede calcularse entonces así:

$$V_s = D \times 30 \times (12 - t) \times 1.3 \times h$$

y

$$V_c = P \times A / 1000$$

V_s = volumen necesario para el consumo en épocas de secas (litros)

D = cantidad de agua que consume al día un habitante (l/hab/día)

30 = días al mes

$(12 - t)$ = número de meses secos, t es el número de meses que llueve

1.3 = coeficiente de seguridad

h = número de personas que harán uso de la cisterna

V_c = volumen anual captado (m^3)

P = precipitación media anual (mm)

1,000 = factor de conversión de unidades $\frac{mm}{1000 \text{ mm/m}} = m$

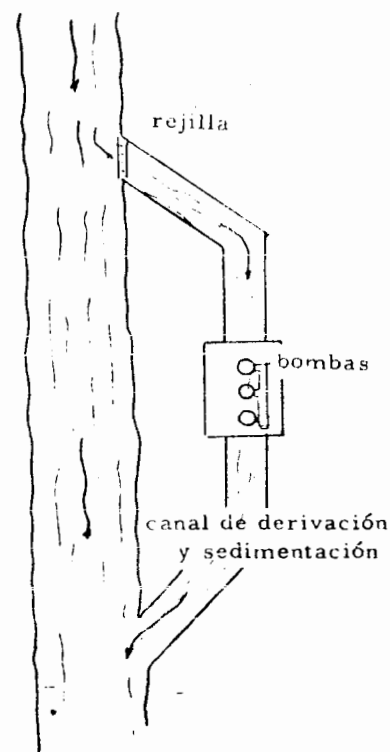
A = área de captación (m^2).

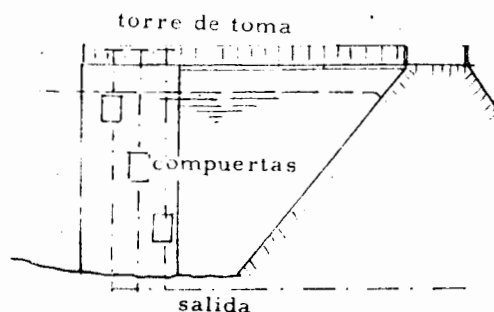
Si $V_s < V_c$ no existirá problema, pero si $V_s > V_c$, faltará agua y el volumen de la cisterna quedará fijado por V_c ; podría equilibrarse o sea $V_s = V_c$ ampliando el área de captación cuando esto fuera posible.

10.4.2 Ríos

Las aguas superficiales siempre están expuestas a contaminación y es así como se hallan normalmente, además, por su paso a través de pastos, cultivos y bosques y contacto con suelos de naturaleza geológica distinta, se enturbian fácilmente, adquiriendo colores, olores y sabores muchas veces indeseables.

Normalmente las aguas superficiales no se pueden ni se deben emplear directamente en usos municipales; se recomienda hacerlas pasar antes por un proceso





de potabilización que las transforme en aptas. Para aprovechar las aguas de un río en usos municipales, deben tenerse los años de varios años, con el objeto de conocer los volúmenes medio anual, mínimo y máximo. De estos estudios se deduce si se podrá utilizar el agua tomada directamente de su cauce o habrá necesidad de construir una cortina para embalsarla en una presa de almacenamiento.

En el primer caso se tendrán dos posibilidades: se derivarán por gravedad - mediante un canal o tendrá la necesidad de bombearla. Cuando se requiera el bombeo, conviene hacerlo a través de un canal derivador, con el objeto de no exponer la tubería de extracción a roturas o a golpes en épocas de avenidas. A la entrada de este canal o ampliación del río para formar un cárcamo, se colocarán rejillas que impidan el paso de ciertos cuerpos voluminosos arrastrados por la corriente; se tendrá cuidado de efectuar con frecuencia la limpieza de estas rejillas, sobre todo durante la época de avenidas.

10.4.3 Embalses

Cuando el caudal de escurrimiento mínima de un río, es menor que el requerido para el abastecimiento, se recurre a la regularización en una presa para su aprovechamiento, con el fin de cambiar su régimen.

En tal caso se debe planear una protección sanitaria del vaso. Entre los puntos importantes de esta planeación se hallan los siguientes: limpieza de vegetales en la zona inundada con objeto de impedir su putrefacción; impedir el paso y contacto directo del ganado con el agua y área de captación; evitar acumulación de materia orgánica y otros factores, que en general traen como consecuencia una disminución del oxígeno disponible en el agua y colores y sabores indeseables que dificultan su tratamiento posterior.

El agua embalsada tiene muy distintas calidades según sus niveles, debidas principalmente al plancton, el cual está afectado por las estaciones anuales, los días de sol y las variaciones de temperatura diaria.

La obra de toma consiste en una torre en el interior del vaso, que contiene varias compuertas localizadas a distintas alturas, con el objeto de captar las aguas a un nivel adecuado según lo indiquen los estudios microscópicos para evitar la succión del plancton y que pudiera llegar hasta las plantas potabilizadoras.

Los estudios a la que es responsable a la "fijación" del agua.

Cuando la materia orgánica y desagradables y contribuyentes de la materia orgánica en el almacenamiento.

La red por ciento anual mediante fórmula microorganismos

$$y = L$$

siendo y , el número de organismos por c.c. en equilibrio final; t , alrededor de 0

10.4.4 Mancuernas

Las a la fuente pref...

En cu to, se necesita Mientras más c

En la agua con el est

Los estudios que se hacen para determinar según la época del año, la profundidad a la que es aconsejable tomar el agua con el plancton menos perjudicial, corresponden a la limnología. Es de desear que estos estudios se lleven a cabo sistemáticamente como los de tipo hidrológico, pues revelan entre otras cosas la "estabilización" del agua.

Cuando se principia a almacenar agua en un vaso recién construido, la materia orgánica que queda inundada se descompone produciendo malos olores, sabores desagradables y colores al agua. Las algas y otros microorganismos proliferan rápidamente contribuyendo a los fenómenos antes descritos. Con el tiempo la putrefacción de la materia orgánica cesa, obteniéndose así, después de 10 a 15 años de iniciado el almacenamiento lo que se denomina la estabilización del agua.

La reducción progresiva de los microorganismos es aproximadamente del 14 por ciento anual llegándose al 90 por ciento en unos 14 años. Es posible determinar mediante fórmulas, las condiciones futuras en un embalse con respecto al número de microorganismos, a partir de algunos años de observación:

$$y = L + (y_1 - L) e^{-k(t-1)}$$

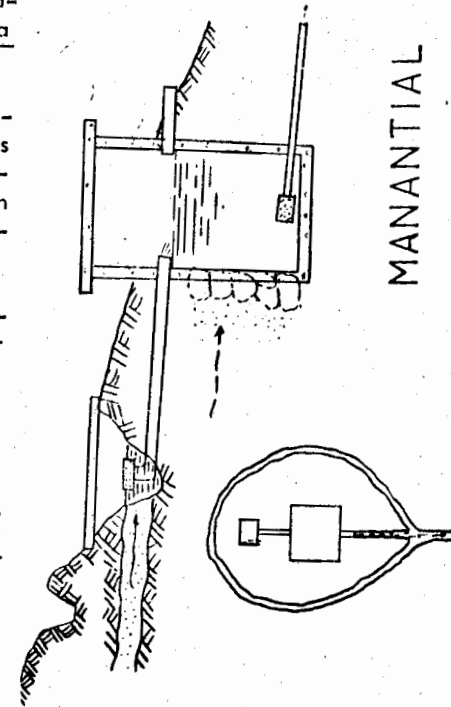
siendo y , el valor buscado, que puede ser intensidad de color o cantidad de microorganismos por centímetro cúbico; y_1 , el valor observado de un año; L , valor del equilibrio final; t , tiempo después del llenado; k , constante de mejoramiento con valor alrededor de 0.15.

10.4.4 Manantiales

Las aguas subterráneas son en general de muy buena calidad y constituyen la fuente preferible para los abastecimientos de agua.

En cuanto a los manantiales, para poderlos usar como fuente de abastecimiento, se necesita conocer tanto el gasto medio anual como sus variaciones estacionales. Mientras más constante sea su flujo, mejor será su aprovechamiento.

En las obras de captación se protege la salida para evitar el contacto del agua con el exterior, y así su contaminación; generalmente se construye una caja de-



MANANTIAL

guas de un
jeto de co
deduce si
ad de cons

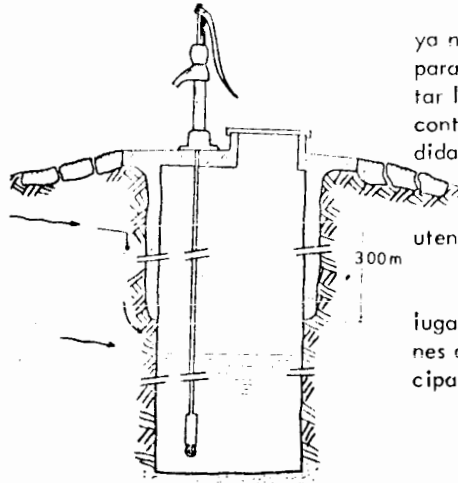
ravedad -
a el bom-
exponer-
entrada de
as que im-
tendrá -
) durante

e el reque-
ra su apro-

tre los --
vegeta-
baso y con-
ción de ma-
a disminu-
dificultan

debidas
s, los --

contiene
as aguas -
ar la suc-



NORIA

mampostería o de concreto que lleva una salida directa, un vertedor a tubo de demasías y unas respiraderas para permitir los cambios libres de nivel dentro de la caja sin producir alteraciones en la presión. Toda la obra se rodea de cunetas y contracunetas para evitar la infiltración directa del agua superficial en épocas de lluvia.

10.4.5 Norias

Las aguas freáticas normalmente se aprovechan excavando pozos a cielo abierto, de dimensiones tales que permitan el trabajo de uno o dos hombres en su interior; estos pozos reciben el nombre de norias.

Experimentalmente se ha observado que a profundidades mayores de tres metros, ya no existen bacterias ni en el terreno ni en el agua extraída de esas capas; así que, para asegurar una buena calidad bacteriológica, la noria debe estar cubierta para evitar la entrada de polvo y de cuerpos extraños que la puedan contaminar y protegida contra las infiltraciones superficiales, impermeabilizando sus paredes hasta una profundidad mínima de tres metros.

La extracción del agua debe efectuarse por bombeo, proscribiendo el uso de utensilios y cables que tienen contacto directo entre el hombre y el agua.

En áreas reducidas la profundidad del agua freática es la misma de cualquier lugar, así que la localización de las norias queda supeditada solamente a las condiciones de seguridad para salvaguardar la salud de los usuarios. Estas condiciones son principalmente tres:

1. Que de ser posible se hallen a 30 m distantes de cualquier foco de contaminación.
2. Localizarlas en las partes altas del terreno para que los escurrimientos superficiales pasen por ellas antes de arrastrar mayores impurezas.
3. Excavarlas en terrenos no rocosos, para asegurar mayor eficiencia en la filtración natural del terreno.

10.4.6 Pozos hincados

Cuando se pretende explotar el agua freática en terrenos arenosos, se puede

hacer uso de los punta es aguda y percusión.

Present tenida, pero sólo los mantos acuífi

Cuando dades de agua, do.

10.4.7 Galerías

Las gal das o no, que pe gravedad el agua

Se pue utilizando la ley se halla.

En la l

$a = K$

integrando

$qx = -$

para conocer C:

este gasto es unita por la de. las un

hacer uso de los pozos hincados, que consisten en un tubo de pequeño diámetro cuya punta es aguda y contiene un primer tramo perforado; se introduce en el terreno por percusión.

Presentan mayor seguridad que las norias en cuanto a la calidad del agua obtenido, pero sólo pueden usarse en terrenos relativamente blandos o suaves y cuando los mantos acuíferos son también relativamente someros.

Cuando con un sólo pozo de este tipo no sea suficiente satisfacer las necesidades de agua, se pueden interconectar dos o más para incrementar el caudal extraído.

10.4.7 Galerías filtrantes

Las galerías filtrantes son excavaciones en túneles o a cielo abierto, revestidas o no, que penetran en la zona de saturación del terreno para captar y coleccionar por gravedad el agua del subsuelo.

Se puede calcular el caudal que se puede extraer de una galería filtrante, utilizando la ley de Darcy, y tomando en consideración el tipo de terreno en el cual se halla.

En la ley de Darcy

$$q = K y \frac{dy}{dx}$$

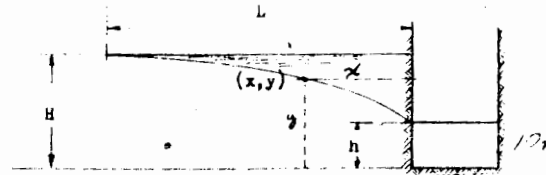
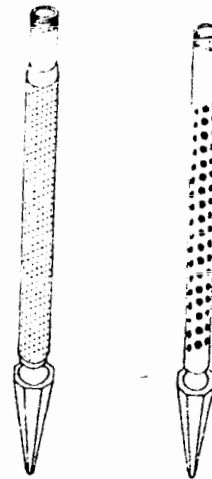
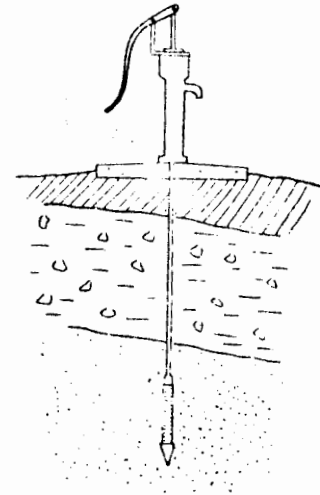
Integrando

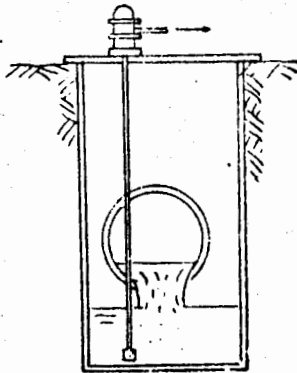
$$qx = \frac{1}{2} K y^2 + C$$

para conocer C: si $y = H, x = L; y = h, x = 0$

$$q = \frac{1}{2} K \frac{(H^2 - h^2)}{L}$$

este gasto es unitario y sólo por un lado, es decir, por metro de longitud de galería y por lado. Las unidades del gasto están dadas en metros cúbicos por día y dependen -





de las unidades de K que están dadas en metros por día. K es el coeficiente de permeabilidad y su valor varía según el diámetro efectivo del material adyacente.

Los valores de K en metros por día para el diámetro efectivo del material en milímetros, se tabulan enseguida:

VALORES DE K PARA Q EN LITROS POR MINUTO

Diámetro efectivo del material en mm	Valores de K para Q en l/min
0.01	0.10
0.02	0.30
0.03	0.60
0.04	1.10
0.05	1.70
0.08	4.5
0.10	7.0
0.15	15.5
0.20	28
0.30	63
0.40	110
0.50	170

10.4.8 Pozos

Los pozos son artificios para extraer las aguas de los acuíferos profundos. -- constan de una perforación vertical, ademe metálico, generalmente sellado en la parte superior, provisto de cedazos, filtros y un equipo de bombeo.

La profundidad de los pozos se ha tomado en algunas ocasiones para clasificarlos en someros y profundos, siendo el límite de 30 m para pasar de uno a otro. Pero el verdadero carácter que define si un pozo es somero o profundo, es el tipo de agua que capta independientemente de su profundidad; los someros serán aquellos que únicamente

llegan hasta los
ble de terreno b

El ader
ción; es general
ne como finalida
tando derrumbes
bombeada.

El espe
cada por el Ame

$$H = \frac{...}{...}$$

H = pro
D = diá
t = esp

De acu
6.4 mm (1/4") a

Para da
suficientemente c
el agua contenid
ma continua o di
niente de un estre
comunicación de
filtro y los sellos.

El filtro
so franco de los e
mentante, van apr
gicas impermeable

Con el fi
1.00 proximamente

llegan hasta los mantos freáticos; los profundos los que atraviesan una capa impermeable de terreno bajo los mantos freáticos, para captar aguas confinadas.

El ademe consiste en una tubería colocada con holgura dentro de la perforación; es generalmente de acero inoxidable con algunos de sus tramos ranurados y tiene como finalidad mantener en su sitio las paredes de las formaciones geológicas evitando derrumbes y deslizamientos causados principalmente por la acción del agua bombeada.

El espesor del ademe se puede calcular por una fórmula empírica recomendada por el American Petroleum Institute:

$$H = \frac{28.64 \times 10^6}{t/t (D/t - 1)^2} \quad 2$$

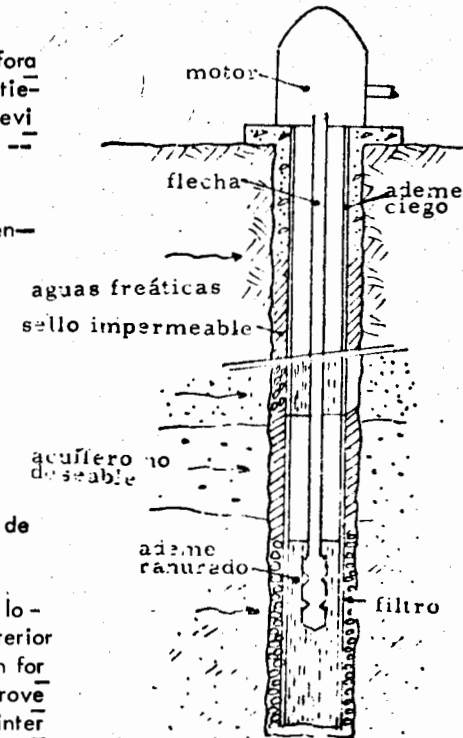
H = profundidad límite del ademe en metros
D = diámetro exterior del ademe en centímetros
t = espesor del ademe en centímetros

De acuerdo con esta fórmula los ademes que se colocan tienen espesores de 6.4 mm (1/4") a 7.9 mm (5/16").

Para dar cabida a la columna de extracción del equipo de bombeo, será lo suficientemente amplio. La parte perforada tiene por objeto dar paso hacia el interior el agua contenida en las inmediaciones del pozo, pudiendo quedar estos tramos en forma continua o discontinua; este último caso cuando se trata de eliminar el agua proveniente de un estrato intermedio. Para asegurar la eliminación de derrumbes y la intercomunicación de los distintos estratos se colocan entre la perforación y el ademe, el filtro y los sellos.

El filtro está constituido por grava y gravilla que deja entre sus vacíos el paso franco de los escurrimientos subterráneos y los sellos de material impermeable o cementante, van apoyados en el filtro en los tramos coincidentes con los mantos geológicos impermeables que separan a los acuíferos.

Con el filtro y los sellos se trata de reponer burdamente la estratigrafía conocida previamente por los muestreos que se llevan a cabo durante la perforación.



POZO PROFUNDO

de per-

erial en

en

ndos. --
en la parte

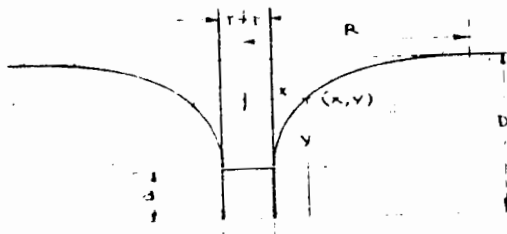
a clasificar
o. Pero el
e agua que
únicamente

Para extraer el agua de un pozo es necesario usar el equipo de bombeo adecuado según la profundidad y el caudal de explotación.

Al efectuar la extracción, ocurre un abatimiento de la superficie libre del agua (espejo del agua) dentro del ademe, deteniéndose hasta que ocurra el equilibrio con la aportación de los mantos acuíferos.

En el terreno y debido al escurrimiento del agua hacia el pozo, se provoca un gradiente que forma un cono denominado de abatimiento cuya influencia se deja sentir según el caudal extraído y la clase de material que rodea al pozo.

Apoyándose en la ley de Darcy se obtiene teóricamente la fórmula de los pozos propuesta por Dupuit y que forma parte del Método de Equilibrio:



$$v = ks$$

$$Q = Av$$

pero como en el terreno, el área por donde fluye el agua es sólo la libre (A_L):

$A_L = A p$; $Q = A p k s$; siendo p la porosidad del suelo, si se toma un punto (x, y) cualquiera y considerando el cilindro formado por el área de aportación:

$$Q = \pi \cdot 2 \cdot x \cdot y \cdot p k \frac{dy}{dx}$$

$$Q \frac{dx}{x} = 2 \pi k p y dy$$

integrando:

$$Q \log_e x = \pi k p y^2 + C$$

para valorar la constante de integración C , si $x = R$, $y = D$

$$Q \log_e R = \pi k p D^2 + C$$

$$C = Q \log_e R - \pi k p D^2$$

entonces:

Q

y

Q

si se engloba
decimales en

Q

si $y = d$; $x =$

Q

R = C Q,

por, el cual
tancia que ri
miento.

En

mas por min

entonces:

$$Q \log_e x - \pi k_p y^2 = Q \log_e R - \pi k_p D^2$$

y

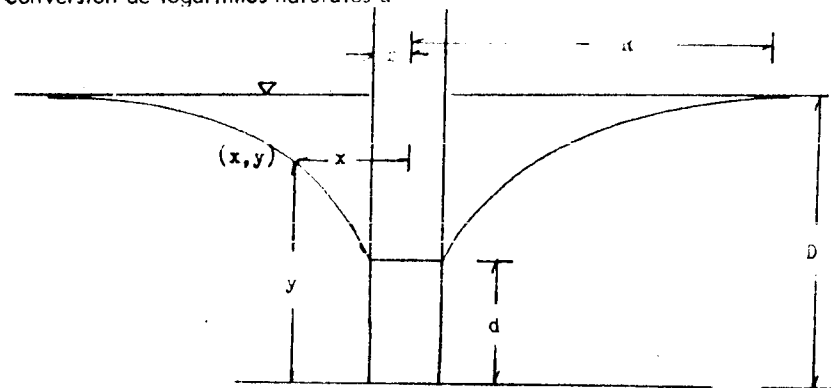
$$Q = \pi k_p \frac{D^2 - y^2}{\log_e \frac{R}{x}}$$

si se engloban todas las constantes incluyendo la conversión de logaritmos naturales a decimales en una sola constante K:

$$Q = K \frac{D^2 - y^2}{\log \frac{R}{x}}$$

si $y = d$; $x = r$ queda finalmente:

$$Q = K \frac{D^2 - d^2}{\log \frac{R}{r}}$$



Como el valor de R es burdamente proporcional al gasto, se puede suponer:
 $R = CQ$.

Cuando no se conoce R ni existe posibilidad de calcularla, se supone su valor, el cual es muy cercano a 300m. Interesa conocer el valor de R porque es la distancia que rige la separación entre pozos para que no se interfieran sus conos de abatimiento.

En la tabla siguiente se dan los valores de K para que el gasto resulte en litros por minuto.

Porosidad	Diámetro efectivo del material en mm					
	Muy fino	Fino	Mediano	Grueso	Muy grueso	Gravilla fina
	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.80 1.00 2.00 3.00
	Valores de K para Q en l/min					
0.25	1.50	5.9	14.0	24.8	39.0	100 154 592 1400
0.30	3.07	12.5	28.3	50.0	78.0	202 307 1252 2800
0.35	5.55	21.4	50.0	95.0	138.5	355 555 2140 5000
0.40	8.35	33.4	75.0	134.0	208.0	535 835 3350 7500

La fórmula de Dupuit fue modificada por Thiem para hacerla aplicable a problemas más generales; algunas fórmulas análogas fueron dadas a conocer por otros investigadores.

La ecuación de equilibrio de Thiem se basa en Darcy:

$$Q = IAT$$

- Q = caudal extraído en m³/día
- I = gradiente hidráulico en m/m
- T = coeficiente de transmisibilidad en m³/día/m
- A = ancho de la sección de flujo en m.

Si el flujo es radial y laminar, T es constante y el pozo recibe agua de la totalidad del espesor del acuífero. El acuífero se supone homogéneo y de área infinita.

$$I = \frac{dh}{dr} ; Q = T \frac{dh}{dr} 2\pi r$$

Integrando entre los límites r₁ y r₂ de los pozos de observación

- Si el
- que
- Exist
- Theis y que aun
- facil aplicación
- El es
- especialización
- lamente para te
- a) Localización
- b) Perforación
- na de las abt
- c) Calidad y ca
- acuíferos pot
- d) Registro eléc

$$\frac{Q}{2\pi T} \int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{r} = \int_{h_1}^{h_2} dh$$

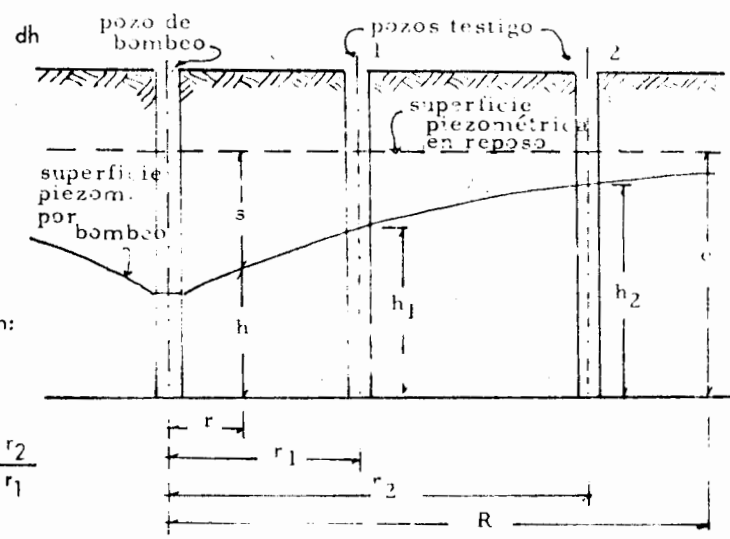
$$\frac{Q}{2\pi T} \ln \frac{r_2}{r_1} = h_2 - h_1$$

Si el espesor total es e y s la depresión:

$$h = e - s$$

de donde $s_1 - s_2 = \frac{Q}{2\pi T} \ln \frac{r_2}{r_1}$

que es la ecuación de equilibrio de Thiem



Existe otra teoría denominada de No Equilibrio que fue desarrollada por Theis y ave aunque los resultados que se obtienen son de gran confianza, es de difícil aplicación.

El estudio técnico de los pozos así como su construcción, son temas de especialización por la amplitud y variedad de casos particulares. Considérense solamente para tener idea:

- a) Localización de los pozos para asegurar una eficiente extracción
- b) Perforación limpia y vertical en distintos tipos de terreno como roca, grava, arena delesnable, arcilla, etc. definiendo profundidad y diámetro.
- c) Calidad y cantidad del agua por extraer ya que deben captarse solamente los -- acuíferos potables.
- d) Registro eléctrico para medir la resistividad y definir las características del te-

illa fina
1.00 2.00 3.00
l/min
154 592 1400
307 1252 2830
555 2140 5000
835 3350 7500

aplicable a proble
or otros investiga

agua de la tota
area infinita.

- rreno atravesado y acuíferos aceptados.
- Terminación del pozo con ademe, filtro y tapones impermeables entre zonas con ademe ranurado.
 - Desarrollo del pozo o sea el inicio del bombeo para asegurar tanto su correcto funcionamiento como la prolongación de su vida útil.
 - Aforo o bombeo continuo con incrementos de caudal extraído para conocer su funcionamiento y capacidad real con objeto de diseñar el equipo apropiado de bombeo.
 - Problemas teóricos que se presentan, como casos especiales de penetración en acuíferos, tipo de ademe, filtros, etc.
 - Problemas de orden constructivo como ampliación de diámetro, verificación de verticalidad, derrumbes, rescate de herramientas atrapadas, etc.

CAPITULO XI

CONSUMO DE AGUA POTABLE

11.1 DOTACION

El volumen de agua potable que consumirá en promedio anual una población, se calcula en función de una cantidad en litros que se asigna por habitante y por día que se denomina dotación y que incluye la cantidad de agua que verdaderamente emplea directamente el individuo en bebida, alimentos y aseo, así como la que se supone aporta para los demás usos que constituyen el municipal.

11.2 FACTORES QUE AFECTAN AL CONSUMO

El consumo de agua potable en una población que ya cuenta con una distribución adecuada de ésta, se conoce midiéndolo directamente de las fuentes de abastecimiento o de los tanques de regularización. La serie de datos así obtenidos, sirve para seleccionar mejor la dotación en proyectos de abastecimiento, puesto que, el consumo se calcula en función de la dotación y del número de habitantes, tomando además en consi-

deración
tes:

a) Cantidad

cimiento,

b) Magnitud

porque se i
dustriales.

c) Clima

ce calor, a
y riego de
y sobre todo

d) Tipo de

S
la, industria
en las anter

D
tidad de agu

e) Nivel eco

M
...
...
...
...

deración varios factores que lo afectan; entre estos factores se hallan los siguientes:

a) Cantidad de agua disponible

La facilidad o dificultad para disponer de agua en las fuentes de abastecimiento, marcan en ocasiones la cantidad de agua que puede distribuirse.

b) Magnitud de la población

Cuando un conglomerado humano crece, aumenta el consumo de agua -- porauve se incrementan principalmente las necesidades de agua en usos públicos e industriales.

c) Clima

Los climas extremosos tienen gran influencia en el consumo, cuando hace calor, aumenta su empleo en baños, lavado de ropa, acondicionamiento de aire y riego de calles y jardines; cuando hace frío aumenta el consumo en calefacción -- y sobre todo por fugas, cuando llega a romper las tuberías la congelación del agua.

d) Tipo de actividad principal

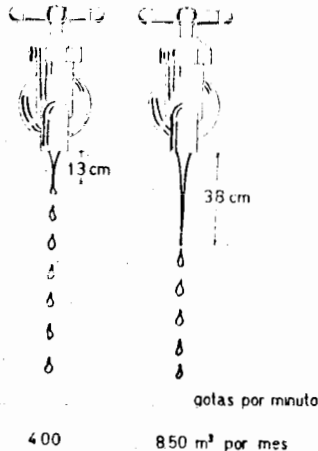
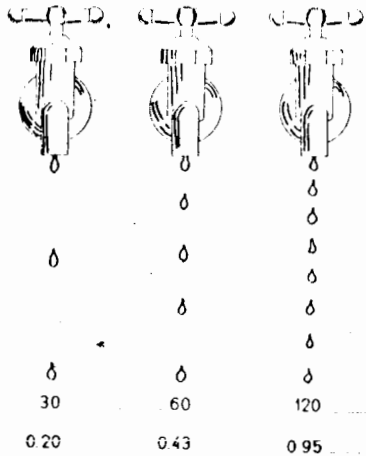
Se consideran tres tipos de población según su actividad básica: agrícola, industrial y comercial; como actividades secundarias muchas veces englobadas -- en las anteriores: minera, turística, pesca y otras.

