



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

MANTENIMIENTO A INSTALACIONES II

Del 13 al 14 de Septiembre de 2002

APUNTES GENERALES

CI-070

Instructor: M.S.P. Rafael López Ruiz
PEMEX – Villahermosa Tabasco
Septiembre / 2002

CURSOS INSTITUCIONALES

DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO

MODULO III

MANTENIMIENTO A INSTALACIONES II

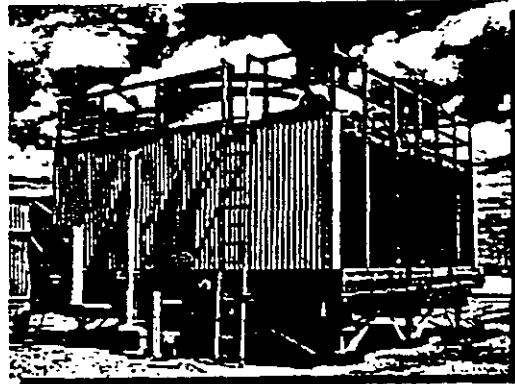
DEL 13 AL 14 DE SEPTIEMBRE

Instructor: M.S.P. Rafael L ópez Ruíz

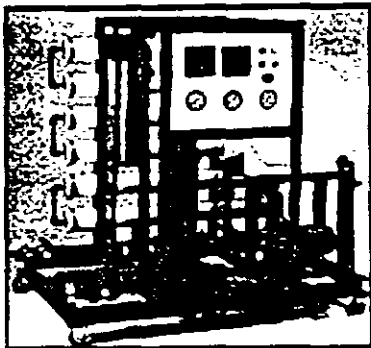
PEMEX
VILLAHERMOSA, TAB.

TRATAMIENTOS DE AGUAS

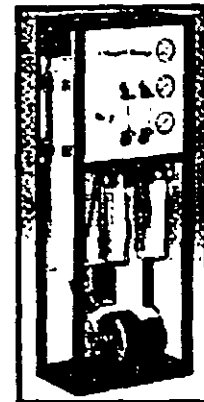
- Inhibidores de corrosión
- Antiespumantes
- Floculantes para aguas residuales
- Inhibidores de incrustación
- Acondicionadores de pH
- Dispersantes
- Biocidas
- Algicidas
- Desincrustantes.



Equipos:



Sistemas y equipos de tratamiento para uso y reutilización de agua de proceso industrial, residual y municipal.



- Plantas paquete de tratamiento biológico DAF
- Filtros filtros prensa suavizadores y desmineralizadores
- Luz ultravioleta y ozono osmosis inversa.
- nanofiltración y ultra filtración. plantas embotelladoras

PROCESOS

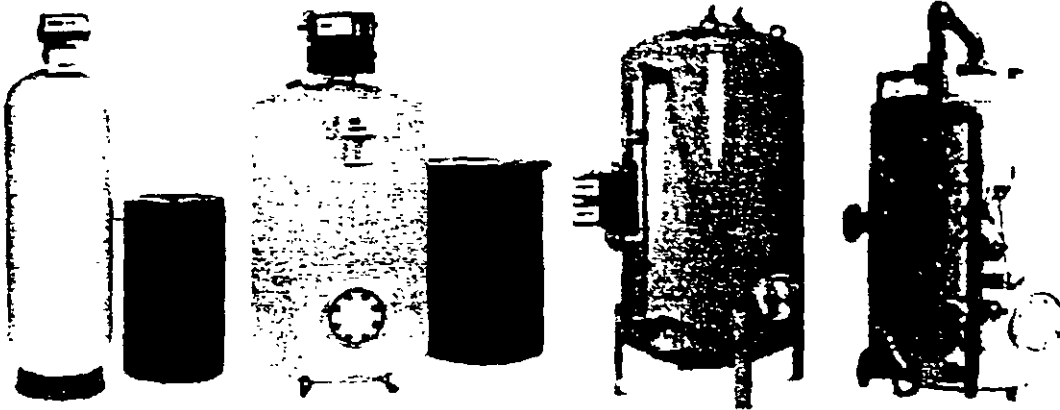
SUAVIZACIÓN

La dureza total del agua se compone de Calcio y Magnesio, es un compuesto iónico muy inestable, precipita en forma de Carbonato de Calcio

El intercambio iónico es un procedimiento químico por el cual se cambian iones fuertes por iones débiles. este procedimiento se puede realizar en cationes y aniones con diferentes tipos de resina.

El proceso de suavización se realiza de diferentes formas:

1. Ablandamiento Cal en frío, baja eficiencia y genera un alto contenido de sólidos
2. Ablandamiento Cal en caliente, mejor eficiencia pero requiere vapor.
3. Intercambio iónico, se regenera con sal, muy eficiente.



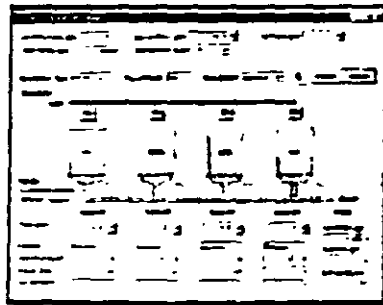
El procedimiento de intercambio ionico para suavizar agua se realiza con resina catiónica, la cual cambia iones de Calcio y Magnesio por iones de Sodio.

Cuando la resina se satura se necesita regenerar, la resina del suavizador se regenera con una solución saturada de Sodio, lo cual desplaza los iones de Calcio y Magnesio para volver a cargar la resina con iones de Sodio. La solución de salmuera se prepara con sal industrial (NaCl).

La resina catiónica remueve los cationes fuertes del agua entre ellos el Hierro.

DE ALCALINIZACION

Mediante intercambio iónico con una resina aniónica se eliminan los carbonatos y bicarbonatos del agua, este procedimiento es igual al del suavizador empleando sal industrial para la regeneración, pero en este procedimiento emplea los cloruros.

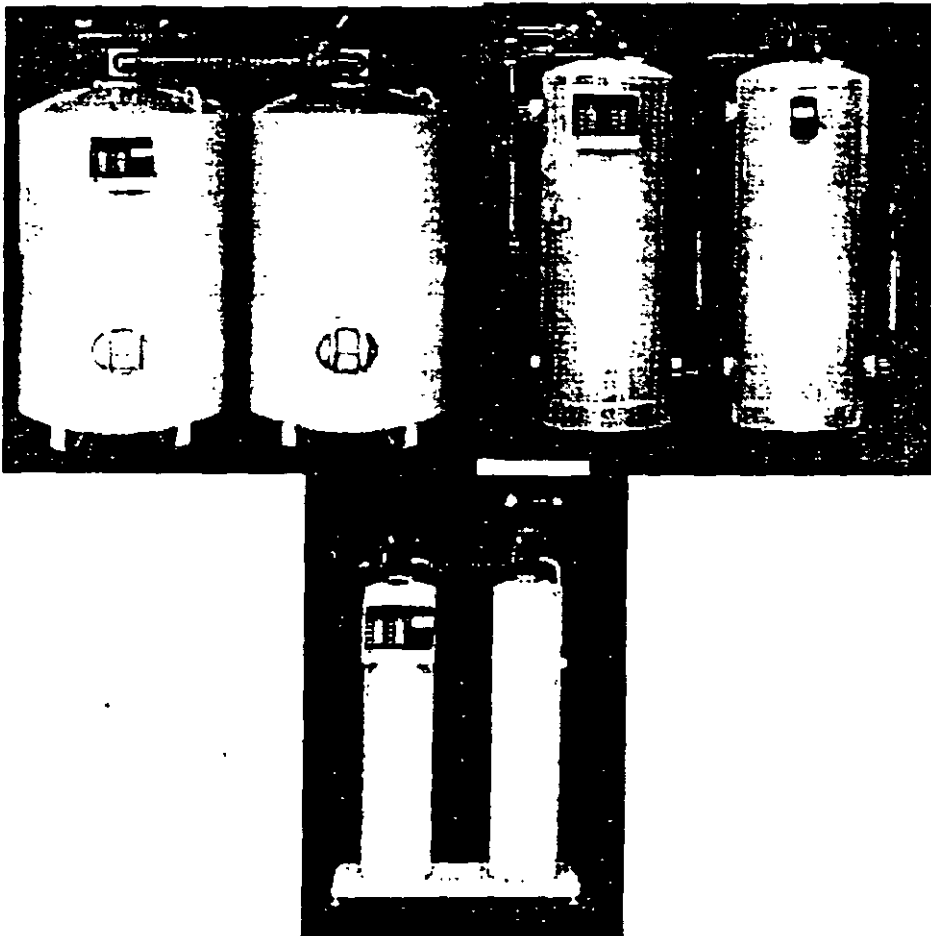


DESMINERALIZACIÓN

El proceso de desmineralización se realiza con intercambio iónico, esto mediante la combinación de resinas catiónicas para retener los sólidos disueltos en el agua.

Hay diferentes tipos de resinas y diferentes combinaciones para la desmineralización del agua, los cuales se emplean dependiendo las necesidades de calidad de agua a obtener, estos son algunos de los principales:

- 1 Doble columna
- 2 Triple columna
- 3 Lecho mixto



Hay resinas base fuerte y base débil, las cuales tiene diferentes aplicaciones, cada una tiene diferentes capacidades de remoción en el agua.

La resina catiónica se regenera con ácido, puede ser clorhídrico o sulfúrico, lo mas recomendable es emplear ácido sulfúrico. La resina aniónica se regenera con sosa caustica.

El desmineralizador de lechos mixtos se forma de una combinación de resinas catiónicas y aniónicas, las cuales pulen el agua, generando agua de alta calidad. El problema de estos equipos es que se necesita separar la resina para regenerarla en forma independiente.

Los sólidos disueltos en el agua tiene una relación directa con la conductividad, para cuando la conductividad es muy baja se emplea la Resistividad, que es inversamente proporcional a la conductividad

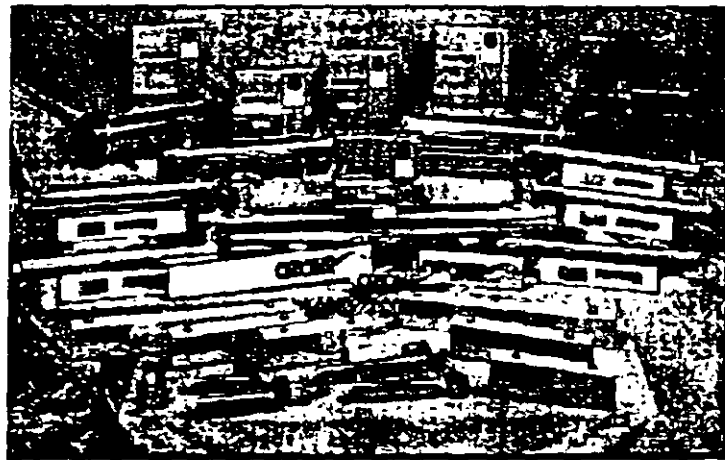
La resistividad máxima que se puede alcanzar en el agua es de 18.3 Megaohms o 18'300.000 de ohms, que equivale a una conductividad de 0.001 microohms.

LUZ ULTRAVIOLETA

Procedimiento mediante radiación de rayos ultravioleta que puede eliminar bacterias del agua en mas de un 99.9 %.

La radiación altera el DNA de las células, eliminando su reproducción y destruyendo las mismas, por lo que es un proceso altamente efectivo para control bacteriano.

La intensidad de radiación típica es de 254 nm de intensidad de onda, la cual es altamente eficiente para efectos bacteriológicos, otro equipo que se emplea en tratamiento de agua es con 185 nm de intensidad de onda el cual es altamente eficiente en la reducción del TOC (Carbón Organico Total). El TOC es normalmente medido y regulado en la industria electronica y farmaceutica.



Los compuestos basicos de un sistema de luz ultravioleta son

- Camara de contacto (Acero inoxidable)
- Camara de proteccion (Tubo de cuarzo)
- Lámpara de UV
- Balastra
- Controles (monitores, alarmas y contadores de horas)



GENERADORES DE OZONO

El Ozono se utiliza para la desinfección de agua ya que descompone agresivamente a los organismos vivos sin dejar residuos químicos que puedan afectar la salud o el sabor del agua

El Ozono se genera a partir del aire u oxígeno aplicando una descarga de alto voltaje para convertir parte del oxígeno (O_2) a Ozono (O_3) El gas "ozonizado" se mezcla con el agua para disolverse La desinfección más eficiente se logra con 0.4 mg/l sostenido por 4 minutos, es decir un CT (Concentración en mg/l por Tiempo en minutos) de 1.6 La cantidad de ozono requerido para alcanzar estos valores de CT depende de la temperatura del agua, del pH, de la demanda inicial de ozono y el sistema de contacto Por lo regular, esta cantidad suele ser entre 1 y 2 mg/l de dosificación de ozono al agua

Los generadores consisten en un tubo dielectrico por el que se hace pasar oxígeno, éste recibe una descarga electrica constante (llamado efecto corona) y que se ha generado en un transformador. Este hecho provoca la transformacion de la molécula de oxígeno (O_2) proveniente del aire, en una molécula de ozono (O_3) Este gas (Ozono) es succionado por un sistema venturi y es mezclado con el agua que va a ser tratada

De manera general se puede decir que el ozono tiene las siguientes ventajas:

- Eliminación del color, olor y sabor del agua
- Reducción de la turbiedad contenido en sólidos en suspensión y de las demandas químicas (DQO) y biológicas del oxígeno (DBO)
- El ozono es un producto desinfectante y no solo elimina las bacterias patógenas, además crea un residual que inactiva los virus y otros microorganismos que no son sensibles a la desinfección con cloro.

Modelos de Generadores de Ozono

Series M Con "Micro - Control"

Series SGA Control automatico y continuo de la salida de ozono

Series SGA11 Al encendido produce altas cantidades de ozono.

Series G Para trabajo duro

Series L Ideales para laboratorio escritorio o tablero de operación.

Series O Para pequeños trabajos que requieren producción de ozono.

D412 Destruye el ozono excedente despues de la reaccion del proceso

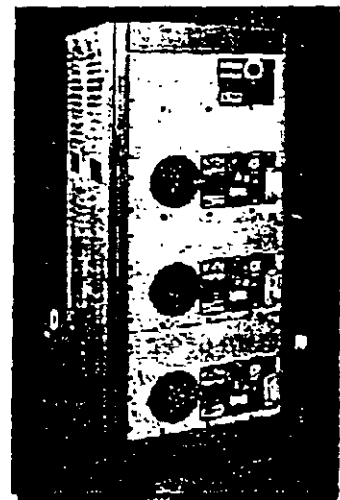


C250 Control preciso y continuo de los niveles de ozono disuelto en el agua

Series M

Estos equipos estan disponibles como un sistema modular de ozono completo. Las celdas del reactor están construidas con Titanio y cerámica, de alta resistencia a la oxidación. El diseño modular combina la alimentacion de electricidad al reactor de celdas con el enfriador, para un mantenimiento facil y rapido. Este modelo puede estar fuera del equipo con la opcion de 0-10 vdc Control Proporcional Automatico con operación automatica o remota.

Las capacidades exclusivas del "Micro- Control" del generador de ozono son una ventaja por adaptarse a los continuos cambios del medio ambiente. Cada modulo cuenta con un set completo de control independientes para ajustar la cantidad de electricidad y la alimentacion del gas. Controles gráficos de alimentación de ozono, presion, flujo que le permite ajustar el generador para necesidades especificas.



Tubos de mezcla del influente

El influente es llevado al centro del tanque donde se distribuye por un tubo de mezcla (1) El agua reciclada y saturada de aire es también introducida al distribuidor principal a través de aspersores que logran una turbulencia para mezclado (2). La presión del agua reciclada es reducida a presión atmosférica a través de la válvula de control (9) Aquí se logra una uniformidad con el aire saturado en el agua residual que condiciona el influente y lo lleva al siguiente paso.

Mezcla central y distribución

Se despresuriza el agua reciclada que se mezcla con el influente principal en el distribuidor central (3) La cámara central se diseña para retener la mezcla y realizar una distribución general en el tanque. Esta cámara también permite el tiempo adecuado para que las moléculas de aire puedan adherirse y aglomerarse a los sólidos suspendidos, produciéndose una sustentación hidráulica

Remoción de material flotante y sedimentos

Si existieran sólidos pesados se irán directamente al fondo del tanque del DAF Una rastra (4) los recoge e impide se acumulen en el fondo, llevándolos al centro para ser desalojados La válvula (12) puede ser cerrada o abierta de manera manual o automática para desalojar los lodos sedimentados Un desnatador en la superficie remueve los sólidos que flotan hacia la descarga superficial (5). Ambos lodos son recolectados en el tanque de colección de lodos (10)

Celdas DAF

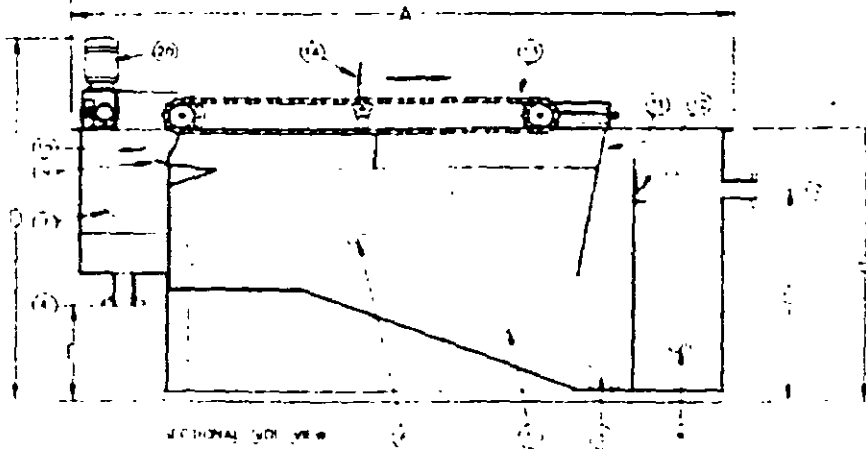
El flujo disminuye dramáticamente cuando va la cámara de distribución al tanque de flotación. Esto se debe a que el tanque ha sido diseñado para dar espacio y tiempo a que los sólidos viajen a la superficie, formen una capa de nata lo suficientemente espesa para ser removida con facilidad por el desnatador El agua tratada y clarificada es expulsada del tanque por las Celdas DAF de salida (6)

Cámara de salida

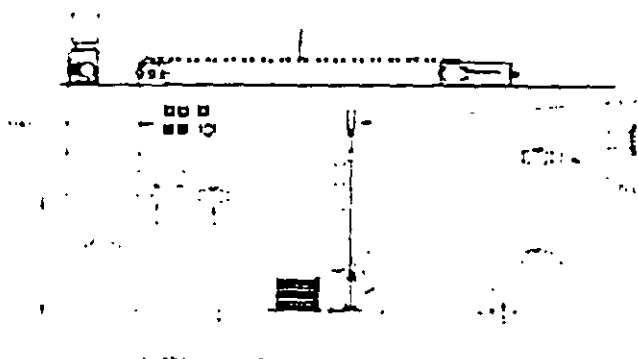
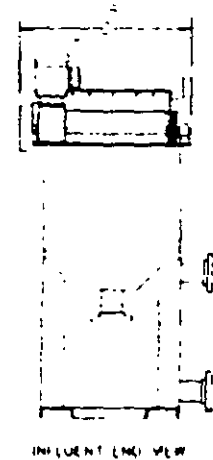
El flujo de agua clarificada por acción de vasos comunicantes es llevado a un tanque de bombeo (7), de aquí se tomara una parte para reciclar y el resto para descarga o rehuso (11)

Unidad de presurización

La porción del agua clarificada que se recicla es el medio que llevará el aire disuelto al equipo DAF Este efluente es inyectado al tanque de presurización (8) con aire comprimido a 75 psi. El nivel de este tanque es controlado para evitar que aire sin disolver llegue a la cámara del DAF. El agua presurizada y el aire comprimido son mezclados y retenidos lo suficiente para crear una solución saturada Esta solución saturada pasara por la válvula reductora de presión (9).

CARACTERÍSTICAS


ITEM	QTY	DESCRIPCION
1	1	3" ENTRADA
2	1	3" SALIDA DE AGUA
3	2	4" SALIDA DE LODOS
4	1	3" 150# FF SALIDA DE SOLIDOS FLOTANTES
5	1	TOLVA PARA LODO
6	1	CAMARA DE SEPARACIÓN
7	1	CAMARA DE LODOS FLOTANTES
8	1	CAMARA DE AGUA LIMPIA
9	1	RAMPA SEPARADORA DE LODOS FLOTANTES
10	1	LIMPIADOR DE LODOS





ITEM	QTY	DESCRIPCION
11	1	SEPARACION DE SOLIDOS FLOTANTES Y PESADOS
12	1	PLATO VERTEDERO DE AGUA
13	1	SISTEMA DESNATADOR
14	4	LIMPIA DESNATADOR
15	1	BOMBA RECIRCULADORA
16	1	PANEL DE CONTROL
17	1	VALVULA DE CONTROL DE FLUJO
18	1	CIRCULACION DE LINEA DE RECIRCULACION
19	1	CONTROL DE RECICLAJE DE AIRE
20	1	UNIDAD DE EQUIPO DESNATADOR

MODELO	CAPACIDAD DE FLUJO gpm(lpm)	CAPACIDAD DE RETENCION DE LODOS lbs/hr(kg/hr)	AREA pies ² (m ²)	A	B	C	D	E	F	G
DAF-08	16(61)	20(9)	8(0.75)	8'-2"	4'-0"	2'-5"	5'-6"	2'-11"	1'-0"	2'-0"
DAF-12	24(91)	30(13)	12(1.12)	10'-2"	4'-5"	2'-8"	5'-11"	3'-4"	1'-4"	2'-4"
DAF-18	36(136)	45(20)	18(1.7)	10'-2"	4'-5"	3'-9"	5'-11"	3'-4"	1'-4"	2'-4"
DAF-24	48(182)	60(27)	24(2.2)	10'-2"	4'-5"	4'-9"	5'-11"	3'-4"	1'-4"	2'-4"
DAF-36	72(271)	90(41)	36(3.3)	10'-2"	4'-5"	6'-9"	5'-11"	3'-4"	1'-4"	2'-4"

POLIMIXER

Equipo que dosifica y diluye polimeros viscosos de manera automática y continua. Elimina la mezcla manual y sus errores como mezclas contaminadas, reduce el consumo de polímero al realizar la mezcla adecuada y necesita poco mantenimiento. Su capacidad para flujos de agua de dilucion por litro de emulsion se encuentra en el rango de 10 a 1.200 gph.



Emulsión gal/hr Emulsión lt/hr	0.004 - 0.20 0.015 - 0.75	0.02 - 1.0 0.08 - 3.8	0.04 - 1.83 0.15 - 7.0	0.10 - 5.0 0.38 - 18.9	0.20 - 9 0.76 - 34
Agua de dilución					
10 - 100 gph (38 - 378 lph)	PM-100-0.2	PM-100-1			
30 - 300 gph (114 - 1140 lph)		PM-300-1	PM-300-1.83		
60 - 600 gph (227 - 2270 lph)		PM-600-1	PM-600-1.83	PM-600-5	
120 - 1200 gph (454 - 4540 lph)				PM-1200-5	PM-1200-9

NOTAS:

- "PM" indica Polymixer
- La primera cifra indica galones por hora (gal/hr) máximo de agua de dilución.
- La segunda cifra indica galones por hora (gal/hr) máximo de emulsión

Especificaciones:

- 24" diametro. 32" de alto. peso de embarque 180 lbs Peso de servicio 300 lbs
- Presión de agua. maxima 100 psi, minima 30 psi
- Electricidad 110 VAC. 60 Hz. interruptor de 20 amperes minimo, 1 fase
- Materiales de construccion Motor/mezclador de 3/4 hp. 110/60/1, completamente cerrado enfriado por ventilador. 1725 rpm. consumo electrico aprox. De 12 amps Camara de mezcla se construye de acrilico transparente y claro con cuatro baffles de acero inoxidable. Impulsor y flecha tambien de acero inoxidable Sello de ceramica y Buna-N Camara de envejecimiento es de PVC y polipropileno.
- Conexiones de entrada y salida Para flujos de agua de dilución hasta 300 gal/hr (1136 lph) conexiones de agua de entrada son de 1/2" diametro hembra NPT Salida del Polymixer es de 1" diámetro hembra NPT



EXPLORACION Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACION
Y MANTTO DE POZOS

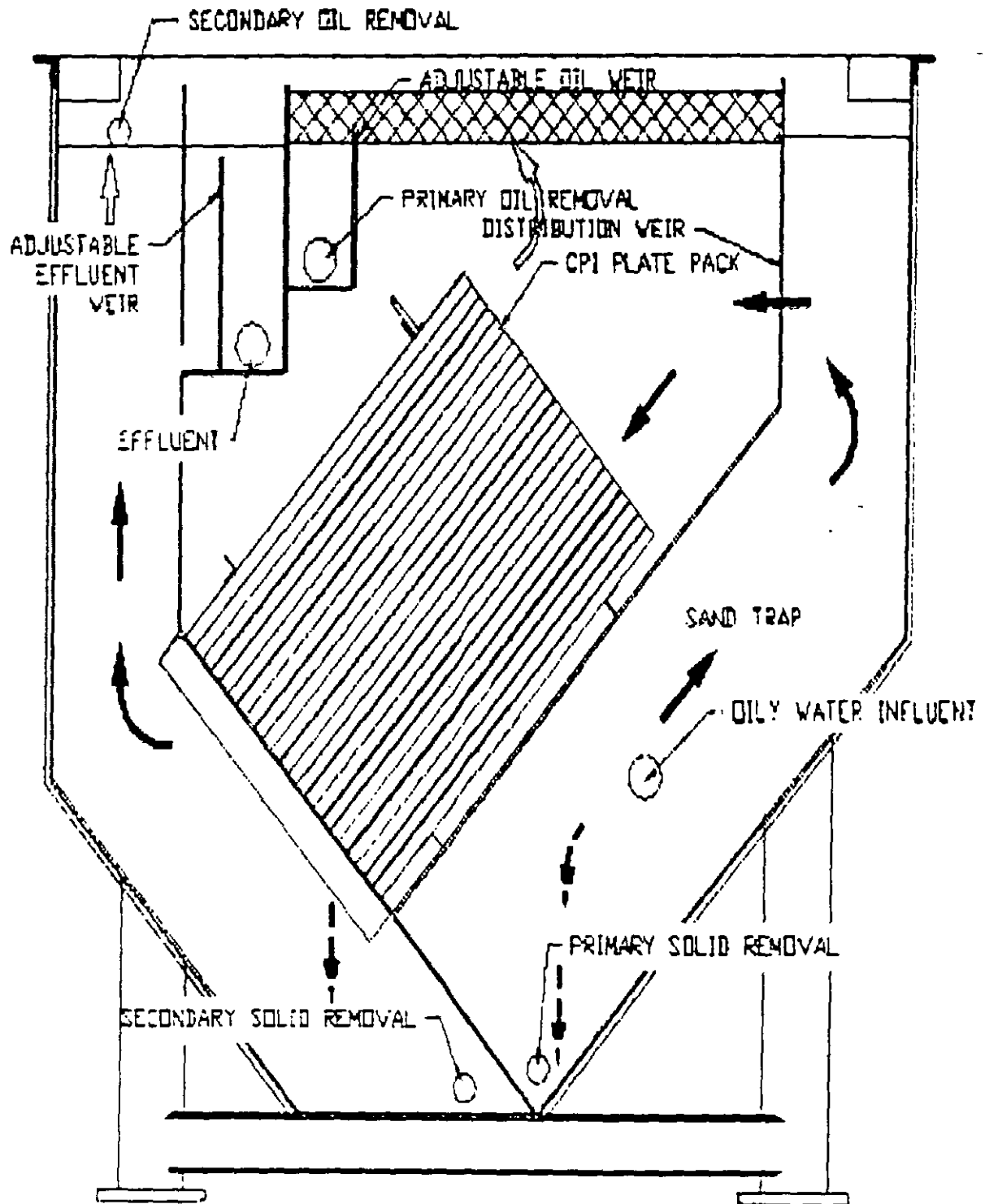
MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



SEPARADOR DE GRASAS Y ACEITES

Separan el agua de los aceites, permitiendo la recuperación de ambos en altos porcentajes. Por ruptura de moléculas en placas coalescentes, el aceite es llevado a la superficie por simple gravedad, para ser removido. Frecuentemente es utilizado en refinerías, petroquímicas, termi ales aéreas, terrestres o marítimas o a pequeña escala como talleres automotrices, maquinaria manufactura, etc. La capacidad de este equipo varía de 5 a 1.200 gpm.

El Separador de Agua-Aceite de Placas Corrugadas opera de la siguiente manera:



Cuando el agua de desecho entra al Separador (oily water influent), la velocidad es reducida, permitiendo que los sólidos se precipiten al fondo a través de la trampa de arena (Sand trap) y las gotas de aceite suspendidas floten a la superficie



EXPLORACION Y PRODUCCION
UNIDAD DE PERFORACION
Y MANTTO. DE POZOS

Paso segundo, el influente pasa por un amortiguador (distribution weir) que distribuye el flujo hacia la placas corrugadas coalescentes (CPI Plate Pack). Estas placas tienen la forma de un panal de abejas y logran atrapar al aceite libre, cuando el tamaño de la partícula sea lo suficientemente grande, lo dejara escapar hacia la superficie.

El aceite removido es llevado hacia el vertedero ajustable (Adjustable oil weir) por simple gravedad para ser retirado (primary oil removal).

El agua que paso por estas placas es enviada hacia la salida (Effluent). No sin antes ser forzado el paso para liberar el efluente de sólidos sedimentables y/o flotantes que hayan escapado al proceso

El vertedero del efluente es ajustable (Adjustable effluent weir) con el fin de manipularlo cada vez que exista la posibilidad de aceite en el agua ya tratada. Este aceite se descargará por la salida destinada (Secondary oil removal).

Los lodos (si llegara a haber) se descargarán por efecto de vasos comunicantes por las salidas destinadas para ello (Primary & secondary solid removal)

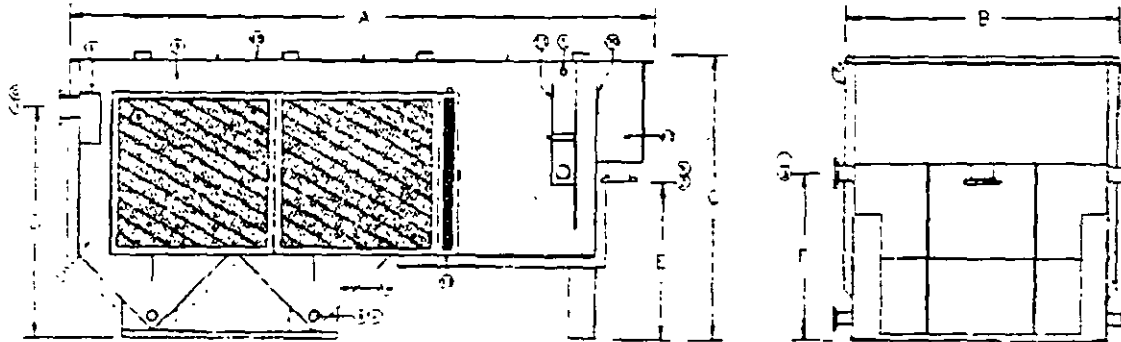
Es muy importante resaltar que NO contiene partes móviles, por lo cual es LIBRE DE MANTENIMIENTO y como opera por gravedad NO REQUIERE ELECTRICIDAD Además gracias a sus placas coalescentes, tienen un tiempo de retención de 3 a 10 minutos, otros equipos necesitan de 1 a 3 horas para lograr a misma capacidad de remoción

CARACTERÍSTICAS:

ACERO AL CARBON CON RECUBRIMIENTO EPOXICO															
MODELO	DIMENSIONES			ELEVACION			CONECCIONES				PESO (lbs)		MEDIA	LODO	GPM
	I	a	alto	(pulgadas)			(pulgadas)				Vacio	Lleno	(ft ²)	Volumen en galones	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J					
OS-160-S	174	70	86	61	45	48	6	6	3	3	6200	31000	6720	265	490
OS-192-S	174	82	86	61	45	48	6	6	3	3	7000	37000	8064	310	580
OS-224-S	174	94	86	61	45	48	8	8	3	3	8000	43000	9408	390	650
OS-256-S	174	106	86	61	45	48	8	8	3	3	9000	48200	10752	425	770
OS-288-S	174	118	86	61	45	48	8	8	4	3	10000	52000	12096	470	830
OS-320-S	190	106	98	73	57	60	10	10	4	3	12000	67600	13440	570	970
OS-384-S	190	106	110	85	69	60	10	10	4	3	14000	73000	16128	425	1130
OS-448-S	190	106	122	97	69	60	10	10	4	3	15600	87000	18816	425	1280

No.	Cantidad	Descripción	No.	Cantidad	Descripción	No.	Cantidad	Descripción
1	1	Entrada agua/aceite	6	1	Difusor de entrada	11	1	Amortiguador de aceite
2	1	Salida agua	7	1	Cámara de entrada	12	1	Cámara de efluente
3	1	Salida aceite	8	1	Coalescedor	13	1	RETPAK (opcional)
4	2	Salida lodo	9	1	Cámara de Separación	14	1	Cámara de lodo
5	2	Cople de venteo	10	1	Vertedero de agua	15	1	Cubierta seccionada

Las medidas son aproximadas y en pulgadas
 GPM = Galones por minuto



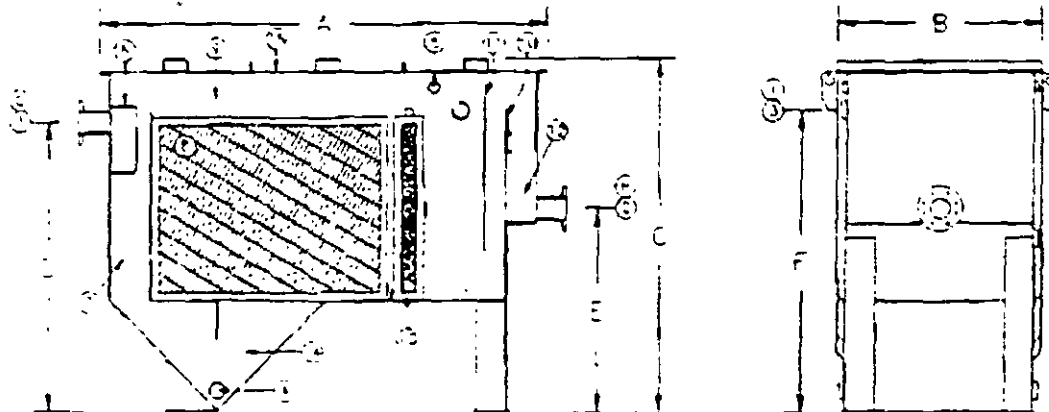
ACERO AL CARBON CON RECUBRIMIENTO EPOXICO																
MODELO	DIMENSIONES			ELEVACION			CONECCIONES				PESO (lbs)		MEDIA (ft ²)	TANQUE Volumen en galones	LODO Volumen en galones	GPM
	i	a	alto	(pulgadas)			(pulgadas)				Vacio	Lleno				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J						
OS-24-S	90	42	58	45	35	48	4	4	3	3	1209	4391	1008	321	60	75
OS-36-S	90	42	70	57	41	60	4	4	3	3	1380	6910	1512	482	60	108
OS-48-S	90	42	82	69	53	72	6	6	3	3	1935	7800	2016	640	60	150
OS-64-S	90	53	82	69	53	72	6	6	3	3	2482	11200	2688	857	80	200
OS-80-S	90	65	82	69	53	72	6	6	3	3	3800	14512	3360	1072	105	225

**MANUAL DEL DIPLOMADO EN
 ADMINISTRACIÓN DEL
 MANTENIMIENTO**


OS-96-S	90	77	82	69	53	72	8	8	3	3	4211	16885	4032	1286	125	300
OS-128-S	90	89	82	69	53	72	8	8	3	3	4800	21450	5376	1500	150	390

No	Cantidad	Descripción	No	Cantidad	Descripción	No	Cantidad	Descripción
1	1	Entrada agua/aceite	6	1	Difusor de entrada	11	1	Amortiguador de aceite
2	1	Salida agua	7	1	Cámara de entrada	12	1	Cámara de efluente
3	1	Salida aceite	8	1	Coalescedor	13	1	RETPAK (opcional)
4	2	Salida lodo	9	1	Cámara de Separación	14	1	Cámara de lodo
5	2	Cople de venteo	10	1	Vertedero de agua	15	1	Cubierta seccionada

Las medidas son aproximadas y en pulgadas
 GPM = Galones por minuto

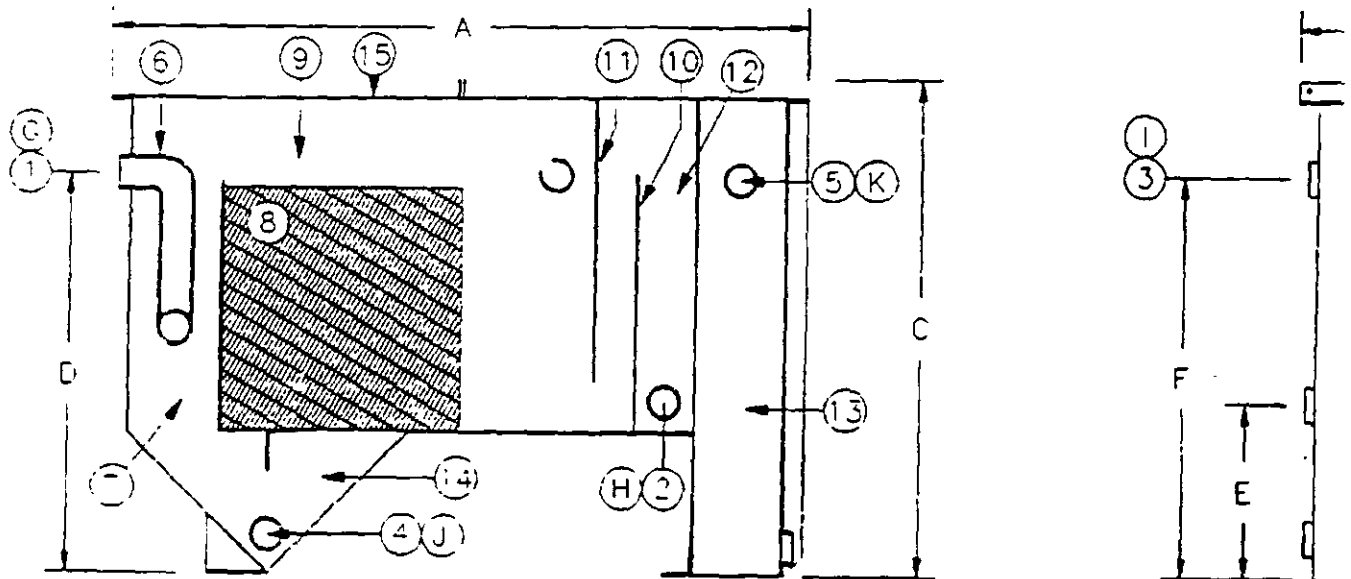

ACERO AL CARBON CON RECUBRIMIENTO EPOXICO

MODELO	DIMENSIONES			ELEVACION			CONECCIONES					PESO (lbs)		MEDIA	TANQUE	AGUA	ACEI
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	Vacio	Lleno	(ft ²)	Volumen en galones	Volumen en galones	Volun en galor
OS-2-S	62	15	31	24	15	23	2	2	2	2	2	306	711	136	30	4	20

OS-4-S	62	29	31	24	15	23	2	2	2	2	2	390	1300	272	60	8	35
OS-8-S	72	29	43	36	17	36	2	2	2	2	2	747	2358	544	125	15	35
OS-12-S	72	40	43	36	17	36	3	3	3	3	3	952	3371	816	180	24	55
OS-16-S	72	52	43	36	17	36	3	3	3	3	3	1172	4435	1088	240	31	40

No.	Cantidad	Descripción	No.	Cantidad	Descripción	No.	Cantidad	Descripción
1	1	Entrada agua/aceite	6	1	Difusor de entrada	11	1	Amortiguador de aceite
2	1	Salida agua	7	1	Cámara de entrada	12	1	Cámara de efluente
3	1	Salida aceite	8	1	Coalescedor	13	1	Depósito de aceite
4	2	Salida lodo	9	1	Cámara de Separación	14	1	Cámara de lodo
5	2	Ent/Sal deposito aceite	10	1	Vertedero de agua	15	1	Cubierta

Las medidas son aproximadas y en pulgadas
 GPM = Galones por minuto

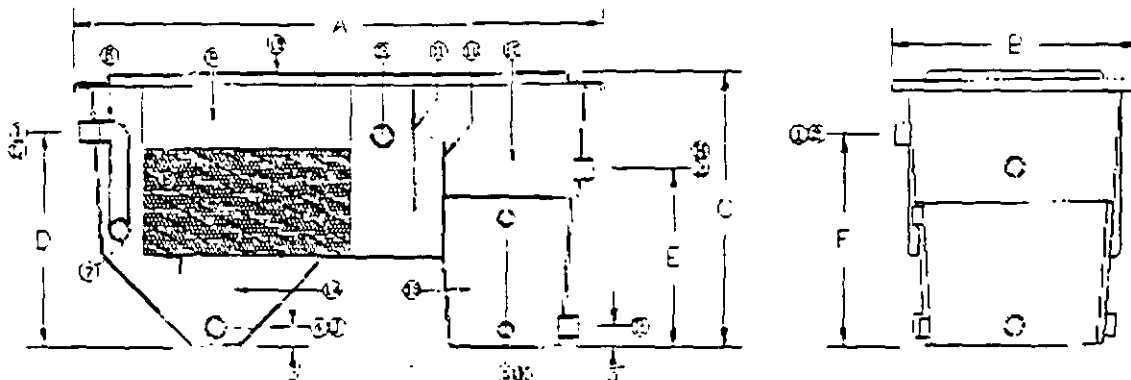


FIBRA DE VIDRIO

MODELO	DIMENSIONES			ELEVACION		CONECCIONES					PESO (lbs)		MEDIA TANQUE	AGUA	ACEITE		
	l	a	alto	(pulgadas)		(pulgadas)					Vacio	Lleno	Volumen en galones	Volumen en galones	Volumen en galones		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	(ft ²)					
OS-2	62	17	31	24	20	23	2	2	2	2	2	65	428	136	25	12	8
OS-4	62	29	31	24	20	23	2	2	2	2	2	95	930	272	51	36	25
OS-8	72	29	43	36	28	36	2	2	2	2	2	130	1740	544	125	55	40
OS-12	72	40	43	36	28	36	3	3	3	3	2	250	2668	816	180	85	60
OS-16	72	52	43	36	28	36	3	3	3	3	2	330	3590	1088	240	114	80

No.	Cantidad	Descripción	No.	Cantidad	Descripción	No.	Cantidad	Descripción
1	1	Entrada agua/aceite	6	1	Difusor de entrada	11	1	Amortiguador de aceite
2	1	Salida agua	7	1	Cámara de entrada	12	1	Cámara de efluente
3	1	Salida aceite	8	1	Coalescedor	13	1	Depósito de aceite
4	2	Salida lodo	9	1	Cámara de Separación	14	1	Cámara de lodo
5	2	Ent/Sal deposito aceite	10	1	Vertedero de agua	15	1	Cubierta

Las medidas son aproximadas y en pulgadas
GPM = Galones por minuto



FILTROS MULTIMEDIA

Por mucho tiempo, el elemento filtrante más común ha sido la arena, así que lo importante de este filtro es: Autolimpieza y Cero Mantenimiento. El fluido se introduce a una cama de arena donde se obliga (por presión o gravedad) a traspasarla; mientras las impurezas y la arena sucia van hacia el fondo, el agua filtrada va hacia la superficie. Se usa comúnmente como pulimento en el sistema de clarificación, produce agua suficiente para reciclado o descarga. Carece de partes móviles y permite un flujo sin interrupciones. Capacidad: 2 a 6,000 gpm.

CARACTERÍSTICAS:
FILTROS DE LECHO PROFUNDO
Válvula fleck, control por tiempo, tanques de fibra de vidrio

Modelo	Flujo (gpm)		Tubería (pulg.)	Dimensiones (pulg.)	Cantidad de media ft ³
	Min	Máx. ⁽¹⁾			
M121A-TC	8 (6)	16 (15)	1	12X52	30
M141A-TC	11 (8)	22 (20)	1	14X65	36
M161A-TC	14 (9)	28 (25)	1	16X65	36
M141B-TC	11 (6)	22 (12)	1.5	14X65	36
M161B-TC	14 (6)	28 (15)	1.5	16X65	36
M201B-TC	22 (8)	44 (21)	1.5	20X62	36
M161C-TC	14 (5)	28 (12)	1.5	16X65	36
M201C-TC	22 (6)	44 (13)	1.5	20X62	36
M241C-TC	30 (7)	60 (17)	2	24X71	36
M301C-TC	50 (9)	100 (25)	2	30X72	36
M361C-TC	70 (13)	100 (25)	2	36X72	36
M361E-TC	70 (7)	140 (15)	3	36X72	36


Válvula fleck, control por tiempo, tanques de acero recubrimiento Polybond

M122A-TC	8 (6)	16 (15)	1	12X52	30
M142A-TC	11 (8)	22 (20)	1	14X66	36
M182A-TC	18 (12)	30 (25)	1	18X66	36
M142B-TC	11 (6)	22 (12)	1.5	14X66	36
M182B-TC	18 (7)	35 (18)	1.5	18X66	36
M182C-TC	18 (6)	35 (12)	2	18X66	36
M242C-TC	30 (7)	60 (17)	2	24X66	36
M302C-TC	50 (9)	100 (25)	2	30X66	36
M362C-TC	70 (13)	100 (25)	2	36X71	36
M362E-TC	70 (7)	140 (15)	3	36X71	36

(1) Flujo máximo (pico) para tiempos cortos de operación

Los flujos son los recomendados y las caídas de presión están estimadas para operación de filtros limpios

Las capas de medias filtrantes para filtros multimedia son antracita, arena, garnet y grava

FILTROS DE LECHO PROFUNDO					
Control de demanda electrónica (VIP I), tanque de fibra de vidrio, válvula fleck					
Modelo	Flujo (gpm)		Tubería (pulg.)	Dimensiones (pulg.)	Cantidad de media (ft ³)
	Min	Max			
M121A-ED	8 (6)	16 (15)	1	12X52	30
M141A-ED	11 (8)	22 (20)	1	14X65	36
M171A-ED	14 (9)	28 (25)	1	16X65	36
M141B-ED	11 (6)	22 (12)	1.5	14X65	36
M171B-ED	14 (6)	28 (15)	1.5	16X65	36



EXPLORACION Y PRODUCCION
UNIDAD DE PERFORACION
Y MANTTO DE POZOS

**MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO**



M201B-ED	22 (8)	44 (21)	1.5	20X62	36
M171C-ED	14 (5)	28 (12)	1.5	16X65	36
M201C-ED	22 (6)	44 (13)	1.5	20X62	36
M241C-ED	30 (7)	60 (17)	2	24X71	36
M301C-ED	50 (9)	100 (25)	2	30X72	36
M361C-ED	70 (13)	100 (25)	2	36X72	36
M361E-ED	70 (7)	140 (15)	3	36X72	36
Control de demanda electrónica (VIP I), tanque de acero recubierto Polybond, válvula felck					
M122A-ED	8 (6)	16 (15)	1	12X52	30
M142A-ED	11 (8)	22 (20)	1	14X66	36
M182A-ED	18 (12)	30 (25)	1	18X66	36
M142B-ED	11 (6)	22 (12)	1.5	14X66	36
M182B-ED	18 (7)	35 (18)	1.5	18X66	36
M182C-ED	18 (6)	35 (12)	2	18X66	36
M242C-ED	30 (7)	60 (17)	2	24X66	36
M302C-ED	50 (9)	100 (25)	2	30X66	36
M362C-ED	70 (13)	100 (25)	2	36X71	36
M362E-ED	70 (7)	140 (15)	3	36X71	36
(1) Flujo máximo (pico) para tiempos cortos de operación					
Los flujos son los recomendados y las caídas de presión están estimadas para operación de filtros limpios					
Las capas de medias filtrantes para filtros multimedia son antracita arena, garnet y grava					

FILTRO DE LECHO PROFUNDO					
(para remoción de turbidez hasta tamaños de partícula nominales de 10 micras)					
Control Micro T, y válvula multiport					
Modelo	Flujo (gpm)		Tubería (pulg.)	Dimensiones (pulg.)	Cantidad de media ft ³
	Min	Max ⁽¹⁾			



MC12P-MT	8 (5)	10 (7)	1	12X52	2
MC14P-MT	11 (4)	16 (6)	2	14X66	3
MC18P-MT	18 (4)	26 (6)	2	18X66	5
MC24P-MT	31 (4)	50 (6)	2	24X66	10
MC30P-MT	50 (6)	75 (10)	2	30X66	15
MC36P-MT	70 (8)	105 (14)	2	36X70	20
MC42P-MT	95 (5)	145 (8)	3	42X70	30
MC48P-MT	125 (4)	190 (10)	3	48X70	40

Los flujos y caídas de presión son función de la turbidez de alimentación y el tiempo de operación deseado entre cada ciclo de retrolavado.

La operación a flujos pico debe ser minimizada para reducir la posibilidad de una fuga de turbidez

(1) Flujo máximo (pico) para tiempos cortos de operación

FILTROS MULTIMEDIA BIG R.E.D.