De acuerdo con la naturaleza e intensidad de estas actividades es la cantidad de agua consumida.

e) Nivel económico

Mientras mejor sea el nivel económico de una población, mayores serán sus exigencias en el requerimiento del agua, pues pueden satisfacer mejor sus necesidades y proporcionarse sus comodidades, siguiendo las normas de higiene y sanidad.

DESPERDICIOS



f) Calidad del agua

El uso del agua aumenta conforme su calidad se mejora, ya que se podrá emplear en todos los usos, principalmente en los industriales.

g) Presión del agua

Una presión excesiva o por el contrario muy baja, hacen aumentar la cantidad de agua consumida; en el primer caso por fugas y en el segundo por desperdicios.

h) Medidores

La instalación de medidores hace disminuir el consumo del agua por tenerse que pagar por ella. Los desperdicios se reducen notablemente.

i) Costo del agua

Se observa experimentalmente que el consumo de agua disminuye rápidamente cuando se eleva su costo, pero que pasado algún tiempo, se tiende a los consumos originales. Esto mismo sucede con el empleo de medidores.

j) Existencia de alcantarillado

En general, se gasta más agua cuando los líquidos residuales se eliminan con mayor facilidad.

k) Fugas y desperdicios

La edad de la red, calidad de la tubería y atención en la conservación, influyen en la cantidad de agua que se fuga. Los desperdicios dependen en gran parte del nivel cultural de los usuarios.

Algunos autores sugieren para cada uno de los factores anteriores, coeficientes que varían de 0,80 a 1,25 para aplicarlos a la dotación básica seleccionada y tener idea finalmente de la cantidad asignada.

11.3 19497

11.3.1 Varia

Duración de los factos. Esta variación de los Estadísticos:

enero
febrero
marzo
abril
mayo
junio

11.3.2 Varia

Así como el día. De estas en un abas

La velocidad depende de la

Para semana

Para

Para

Para

11.3.3 Varia

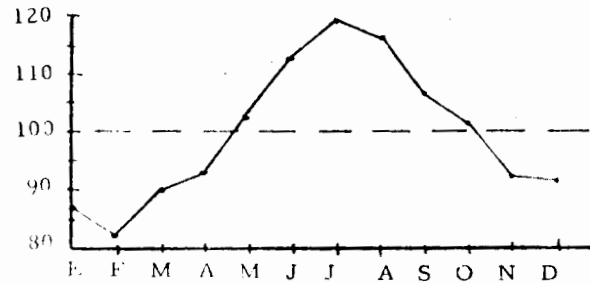
Tamb

11.3 VARIACIONES EN LOS CONSUMOS

11.3.1 Variaciones mensuales

Durante el año, existen meses de mayor o menor consumo del agua dependiendo de los factores climatológicos, costumbres, actividades y otros muchos que lo afectan. Esta variación mensual, por experiencias llevadas a cabo en 500 centros poblados de los Estados Unidos de Norteamérica, son los siguientes expresados en tantos por ciento:

enero	87.5	julio	119.0
febrero	82.3	agosto	116.5
marzo	90.7	septiembre	107.0
abril	92.8	octubre	102.3
mayo	103.0	noviembre	93.5
junio	113.6	diciembre	91.8



11.3.2 Variaciones diarias

Así como existen variaciones mensuales en los consumos, también las hay en el día. De estas variaciones, importa conocer las máximas normales para considerarlas en un abastecimiento de agua y evitar escasez en los días de gran demanda.

La variación diaria se expresa como un coeficiente del gasto medio anual y depende de la temperatura y distribución de las lluvias en la región:

Para los lugares de clima uniforme en los cuales todos los días de la semana se gasta la misma cantidad de agua. $C_d = 1.20$

Para aquellas regiones de clima variable pero no extremo, se usa $C_d = 1.35$

Para lugares de clima extremo y seco. $C_d = 1.50$

Para lugares de clima muy extremo como en las regiones desérticas $C_d = 1.75$

11.3.3 Variaciones horarias

También existen variaciones horarias con respecto al caudal medio (C_h). Como

en los casos anteriores, interesa conocer solamente las máximas normales que se han fijado en 1.4, 1.5 y 1.8 según las condiciones climatológicas prevalentes en la región.

11.3.4 Uso de los coeficientes de variación

Se acostumbra tomar en cuenta para calcular los consumos máximos, solamente los coeficientes de variación diaria y horaria, despreciando el mensual.

El consumo medio anual de agua en una población, es el que resulta de multiplicar la dotación, por el número de habitantes y por los 365 días del año:

$$V_{ma} = \frac{D \times H \times 365}{1,000}$$

V_{ma} = volúmen medio anual de agua potable en m^3

D = dotación en l/hab/día

H = número de habitantes.

El consumo medio diario será:

$$V_{md} = \frac{D \times H}{1,000}$$

V_{md} = volúmen medio diario de agua potable en m^3

El caudal medio diario Q_{md} en l/seg será:

$$Q_{md} = \frac{D \times H}{86,400}$$

a partir de este valor, se podrá calcular el caudal máximo diario Q_{Md} si se multiplica el caudal medio diario por el coeficiente de variación diaria C_d

$$Q_{Md} = Q_{md} \times C_d$$

El caudal
 $Q_{Md} = Q_{md} \times C_d$
 $Q_{MM} = Q_{Md} \times C_M$
 $C_h =$ coefi
 Finalme
 de máximo conse
 $Q_{MM} =$
 11.4 VALOR
 La dota
 comercial, incluir
 una de estos "uso
 Para te
 nión de varios a

PORCENTAJE
CLASE DE CONSUMO
Demanda Comercial e industrial público Fugas y desperdicios

El caudal máximo horario será:

$$Q_{Mh} = Q_{md} \times C_h$$

Q_{Mh} = caudal máximo horario de agua potable en l/seg

C_h = coeficiente de variación horaria

Finalmente, es muy importante conocer el caudal máximo horario en el día de máximo consumo Q_{MM} en l/seg:

$$Q_{MM} = Q_{md} \times C_d \times C_h$$

11.4 VALORES DE LA DOTACION

La dotación se puede fijar en base a sus aplicaciones que son: doméstico, comercial, industrial, las inevitables fugas y los lamentables desperdicios; cada uno de estos "usos", representa un tanto por ciento de la dotación.

Para tener idea de estos porcentajes, se tabulan los valores según la opinión de varios autores:

PORCENTAJES MEDIOS DE LOS DIVERSOS USOS EN RELACION CON LA DOTACION TOTAL					
CLASE DE CONSUMO	AUTORES:				
	Torneaure*	Babbit	Steel	Salowits	Fair - Geyer Okun
Doméstico	45 - 35	24	31	50	35
Comercial e industrial	22 - 30	38	38	14	45
público	11 - 10	10	11	16	5
Fugas y desperdicios	22 - 25	18	20	20	15

* De los valores recomendados por Turneure, los primeros se usan para dotaciones bajas y los segundos para dotaciones medias y altas.

En cuanto a la cantidad en litros por habitante y por día que se adopta para la dotación, se expresa a continuación lo que recomiendan diversos especialistas:

a) Schklitih

USO	l/hab/día
Bebida y cocina	50
Lavado de ropa	15
Descarga excusados	20
Baño de regadera	75
Servicios públicos	20
Desperdicios y fugas	20
Total:	200

b) Turneure

Mínima	180 l/hab/día
Medio	440 "
Máxima	700 "

c) Capen

Cuando se van a colocar medidores

$$D = 200 p^{0.110}$$

D = dotación en l/hab/día

p = millares de habitantes en la población

Cuando no se van a colocar medidores

$$D = 205 p^{0.125}$$

4) Unda Capen

Zonas de
con posible
enfriamiento

Zonas de

Zonas de

Zonas de

Zonas de

Zonas de

sin posible

pública o

privada

200 a 1,1

e) Anrique Barco

Hace alig
los consumos y las
el número de habit

USOS	DC
	MEP l/año
Doméstico	35
Comercial e	
Industrial	10
Público	12
Reservas	7
	62

d) Unda Cpazo

Zonas de edificios de departamentos
con posibilidad de aire acondicionado y
enfriamiento por agua sin recuperación

1,500 l/hab/día

Zonas con riego de jardines

500 "

Zonas con edificación continua

400 "

Zonas obreras mixtas

300 "

Zonas obreras

250 "

Zonas periféricas populares

200 "

Sin posibilidades de alcantarillado
público antes del año de previsión

150 "

Poblaciones concentradas rurales de

200 a 1,000 habitantes

100 "

e) Anríquo Banco Nacional Hipotecario Urbano y de Obras Públicas, S. A.:

Hace algunos años, esta extinta Institución elaboró una tabla que indica los consumos y las dotaciones mínimas, medias y máximas en las poblaciones según el número de habitantes. Esta tabla es la siguiente:

DOTACIONES SEGUN EL NUMERO DE HABITANTES EN LAS POBLACIONES												
USOS	MENOS de 5,000			5,000 a 15,000			15,000 a 50,000			50,000 a 200,000		
	Mín	Med	Máx	Mín	Med	Máx	Mín	Med	Máx	Mín	Med	Max
Doméstico	35	60	90	60	90	120	90	120	150	120	150	180
Comercial e												
Industrial	10	15	28	15	23	50	23	30	35	30	35	40
Público	12	20	30	20	30	40	30	40	50	40	50	60
Pérdidas	3	5	7	5	7	10	7	10	15	10	15	20
Sumas:	60	100	150	100	150	200	150	200	250	200	250	300

11.5 CONSUMO POR INCENDIO

Entre el uso público, se debe considerar el agua que se emplea para combatir los incendios en caso de ocurrir.

Cuando el poblado es de mucha importancia, con gran densidad de población y con un alto porcentaje de construcciones con material combustible, se destina en especial, un volumen de agua para combatir incendios. Este volumen se almacena en el tanque de regulación que sirve a la población, aumentando considerablemente su capacidad por este concepto.

En la República Mexicana por lo general no se destina un volumen de agua en especial para incendios, sino que se emplea con carácter de emergencia toda el agua disponible sin tomar en cuenta los otros usos.

La cuantificación del agua que se consume por concepto de incendios, se puede conocer aplicando fórmulas o criterios distintos que consideran una cierta duración del siniestro; se suponen 5 horas de duración en poblaciones menores de 2,500 habitantes y de 10 horas en poblaciones con más de 2,500 habitantes.

Según Kuichling:

$$Q = 44 \sqrt{P}$$

Según Freeman:

$$Q = 16 \left(\frac{P}{5} + 10 \right)$$

Según la NBFU (National Board of Fire Underwriters de los EE.UU.):
para poblaciones hasta de 200,000 habitantes

$$Q = 64 \sqrt{P} (1 - 0.01 \sqrt{P})$$

para poblaciones que excedan de 200,000 habitantes

riéndose:

12.1

se obtiene
la a una p
conducción

ens le con
M...

$Q = 755$ l/seg para un primer incendio, agregando:

$Q = 125$ a 500 l/seg para un segundo incendio simultáneo.

En todas estas fórmulas,

Q en l/seg

p en millares de habitantes

Otros criterios suponen que pudieran ocurrir 4 incendios simultáneos, requiriéndose:

- | | |
|-------------------------------------|----------|
| a) en zonas de bajo valor comercial | 10 l/seg |
| b) en zonas de alto valor comercial | 15 l/seg |
| c) en zonas residenciales | 30 l/seg |

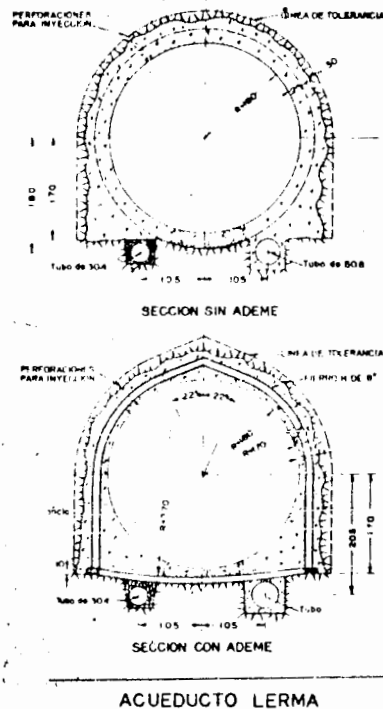
CAPITULO XII

CONDUCCION

12.1 LINEAS DE CONDUCCION

De las fuentes de abastecimiento, con sus respectivas obras de captación, se obtiene el agua que van a consumir los habitantes de una población para conducir la a una planta potabilizadora o de desinfección, a un cárcamo para una segunda conducción, a un tanque de almacenamiento o a la red misma de distribución.

Para proyectar una línea de conducción se requiere de planos topográficos de conjunto y perfiles, desde el sitio inicial hasta el final así como conocer el tipo de agua por transportar. Para un anteproyecto las curvas de nivel pueden equidistar un metro; para proyectos definitivos es preferible que estén separados de 30 a 50 cm. En cuanto a la escala del plano, esta debe ser tal que muestre todos los puntos importantes de diseño, habiendo ocasiones en que sea necesario dibujar algunos



detalles a otra escala. Se recomiendan escalas que van de 1 a 2000 hasta 1 a 10 000.

Las conducciones se pueden clasificar en descubiertas y cubiertas sin que esta división excluya la posibilidad de hacer combinaciones.

12.1.1 Conducciones descubiertas

Las conducciones descubiertas consisten en canales revestidos o no, en los que el agua está sujeta a pérdidas por infiltración y evaporación, además de las fugas accidentales y extracciones para otros usos a los que no está destinada.

Por estar el agua al descubierto, está expuesta a toda clase de contaminación y a permitir por soleamiento y reoxigenación, un aumento considerable en su contenido microbiano. Por esto, es aconsejable usar los canales como medios de conducción, únicamente cuando el agua sea abundante, barata y que todavía no posea calidad de potable.

Cuando se revisten los canales para disminuir las pérdidas por infiltración, se usa el concreto en capas de 5 a 15 cm de espesor. Un canal revestido puede admitir mayor velocidad del agua y presentar menor área expuesta, de manera que también bajan las pérdidas por evaporación, además de obtenerse otras ventajas desde el punto de vista hidráulico.

En el recorrido de un canal, se puede presentar ciertos accidentes topográficos que no sea posible salvarlos económicamente. Entonces resultan los tajos y túneles o bien los sifones invertidos y puentes canales. Por lo general, de estas estructuras, se usan más frecuentemente las dos últimas.

Para proyectar la localización y construcción de un sifón invertido, se deben tomar en cuenta diversos factores del obstáculo para salvar, tales como:

- Profundidad y longitud
- Tirante y caudal máximos en épocas de lluvias
- Material y objetos arrastrados por la corriente
- Posibilidad de socavación en el fondo.

Evitar también la presencia de agua estancada para evitar la formación de canales que...

Cuando son de tipo viga, se construyen otros de ferrocemento...

12.1.2 Conducciones cubiertas

Los canales cubiertos, como los canales descubiertos, pueden ser de tipo viga o de tipo tubo.

Las conducciones cubiertas pueden ser de tipo viga o de tipo tubo.

12.2.1 Tubos

Los tubos de concreto se fabrican en forma de tubo o de tipo viga.

Según el tipo de tubería se usan, asbesto-cemento o de tipo viga.

12.2.1 Tuberías

Se emplean tuberías de tipo viga o de tipo tubo.

Debe preverse en estas estructuras, el medio de limpieza necesario para evitar taponamientos por la acumulación de azolves. Se recomienda para ello que la sección en el fondo sea tal, que la velocidad del agua sea mayor de 0.60 m/seg para evitar el depósito de partículas finas, ya que las gruesas quedarán en el propio canal que funge como sedimentador.

Los puentes canales pueden ser abiertos o cerrados, colgantes o apoyados. Cuando son cerrados, en ocasiones, el propio tubo se aprovecha para hacerlo trabajar como viga, solución que dependiendo del claro, resulta más barata en general que construir otro tipo de estructuras. También pueden aprovecharse con tal fin puentes de ferrocarril o carretera.

12.1.2 Conducciones cubiertas

Las conducciones cubiertas las constituyen todos los ductos totalmente cerrados, como las tuberías, pero también cualquier otro como túnel o sifón invertido; éstas pueden trabajar a presión o como canal.

Las conducciones que llevan agua potable o a presión, deben forzosamente ser cubiertas.

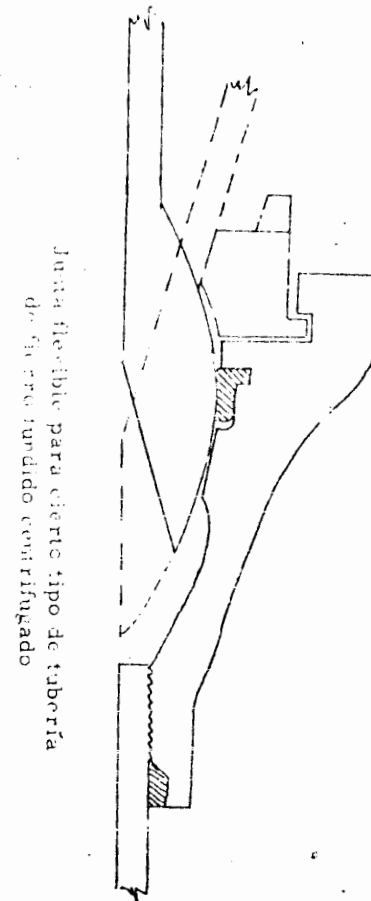
12.2. TUBERIAS PARA AGUA POTABLE

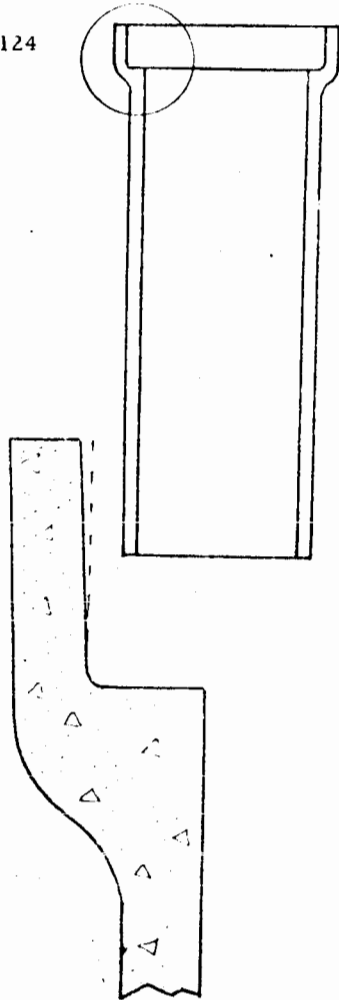
La gran mayoría de las conducciones cubiertas para agua potable, están formadas por tubería prefabricada; solamente en casos especiales y para grandes caudales se fabrican en el sitio.

Según la presión a la que se conduce el agua, así es el tipo y material de la tubería seleccionada; en general se emplean tuberías de hierro fundido, concreto, asbesto-cemento, acero y polietileno.

12.2.1 Tuberías de hierro fundido

Se emplearon mucho en la antigüedad con la ventaja de ser muy duraderas; existen todavía en uso después de 250 años (Versalles, Francia). Se fabrican -





en tramos con longitud de 3.60 m y variación de diámetros que van de 7.5 cm (3") a 210 cm (84") en 4 clases distintas según la presión que soporten.

Actualmente ya no se emplean con tanta frecuencia, pero se siguen usando las piezas especiales de este material.

12.2.2 Tuberías de concreto

Las tuberías de concreto pueden ser simples o armadas; las primeras se emplean para aguas sin presión y hasta diámetros de 0.60 m; las segundas para diámetros mayores de 0.60 m y cuando se conduce agua a presión. El refuerzo puede consistir en varillas de acero colocadas en anillos individuales o corridas como resorte para absorber los esfuerzos en tensión, que van apoyadas en otras varillas longitudinales que al mismo tiempo que sujetan el refuerzo principal, absorben los refuerzos longitudinales debido a cambios de temperatura, flexión y manejabilidad.

Para altas presiones y con objeto de disminuir al máximo las filtraciones, el refuerzo puede ser un tubo formado por placa de acero.

En cuanto a la pérdida de agua en tuberías de concreto, según especificaciones de la American Water Work Association, se admiten las que se indican a continuación:

Volumen máximo permisible de fugas en litros por 24 horas, por kilómetro de tubería y por pulgada de diámetro del tubo a las presiones estipuladas

10.5	g/cm ²	235.2	litros
8.8	"	215.0	"
7.0	"	192.2	"
5.3	"	164.7	"
3.5	"	135.7	"

La durabilidad de la tubería de concreto es de unos 75 años. Con la edad disminuyen los coeficientes de fricción; en la fórmula de Hazen-Williams, se puede suponer de 130 al principio, de 110 después de 10 años de uso, 100 a los 20 y 80 en los siguientes.

La
ción, con el

La
ra, juntado
to al tubo,
puede ser te
para grandes
con aparien

12.2.3 T

E
les por resul
mínima nece
y perforar co

S.
914 mm (36")
número la pr

La
cos hasta de

La
un tubo cort
sistema perm

La

12.2.4 T

Es
elevadas pres
iones y por lo

La

La velocidad recomendada para evitar erosión y grandes pérdidas por fricción, en esta clase de tubos varía de 1.00 a 1.50 m/seg.

125

Las uniones en tuberías de concreto simple son a base de macho y campana, juntas con mortero y colocadas de tal manera que el agua circula con respecto al tubo, en el sentido de campana a macho. En las tuberías reforzadas, la unión puede ser también a base de macho y campana juntas con mezclas resistentes; — para grandes diámetros, según los espesores, se emplea el mismo tipo de junta pero con apariencia continua, tanto en el interior como en el exterior.

12.2.3 Tuberías de asbesto-cemento

El asbesto-cemento ha venido a sustituir en gran parte a los otros materiales por resultar tuberías con costos relativamente bajos, rápida y fácil colocación y mínima necesidad de conservación, además de presentar la ventaja de poderse cortar y perforar con suma facilidad, no obstante su alta resistencia.

Se construyen en longitudes de 4 m para diámetros desde 76 mm (3") hasta 914 mm (36") y en cuatro tipos denominados A-5, A-7, A-10 y A-14 indicando el número la presión de trabajo en atmósferas.

La velocidad recomendable varía de 0.60 m/seg en los diámetros más chicos hasta de 1.50 m/seg en los diámetros mayores.

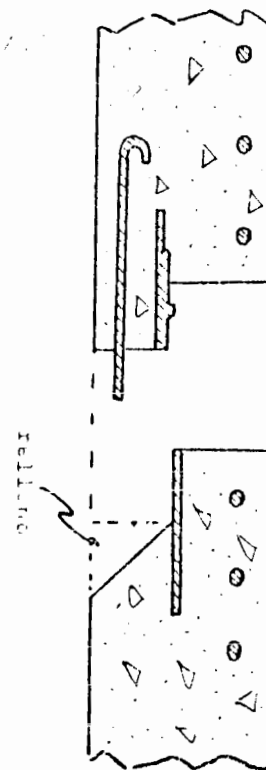
La unión se efectúa raras veces con macho y campana; normalmente se usa un tubo corto o barril en combinación con arillos de hule para cubrir las juntas. Este sistema permite flexibilidad entre los tubos.

La durabilidad de estas tuberías se estima entre 75 y 100 años.

12.2.4 Tuberías de acero

Este tipo de tubería se recomienda en los casos de conducción de agua a elevadas presiones y para velocidades hasta de 5 a 6 m/seg para lograr diámetros menores y por lo tanto mayor economía.

También se emplean, en pequeños tramos, en combinación con tuberías de



TUBERIA DE
ASBESTO-CEMENTO

DIAMETRO		TIPO A-5 PRESION DE PRUEBA 15 ATMOSFERAS			
NOMINAL	mm.	DIAM Ext. bruto	DIAM Ext. tornando	PESO tubo Kgs./Ml.	PESO tubo y Junta
3	76	97	92	5.73	6.16
4	102	123	118	7.46	8.05
6	152	175	170	11.93	12.80
8	203	230	225	18.67	19.85
10	254	283	278	24.94	26.46
12	305	338	333	34.13	36.03
14	356	393	388	44.58	47.21
16	406	447	442	56.41	59.69
18	457	502	497	69.77	73.82
20	508	557	552	84.56	89.42
24	610	667	662	118.04	125.67
30	762	831	826	178.63	191.72
36	914	995	990	252.07	270.26

otros materiales cuando se trata de soportar cargas y esfuerzos interiores y exteriores más elevados, que éstos no puedan soportar.

Los tubos están formados por placas de acero remachadas o soldadas, prefiriéndose actualmente este último sistema.

La unión entre tubos se efectúa a tope con soldadura o usando bridas. La brida consiste en un anillo con ceja perimetral, soldado o atornillado en los extremos del tubo, cuyo diámetro interior es igual al diámetro exterior del tubo. La ceja contiene perforaciones que se hacen coincidir con las perforaciones de la brida del tubo siguiendo para fijarse con tornillos. Entre las bridas se colocan empaques de hule o de plomo para evitar las fugas.

La durabilidad de estas tuberías se estima entre 25 y 50 años. De acuerdo con su edad, varían los coeficientes de fricción, recomendándose en la fórmula de Hazen-William 135 cuando nueva y 100 para sus últimas etapas.

Aún cuando en estas tuberías el diámetro puede ser cualquiera, es conveniente apegarse a los diámetros comerciales por razones de economía.

12.2.5 Tubería de polietileno

En la actualidad la tubería plástica de cloruro de polivinilo (PVC), se está empleando con grandes ventajas para la conducción de agua potable y aguas residuales domésticas e industriales.

Es muy resistente a la acción de diversos productos químicos; no imparte olores ni sabores al agua; su poco peso facilita su transporte y colocación. Ofrece poca resistencia al escurrimiento.

La tubería de PVC se fabrica en dos tipos: para la conducción de agua potable a presión y para la conducción de aguas residuales sin presión.

Las dimensiones se calculan a partir de la fórmula:

P.
25.
20.
S
d
P
e
El
es de 1.5 in
La
RD=21; RD
Se

Se
12.3. PIE
Son
ma eficiente
las, las codo

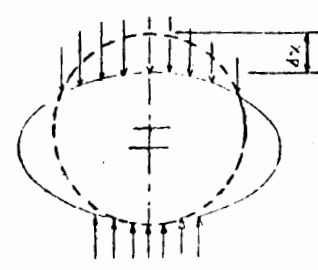
$$S = P (d - e) / 2e$$

$$RD = d/e$$

$$2S/P = RD - 1$$

$$2S/P = (d/e) - 1$$

S = esfuerzo de diseño en kg/cm²
 d = diámetro exterior en mm
 P = presión de trabajo en kg/cm²
 e = espesor mínimo recomendable en mm



CON CARGA EXTERNA
 SIN PRESION INTERNA

El espesor mínimo de pared permitido para tuberías de conducción de agua es de 1.5 mm.

La tubería para agua potable se fabrica en ocho clases: RD = 13.5; RD=17; RD=21; RD=26; RD=32.5; RD=41; RD=64 y roscados.

Se especifican seis clases según la presión máxima de trabajo:

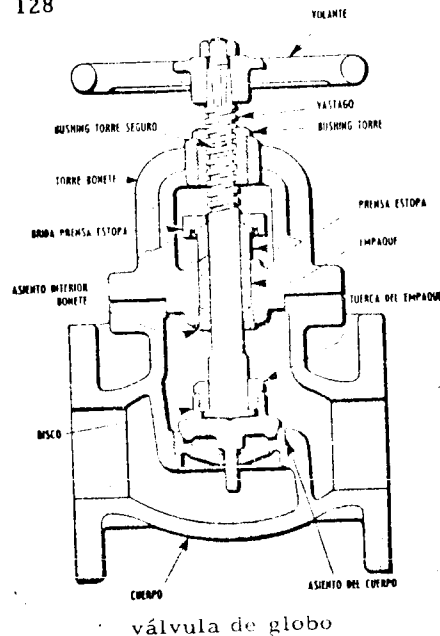
Clase	Presión máxima de trabajo (kg/cm ²)
A	2.50
B	5.00
C	7.50
D	10.00
E	15.00
F	20.00

Se fabrican en 14 diámetros que varían de 3.16 mm (1/8") a 152 mm (6").

12.3. PIEZAS ESPECIALES

Son en general todas aquellas que se utilizan para guiar y controlar en forma eficiente el flujo del agua en las conducciones. Entre éstas se hallan las válvulas, los codos, las reducciones, las tapas y otras.

Deformación Vertical Diámetro (%)	(%) Del Área de Un Círculo Perfecto
	1.5
1.0	99.99
1.5	99.9775
2.0	99.96
2.5	99.9375
3.0	99.91
3.5	99.8775
4.0	99.84
4.5	99.7975
5.0	99.75
5.5	99.6975
6.0	99.64
6.5	99.5775
7.0	99.51
7.5	99.4375
8.0	99.36
8.5	99.2775
9.0	99.19
9.5	99.0975
10.0	99.00
11.0	98.79
12.0	98.56
13.0	98.31
14.0	98.04
15.0	97.75
16.0	97.44
17.0	97.11
18	96.76
19	96.39
20	96.00
21	95.59
22	95.16
23	94.71
24	94.24
25	93.75



12.3.1 Válvulas

Las válvulas sirven para limitar o interrumpir la circulación del agua. Se pueden clasificar según su mecanismo en válvulas de globo, de compuerta, de mariposa y de check.

a) Válvulas de globo

Son voluminosas y presentan una alta resistencia al paso del agua, limitándose por ello su empleo en tuberías de pequeños diámetros. Constan de un disco horizontal accionado por un vástago para cerrar o abrir un orificio por el que pasa el agua; este mecanismo dentro de una caja de hierro fundido con extremos de brida para los diámetros grandes y de rosa para los pequeños.

b) Válvulas de compuerta

Las válvulas de compuerta como su nombre lo indica, consisten en una estructura que permite el deslizamiento de un disco en posición vertical para dejar el paso libre del agua u obstruirlo a voluntad; cuando está abierta totalmente el agua pasa sin sufrir pérdidas apreciables.