Control por tiempo

Modelo	Control	Dimensiones por tanque	Flujos en GPM	Presión PSI	Media	No.	Tubería
		Pulgadas	Continuo	Maximo	Ft ² por tanque	Tanques	Pulgadas
M543F	TC	54X60	160	300	47.7	1	4
M603F	TC	60X70	190	350	58.9	1	4
M723F	TC	72X60	275	400	84.8	1	4
M543F DUPLEX	TC	54X70	160	300	47.7	2	4
M603F DUPLEX	TC	60X70	190	350	58.9	2	4
M723F DUPLEX	TC	72X60	275	400	84.8	2	4

FILTROS MULTIMEDIA BIG R.E.D.
Control por demanda

Modelo	Control	Dimensiones por tanque	Flujos en GPM	Presión PSI	Media	No.	Tubería
		Pulgadas	Continuo	Máximo	Ft ² por tanque	Tanques	Pulgadas
M543F	ED	54X60	160	300	47.7	1	4
M603F	ED	60X70	190	350	58.9	1	4
M723F	ED	72X60	275	400	84.8	1	4
M543F DUPLEX	ED	54X70	160	300	47.7	2	4
M603F DUPLEX	ED	60X70	190	350	58.9	2	4
M723F DUPLEX	ED	72X60	275	400	84.8	2	4
M543F TRIPLEX	ED	54X70	160	300	47.7	3	4
M603F TRIPLEX	ED	60X70	190	350	58.9	3	4
M723F TRIPLEX	ED	72X60	275	400	84.8	3	4

FILTROS DE CARBÓN ACTIVADO

El filtro de carbon funciona por el mismo principio que el filtro de arena, la diferencia radica en los elementos filtrantes y su finalidad. El carbon activado es un material natural que con millones de agujeros microscopicos que atrae, captura y rompe moléculas de contaminantes presentes. Se diseña normalmente para remover cloro, sabores y olores y demás quimicos orgánicos. También es uno de los procesos finales del sistema de tratamiento de agua, su función es pulir la descarga final. Son fabricados en acero al carbon de alta resistencia y recubrimiento interno de polietileno para evitar la corrosion. Retrolavado 100% automatico, con temporizador o volumen tratado.

CARACTERÍSTICAS

Remosión cloro, olor, sabor					
Control Micro T, y válvula multiport					
Modelo	Flujo (gpm)		Tubería	Dimensiones	Cantidad de media ft ³
	Min	Max ⁽¹⁾	(pulg)	(pulg)	
CC12P-MT	8 (6)	20 (25)	1	12X52	2
CC14P-MT	11 (7)	25 (25)	2	14X66	3
CC18P-MT	18 (3)	50 (13)	2	18X66	5
CC24P-MT	31 (4)	75 (25)	2	24X66	10
CC30P-MT	50 (8)	95 (25)	2	30X66	15
CC36P-MT	70 (14)	95 (25)	2	36X70	20
CC42P-MT	95 (5)	250 (18)	3	42X70	30
CC48P-MT	125 (6)	250 (16)	3	48X70	40
Los sistemas sencillos incluyen la valvula AR by-pass la cual no es requerida para sistemas multiples					
(1) Flujo maximo (pico) para tiempos cortos de operacion					
Remosion de organicos					
Control Micro T, y valvula multiport					
Modelo	Flujo (gpm)		Tubería	Dimensiones	Cantidad de media ft ³
			(pulg)	(pulg)	
CL12P-MT	4 (2 5)		1	12X52	2
CL14P-MT	5 (2)		2	14X66	3
CL18P-MT	9 (4)		2	18X66	5
CL24P-MT	16 (1 5)		2	24X66	10
CL30P-MT	25 (2 5)		2	30X66	15
CL36P-MT	35 (4)		2	36X70	20
CL42P-MT	50 (3)		3	42X70	30
CL48P-MT	65 (2 5)		3	48X70	40
Los sistemas sencillos incluyen la valvula AR by-pass la cual no es requerida para sistemas multiples					


FILTRO DE CARBON PARA REMOSIÓN DE CLORO, OLOR Y SABOR
Válvula fleck, control por tiempo, tanques de fibra de vidrio

Modelo	Flujo (gpm)		Tubería (pulg.)	Dimensiones (pulg.)	Cantidad de media ft ³
	Min.	Máx. ⁽¹⁾			
C121A-TC	8 (5)	16	1	12X52	2
C141A-TC	11 (6)	22	1	14X65	3
C161A-TC	14 (7)	28	1	16X65	4
C141B-TC	11 (4)	22	1.5	14X65	3
C161B-TC	14 (4)	28	1.5	16X65	4
C201B-TC	22 (6)	44	1.5	20X62	6
C241B-TC	30 (9)	60	1.5	24X71	10
C201C-TC	22 (4)	44	2	20X62	6
C241C-TC	30 (5)	60	2	24X71	10
C301C-TC	50 (8)	100	2	30X72	15
C361C-TC	70 (12)	100	2	36X72	20
C361E-TC	70 (5)	140	3	36X72	20

Válvula fleck, control por tiempo, tanques de acero recubrimiento Polybond

C122A-TC	8 (5)	16	1	12X52	2
C142A-TC	11 (6)	22	1	14X66	3
C182A-TC	18 (11)	28	1	18X66	4
C142B-TC	11 (4)	22	1.5	14X66	3
C182B-TC	18 (5)	28	1.5	18X66	4
C242B-TC	30 (9)	60	1.5	24X66	10
C182C-TC	18 (4)	28	2	18X66	4
C242C-TC	30 (6)	60	2	24X66	10
C302C-TC	50 (8)	100	2	30X66	15
C362C-MT	70 (12)	100	2	36X71	20
C362E-MT	70 (5)	140	3	36X71	20
C422E-MT	95 (7)	190	3	42X71	30
C482E-MT	125 (8)	205	3	48X71	40

Los flujos son los recomendados y las caídas de presión están estimadas para operación de filtros limpios



Las caidas de presion estan indicadas en paréntesis

FILTRO DE CARBÓN PARA REMOSIÓN DE ORGÁNICOS
Tanques de fibra de vidrio

Modelo	Flujo (gpm)	Tuberia (pulg.)	Dimensiones (pulg.)	Cantidad de media ft ³
RC121A-TC	4	1	12x52	2
RC141A-TC	6	1	14x65	3
RC161A-TC	7	1	16x65	4
RC141B-TC	6	1.5	14x65	3
RC161B-TC	7	1.5	16x65	4
RC201B-TC	11	1.5	20x62	6
RC241B-TC	15	1.5	24x71	10
RC161C-TC	7	2	16x65	4
RC201C-TC	11	2	20x62	6
RC241C-TC	15	2	24x71	10
RC301C-TC	25	2	30x72	15
RC361C-TC	35	2	36x72	20
RC361E-TC	35	3	36x72	20

Tanques de polybond

RC122A-TC	4	1	12X52	2
RC142A-TC	6	1	14X66	3
RC182A-TC	7	1	18X66	4
RC142B-TC	6	1.5	14X66	3
RC182B-TC	7	1.5	18X66	4
RC242B-TC	15	1.5	24X66	10
RC182C-TC	7	2	18X66	4
RC242C-TC	15	2	24X66	10
RC302C-TC	25	2	30X66	15
RC362C-TC	35	2	36X71	20
RC362E-TC	35	3	36X71	20
RC422E-TC	48	3	42X71	30
RC482E-TC	63	3	48X71	40


FILTRO DE CARBON PARA REMOSIÓN DE CLORO, OLOR Y SABOR
Control de demanda electrónica (VIP I), tanque de fibra de vidrio, válvula felck

Modelo	Flujo (gpm)		Tubería (pulg.)	Dimen (pulg.)	Cantidad de media ft ³
	Mín	Máx ⁽¹⁾			
C121A-ED	8 (5)	16	1	12X52	2
C141A-ED	11 (6)	22	1	14X65	3
C171A-ED	14 (7)	28	1	16X65	4
C141B-ED	11 (4)	22	1.5	14X65	3
C171B-ED	14 (4)	28	1.5	16X65	4
C201B-ED	22 (6)	44	1.5	20X62	6
C241B-ED	30 (9)	60	1.5	24X71	10
C171C-ED	14 (4)	28	2	16X65	4
C201C-ED	22 (4)	44	2	20X62	6
C241C-ED	30 (5)	60	2	24X71	10
C301C-ED	50 (8)	100	2	30X72	15
C361C-ED	70 (12)	100	2	36X72	20
C361E-ED	70 (5)	140	3	36X72	20

Control de demanda electrónica (VIP I), tanque de acero recubierto Polybond, válvula felck

C122A-ED	8 (5)	16	1	12X52	2
C142A-ED	11 (6)	22	1	14X66	3
C182A-ED	18 (11)	28	1	18X66	4
C142B-ED	11 (4)	22	1.5	14X66	3
C182B-ED	18 (5)	28	1.5	18X66	4
C242B-ED	30 (9)	60	1.5	24X66	10
C182C-ED	18 (4)	28	2	18X66	4
C242C-ED	30 (6)	60	2	24X66	10
C302C-ED	50 (8)	100	2	30X66	15
C362C-ED	70 (12)	100	2	36X71	20
C362E-ED	70 (5)	140	3	36X71	20
C422E-ED	95 (7)	190	3	42X71	30

C482E-ED	125 (8)	205	3	48X71	40
----------	---------	-----	---	-------	----

(1) Flujo máximo (pico) para tiempos cortos de operación

Los flujos son los recomendados y las caídas de presión están estimadas para operación de filtros limpios

SUAVIZADORES

Equipo que "ablanda" el agua por el proceso de intercambio iónico, es decir, substituye o intercambia minerales duros (como calcio, magnesio, sílice, etc.), por suaves (como sodio) a través de su carga eléctrica. El efluente atraviesa una cama de resina con carga iónica, removiendo los minerales contenidos en el fluido. Se puede optar por regeneración por tiempo, volumen tratado ó calidad de agua.

COMO CALCULAR UN SUAIVIZADOR ?

Reunir la siguiente información

- Flujo de Agua (expresado en galones)
- Horas de Operación
- Dureza Total del Agua (expresados en ppm o mg/l)

Divida la dureza del agua entre el factor de conversión 17.7 y obtendrá los Granos de resina que se necesitan para suavizar un galón de agua (GPG = Granos Por Galón).

Dureza total (ppm) ÷ 17.7 = GPG (Granos por galón)

Multiplique los GPG por el consumo de agua diario (gpd), para obtener cuantos granos son necesarios para suavizar toda el agua que se consume en un día

GPG x Galones por día = Granos necesarios en un día

Para obtener la cantidad de resina es necesario definir cuanto sal requerimos para regenerar. Si la regeneración se hace con 15 lbs de sal por cada pie cúbico (ft³) de resina, entonces se obtendrá mayor capacidad de resina pero un mayor consumo de sal. Por lo contrario, si se regenera con 5 lbs de sal por cada pie cúbico (ft³) de resina se obtendrá menor capacidad de resina pero un ahorro de sal

1 ft³ = 30 000 granos por 15 lbs de sal

1 ft³ = 25.000 granos por 10 lbs de sal

1 ft³ = 30.000 granos por 5 lbs de sal

EJEMPLO: ¿Que Suavizador necesitamos para un flujo de 24 (gpm) galones por minuto, con 16 horas de operación y una dureza total de 334 partes por millón (ppm o mg/lit)?

$334 \text{ ppm} / 17.1 = 19.53 \text{ granos por galon}$ $24 \text{ gpm} \times 60 \text{ min} \times 16 \text{ hrs} = 23,040 \text{ galones por dia}$

$19.53 \text{ granos} \times 23,040 \text{ galones} = 449,971 \text{ granos por dia}$

$449,971 / 30,000 \text{ granos} = 14.99 \text{ ft}^3$

15 pies³ de resina = Modelos ES451, ES452, H450P

NOTAS.

Los equipos siempre se diseñan con una regeneración a 15 lbs por ft³, lo que hace que el equipo sea el mas pequeño disponible. Recuperación de inversión rapida, alto consumo de sal.

Cuando se tiene grandes consumos de resina, los suavizadores se regeneran con 5 lbs de sal, esto es un 50% menor capacidad en la resina y un consumo de solo 33% de sal. Ahorro a largo plazo y retorno de inversión lenta.

EQUIVALENCIAS

Una parte por millon (ppm) es igual a un miligramo por litro (mg/l)

Un grano por galón ingles (GPG) equivale a 17.1 ppm

CARACTERÍSTICAS:

Control Micro-T, tanque de acero recubierto polybond, válvula multiport

Modelo	Capacidad		Flujo Continuo/ Intermitente	Dimensiones pulgadas	Resina pie ³	Tuberia pulg	Tanque salmuera Cap-l.
	Maxima 15lbs/pie ³	Minima 5lbs/pie ³					
M60P-MT	60 000	40.000	14(15) 21(30)	12x52	2	1	400
M90P-MT	90 000	60.000	18(15) 28(30)	14x66	3	1	400
M120P-MT	120 000	80 000	20(15) 31(30)	18x66	4	1	450
M150P-MT	150 000	100.000	20(15) 31(30)	18x66	5	1	450
H90P-MT	90 000	60.000	30(10) 62(25)	14x66	3	2	400
H120P-MT	120 000	80 000	40(9) 75(20)	18x66	4	2	450
H150P-MT	150 000	100 000	45(11) 80(25)	18x66	5	2	450
H210P-MT	210 000	140.000	50(10) 85(20)	24x66	7	2	1,000
H300P-MT	300 000	200 000	55(12) 89(20)	24x66	10	2	1,000
H360P-MT	360.000	240 000	60(10) 92(25)	30x66	12	2	1,500
H450P-MT	450.000	300 000	70(15) 95(25)	30x66	15	2	1,500
H600P-MT	600.000	400.000	80(15) 100(25)	36x70	20	2	2,500
L900P-MT	900 000	600 000	160(10) 235(17)	42x70	30	3	2,500



L1200P-MT 1.200.000 800.000 170(10) 250(17) 48x70 40 3 4.500

Control CSC, DUPLEX, tanque acero recubierto polybond, válvula multiport

Modelo	Capacidad		Flujo Continuo/ Intermitente	Dimensiones pulgadas	Resina pie ³	Tuberia pulg	Tanque salmuera Cap-lb
	Maxima 15lbs/ole ³	Minima 5lbs/pie ³					
M60P-CSC-D	120000	80000	28(15) 42(30)	12x52	4	1	400
M90P-CSC-D	180000	120000	36(15) 56(30)	14x66	6	1	400
M120P-CSC-D	240000	160000	40(15) 62(30)	18x66	8	1	450
M150P-CSC-D	300000	200000	40 (15) 62(30)	18x66	10	1	450
H90P-CSC-D	180000	120000	60(10) 120(25)	14x66	6	2	400
H120P-CSC-D	240000	160000	80(9) 150(20)	18x66	8	2	450
H150P-CSC-D	300000	200000	80 (11) 160(25)	18x66	10	2	450
H210P-CSC-D	420000	280000	100(10) 170(20)	24x66	14	2	1 000
H300P-CSC-D	600000	400000	110(12) 170(20)	24x66	20	2	1 000
H360P-CSC-D	720000	480000	120(10) 184(25)	30x66	24	2	1.500
H450P-CSC-D	900000	600000	140(15) 190(25)	30x66	30	2	1.500
H600P-CSC-D	1200000	800000	160(15) 200(25)	36x70	40	2	2.500
L900P-CSC-D	1800000	120000	320(10) 470(17)	42x70	60	3	2 500
L1200P-CSC-D	2400000	160000	340(10) 500(17)	48x70	80	3	4 500

Los flujos pico o maximos no son recomendados por periodos largos de tiempo

Las dosis de sal maxima requieren tanques de salmuera mas grandes

Tanque de fibra de vidrio, válvula fleck y control por tiempo						
Modelo	Capacidad por unidad	Flujo (gpm) continuo / intermitente	Dimensiones pulgadas	Resina pie ³	Tuberia pulg	Tanque salmuera Cap-lb
ES31ATC	30.000	11 16	9x48	1	1	400
ES61ATC	60.000	16(10) 24(20)	12x52	2	1	400
ES91ATC	90.000	21(15) 29(25)	14x65	3	1	400
ES91BTC	90.000	24(9) 36(16)	14x65	3	1.5	400
ES121BTC	120.000	32(11) 48(20)	17x58	4	1.5	450
ES151BTC	150.000	38(15) 52(25)	17x72	5	1.5	450
ES181BTC	180.000	36(15) 56(25)	17x72	6	1.5	1.000
ES211BTC	210.000	45(15) 60(25)	24x71	7	1.5	1.000
ES241BTC	240.000	45(15) 63(25)	24x71	8	1.5	1.000
ES271BTC	270.000	45(15) 60(25)	24x71	9	1.5	1.000

ES301BTC	300.000	45(15) 58(25)	24x71	10	1 5	1.000
ES121CTC	120.000	32(6) 48(10)	17x58	4	2	450
ES151CTC	150.000	40(9) 60(16)	17x72	5	2	450
ES181CTC	180.000	48(14) 72(23)	17x72	6	2	1.000
ES211CTC	210.000	56(8) 84(15)	24x71	7	2	1.000
ES241CTC	240.000	64(11) 96(20)	24x71	8	2	1.000
ES271CTC	270.000	72(13) 108(25)	24x71	9	2	1.000
ES301CTC	300.000	77(15) 107(25)	24x71	10	2	1.000
ES451CTC	450.000	87(15) 118(25)	30x72	15	2	1.500
ES601CTC	600.000	94(15) 125(25)	36x72	20	2	2.500
ES601ETC	600.000	160(14) 240(24)	36x72	20	3	2.500

Tanque de acero recubierto polybond. válvula fleck y control por tiempo						
Modelo	Capacidad por unidad	Flujo (gpm) continuo / intermitente	Dimensiones pulgadas	Resina pie ³	Tubería pulg	Tanque salmuera Cap-lb
ES62ATC	60.000	16(10) 24(20)	12x52	2	1	400
ES92ATC	90.000	21(15) 29(25)	14x65	3	1	400
ES92BTC	90.000	24(9) 36(16)	14x65	3	1 5	400
ES122BTC	120.000	32(11) 48(20)	18x66	4	1 5	450
ES152BTC	150.000	40(15) 58(25)	18x66	5	1 5	450
ES182BTC	180.000	42(15) 56(25)	18x66	6	1 5	1.000
ES212BTC	210.000	45(15) 60(25)	24x66	7	1 5	1.000
ES242BTC	240.000	45(15) 68(25)	24x66	8	1 5	1.000
ES272BTC	270.000	45(15) 60(25)	24x66	9	1 5	1.000
ES302BTC	300.000	45(15) 58(25)	24x66	10	1.5	1.000
ES122CTC	120.000	32(6) 48(10)	18x66	4	2	450
ES152CTC	150.000	40(9) 60(16)	18x66	5	2	450
ES182CTC	180.000	48(14) 72(23)	18x66	6	2	1.000
ES212CTC	210.000	56(8) 84(15)	24x66	7	2	1.000
ES242CTC	240.000	64(11) 96(20)	24x66	8	2	1.000
ES272CTC	270.000	72(13) 108(25)	24x66	9	2	1.000
ES302CTC	300.000	77(15) 107(25)	24x66	10	2	1.000
ES452CTC	450.000	87(15) 118(25)	30x66	15	2	1.500
ES602CTC	600.000	94(15) 125(25)	36x71	20	2	2.500
ES602ETC	600.000	160(14) 240(24)	36x71	20	3	2.500
ES902ETC	900.000	200(15) 270(25)	42x71	30	3	2.500
ES1202ETC	1.200.000	210(15) 280(25)	48x71	40	3	4.500

Los flujos pico o máximos no son recomendados por periodos largos de tiempo

Las dosis de sal máxima requieren tanques más grandes; y los sistemas dúplex solo tienen un solo tanque de salmuera

Las caídas de presión son estimadas

Tanque de fibra de vidrio, control de demanda electrónica

Modelo	Capacidad por unidad	Flujo (gpm) continuo / intermitente	Dimensiones pulgadas	Resina pie ³	Tubería pulg.	Tanque Salmuera Cap-lb
ES31A	30 000	11 16	9x48	1	1	400
ES61A	60.000	16(10) 24(20)	12x52	2	1	400
ES91A	90.000	21(15) 29(25)	14x65	3	1	400
ES91B	90 000	24(9) 36(16)	14x65	3	1.5	400
ES121B	120 000	32(11) 48(20)	17x58	4	1.5	450
ES151B	150 000	38(15) 52(25)	17x72	5	1.5	450
ES181B	180 000	36(15) 56(25)	17x72	6	1.5	1 000
ES211B	210.000	45(15) 60(25)	24x71	7	1.5	1.000
ES241B	240.000	45(15) 68(25)	24x71	8	1.5	1.000
ES271B	270.000	45(15) 60(25)	24x71	9	1.5	1.000
ES301B	300.000	45(15) 58(25)	24x71	10	1.5	1.000
ES121C	120.000	32(6) 48(10)	17x58	4	2	450
ES151C	150 000	40(9) 60(16)	17x72	5	2	450
ES181C	180 000	48(14) 72(23)	17x72	6	2	1.000
ES211C	210.000	56(8) 84(15)	24x71	7	2	1.000
ES241C	240.000	64(11) 96(20)	24x71	8	2	1.000
ES271C	270 000	72(13) 108(25)	24x71	9	2	1.000
ES301C	300.000	77(15) 107(25)	24x71	10	2	1 000
ES451C	450 000	87(15) 118(25)	30x72	15	2	1.500
ES601C	600.000	94(15) 125(25)	36x72	20	2	2.500
ES601E	600 000	160(14) 240(24)	36x72	20	3	2.500

Tanque de acero recubierto polybond, control de demanda electrónica

Modelo	Capacidad por unidad	Flujo (gpm) continuo / intermitente	Dimensiones pulgadas	Resina pie ³	Tubería pulg.	Tanque Salmuera Cap-lb
ES62A	60 000	16(10) 24(20)	12x52	2	1	400
ES92A	90.000	21(15) 29(25)	14x65	3	1	400

ES92B	90.000	24(9) 36(16)	14x65	3	1.5	400
ES122B	120.000	32(11) 48(20)	18x66	4	1.5	450
ES152B	150.000	40(15) 58(25)	18x66	5	1.5	450
ES182B	180.000	42(15) 56(25)	18x66	6	1.5	1.000
ES212B	210.000	45(15) 60(25)	24x66	7	1.5	1.000
ES242B	240.000	45(15) 68(25)	24x66	8	1.5	1.000
ES272B	270.000	45(15) 60(25)	24x66	9	1.5	1.000
ES302B	300.000	45(15) 58(25)	24x66	10	1.5	1.000
ES122C	120.000	32(6) 48(10)	18x66	4	2	450
ES152C	150.000	40(9) 60(16)	18x66	5	2	450
ES182C	180.000	48(14) 72(23)	18x66	6	2	1.000
ES212C	210.000	56(8) 84(15)	24x66	7	2	1.000
ES242C	240.000	64(11) 96(20)	24x66	8	2	1.000
ES272C	270.000	72(13) 108(25)	24x66	9	2	1.000
ES302C	300.000	77(15) 107(25)	24x66	10	2	1.000
ES452C	450.000	87(15) 118(25)	30x66	15	2	1.500
ES602C	600.000	94(15) 125(25)	36x71	20	2	2.500
ES602E	600.000	160(14) 240(24)	36x71	20	3	2.500
ES902E	900.000	200 (15) 270(25)	42x71	30	3	2.500
ES1202E	1.200.000	210(15) 280(25)	48x71	40	3	4.500

Los flujos pico o maximos no son recomendados por periodos largos de tiempo

Las dosis de sal máxima requieren tanques más grandes, y los sistemas dúplex solo tienen un solo tanque de salmuera

Tanque de acero, Control ED de demanda electronica

Modelo	Capacidad por unidad	Flujo (gpm) continuo / intermitente	Dimensiones pulgadas	Resina pie ³	Tuberia pulg.	Tanque Salmuera Cap-ib
ES62A	60.000	16 24	12x52	2	1	400
ES92A	90.000	21 15	14x65	3	1	400
ES92B	90.000	24 36	14x65	3	1.5	400
ES122B	120.000	32 48	18x66	4	1.5	450
ES152B	150.000	40 58	18x66	5	1.5	450
ES182B	180.000	42 56	18x66	6	1.5	1.000
ES212B	210.000	45 60	24x66	7	1.5	1.000
ES242B	240.000	45 68	24x66	8	1.5	1.000
ES272B	270.000	45 60	24x66	9	1.5	1.000
ES302B	300.000	45 58	24x66	10	1.5	1.000
ES122C	120.000	32 48	18x66	4	2	450
ES152C	150.000	40 60	18x66	5	2	450
ES182C	180.000	48 72	18x66	6	2	1.000



ES212C	210.000	56 84	24x66	7	2	1.000
ES242C	240.000	64 96	24x66	8	2	1.000
ES272C	270.000	72 108	24x66	9	2	1.000
ES302C	300.000	77 107	24x66	10	2	1.000
ES452C	450.000	87 118	30x66	15	2	1.500
ES602C	600.000	94 125	36x71	20	2	2.500
ES602E	600.000	160 240	36x71	20	3	2.500
ES902E	900.000	200 270	42x71	30	3	2.500
ES1202E	1.200.000	210 280	48x71	40	3	4.500

**SUAVIZADORES.
 MODELOS "SUPER SIZE**

MODELOS	Control electrónico	MODO	Dimensiones (pulg)	Capacidad Mínima (granos)	Capacidad Máxima (Granos)	Flujo en GPM (presión PSI)		Resina (ft ³)	Tubería (pulg)
						continuo	maximo		
ESS3302F	VIP I	SENCILLO	72X60	2.000.000	3.300.000	300	450	110	4
ESS2102F	VIP I	SENCILLO	60X60	1.400.000	2.100.000	250	425	70	4
ESS2102E	VIP I	SENCILLO	60X60	1.400.000	2.100.000	190	250	70	3
ESS1652E	VIP I	SENCILLO	54X60	1.100.000	1.650.000	165	230	55	3
ESS1652F	VIP I	SENCILLO	54X60	1.100.000	1.650.000	200	350	55	4

NOTAS

- A) La caída de presión es estimada
- B) La capacidad de intercambio se basa en el agua con 10 gpg de dureza total como carbonato de calcio a flujos de servicio especificados y libre de color, olor y turbidez
- C) Los flujos máximos se recomiendan para periodos de tiempo largos
- D) Dimensiones referidas a los tamaños nominales del tanque solamente
- E) No incluye áreas de operación ni de mantenimiento
- F) Las especificaciones están sujetas a cambios sin aviso

**MODELOS "SUPER SIZE"
 DUPLEX Y ALTERNANTE**

MODELOS	Control electrónico	MODO	Dimensiones por tanque (pulg)	Capacidad Máxima (granos)	FLUJOS EN GPM (PRESIÓN PSI)	Resina ft ³ por tanque	Tubería
---------	---------------------	------	-------------------------------	---------------------------	-----------------------------	-----------------------------------	---------

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO

			(pulg.)	(granos)	continuo	máximo	tanque	(pulg)
ESS3302F-PAR	VIP I	DUPLEX. PARALELO	72X60	6,600,000	600	900)	110	4
ESS3302F-ALT	VIP II	DUPLEX. ALTERNANTE	72X60	6,600,000	600	900)	110	4
ESS2102E-PAR	VIP I	DUPLEX. PARALELO	60X60	4 200.000	380	500	70	3
ESS2102E-ALT	VIP II	DUPLEX. ALTERNANTE	60X60	4,200.000	380	500	70	3
ESS2102F-PAR	VIP I	DUPLEX. PARALELO	60X60	4,200 000	500	850	70	4
ESS2102F-ALT	VIP II	DUPLEX. ALTERNANTE	60X60	4,200.000	500	850	70	4
ESS1652F-PAR	VIP I	DUPLEX. PARALELO	54X60	3,300 000	400	700	55	4
ESS1652F-ALT	VIP II	DUPLEX. ALTERNANTE	54X60	3,300.000	400	700	55	4
ESS1652F-ALT	VIP II	DUPLEX. PARALELO	54X60	3,300 000	330	460	55	3
ESS1652F-ALT	VIP II	DUPLEX. ALTERNANTE	54X60	3,300.000	330	460	55	3

NOTAS:

- A) La caída de presión es estimada
- B) La capacidad de intercambio se basa en el agua con 10 gpg de dureza total como carbonato de calcio a flujos de servicio especificados y libre de color, olor y turbidez
- C) Los flujo máximos se recomiendan para periodos de tiempo largos
- D) Dimensiones referidas a los tamaños nominales del tanque solamente
- E) No incluye areas de operacion ni de mantenimiento
- F) Las especificaciones están sujetas a cambios sin avisos

DESMINERALIZADORES

También conocidos como desionizadores, son equipos que remueven los iones del agua bajo el principio de intercambio ionico "iones de carga igual se repelen, iones de carga diferente se atraen" El influente atraviesa una cama de resina catiónica que atraerá los minerales metálicos de carga positiva, después atravesará una cama de resina aniónica para atraer los minerales no metálicos de carga negativa. Esta resina se encuentra en tanques separados y al flujo se le imprime presión para lograr el efecto deseado. Una vez que ambas resinas se saturan se requerirá regenerarlas es decir recargarlas con sus cargas naturales. La capacidad va de 32,000 a 920,000 granos de intercambio, permite la instalacion de controles tales que facultan al usuario para regenerar por tiempo calidad de agua, volumen limite de pH o combinación entre estas. La



calidad de agua que ofrece es desde 50.000 ohm/cm hasta 500/000 ohms/cm de resistividad en volúmenes de 0.5 a 200 gpm

CARACTERÍSTICAS:
DESMINERALIZADORES (DOBLE COLUMNA)
CONTROL "A" y s-100

MODELO	Resina base fuerte (ft ³)		Flujo (GPM)		Tubería (Pulg)	TANQUE (Pulg)	MODELO	Resina base debil (ft ³)	
	Cation	Anion	Minimo	Maximo				Cation	Anion
Polybond	Cation	Anion	Minimo	Maximo	(Pulg)	(Pulg)	Polybond	Cation	Anion
DM12A	2	2	1(02)	8(18)	1	12X52	DM12WA	2	1.6
DM14A	3.3	3.3	2(02)	10(18)	1	14X66	DM14WA	3.3	2.5
DM18A	5	5	3(02)	14(24)	1	18X66	DM18WA	5	4
DH18A	5	5	3(02)	18(10)	2	18X66	DH18WA	5	4
DH24A	10	10	5(02)	35(12)	2	24X66	DH24WA	10	8
DH30A	15	15	8(02)	50(12)	2	30X66	DH30WA	15	12
DH36A	20	20	10(02)	70(12)	2	36X70	DH36WA	20	16
DL42A	30	30	15(02)	100(12)	3	42X70	DL42WA	30	24
DL48A	40	40	20(02)	135(12)	3	48X70	DL48WA	40	32

DESMINERALIZADORES (DOBLE COLUMNA)
CONTROL "CQ"

MODELO	Resina (ft ³)		Flujo (GPM)		Tubería (Pulg)	TANQUE (Pulg)	MODELO	Resina (ft ³)	
	Cation	Anion	Minimo	Maximo				Cation	Anion
Polybond	Cation	Anion	Minimo	Maximo	(Pulg)	(Pulg)	Polybond	Cation	Anion
DM12Q	2	2	1(02)	8(18)	1	12X52	DM12WQ	2	1.6
DM14Q	3.3	3.3	2(02)	10(18)	1	14X66	DM14WQ	3.3	2.5
DM18Q	5	5	3(02)	14(24)	1	18X66	DM18WQ	5	4
DH18Q	5	5	3(02)	18(10)	2	18X66	DH18WQ	5	4
DH24Q	10	10	5(02)	35(12)	2	24X66	DH24WQ	10	8
DH30Q	15	15	8(02)	50(12)	2	30X66	DH30WQ	15	12
DH36Q	20	20	10(02)	70(12)	2	36X70	DH36WQ	20	16
DL42Q	30	30	15(02)	100(12)	3	42X70	DL42WQ	30	24
DL48Q	40	40	20(02)	135(12)	3	48X70	DL48WQ	40	32


**DESMINERALIZADORES
(LECHO - MIXTO)**

MODELO	Resina (ft ³)		Flujo (GPM)		Tuberia (Pulgadas)	TANQUE (Pulgadas)
	Catión	Anión	Mínimo	Máximo		
Polybond						
MB14	1.8	2.75	11(05)	16(08)	1	14X108
MB18	3	4.5	18(05)	27(08)	2	18X108
MB24	5.2	8	31(05)	47(08)	2	24X108
MB30	8.2	12.5	50(05)	75(08)	2	30X108
MB36	12	18	70 (5)	105 (8)	2	36x108
MB42	16	25	100(5)	145 (8)	3	42x108
MB48	32	32	125 (5)	190 (8)	3	

DESHIDRATADOR DE LODOS

Es un proceso que ayuda a la minimización de los residuos reduciendo aún más sus costos en la disposición. Por medio de calor indirecto los lodos (que normalmente provienen del filtro prensa) se depositan en la cámara mezcladora que es fabricada de acero inoxidable, donde se rompe la pasta con las aspas y se expone al calor reduciendo por evaporación el contenido de agua. Minimiza el peso y volumen en niveles cercanos al 75%. es decir que su costo de disposición de lodos será reducido igualmente. Se puede optar para operación continua o por lote, con energía eléctrica, gas o vapor. La cualidad de tener un secado indirecto le permite manejar una gran cantidad de diferentes tipos de lodos. La capacidad fluctúa de 1/2 a 32 pies cúbicos por hora. Su diseño permite que sea instalado directamente donde son descargados los sistemas de filtración o compactación.

PROCESO INDIRECTO DE DESHIDRATACION DE LODOS

El sistema de deshidratación está diseñado para cumplir con las estrictas regulaciones aplicadas a los equipos termicos tanto de operación como ambientales. La flexibilidad en su diseño permite instalarlo directamente a la descarga de los sistemas de filtración/compactación, lo que disminuye



el manejo de materiales. En ocasiones en que este manejo se haga necesario se adaptan, al sistema básico, equipos como transportadores o algún otro equipo de manejo de materiales.

El proceso de deshidratación se lleva a cabo por calor externo en la cámara de acero inoxidable, por medio de electricidad, gas o vapor, cualquiera de estas fuentes disponibles en las instalaciones. En el caso de utilizar vapor recomendamos se suministre a una presión de 60 a 100 psig, una presión menor alargaría el proceso. Aspas de acero inoxidable mantienen en movimiento constante los sólidos para permitir la eficiente remoción de la humedad. Una corriente de aire precalentado se recircula a la cámara para remover la carga de humedad generada. Cuenta con un control de temperatura tanto interno como a la salida de vapores, lo que controlara de forma eficiente el suministro de energía y un temporizador el que controla la duración del ciclo. La temperatura de operación normal es entre 120o y 180o C. La cualidad de ser un secado indirecto le permite manejar una gran cantidad de diferentes tipos de lodos.

Existen dos tipos de procesos.

1.- PROCESO CONTINUO:

Consiste en un diseño flexible que permite ubicar el equipo directamente bajo la descarga del lodo, lo que ahorra tiempo, espacio y riesgos en el manejo del material. La operación general del sistema continuo ACS, consiste en vaciar el material en el gusano dosificador. Comienza entonces el suministro a la cámara de deshidratación. El temporizador del proceso está preseleccionado para el ciclo definido de deshidratación. Las aspas de acero inoxidable continuamente mueven el material hacia adelante para descargar el material en el extremo opuesto del suministro. El control del equipo es de velocidad variable según requiera la humedad del lodo. El calor puede ser obtenido por gas o vapor.

ULTRAFILTRACIÓN

El influente es conducido al sistema por baja presión, donde membranas especiales de alta resistencia lo reciben para deliberarlo de materiales de alto peso molecular y sólidos suspendidos. Los fluidos viajan por la superficie de las membranas en forma horizontal a muy alta velocidad impidiendo la formación de lodos que obstaculicen y resten eficiencia de las mismas. Cada membrana es fabricada especialmente para cubrir exactamente sus necesidades. Los sistemas de ultrafiltración son capaces de remover por encima del 90% de los contaminantes, esto significa reducir costos de disposición y/o reciclado hasta de un 10%. Requiere un mínimo de energía para su funcionamiento y poca atención del operador. Son de capacidad variable, ya que van de 50 a 180 000 gpd. Remueve aceite emulsionado, refrigerantes, sólidos suspendidos, etc.

Una de las ventajas de un proceso de filtración por membranas es esencialmente el FLUJO CRUZADO comparado con el FLUJO DIRECTO.

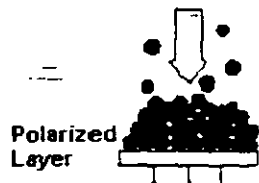


Figure 2 - No cross flow rate
Low permeate passage

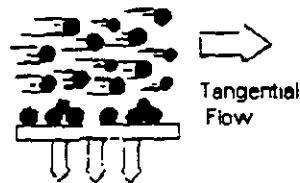
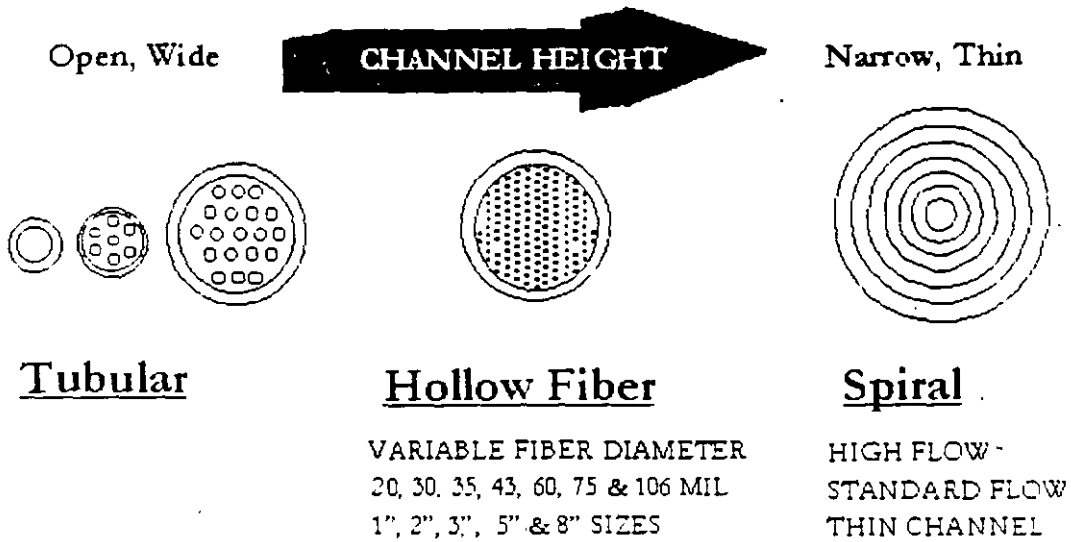


Figure 1- High cross flow rate
High permeate passage

Las limitaciones de un filtrado directo (convencional) provocan que los medios filtrantes se tapen con mucho mayor rapidez que la filtración por flujo cruzado. Al aplicar el flujo cruzado sobre la superficie filtrante se provoca una auto limpieza en la superficie de la membrana, disminuyendo la frecuencia y los costos de limpieza.

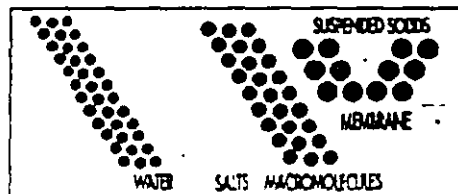
Existen varios tipos de membranas de Ultrafiltración para aplicaciones diferentes:

- Membranas Espirales que permiten que el agua a filtrar recorra toda la membrana y sea recogida en un canal central. Reduce costos de energía al reducir requerimientos de bombeo. Se puede operar a altas presiones y altas temperaturas.
- Membranas Tubulares (de ½" o 1" de diámetro). Trabaja muy bien en altas concentraciones de contaminantes, su limpieza puede ser tanto química como mecánica y su taponamiento es mínimo. Soporta altas temperaturas y altos rangos de pH.
- Membranas Fibra Hueca (Hollow Fiber) Son como pequeños popotes, lo que nos da una cantidad de área de filtración muy amplia comparado con el mínimo espacio.



SEPARACION POR MEMBRANAS:

La MICROFILTRACION es una membrana semi-permeable de baja presión para separar sólidos suspendidos del agua dejando pasar sales y macromoleculas

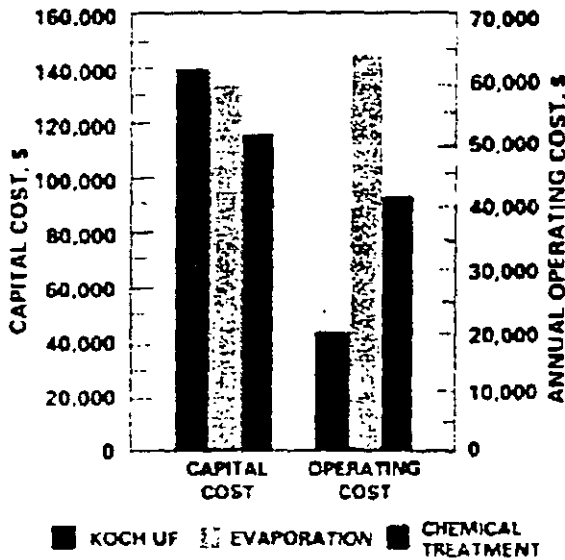




inicial más fuerte que los procesos físicos y/o químicos. Sin embargo el costo de operación, la disposición final y almacenamiento de residuos pueden hacer de esta una inversión muy interesante

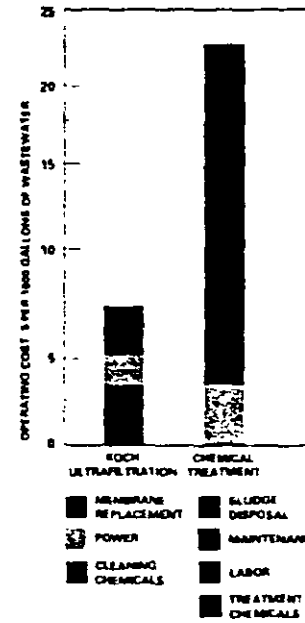
También es importante comparar la calidad del efluente después de ambos tratamientos, ya que el costo por tratamiento en reuso puede ser muy bajo. La descarga final de un tratamiento por membranas es muy uniforme, tanto en su cantidad como en su calidad

**CAPITAL AND OPERATING COST COMPARISON
 OF THREE METHODS TO TREAT EMULSIFIED
 OILY WASTEWATER**



COMPARISON BY KOCH CUSTOMER IN U.S.
 BASIS 4000 GAL/DAY
 CAPITAL COSTS INCLUDES INSTALLATION

**OPERATING COST COMPARISON
 MEMBRANE FILTRATION COMPARED TO
 CHEMICAL TREATMENT**



BASIS 5000 GAL/DAY OF MIXED OILY WASTEWATER
 COMPARISON BY A KOCH CUSTOMER

También es importante resaltar que algunos equipos de filtración físico y/o químicos pueden servir como pretratamiento para proteger a las membranas o bien para lograr la calidad de agua buscada

También la Ultrafiltración puede servir como pretratamientos importantes como el caso de la **OSMOSIS INVERSA** donde la calidad esperada es

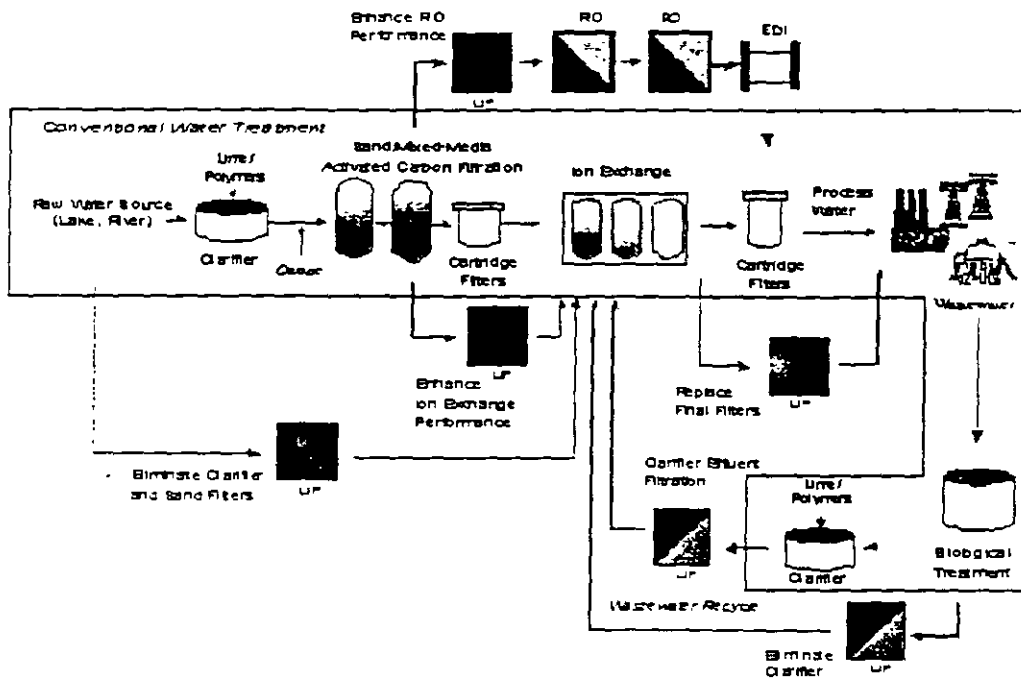
Componente	Remoción
Silice Coloidal	99.8%
Hierro	99.8%
Aluminio	99.8%
Sólidos Suspendedos	5 LRV
Turbidez	< 0.3 NTL



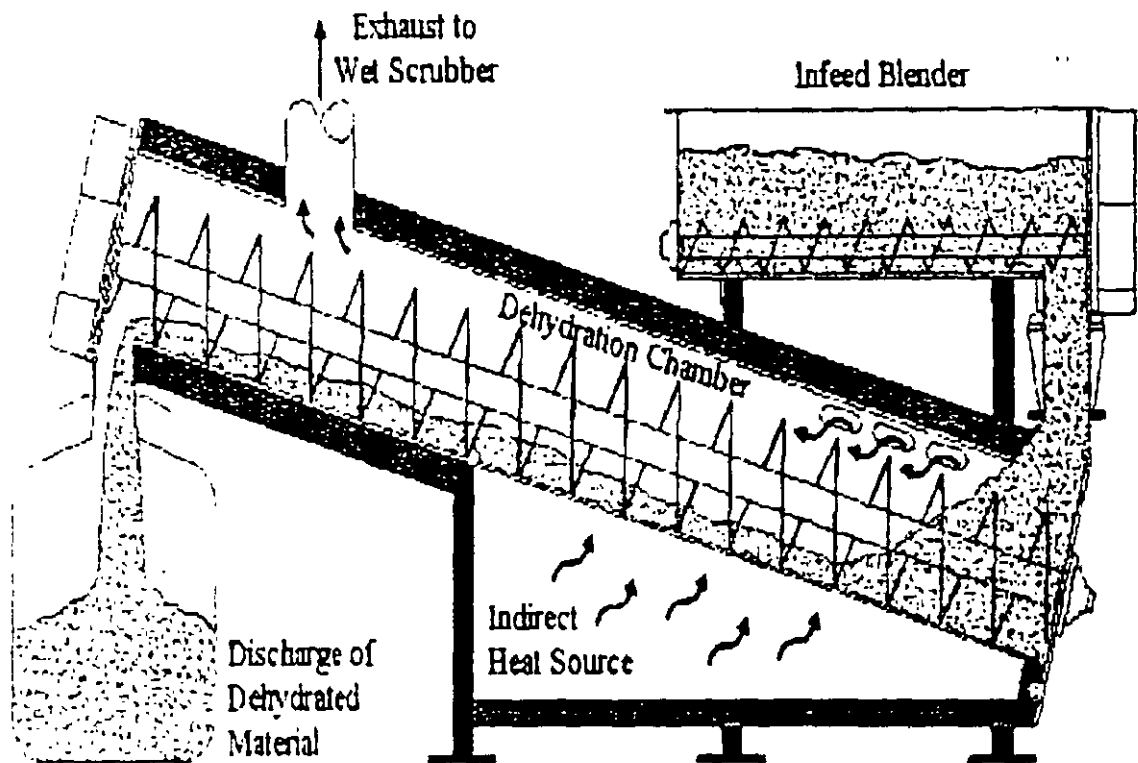
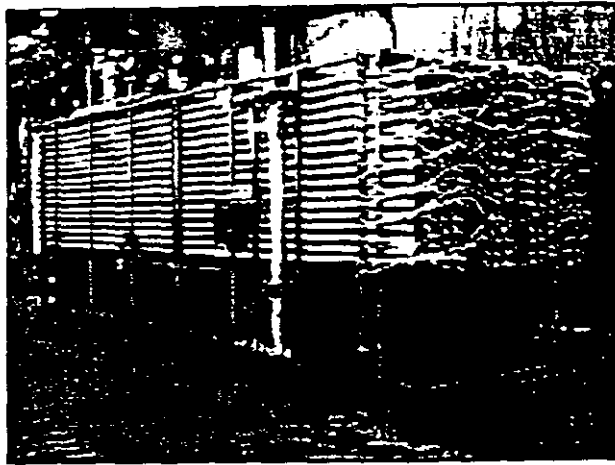
SDI (Silt Density Index)	< 10 SDI
Bacteria	6 LRV
Virus	5 LRV



Replacing Conventional Water Treatment with Ultrafiltration and Reverse Osmosis



No importa el tamaño de su descarga existen equipos desde 10 galones por día hasta su propio limite

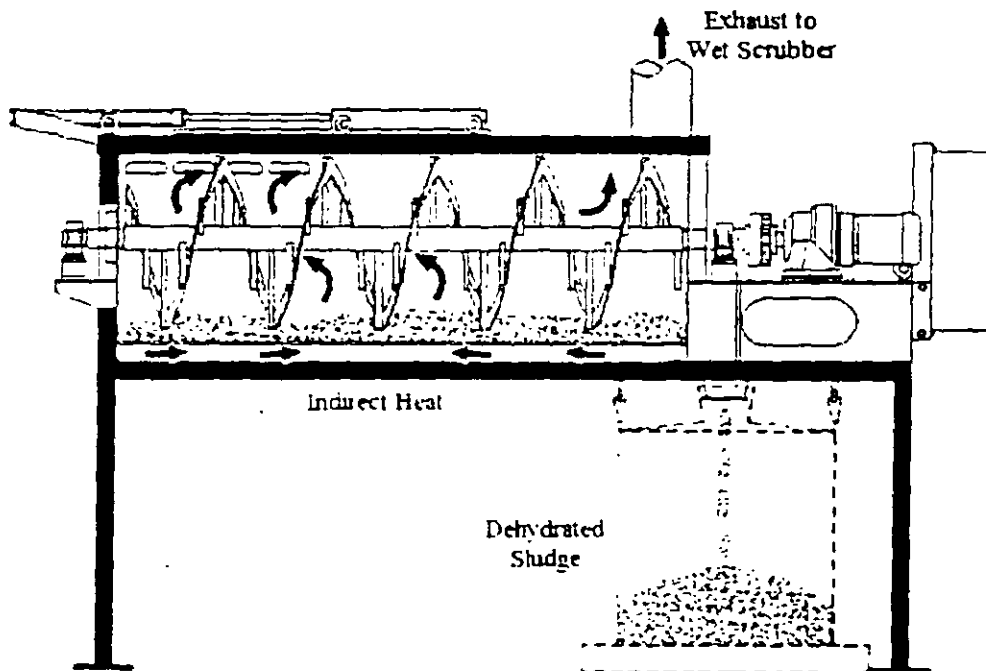


2.- PROCESO POR LOTE:

ACS tiene equipo de deshidratación por lote para aquellos procesos en que el tratamiento continuo es inoperante. La operación consiste en vaciar todo el material dentro de la cámara de secado. Una vez adentro todo el material a secar se calcula el tiempo de secado y se programa el temporizador. Una cuchilla de acero va rompiendo la pasta para exponerla al calor.