Son en general más caras que las válvulas de globo, pero presentan grandes ventajas sobre éstas en cuanto al espacio ocupado y la poca resistencia al paso del agua.

Para accionar las válvulas en las tuberías de grandes diámetros, se emplean mecanismos accionados eléctricamente ya que para evitar sobrepresiones en las tuberías, su cierre o apertura debe hacerse en forma muy lenta. En las de grandes diámetros se instala otra válvula pequeña del mismo tipo que comunica la cámara llena con la vacía, para disminuir la fricción de la compuerta al aliviar la presión, cuando se trata de abrirlas.

Para el buen funcionamiento de las válvulas, deben quedar colocadas en la posición recomendada por el fabricante. Sus extremos están provistos de bridas.

c) Válvulas d

Las válvulas de compuerta se colocan a través de la tubería para asegurar que el agua fluya en una sola dirección.

Las válvulas de compuerta se nombran por el tamaño del orificio que permiten el paso de agua entre las bridas de la tubería.

En

d) Válvulas

El disco de la válvula de compuerta se mueve verticalmente para dar paso al agua.

e) Válvulas

En las tuberías de grandes diámetros, se emplean válvulas de compuerta accionadas eléctricamente para evitar sobrepresiones en las tuberías, su cierre o apertura debe hacerse en forma muy lenta. En las de grandes diámetros se instala otra válvula pequeña del mismo tipo que comunica la cámara llena con la vacía, para disminuir la fricción de la compuerta al aliviar la presión, cuando se trata de abrirlas.

Las válvulas de compuerta se nombran por el tamaño del orificio que permiten el paso de agua entre las bridas de la tubería.

c) Válvulas de mariposa

Los válvulas de mariposa se han usado para regular el flujo del agua a través de la tubería; los primeros tipos por lo tanto, no eran de cierre hermético y con secuentemente se instalaba en serie con otro tipo de válvula. Actualmente se puede asegurar que cumplen ambos cometidos.

La válvula consiste en un cuerpo tubular en donde va montado un disco de nominado "mariposa" que pivotea sobre un eje central. El movimiento puede ser intermedio entre completamente cerrado y totalmente abierto; esta última operación se efectúa cuando el disco queda en posición paralela al eje de la tubería.

En el exterior de la válvula se tiene un indicador de la posición del disco.

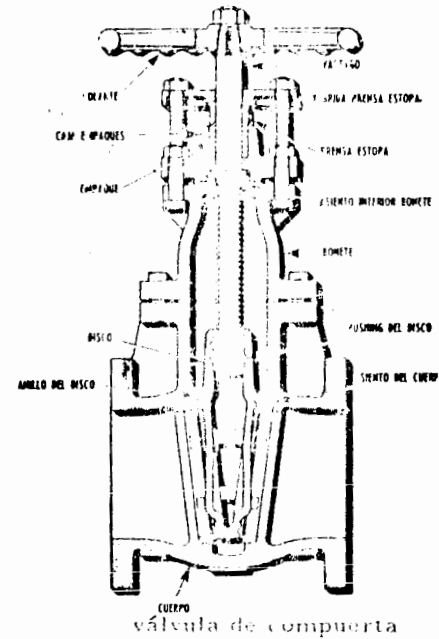
d) Válvulas check

El objeto de las válvulas check consiste en dejar pasar el agua en un solo sentido e impedir que lo haga en el contrario; para ello constan de una placa con charneca a guisa de compuerta y casi equilibrada con su peso para ser movida y quedar abierta, con la ayuda del agua que circula en el sentido deseado.

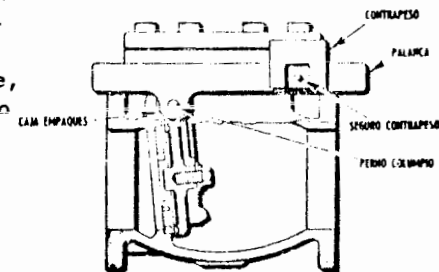
e) Válvulas de aire

En las conducciones por tubería, se tienen tramos ascendentes y descendentes; en los puntos elevados de la tubería se acumula aire proveniente de la agitación del agua al circular. Este aire acumulado obstrucciona y a veces llega a interrumpir momentáneamente la circulación del agua provocando grandes elevaciones de la presión que ponen en peligro a la tubería. Para extraerlo, ya que no puede evitarse, se colocan en estas partes de las conducciones las denominadas válvulas de aire cuyo nombre lo reciben por la función que desempeñan, permitiendo la salida del aire pero no la del agua. También se colocan para dar salida al aire de la tubería cuando ésta se empieza a llenar y no sea tan tardada esta operación inicial.

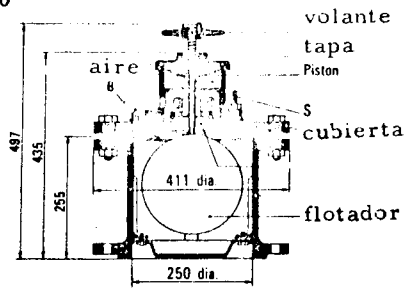
Existen varios modelos de estas válvulas, pero básicamente constan de una caja en donde un flotador tapona un orificio practicado en la parte superior y que bota cuando la cantidad de aire acumulado adquiere cierto volumen, dejándolo escapar.



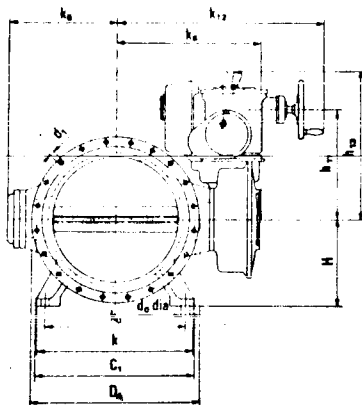
válvula de compuerta



válvula check o de retención



válvula de aire



válvula de mariposa

f) Válvulas de desfogue

Así como en la parte superior de las conducciones se acumula aire, las partes bajas están expuestas a taparse por el depósito de arenas y partículas que se sedimentan; para evitarlo se colocan pequeñas válvulas laterales, denominadas válvulas de desfogue que se operan manualmente para dejar salir un chorro que arrastra los sedimentos.

g) Válvulas reductoras de presión

Quando se desea aliviar la presión del agua en un tramo continuo, se pueden colocar las válvulas reductoras de presión que consisten, según el modelo, de un pistón que es accionado por la presión del agua para moverse hacia arriba del cuerpo de la válvula. A este movimiento se opone un resorte con presión controlable, según se desea modificar la presión del flujo.

12.3.2 Codos

Para los cambios de dirección se colocan los codos, que varían en deflexiones de 22°30', pero las más comunes son de 45° y 90°. Se fabrican del mismo material que la tubería empleada, aunque para diámetros grandes se colocan normalmente de hierro fundido o acero y extremidades con brida.

12.3.3 Cruces y tes

Una red de distribución, como su nombre lo indica, está formado por una línea principal y ramificaciones que se entrecruzan. En las ramificaciones y cruzamientos se colocan "Tes" y "Cruces", en las que los diámetros pueden ser iguales o diferentes.

12.3.4 Tubos cortos

Entre las piezas especiales se consideran a los tubos cortos o carretes, que tienen una longitud menor a la del tubo comercial y que se emplean para ajustar las conducciones a una longitud determinada.

12.3.5 Red

Son los de distribución

12.3.6 Tapas

Son de tubería no tipo de junta

12.3.7 Junta

Para las juntas de los codos que se

Cita con el código

12.4 ESFU

Las tuberías de distribución

12.4 Presión

Los codos que se usan

a) Valvulación

El golpe de ariete es un fenómeno que se produce en las conducciones cuando se intermite el flujo.

12.3.5 Reducciones

Son piezas de sección troncocónicas que sirven para hacer la unión entre tuberías de distinto diámetro.

12.3.6 Tapas ciegas

Son como su nombre lo indica, taponos que se colocan cuando un extremo de tubería no va a trabajar temporalmente y que tienen la forma coincidente con el tipo de junta de la tubería en que se coloca.

12.3.7 Juntas deslizantes y flexibles

Para absorber esfuerzos por cambios de temperatura, se instalan en las tuberías juntas denominadas de deslizamiento que permitan movimientos longitudinales sin que se escape el agua.

Otras juntas llamadas flexibles, permiten pequeños movimientos de un tubo con relación al contiguo. Comercialmente se les conoce como juntas tipo Gibbult.

12.4. ESFUERZOS EN LAS TUBERIAS

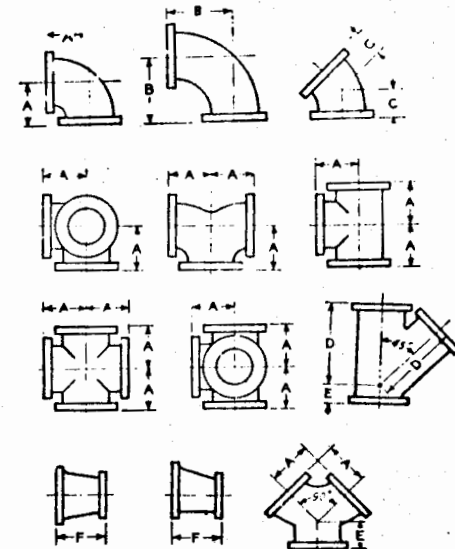
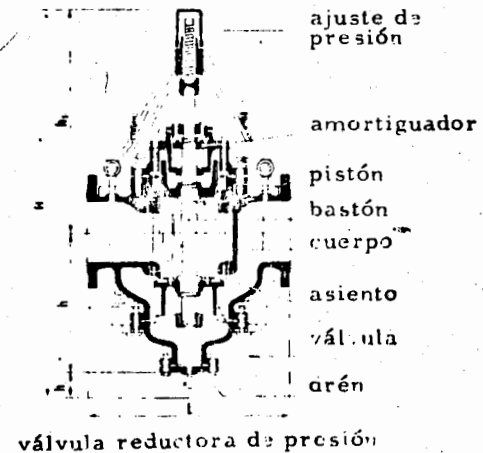
Las tuberías están sujetas principalmente a esfuerzos originados por la presión interna, cambios de dirección y presiones y cargas exteriores que pueden variar bruscamente.

12.4.1 Presión interna

Los tubos deben diseñarse para soportar la presión hidrostática total que incluye las cargas eventuales producidas por el golpe de ariete y las bolsas de aire.

a) Valvación de la presión por golpe de ariete

El golpe de ariete se produce por un cambio súbito de energía cinética a energía de presión; esta presión se transmite a lo largo de la tubería como una onda, cuya velocidad máxima es igual a la de transmisión del sonido en el líquido que se conduce.



partes ba
dimen-
as de des
dimentos.

ueden co
r pistón-
o de la -
ún se de

eflexiones
erial que -
de fierro -

or una lí-
cruzamien-
o diferen

es, que tie
ar las con-

Esta sobrepresión se puede valuar, en columna de agua, con la siguiente fórmula:

mula:

$$h = \frac{145 V}{\sqrt{1 + \frac{kd}{Ee}}}$$

Tipo de estructura

velocidad máxima en m/seg.

Secciones en corte:

Recubiertas de concreto 4.50
 Recubiertas de mampostería 5.50

Tubos:

Acero y fierro fundido 3.50 a 6.00
 Concreto 3.00 a 4.50

Túneles:

Sin revestir 3.50
 Revestido de concreto 3.00 a 4.50
 Con tubería de acero 3.50 a 6.00

Canales:

En tierra:
 Ordinaria 0.70 a 1.00
 Arenosa 0.30 a 0.60
 Gravosa o arcillosa 1.50 a 1.00
 En roca 2.50 a 4.50
 Revestido de concreto 3.00 a 4.50

h = sobrepresión en metros
 V = velocidad inicial del líquido en el tubo en m/seg
 K = módulo de elasticidad del líquido en kg/cm² (20, 670 kg/cm² para el agua)
 E = módulo de elasticidad del material del tubo
 acero 2 100,000 kg/cm²
 cobre 1 300,000 "
 hierro colado 1 050,000 "
 asbesto cemento 328,000 "
 concreto 175,000 "
 PVC 33,000 "
 d = diámetro interior del tubo en cm.
 e = espesor de las paredes del tubo en cm.

Esta fórmula proviene de considerar la sobrepresión por el cierre de una válvula.

$$h = \frac{2 LV}{g T}$$

L = longitud de la tubería en m
 V = velocidad inicial del agua en m/seg
 g = aceleración debida a la gravedad (9.81 m/seg²)
 T = tiempo que dura la operación de cierre en segundos.

La velocidad de onda de presión (a) en m/seg se puede valuar como:

re de u

con lo q

proporci

b) Valu

en donde

o

$$a = \frac{1,420}{\sqrt{1 + \frac{Kd}{Ee}}}$$

1,420 es la velocidad del sonido en el agua en m/seg.

El tiempo de recorrido de la onda (t_c) es también el tiempo crítico de cierre de una compuerta o válvula:

$$t_c = \frac{2L}{a} ; a = \frac{2L}{t_c}$$

con lo que la fórmula para la sobrepresión debida al golpe de ariete queda:

$$\text{si } t_c \ll T \quad h = \frac{aV}{g}$$

Para tiempos de cierre (t) mayores a (t_c) el golpe de ariete se reduce en proporción a t_c/T .

b) Valuación de la presión por bolsas de aire

$$\frac{1}{2} Mv^2 = \frac{1}{2} \frac{p}{g} v^2$$

M = masa de agua por unidad de longitud del tubo en ($\text{kg seg}^2/\text{m}$)

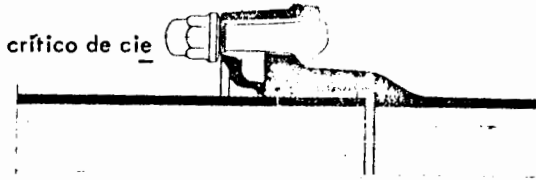
v = velocidad lineal de flujo (m/seg)

p = peso aportado por toda la longitud de la tubería (kg)

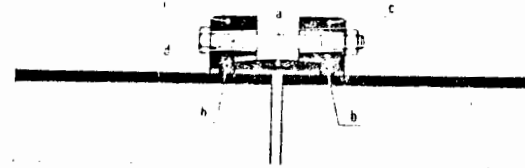
$$p = \frac{\pi d^2}{4} \sigma \times L$$

en donde

σ = peso específico del agua ($1,000 \text{ kg/m}^3$)



Junta deslizante



Junta Gibault

d = diámetro del tubo en m
L = longitud de la tubería en m.

Si V en m³ es el volumen de aire, a una presión P en kg/cm², después de la compresión se tendrá un volumen V' a una presión P'.

Por la ley de Mariotte:

$$P V = P' V'$$

El trabajo ω absorbido en esta compresión queda representado así:

$$\omega = P V \log_e \frac{P'}{P} ; \quad \text{ó } \omega = 2.3 P V \log \frac{P'}{P}$$

y puede igualarse:

$$\frac{1}{2} \frac{P}{g} v^2 = 2.3 P V \log \frac{P'}{P}$$

conociendo $\log \frac{P'}{P}$ se puede despejar v' que es el aumento de presión debido al aire acumulado que provoca obstrucciones.

12.4.2 Fuerza por cambio de dirección

Cuando se tiene un cambio de dirección en el eje de la tubería, se provocan fuerzas que tienden a enderezarla y a desalojar el vértice del codo o de la curva hacia afuera. En estas fuerzas intervienen la velocidad del agua y la presión interna.

El agua en movimiento ejercerá en la curva una fuerza centrífuga

$$F = \frac{M v^2}{R} R d \alpha$$

M = masa de agua por unidad de longitud de la tubería en kg seg²/m
v = velocidad lineal de flujo en m/seg

Rc

y la fue

la tensi

de donc

y

en la qu
agua.

R = radio de la curva en m
 $Rd\alpha$ = longitud diferencial del arco.

La resultante de estas fuerzas será:

$$M R d\alpha \frac{v^2}{R} \cos \alpha$$

y la fuerza total: $P = 2 \int_0^{\theta/2} M v^2 \cos \alpha d\alpha$

$$P = 2 M v^2 \operatorname{sen} \frac{\theta}{2}$$

la tensión producida por la fuerza centrífuga F será $2T_1$ y su componente:

$$P = 2 T_1 \operatorname{sen} \frac{\theta}{2}$$

de donde

$$2 T_1 \operatorname{sen} \frac{\theta}{2} = 2 M v^2 \operatorname{sen} \frac{\theta}{2}$$

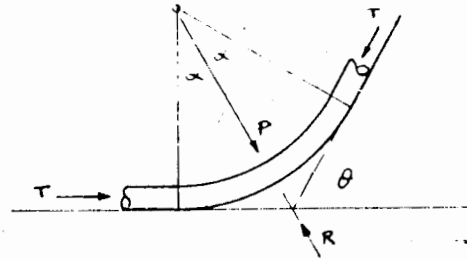
y
$$T_1 = M v^2 = \frac{W A v^2}{g}$$

en la que A es el área de la sección transversal del tubo y W el peso específico del agua.

La fuerza T_2 debida a la presión p , será pA y la fuerza total:

$$T_1 + T_2 = \frac{W A v^2}{g} + pA$$

La reacción que se debe absorber mediante un anclaje o atraque será:



$$R = P_1 + P_2 = 2\lambda \left(\frac{M v^2}{g} + p \right) \operatorname{sen} \frac{\theta}{2}$$

pero como en condiciones normales $T_2 \gg T_1$ se puede considerar

$$R = 2 A p \operatorname{sen} \frac{\theta}{2}$$

12.4.3 Presión y carga externas

Las tuberías pueden ir al descubierto, cuidando de que no reciban ni golpes ni cargas pesadas o concentradas que puedan deteriorarlas o destruirlas.

En ocasiones para su máxima protección, se recubren con materiales u obras que aseguren su conservación.

La mayoría de las veces van enterradas a profundidades tales, que la concentración de cargas exteriores resulten prácticamente uniformemente distribuidas.

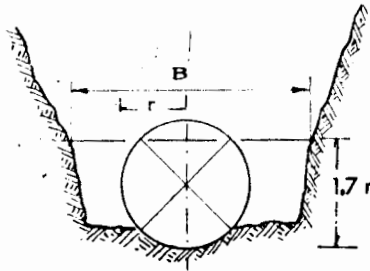
Es conveniente cerciorarse de la resistencia de la tubería, aplicando cualquier fórmula adecuada para determinar la carga en los tubos, según su profundidad así como sujetarse a las recomendaciones de los fabricantes. Una de estas fórmulas es la Marston, que da a conocer la carga exterior al tubo debido al relleno:

$$W = C w B^2$$

Siendo W la carga uniformemente repartida por metro lineal en el tubo; C , un coeficiente que depende de la profundidad de la excavación y la clase del material de relleno; w el peso volumétrico del material de relleno en kg/m^3 y B el ancho de la zanja en m a una altura de 1.70 sobre el fondo del tubo, siendo r su radio.

Para facilidad de trabajo en la instalación de la tubería, la excavación se hace de un ancho B , mayor que el necesario exclusivamente para dar cabida a los tubos. Se puede calcular B , así:

$$B = \frac{4}{3} D + 20$$



lineal e

Relación fundida la

1
1
1

D = diámetro del tubo por instalar en cm
 20 = medida adicional en cm

Fórmula $W = C w B^2$ para determinar la carga uniformemente repartida por metro lineal en el tubo, de acuerdo con su profundidad.

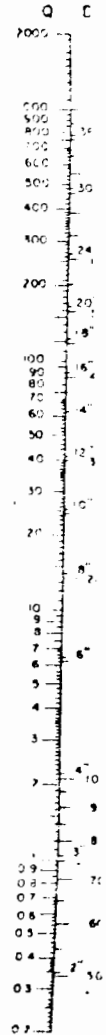
Peso volumétrico (w) del material de relleno en kg/m^3

Arena seca	1,600
Arena húmeda	1,920
Arcilla húmeda	1,920
Arcilla saturada	2,080
Tierra vegetal húmeda	1,440
Tierra vegetal saturada	1,760

VALORES DEL COEFICIENTE C				
Relación entre la profundidad y la anchura de la zanja	Arena y tierra vegetal húmeda	Tierra vegetal saturada	Arcilla húmeda	Arcilla saturada
1.0	0.85	0.86	0.88	0.90
2.0	1.46	1.50	1.56	1.62
3.0	1.90	1.98	2.08	2.20
4.0	2.22	2.33	2.49	2.66
5.0	2.45	2.59	2.80	3.03
6.0	2.61	2.78	3.04	3.33
7.0	2.73	2.93	3.22	3.57
8.0	2.81	3.03	3.37	3.76
9.0	2.88	3.11	3.48	3.92
10.0	2.92	3.17	3.56	4.04
12.0	2.97	3.24	3.68	4.22
14.0	3.00	3.28	3.75	4.34

RESISTENCIA EN VALVULAS Y CONEXIONES

DIAMETRO DEL TUBO		COOD STANDARD	COOD RADIO MEDIO	COOD DE RADIO GRANDE	COOD DE 45°	TE	CURVA DE RETORNO	VALVULA COMPUESTA ABIERTA	VALVULA GLOBO ABIERTA	VALVULA ANGULO ABIERTA
mm	PULG									
----- LONGITUD DE TRAMO RECTO EQUIVALENTE A LA RESISTENCIA AL ESCURRIMIENTO										
13	1/2"	0.457	0.427	0.335	0.235	1.036	1.158	0.106	4.877	2.560
19	3/4"	0.671	0.548	0.427	0.305	1.372	1.524	0.143	6.705	3.658
25	1"	0.823	0.701	0.518	0.396	1.768	1.859	0.183	8.230	4.572
32	1 1/4"	1.128	0.914	0.732	0.488	2.377	2.591	0.244	11.278	5.486
38	1 1/2"	1.311	1.097	0.853	0.610	2.743	3.048	0.290	13.411	6.706
51	2"	1.676	1.402	1.067	0.762	3.353	3.962	0.366	17.374	8.534
64	2 1/2"	1.991	1.646	1.280	0.914	4.267	4.572	0.427	20.117	10.058
76	3"	2.459	2.073	1.554	1.158	5.182	5.486	0.518	25.908	12.802
89	3 1/2"	2.916	2.438	1.829	1.341	5.791	6.401	0.610	30.175	15.240
102	4"	3.353	2.774	2.134	1.524	6.706	7.315	0.701	33.528	17.578
114	4 1/2"	3.658	3.048	2.409	1.707	7.315	8.230	0.792	39.524	18.593
127	5"	4.267	3.658	2.713	1.859	8.230	9.449	0.884	42.672	21.336
152	6"	4.677	4.267	3.153	2.347	10.058	11.278	1.067	48.768	25.298
203	8"	6.401	5.486	4.267	3.048	13.106	14.935	1.372	67.056	33.528
254	10"	7.925	6.706	5.182	3.962	17.069	18.593	1.737	88.392	42.672
305	12"	9.754	7.925	6.096	4.572	20.117	22.250	2.042	103.632	51.816
356	14"	10.973	9.449	7.010	5.182	23.165	25.908	2.438	118.872	57.312
406	16"	12.802	10.668	8.230	5.791	26.518	30.480	2.743	131.064	67.056
457	18"	14.021	12.192	9.144	6.401	30.480	33.528	3.109	152.400	76.200
508	20"	15.850	13.106	10.363	7.010	33.528	36.576	3.658	170.688	85.344
552	22"	17.678	15.240	11.278	7.620	39.624	42.672	3.962	185.928	94.488
610	24"	19.202	16.154	12.192	8.534	42.672	45.720	4.267	207.264	103.632
762	30"	24.079	20.726	15.240	10.668	50.292	57.912	5.182	262.128	128.016
914	36"	28.651	24.079	18.288	13.106	60.960	67.056	6.096	304.800	152.400
1067	42"	36.576	28.956	21.946	15.240	73.152	79.248	7.010	365.760	182.880
1219	48"	41.148	33.528	24.994	17.678	83.820	91.440	7.925	426.720	207.264



IONES

VALOR DE CARGA ABERTA	VALOR DE ANGULO ABERTA

CURRIMIENTO

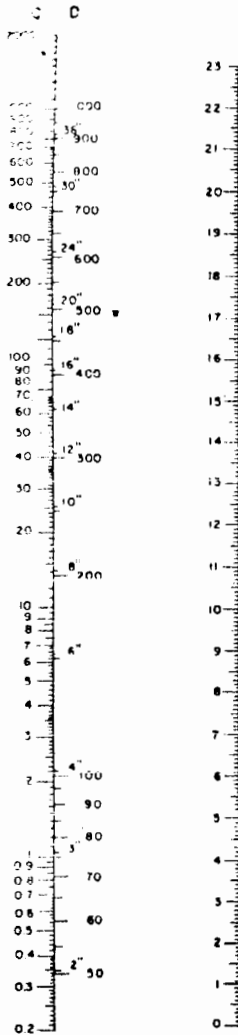
877	2560
705	3658
230	4572
278	5486
411	6706

374	8534
117	10058
908	12807
175	15240
528	17678

624	18593
672	21336
768	25298
056	33529
392	42672

632	51816
872	57912
064	67056
400	76200
688	85344

28	94488
164	103632
28	128016
30	152400
30	182880
30	207264



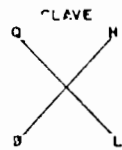
NOMOGRAMA DE LA
FORMULA DE MANNING

$$V = \frac{1}{n} r^{2/3} S^{1/2}$$

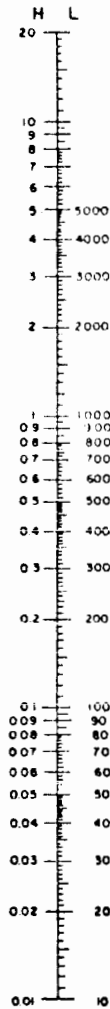
$$S = \frac{H}{L}$$

$$H = 10.3 \frac{LQ^2}{D^{16/3}}$$

CONDICION: $n = 0.010$

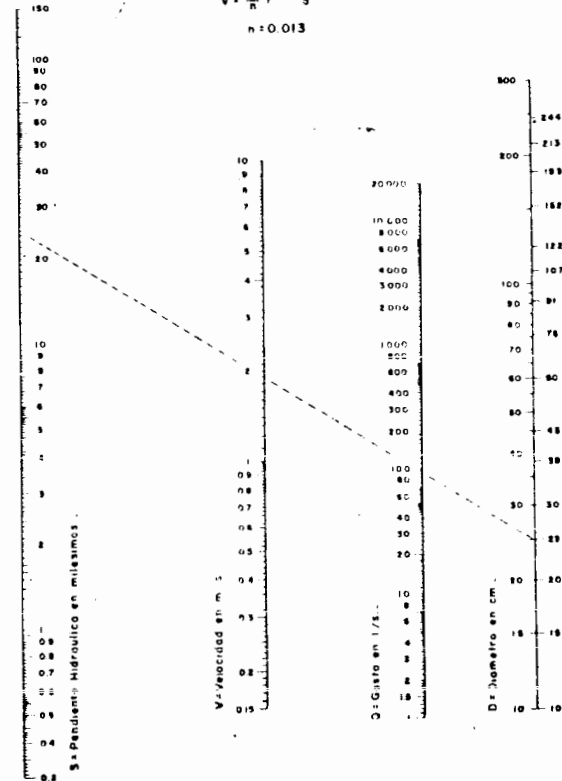


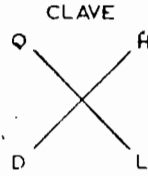
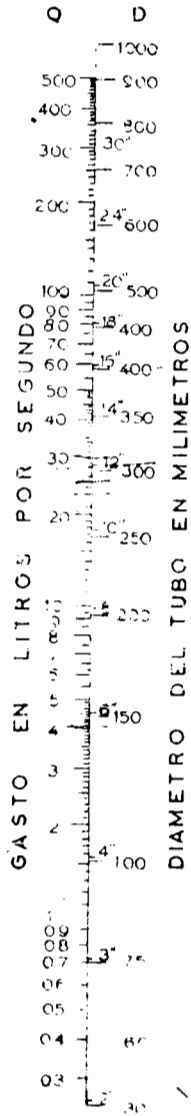
- Q = Gasto en lts /seg.
- D = Diámetro en mm
- H = Pérdida de carga en m.
- L = Longitud en m.



$$V = \frac{1}{n} r^{2/3} S^{1/2}$$

$n = 0.013$





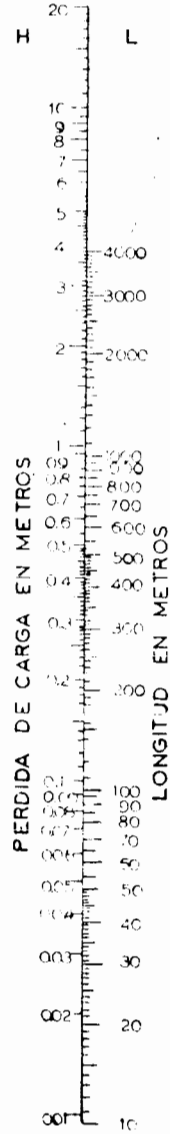
FORMULAS:

$$Q = 0.2785 C h^{0.54} D^{0.65} / L^{0.54}$$

$$C = h / L$$

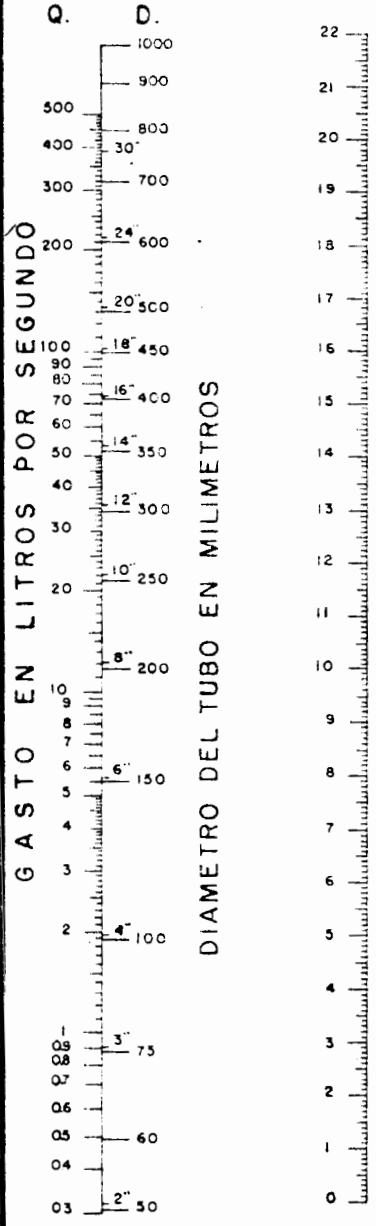
CONDICION $C = 100$

NOMOGRAMA
de la formula de
WILLIAMS Y HAZEN



NOMOGRAMA DE LA FORMULA DE
WILLIAMS Y HAZEN

NOMOGRAMA DE LA FORMULA DE WILLIAMS Y HAZEN

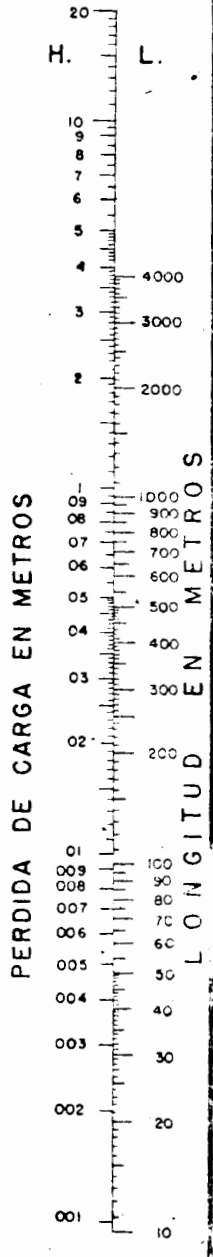


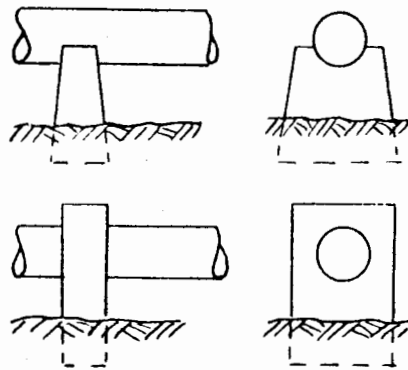
FORMULAS
 $Q = 0.2785 C h^{0.54} D^{2.43} / L^{0.34}$
 $s = h/L$

CONDICION:
 $C = 120$

CLAVE

Q — H
 D — L





12.5. APOYOS

La forma de apoyar un tubo influye en la resistencia del mismo; los fabricantes los prueban según especificaciones sobre un tipo de apoyo, que al cambiarlo en la práctica se obtiene una disminución o un aumento de la resistencia.

Cuando un tubo se asienta en apoyos aislados, la separación de éstos debe ser consecuencia de su resistencia al momento flexionante, ya que se hace trabajar como viga continua o libremente apoyada, según sea el caso.

También el valor del esfuerzo cortante en el tubo influye en esta separación.

Cuando la tubería va enterrada, generalmente se apoya en toda su longitud sobre una capa de terreno previamente preparado denominado cama. Debe tenerse especial cuidado en el relleno y la compactación en la cepa, para evitar esfuerzos adicionales al tubo.

CAPITULO XIII

REGULARIZACION Y ALMACENAMIENTO

13.1. TANQUES

El agua que se capta de la fuente de abastecimiento, no se obtiene con el régimen requerido para el consumo en una población.

El sitio en donde se modifica el régimen de la fuente para ajustarlo al de los consumos, se denomina tanque y se dice que es de regularización o regulación cuando exclusivamente sirve para ese objeto. Cuando además se reitenen volúmenes de agua destinados a otros fines, recibe el nombre de tanque de almacenamiento.

Con los tanques se logra también mantener una determinada presión del agua en la distribución, así como asegurar el servicio continuo del suministro.

13.1.1

Debe quedar en la red de 1.0 kg/cm² tancia y su el terreno a el nombre de

13.1.2

En se puede con ces el nomb

La pectivo.

13.1.3

El nivel de la p a presión; en

13.1.4

Los son la piedra; elevados.

13.1.5

Con lamente la ven

En f-

13.1.1 Tanques superficiales o "de superficie"

La ubicación de un tanque está supeditada a la topografía de la población. Debe quedar en una zona lo suficientemente alta para mantener una presión adecuada en la red de distribución. Debe procurarse que la presión sea como mínimo de 1.0 kg/cm^2 en las poblaciones chicas; en las mayores se incrementará según su importancia y su actividad; esto muchas veces se logra construyéndolo directamente sobre el terreno a un nivel superior al del resto de la población. Este tipo de tanque recibe el nombre de "tanque de superficie".

13.1.2 Tanques elevados

En caso de no encontrar un sitio en las proximidades del centro de consumo, se puede construir una torre para darle al tanque la altura conveniente, recibe entonces el nombre de "tanque elevado".

La elección entre las dos soluciones, depende del estudio económico respectivo.

13.1.3 Tanques hidroneumáticos

Existe la posibilidad de hacer funcionar los tanques superficiales al mismo nivel de la población y aún subterráneos como si fueran elevados inyectándoles aire a presión; en este caso deben estar contruidos de acero y herméticamente cerrados.

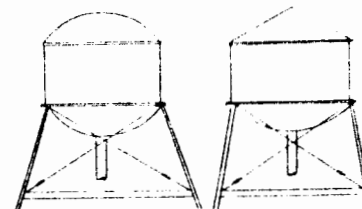
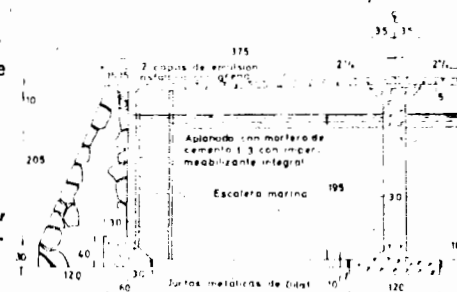
13.1.4 Materiales de construcción

Los materiales más comúnmente usados para la construcción de un tanque, son la piedra y el concreto para los de superficie y el concreto y el acero para los elevados.

13.1.5 Requisitos constructivos

Como los tanques contienen agua potable, deben ser cubiertos y tener solamente la ventilación necesaria para conservar la presión atmosférica de su interior.

En los de superficie debe localizarse la entrada del agua en la parte supe-



rior. La salida al nivel del fondo o preferiblemente a unos centímetros arriba, reservándose así un pequeño volumen para sedimentos con objeto de evitar que las arenas pasen a la red de distribución.

Para retirar estos sedimentos y limpiarlo o para efectuar algunas reparaciones, se instala un registro de inspección que se conservará siempre cerrado. Con objeto de no interrumpir el suministro de agua mientras se ejecutan estas operaciones, antiguamente se construían los tanques con dos cámaras, cada una de ellas con la capacidad requerida, alternándose en su servicio para dejar siempre una llena y otra vacía.

La práctica demostró que esta operación nunca se efectuaba y que las dos cámaras siempre llenas, no recibían lavado alguno por muchos años, sino hasta el momento de hacerse necesaria una reparación.

La resolución sumamente sencilla y barata, consiste en conectar la entrada y la salida con una tubería y sus válvulas correspondientes para abastecer a la población directamente de la fuente mientras se hace la operación de limpieza, la que debe efectuarse en el menor tiempo posible y durante la demanda mínima, por ejemplo en días no hábiles y de preferencia en las noches.

13.2. REGULARIZACION

La capacidad del tanque para efectos de regularización, se calcula en función del régimen de la entrada y las demandas horarias en el día de máxima consumo.

Las demandas horarias con respecto al consumo medio de una hora, las estimó hace algunos años el antiguo Banco Nacional Hipotecario Urbano y de Obras Públicas, S.A. para el promedio general de las poblaciones mexicanas.

Cuando la alimentación es constante durante el día, los caudales de entrada, resultan iguales al gasto medio horario.

Cuando la alimentación se efectúa sólo durante unas horas, se tendrán que aumentar los caudales de entrada para compensar las horas en que no haya alimentación y tener al final del día un total que corresponda al 2,400 por ciento horario --- (100 por ciento durante las 24 horas).

PORCENTAJE DE LA DEMANDA CON RESPECTO AL GASTO MEDIO HORARIO
SEGUN EL BANCO NACIONAL HIPOTECARIO Y DE OBRAS PUBLICAS, S.A.

Hora (1)	Demanda (2)	Hora (1)	Demanda (2)	Hora (1)	Demanda (2)
0-1	45	8-9	150	16-17	130
1-2	45	9-10	150	17-18	120
2-3	45	10-11	150	18-19	100
3-4	45	11-12	140	19-20	100
4-5	45	12-13	120	20-21	90
5-6	60	13-14	140	21-22	90
6-7	90	14-15	140	22-23	80
7-8	135	15-16	130	23-24	60

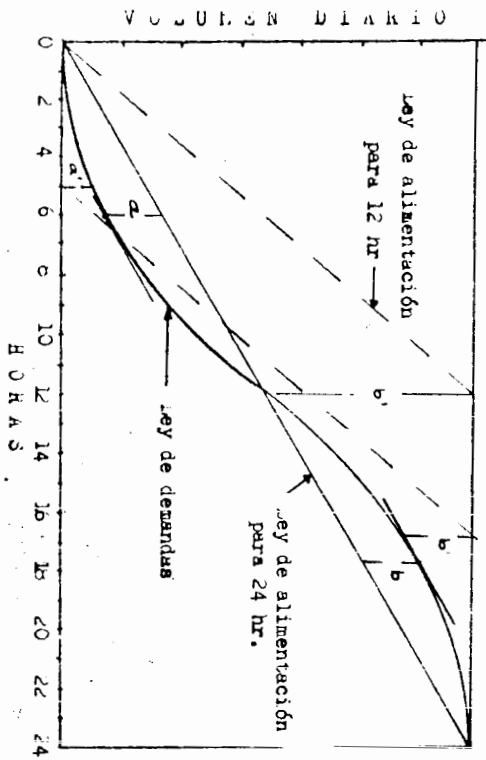
Si la alimentación se efectúa por bombeo, generalmente es continua durante un cierto tiempo, que coincide con turnos o medios turnos de trabajo por facilidad administrativa; pero en todos los casos, conviene estudiar la hora en que deba iniciarse así como su duración, para que resulten mínimos, tanto la capacidad del tanque, como el costo y mantenimiento del sistema.

El volumen de regularización puede determinarse analítica o gráficamente.

13.2.1 Procedimiento analítico

Está basado en la ley de las masas como se aplica a un vaso regulador, al considerar caudales de entrada y caudales de extracción.

Se simplifica el cálculo auxiliándose con un cuadro en el que se tabulan las horas del día y los porcentajes horarios correspondientes, tanto de la alimentación como los de la demanda. Con los valores de estos porcentajes, se encuentra la diferencia alimentación-demanda, pudiendo ser positiva o negativa; en otra columna, se --



$V_{24h} = a + b$
 $V_{12h} = a' + b'$

acumulan algebraicamente estas diferencias. De esta columna, se buscan los valores positivo y negativo máximos para sumarlos en valor absoluto; este resultado es el porcentaje horario que se necesita multiplicar por el volumen medio horario para obtener la capacidad de regularización del tanque.

HORAS	PORCENTAJES HORARIOS		DIFERENCIA	DIFERENCIA ACUMULADA
	ALIMENTACION	DEMANDA		
0-1	100	45	+ 55	+ 55
1-2	100	45	+ 55	+110
--	--	--	---	---
--	--	--	---	---
23-24	100	60	+ 40	0
DIA	2,400	2,400	-	-

El valor positivo del porcentaje representa la parte de la capacidad que debe tener el tanque para almacenar el agua que le llega; y el negativo, la parte adicional para que se efectúe el funcionamiento sin deficiencias.

Si se adoptan las demandas recomendadas por la institución bancaria antes mencionada, la capacidad del tanque según los distintos tiempos de alimentación, se encontrará multiplicando el volumen medio horario del día de máximo consumo por los porcentajes indicados:

PORCENTAJES HORARIOS QUE DEFINEN EL VOLUMEN DE REGULARIZACION EN LOS TANQUES

Horas de alimentación continua	Alimentación		Porcentaje Horario	Capacidad de regularización en porcentaje horario
	Hora inicial	Hora Final		
24	0	24	100	405
20	4	24	120	200
16	6	22	150	425
12	6	18	200	795
8	6	14	300	1,325

13.2.2

miento

demanda

que est

toda pe
en el p

cede a
verla pe
cial y f

punto in
con la c
mandas.

13.3

13.3.1

ción en
un volun
emergen
respond
fo y cuaj

13.2.2 Procedimiento gráfico

Este procedimiento es igual al que se utiliza en el análisis del funcionamiento hidráulico para un vaso de almacenamiento.

Se representan las leyes de demanda y de alimentación en un sistema coordinado tiempo-volumen y se hace que la ley de alimentación sea tangente a la demanda en sus puntos más sobresalientes.

El volumen de regularización se encuentra por el valor de la ordenada -- que está comprendida entre las dos tangentes así halladas.

Cuando la alimentación es constante durante las 24 horas, está representada por una línea recta que se inicia en el orden del sistema coordinado y termina en el punto cuyas coordenadas son: 24 horas-volumen diario.

Para el caso en que se tengan menos de 24 horas en alimentación, se procede a representar esta ley, inciéndola en el origen de los ejes coordinados para moverla paralelamente hasta encontrar el volumen mínimo, fijándose así las horas inicial y final de dicha alimentación.

El valor del volumen se encuentra sumando la ordenada que, a partir del punto inicial de la alimentación, corta a la curva representativa de las demandas, con la ordenada comprendida entre el punto final de la alimentación y la ley de demandas.

13.3 ALMACENAMIENTO

13.3.1 Volumen de emergencia

Para asegurar la continuidad en el servicio de agua potable en una población en caso de interrumpirse la alimentación al tanque, se puede almacenar en éste un volumen adicional al de regularización, que recibe el nombre de volumen de emergencia; este puede ser un porcentaje de la capacidad reguladora o bien el correspondiente a un cierto tiempo de consumo. Normalmente se toma el 25 por ciento y cuatro horas respectivamente.

13.2.2 Procedimiento gráfico

147

Este procedimiento es igual al que se utiliza en el análisis del funcionamiento hidráulico para un vaso de almacenamiento.

Se representan las leyes de demanda y de alimentación en un sistema coordinado tiempo-volumen y se hace que la ley de alimentación sea tangente a la demanda en sus puntos más sobresalientes.

El volumen de regularización se encuentra por el valor de la ordenada que está comprendida entre las dos tangentes así halladas.

Cuando la alimentación es constante durante las 24 horas, está representada por una línea recta que se inicia en el orden del sistema coordinado y termina en el punto cuyas coordenadas son: 24 horas-volumen diaria.

Para el caso en que se tengan menos de 24 horas en alimentación, se procede a representar esta ley, inciéndola en el origen de los ejes coordinados para moverla paralelamente hasta encontrar el volumen mínimo, fijándose así las horas inicial y final de dicha alimentación.

El valor del volumen se encuentra sumando la ordenada que, a partir del punto inicial de la alimentación, corta a la curva representativa de las demandas, con la ordenada comprendida entre el punto final de la alimentación y la ley de demandas.

13.3 ALMACENAMIENTO

13.3.1 Volumen de emergencia

Para asegurar la continuidad en el servicio de agua potable en una población en caso de interrumpirse la alimentación al tanque, se puede almacenar en éste un volumen adicional al de regularización, que recibe el nombre de volumen de emergencia; este puede ser un porcentaje de la capacidad reguladora o bien el correspondiente a un cierto tiempo de consumo. Normalmente se toma el 25 por ciento y cuatro horas respectivamente.

En el tanque se puede almacenar también el agua necesaria para combatir incendios y se le denomina volumen contra incendios.

En poblaciones con pocos habitantes no se considera el volumen contra incendios, por resultar demasiado grande en relación con el netamente municipal. El motivo de suprimir este volumen es debido principalmente a razones económicas. El combate a los incendios se efectúa, entonces, empleando equipo de bombeo y carros tanques que se transportan al sitio donde ocurran.

CAPITULO XIV

DISTRIBUCION

14.1 RED DE DISTRIBUCION

La distribución del agua en una población se hace con tubería que reparte el agua proveniente del tanque o de la fuente directamente, para hacerlo llegar a tomas públicas llamadas "hidrantes públicos" o a cada uno de los lotes, con las denominadas "tomas domiciliarias".

Las redes están constituidas por tuberías principales, secundarias y de relleno; las principales alimentan a las secundarias y éstas a su vez a las de relleno que son finalmente las que distribuyen el agua en toda la población.

Una red se clasifica y se calcula tomando en cuenta solamente las tuberías principales.

14.1.1 Tipos de redes

La red puede ser abierta o cerrada.

La abierta está formada por una tubería principal con ramificaciones aisladas. Este tipo de red se usa únicamente en casos de tenerse poblaciones que tengan forma alargada y que por escasos recursos económicos, aprovechan su forma para ahorrarse tubería.

La cerrada está formada por circuitos intercomunicados. Siempre se tienen grandes ventajas formando circuitos, ya que la circulación del agua puede cambiar de sentido en casos necesarios aún cuando hidráulicamente no funcione de acuerdo con los cálculos iniciales.

En una red deben instalarse las piezas especiales necesarias, los traques — adecuados y las válvulas de seccionamiento en ciertos cruces o tramos, con el objeto de poder interrumpir el servicio en caso de efectuar reparaciones, cambios o de instalar nuevas tomas.

Las válvulas siempre deben colocarse dentro de "cajas" con objeto de tener fácil acceso a ellas para su mantenimiento y conservación.

Toda la tubería y los accesorios de la red de distribución van enterrados a profundidades que aseguren protección contra las cargas exteriores y los cambios de temperatura.

14.2 CALCULO DE LAS REDES

14.2.1 Red abierta

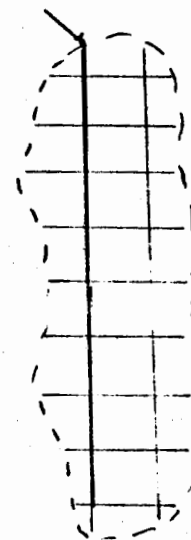
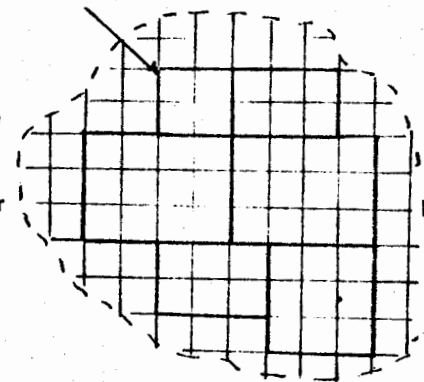
El cálculo de una red abierta consiste en determinar por tramos, los diámetros de la tubería en función del caudal que lleva y la velocidad adecuada para el tipo de material. Debe iniciarse por los tramos finales para considerar la acumulación de gastos en los tramos anteriores por que vienen alimentándose uno a otro.

14.2.2 Red cerrada

El cálculo de la red cerrada consiste en determinar los diámetros en los distintos tramos que forman los circuitos principales.

En la red importa conocer las presiones que tiene el agua en cada punto de ella, por eso, las tablas de cálculo siempre deben terminar con la cota piezométrica de cada cruceo.

Cuando por efecto de la topografía las presiones son muy altas en algunas zonas de la población, se pueden independizar circuitos y alimentarlos con tanques a menor altura o emplear válvulas reductoras de presión.



in
cen
otí-
amba
iques

parte -
ar a to
denomí

e relle-
io que -

tuberías -

ines aisladas
rgan forma -
ahorrarse tu

Existen varios métodos de cálculo de entre los cuales, los más comunes son el de Hardy Cross, el del Círculo y el de Secciones.

A) Método de Hardy Cross

El método de Cross consiste en revisar si la red trabaja correctamente con el diseño inicial que se hace de la red.

Se resuelve por aproximaciones sucesivas que pueden aplicarse a los gastos - supuestos en un principio o bien a las pérdidas de carga iniciales.

El procedimiento más frecuentemente usado es el de corregir los gastos. El método se basa en suponer una distribución de gastos que corresponden a los caudales propios del tramo más los acumulados por la alimentación; estos caudales no son reales en el equilibrio hidráulico de la red.

Para hallar los que en forma teórica escurrirán por cada tramo, se emplea una fórmula que va dando una corrección al caudal supuesto, para obtener un segundo gasto y así sucesivamente continuando por aproximaciones hasta llegar a obtener prácticamente el definitivo.

Los gastos se van corrigiendo con los valores obtenidos de fórmulas que se basan en las pérdidas de carga. Estas pérdidas en función del gasto están dadas por:

$$H = kQ^n$$

donde k es una constante numérica para un tubo en particular y n es una constante común a todos los tubos.

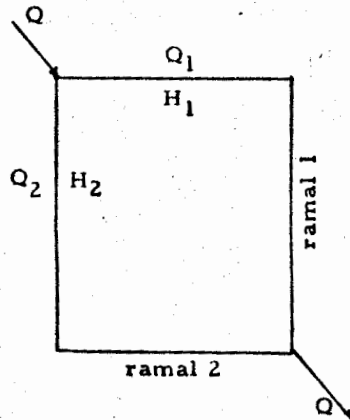
Si Q_1 y Q_2 se toman de un sistema hidráulico en equilibrio:

$$H_1 = k_1 Q_1^n$$

$$H_2 = k_2 Q_2^n$$

y se cumple que:

$$H_1 - H_2 = 0$$



pero cuando: $H_1 - H_2 \neq 0$, entonces Q_1 y Q_2 no tienen los valores correctos. Si el valor de Q_1 es algo menor del real, necesita para ser correcto, un incremento q ; ... Q_2 será poco mayor que el real y necesita un decremento igual, ya que $Q_1 + Q_2 = Q$

$$Q'_1 = (Q_1 + q) \text{ y } Q'_2 = (Q_2 - q)$$

entonces: $H'_1 - H'_2 = 0$

o bien: $k_1 (Q_1 + q)^n - k_2 (Q_2 - q)^n = 0$

desarrollando los binomios:

$$k_1 (Q_1^n + nqQ_1^{n-1} + \dots + q^n) - k_2 (Q_2^n - nqQ_2^{n-1} + \dots - q^n) = 0$$

se pueden despreciar los términos siguientes al segundo porque se ha supuesto que q es muy pequeño.

$$k_1 Q_1^n + n k_1 q Q_1^{n-1} - k_2 Q_2^n + n k_2 q Q_2^{n-1} = 0$$

pero: $k_1 Q_1^n = H_1$ y $k_2 Q_2^n = H_2$

y también: $k_1 Q_1^{n-1} = \frac{k_1 Q_1^n}{Q_1}$

por lo tanto $k_1 Q_1^{n-1} = \frac{H_1}{Q_1}$

y para $k_2 Q_2^{n-1} = \frac{H_2}{Q_2}$

sustituyendo $H_1 + nq \frac{H_1}{Q_1} - H_2 + nq \frac{H_2}{Q_2} = 0$

$$nq \left(\frac{H_1}{Q_1} + \frac{H_2}{Q_2} \right) + H_1 - H_2 = 0$$

donde tanto los valores de Q como de H toman los signos (+) ó (-) según ten

que un recorrido en el sentido de las manecillas del reloj o contrario a ellas.

Para conservar los mismos signos de Q_1 , Q_2 , H_1 y H_2 :

$$q = - \frac{H_1 - H_2}{n \left(\frac{H_1}{Q_1} + \frac{H_2}{Q_2} \right)}$$

y generalizando para un circuito:

$$q = - \frac{\sum H}{n \sum \frac{H}{Q}}$$

Para aplicar el método de Cross, se deben efectuar los pasos siguientes:

1o. Formar circuitos principales y numerarlos; el resto de la red estará integrado en general por circuitos secundarios y de relleno.

Para formar los circuitos se pueden escoger tramos con longitudes de 600 a 1,000 m.

El criterio general para escogerlos es que cada ramal tenga más o menos la misma área de influencia ya que son éstos los que van a alimentar a los demás y en último término a la población entera.

2o. Suponer que la tubería va a trabajar sin presión, es decir como canal; así se determina fácilmente, tomando en cuenta a la topografía, un sentido de escurrimiento en los tramos.

3o. Fijar los sentidos del escurrimiento; generalmente se toma positivo cuando es igual al de las manecillas de un reloj y negativo en el contrario.

4o. Valuar el gasto que se requiere en cada tramo. Cuando se considera un consumo uniforme, el gasto en cada tramo se estima empleando un caudal unitario, es decir, por

metro de longitud de tubería, que resulta de dividir el caudal total demandado por la población entre la longitud de los circuitos principales. Si se consideran zonas de distintos consumos, se valúa según su amplitud, a partir de un gasto por unidad de área, distinto para cada zona de consumo.

5o. En "forma ficticia", suponer que se interrumpe la circulación del agua en unos tramos para formar una red abierta, con el objeto de definir perfectamente cuál tubería alimenta a otras. Así se llegan a definir puntos en los que ya no existe posibilidad de alimentación a otros tramos, estos puntos reciben el nombre de "puntos de equilibrio".

6o. Acumular gastos en sentido contrario al escurrimiento y considerar las interrupciones supuestas partiendo de los puntos de equilibrio hasta la alimentación.

7o. Suponer los diámetros de cada tramo. Para lograrlo es conveniente fijar una velocidad adecuada del agua en el tubo y así, en función del gasto, definir su área ajustándola finalmente a un diámetro comercial. Se supone que la velocidad es de 0.5 a 1.0 m/seg para evitar grandes pérdidas por fricción. Se puede hallar el diámetro preliminarmente, usando una expresión sencilla en función de la velocidad y del gasto:

$$Q = A v ; Q = \frac{d^2}{4} \pi v ; d^2 = \frac{4 Q}{\pi v}$$

si v en m/seg y Q en m³/seg, cuando:

$$v = 0.5 \text{ m/seg} : d = 1.60 \sqrt{Q}$$

$$v = 1.0 \text{ m/seg} : d = 1.12 \sqrt{Q}$$

Como hay que ajustar a diámetro comercial, se supone para el primer tanteo:

$$d = 1.50 \sqrt{Q}$$

en donde d, diámetro de la tubería en m y Q el caudal en m³/seg.

80. Ejecutar los cálculos. Conviene ayudarse de una tabla en la que se consignen por columnas los siguientes datos:

- a) Número de circuito (circuito)
- b) Tramo estudiado (tramo)
- c) Diámetro del tubo en cm (ϕ)
- d) Longitud del tramo en m (long)
- e) Caudal inicial en l/seg con su signo (Q_0)
- f) Pérdida de carga en m con su signo (H_0)
- g) Relación de H_0 / Q_0 (H_0 / Q_0)
- h) Corrección del gasto con su signo (q_0)
- i) Caudal corregido con su signo
- j) La nueva pérdida de carga (H_1) con su signo. (Q_1)
- k) Relación H_1 / Q_1 (H_1 / Q_1)
- l) Segunda corrección (q_1)
- m) Caudal corregido (Q_2)

- y) Pérdida de carga en función del último valor adoptado para el gasto
- z) Cota piezométrica en el final del tramo, que se obtiene restando de la presión estática, la pérdida de carga final del tramo.

En la resolución debe tenerse presente el signo que tiene el gasto; la pérdida de carga lleva el signo correspondiente al caudal.

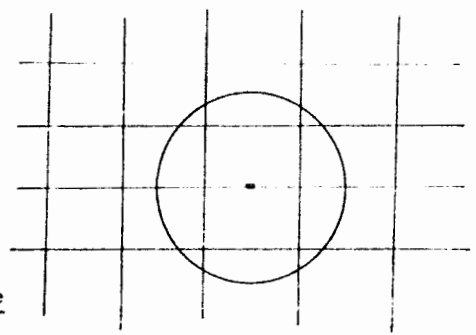
En los tubos comunes a dos circuitos, cuando se consideran pertenecientes - sólo a uno de ellos, tendrán ciertos valores de Q y de H ; al calcular el circuito contiguo, diferirán estos valores en el signo. Como la corrección q se determina para cada circuito afectando con ella a todos los gastos pertenecientes al mismo, los tramos comunes tendrán dos correcciones, una por cada circuito, debiendo consignarse con los signos que le correspondan. Se respeta el signo de la corrección en el circuito que se estudia pero a la correspondiente al circuito vecino se le cambia, porque proviene de gastos y pérdidas de carga con signos contrarios.

Para encontrar la pérdida de carga se puede emplear la fórmula de Hazen-Williams; en tal caso el valor de n en la fórmula q de corrección vale 1.85

$$q = \frac{\sum H}{1.85 \sum \frac{H}{D}}$$

o bien la fórmula de Manning y entonces n vale 2.0

$$q = \frac{\sum H}{2.0 \sum \frac{H}{D}}$$

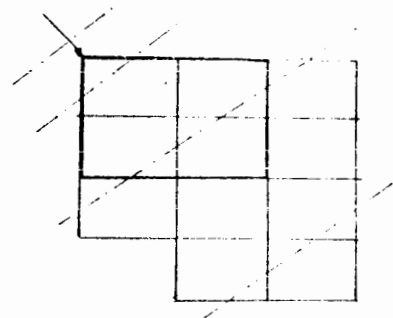


9o. Cambiar diámetros en caso necesario, en los tramos en que desde la primera serie de cálculos, la corrección resulte muy grande.

B) Método del círculo

Es empleado para el diseño en redes que van también a conducir agua para incendio.

El método consiste en calcular el caudal por hidrante y dibujar un círculo en el plano del proyecto de la red, con radio igual a la longitud de manguera --- (150 m aproximadamente). Se cuentan los tubos que este círculo corta en la red; los tubos que le son tangentes cuentan como dos.