Cuando el ciclo termina (normalmente de 5 a 6 horas), el equipo para automáticamente. El operador solo tiene que cambiar la posición del botón hacia "descarga" para que automáticamente se vacie. Las capacidades de este modo de operación va de 4 ft³ a 100 ft³.




CARACTERÍSTICAS: -
SISTEMA POR LOTE

MODELO	CAPACIDAD (ft ²)	REQUERIMIENTO de Energía	DIMENSIONES en Pulgadas
BP4-E (Eléctrico)	4	9 kw	67 largo, 44 ancho, 55 alto
BP4-S (Vapor)	4	60 k BTU	
BP4-G (Gas)	4	27 lbs/hr	
BP8-E	8	18 kw	103 largo, 44 ancho, 55 alto
BP8-S	8	120 k BTU	
BP8-G	8	54 lbs/hr	
BP15-E	15	30 kw	67 largo, 56 ancho, 67 alto
BP15-S	15	198 k BTU	
BP15-G	15	89 lbs/hr	
BP30-S	30	267 lbs/hr	139 l, 56 a, 67 alto

SISTEMA CONTINUO

MODELO	CAPACIDAD DE PROCESO (ft ³ / hr)	CONSUMO MAXIMO BTU	DIMENSIONES En Pulgadas
CP 150	3/4 - 1 1/2	180,000	150 l, 60 a, 63 alto
CP 400	2 - 4	320,000	160 l, 65 a, 63 alto
CP 800	6 - 8	640 000	195 l, 75 a, 63 alto
CP 800-2	12 - 16	1,280,000	195 l, 120 a, 63 alto
CP 800-3	18 - 24	1 920,000	195 l, 240 a, 63 alto
CP 1200	12 - 16	1,280,000	195 l, 83 a, 75 alto
CP 1200-2	24 - 36	2,560,000	195 l, 166 a, 75 alto

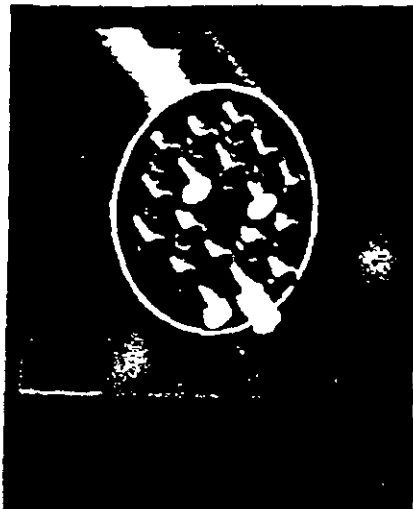
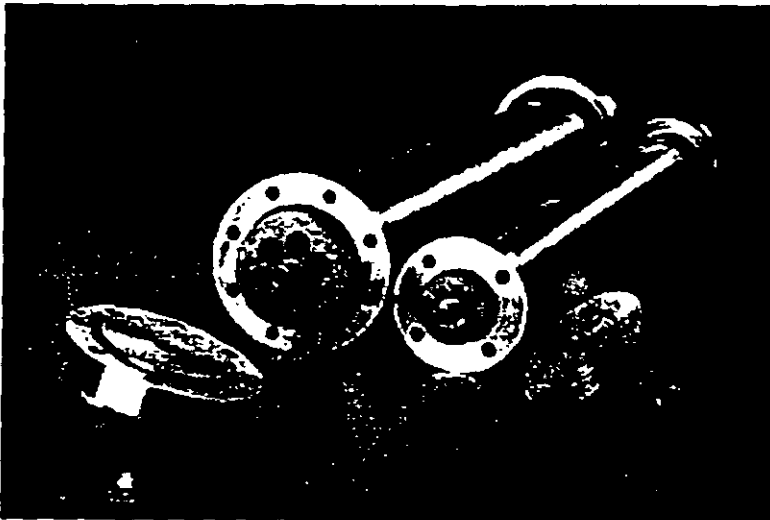


NANOFILTRACIÓN

Nanofiltración es un proceso de filtración por membranas operadas bajo presión en la que solutos de bajo peso molecular (1000 daltons) son retenidos, pero las sales pasan, total o parcialmente, a través de la membrana con el filtrado. Esto provee un rango de selectividad entre las membranas de Ultrafiltración y Osmosis Inversa, permitiendo simultáneamente concentración y desalado de solutos orgánicos. La membrana NF retiene solutos que la UF pasaría, y deja pasar sales que la OI retendría. En algunas aplicaciones, su selectividad entre moléculas de tamaños similares es la clave del éxito del proceso de separación con membrana.

Permitiendo un paso, prácticamente libre, de iones monovalentes, la membrana de nanofiltración reduce el incremento del gradiente de presión osmótica, a la que contribuyen las sales monovalentes. Como resultado, una mayor cantidad de producto (permeado) es posible.

Las membranas de Nanofiltración pueden ser membranas tubulares o espirales, hechas especialmente para la recuperación de cáusticos y ácidos.



Estas membranas poseen una excelente estabilidad a largo plazo en soluciones tales como Hidróxido de Sodio, Hidróxido de Potasio, Acido Fosfórico y Acido Nítrico en concentraciones del 10 % o mayor

Todos los materiales de construcción de esta membrana han sido cuidadosamente seleccionados para alcanzar

95% Recuperación de Cáustico

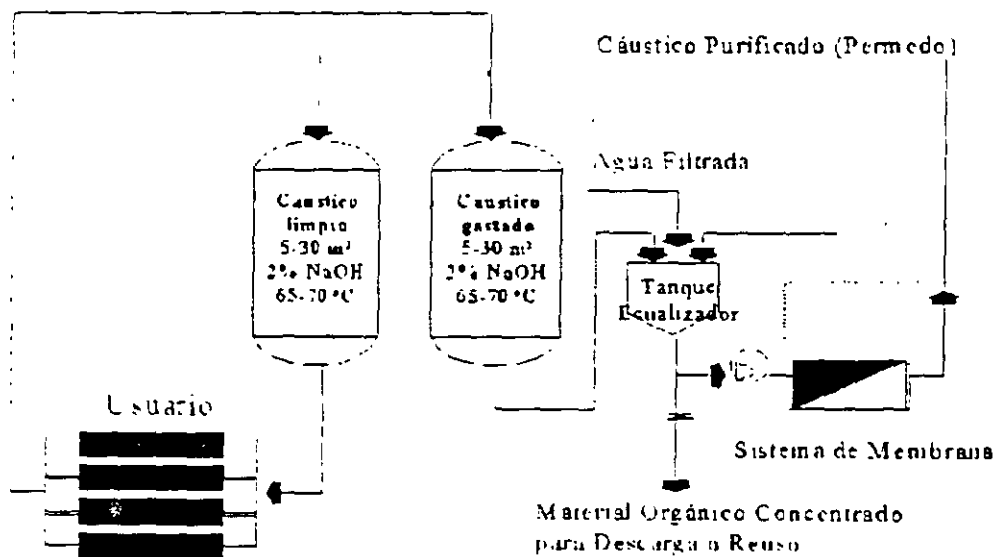
90% Reducción de DQO

95% Ahorro Energía (calor) y Agua

80 al 90% Reducción de Calcio

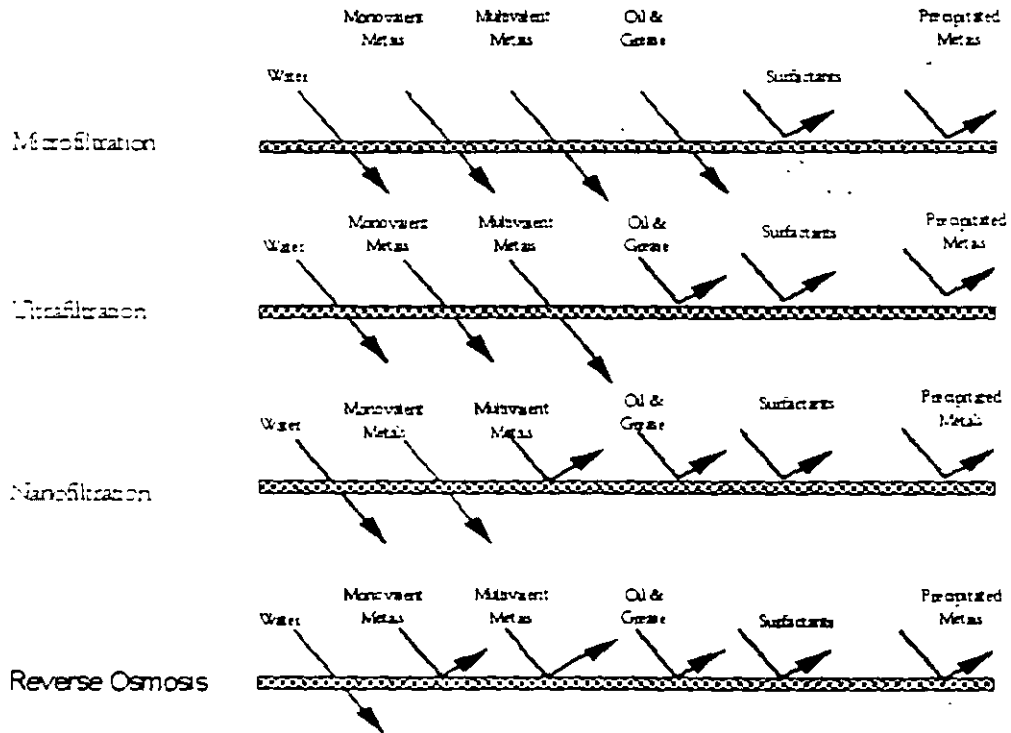
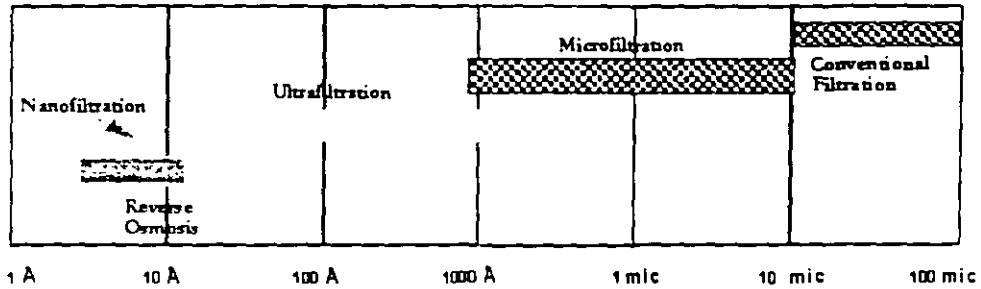
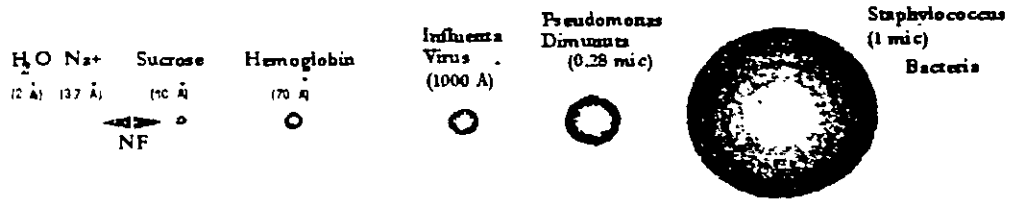
Operacion hasta 70° C de Temperatura

Rangos entre 1 a 14 de pH



Las siguientes Tablas nos ayudan a conocer la capacidad de rechazo de las diferentes membranas

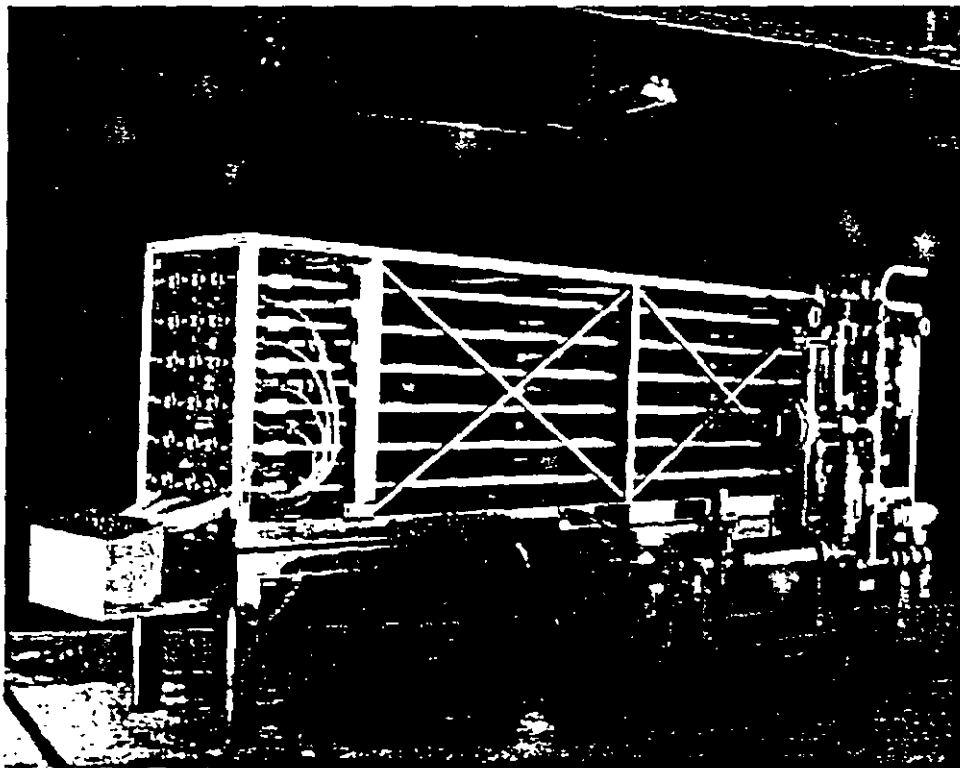
MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO

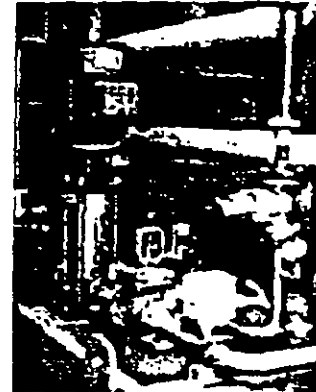
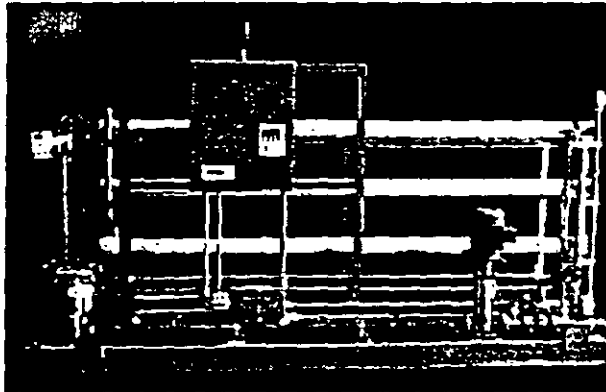


APLICACIONES DE MEMBRANAS SeIRO®

Alimentos, Lácteos y Bebidas

- Lavado Evaporador (CIP) Lácteos
- Lavada Tubería (CIP) Lácteos
- Lavado Caústico en Cerveza y Bebidas
- Columna de Resina PVPP
- Reciclado de regeneración de Intercambio Iónico
- Reciclado de Agua de Lavados en Alimentos
- Desmineralización de Suero
- Desmineralización de Jugo, Decolorado
- Recuperación de Azucares
- Color Natural, Desazucarado
- Vitaminas, Desazucarado





FILTRACIÓN POR ÓSMOSIS INVERSA

Equipo sofisticado, encargado de remover sólidos disueltos en el agua, ya sean sales, moléculas orgánicas, etc. a muy alta presión. El influente se conduce a las membranas semi-permeables, para pasar de un estado de alta concentración, a un estado bajo. Libera hasta en un 99.5% el agua tratada de sus contaminantes. Esta membrana solo dejará pasar las moléculas de agua, atrapando, incluso las sales disueltas. Durante la operación, el agua misma es usada para lavar la membrana, lo que disminuye los gastos de operación. Aunque la mayoría de las veces, el equipo de Osmosis Inversa es la parte final del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales por la fineza de su trabajo, se utiliza en procesos de Potabilización, Agua para proceso, Desalinización etc. La capacidad es de: 150 a 100,000 gpd o capacidades mayores adaptados a la medida.

PLANTAS PAQUETE DE OSMOSIS INVERSA PARA USO COMERCIAL E INDUSTRIAL

PRINCIPALES BENEFICIOS

- Flujos de 10 a 150 gpm
- 100 % automáticas
- PLC (Control Lógico Programable) integrado
- Central de alarmas electrónicas
- Plataforma estructural de acero con recubrimiento epóxico
- Recuperación de 55% a 80%
- Porta membranas de Fibra de Vidrio
- Tableros y Controles NEMA 4
- Tubería PVC cédula 80 y Acero Inoxidable
- Conexiones Vitaulic
- Puertos de Muestreo por Tubo de Membrana
- Salidas y entradas electrónicas adicionales en el PLC


COMPONENTES BASICOS.

- Prefiltración de 5 micras de acero inoxidable
- Membranas de ultra baja presión TFC
- Vessels (Contenedores) de Fibra de Vidrio
- Bomba de Alta Presión Multietapas de acero inoxidable
- Válvulas Reguladoras de flujo en acero inoxidable
- Medidor electrónico de flujo de agua de producto
- Medidor de flujo en acrílico para agua de rechazo
- Medidor electrónico de conductividad en permeado
- Switch de presión en Membranas y Producto
- Alarma audible y visual
- Switch de control de pretratamiento y tanque de almacenamiento
- Interruptor de arranque general del sistema
- Electricidad 110 // 220 // 440 Volts (50/60 Hz)
- Manómetros de acero inoxidable rellenos de glicerina

MODELO	Flujo (gpm)	Flujo Diario (Galones)	Membrana	Número de Membrana s	Bomba (hp)	Tubería (pulgadas)	
						Entrada	Salida
EN 10-STD	10	14.400	4 x 40	9	3	1.5	1
EN 15-STD	15	21.600	4 x 40	12	5	1.5	1.5
EN 20-STD	20	28.800	4 x 40	18	5	2	1.5
EN 40-STD	40	57.600	4 x 40	36	7.5	2.5	2
EN 60-STD	60	86.400	4 x 40	54	10	3	2.5
EN 80-STD	80	115.200	8 x 40	18	15	3	2.5
EN 100- STD	100	144.000	8 x 40	18	20	4	3
EN 150- STD	150	216.000	8 x 40	30	25	4	3

OPCIONES

- Bombas Dosificadoras para Químicos (con sensor de bajo nivel y alarma)
 - Monitor Electronico de pH (con control para dosificación y alarmas)
 - Auto-Flush incluye valvula automatica y accesorios para instalación
 - Medidor electronico de conductividad en alimentación
 - Medidor electronico de ORP (Potencial de óxido reducción)
 - Medidor electronico de Flujo de Rechazo y/o de Alimentación

CARACTERÍSTICAS:

Modelo	Flujo GPD	Membranas No. y tamaño (pulg)	% recuperación	HP-voltaje
R1D40	650	1 de 2.5x40	17-75	1/2-

				110V/60Hz/1ph
R2D40	1200	2 de 2.5x40	31-75	1/2-110V/60Hz/1ph
R3D40	1650	3 de 2.5x40	42-75	1/2-110V/60Hz/1ph
R4D40	2000	3 de 2.5x40	51-75	1/2-110V/60Hz/1ph
R1F40	2000	1 de 4.0x40	18-75	1 - 220V/60Hz/1ph
R2F40	3900	2 de 4.0x40	32-75	1 - 220V/60Hz/1ph
R3F40	5600	3 de 4.0x40	42-75	1 - 220V/60Hz/1ph
R4F40	7500	4 de 4.0x40	34-75	3-220V/60Hz/1ph
R5F40	9500	5 de 4.0x40	37-75	3-220V/60Hz/1ph
R6F40	10800	6 de 4.0x40	42-75	3-220V/60Hz/1ph

CARACTERISTICAS DE LOS MODELOS R1D40 al R4D40:

BUENO Circuito de control de 24 volts, Contenedor de plástico NEMA 4. Salida/entrada de diseño contra derrames y con empaques, Candado de pretratamiento, Conexión de control de nivel, Conexiones a la terminal, Switch de encendido NEMA 4, Válvula solenoide de entrada (24 v), Switch de baja presión (24v), Prefiltro de 5 micras de 10". Bomba Procon de bronce. Manómetro de presión con líquido, Estructura de acero recubierta, Válvula de recirculación de rechazo, Valvula de control ajustable de rechazo.

MUY BUENO Además de lo Bueno, Medidor de flujo de producto, Medidor de flujo de concentrado

MEJOR Además de lo Bueno y lo Muy Bueno, Luz de encendido NEMA4 (24v), Luz de encendido de bomba NEMA4 (24v), Indicador de baja presión NEMA4 (24v), Medidor de sólidos disueltos de producto, Auto flush de alta presión

CARACTERISTICAS DE LOS MODELOS R1F40 al R6F40:

BUENO Bomba centrífuga de acero inoxidable, Entradas/salidas de acero inoxidable

MUY BUENO Además de lo Bueno, Medidor de flujo de producto, Medidor de flujo de concentrado

MEJOR Además de lo Bueno y lo Muy Bueno, Luz de encendido NEMA4 (24v), Luz de encendido de bomba NEMA4 (24v), Indicador de baja presión NEMA4 (24v), Medidor de sólidos disueltos de producto, Auto flush de alta presión

Desempeño Basado en:	Requerimientos de Operación:	Opciones de Instalación:	Equipo
<ul style="list-style-type: none"> Alimentación de TDS de 1000 mg/l SDI <3 Cloro Libre de 0.1 mg/l máximo Temperatura de agua de alimentación, 77°F 	<ul style="list-style-type: none"> Alimentación NO incrustante Presión de Entrada de 20 a 75 psi pH de 2 a 11 unidades Temperatura de alimentación de 35 a 95°F 	<ul style="list-style-type: none"> Auto Flush de Alta Presión TDS de Producto Medidores de Flujo de Producto Medidores de Flujo de Rechazo 	Bueno. Bueno. Bueno Bueno

LÁMPARAS DE LUZ ULTRAVIOLETA

Es un proceso germicida que logra erradicar la contaminación microbiológica. Con una tecnología simple (sin adición de químicos ni cambios en la química general del agua), se hace pasar el influente por un cámara donde se encuentran las lamparas que emiten rayos de luz ultravioleta. Cuando los microorganismos tienen contacto con la radiación UV son automáticamente destruidos, logrando una exterminación del 99.99%. No necesita mantenimiento, 100% automática, no daña al medio ambiente, fácil de instalar, más efectiva que el cloro. Capacidades desde residenciales (0.5 gpm) hasta industriales (1,500 gpm).