El caudal del hidrante se divide entre el número de tubos que corta obteniéndose así el gasto en las tuberías pudiéndose entonces calcular el diámetro de cada una de ellas.

En el diseño se toma únicamente el caudal para incendios porque este es en general mucho mayor que el municipal propiamente dicho.

C) Método de secciones

Es un procedimiento que más bien se emplea para revisión o ampliaciones que para diseño. Consiste en dividir por secciones una red con líneas normales al

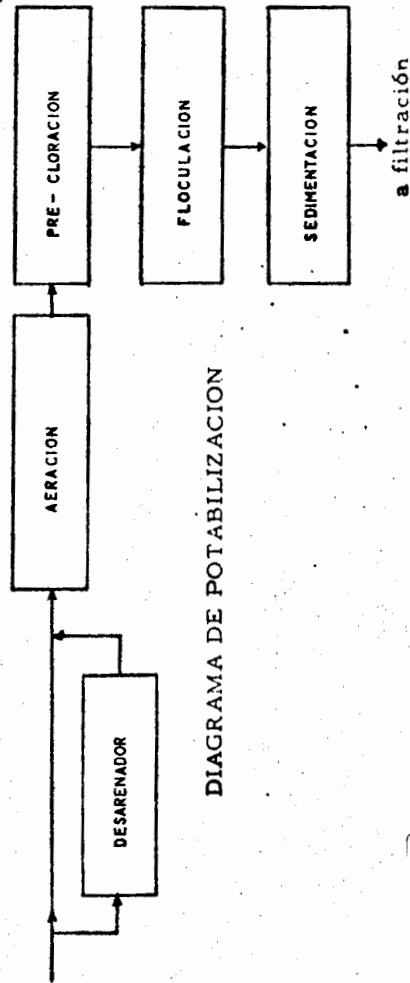


DIAGRAMA DE POTABILIZACION

flujo general para estimar el agua que debe darse a cada zona limitada por las secciones. Los gastos que aportan las tuberías que alimentan a la sección deben satisfacer las demandas de ésta; en caso de que no sea así se tendrá que agregar otro u otros tubos que le ayuden en la alimentación, o se cambian de diámetro las tuberías existentes, revisándose las pérdidas de carga final.

D) Uso de computación electrónica

Existen programas que permiten efectuar tanto los cálculos hidráulicos como el antepuesto de la obra, en máquinas de computación electrónica y que son aplicables con amplia ventaja a poblaciones grandes, tanto para proyecto como para ampliación. Se parte de datos básicos que se van haciendo variar hasta llegar a obtener pérdidas de carga y costos, dentro de los límites propuestos.

CAPITULO XV

POTABILIZACION

15.1 PLANTAS POTABILIZADORAS

Cuando el agua no cumple con los requisitos establecidos para ser potable y existe la necesidad de emplearla para usos municipales, se recurre a un proceso que la transforma, el cual se denomina potabilización.

La potabilización se lleva a cabo empleando una serie de instalaciones, a cuyo conjunto se le da el nombre de "Planta Potabilizadora"; consta además de uno o varios edificios para alojar oficinas, laboratorios, almacenes y equipo de dosificación.

La planta potabilizadora debe diseñarse para el caudal máximo diario, bajo severos estudios basados en la interpretación de los análisis físicos, químicos, bacteriológicos y microscópicos del agua, llevados a cabo sistemáticamente durante un periodo más o menos largo ya que de éstos dependen las dimensiones y propiedades de cada una de las unidades.

Los procesos que se llevan a cabo en una planta potabilizadora son generalmente:

Aeración
 Mezclado
 Floculación
 Sedimentación
 Filtración
 Desinfección

En algunos casos se agregan otros procesos o unidades, como por ejemplo ablandamiento, fluoruración, etc. Se emplean con mucha frecuencia zeolitas para un intercambio iónico y su posterior regeneración con sal común.

Por medio de los pasos anteriormente citados, se logra eliminar olores, sabores, colores, turbiedad y microorganismos entre los cuales se hallan los patógenos.

Las plantas potabilizadoras pueden localizarse, dentro de un sistema completo de abastecimiento de agua, en el tramo comprendido entre las obras de captación y el tanque de regularización.

15.1.1 Aeración

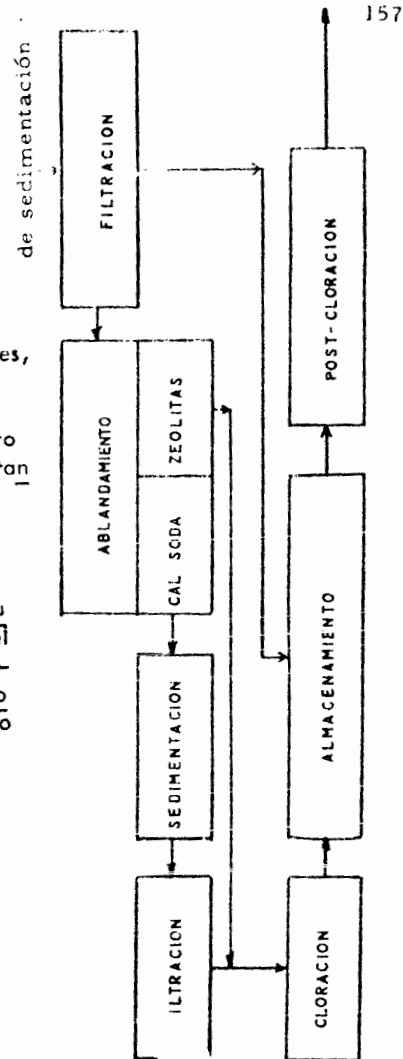
Es el contacto íntimo entre el agua y la atmósfera. En las plantas potabilizadoras la aeración tiene por objeto el intercambio de gases y sustancias volátiles entre el agua y el aire, lográndose con ello expulsar de la primera los olores debidos a organismos vivientes (principalmente a las) y al H_2S ; además de eliminar los gases disueltos como el CO_2 y el mismo H_2S . Tiene gran importancia sobre todo en la remoción del hierro y del mangueso.

La aeración se efectúa en unidades de diversos tipos denominadas aeradores y que según la forma de su funcionamiento pueden dividirse en:

- Aeradores por inyección de aire
- Aeradores por gravedad
- Aeradores por presión.

15.1.2 Mezclado

Para eliminar la turbiedad, bacterias, compuestos oxidados de hierro y mangueso y coloides del agua, se le agregan ciertas sustancias químicas, para dejarla rápidamente cristalina.



Estas sustancias llamadas coagulantes por formar grumos con las partículas suspendidas en el agua, necesitan para su acción de una distribución uniforme y rápida que se lleva a cabo en tanques que reciben por esto, el nombre de mezcladores.

15.1.3 Floculación

Inmediatamente después del mezclado, el agua pasa a los tanques floculadores, en los que terminan las reacciones químicas que se iniciaron en el mezclado para dar lugar a la formación de "flóculos", los cuales se consideran correctos cuando tienen el tamaño de una cabeza de alfiler, activándose así la sedimentación, por aumentar la velocidad de asentamiento de las partículas pequeñas que se adhieren a éstos.

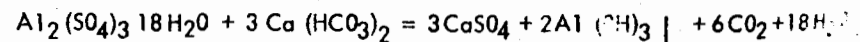
Los coagulantes son sales que producen hidróxidos insolubles cuando reaccionan con la alcalinidad del agua. Los más empleados son:

Sulfato de aluminio	$Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$
Aluminato de sodio	$Na_2Al_2O_2$
Sulfato ferroso	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$
Sulfato férrico	$Fe_2(SO_4)_3$
Cloruro férrico	$FeCl_3 \cdot 6H_2O$

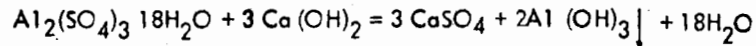
Cuando la alcalinidad del agua es deficiente para que reaccione en forma natural, se agregan sustancias alcalinas como:

Carbonato de sodio	Na_2CO_3
Sosa cáustica	$NaOH$
Cal	CaO

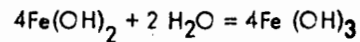
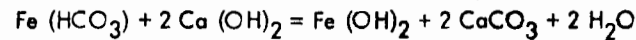
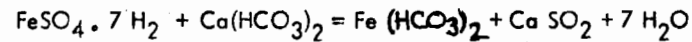
La reacción del sulfato de aluminio con la alcalinidad natural del agua puede ser representada así:



Cuando se agrega cal, la reacción puede ser:



Cuando se emplea sulfato ferroso, reacciona con la alcalinidad natural pero se le necesita agregar cal:



15.1.4 Sedimentación

La sedimentación se lleva a cabo en tanques que permiten el asentamiento de los flóculos formados por los coagulantes.

Son tantos los factores que influyen en la sedimentación, que los tanques se diseñan tomando en cuenta la experiencia en unidades construídas en otras plantas. Sin embargo pueden tomarse ciertos parámetros para tener idea de sus dimensiones, entre los que se halla el tiempo de retención.

Puede definirse como tiempo de retención, el tiempo que teóricamente debe dárse a un caudal para pasar por un tanque de volumen determinado:

$$T_r = V/Q$$

En los tanques de sedimentación se recomiendan tiempos de retención de 6 - horas para plantas con capacidad igual o menor a 3,000 m³/ día; de 4 a 5 horas para plantas de 3,000 a 10,000 m³/ día y de 2 a 3 horas para plantas con capacidad mayor a 10,000 m³/día.

15.1.5 Filtración

La filtración del agua en una planta, se hace pasándola a través de lechos de arena.

Si el paso del agua se hace en forma forzada, los filtros reciben el nombre

as sus
ida =

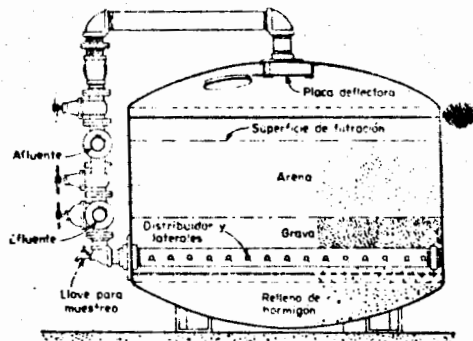
culado-
do para
do tie-
r aumen-
éstos.

reaccio-

ie en forma -

al del agua puede...

3 | + 6CO₂ + 12H₂O



Filtro de presión
Tomado de Agua su calidad y tratamiento; Ed. UTEHA

de "filtros de presión"; si escurre en forma libre y natural, se les da el nombre de "filtros de gravedad". Los primeros se emplean en planta para caudales pequeños como los móviles para emergencia, en industrias y en albercas. Los segundos son los más comunes, pudiéndose subdividir en rápidos y lentos, según la velocidad o capacidad de filtración.

Con la filtración se reduce la materia coloidal, la suspendida y las bacterias, llegándose a tener eficiencias en la eliminación de estas últimas, hasta del 99 por ciento.

En la filtración ocurren fenómenos mecánicos, biológicos y electrolíticos que ayudan a eliminar partículas mucho más pequeñas que el diámetro de los poros por donde circula el agua.

Para que se efectúe una correcta filtración, debe emplearse arena con determinadas medidas del diámetro efectivo y del coeficiente de uniformidad. En el análisis granulométrico de los materiales, el diámetro efectivo en mm. corresponde al tamaño que representa el 10 por ciento en peso de todos los granos que componen la muestra; el coeficiente de uniformidad es la relación del diámetro correspondiente al 60 por ciento y el diámetro efectivo; es decir:

$$C.U. = \frac{d_{60\%}}{d_{10\%}}$$

Los filtros lentos no necesitan del empleo de coagulantes para su operación, son muy eficientes, pero resultan más caros que los rápidos por el área tan grande que ocupan, la cual debe estar cubierta y por el enorme volumen de arena que se emplea. No se recomienda su uso en filtración de aguas con más de 40 ppm de turbiedad.

La eficiencia de ambos, depende en gran parte de la limpieza, que en los lentos consiste en retirar la capa superficial (2 a 3 cm de espesor) que se lava fuera del filtro para volverla a usar. En los rápidos, se invierte el sentido del flujo del agua, haciendo que la materia retenida flote, eliminándose por unas canaletas que conectan con la red de alcantarillado.

15.1.6 Desinfección

No obstante que la eficiencia de los filtros por lo que respecta a la remoción de bacterias es bastante alta, debe terminarse el proceso de potabilización con la desin-

fección del agua.

161

Se emplea normalmente el cloro como agente desinfectante por económico y seguro, dosificándose en forma de solución.

15.2 PLANTAS DESALINIZADORAS

Cuando falta agua para los usos municipales, se buscan las fuentes más accesibles para explotarlas, pero llega un momento en que por razones económicas o por ser la única solución, se llega a pensar en la utilización del agua de los océanos.

Si se toman muestras en distintos sitios de los océanos, se encuentra que casi coinciden en sus contenidos, lo que demuestra un alto grado de uniformidad, atribuido a la rápida difusión de los iones.

El agua de mar produce sed, probablemente por una acción astringente en las glándulas salivales; ocurre una deshidratación porque para eliminar las sales del océano, necesita el cuerpo humano aportar agua, además de los vómitos y diarreas que con frecuencia se presentan.

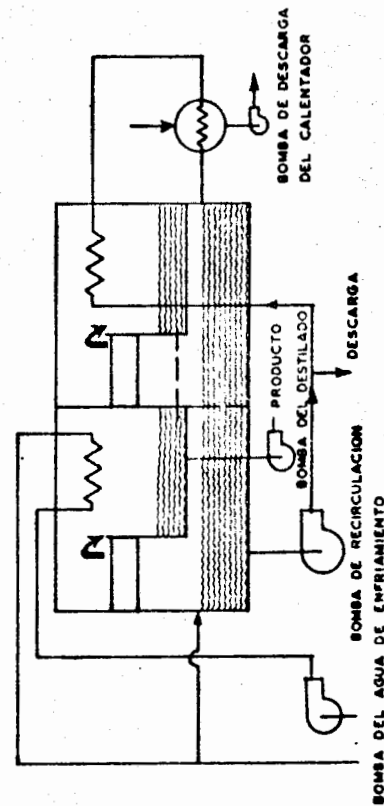
Se ha demostrado que por una parte de agua de mar bebida, se necesitan dos de agua fresca para prevenir el desequilibrio electrolítico en el cuerpo humano.

Para quitar las sales al agua de mar se han puesto en práctica cinco procedimientos principales:

1. Evaporación o destilación
2. De membrana o electrodiálisis
3. Osmóticos (ósmosis inversa)
4. De congelación
5. Por energía solar

Se sabe de más de 600 sugerencias y proposiciones para convertir el agua salada y el agua salobre en potable.

Experiencias en Francia sobre el tratamiento del agua de mar que datan desde hace más de 35 años, indican que éste es aplicable económicamente a las aguas con 30 a 35 gr. de sal por litro y no para menos como en el caso de las aguas



salobres; además, son constantes para caudales mayores de 10,000 m³/día.

Se necesita conocer las fuentes caloríficas y las diferencias de temperatura - entre el agua fría y el agua caliente para efectuar un buen proyecto de planta desalinizadora; y para esto, también se deben estudiar y conocer todas las condiciones locales, dirección y velocidades del viento, energía solar, energía geotérmica, y energías que se desperdician en industrias y otras plantas como las eléctricas, para poderlas - aprovechar.

Hece más de 40 años, en Cuba se construyó una planta que utilizaba cerca - de 80 m de tubería para sacar de las profundidades del océano agua fría (7°C) y llevarla a la superficie (20°C). Era un procedimiento de destilación que funcionó solamente por dos semanas porque la acción del mar destruyó la tubería. Actualmente, el problema a este respecto está resuelto.

En Israel se utiliza como fuente calorífica la geotérmica para recalentar el - agua del mar a 60°; la diferencia termodinámica de temperatura da el rendimiento de la planta que es proporcional al cuadrado de la diferencia de temperaturas. Actualmente se está ensayando el empleo de la energía nuclear para transformarla en energía geotérmica. Para aguas menos saladas que las marinas, el procedimiento más recomendable para su desalinización es el de congelación.

15.2.1 Desalinización por evaporación

Dentro de todos los métodos en que se emplea la evaporación, excluyendo a - los que utilizan la energía solar, existen dos que son los de mayor éxito por su simplicidad y bajo costo de producción:

- a) Evaporación instantánea de múltiples etapas
- b) Evaporación por compresión al vapor

El de evaporación instantánea es el que más se ha usado.

- a) Evaporación instantánea de múltiples etapas

Se basa en el principio de que si de una cámara se extrae el aire y en la mis - ma se introduce un líquido, parte de este se evaporará. Se activa este proceso ele - vando previamente la temperatura del líquido. El proceso se interrumpe una vez que

se alcanza la presión de saturación de vapor.

Se hace pasar una corriente de agua fría a través de tubos dentro de la cámara de evaporación instantánea, que condensa el vapor. En la práctica, el agua que se introduce en la cámara, cambia de inmediato a vapor.

Entre la cámara y el condensador se coloca un colector con objeto de recoger el destilado.

La salmuera remanente o agua concentrada de sal, pasa a la siguiente cámara de evaporación instantánea a la que se le ha hecho un vacío un poco mayor y vuelve a convertirse en vapor.

b) Evaporación por compresión de vapor

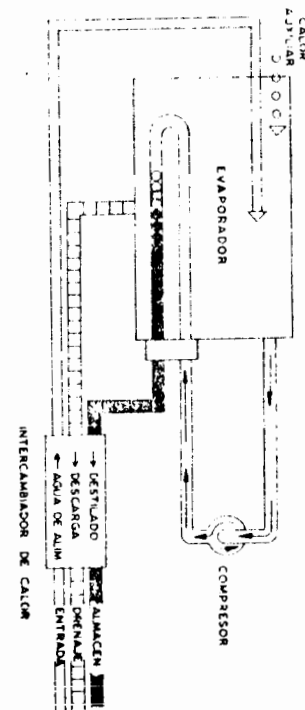
En este caso el agua salada se bombea a través de un intercambiador de calor, hacia el interior de la cámara de un evaporador y es recolectada en un recipiente para su recirculación.

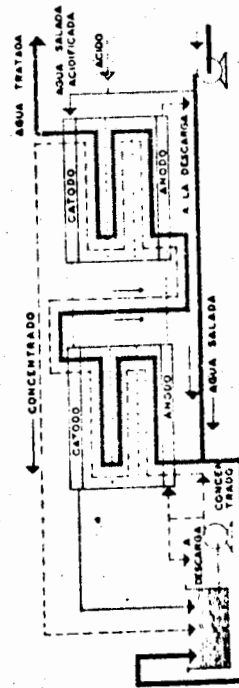
Posteriormente el agua pasa por chiflones que pulverizan la salmuera la cual es mezclada con el agua salada que está entrando. El vapor es comprimido y descargado dentro del evaporador en un paquete de tubos en donde se calienta la salmuera que está siendo pulverizada. El vapor se enfría por transferir su calor a la salmuera pulverizada y se condensa en destilado. Finalmente este destilado se recolecta en el fondo de la caja del evaporador.

15.2.2 Desalinización por electrodiálisis

La electrodiálisis es un proceso electroquímico el cual, para desalinizar el agua, requiere únicamente electricidad y una pequeña cantidad de productos químicos (usualmente ácido clorhídrico o ácido sulfúrico).

Como la electrodiálisis remueve la sal del agua y no el agua de la sal, el costo de la inversión inicial y del manejo de la planta, varían con la salinidad del agua por tratar.





La unidad básica es la celda que contiene un par de membranas selectivas: una aniónica y otra catiónica.

Un gran número de estas membranas son metidas juntas entre un par de electrodos, en grupos de paquetes que forman un conjunto, el cual queda dentro de una cubierta.

Las membranas selectivas aniónicas permiten el paso únicamente de aniones a través de ellas y las membranas catiónicas, únicamente cationes.

Por la forma de colocar las membranas en capas, es de los procedimientos que menor pérdida de presión tienen, además de que baja los costos de inversión y de operación al haber menor carga de bombeo.

Se añade ácido a la corriente de agua del cátodo para neutralizar la alcalinidad que se presenta. El agua que entra en las cámaras debe estar libre de materia suspendida, coloides de hierro y magnesio y materia orgánica.

El campo en el cual la electrodiálisis es indudablemente el método más económico, es en la producción de agua para beber a partir de agua salobre. A grandes salinidades, el consumo de energía aumenta y los otros métodos pueden resultar más baratos.

15.2.3 Desalinización por ósmosis inversa

Ósmosis es un proceso natural que permite que los fluidos pasen a las raíces de las plantas y las células del cuerpo viviente. Normalmente la dirección en que ocurre la ósmosis es de una solución débil a una más concentrada y por lo tanto tiene la tendencia a diluir la solución más fuerte.

En la desalinización se invierte el proceso; es por eso que se le llama ósmosis inversa, puesto que el agua fluye de un líquido más concentrado (salmuera) hacia uno menos concentrado (agua dulce).

Se ha encontrado que el óxido grafitico es un elemento mediante el cual se puede efectuar este proceso con mayor eficiencia, que con las membranas de acetato de celulosa que se venian empleando.

El óxido grafitico, conocido como punta de las lápices, se utiliza en forma de membrana muy delgada que actúa como cedazo y permite el paso de las moléculas de agua puro, al detener la mayor parte de las moléculas de sal disueltas.

Las membranas se construyen en forma tubular, las cuales se deslizan dentro de un tubo soporte. Varios de estos tubos forman módulos por los que circula el agua salobre bajo presión. Para mantener la corriente de agua, se conserva la presión.

Para mantener la corriente de agua, se conserva la presión arriba de la llamada presión osmótica del agua de mar, que es de aproximadamente 26 kg/cm^2 cuando se aumenta la presión a 42 kg/cm^2 se logran corrientes de 300 a 400 litros diarios por metro cuadrado de membrana, capaces de retener un 90 por ciento de la sal del agua de mar.

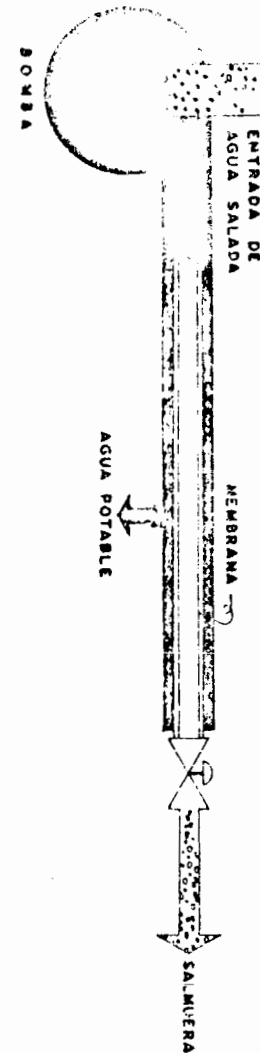
La acción de la membrana de ósmosis inversa es un proceso de solución y difusión y no debe confundirse con un filtro.

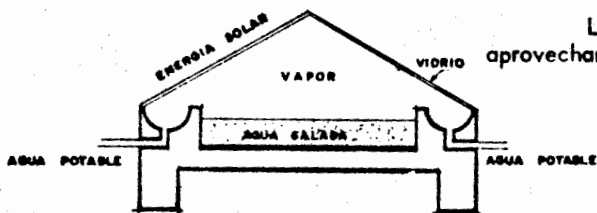
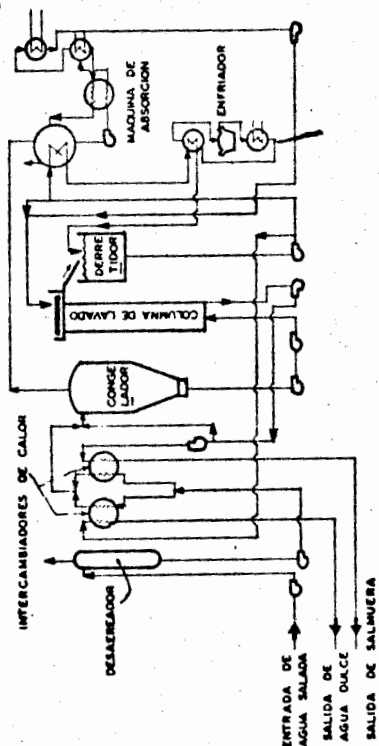
15.2.4 Desalinización por congelación

Cuando una solución salada es enfiada a su temperatura de congelación, el agua pura cristaliza y la solución que queda se vuelve concentrada. La aplicación de este principio a la desalinización de las aguas salobres, envuelve tres operaciones básicas:

- Congelación parcial de la corriente de alimentación
- Separación de la mezcla de hielo y salmuera
- Licuefacción del hielo lavado

Se emplean procedimientos directos de refrigeración, lo que permite evitar los costosos métodos de empleo de superficies de intercambio de calor.





En este proceso el agua dulce es producida en forma de cristales de hielo por la remoción del calor latente de fusión. El problema técnico mayor de este procedimiento, es el de separar el concentrado (salmuera) de los cristales de hielo que se forman.

La calidad del agua desalinizada es variable; esto depende de la cantidad de agua dulce que se use para lavar el hielo. Utilizando un 5 por ciento del agua producida para el lavado del hielo, se obtiene una agua con aproximadamente 500 ppm o menos de sal.

15.2.5 Desalinización por energía solar

Este procedimiento es en realidad un proceso de destilación, pero se distingue de los demás procedimientos de evaporación por utilizar únicamente la energía calorífica que proporciona la radiación solar.

Un evaporador a base de energía solar se lleva a cabo en cámaras denominadas de invernadero. Consisten en un recipiente de profundidad entre 20 a 30 cm pintado de negro para absorber al máximo la energía proporcionada por los rayos solares, el cual es llenado con agua salada. Se coloca una cubierta inclinada de vidrio sobre la que se condensa y escurre el vapor que produce el calor del sol.

Con este tipo de evaporadores y bajo buenas condiciones de soleamiento, se pueden obtener hasta 5 litros de agua por metro cuadrado de estanque al día. El único equipo necesario son las bombas para alimentar los estanques y las que descargan la salmuera y el agua dulce.

La entrada del agua salada se hace pasar junto a la salida de agua dulce para aprovechar el calor que queda en el agua destilada.

CAPITULO XVI

REDES DE ALCANTARILLADO

16.1 DEFINICIONES

16.1.1 Alcantarillado

Recibe el nombre de alcantarillado, el sistema de ductos generalmente - subterráneos que sirven para coleccionar y transportar las aguas servidas de una población, solas o en combinación con las de lluvia que escurren en el área de captación del sistema.

16.1.2 Aguas negras y efluentes industriales

Las aguas servidas de una población se llaman aguas negras y se definen como: "aguas degradadas por provenir de zonas municipales y pecuarias, mezcladas o no con aguas superficiales, subterráneas o de lluvia".

Las aguas que sobran después de su empleo en las industrias reciben el nombre de efluentes industriales; también se clasifican como aguas negras.

16.1.3 Aguas pluviales

Pluvial: del latín Pluvia, que significa lluvia. Para los efectos del alcantarillado, se denominan "aguas pluviales" a las de lluvia cuya permanencia en el área por atender no es deseable.

16.2 TIPOS DE SISTEMAS

Existen dos tipos principales de sistemas de alcantarillado: el separado y el combinado; el primero sirve exclusivamente para coleccionar aguas negras o bien las aguas pluviales; el segundo sirve para coleccionar al mismo tiempo las aguas negras y las pluviales.

Las ventajas de cada uno de ellos, deben tomarse en cuenta para resolver - cada caso en particular y decidir cual es el tipo más conveniente por construir.

El sistema separado se recomienda en general en poblaciones pequeñas con topografía accidentada, lo que permite eliminar las aguas de lluvia rápidamente por la superficie sin causar problemas.

En general, en los sistemas separados, el pluvial, resulta igual en dimensiones y costo al combinado, teniéndose como excedente el costo del de aguas negras.

Otro tipo de sistema es el mixto, que es una combinación de los dos tipos principales dentro de una misma población.

16.3 PARTES QUE INTEGRAN UNA RED

Las redes de alcantarillato están formadas por atarjeas, subcolectores, colectores, emisor y obras accesorias.

16.3.1 Atarjeas

Las atarjeas son conductos subterráneos que generalmente se colocan por el eje de las calles. Se construyen con tubos de concreto que trabajan como canal.

El diámetro de las atarjeas es como mínimo, de 20 cm cuando van a conducir solamente aguas negras, y de 30 cm cuando se les unen las pluviales o llevan exclusivamente estas últimas.

La pendiente debe ser tal que permita velocidades mínimas de 60 cm/seg a tubo lleno para evitar el asentamiento de las partículas gruesas y mantenerlas lo más limpias posibles. No deben admitirse tampoco velocidades mayores de 3.0 m/seg, por que pueden destruir rápidamente la tubería.

Las atarjeas dentro de los predios urbanos o industriales reciben el nombre de albanal.

16.3.2 Subcolectores

Los subcolectores son tuberías que captan las aguas recolectadas por las atarjeas. Normalmente son de mayor diámetro que las atarjeas aunque en un principio, pueden tener el mismo que éstas.

16.3.3 Colectores

Los colectores reciben los caudales que captan los subcolectores y las atarjeas.

por lo tanto, normalmente tendrán un diámetro mayor que el de los subcolectores.

16.3.4 Emisor

El emisor es el ducto al cual ya no se conectan descargas de aguas negras ni pluviales en su caso y que tiene como único objeto, llevar todas las aguas recolectadas por el sistema de tuberías que constituyen el alcantarillado, hasta el lugar de vertido o de utilización.

16.3.5 Accesorios

En la red de alcantarillado se consideran como accesorios, los pozos de visita, los de caída, los de lavado, las coladeras pluviales y las estructuras de descarga al finalizar el emisor.