EQUIPOS DE LUZ ULTRAVIOLETA**Modelo 1/2 gpm**

SQ-P Filtro/ósmosis punto de uso, tubo cuarzo, balastra, con indicador LED, conexiones 1/4" MNPT

Modelo 2 gpm

S2Q-P Tubo cuarzo, balastra con indicador LED, conexiones 1/2" MNPT
S2Q Tubo cuarzo, balastra con indicador LED y alarma audible, conexiones 1/2" MNPT, cubierta de aluminio

Modelo 5 gpm

S5Q-P Tubo cuarzo, balastra, con indicador LED, conexiones 3/4" MNPT
S5Q Tubo cuarzo, balastra con indicador LED y alarma audible, conexiones 3/4" MNPT, cubierta de aluminio

Modelo 8 gpm

S8Q Tubo cuarzo, balastra con indicador LED y alarma audible, conexiones 3/4" MNPT, cubierta de aluminio

Modelo 12 gpm

S12QA Tubo cuarzo, balastra con indicador LED y alarma audible, conexiones 3/4" MNPT, cubierta de aluminio
S12QAUV Tubo cuarzo, balastra con monitor de intensidad de UV, indicador LED y alarma audible, conexiones 3/4" MNPT, cubierta de aluminio, salida opcional a solenoide, salida opcional para alarma, medidor por horas

Modelo 24 gpm

S24QA Tubo de cuarzo, alarma audible e indicador LED, conexiones 1" MNPT
S24QAUV Tubo de cuarzo, monitor de intensidad, alarma audible e indicador LED, conexiones 1" MNPT, conexión opcional para solenoide y para alarma opcional, medidor por horas

Modelo + 24 gpm

SUV24 Unidad básica de 24 gpm, con conexiones de 1" MNPT



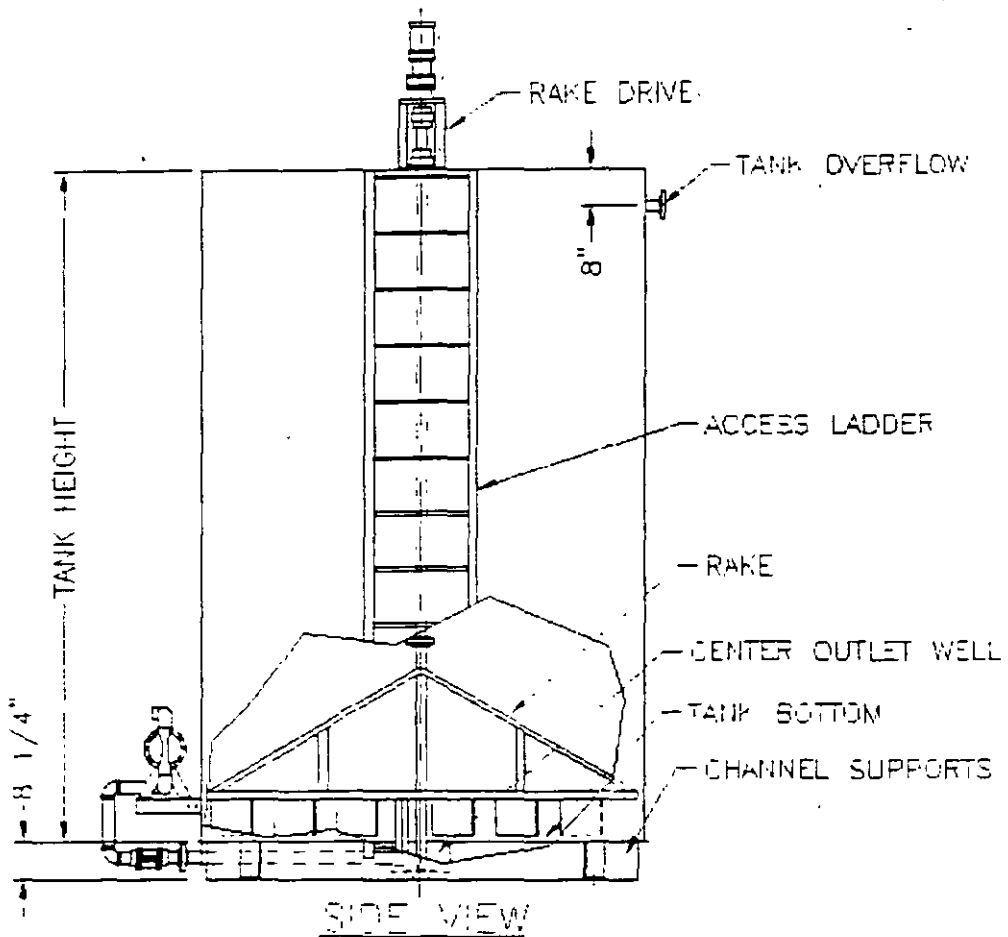
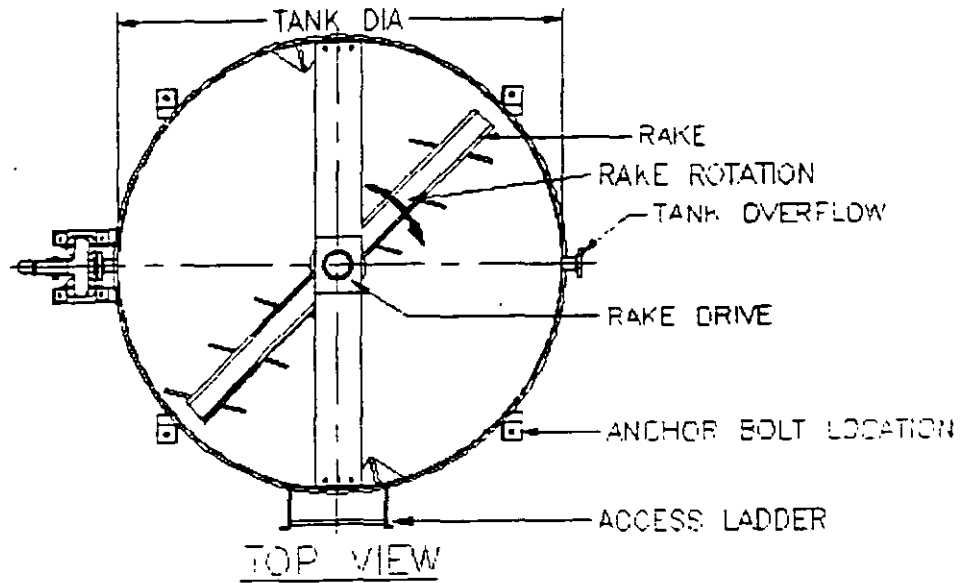
SUV40	Unidad básica de 40 gpm, con conexiones de 1 1/2" MNPT
SUV65	Unidad básica de 65 gpm, con conexiones de 2" MNPT
SUV100	Unidad básica de 100 gpm, con conexiones de 2" MNPT
SUV 225	Unidad básica de 225gpm, con conexiones de 4" brida, 8 lámparas, 4 balastras, 110 o 220 volts. incluye SUV-COP, en acero inoxidable

SISTEMAS DE AGUA PARA BEBER

S1Q-DWS	Esterilizador de 3/4 gpm, con 2 filtros, uno de 5 micras para reducción de sedimentos y el segundo de carbón para reducción de olor/sabor
S1Q-DWS-M	Esterilizador de 3/4 gpm, con 2 filtros, uno de 5 micras para reducción de sedimentos y el segundo de carbón para reducción de olor/sabor. Viene además con un medidor de cerrado automático que mide el galonaje total que fluye a través de la unidad

ESPESADOR DE LODOS

El espesador es creado para cubrir la necesidad de reducir la cantidad de lodos, con el fin de abatir los inconvenientes de disposición, confinamiento y manejo de materiales peligrosos. El proceso se lleva a cabo por gravedad específica a muy bajo costo, ya que se puede descargar con una densidad del 12% al 15% de sólidos por peso. Mejora la eficiencia, reduce la resistencia y afecta los costos de los procesos subsecuentes. Esto al descargar lodo con una mayor proporción de sólidos. Facilita la transportación y la disposición, es decir, reduce de manera considerable los sólidos a manejar, así como el tamaño de las bombas de lodo, la dimensión de los filtros y el área de confinamiento.



**MODELOS DE ESPESADORES DE LODOS**

Modelo	Tamaño diam x alto (pies)	Capacidad (galones)	Torque	Caballos de Fuerza (Hp)
ST-4/6	4 x 6	750	2,100	0.12
ST-5/6	5 x 6	880	5,200	0.12
ST-6/8	6 x 8	1,690	5,200	0.12
ST-6/12	6 x 12	2,500	5,200	0.12
ST-6/16	6 x 16	3,350	5,200	0.12
ST-8/8	8 x 8	3,000	7,800	0.25
ST-8/12	8 x 12	4,500	7,800	0.25
ST-8/16	8 x 16	6,000	7,800	0.25
ST-8/24	8 x 24	9,000	7,800	0.25
ST-10/8	10 x 8	4,700	15,000	0.50
ST-10/12	10 x 12	7,000	15,000	0.50
ST-10/16	10 x 16	9,400	15,000	0.50
ST-10/24	10 x 24	14,100	15,000	0.50
ST-10/32	10 x 32	18,800	15,000	0.50
ST-12/12	11' 10" x 12	10,150	23,400	0.50
ST-12/16	11' 10" x 16	13,500	23,400	0.50
ST-12/24	11' 10" x 24	20,300	23,400	0.50
ST-12/32	11' 10" x 32	27,000	23,400	0.50
ST-13 5/12	13' 6" x 12	12,875	34,700	1.0
ST-13.5/16	13' 6" x 16	17,000	34,700	1.0
ST-13 5/24	13' 6" x 24	25,750	34,700	1.0
ST-13 5/32	13' 6" x 32	38,000	34,700	1.0

DESNATADOR DE ACEITE

Separa aceites solubles, recolecta el líquido contaminante en un sencillo proceso de tensión superficial y gravedad específica. La banda sinfín se hace girar al estar inmersa en el líquido contaminado. El aceite flotante se adhiere a la banda, es removido por unos limpiadores y descargado por un canal adyacente para su disposición o reuso. La capacidad va de 4 a 200 gph.



MIGHTY MINI

- El más pequeño y más ligero Desnatador de la familia Abanaki. Pesa aproximadamente 6 libras (2.7 kg)
- Fácil de llevar a la fuente del problema. Puede adaptarse casi a cualquier tanque
- Puede retirar aceite hasta 2.0 gph (7.6 lph)
- Diseñado para profundidades de tanques de 6" a 24" (15.2 cm a 61.0 cm)
- La banda y la polea pueden colocarse en un hoyo de 2" (5.1 cm) de diámetro
- Muy bueno para talleres de servicio automotriz
- Muy económico
- Usos: Máquinas CNC, fresadoras, troqueladoras, tanques de 55 galones

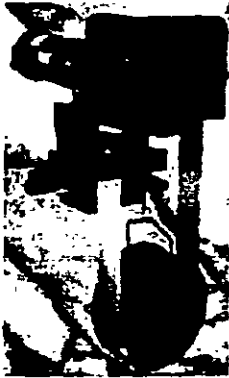
TOTE-IT Portátil

- Peso ligero, aproximadamente 36 libras (16.3 kg)
- Se pueda instalar permanente en áreas de acceso limitado
- Puede retirar aceite hasta 12 gph (45 lph)
- Longitud normal es 5 pies centro a centro (10 pies máximo)
- Para aplicaciones de medio uso rudo: lavado de partes, tanques, lavado de maquinaria automotriz como camiones, trenes, para plantas de procesamiento de alimentos, etc



OIL GRABBER Modelo 4

- Una sola unidad separa aceite a un promedio de hasta 20 gph
- Retira aceite elevandolo hasta una altura de 100 pies sin la necesidad de bombas caras
- Mantiene la eficiencia del desnatado cuando hay fluctuaciones del nivel en el tanque
- Se pueda usar en profundidades superficiales desde un pie
- No requiere modificaciones del tanque en la mayoría de aplicaciones
- Opera en efluentes turbulentos, utilizando los aditamentos opcionales como la polea de cola, etc
- De Fácil montura y limpieza rápida, con mantenimiento mínimo

**OIL GRABBER Modelo 8**

- Similar al modelo 4 con rasgos adicionales
- Una sola unidad eleva y separa aceite a un promedio de hasta 40 gph
- Se pueda usar con todos los opcionales: Calentador, rastrillos, banda y polea de cola, etc.
- Ahorra refrigerantes y conserva el agua de lavado limpia
- Usos Colectores de aceite, sistemas de enfriamiento por aceite, lagos o estanques

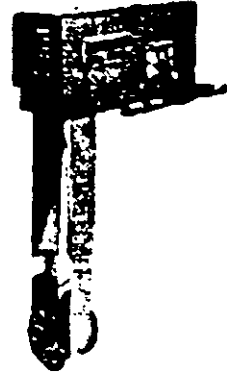
**OIL GRABBER Modelo MB**

- Diseñado para trabajos que requieren alta capacidad de separación de grasa
- Cada banda incrementa la separación de aceite en un promedio de 40 gph
 - 2 x 8 desnata 80 gph
 - 3 x 8 desnata 120 gph
 - 5 x 8 desnata 200 gph
- Utiliza cinturones y limpiadores continuos para retirar aceite de la superficie del fluido



OIL BOSS

- Desnata hasta 16 gph
- Completamente construido de Acero Inoxidable
- La Unidad está completamente cubierta en sus partes móviles
- Viene con una luz piloto de encendido y apagado
- De fácil limpieza y mantenimiento

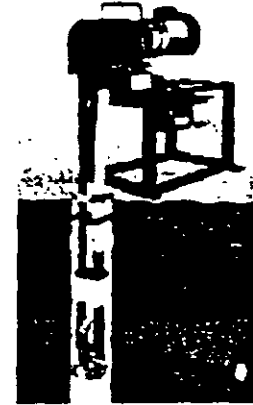


GREASE GRABBER

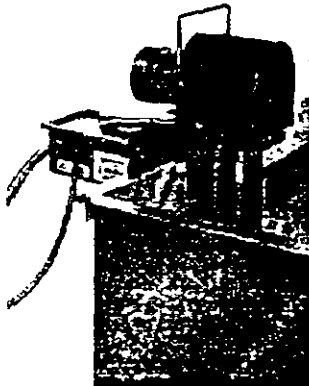
- La unidad más ruda de Abanaki
- Trabaja en grasas y aceite
- Desnata hasta 160 gph (606 lph)
- Diseñado para ambientes sumamente exigentes
- Brazo opcional movable para alcanzar hoyos y tanques grandes
- Puede integrar un calentador de 700W que mantiene la grasa fluida para una fácil descarga

PETROTRACTOR Desnatador de Aceite para Pozos

- Usado principalmente para limpieza (remediation) del subsuelo.
- Tres variedades a elegir
 - PX-A por 2" pozos del diámetro (3gph, SAE 30)
 - PX-B por 4" pozos del diámetro (6gph, SAE 30)
 - PX-C por 6" pozos del diámetro (12 [gph], SAE 30)
- Pueden ser incluidas las siguientes opciones: Adecuaciones al montaje del equipo cronometro tambor contenedor para 55 galones con switch interreuptor



OIL CONCENTRATOR



- Retira agua residual del aceite
- Proporciona una separación casi completa de agua/aceite
- Equipo adicional para todas las aplicaciones de los desnatadores de aceite
- No utiliza electricidad, cronómetros, sensores, bombas u otro partes móviles
- Varios tamaños para cualquier aplicación
- Calentador optativo para alta viscosidad de grasas o muy bajas temperaturas
- Sus partes móviles facilitan el mantenimiento rutinario

VENTAJAS ADICIONALES:

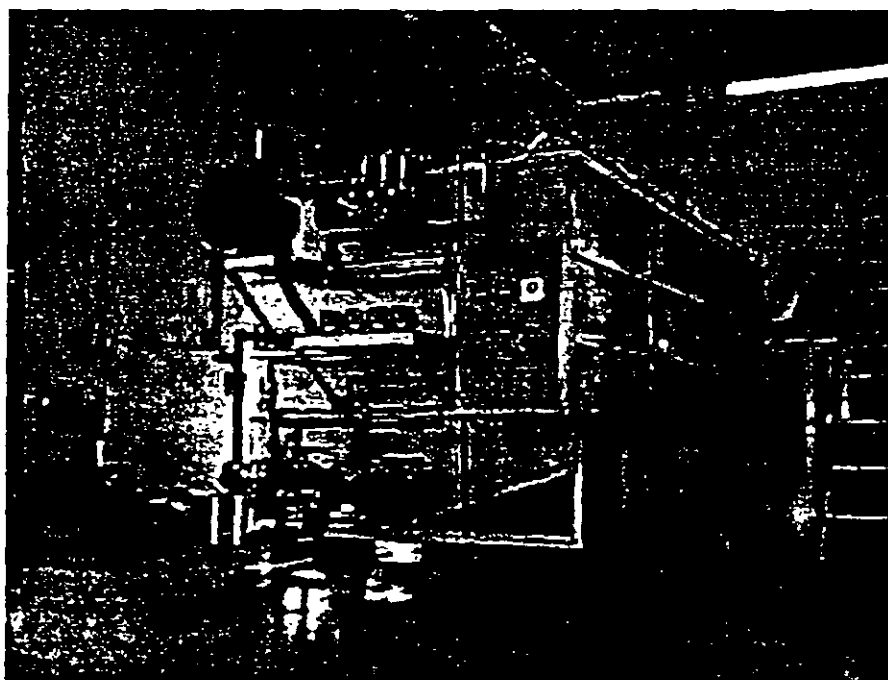
- Los materiales de las bandas sinfin son variados y para cada aplicación: acero resistente a la corrosión, acero al carbono, de polímeros y elastómeros.
- El material del limpiador puede ser Nitrile, CRV, cerámico impregnado con caucho, etc.
- La mayoría de los contenedores son recubiertos con pintura resistente a la corrosión, cuando no son de acero inoxidable 316.
- Los desnatadores abarcan un rango alto de temperaturas y pH entre 1 y 13.
- El usuario especifica la exacta longitud de la banda; se aplican restricciones.
- Todas las unidades trabajan con motor eléctrico y reductor de velocidad.

COMO SELECCIONAR SU DESNATADOR

Capacidad de remoción	Desnataadores de Aceite Industriales					Aplicaciones Particulares		
	Uso Ligero	Uso Mediano	Uso Rudo Ligero	Uso Rudo Mediano	Uso Rudo Pesado	Remediación de Subsuelo	Grasa Espesa	Acero Inoxidable
1 gph	a	b	b	c	d	h	i	f
2 gph	a	b	b	c	d	h	i	f
3 gph		b	b	c	d	h	i	f
6 gph		b	c	c	d	h	i	f
12 gph		b	c	c	d	h	i	f
16 gph			c	d	d		i	f
20 gph			c	d	d		g	
40 gph				d	e		g	
80 gph					e		g	
120 gph					e		g	
160 gph					e		g	
200 gph					e			

Basado en remocion de Aceite de motor SAE 30

Basado en remoción de Grasa de Plexelene 750



(gph = galones por hora de aceite removido/desnataado)

PLANTA PAQUETE DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO

Bajo el principio de aireación extendida, el equipo proporciona suficiente oxígeno y nutrientes para brindar "condiciones ideales" que desarrollan colonias de bacterias y microorganismos que al multiplicarse, destruyen los contaminantes biológicos que viven en el agua. El equipo

debe ser usado en cualquier parte donde se producen desechos biológicos, y la descarga sea a instalaciones municipales (como alcantarillado, fosas sépticas, etc.) o en ríos, mares, etc. Los ejemplos más comunes son: escuelas, fabricas, sanatorios, hoteles, restaurantes, conjuntos



EXPLORACION Y PRODUCCION
UNIDAD DE PERFORACION
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



habitacionales, aeropuertos y ciudades principalmente. Pensando en las necesidades de desarrollo de nuestros clientes, este equipo puede expandirse sin limite y acoplarse al crecimiento de su empresa y/o necesidades.

La Planta Paquete de Tratamiento Biológico se basa en la tecnología de biodegradación y sedimentación a gran velocidad, este sistema es único debido a su tamaño y a su operación respecto a la eficiencia que ofrece contra el tamaño reducido. Estas tecnologías se combinan en la prefabricación y al ser una sola unidad (skyd mounted) puede ser transportado en contenedores con código ISO de manera fácil y rapida.

Descripción General

El Sistema **ACS High-Speed Bio-Tec** se basa en la tecnología de biodegradación y sedimentación a gran velocidad, este sistema es único debido a su reducido tamaño y a su operacion con respecto a la eficiencia volumétrica

Estos Sistemas, son diseñados para áreas interiores en cuartos cerrados con ventilacion adecuada o pueden ser colocados en el exterior, bajo resguardo y con ventilación natural. Los Sistemas son excesivamente aireados, el olor causado por la descomposición anaeróbica es insignificante.

Criterios para dimensiones

Cualquier Planta Paquete de Tratamiento Biológico debe estar basada en mediciones reales de flujo de descarga, para que sea tratado con relacion a la carga hidráulica y el material organico disuelto o suspendido y aplicable a las condiciones de descarga que fije el gobierno local o federal.

Después de haber interpretado suficiente información estadística de diversas comunidades municipales, amplias áreas de oficinas, colegios, etc. Se ha seleccionado un factor de generación de desechos por persona para determinar el diseño y tamaño de estos Sistemas. El término "Pe" es igual a una Persona*.

* Estos datos pueden variar según las reglamentaciones locales, la aplicación o el lugar, en caso necesario se sugiere verificación.

El Sistema es específicamente designado para condominios, pequeñas áreas residenciales, oficinas, colegios, hoteles, áreas comerciales, centros deportivos y/o sociales, áreas de esparcimiento, etc basado en los siguientes datos:

Flujo de Descarga	Q	114 lts/Pe/día	30 GPD/Pe
Sólidos Totales Suspendidos	STS	60 g/Pe/día	.13 #/día/Pe
Materia Orgánica	DBO	20 g/Pe/Día	.04 #/día/Pe
Nitrogeno	N	7 g/Pe/Día	.015 #/día/Pe
Fósforo	P	16 g/Pe/Día	.0015 #/día/Pe

Definiciones



DBO = (Demanda Bioquímica de Oxígeno₅)

Pe = Persona; lts = Litros; g = gramos; GPD = Galones por día; # = libras

Capacidades

El Sistema **ACS High-Speed Bio-Tec** está fabricado en longitudes de 2 pies, incrementándose para ajustarse a las necesidades particulares. Los sistemas de longitud básicos de 15', 21', 27', 33' y 39' con 3 cámaras de sedimentación, tienen las siguientes capacidades nominales a una descarga garantizada de hasta 30ppm DBO como promedio diario:

Modelo	15CON3	21CON3	27CON3	33CON3	39CON3
Capacidad	400 Pe	600 Pe	800 Pe	1000 Pe	1200 Pe

Para Sistemas de 2 cámaras de sedimentación con una descarga garantizada de hasta 80 ppm DBO como promedio diario:

Modelo	15CON3	21CON3	27CON3	33CON3	39CON3
Capacidad	600 Pe	900 Pe	1200 Pe	1500 Pe	1800 Pe

Para los sistemas con un requerimiento más estricto de DQO (Demanda Química de Oxígeno) será necesario incrementar el tiempo de retención y en consecuencia reducir la capacidad hidráulica. Dichos sistemas serán diseñados como sistemas particulares basados en las necesidades obtenidos del análisis de la descarga.

Sistema de Pre-Sedimentación

La descarga del desague que el cliente proporciona, descarga en una fosa o tanque con una combinación de tres funciones: sedimentación, amortiguamiento y bombeo, que incluirá una rejilla para separar sólidos gruesos. La capacidad de amortiguamiento deberá ser suficiente para controlar el nivel de descarga diaria en los picos de flujo. La capacidad de almacenamiento deberá considerarse entre 12-16 hrs dependiendo del perfil del flujo. Distribuyéndose como sigue: 5/8 del volumen es para la sedimentación de lodos primaria, 2/8 del volumen es para la sedimentación secundaria y 1/8 es para la bomba. La capacidad total de amortiguamiento deberá ser de la mitad del volumen total, el resto de la fosa o tanque es para acumular el lodo.

Sistema de Tratamiento Biológico

El Sistema será alimentado del tanque o fosa descrito en el párrafo anterior con una bomba controlada por nivel con una capacidad de 2 a 3 veces el promedio del flujo diario (Siempre es recomendable tener una bomba en stand-by). La planta está capacitada para un funcionamiento intermitente en cuanto al flujo hidráulico.

El reactor de biodegradación viene en una o dos etapas, dependiendo de la eficiencia de limpieza requerida. Las plantas con una eficiencia alta de limpieza del 80%-85% necesitan un sistema de

dos etapas. El bioreactor degrada la materia orgánica disuelta por oxidación del dióxido de carbono que escapa al aire, así se produce biomasa que actúa como lodo activado. La materia flotante proporciona a la superficie una película biológica que protege a las bacterias y al mismo tiempo, acumula lodo activado dentro de los reactores.

El agua biodegradada fluye dentro de una etapa de clarificación, donde los sólidos suspendidos sedimentan por gravedad. El agua es dirigida a través de un desnatador que va a un sistema de placas inclinadas, el cual provee la clarificación final al efluente. Para los sistemas con alta eficiencia de limpieza, la sedimentación debe ser reforzada por polímeros.

Sistema de Separación de Lodos

La bomba de lodo es activada cada vez que la bomba de alimentación se detiene, con una succión que proviene del fondo del clarificador. Así mismo, esta bomba se activará cuando detecte una excesiva acumulación de lodos, llevando los lodos a un Filtro Prensa (no incluido) o a una descarga para su posición final.

Cuando es necesario, el lodo deberá ser vaciado en un transporte especializado y ser enviado para relleno sanitario, composta o disposición

Especificaciones del Sistema

Un tanque de acero compuesto de un armazón de tuberías cuadradas, lados verticales reforzados. El tanque está cubierto internamente con pintura epóxica y pintado en el exterior de blanco con el nombre y logotipo de ACS

Una película de plástico flotante de carga media en cada bioreactor. 2/3 de rango de llenado como estándar con superficie de 100 pies cuadrados por pie cúbico de volumen del reactor.

Un Clarificador de Placas Inclinadas de PVC a 60° en el tanque de sedimentación. Tres placas por cada pie de superficie, proyectado en una área de 5 pies cuadrados por pie cuadrado de la superficie del tanque

Un soplador regenerador con cabezales de acero galvanizado y un sistema de distribución de aire en acero inoxidable. El filtro de aire / silenciador en el soplador de entrada, mofle en la salida para la regulación del flujo.

Dos impulsores abiertos, de acero inoxidable, sello cerámico en la bomba centrífuga de acoplamiento cerrado y elastómeros de vitón. Tubería de descarga en acero galvanizado y/o PVC.