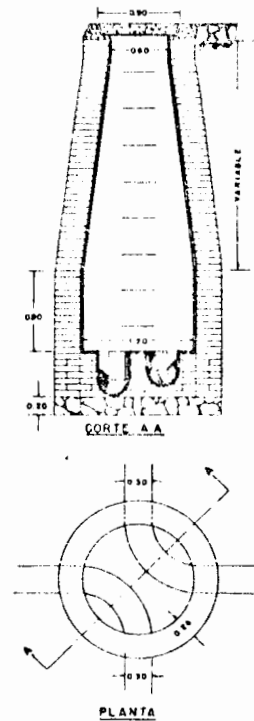
a) Pozos de visita

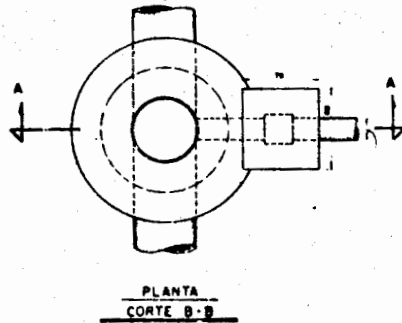
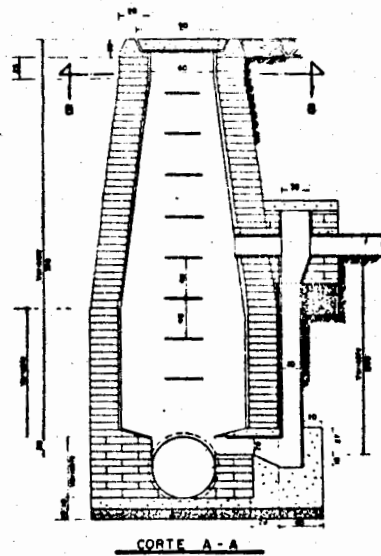
Los pozos de visita como su nombre lo indica, son perforaciones verticales que sirven para inspeccionar y ejecutar las obras de limpieza de la red. Se instalan en el comienzo de las atarjeas, o sea en la "cabeza de atarjea"; en cambios de dirección y de pendiente; para admitir la conexión de otras atarjeas o colectores, cuando haya necesidad de cambiar diámetro. En resumen entre los pozos de visita deben quedar tramos rectos y uniformes de atarjeas.

Se deben localizar a distancias máximas de 120 m o aquellas que se fijen por el sistema de limpieza empleado.

Van provistos de una tapa en la parte superior dejando ventilación para el escape de los gases y la admisión del aire en los conductos. El diámetro libre en la parte superior debe ser de 60 cm para permitir su inspección. Con tal objeto se amplían en el fondo y se proveen de escalones empotrados en su pared.

El fondo se construye en tal forma que en caso de servir como curce de atarjeas, éstas se canalicen por ductos independientes asegurando de esta manera el correcto funcionamiento hidráulico que sirve de base para el diseño de la red.





b) Pozos de caída

Son verdaderos pozos de visita en los que se admite la entrada del agua a un nivel superior del fondo. Se instalan entre tramos en los que por efecto de la topografía los tubos tendrían pendientes sumamente fuertes que ocasionarían velocidades más altas que las permisibles.

Con estos pozos se logra conducir el agua en forma escalonada, permitiendo el trabajo correcto de los tramos que une.

c) Pozos de lavado

En los primeros tramos de las atarjeas se conducen caudales sumamente pequeños en relación con su capacidad, dando por resultado velocidades de escurrimiento menores a las especificadas.

Se puede aumentar la velocidad en estos tramos, dándoles más pendiente pero esto trae como resultado profundidades mayores de todo el sistema en los terrenos con poco desnivel, culminando en mayores costos de construcción.

Las velocidades bajas, menores de 30 cm/seg, facilitan el rápido azolvamiento de las atarjeas, necesiéndose por lo tanto limpiarlas frecuentemente, operación que puede espaciarse si se ayuda de tanques lavadores.

Los pozos de lavado son semejantes a los de visita, en los que se instala un mecanismo de compuerta o sifón para almacenar lentamente un determinado volumen de agua y dejarlo escapar rápidamente a fin de que arrastre los sedimentos acumulados en los primeros tramos de las atarjeas.

El agua que entra al tanque lavador es tomada de la red de distribución de agua potable, instalándose en el tanque una llave que deja salir una cantidad constante en el caso de que el pozo trabaje con sifón o de flotador si se va a operar manualmente. La llave debe quedar a un nivel superior de la superficie del agua almacenada, para evitar posibles contaminaciones que pudieran ocurrir por el contacto directo entre el agua sucia y el agua potable, sobre todo si por fallas en la distribución, baja la presión del agua en la red.

d) Coladeras pluviales

En un sistema separado para aguas pluviales o combinado, las aguas pluviales que escurren por las calles se colectan en cajas conectadas con tubería hasta la red. Estas cajas van protegidas por un enrejado para evitar entre otras cosas, la entrada de cuerpos voluminosos. Se instalan normalmente en las banquetas o muy cerca de ellas.

Para efectuar una buena recolección de las aguas de lluvia, a las calles se les dota de pendientes transversales y longitudinales, permitiendo las primeras, el escurrimiento hacia las banquetas y las segundas, el rápido transporte hasta las coladeras.

En calles con pendientes altas en donde la concentración del agua pluvial es muy rápida, se construyen coladeras transversales, cubriendo en ocasiones todo el ancho de la calle.

Muchos pozos de visita fungen como cajas colectoras de agua pluvial.

e) Estructuras de descarga

Las aguas que se recolectan por una red de alcantarillado, están altamente contaminadas, necesitándose de un estudio profundo para fijar el sitio de su vertido.

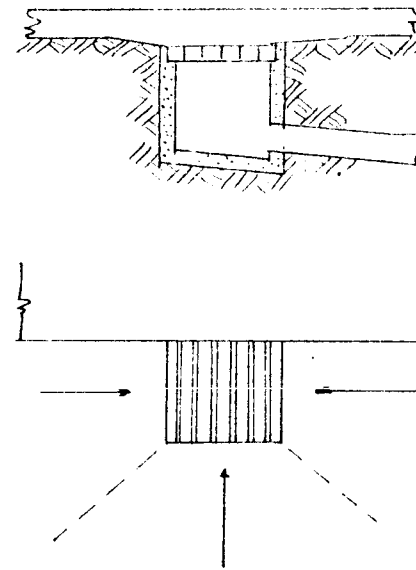
Tomando en consideración el grado de contaminación y el caudal de aguas por eliminar, se proyectan obras que ligen la salida del emisor con el sitio elegido para su descarga, tales como transiciones, descargas subacuáticas, etc. con el objeto de evitar malos olores y aspectos desagradables en las zonas circunvecinas.

CAPITULO XVII

RED DE ALCANTARILLADO PARA AGUAS NEGRAS

17.1 CANTIDAD DE AGUAS NEGRAS

El caudal de aguas negras que se trata de eliminar de una población, se conoce a partir del número de habitantes y el volumen que estos aportan al día.



El número de habitantes debe ser el correspondiente al año en que ~~se termina~~ ~~que termina~~ la vida útil del alcantarillado; el volumen de agua ~~aportada~~ ~~te en el día, llamado aportación~~, representa un tanto por ciento de la dotación de agua potable; normalmente se toma entre el 60 y 80 por ciento puesto que del agua empleada en riegos de jardines, parques y calles, en ciertos usos industriales, en ferrocarriles y en fugas, sólo una parte llega al sistema de alcantarillado.

El alcantarillado no es totalmente impermeable, de manera que lo mismo puede haber fugas de las aguas conducidas o entrada de las freáticas.

El caudal de agua que se infiltra a la red, es difícil de cuantificar pero se acostumbra suponer que varía entre 0.20 y 10.0 l/seg-km, de acuerdo al nivel del agua freática y la parte sumergida del tubo.

La aportación se toma muchas veces igual a la dotación cuando se desconoce el caudal de infiltración o la parte de la dotación que no recolecta el alcantarillado. Además, en poblaciones pequeñas en donde no obstante existir sistema de distribución de agua potable, se siguen empleando pozos y norias, la aportación es algunas veces mayor que la misma dotación.

17.1.1 Variaciones del caudal

El caudal de aguas negras no es constante, existen variaciones anuales, diarias y horarias.

Para calcular el diámetro de la tubería, se debe considerar el gasto máximo, que en este caso tampoco es constante, sino que varía en función del número de habitantes.

La relación del gasto máximo al gasto medio, se deduce a partir de fórmulas tales como las de Harmon, de Babbitt u otras:

$$\text{Fórmula de Harmon: } M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{p}}$$

$$\text{Fórmula de Babbitt: } M = \frac{5}{p^{1/5}}$$

Fórmula de Kentucky, EUA :

173

$$M = \frac{7.0}{Q^{0.187}}$$

En las fórmulas anteriores:

M = Relación del gasto máximo al gasto medio

P = Millares de habitantes

Q = Caudal medio en l/seg

Las fórmulas de Harmon y de Babitt se emplean para poblaciones entre 1000 a 100 000 habitantes y la de Kentucky, EUA para poblaciones hasta de un millón de habitantes. En cuanto al caudal mínimo que escurre, tampoco es conocido pero se estima en una cantidad igual a la mitad del gasto medio.

17.2 LINEAMIENTOS GENERALES PARA EL DISEÑO DE LA RED

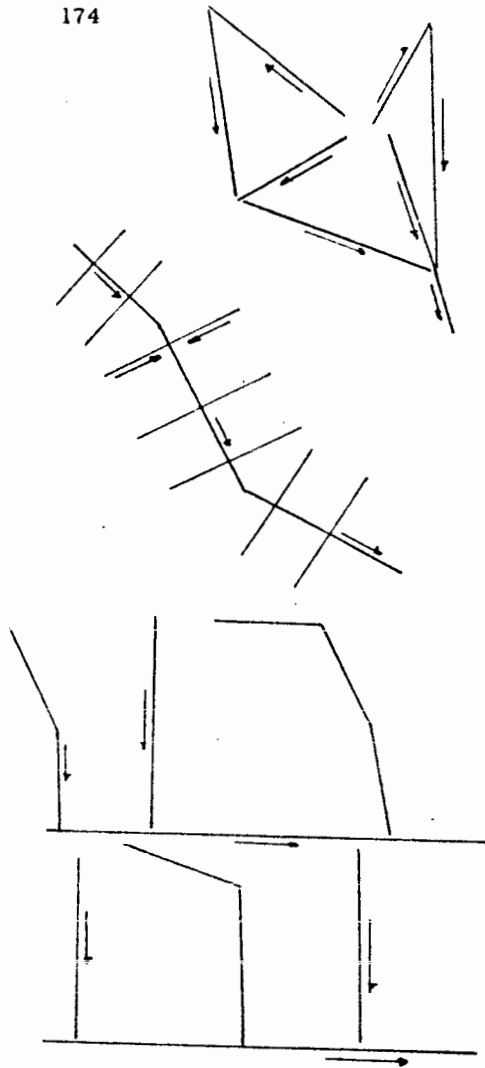
La red de alcantarillado para aguas negras, debe estar distribuida por toda la población para dar servicio a la totalidad de los habitantes.

Para el diseño de la red, es fundamental contar con los planos de la población, en los que se marquen las curvas de nivel con equidistancia de un metro para un anteproyecto, y para el proyecto definitivo de 0.50 m y si es posible de 0.20 m. En ocasiones se necesita de algunos perfiles detallados. Es mucho mejor que en los cruces de calles y puntos intermedios, se tenga la cota marcada al centímetro.

17.2.1 Sistema de colectores

Basándose en la topografía, se localizan por su orden los colectores, los subcolectores, y el emisor.

De esta localización, resultan algunas formas de distribución que se han considerado como clásicas y que atendiendo a su forma, reciben el nombre de:



- a) Sistema radial (Berlín)
- b) Sistema perpendicular (Nueva York)
- c) Sistema interceptor (México actual)
- d) Sistema en abanico (Viena)
- e) Sistema en peine. (México antiguo)

17.2.2 Distribución de atarjeas

Las atarjeas tienen por función recolectar las aguas a lo largo de todas las calles para descargarlas a los subcolectores y colectores.

Una distribución común de las atarjeas en el sistema, es el de "bayoneta"; - su nombre obedece a la forma de recorrido que hace una atarjea. Se forma por tramos rectos que cambian de dirección siguiendo el eje de las calles, resultando con esta trayectoria una dirección diagonal entre los puntos inicial y final de la atarjea con respecto al colector que la recibe.

Los pozos de visita en donde se efectúa el cambio de dirección de una atarjea, también sirven para el cambio de dirección de otra que sigue igualmente la forma de bayoneta. Estos pozos forman al mismo tiempo, cuando así se necesita, la cabeza de atarjea o la descarga directa a los colectores fijando su final o bien permiten la incorporación del caudal de un tramo para hacerlo continuar por otro.

17.2.3 Funcionamiento por gravedad o por bombeo

De ser posible, todo el sistema se diseñará para que trabaje por gravedad; pero si la topografía lo impide; se instalarán cárcamos y bombas en sitios adecuados para dejar tramos escalonados que trabajen por gravedad.

En caso de ser indispensable el bombeo, se tomarán todas las medidas necesarias para lograr la eficiencia y seguridad en el alejamiento de las aguas negras de la población.

17.2.4 Plantas de tratamiento

Es muy importante, en el proyecto de la red de alcantarillado, definir el sitio de vertido de las aguas y prever los perjuicios que se pudieran ocasionar, para tratar de evitarlos.

17.3

ra que
comode la
cia a

dos,

tenga
las q1. I
corri
senti
pone

A) E

2. C

3. A

4.

5.

Una manera de aminorar el grado de contaminación de las zonas o corrientes receptoras (las que reciben a las aguas de descarga), consiste en hacer pasar las aguas negras por un proceso denominado "tratamiento" para eliminar gran parte de los contenidos peligrosos y patógenos que llevan consigo. A todo el conjunto de las unidades en donde se efectúa este proceso, se le da el nombre de planta de tratamiento.

17.3 CALCULO DE LA RED

El cálculo de la red tiene por objeto diseñar los diámetros de las atarjeas para que el agua tenga las velocidades recomendables, tanto con los caudales mínimos como con los máximos, en función de las pendientes de la tubería.

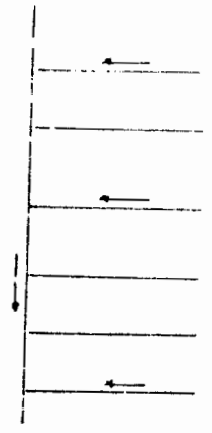
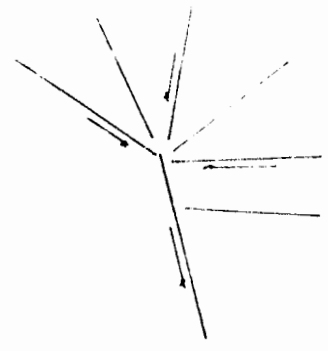
Para efectuar los cálculos, se debe tener previamente el trazo de distribución de la red con la numeración o nomenclatura de los pozos con el objeto de hacer referencia a cualquier tramo comprendido entre ellos.

Por facilidad se consignan en forma tabular tanto los datos como los resultados, para obtener el buen funcionamiento hidráulico de cada tramo.

La tabla de cálculo podrá ser la que mejor convenga, pero se sugiere que tenga 23 columnas que se numerarán y titularán como a continuación se indica, y en las que se consignarán los datos correspondientes:

1. Tramo - Tramo comprendido entre dos pozos consecutivos con los números que les corresponda y que irán espaciados a distancias no mayores que las especificadas. El sentido de la corriente quedará indicado por el orden en que se expresen. Puede anteponerse en esta o en otra columna, el nombre de la calle en que se aloja el tramo.

- A) Datos del terreno. Abarcan las columnas 2 a 6.
- 2. Cota inicial - Cota de la superficie en el sitio del pozo inicial del tramo.
- 3. Cota final - Cota de la superficie en sitio del pozo final del tramo.
- 4. Desnivel - Diferencia entre la cota inicial y la final con su signo.
- 5. Longitud - Distancia horizontal en metros, entre los pozos que limitan el tramo.



6. Pendiente en milésimos - División de los valores de la columna 4 entre los de expresado en milésimos y con el signo que les corresponda.
- B) Longitud de las atarjeas en metros. Abarca las columnas 7 a 9. Bajo este encabezado se consignan también los tramos de subcolectores y colectores.
7. Tramo - Coincide con los valores de la columna 5; se repite para facilitar la mecanización de las operaciones.
8. Tributaria - Longitud acumulada de los tramos de una misma atarjea, que se obtiene sumando progresivamente los datos de la columna 7. En el caso de un tramo de colector será la longitud total de las atarjeas que concurren al pozo inicial.
9. Acumulada - Longitud acumulada que concurre al último pozo de la atarjea o tramo de colector considerado.
10. Pendiente en milésimos - Pendiente que se fija a la tubería del tramo, expresada en milésimos. Conviene tomar en cuenta, la pendiente del terreno, con el objeto de evitar excavaciones mayores a las necesarias.
- C) Cotas. - Abarca las columnas 11 y 12. Se indican en el renglón, los datos del pozo inicial del tramo; se consigna en un renglón extra al final de la atarjea, los datos del último pozo.
11. Terreno - Mismos valores de la elevación superior que se tabulan en la columna 2.
12. Plantilla - Cota de la plantilla del tubo.
13. Excavación - Resta de los datos de la columna 11 menos los de la 12; da tanto la profundidad de excavación, como el "colchón" para la protección del tubo.
14. Diámetro en cm - Medida del diámetro en cm. En los primeros tramos de las atarjeas se colocarán tubos con el diámetro mínimo; en los siguientes el que resulte adecuado para el gasto máximo que transportarán.
- D) Caudales en l/seg. - Abarcan las columnas 15 a 19. Datos que resulten de considerar la longitud tributaria del tramo.

a 5,
ceza
ca-
iene
lec-
tra-
sada
o de -
el po-
latos-
umna 2.
tanto la
las atar
e adecua
le conside

15. Infiltración y otros - Caudal infiltrado por tramo, así como cualquier otra aportación especial que no sea el netamente negro. Estos caudales se sumarán a los gastos mínimo y máximo.

16. Mínimo - Caudal que resulta de dividir el gasto medio del tramo entre dos, agregando el de infiltración. Conviene considerarlo solamente en subcolector y colector o en atarjeas largas.

17. Medio - Caudal del tramo que resulta de multiplicar el gasto unitario en l/seg-m, por su longitud tributaria. El gasto unitario se conoce multiplicando la "aportación" - por el número de habitantes futuros; este volumen diario convertido a l/seg, se divide entre la longitud total de la tubería que constituye el sistema, para obtener litros por segundo por metro de longitud de atarjea.

18. Máximo - Multiplicación del gasto medio del tramo por el coeficiente de variación. El coeficiente de variación se obtiene por tramo según el número de habitantes a los que sirve éste.

Es conveniente entonces, relacionar el número de habitantes con la longitud del sistema para tener número de habitantes servidos por metro de longitud de atarjea. Al gasto máximo se le suma el infiltrado.

19. Tubo lleno - Caudal que es capaz de llevar el tubo con el diámetro y la pendiente ya consignados en las columnas 14 y 10 respectivamente. Este valor debe ser siempre mayor que los máximos anotados en la columna 18.

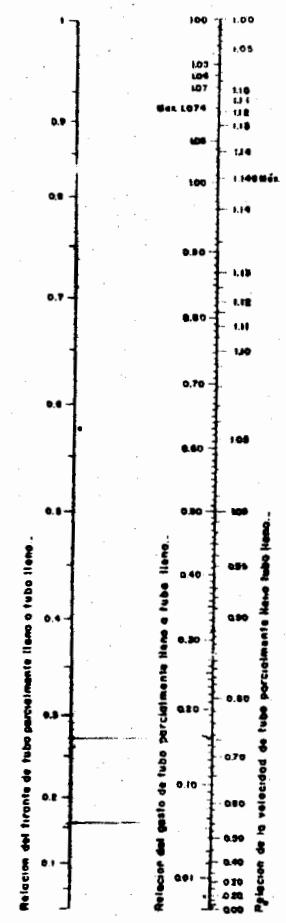
E) Velocidades en m/seg. Abarcan las columnas 20 a 22.

20. Mínima - La que llevo el agua considerando el caudal mínimo.

21. Máxima - La que lleva el agua, considerando el caudal máximo.

22. Tubo lleno - La que lleva el agua, cuando la atarjea trabaja como tubo.

23. Observaciones - Ultima columna con las notas para aclarar algunos conceptos. Conviene consignar en el renglón correspondiente, cuando se trate de subcolectores o colectores.



relación de los elementos hidráulicos de un tubo circular

17.4 RECOMENDACIONES PRACTICAS DE DISEÑO

En el diseño se deben tomar en cuenta algunas recomendaciones de orden práctico que facilitan la construcción y posteriormente el funcionamiento hidráulico de la red.

A.- Cuando se inicie un proyecto, conviene ponerse en contacto directo con la institución que lo va a revisar y aprobar para informarse de sus normas internas, incluyendo las de dibujo y signos convencionales.

B.- La pendiente de los tubos expresada en milésimos, conviene que sean números enteros. Al tomar fracciones decimales se tendría que efectuar una medición en sentido vertical difícil de hacerla con los elementos comunes empleados en el campo y por brigadas o trabajadores no especializados.

C.- En cuanto a las cotas de plantilla, existen ciertas condiciones hidráulicas para unir tubos de diferente diámetro. Deberá entonces anotarse para un mismo pozo la plantilla de llegada y la de salida. En ocasiones aún con igual diámetro pueden ser variables como sucede en caídas libres.

Cuando los diámetros no son muy distintos se recomienda unirlos plantilla con plantilla; pero conforme se incrementa su diferencia, se hace eje con eje o clave con clave.

D.- La caída en un pozo puede ser directa si no sobrepasa de un metro. En caso de ser superior, la descarga se efectúa por medio de un tubo vertical que conecta con una T al pozo de descarga. El brazo vertical de la T termina en un codo de 90° con igual plantilla, que el ducto en el pozo. El brazo horizontal de la T sirve para efectuar la limpieza de la atarjea superior directamente desde el interior del pozo.

E.- Cuando se trata de conductos de gran diámetro o de casos especiales, se diseña la forma más conveniente para su eficiente trabajo hidráulico, estructural y sanitario.

FORMA DE UNION EN TUBERIAS

Ø cm.	25	30	38	45	60	76	91	107	122
25	p	pec	pec	ec	ec	c	c	c	c
30		p	pec	pec	ec	ec	c	c	c
38			p	pec	pec	ec	ec	c	c
45				p	pec	pec	ec	c	
60					p	pec	pec	ec	ec
76						p	pec	pec	ec
91							p	pec	pec
107								p	pec
122									p

p= conexión plantilla con plantilla

e= conexión eje con eje

c= conexión clave con clave

pec= conexión indistinta

CAPITULO XVIII

RED DE ALCANTARILLADO PARA AGUAS PLUVIALES

18.1. CAUDAL DE AGUAS PLUVIALES

En el proyecto de una red de alcantarillado pluvial, interesa conocer el —

caudal máximo que pueda presentarse debido al escurrimiento de una lluvia, para poderlo desalojar rápidamente de la población.

Si se emplean en especial los datos pluviográficos, se puede obtener la intensidad de la lluvia y a partir de ésta el caudal.

18.1.1 Intensidad de la lluvia

En un aguacero, a la relación i de la altura H de precipitación entre un tiempo t determinado, se le denomina intensidad cuyas unidades están dadas en mm/hora ó en cm/hora.

$$i = \frac{H}{t}$$

En los registros de los pluviógrafos, la intensidad de la lluvia en determinado momento está representada por la pendiente de la gráfica.

Para efectos estadísticos relacionados con la intensidad, se acostumbra tomar únicamente los datos correspondientes a los tiempos siguientes en minutos:

5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 75, 90, 120, 150 y 180.

o bien:

7.5, 15, 22.5, 30, 45, 60, 100, 120, 150 y 180.

Para hallar la intensidad en mm/hora a partir de la altura H de precipitación, se multiplica ésta por $60/t$, puesto que el tiempo está dado en minutos.

En caso de que la duración de la lluvia sea menor que la máxima supuesta de 180 minutos, la intensidad se calcula con el último valor de H registrado.

18.1.2 Frecuencia e intervalo de recurrencia

En las lluvias, también es necesario conocer la frecuencia F y el intervalo de recurrencia I ; se entiende por frecuencia el número de veces que se repite un evento en un período determinado.

Si durante un período de observación de n años, se ha registrado m veces un determinado tipo de aguaceros, la frecuencia F de éstos será:

$$F = \frac{n}{m}$$

El intervalo de recurrencia T es el inverso de la frecuencia:

$$T = \frac{1}{F} ; \quad T = \frac{m}{n}$$

Se puede conocer T y F , si se lleva un registro de los aguaceros observados en un período mayor de un año, agrupándolos según los tiempos y las intensidades resultantes en una tabla cuyo renglón superior, a manera de eje de abscisas, indique el tiempo t en minutos para determinar intensidad, y una columna como eje de ordenadas, que marque las intensidades en mm/hora.

Se considera aguacero ordinario, aquel que se presenta una vez cada 5 años, extraordinario si se presenta una vez cada 20 años y sumamente raro si se presenta una vez cada 100 años.

18.1.3 Fórmulas para valuar la intensidad

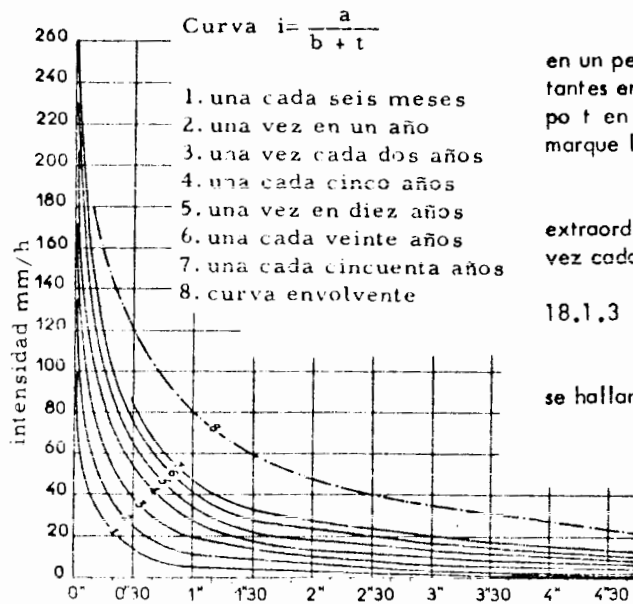
La intensidad varía en función del tiempo y entre las fórmulas que la expresan se hallan las siguientes:

a)
$$i = \frac{a}{t + b}$$

b)
$$i = \frac{a}{t^n}$$

Siendo a , b y n , factores constantes para cada frecuencia en una zona determinada.

La intensidad que interesa para el cálculo de una red, es la correspondiente a un aguacero con tiempos de recurrencia de 4 años o más.



drá para

procede a
sas, son l
manera u
las conste

res en eje

expresión
a y n.

tensidad;

Escogido el aguacero con el que se va a calcular el alcantarillado, se tendrá para cada tiempo una intensidad determinada en mm/hora.

Si se quiere conocer para este aguacero la intensidad según la forma a), se procede a representar la pareja de valores sobre unos ejes coordenados, cuyas abscisas, son los tiempos y las ordenadas al recíproco de la intensidad. Resulta de esta manera una línea recta pudiéndose encontrar gráfica o analíticamente, los valores de las constantes a y b; ya que:

$$i = \frac{a}{t+b} ; \frac{1}{i} = \frac{t+b}{a} ; \frac{1}{i} = \frac{t}{a} + \frac{b}{a} \text{ y finalmente}$$

$$\frac{1}{i} = \frac{1}{a} t + \frac{b}{a} , \text{ expresión de una línea recta: } y = ax + b$$

Si se quiere conocer según la forma b), se representan las parejas de valores en ejes logarítmicos, tanto para los tiempos como para las intensidades; ya que:

$$i = \frac{a}{t^n} ; \log i = \log a - n \log t$$

expresión de una línea recta en donde se puede obtener el valor de las constantes a y n.

Para la ciudad de México, se han usado las dos formas de expresar la intensidad; el ingeniero Roberto Gayol, tratándose de aguaceros ordinarios propuso:

$$i = \frac{448}{t+22} \quad i \text{ en mm/hora}$$

El ingeniero Raúl E. Ochoa propone para aguaceros extraordinarios:

$$i = \frac{500}{t^{0.5}} \quad i \text{ en mm/hora}$$

Para la misma ciudad de México considerando la intensidad constante se ha propuesto:

$$i = 40 \text{ mm/hora}$$

18.2 LINEAMIENTOS GENERALES PARA EL DISEÑO DE LA RED

Atendiendo a la topografía y a la importancia de las calles, en algunas de éstas se pueden suprimir las atarjeas, permitiendo que el agua de lluvia escurra por el suelo hasta las coladeras más próximas.

Las reglas para la localización de los pozos, y de la tubería, así como las velocidades del agua, son las mismas que se indican para una red de aguas negras.

18.3 CALCULO DE LA RED

Los diversos métodos que existen para calcular una red de alcantarillado de aguas pluviales, se basan fundamentalmente en la distinta manera de valuar el gasto. Los más empleados son el Racional Americano, el Gráfico Alemán el de Burkli Ziegler y aplicando fórmulas empíricas de diversos autores.

18.3.1 Método Racional Americano

La expresión general de este método es:

$$Q = C i a$$

en donde:

Q = Gasto en m³/seg ó l/seg .

C = Coeficiente de escurrimiento o de impermeabilidad

i = Intensidad de la lluvia en función del tiempo, en cm/hora ó mm/hora

a = Area de escurrimiento en Ha.

En este método, se valúa el gasto que escurre por el área de influencia de cada tramo para que conociéndolo, se proceda a efectuar la acumulación y así poder calcular el diámetro de la tubería.

A. Coeficiente de escurrimiento

Al coeficiente de escurrimiento C, también se le conoce como coeficiente de impermeabilidad; estos nombres los recibe, por el hecho de representar la relación del volumen que llueve con respecto al que escurre.

Este coeficiente raras veces llega a tener el valor de la unidad, ya que del volumen llovido, una parte se evapora, otra se almacena en depresiones del terreno, otra se infiltra y el resto escurre para ser captado por la red.