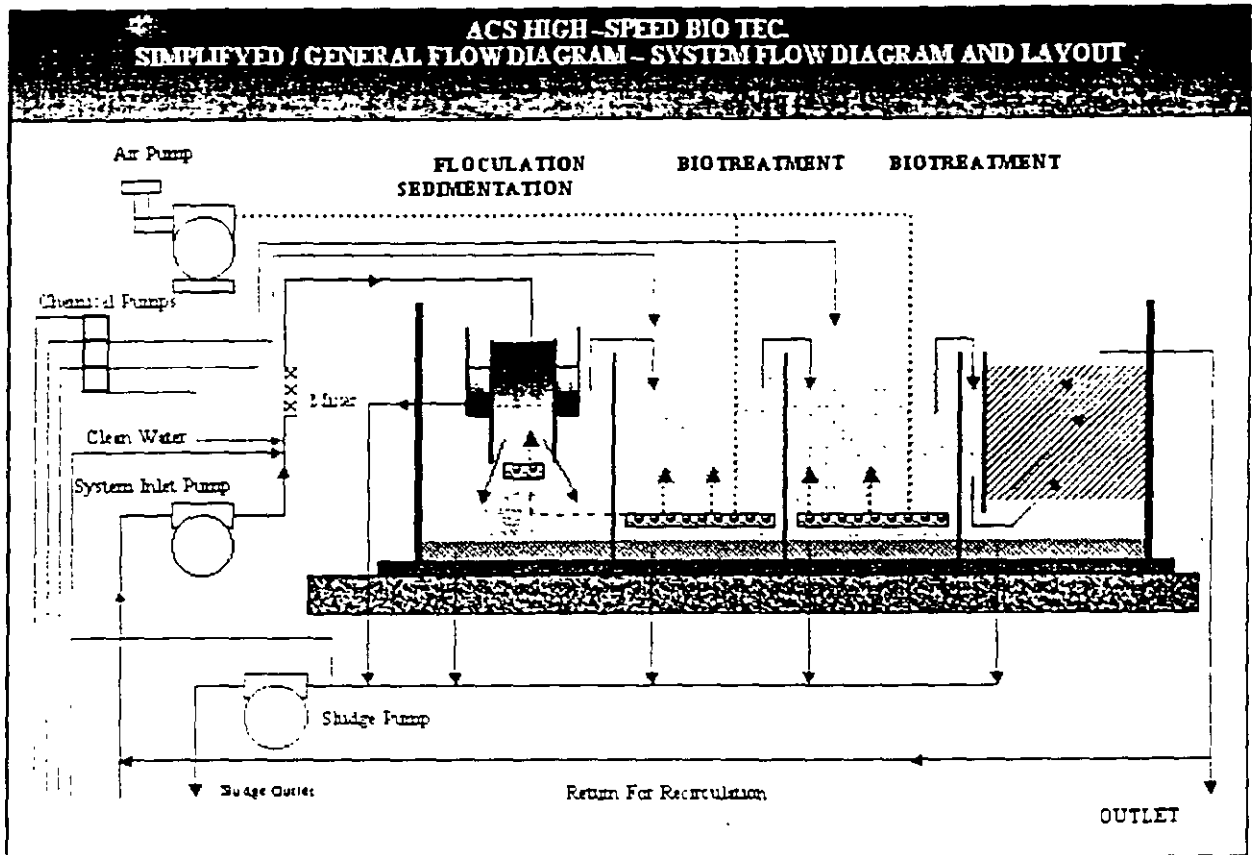
Es requerida una bomba dosificadora química multifuncional para el control de la espuma al inicio de la operación, el ajuste del pH y el abastecimiento de nutrientes. Normalmente, ninguna de estas funciones son requeridas cuando el sistema está estabilizado

Un tablero de control con botones arranque / paro y luces de funcionamiento. Control automático de encendido / apagado del proceso de la bomba en alto / bajo nivel.

Datos Técnicos
Sistema de 3 Cámaras

Equipo	Especificaciones	Unidades	ACS 15 CON3	ACS 21 CON3	ACS 27 CON3	ACS 33 CON3	ACS 39 CON3
Tanque contenedor	Largo total	Pulgadas	180	252	324	396	468
	Ancho total	Pulgadas	88	88	88	88	88
	Altura total	Pulgadas	88	88	88	88	88
Biomedica	Area	M ²	6	9	12	15	18
Medio de sedimentación	Placas de 80 x 40 pulgadas	Cantidad	12	18	24	30	36
Soplador regenerativo	Capacidad Nominal	SCFM	40	60	80	100	120
	Presión	In WG	80	82	85	91	99
	Efecto del motor	HP	3	3.5	4.2	5	6.5
Bombas Centrifugas	Capacidad Nominal	GPM	20	30	40	50	60
	Presión	Psi	9	9	9	9	9
	Revoluciones	RPM	3500	3500	3500	3500	3500
	Efecto del motor	HP	0.5	0.5	0.75	0.75	1.0
Hydrociclone	Capacidad nominal	GPM	20	20	30	30	45
	Presión de caída	Psi	11	11	11	11	11
Bombas Dosificadoras	Capacidad Nominal	GPH	2	2	2	2	2
	Presión	Psi	60	60	60	60	60
	Efectos del motor	HP	1	.1	1	.1	.1
Sistemas Eléctricos	Efectos instalados	KW	4	4	5	6	7
Peso de embarque	Peso seco	Kg	3000	3800	4600	5400	6200
Peso de operación	Prueba hidráulica	Kg.	18000	26300	34600	42900	51200

Modelos de mayor capacidad estan disponibles a solicitud. Haga contacto con ACS y solicite informacion adicional de sistemas adaptables a sus necesidades especificas.



CRITERIO DE DISEÑO PARA DETERMINAR EL TAMAÑO DE LAS PLANTAS "ACS"				
Num	Tipo de Establecimiento	Unidad	Flujo * (lts /U/Di a)	DBO ₅ * (Grs /U/Dia)
01	Aeropuerto	Empleado	60	22.7
02	Aeropuerto	Pasajero	20	9.1
03	Albercas	Capita	40	13.6
04	Albercas con Barra de Bocadillos	Capita	60	36.4
05	Auto cinema	Lugar	20	13.6
06	Bares y Tabernas	Empleado	60	22.7
07	Bares y Tabernas	Cliente	08	4.5
08	Boliches, Salones para	Linea	285-600	59.0-136.0
09	Campo, Lugar de Verano	Capita	190	68.1



EXPLORACION Y PRODUCCION
UNIDAD DE PERFORACION
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



	con Servicio de Comida			
10	Campo, Desarrollo de Lujo con Servicio de Comida	Capita	380	77.2
11	Campo, Lugar para Día con Baño Central	Capita	130	45.4
12	Carreteras, Areas de Descanso	Capita	20	18.2
13	Centros Comerciales	M ² Área de Piso	05	12
14	Cinematógrafo	Asiento	20	13.6
15	Club de Golf con Residentes	Capita	348	77.2
16	Club de Golf no Residentes	Capita	95	22.7
17	Descanso, Casas para	Capita	350	77.2
18	Escuela con Cafeteria	Capita	75	18.2
19	Escuela con Cafeteria, Gimnasio y Regaderas	Capita	95	22.7
20	Escuela con Internado	Capita	350	77.2
21	Escuela Diurna (Sin Gimnasio, Cafeteria y Regaderas)	Capita	60	13.6
22	Estacion de Servicio (Vehicular)	Vehiculo	30	27.2
23	Fábrica, por Unidad / turno	Obrero	55-110	18.0-36.0
24	Fábrica, Igual con Regaderas	Obrero	75-130	22.0-40.0
25	Fabrica Igual con Regaderas y Cocina	Obrero	95-150	29.0-49.0
26	Fabrica, Cafeteria de la	Empleado	20	9.1
27	Hotel de Lujo	Capita	230	68.1
28	Hotel Promedio	Capita	190	68.1
29	Hospital por cada Cama	Cama	560-1300	110-180
30	Iglesia Grande con Servicio de Comida	Asiento	20	13.6
31	Iglesia Pequeña	Asiento	15	9.1
32	Instituciones (Públicas y Privadas)			
	a) Hospital, Enfermedades Mentales	Capita	190	68.1
	b) Casas para Ancianos	Cama	300	68.1
33	Lavanderías (máquinas operadas con monedas)	Máquina	1500	270
34	Motel	Capita	190	45.4
35	Multifamiliar	Capita	190	77.2
36	Oficinas	Empleado	75	27.2

37	Obra en Construcción, con Servicio de Comida	Capita	190	68.1
38	Parques de Recreo con Baños y Regaderas	Capita	40	22.7
39	Parques de Recreo	Capita	20	9.1
40	Restaurante. Promedio	Asiento	30	6.81
41	Restaurante. Servicio de Automóvil	Capita	30	6.34
42	Salón de Baile	Capita	08	9.1
43	Salón para Reuniones	Asiento	08	9.1
44	Tiendas, Almacenes por Turno	Baño	1500	680
45	Teatro	Asiento	20	13.6
46	Traileres Parque, Casas Móviles	Espacio Trailer	950	195.2
47	Traileres Parque, sin Lugar Individual para Conectarse	Espacio Trailer	190	45.4
48	Traileres Parque, con Lugar Individual para Conectarse	Espacio Trailer	380	77.2
49	Vivienda Campestre para Verano	Capita	190	68.1
50	Vivienda. Departamento. Condominio	Capita	285	77.2
<p>*Dichos datos pueden variar según las reglamentaciones locales, la aplicación o el lugar, en caso necesario se sugiere su verificación.</p>				

SISTEMA INTEGRAL "ALERT"

ALERT 2000

El Alert 2000 es un Sistema de Tratamiento de Agua Residual (STAR) "Todo en UNO", automatizado, con acondicionamiento químico y sistema de separación de sólidos, diseñado para precipitar metales del agua residual. El Alert 2000 se diseña para procesar soluciones que contienen desde un metal específico o variedades de metales con concentraciones extremas, produciendo un efluente que garantiza no exceder dos partes por millón (ppm) de dichos metales pesados. El Alert 2000 se ha condensado en un sistema completo de tratamiento de agua residual totalmente independiente (skyd-mounted), con estación de alimentación, neutralización química, floculación, separación líquido-sólida y desaguado por gravedad. Además cuenta con la unidad de proceso central que automáticamente controla todo el proceso.

Minimización de Espacio

El Alert 2000 viene completamente armado y montado en una sola Unidad, por lo que solo se requiere de una hora para la instalación completa. Diseñado para ajustarse a restricciones de espacios, este sistema utiliza sólo de 35 a 85 pies cuadrados (dependiendo del modelo) y puede procesar de 2.5 a 20 galones por minuto o en tratamientos por lote.

Minimización de Riesgos

Cuenta con equipo optativo para tratamientos de soluciones que contengan cianuro, metales alcalinos y/o cromo hexavalente. Otras opciones incluyen ajuste de pH y medias filtrantes pulidoras para cumplir con restricciones de descarga del efluente.

Minimización de Desechos

El Alert 2000 precipita químicamente del agua, los sólidos suspendidos, principalmente de metales pesados y los comprime en tortas de lodo seco de un 25% hasta 60% de concentración de los sólidos totales. Esta concentración de sólidos produce reducciones dramáticas en el volumen del lodo y su disposición final. La reducción puede ser de hasta 10 veces su peso y/o volumen.

Minimización de Costos

El proceso del Alert 2000 requiere energía de 110 volts, 15 amperes, aire a 90 psi, reactivos para la neutralización y polímeros muy baratos. Se estima el costo total de químicos y energía en menos de \$0 001 USD por galón tratado.

Operaciones

- Estación de Alimentación
- Cámara de Neutralización Química
- Cámara de Floculación
- Cámara de Separación Líquido-Sólido (placas inclinadas)
- Rastra Motorizada al Fondo del Clarificador
- Filtro Prensa
- Unidad del Central del Proceso
- Bombas Dosificadoras
- Flujo metro
- Garantía por un año

Reuso de Agua

Los efluentes tratados se garantizan por contener menos de dos partes por millón (ppm) de metales pesados, y en ocasiones puede llegar por debajo una parte por millón (ppm). Esta característica proporciona a los usuarios del Alert 2000 la opción de reusar el agua tratada en un proceso de cero descarga o descargar a los desagües sin preocupaciones. Filtros pulidores podrían necesitarse para estas aplicaciones.

Detalles opcionales

- Sistema de Oxidación de Cianuro
- Sistema de la Reducción de Cromatos
- Sistema de Ajuste de pH
- Filtros de bolsa
- Filtros Multimedia
- Indicador de pH
- Alarma audible

Características Técnicas Generales***Dimensiones***

Modelo 25. H= 87 1/8", W= 59", L= 84," 35 ft².

Modelo 50: H= 98", W= 81 5/8", L= 134 1/4", 76 ft²

Modelo 100: H= 115", W= 83 5/8", L= 146 1/4", 85 ft²

Flujos Máximos:

Modelo 25 5.0 gpm

Modelo 50 10.0 gpm

Modelo 100 20.0 gpm

Requerimientos de Servicios:

Aire 90 psig 30 SKIFF

Electricidad 110 VAC; 60 Hz 20 KVA, max 15 amps 1 fase.

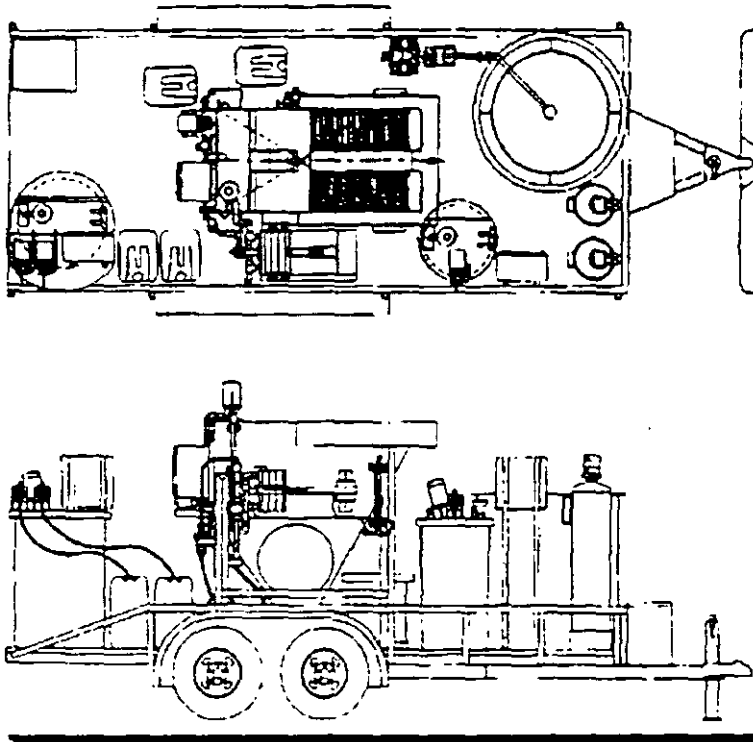
Acabados

Construcción de Todo el acero es sandblasteado a un acabado SP-6 Interiores recubiertos con dos capas de pintura epóxica con alta resistencia a la corrosión. Espesor de la placa: 9 mm. Exterior recubierto con pintura epoxica de con un espesor del total de 5 mm

Fabricación

Placa de Acero ASTM A-36.

Barras y Angulos serán de acero 1020

**PLANTAS PILOTO**

Ante una necesidad creciente, ACS responde a nuestros clientes y les ofrece la posibilidad de probar nuestros equipos a escala, con la oportunidad de constatar la eficiencia de un equipo, proceso, sistema etc. Obtener resultados sin tener que salir de Su Planta y directamente del influente

Las Plantas Piloto ACS corroboran la teoría y reflejan resultados exactos a los que Usted obtendra con un equipo o sistema similar, solo que a una escala del 1% al 10%. De esta manera se asegura que el efluente sera lo que Usted esta esperando.

Las Plantas Piloto ACS están instaladas en cómodos remolques para entrar a las partes más difíciles de su planta y para ser llevadas de un lado a otro con facilidad. Están adecuadas para recibir y regular los suministros (aire, agua, corriente) y cuentan con el apoyo de un técnico especializado durante todo el tiempo que esta en operación.



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

MANTENIMIENTO A INSTALACIONES II

Del 13 al 14 de Septiembre de 2002

ANEXOS

CI-070

Instructor: M.S.P. Rafael López Ruiz
PEMEX – Villahermosa Tabasco
Septiembre / 2002

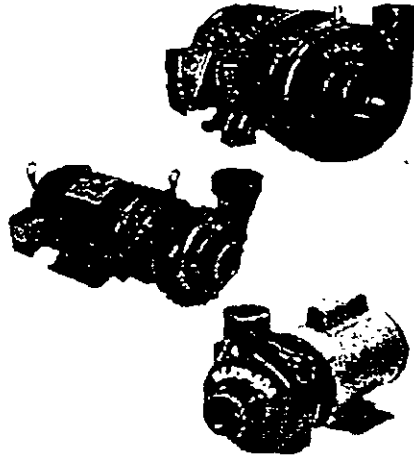


SISTEMAS DE BOMBEO

BOMBAS CENTRIFUGAS Baja y Media Presión 3500 RPM

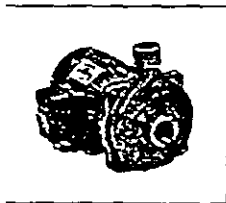
CATALOGO

- Modelo 3 1½" x 1½"
- Modelo 4 2" x 1½"
- Modelo 5 2" x 1½"
- Modelo 6 3" x 2"
- Modelo 7 3" x 3"
- Modelo 8 4" x 4"



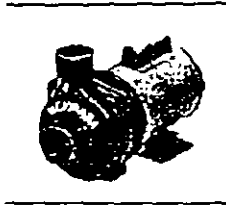
Bombas centrifugas con succion frontal de un paso. impulsor cerrado, sello mecánico 3500 RPM. Tanto la Bomba como el impulsor estan contruidos en fierro gris, pero se pueden surtir en otros materiales bajo pedido

Todos los modelos se pueden acopiar a motor eléctrico o de combustión interna, ya sea acoplado directamente o por transmision universal con soporte de baleros, cople flexible o bandas y poleas



Modelo 3
 1½" x 1½"

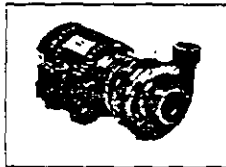
Modelo	cf	litros por minuto a metros de columna de agua									P max	
		5	10	15	20	25	30	35	40	45		
3 - 150	1½			250	240	180	114					34
3 - 200	2				300	260	220	125				38
3 - 300	3					260	230	180	130			46


Modelo 4
2" x 1½"

Modelo	c f	litros por minuto a metros de columna de agua									P max	
		5	10	15	20	25	30	35	40	45		
4 - 50	½	270	145									12
4 - 75	¾	340	250									14
4 - 100	1		285	120								17
4 - 150	1½		420	320	170							21
4 - 200	2			410	310	130						26


Modelo 5
2" x 1½"

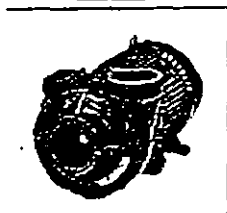
Modelo	c f	litros por minuto a metros de columna de agua									P max	
		5	10	15	20	25	30	35	40	45		
5 - 300	3				550	460	270					31
5 - 500	5						560	450	290			42
5 - 750	7½							550	440	260		46


Modelo 6
3" x 2"

Modelo	c f	litros por minuto a metros de columna de agua									P max	
		5	10	15	20	25	30	35	40	45		
6 - 300	3		480	390								21
6 - 500	5			620	550	420						30
6 - 750	7½				640	590	535	415				38
6 - 1000	10							715	600	460		48


Modelo 7
3" x 3"

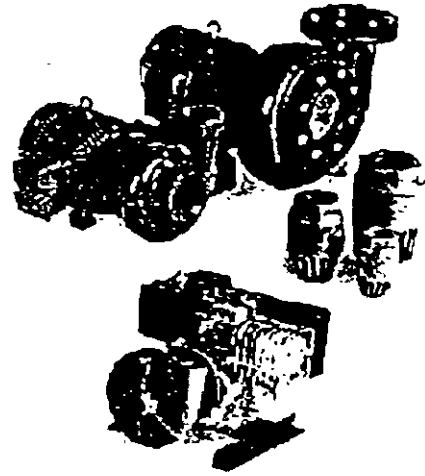
Modelo	c f	litros por minuto a metros de columna de agua									P max	
		5	10	15	20	25	30	35	40	45		
7 - 500	5	1210	1150	960	660							23
7 - 750	7½			1290	1110	840						29
7 - 1000	10				1380	1260	1020	660				37
7 - 1500	15						1350	1140	840			43


**Modelo 8
 4" x 4"**

Modelo	c.f.	litros por minuto a metros de columna de agua								P max	
		5	10	15	20	25	30	35	40		45
8 - 500	5	1800	1620	1080							18
8 - 750	7½		1920	1680	1260						25
8 - 1000	10			1980	1650	1200					31
8 - 1500	15					1850	1500	1110	660		44


**BOMBAS CENTRIFUGAS
 Alta Presión
 3500 RPM**
CATALOGO

- Modelo 1P 1½" x 1½"
- Modelo 1½P 2" x 1½"
- Modelo 2P 3" x 2"
- Modelo 3P 4" x 3"
- Modelo 4P 6" x 4"
- Modelo M4P 6" x 6"



Bombas centrifugas con succión frontal de un paso impulsor cerrado, sello mecánico, 3500 RPM. Tanto la Bomba como el impulsor están contruidos en fierro gris, pero se pueden surtir en otros materiales bajo pedido.

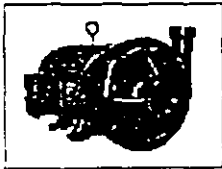
Todos los modelos se pueden acoplar a motor eléctrico o de combustión interna, ya sea acoplado directamente o por transmisión universal con soporte de baleros, cople flexible o bandas y poleas.

**Modelo 1P
 1½" x 1½"**

Modelo	c.f.	litros por minuto a metros de columna de agua											P max		
		45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95			
1P-500	5	306	220	187	62										62
1P-750	7½			337	246	140	48								73
1P-1000	10						314	263	128						81
1P-1500	15										364	270	72		96.5


**Modelo 1½P
 2" x 1½"**

Modelo	c.f.	litros por minuto a metros de columna de agua											P max		
		45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95			
1½P-1000	10			529	435	330									69
1½P-1500	15						580	440	257						81
1½P-2000	20								547	448	310				93


**Modelo 2P
 3" x 2"**

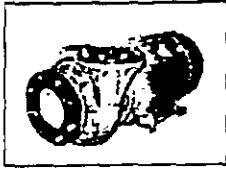
Modelo	cf	litros por minuto a metros de columna de agua											P max		
		45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95			
2P-2000	20			1050	840	510									70
2P-2500	25				1029	935	850	714							81
2P-3000	30					1110	1045	965	868	740					92
2P-4000	40							1180	1109	901	740	515			104


**Modelo 3P
 4" x 3"**

Modelo	cf	litros por minuto a metros de columna de agua											P max		
		45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95			
3P-2000	20	1430	1135	685											
3P-2500	25		1585	1330	1135	680									
3P-3000	30			1690	1450	1140	750								
3P-4000	40				1715	1580	1230	915							
3P-5000	50						1850	1530	1220	850					

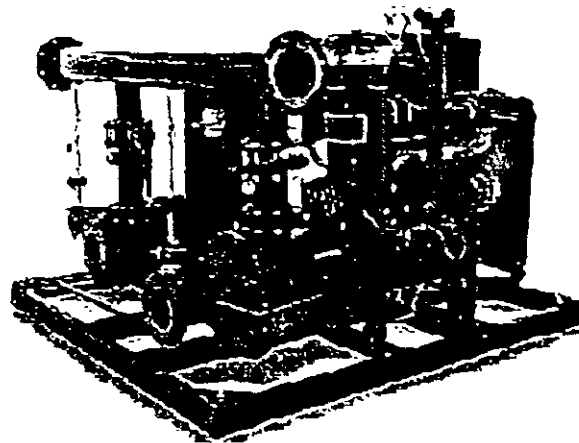

**Modelo 4P
 6" x 4"**

Modelo	cf	litros por minuto a metros de columna de agua											P max		
		45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95			
4P-2500	25	1850	1510	1050											59
4P-3000	30	2230	1820	1650	1150										66
4P-4000	40		2480	2350	2120	1880	1670								74
4P-5000	50				2600	2480	2250	1980	1760						87
4P-6000	60						2650	2430	2310	1860	1620				96


**Modelo M4P
 6" x 4"**

Modelo	cf	litros por minuto a metros de columna de agua											P max		
		45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95			
4MP-3000	30														
4MP-4000	40	2740	2475	2020											58
4MP-5000	50	3120	3020	2830	2510	2090									69
4MP-6000	60			3120	3050	2850	2540	1930							79
4MP-7500	75					3150	3080	2950	2670	2280	2040	1475			98

EQUIPO DE BOMBEO PARA SISTEMAS CONTRA INCENDIO



INDICE

- [Introducción](#)
- [Equipos de Bombeo](#)
- [Cálculos](#)
- [NFPA](#)
- [Características](#)

INTRODUCCIÓN

Cuando se habla de equipos de seguridad lo más importante es la confiabilidad y efectividad, esto sólo se consigue mediante la experiencia.

Bombas Mejorada tiene la experiencia de haber fabricado cientos de equipos de bombeo para sistemas contra incendio durante más de 20 años. Nada suple la experiencia.