El valor de C es difícil de conocer con exactitud porque en él se incluyen muchos factores que lo afectan, entre los que se hallan la duración de la lluvia y la temperatura ambiente; sin embargo, se pueden tomar los valores siguientes obtenidos empíricamente:

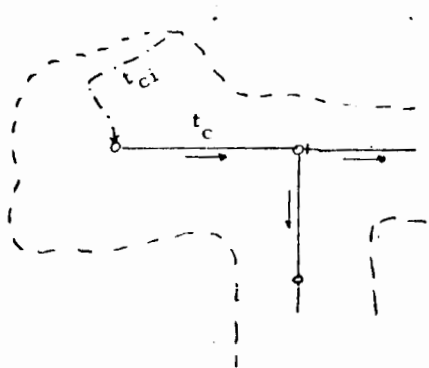
VALOR DE LOS COEFICIENTES DE ESCURRIMIENTO RECOMENDABLES

Tipo de Superficie	Valor de C
Techos metálicos o de teja vidriada	0.95
Techos de teja ordinaria	0.90
Pavimentos de asfalto en buenas condiciones	0.85 a 0.90
Pavimentos de concreto	0.80 a 0.85
Empedrados con material pequeño	0.75 a 0.80
Empedrados ordinarios	0.40 a 0.50
Superficies no pavimentadas	0.10 a 0.20
Parques y jardines	0.05 a 0.15

Para valuar el coeficiente de escurrimiento en una zona cuya área está formada por diversos tipos de superficies, se procede a calcular el representativo, en función de porcentaje de las áreas cuyos coeficientes se conocen, o bien se pueden adoptar los que indican a continuación:

COEFICIENTES DE ESCURRIMIENTO POR ZONAS

Tipo de Zona	Valor de C
Densamente construida	0,70 a 0,90
Comercial	0,60 a 0,85
Industrial	0,50 a 0,80
Residencial con departamentos	0,50 a 0,70
Residencial con casas	0,25 a 0,50
Parques	0,05 a 0,25
Suburbios no desarrollados totalmente	0,10 a 0,25



B. Intensidad de lluvia

La intensidad que interviene en la fórmula $Q = C i a$, es la que corresponde a un aguacero con una frecuencia determinada.

Generalmente se toman frecuencias de una en cinco años. En las ciudades importantes, algunas zonas se calculan con frecuencias que produzcan mayores intensidades.

C. Tiempo de concentración y de concentración inicial

Al tiempo que interviene en la fórmula, se le llama tiempo de concentración.

Se conoce como tiempo de concentración inicial, al tiempo que tarda teóricamente en escurrir una gota, desde el punto más alejado del área de influencia de la primer coladera de una atarjea, hasta la entrada de ésta. Como sería imposible conocerlo con exactitud, se acostumbra tomarlo con duración de 10 a 20 minutos.

El tiempo de concentración en cualquier otro punto, es el tiempo que resulta de sumar el de concentración inicial, con el de escurrimiento en el o los tramos que recorre el agua hasta el punto considerado.

D. Tabla de cálculo

185

Con objeto de facilitar el diseño de la red, se emplean tablas que pueden constar de columnas tituladas, y que contengan lo que se pide, como a continuación se indica:

(1) Tramo.- Números que le correspondan a los pozos que limitan al tramo, indicando que el escurrimiento del agua se efectúa del primero al segundo; puede anteponerse, en ésta o en otra columna, el nombre de la calle en donde se ubica el tramo.

Si un tramo recto está dividido por uno o varios pozos intermedios, colocados atendiendo a la distancia máxima admisible, se tomarán tantos tramos, como lo indiquen los pozos proyectados.

(2) Superficie tributaria en Ha - La superficie en Ha, del área de influencia del tramo.

(3) C.- Valor del coeficiente de impermeabilidad.

(4) Superficie impermeable- Producto de la columna (2) por la (3). Indica la parte del área tributaria que se considera totalmente impermeable.

(5) Superficie acumulada en Ha - Superficie a que sirve el tramo; está formada por la propia como por la de los tramos que concurren a éste.

(6) t - Tiempo de concentración; el inicial para el primer tramo y para los siguientes áquel más el del propio tramo.

(7) i en mm/hora - Valor de la intensidad a partir de la fórmula adoptada para ésta y del tiempo de concentración anotado en la columna (6).

(8) Q en m³/seg - Valor del caudal, ya que se conoce la intensidad y el área impermeable.

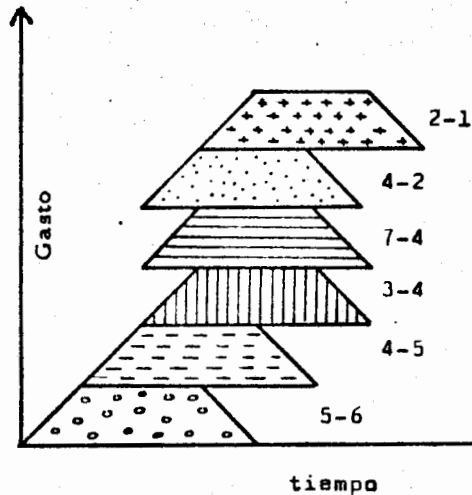
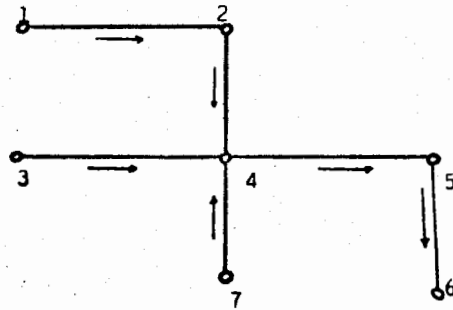
nde a

ades -
inten--

tración.

teóri--
a de la
e cona-

resulta
os que --



(9) Pendiente en milésimos - Pendiente que tiene la tubería en el tramo.

(10) Diámetro en cm - Medida del diámetro en cm. En los primeros tramos de las atarjeas se colocarán tubos con el diámetro mínimo; en los siguientes el que resulte -- adecuado para el gasto que transportarán.

(11) Velocidad a tubo lleno en m/seg - La que lleva el agua cuando la atarjea trabaja como tubo. Se calcula en función del diámetro de la tubería, la pendiente y el coeficiente de rugosidad del material.

(12) Longitud del tramo en m - Distancia horizontal en metros, entre los pozos que limitan al tramo.

(13) Tiempo de circulación en minutos - Tiempo que tarda el agua en pasar del pozo inicial al final.

(14) Capacidad de la alcantarilla en l/seg - Caudal que resulta de tomar en consideración el diámetro del tubo y la velocidad a tubo lleno.

(A) Cotas del terreno - Abarcan las columnas (15) y (16).

(15) Inicial - Cota de la superficie en el pozo inicial del tramo.

(16) Final - Cota de la superficie en el pozo final del tramo.

(B) Cotas de la plantilla - Abarcan las columnas (17) y (18).

(17) Inicial - Cota de la plantilla del tubo en el punto inicial del tramo.

(18) Final - Cota de la plantilla del tubo en el punto final del tramo.

18.3.2 Método Gráfico Alemán

Este método aunque da a conocer gráficamente el caudal, se basa también en la expresión matemática $Q = Cta$, con la diferencia de que la intensidad se considera constante.

Se usa este método para el diseño de subcolectores y colectores; también se puede emplear para atarjeas pero resulta muy laborioso.

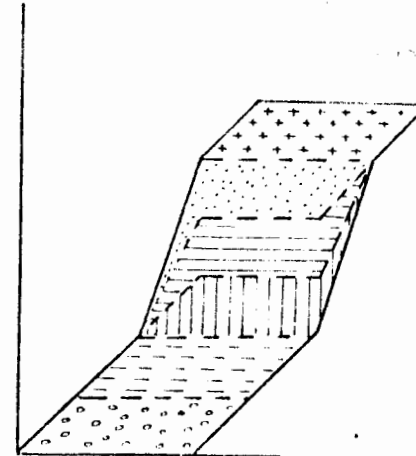
El método se basa en la representación gráfica del escurrimiento del agua en el tramo, la figura típica que resulta es un trapecio formado de la siguiente manera:

- En el eje de las X de un sistema de coordenadas, se llevan los tiempos y en el de las Y los gastos.
- El gasto por tramo se puede determinar empleando la fórmula $Q = C \cdot i \cdot A$, tomando la intensidad constante para toda la población.
- Se fija el tiempo de concentración y el tiempo de duración de la lluvia; normalmente se toman de 10 a 20 y de 60 minutos respectivamente.
- Se dibuja el primer tramo comenzando con una línea inclinada que se inicia en el origen de los ejes y termina en un punto cuyas coordenadas son gasto-tiempo de concentración. A partir de este último punto, se continúa con una línea horizontal hasta un punto cuya abscisa es el tiempo de duración. De este punto, se continúa con una recta inclinada hasta el eje X en el tiempo de duración de la lluvia, más el tiempo de concentración.

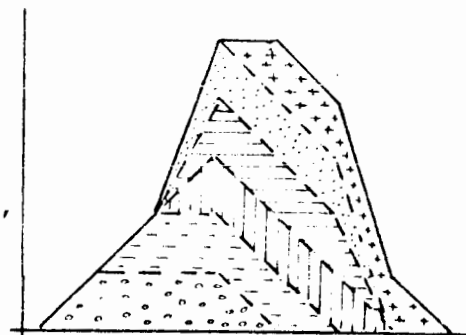
Esta figura simétrica está indicando que en un principio se efectúa la acumulación del agua escurrida hasta alcanzar su máximo en el tiempo de concentración, a partir del cual se mantiene constante hasta el tiempo de duración de la lluvia, para disminuir hasta agotarse, en un tiempo igual al de concentración.

La explicación es que al iniciarse la lluvia, se introduce inmediatamente el agua que cae cerca de la coladera y al mismo tiempo, empieza a escurrir el agua que cae en el punto más alejado y tarda en llegar a la coladera precisamente el tiempo de concentración inicial; a partir de este momento se concentra todo el caudal escurrido hasta que termina la lluvia presentándose ahora una disminución, semejante al aumento inicial.

En tramos continuos, se dibuja la segunda figura arriba de la primera, pero iniciándolo precisamente en donde termina el tiempo de concentración; la tercera —



A



B

Abatimiento de las figuras.

A.- Sobre ellas mismas.

B.- Sobre el eje de los tiempos.

Se usa este método para el diseño de subcolectores y colectores; también se puede emplear para atarjeas pero resulta muy laborioso.

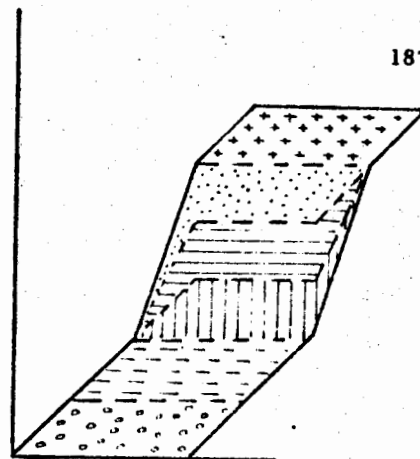
El método se basa en la representación gráfica del escurrimiento del agua en el tramo, la figura típica que resulta es un trapecio formado de la siguiente manera:

- En el eje de las X de un sistema de coordenadas, se llevan los tiempos y en el de las Y los gastos.
- El gasto por tramo se puede determinar empleando la fórmula $Q = C \cdot i \cdot A$, tomando la intensidad constante para toda la población.
- Se fija el tiempo de concentración y el tiempo de duración de la lluvia; normalmente se toman de 10 a 20 y de 60 minutos respectivamente.
- Se dibuja el primer tramo comenzando con una línea inclinada que se inicia en el origen de los ejes y termina en un punto cuyas coordenadas son gasto-tiempo de concentración. A partir de este último punto, se continúa con una línea horizontal hasta un punto cuya abscisa es el tiempo de duración. De este punto, se continúa con una recta inclinada hasta el eje X en el tiempo de duración de la lluvia, más el tiempo de concentración.

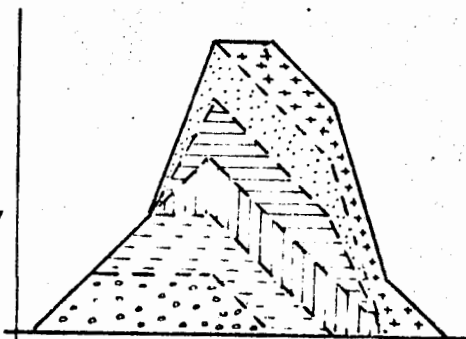
Esta figura simétrica está indicando que en un principio se efectúa la acumulación del agua escurrida hasta alcanzar su máximo en el tiempo de concentración, a partir del cual se mantiene constante hasta el tiempo de duración de la lluvia, para disminuir hasta agotarse, en un tiempo igual al de concentración.

La explicación es que al iniciarse la lluvia, se introduce inmediatamente el agua que cae cerca de la coladera y al mismo tiempo, empieza a escurrir el agua que cae en el punto más alejado y tarda en llegar a la coladera precisamente el tiempo de concentración inicial; a partir de este momento se concentra todo el caudal escurrido hasta que termina la lluvia presentándose ahora una disminución, semejante al aumento inicial.

En tramos continuos, se dibuja la segunda figura arriba de la primera, pero iniciándolo precisamente en donde termina el tiempo de concentración; la tercera —



A

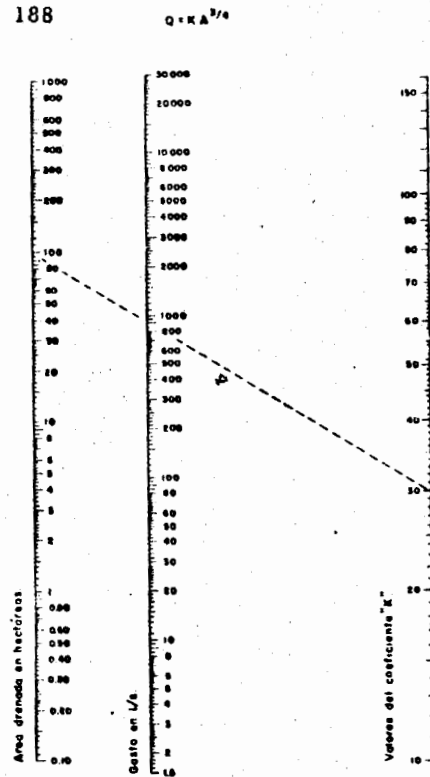


B

Abatimiento de las figuras.

A.- Sobre ellas mismas.

B.- Sobre el eje de los tiempos.



NOMOGRAMA DE BURKLI-ZIEGLER.

irá sobre la segunda, etc.

En tramos que concurren a un mismo punto, se dibujan también uno encima del otro, pero se inicia el segundo exactamente en el tiempo en que se inicia el primero. Lo mismo que sucede con dos tramos, sucede con dos series de tramos.

El orden que se siga en la elección de las ramas o tramos que concurren a un pozo para hacer la representación gráfica, no afecta el resultado, pero sí el sentido del recorrido en que se haga, el cual debe ser del final (inicio del emisor) al principio de los tramos; es decir, en sentido contrario al escurrimiento del agua.

La razón de seguir este sentido es obtener directamente sobre el eje de las abscisas, el tiempo total de escurrimiento y el tiempo en que escurre la máxima concentración del caudal.

18.3.3 Método de Burkli-Ziegler

La fórmula establecida originalmente por su autor en forma empírica para determinar el caudal escurrido en una zona es:

$$Q = CiA \sqrt[4]{\frac{S}{A}}$$

$$\text{o bien } Q = CiS^{1/4} A^{3/4}$$

en que:

C = Coeficiente de escurrimiento

i = Intensidad de lluvia constante para determinado aguacero

S = Pendiente predominante de la zona de captación, expresada en milésimos

A = Área de la zona en Ha.

Si la intensidad se da en cm/hora y se quiere obtener el gasto en l/seg:

$$Q = 27.78 CiS^{1/4} A^{3/4}$$

Este método se emplea principalmente para conocer caudales de escurrimiento de zonas amplias.

18.3.4 Métodos empíricos

189

Algunos autores después de varias observaciones de escurrimientos pluviales y de su correspondiente estudio analítico, han propuesto expresiones en función de C , i , S y A para evaluar Q

$$\text{Havskley: } Q = CAi \sqrt[4]{\frac{S}{Ai}}$$

$$\text{Adams: } Q = CAi \sqrt[4]{\frac{S}{A^2 i^2}}$$

$$\text{Mc Math: } Q = CAi \sqrt[5]{\frac{S}{A}}$$

$$\text{Hering: } Q = CAi \sqrt[5]{\frac{S^{0.27}}{A^{0.15}}}$$

$$\text{Parmley: } Q = CAi \sqrt[6]{\frac{S^{0.15}}{A}}$$

$$\text{Gregory: } Q = CAi \frac{S^{0.186}}{A^{0.14}}$$

Cada una de estas fórmulas se acompañan de una constante según las unidades empleadas.

18.4. COLADERAS FLUVIALES

Las coladeras pluviales generalmente van colocadas a la orilla de las calles, junto a la guarnición de la banquetta. Se han ideado varios modelos que se emplean según las condiciones de pavimento, pendiente, intensidad de tránsito, velocidad de los vehículos, altura de banquetta, etc. Otros tipos de coladera son los que se instalan transversalmente a la calle en una sección o en la totalidad de su ancho.

Las rejillas protectoras generalmente dejan aberturas de 5 cm ya sea que se instalen longitudinal o transversalmente al sentido de escurrimiento.

La rejilla puede ir a nivel de la calle o en una ligera hondonada que permite mayor rapidez de desalojamiento. Algunos autores han sugerido fórmulas empíricas para conocer el gasto que son capaces de drenar o bien gráficas que conducen a lo mismo.

CAPITULO XIX

RED DE ALCANTARILLADO PARA AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES COMBINADAS

19.1 DISEÑO Y CALCULO

Para el cálculo de este tipo de red, debe conocerse el caudal mínimo y máximo del conjunto de aguas negras y pluviales para que aunado al de infiltración, se revisen las velocidades correspondientes.

Pero el caudal de aguas pluviales resulta ser demasiado grande en relación al de aguas negras, por lo que en la práctica se desprecia este último y el cálculo y diseño de la red se reduce al de un sistema pluvial como si fuera separado; con la diferencia de atarjeas se hará de manera que cubra toda la población, por la recolección que se tiene que hacer de las aguas negras.

También justifica este criterio la poca probabilidad que existe de que se presenten al mismo tiempo, la máxima intensidad supuesta y la máxima aportación de aguas negras.

El sistema combinado tiene el inconveniente de que el caudal de aguas es muy pequeño para el diámetro de la tubería diseñada para el escurrimiento de aguas pluviales y en muchas ocasiones no se cumple con la condición de velocidad para evitar acenamiento de partículas que provocan el azolvamiento rápido en época de secas. A su favor existen dos factores: uno, que aún con sedimentación, es difícil que un tubo de diámetro grande se llegue a azolvar; otro, que antes de que esto suceda, las aguas pluviales de la temporada, sirven para el lavado de las atarjeas.

Com
empleadas con
de materias en
yectar su uso.

Su c
te de las aguas

20.1 ANA

20.1.1 Temp

En g
potables.

20.1.2 Dem

La D
ble que contie
parativos, en
ppm.

20.1.3 Oxig

Los c
grado de septi
formación.

20.1.4 Sólid

Se d
mados por los

COMPOSICION DE LAS AGUAS NEGRAS

Como las aguas negras son el producto de las aguas potables ya usadas y empleadas como vehículo y alojamiento de muchos desperdicios, contienen infinidad de materias en solución y suspensión, algunas de las cuales interesa conocer para proyectar su uso o su tratamiento.

Su composición se conoce por medio de análisis que se hacen periódicamente de las aguas obtenidas en sitios claves de muestreo.

20.1 ANALISIS PRINCIPALES

20.1.1 Temperatura

En general la temperatura de las aguas negras es mayor que la de las aguas potables.

20.1.2 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

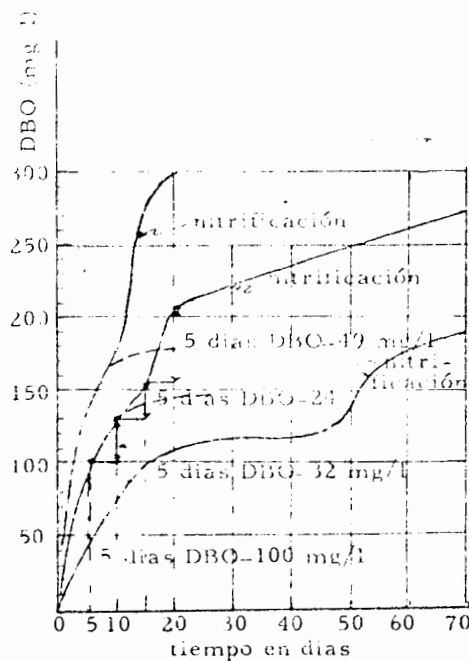
La DBO es un parámetro que mide la cantidad de materia orgánica putrescible que contienen las aguas negras. Se determina en el laboratorio para fines comparativos, en muestras incubadas durante 5 días a 20°C, dándose su resultado en ppm.

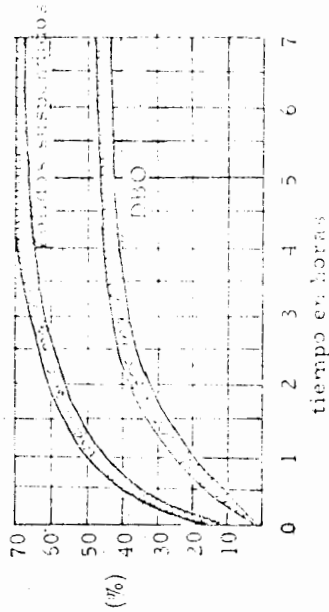
20.1.3 Oxígeno disuelto (OD)

Las aguas negras pueden o no contener oxígeno disuelto dependiendo del grado de septicidad que posean, pues lo agota la materia orgánica al iniciar su transformación.

20.1.4 Sólidos totales

Se determinan por peso después de evaporar un cierto volumen. Están formados por los sólidos disueltos y por los sólidos suspendidos. Son un índice del grado





Remoción de sólidos suspendidos y de DBO para las aguas negras en sedimentación de tanques primarios.

de concentración de las aguas negras.

20.1.5 Sólidos fijos

Si los sólidos totales se incineran, la parte mineral subsiste, no así la combustible. La porción mineral es conocida con el nombre de sólidos fijos.

20.1.6 Sólidos volátiles

Se obtienen por diferencia entre los totales y los fijos; representa la parte orgánica.

20.1.7 Sólidos sedimentables

Si se deja en reposo el agua, se logra sedimentar una parte de los sólidos que por este hecho reciben el nombre de sólidos sedimentables. Para poder comparar resultados con otras aguas, se fija un tiempo de sedimentación y se miden los sólidos en mililitros por litro (ml/l).

20.1.8 Nitrógeno

El nitrógeno se puede presentar como formando parte de la materia orgánica - (protéico), en forma de amoníaco (NH_3), de nitritos (NO_2^-) o de nitratos (NO_3^-). Representa el grado de transformación de la materia orgánica en las aguas.

20.1.9 pH

En general, el agua negra tiende a la basicidad, pero más bien depende la calidad de los efluentes industriales.

20.1.10 Conductividad eléctrica

Es un parámetro que mide la salinidad del agua, y también es proporcional a los sólidos que contiene, se da en micromhos por centímetro (m mhos/cm).

20.1.1
to n
no e
20.1
en es
20.1
col.
agua
20.1.
su exc
20.1.1
buñ net
20.1.11
minació

20.1.11 Alcalinidad

La alcalinidad se reporta como CaCO_3 en ppm. Va acompañada de un alto valor de pH; afecta cuando se va a usar el agua en riego. Si es debida a HCO_3^- no es nociva al plancton en aguas receptoras.

20.1.12 Iones CO_3^- , HCO_3^- , Cl^- y SO_4^-

Son tóxicos a las plantas cuando se presentan en elevadas concentraciones, en especial los Cl^- y los SO_4^- .

20.1.13 Elementos Na, Ca y Mg

Están íntimamente relacionados con el problema de la salinidad en los terrenos. Si el Na es alto en relación al Ca y Mg, los suelos no absorben fácilmente el agua cuando están húmedos y cuando secos son difíciles de cultivar.

20.1.14 Boro

Es muy importante conocerlo cuando se va a usar el agua negra en riego, - su exceso o defecto altera el desarrollo de la planta.

20.1.15 ABS

Es la cantidad de sustancias detergentes; su acción es muy discutida.

20.1.16 Fosfatos

Se determinan como ortofosfatos y polifosfatos. Son importantes por constituir nutrientes biológicos en el tratamiento de las aguas.

20.1.17 Otros elementos

Se determinan principalmente el Cr, Cu y el CN^- . Dan idea de la contaminación con efluentes industriales.

20.2 RESULTADOS PROMEDIO

Para tener idea de las cantidades de ciertos elementos en las aguas de tipo de méxico, se presentan las tablas siguientes:

RESULTADO DEL ANALISIS FISICO-QUIMICO Y SANITARIO DE UNA MUESTRA DE —
AGUA DEL RIO CURTIDORES O DE PIRULES, TOMADA EN EL PUENTE "CURTIDURIAS",
A 700 M. DE LA ENTRADA A AGUASCALIENTES SOBRE LA CARRETERA A GUADALAJARA

FECHA DE MUESTREO: 20 de noviembre de 1972

FECHA DE ANALISI: 22 de noviembre de 1972

LOCALIDAD: AGUASCALIENTES, AGS.

Valor del pH	7.1	
Color, U. Pt-Co	100	
Olor		Sulfhídrico
Núm. de olor	III	
Turbiedad, U.J.	222	
Alcalinidad a la F	0	mg/l
Alcalinidad total	572	"
Dureza total	232	"
Dureza de calcio	172	"
Dureza de magnesio	60	"
Calcio, como Ca ⁺⁺	69	"
Magnesio, como Mg ⁺⁺	15	"
Fierro	1.5	"
Manganeso	0.01	"
Sodio, Calculado	168	"
Carbonatos	0	"
Bicarbonatos	698	"
Sulfatos	16	"
Cloruros	6	"

Continúa

Continúa

D.
D.

Sól
Sól
Sól

21.1 TRAT

Las c
tas se utilizan

Con
desalojar las a
efectúa este c
en general rec

El tre
A todo el conj
nombre de Plat

21.2 AUTO

La m
auspicada por
las bacterias d

Esta

Continuación...

D.B.C., 5 días, 20°C	204 mg/l
D.O.C.	320 "
Sólidos totales	1059 "
Sólidos suspendidos totales	136 "
Sólidos disueltos totales	920 "

CAPITULO XXI

TRATAMIENTO DE LAS AGUAS NEGRAS

21.1 TRATAMIENTO

Las aguas negras no deben verterse en las corrientes, sobre todo cuando éstas se utilizan como fuentes de abastecimiento en poblados ubicados aguas abajo.

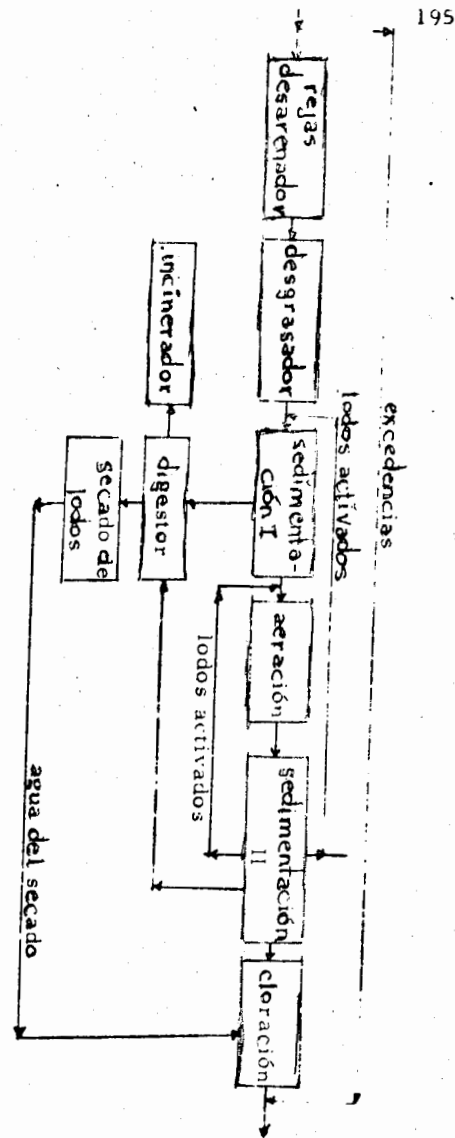
Con el objeto de no perjudicar la corriente o las zonas en donde se van a desalojar las aguas negras, éstas deben transformarse previamente; la naturaleza efectúa este cambio en forma lenta y el hombre lo activa por medio de sistemas que en general reciben el nombre de "tratamiento".

El tratamiento es distinto según el tipo de agua y la calidad final deseada. A todo el conjunto de unidades y equipo que se utiliza en este proceso se le da el nombre de Planta de Tratamiento.

21.2 AUTODEPURACION

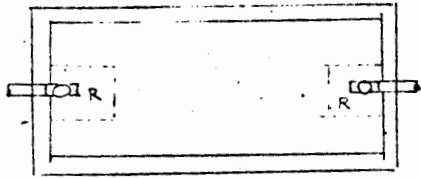
La materia orgánica que contiene el agua negra provoca su descomposición, auspiciada por la acción bacteriana. Cuando existe abundancia de oxígeno, actúan las bacterias aerobias y cuando falta, entran en acción las anaerobias.

Esta descomposición va a acompañada de malos olores por la producción de-



gases generalmente sulfurados provenientes de los lodos acumulados en el fondo de los sitios que los contienen, y de espumas y cuerpos flotantes en su superficie.

La acción de los rayos solares, las bacterias, las algas y otros microorganismos, así como la infiltración, la evaporación y la dilución en aguas de mejor calidad, hacen que con el tiempo las aguas negras, de acuerdo con el ciclo hidrológico, vuelvan a servir para el consumo de las plantas, de los animales y de los hombres.



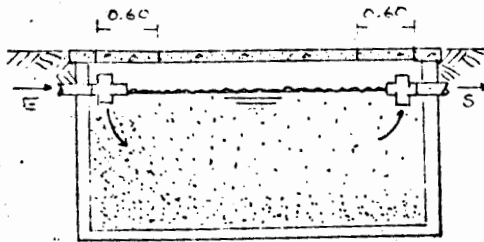
Este proceso natural denominado autodepuración, necesita para completarse, un tiempo más o menos largo.

21.3 METODOS DE TRATAMIENTO

Los métodos se dividen en físicos, biológicos y químicos.

21.3.1 Métodos físicos

Con los métodos físicos se logra solamente la eliminación de la materia sólida flotante y parte de la suspendida. Para ello se hace pasar a las aguas por canales que interceptan su paso con rejas y cedazos que actúan como elementos coladores. Estos métodos constituyen el llamado tratamiento primario de las aguas.



Mucha de la materia fina que logra pasar por las rejas y cedazos, se elimina por sedimentación en tanques como los "desarenadores", las "fosas sépticas" y los "tanques Imhoff".

a) Desarenadores

Los desarenadores sirven para retener la arena y materia mineral pequeña que en ellos se deposita.

b) Fosas sépticas

Las fosas sépticas son tanques en los que se impide la ventilación del agua — para que se active la vida de las bacterias anaerobias cuya acción se efectúa en un medio de putrefacción (séptico). Se emplean para pequeños caudales, como los provenientes de casas, escuelas y hoteles en forma individual. No son aconsejables para uso municipal.

c) Tanques Imhoff

Los tanques Imhoff que son sedimentadores van descubiertos y se emplean para efectuar el tratamiento de los caudales municipales. Constan de dos cámaras, una superior por donde circula el agua y otra inferior de mayor capacidad en donde se transforman los lodos con producción de gas.

21.3.2 Métodos biológicos

Estos métodos, cuando se requieren, siguen a los físicos y consisten en lograr que la materia orgánica, y entre ésta muchos microorganismos, sirvan de alimento a las bacterias que son las que intervienen en la transformación. Se provoca la oxidación del líquido para conseguir la proliferación de las bacterias aerobias, para evitar los malos olores que acompañan a la septicidad con las bacterias anaerobias. Estos métodos constituyen el llamado tratamiento secundario de las aguas.

La oxidación es el proceso por el cual la materia orgánica se convierte en estable o mineralizada. Se puede efectuar la oxidación por filtración a través de medios porosos que permitan el contacto directo del aire con el agua o bien por inyección de aire.

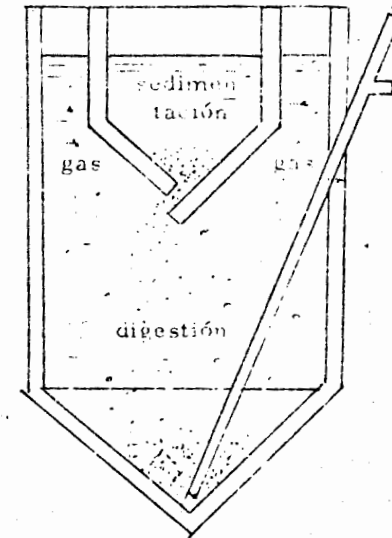
Se pueden emplear los filtros intermitentes, los lechos de contacto o los filtros rociadores.

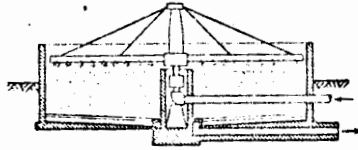
a) Filtros intermitentes

El filtro intermitente consta de una capa natural o artificial de arena u otro material granular, por la cual se hace pasar en forma intermitente el agua negra para su filtrado.

b) Lechos de contacto

El lecho de contacto está formado por una cama artificial hecha con pedacera de "clinker"; se opera de manera que se alterne la acción de llenado con la de rociado.





c) Filtros rociadores

El filtro rociador es semejante al lecho de contacto, con la diferencia de que se distribuye el agua con aspersores generalmente móviles para provocar una lluvia o "rociado".

Con estos tipos de filtros, se logra que se forme en la parte superior de una capa gelatinosa rica en bacterias aerobias llamada zooglea; además se hallan hongos y ciertas formas de vida superior.

d) Lodos activados

La oxidación de las aguas negras por aeración, consiste en inyectar aire a presión que se esparce por difusores, a un cierto volumen de agua contenida en tanques para este objeto.

Esta operación mantiene condiciones aerobias y con la agitación que se provoca hace la mezcla de las bacterias con la materia suspendida y coloidal; las bacterias, al buscar su alimento forman flóculos que por aumentar de diámetro y peso, se sedimentan fácilmente en otros tanques favoreciendo así la operación.

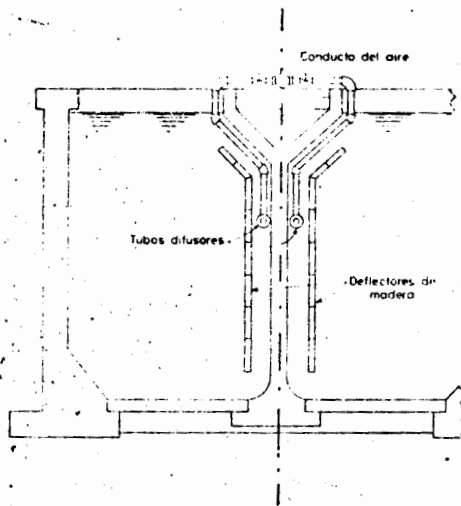
Este proceso, recibe el nombre específico de "lodos activados" porque parte de los sedimentos se regresan a las aguas negras que apenas van a iniciar su aeración, para "activar" la formación de los flóculos.

e) Lagunas de estabilización

Otro procedimiento biológico para lograr la oxigenación de las aguas negras consiste en el aprovechamiento de la acción de los rayos solares, para mantener la vida de algas microscópicas y macroscópicas pequeñas, pues la acción fotosintética de estos vegetales efectúa la oxigenación de las aguas. Se practica en tanques formados en el terreno natural que reciben el nombre de "lagunas de oxidación o estabilización".

Las lagunas de oxidación deben proyectarse para zonas con tiempos prolongados de soleamiento, es decir, con temporadas cortas de nublados. Con el objeto de que la iluminación del sol incremente la vida vegetal, el espesor del agua deberá fluctuar entre 1.00 y 2.00 m.

Para este tipo de tratamiento que resulta económico y eficiente, se necesita



terrenos amplios, más ó menos planos y horizontales, pueden ser excavados o superficies limitadas por bordos. El volumen es el correspondiente para un tiempo de retención de 30 días ó a veces más.

21.3.3 Métodos químicos

Se aplican solamente a ciertas aguas que contienen sólidos finamente divididos y que no responden a la sedimentación gravitacional. Se emplean para neutralizar desperdicios ácidos o alcalinos y cuando hay necesidad de romper emulsiones de aceites.

21.4. PRODUCTOS DEL TRATAMIENTO

Con los procesos de tratamiento secundarios, se obtiene del agua negra, un líquido transparente, con algo de color proveniente de los efluentes industriales y un gran contenido de las sales en solución que no pueden ser eliminadas.

En los procesos del tratamiento, se producen gases combustibles que en ocasiones son aprovechados como fuente de energía en las propias instalaciones de la planta y en otras, por incosteable, simplemente se queman en mecheros.

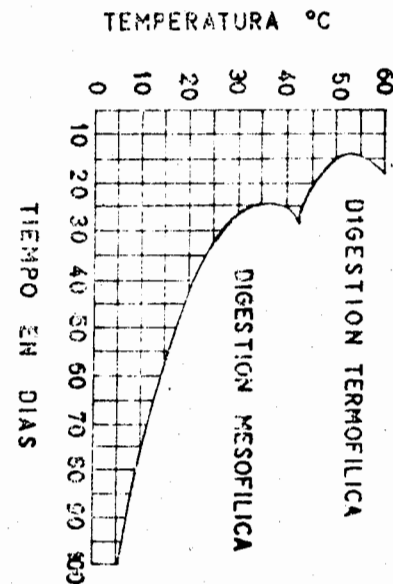
Los gases provienen de la descomposición de los lodos que es un producto que ya seco, puede utilizarse como fertilizante, aunque su valor como tal, es sumamente bajo.

Los lodos contienen una gran cantidad de líquido y son muy putrecibles por estar formados en su mayor parte por materia orgánica; tienen la particularidad de retener su humedad por mucho tiempo lo que impide su manejo fácil.

Para secanlos, se someten a un proceso al que se le da el nombre de digestión con el que se facilita su deshidratación y se reduce su volumen.

La digestión se lleva a cabo en tanques cerrados a temperaturas de 30° a 35°C ó de 50° a 55°C según se desee la acción de las bacterias mesofílicas o termofílicas; es más rápida la digestión cuando intervienen las termofílicas.

Las corrientes receptoras pueden admitir sin dañarse, aguas negras aún sin tratamiento, siempre y cuando se tome en cuenta su poder dilutor, para que el oxí-



Tiempo necesario para que tenga lugar el 90% de digestión en los lodos de las aguas negras, a diferentes temperaturas

encia de cue
a lluvia o -

or de una ca
hongos y -

ar aire a pre
n tanques para

que se provo
s bacterias,
se sedimen

rque parte -
aeración,

guas negras -
itener la vi-
ntética de -
es formados -
abilización".

os prolonga -
objeto de -
deberá fluc -

se necesitan

geno disuelto no baje hasta una cantidad tal, que impida la vida piscícola o llegue a presentar la septicidad.

EFICIENCIAS RELATIVAS EN LOS PROCESOS DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS - NEGRAS.

TIPO DE TRATAMIENTO	D.B.C.	REMOCION EN POR CIENTO	
		Sólidos Suspendidos	Bacterias
1. Cribas finas	5 a 10	2 a 20	10 a 20
2. Cloracion de aguas crudas	15 a 30	-	90 a 95
3. Tanques de sedimentación	25 a 40	40 a 70	25 a 75
4. Precipitación química	50 a 85	70 a 90	40 a 80
5. Filtros rociadores precedidos y seguidos de sedimentación	65 a 95	65 a 90	80 a 95
6. Lodos activados precedidos y seguidos de sedimentación	65 a 95	65 a 90	80 a 95
7. Tratamiento convencional de lodos activados	75 a 95	85 a 95	90 a 98
8. Filtros intermitentes de arena	90 a 95	85 a 95	95 a 98
9. Cloración de aguas tratadas - biológicamente	-	-	98 a 99

CAPITULO XXII

USO DE LAS AGUAS NEGRAS

22.1. ESCASEZ DE AGUA POTABLE

El incremento de población y el avance industrial que se observa en la época actual, demandan un caudal cada vez mayor de suministro de agua potable.

Raras veces se tienen poblaciones en las que el agua pueda obtenerse fácil, abundante y económicamente; en la generalidad de los casos sucede lo contrario.

Esta es la causa de que se piense en usar varias veces las aguas, bajo un control técnico y sanitario que permita emplearlas en forma apropiada y segura en ciertos usos industriales, en la agricultura y para fines de reutilización a los lagos y los acuíferos subterráneos; lo que trae como consecuencia final un ahorro en consumo del agua potable.

22.2. AGUAS NEGRAS CRUDAS Y TRATADAS

Las aguas negras que se recolectan de una población con la red de alcantarillado antes de pasar por una planta de tratamiento, se les conoce como aguas negras crudas para diferenciarlas de las que salen de la planta, que se denominan aguas negras tratadas.

22.3. USOS INDUSTRIALES

El uso industrial de las aguas negras se reduce al enfriamiento de la maquinaria, pero debe evitarse en donde se elaboren alimentos.

Por propia conveniencia, en algunas industrias se recirculan las aguas — con el objeto de aprovechar sales, anilinas u otras sustancias químicas, que de otra manera se perderían.

Esta es la razón de que los efluentes industriales sean tan especiales y se les considere separados de las aguas negras aunque en su incorporación a la red del alcantarillado, por la dilución, se confundan con éstas.

Muchos de estos efluentes van cargados de sustancias químicas y a temperaturas elevadas, al grado de no poderlas usar y correr el riesgo de impedir el aprovechamiento de las aguas receptoras, ya sean negras o no. Debe tenerse especial cuidado en esto último ya que se desvirtuaría el objetivo de reusar las aguas negras y una manera de evitarlo, es exigiendo un tratamiento previo para los efluentes.

22.4. USOS AGRICOLAS

El uso bastante frecuente que se les da a las aguas negras crudas es el agrícola y se ha observado que con ellas se obtiene un mejoramiento en las condiciones del suelo cuando éste es de mala calidad. Solamente que deben observarse ciertas condiciones químicas para que se proteja al cultivo y también lineamientos de orden sanitario para evitar contaminaciones a los productos y a los manejadores.

Entre las condiciones químicas se hallan:

- El contenido salino, no debe sobrepasar ciertos límites porque se corre el riesgo de impedir el correcto desarrollo de la vegetación así como de alterar la estructura de los suelos.
- Limitar la presencia de boro, que siendo indispensable para los cultivos, en términos generales no toleran más de 1 ppm.

Entre las condiciones sanitarias se hallan:

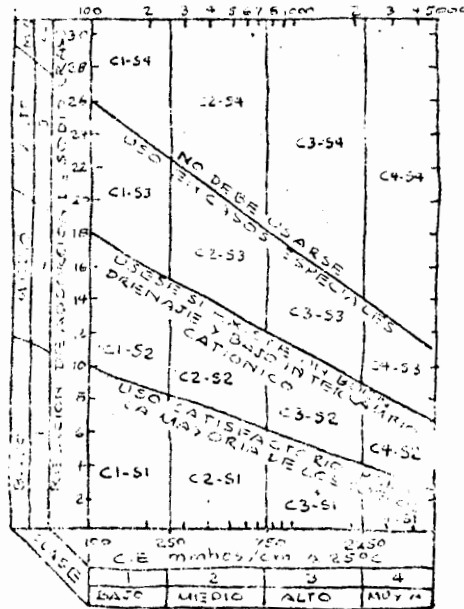
- Seleccionar los productos que pueden ser regados con aguas negras ya sean crudas o tratadas.
- Suspender el riego por lo menos un mes antes de la cosecha. Los riegos posteriores deberán hacerse con "aguas claras".

Las aguas negras crudas o sedimentadas pueden utilizarse en el riego de maíz, trigo, cebada, frijol, papa, calabaza, alcachofa, chayote, aceituna, árboles frutales, plantas ornamentales y forrajes.

Las aguas tratadas y desinfectadas, se podrán usar en todos los cultivos incluyendo col, zanahoria, lechuga, nabo, apio, jitomate, berro, etc.

22.5 OTROS USOS

Se pueden emplear las aguas negras tratadas, para mantener el nivel de las aguas en lagos y también con fines de infiltración artificial para alimentar los acuíferos subterráneos. En este último caso, se deberán tomar las debidas precauciones para evitar la contaminación química y bacteriológica de las aguas para abastecimiento.



los
de
los
i-
so
es
iz,
es,
u-
a i

Es así como la INGENIERIA SANITARIA , contribuye en alto grado a la formación de hombres sanos y útiles para ellos mismos, para sus familias y para la sociedad.

1. Abastecimiento de agua y alcantarillado. Ernest W. Steel. Ed. Gustavo Gili, S. A.
2. Agua. Cartilla de saneamiento. Dirección General de Ingeniería Sanitaria, S. S. A.
3. Agua. Laboratorios nacionales de fomento industrial.
4. Agua en la atmósfera. Ing. P. A. Andrés Alcántara Galván. Ingeniería Hidráulica de México. Vol. VIII, No. 3 y 4 de 1954.
5. Alcantarillado y tratamiento de aguas negras. Babbitt-Bauman. CECSA.
6. Anuario estadístico de los Estados Unidos Mexicanos 1968-1969. Dirección General de Estadística, S. I. C.
7. Apuntes de alcantarillado y plantas de aguas negras. Escuela de posgraduados, UNAM
8. Apuntes de bacteriología. Escuela de posgraduados, UNAM.
9. Apuntes de plantas potabilizadoras. Escuela de posgraduados, UNAM.
10. Apuntes de química. Escuela de posgraduados, UNAM.
11. Aspectos sanitarios del uso múltiple y sucesivo del agua en la Cuenca del Valle de México. XVII Reunión anual, Sociedad Mexicana de Higiene.
12. Biología. Smallwood-Green. Publicaciones Cultural, S. A.
13. Biología: unidad, diversidad y continuidad de los seres vivos. Consejo nacional para la enseñanza de la biología. CECSA.
14. Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana. Varias fechas.
15. Catálogo 66. Válvulas. Stockham de México, S. A.
16. Clasificación y definición de términos relativos al agua y sus usos en la Cuenca del Valle de México. C. H. C. V. M. publicación No. 9 de 1964.
17. Datos técnicos. Tubería. Asbestos de México, S. A.
18. Diario Oficial. Órgano del gobierno constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. Varias fechas.
19. Elementos de estadística. M. Venuat. Ed. Universidad de Chile.
20. Enciclopedia Cultural. UTEHA.
21. Estadística sanitaria. Satya Swaroop. Fondo de Cultura Económica.
22. Estudio de la permeabilidad en los suelos. Srta. Yolanda López Minz. Ingeniería Hidráulica de México. Vol. XI, No. 1 de 1957.
23. Informe sobre el uso de las aguas negras y las superficiales en el Valle de México y la Región de El Mezquital, Hgo. CHCVM, publicación No. 4 de 1962.
24. Ingeniería sanitaria aplicada a saneamiento y salud pública. Opazo-Cordero. UTEHA
25. La lluvia en la República Mexicana. Ing. Eduardo Gravioto Guerrero. Ingeniería Hidráulica de México, Vol. VII, No. 2 de 1953

26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39

- 26 L'Hydrologie de l'ingénieur. G. Remenieras. Ed. Eyrolles.
- 27 Manual Plastotécnica, S. A. Criterios de diseño para abastecimiento de agua potable empleando tubería de PVC.
- 28 Manual. Tubos y equipo. Société des fonderies de pont-a-mousson.
- 29 Normas internacionales para el agua potable, O. M. S.
- 30 Previsión de la población de la República Mexicana en los años de 1960 y 1970
Dr. Enzo Levi. Ingeniería Hidráulica de México, Vol IX, No. 3 de 1955
- 31 Recursos Hidráulicos de la República Mexicana. Ings. Aurelio Benassini y
Andrés García Quintero. Ingeniería Hidráulica de México, Vol IX, No. 4 1955
- 32 Rural water supply and sanitation. Forrest B. Wright. Ed. John Wiley.
- 33 Scientific apparatus and reagents. Thomas.
- 34 The encyclopedia americana. Americana Corporation.
- 35 Tubos de hierro fundido centrifugado. Société des fonderies. De Pont-a-Mousson
- 36 Water Quality treatment. American Water Works Association, Inc.
- 37 Water Supply and purification. W. A. Hardenbergh. Ed. International Textbook
- 38 water supply and pollution control. Clark-Viessman-Hammer. International
- 39 water supply and waste water disposal. Fair-Geyer. Ed. John Wiley.

INDICE

ABS 93, 193
 Acuífero 73
 Ademe 107, 112
 Aeración 157
 Aforos 70, 71
 Agua:
 Confinada 73
 Freática 73
 Subterránea 73-76, 93
 Agua potable 78, 200
 Captación 98, 99
 Conducción 121
 Consumos 112, 116
 Consumos por incendio 120
 Desperdicios 114
 Dotación 112, 118, 119
 Fuentes de abastecimiento 98, 99
 Normas internacionales 85, 87
 Reglamento 78-85
 Tuberías 123
 Usos 98, 118
 Variaciones en los consumos 115
 Aguas meteóricas 99
 Aguas negras 167, 190
 Análisis 191
 Autodepuración 195
 Cantidad 171
 Composición 191
 Planta de tratamiento 174
 Tratamiento 195
 Usos 200
 Aguas pluviales 167, 171, 190
 Cálculo 182, 185
 Caudal 178
 Red de alcantarillado 178

Albatol 163
 Alcalinidad 35, 92, 158, 193
 Alcantarillado 71, 167
 Cálculo 175-177, 200
 Redes 166
 Sistema común 167, 200
 Sistema separado 167
 Algas 14
 Algófagos 14
 Almacenamiento 142, 147
 Aluminio 88
 Amiba 5
 Amoniaco 89
 Análisis 32
 Aguas negras 191
 ABS 193
 Alcalinidad 193
 Boro 193
 Conductividad eléctrica 192
 DBO 191
 Fosfatos 193
 Iones 193
 Nitrógeno 192
 Otros elementos 193
 Oxígeno disuelto 191
 Resultados promedio 194
 Sólidos 192
 Temperatura 191
 Ancylostoma duodenale 7
 Aportación 172
 Apoyos 142
 Arsénico 28, 88
 Atarjeas 168
 Distribución 174
 Autodepuración 195

Babb
 C
 Bacti
 Bact
 A
 An
 C
 EL
 Re
 Te
 Bacte
 Bacte
 Biblio
 Bolio
 Bolsa
 Boro
 Brom
 Burkl
 Mé
 No
 Cal c
 Calca
 Capta
 Cense
 Cianu
 Ciclo
 Ciste
 Clora
 Clorc
 Clorc
 Cloru
 Coagu
 Cobre
 Codo.
 Coefi
 Ba
 Es
 Ha

- Babbitt:
 Coeficiente 172
- Bacilos 9
- Bacterias 8, 9, 10, 14, 91
 Aerobias 11
 Anaerobias 11
 Crecimiento 10
 Eliminación 10
 Respiración 11
 Temperaturas 10
- Bacteriófagos 8, 12
- Bacteriología 8
- Bibliografía 204
- Bocio 92
- Bolsas de aire 133
- Boro 88, 193
- Bromo 97
- Burkli-Ziegler:
 Método 182, 188
 Nomograma 188
- Cal clorada 95
- Calcio 83, 193
- Captación 98, 99
- Censos 54, 55, 56
- Cianuro 193
- Ciclo hidrológico 62, 63, 98
- Cisternas 100, 101
- Cloraminas 95
- Clordano 25
- Cloro 88, 90, 94, 95, 96, 161
- Cloruro 88
- Coagulantes 158
- Cobre 88, 193
- Codos 130
- Coeficiente:
 Babbitt 172
 Escurrimineto 183
 Harmon 172
- Coladeras pluviales 171, 189
- Colectores 168
 Sistemas 173
- Conducción 121
- Conducciones cubiertas 123
- Conducciones descubiertas 122
- Conductividad eléctrica 192
- Consumos 112, 116
 Incendio 120
- Cromo 88, 193
- Cross, Método 142-147
- Cruces 130
- Cumachlor 31
- Cumarina 31
- DDT 25, 26, 27, 28
- Demanda bioquímica de oxígeno 191
- Desalinización
 Congelación 165
 Electrodialisis 163
 Energía solar 166
 Evaporación 162
 Osmosis inversa 164
- Desarenadores 196
- Desinfección 10, 78, 93, 95, 160
- Desratización 30
- Diazinón 26
- Dieldrín 26, 28
- Distribución 148
 Red 148
- Dotación 112, 118, 119
 Valores 117
- Efluentes industriales 167
- Embalses 102
- Emisor 161
- Encuestas 41
 Interpretación 50
- Endemia 16
- Enfermedades 15, 16, 19, 29

Enfermedades:

Transmisibles 16
 Epidemias 16, 19
 Epidemiología 14, 19
 Escurrimiento 71, 74
 Esfuerzos en las tuberías 131
 Bolsas de aire 133
 Cambio de dirección 134
 Presión y carga externas 136
 Presión interna 131
 Estadística 36
 Clase 37
 Diagramas 37
 Dispersión 38
 Frecuencia 37, 38
 Intervalos 37
 Momentos 39
 Muestra 37
 Población 36
 Serie 37, 38
 Tendencia 38
 Estadística sanitaria 39
 Estafilococos 8
 Espirilos 9
 Estrptococos 8
 Estaño 91
 Evaporación 64
 Evaporómetros 64, 65
 Evapotranspiración 71
 Evapotranspirómetros 72
 Fasciola hepática 6
 Fenoles 90
 Hierro 90, 91
 Filtración 159

Filtros 160

Intermitentes 197
 Lentos 160
 Rápidos 160
 Rociadores 197, 198
 Fitoplancton 13, 14
 Clasificación 14
 Floculación 158
 Fluor 90
 Foco 15
 Fomito 15
 Fosas sépticas 196
 Fosfatos 90, 193
 Fumarina 31
 Galerías filtrantes 105
 Gardia lamblia 6
 Golpe de ariete 131
 Harmon:
 Coeficiente 172
 Helmintos 6
 Higiene 3
 Hipoclorito 96
 Histograma 37
 Hongos 12
 Clasificación 12
 Tamaño 12
 Reproducción 12
 Huesped 15, 24
 Imhoff. Tanque 196, 197
 Impurezas en el agua 88
 Infiltración 72, 93
 Ingeniería sanitaria 2, 31, 36, 40, 41, 73
 Ciencias y estudios 3
 Obras 3

- Insecticidas 22, 25
 Acción 27
 Grado técnico 25
Insectos 19, 31
Isopetas 70
Juntas 131
 Deslizantes 131, 133
 Flexibles 131, 133
Lagunas de estabilización 198
Larvicidas 27
Levaduras 13
Líneas de conducción 121
Lindano 26, 27
Lluvia 65-68, 71, 167
 Frecuencia 179
 Intensidad 179-181, 194
Lodos activados 198
Luz ultravioleta 97
Magnesio 91, 193
Malaria 18, 21
Malatión 26
Manantiales 76, 77, 103
Métodos biológicos de tratamientos de
 aguas negras:
 Lagunas de estabilización 198
 Lechos de contacto 197
 Lodos activados 198
Métodos químicos de tratamiento de
 aguas negras:
 Eficiencias 203
 Productos 199
Mezclado 157
Mezclas 31
Micoología 8, 12
Microbiología 8
 Micrococo 8
 Morbilidad 40
 Mortalidad 40-49
 Moscas 22, 23
 Moscos 6, 18, 20, 21, 27
 Necator americanus 7
 Nematelmintos 8
 Nemátodos 7
 Nitratos 89, 91, 192
 Nitritos 89, 91, 192
 Nitrógeno 192
 Nomogramas:
 Burkli-Ziegler 188
 William-Hazen 140, 141
 Manning 139
Noria 104
Nubes 65, 66
Organización Mundial de la Salud
 2, 15, 16, 86
Oxígeno disuelto 191
Ozono 97
Pandemia 16
Parásito 4, 5, 15, 24
Parasitología 4
Paratión 26, 27
Permeabilidad 75, 76
Permeámetro 75
Petróleo 28
pH 34, 35, 94, 192
Piezas especiales 127
Piojos 24, 29
Piretro 27
Plancton 13, 193

Plantas desalinizadoras 165
 Plantas de tratamiento 174, 195
 Plantas potabilizadoras 156
 Aeración 157
 Desinfección 160
 Filtración 159
 Floculación 158
 Mezclado 157
 Sedimentación 159
 Plata 91, 97
 Plasmodium 6
 Plomo 91
 Pluviógrafo 68-70
 Pluviómetro 68
 Población futura 50
 Fórmulas 51-53, 56, 57
 Portador 15
 Potabilización 153
 Pozos de agua potable 106-108, 110, 112
 Agua potable 106-108, 110, 112
 Caída 170
 Hincados 104
 Lavado 170
 Visita 169, 171
 Presión interna en tubos 131
 Presión y carga externas en tubos 136
 Propagación de enfermedades 17
 Protozoarios 14
 Pulgas 24, 29, 30
 Química 31
 Elementos 32
 Equilibrio 33
 Fórmulas 32
 Símbolos 32, 33
 Síntesis 32
 Soluciones 33

Radio 91
 Ratas 28-30
 Ratón 30
 Red de alcantarillado 166
 Cálculo 175-189
 Diseño 173
 Red de alcantarillado para aguas
 negras y pluviales combinadas 190
 Cálculo 190
 Diseño 190
 Red de distribución 148
 Abierta 141
 Cálculo 149
 Cerrada 141
 Reducciones 131
 Regularización 142, 144
 Cálculo de volumen 145, 146, 147
 Rickettsias 8, 11, 30
 Ríos 99
 Roedores 19, 28, 31
 Salud 2
 Salud pública 2
 Sedimentación 159
 Selenio 92
 Sistema de abastecimiento 98
 Sistema de alcantarillado 167
 Sodio 93, 193
 Sólidos:
 Fijos 192
 Sedimentables 192
 Totales 93, 191
 Volátiles 192
 Sporozoos 6
 Strongyloides stercoralis 7
 Subcolectores 168
 Sulfatos 92, 93

Tablas
 Tanques
 Elev
 Hidr
 Imbo
 Mate
 Requ
 Super
 Tapas c
 Tasa an
 Tasa ger
 Tempera
 Tenias 6
 Tes 130
 Tiempo
 Tiempo
 Tratami
 Méto
 Fil
 Fil
 Méto
 De
 Fo
 Ta
 Tripano
 Tubería
 Acer
 Asbe
 Apy
 Conc
 Fier
 PVC
 Polie
 Unio
 Tubos c

- Tablas de vida 41
- Tanques 142
 - Elevados 143
 - Hidroneumáticos 143
 - Imhoff 196, 197
 - Materiales de construcción 143
 - Requisitos constructivos 143
 - Superficiales 143
- Tapas ciegas 131
- Tasa anual 40
- Tasa general 39
- Temperatura 191
- Tenías 6
- Tes 130
- Tiempo de concentración 184
- Tiempo de concentración inicial 184
- Tiempo de retención 159
- Tratamiento de las aguas negras 195
 - Métodos biológicos 197
 - Filtros intermitentes 197
 - Filtros rociadores 197, 198
 - Métodos físicos 196
 - Desarenadores 196
 - Fosas sépticas 196
 - Tanques Imhoff 196
- Tripanosomas humanus 6
- Tubería para agua potable 123
 - Acero 125
 - Asbesto-cemento 125, 126
 - Apoyos 142
 - Concreto 124
 - Fierro fundido 123
 - PVC 126, 127
 - Poliétileno 126
 - Uniones 178
- Tubos cortos 130
- Válvulas 61, 128, 141
 - Aire 129, 130
 - Check 120
 - Compuerta 128
 - Destogue 130
 - Globo 128
 - Mariposa 129, 130
 - Redactoras de presión 130, 131, 141
 - Resistencia 138
- Variaciones en los consumos 115
- Vector 15
- Vehículo 15
- Verde de París 27
- Vibriones 9
- Virus 8, 11
- Warfarina 31
- Yodo 92
- Zeolitas 157
- Zooglea 198