Un sistema contra incendio a base de agua tiene tres elementos principales: La reserva o almacenamiento de agua, el equipo de bombeo y la instalación hidráulica.

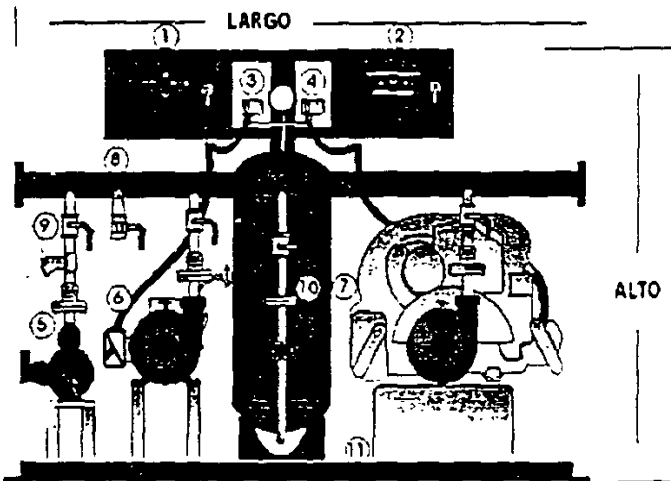
Bombas Mejorada se encarga del equipo de bombeo (corazón del sistema) la misión es que cada uno de los equipos que fabrica cumplan totalmente con las necesidades de funcionamiento, rendimiento y confiabilidad.

La investigación y desarrollo (R&D) realizada por Bombas Mejorada durante más de 20 años, más la experiencia contenida

En la normatividad de instituciones nacionales e internacionales especializadas en la protección contra incendio respaldan sus equipos.

El concepto de equipo de bombeo integrado, en verdad es una solución integrada ya que facilita la planeación, selección, compra, instalación, puesta en marcha, operación, rendimiento óptimo y mantenimiento, con el más alto nivel de certidumbre.

EQUIPOS DE BOMBEO INTEGRADOS PARA SISTEMAS CONTRA INCENDIO



Equipo de Protección y Control

Tablero motobomba eléctrica
 Tablero motobomba de combustión
 Presostatos
 Manómetro

Motobombas

Motobomba piloto
 Motobomba principal eléctrica
 Motobomba principal de combustión

Integración

8. Cabezal de descarga
 9. Válvulas y conexiones de descarga
 10. Tanque presurizador
 11. Base (chasis)

Opcional

Doble banco de baterías alternado, prueba periódica real automática.

Los equipos de bombeo integrados Mejorada incluyen todos los elementos instalados, interconectados, montados en un chasis y probados. Una vez accionado el equipo, se conoce de forma rápida y precisa su precio, el espacio requerido para su instalación, sus características, especificación y rendimiento.

La instalación es rápida, sencilla, económica y libre de errores.

[Ver modelo 100 GPM](#)

[Ver modelo 350 GPM](#)

[Ver modelo 750 GPM](#)

[Ver modelo 1000 GPM](#)



EXPLORACION Y PRODUCCION
UNIDAD DE PERFORACION
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO



CALCULO PARA SELECCION DE EQUIPO

GASTO

Sistema Clase II	100 GPM *
Sistemas Clase I y III	500 GPM * mas 250 GMP por red adicional. maximo 1250 GPM
Rociadores	De 500 a 1500 GPM dependiendo del resgo y el area a proteger
Sistemas con monitores	Suma del gasto de los monitores
Sistemas combinados	Suma de los gastos de los diferentes sistemas

* flujos

PRESION

+ Desnivel entre el equipo de bombeo y el hidrante instalado a mayor altura (mts.)
Perdidas por friccion Longitud de la tuberia instalada entre el equipo de bombeo y el hidrante mas lejano (mts.) multiplicada por un porcentaje de
Perdidas de presion por friccion en 30 mts. de manguera. 7 mca
Presion residual. 46 mca. (para equipos clase II) o 70 mca (para equipos clase I y III)
CARGA DINAMICA TOTAL

MODELOS RENDIMIENTOS Y DIMENSIONES DE EQUIPOS DE LINEA								
CATEGORIA	MODELO	GASTO GPM	PRESION PSI	MOTOBOBOMBA		MEDIDAS		
				ELECTRICA HP	COMBUST INTERNA HP	LARGO MTS	ANCHO MTS	
3BS	EC15P10ME-	100	90	10	18	1.70	1.00	
3K	EC15P15ME-	100	110	15	25	1.70	1.00	
3JD	EC15P15ME-	100	100	15	33*	2.00	1.20	
3VW	EC15P20ME-	100	125	20	42	2.40	1.20	
3VW	EC2P20ME-	250	85	20	42	2.40	1.20	
3JD	EC2P20ME-	250	85	20	33*	2.40	1.20	
3VW	EC2P25ME-	250	100	25	42	2.40	1.20	
3JD	EC2P25ME-	250	100	25	44*	2.40	1.20	
3JD	EC3P30ME-	350	90	30	44*	2.40	1.20	
3JD	EC5P40ME-	350	110	40	80*	2.40	1.90	
3JD	EC4P40ME-	500	90	40	55*	2.40	1.35	
3JD	EC4P60ME-	500	120	60	80*	2.40	1.35	



EXPLORACION Y PRODUCCION
UNIDAD DE PERFORACION
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



EC6P75ME-DJD	750	110	75	100"	2.80	2.30
EC8P75ME-DJD	1000	105	75	140"	2.80	2.30

EQUIPOS SOLO CON MOTOBOMBA DE COMBUSTION INTERNA

IPO	MODELO	GASTO GPM	PRESION PSI	MOTOBOMBA		MEDIDAS	
				ELEC TRICA HP	COMBUST INTERNA HP	LARGO MTS	ANCHO MTS
SBS	EC1.5P-	100	90	-	18	1.45	1.00
DJD	EC1.5P-	100	90	-	33*	1.90	1.20
3VW	EC1.5P-	100	140	-	42	1.90	1.20
DJD	EC1.5PTB-	100	140	-	33*	1.90	1.20
	EC2P-33DJD	250	90	-	33*	1.90	1.20
3VW	EC2P-	250	110	-	42	1.90	1.20
	EC2P-44DJD	250	110	-	44*	1.90	1.20
	EC3P-44DJD	350	90	-	44*	1.90	1.20
	EC5P-80DJD	350	110	-	80*	1.90	1.20
	CM4P-	500	90	-	55*	1.90	1.20
	EC6P-80DJD	750	90	-	80*	2.00	1.90
DJD	EC6P-	750	110	-	100*	2.00	1.90
DJD	EC8P-	1200	90	-	100*	2.00	2.00
DJD	EC8P-	1200	110	-	140*	2.00	2.00

*MOTOF

Para otras capacidades dirigirse con su distribuidor

NFPA (Norma NFPA 14)

TEMA CLASE II (Proteccion en riesgos ordinarios extincion de incendios en sus inicios) Sistemas contra incendio de hidrantes para operarse en plantas del edificio sin adiestramiento previo

Hidrantes	Los necesarios para cubrir la totalidad del area
Mangueras	De 1½" con una longitud maxima de 30 metros
Gasto	Suficiente para mantener 2 hidrantes abiertos simultáneamente, o sea 180 lts/min (50GPM) por hidrante por 2 hidrantes = 360 lts/min (100GPM).
Presion	65 libras/pulgada ² en la boquilla de la manguera (chiflón) necesaria para descarga íp m por un chiflón de 1½". La presion no debiera exceder de 100 libras/plg ² .
Red principal	Tubo con un diametro de 3", suficiente para conducir 360 lpm con una pérdida de mínima
Ramales	Tubo de 2", para abastecer cada hidrante.



EXPLORACION Y PRODUCCION
UNIDAD DE PERFORACION
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



Reserva de agua

Mínimo 12,000 litros exclusivos para el sistema contra incendio, suficientes para dos hidrantes simultáneamente durante 30 minutos.

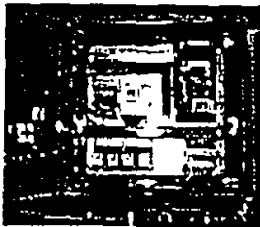
SISTEMA CLASE I (Para combate de incendios declarados) Sistemas contra incendio de hidrantes para operarse por cuerpos de bomberos o personas con adiestramiento.

Hidrantes	Los que sean necesarios para cubrir la totalidad del área
Mangueras	De 2½" con una longitud máxima de 30 metros.
Gasto	Mínimo 1,900 litros por minuto (500GPM) máximo 4,800 lpm (1,250GPM).
Presion	Mínima 100 máxima 175 libras/plg ²
Red principal	Mínimo tubo con un diametro de 4"
Ramales	Tubo de 3", para abastecer cada hidrante
Reserva de agua	Mínimo 57,000 litros exclusivos para el sistema contra incendio, suficientes para dos hidrantes simultáneamente durante 30 minutos.

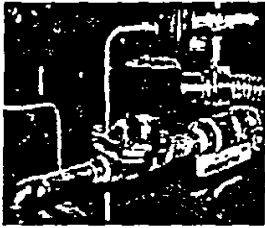
SISTEMA CLASE III (Para combate de inicios de incendios e incendios declarados). Los sistemas clase III están provistos con hidrantes de 1½" para operarlos cualquier persona (clase II) y de 2½" (clase I) para ser operados solo por cuerpos de bomberos o personas con adiestramiento.

Hidrantes	Los que sean necesarios para cubrir la totalidad del area
Mangueras	De 2½" con una longitud maxima de 30 metros.
Gasto	Mínimo 1,900 litros por minuto (500GPM) máximo 4,800 lpm (1,250GPM)
Presion	Mínima 100 máxima 175 libras/plg ²
Red principal	Mínimo tubo con un diametro de 4".
Ramales	Tubo de 3", para abastecer cada hidrante.
Reserva de agua	Mínimo 57,000 litros exclusivos para el sistema contra incendio, suficientes para dos hidrantes simultáneamente durante 30 minutos.

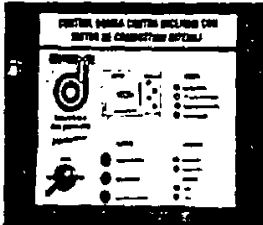
CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS



Tablero de control con tecnología de punta, PLC de marca internacional, altavoz confiable, cargador de batería con carga variable.



Válvula solenoide para prueba periódica automática, prueba con verdadera baja c
en la línea.



Señalización y luces de diagnóstico y monitoreo. Con pantalla de cristal líquido pa
la función en la que se encuentra el equipo



Equipo integrado totalmente. Fácil instalación, rendimiento garantizado, operaci

VALVULAS DE PIE DE ALTO FLUJO

INDICE

- [Introducción](#)
- [Ventajas](#)
- [Tablas de carga de presión](#)
- [Descripción](#)





INTRODUCCION

Todo el liquido a bombear, antes de salir por la descarga de su motobomba tiene que pasar por la válvula de pie. Las válvulas de pie mejorada están diseñadas para permitir la maxima eficiencia de la motobomba al no limitar el flujo del liquido a bombear.

El elemento más crítico en un sistema de bombeo es la linea de succion en Bombas Mejorada sabemos esto, por lo que nuestras válvulas de pie tienen ventajas muy particulares

VENTAJAS DE LAS VALVULAS DE PIE

- Su diseño y dimensiones permiten un gran flujo
- Construcción de una sola pieza, muy fuerte
- Area de cierre con contacto mínimo para maxima hermeticidad
- Sello de hule buna y metal
- Cierre asistido por resorte, lo que resulta en un cierre seguro y silencioso, evita los golpes al parar la bomba
- Vastago y resorte de acero inoxidable
- Cuerpo y obturador en fierro gris de alta resistencia, opcional en bronce para máxima resistencia a la corrosión o aluminio para peso ligero

Estas ventajas y la garantia de tres años de Bombas Mejorada sin duda hacen de nuestras valvulas su mejor opción.

TABLAS DE CAIDA DE PRESION SEGUN VOLUMEN

Modelo Válvula	Gasto (LPM)										
	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	
	Caída de presión en Lbs/pulg ²										
2 pulg	0.2	1.0	1.8	2.4	[REDACTED]						
3 pulg	[REDACTED]						0.3	0.4	1.5	[REDACTED]	
4 pulg	[REDACTED]							0.2	0.3	[REDACTED]	
6 pulg	[REDACTED]										

Modelo Valvula	Gasto (LPM)									
	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800
	Caída de presión en Lbs/pulg ²									
2 pulg	[REDACTED]									
3 pulg	2.3	[REDACTED]								
4 pulg	0.4	1.4	2.7	[REDACTED]						
6 pulg	[REDACTED]									

Nota: No se recomiendan las áreas sombreadas en color azul.

DESCRIPCION

- Dimensiones para gran flujo
- Cierre cónico con "O" ring
- Vastago de acero inoxidable
- Resorte de acero inoxidable

Bombas para Agua

Cuando no dispone de electricidad y requiere de bombear agua, entonces la energía solar puede resolver el problema. Las bombas alimentadas por módulos fotovoltaicos pueden ser una alternativa viable a las bombas que usan combustible, aerobombas o molinos de viento y bombas manuales. Las bombas solares son más productivas en clima soleado, que es precisamente la temporada en que la necesidad de agua es mayor.

Existen diversos tipos de bombas para agua solares. Las bombas de superficie se instalan al nivel del suelo. Las bombas sumergibles se utilizan para extraer agua de los pozos profundos.

No existen límites para el tamaño de las bombas solares. Pero, éstas tienden a ser más competitivas en instalaciones pequeñas donde los motores de combustión son menos económicos. Las bombas solares más pequeñas requieren menos de 150 volts, y pueden elevar agua desde profundidades superiores a 65 metros a 5.7 litros por minuto. Ud. se sorprenderá del desempeño de un sistema tan pequeño. En un día soleado con 10 horas de luz solar, la bomba puede elevar 3 400 litros. Eso es un suministro suficiente para varias familias, o 30 cabezas de ganado, o 40 árboles frutales.

Es una costumbre que cuando se dispone de energía eléctrica convencional, los sistemas de bombeo estén sobredimensionados o subutilizados, se instalan bombas más grandes de lo necesario y se encienden sólo por periodos cortos de tiempo. Con las bombas solares, no podemos darnos ese lujo. Los módulos fotovoltaicos son costosos, por lo que es indispensable determinar su tamaño de forma exacta.

El Recurso Solar

Cuando se evalúan, diseñan o se hacen análisis económicos de los sistemas de aprovechamiento de la energía solar, se requiere de información precisa y detallada de la Radiación Solar. El conocer las características de la Radiación Solar no es un asunto sencillo, ya que varía a cada instante. Las condiciones atmosféricas, el clima, las características geográficas, son entre otros, los parámetros más importantes que determinan la cantidad de Radiación Solar que se recibe en un punto determinado de la superficie terrestre.

Evaluación del Recurso Solar

SOLARTRONIC tiene la capacidad para realizar estimaciones de la disponibilidad de la Radiación Solar para cualquier lugar del mundo, utilizando técnicas modernas como es la utilización de la información enviada por los satélites meteorológicos.

**Piranómetro de Banda Rotatoria**

Se recomienda el uso del Piranómetro de Banda Rotatoria (PBR) desarrollado por la empresa Ascension Technology Inc (ATI) , para la medición de la irradiancia solar global, directa normal y difusa. Las estaciones de monitoreo del tipo PBR, se encuentran operando en más de 100 localidades desde Hawaii hasta Pakistán.



Diseño y Dimensionamiento de Sistemas Fotovoltaicos

Más de 1,700 millones de personas que viven en áreas rurales de países en vías de desarrollo viven sin electricidad. Los sistemas fotovoltaicos representan una posibilidad para aquellos que están actualmente en desventaja en términos de la energía que tienen disponible. Desde su fundación, SOLARTRONIC ha estado instalando sistemas fotovoltaicos en las áreas rurales de México, principalmente en los estados de Morelos, México, Tlaxcala, Puebla y Guerrero, proporcionando entonces los beneficios de la electricidad a varias comunidades.



A nivel municipal, hemos participado en proyectos de sistemas para alumbrado público, instalando y monitoreando diferentes sistemas. Se han instalado sistemas de luces de emergencia, cercas eléctricas y sistemas para bombeo de agua.



SOLARTRONIC no sólo vende e instala todo el equipo que genera electricidad a partir de la radiación solar sino que ofrece un servicio técnico profesional completo para el desarrollo, diseño y e instalación del proyecto que usted necesita específicamente. En muchos casos, extender la red eléctrica convencional al sitio donde se requiere la electricidad puede ser extremadamente caro. Una alternativa a extender la línea eléctrica es comprar y operar un sistema eléctrico solar fotovoltaico. La decisión económica para elegir entre extender la red eléctrica o un sistema FV requiere de un análisis cuidadoso. Extender la red eléctrica puede incluir un gasto inicial mayor, más recibos mensuales de consumo de electricidad que como ya sabemos se irán incrementando. Un sistema fotovoltaico, incluye un gasto mayor inicial seguido de muchos años de electricidad gratuita a partir del sol. La opción FV requiere de el reemplazo de las baterías del sistema en periodos de entre 3 a 10 años dependiendo del tipo de batería, más un mantenimiento mínimo durante los 30 años de tiempo de vida útil del sistema. Puede haber costos adicionales como un generador de respaldo, su combustible y mantenimiento. Los sistemas FV son simples, probados en campo y viables económicamente para algunas aplicaciones remotas.



EXPLORACION Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACION
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



Diseñar un sistema FV confiable, seguro y viable económicamente, requiere de un conocimiento preciso de las características eléctricas de la carga, de los componentes fotovoltaicos y características del sistema, temperatura ambiente local e intensidad de la radiación solar local, costumbres del cableado eléctrico y normas eléctricas locales. El proceso de diseño es suficientemente complejo que con frecuencia se utiliza un software de computadora para un diseño óptimo, predecir el comportamiento del sistema y estimar los costos aproximados

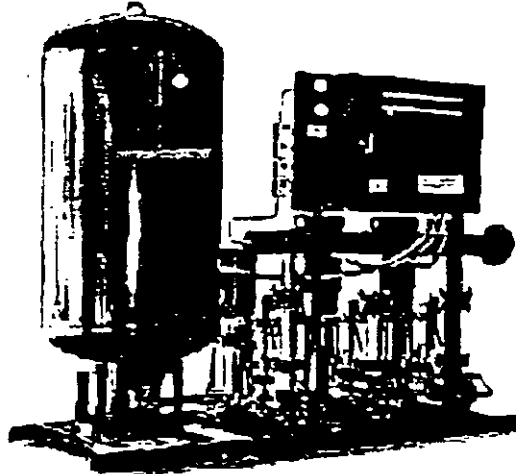
Una de las razones para convertirse en un productor de energía independiente, es la conciencia para proteger el medio ambiente. La generación de energía eléctrica por medios convencionales (gas, carbón, combustóleo, etc) emite gases contaminantes a la atmósfera. Mediante la utilización de sistemas FV, la emisión de gases contaminantes como el Bióxido de Carbono se disminuye de manera importante. Si usted desea saber cuantas libras de Bióxido de Carbono produce diariamente de acuerdo al uso de aparatos eléctricos y el automóvil, puede utilizar la siguiente calculadora. Puede usar también la calculadora para un clima seguro o la calculadora de cambio climático y al cambiar sus costumbres puede saber también cuanto deja de emitir al medio ambiente con la calculadora de la EPA.

El equipo de Solartronic lo puede ayudar a tomar las decisiones básicas para el diseño y en ayudarle a definir sus requerimientos básicos de energía.

Si usted desea conocer más acerca de los sistemas fotovoltaicos, puede usted consultar el Curso Breve de Sistemas Fotovoltaicos, o bien los cursos en línea mas completos ofrecidos por el Grupo IDEA de la Universidad de Jaén en España y por el Grupo Solar del ITESO en Guadalajara, Jalisco Mexico

Equipo de bombeo de presión constante sin variación -preflo -

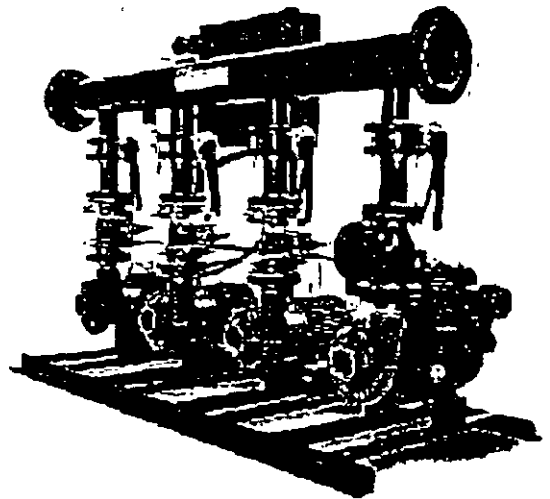
A diferencia de los hidroneumáticos convencionales, éste mantiene la presión de salida sin variación, lo que evita los graves problemas de cambio de temperatura en las mezcladoras además de mantener un flujo de agua sin variación en llaves y regaderas. Aplicable a hoteles, clubes deportivos, hospitales, gimnasio, así como edificaciones con calderas de agua centrales.



Equipo de bombeo de flujo continuo a velocidad constante o variable - hiflo -

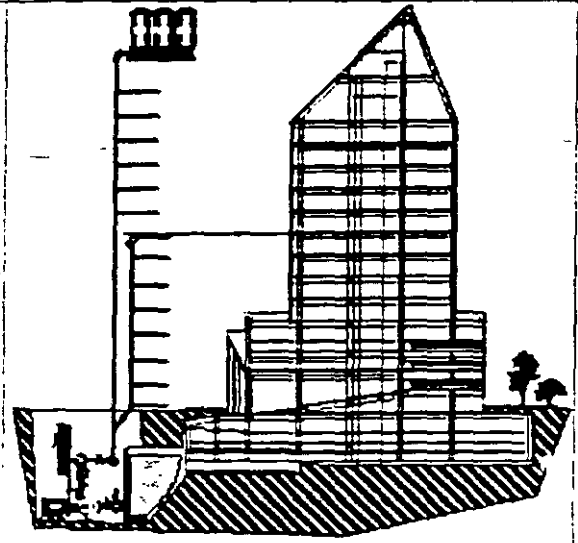
Utilizada ampliamente en países industrializados. Bombea en forma continua de una cisterna central a fraccionamientos o unidades habitacionales evitando la construcción de aljibes y tinacos por edificación muy comunes en países subdesarrollados, y los cuales crean graves problemas tales como: alto costo de construcción, serios problemas de salud por contaminación del agua, consumos de energía exageradamente altos, gran desperdicio de agua por aljibes y tinacos dañados, contaminación visual, nulo control de suministro de agua por parte de la autoridades, entre otros.

El equipo HIFLO no requiere de tanque hidroneumáticos y puede suministrarse con bomba de respaldo a gasolina o diesel.



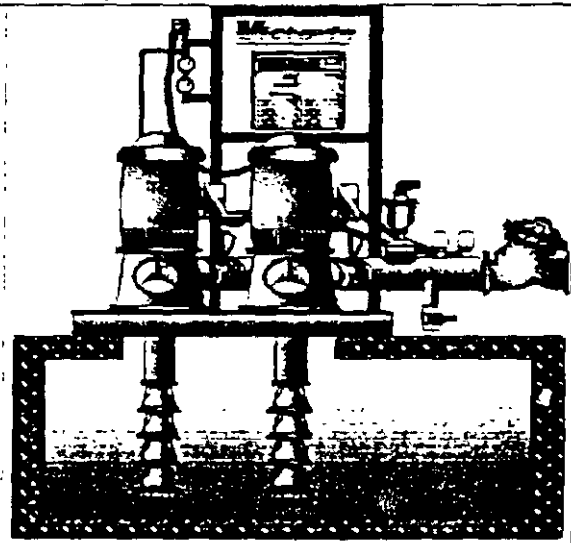
Equipo de bombeo - Híbrido -

Sistema diseñado para edificaciones de oficinas o departamentos de más de 6 pisos. Se utilizan motobombas multipasos y tanques precargados en la parte superior de la edificación lo que aumenta la eficiencia del equipo en más del 60%. En definitiva el equipo a instalar en rascacielos.

**Equipo de bombeo a distancia o tanque elevado -TANQFLO-**

Sencillo y económico sistema que permite llenar grandes cisternas o tanques elevados sin importar la distancia de éstos. No requiere de ningún tipo de cableado ó señal de radio ya que el equipo monitorea periódicamente el nivel de la cisterna dependiendo del flujo de agua bombeada.

Equipo de bombeo a fraccionamientos con aljibes/tinacos. Sistema programado para mantener los aljibes y tinacos siempre llenos.





FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

MANTENIMIENTO A INSTALACIONES III

Del 13 al 14 de Septiembre de 2002

ANEXOS

CI-070

Instructor: M.S.P. Rafael López Ruiz
PEMEX – Villahermosa Tabasco
Septiembre / 2002

INDICE GENERAL

1 -	ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE (SISTEMA DE ABASTECIMIENTO) 1.1 Presión directa de la Red Municipal 1.2 Sistemas de Abastecimiento por Gravedad 1.3 Equipos de Bombeo a Presión EQUIPO HIDRONEUMÁTICO (Sistema de Abastecimiento Directo de Agua a Presión)	2	6.- METODO DE "HUNTER" 6.1 Unidades Mueble 6.2 Tipos de Muebles Sanitarios 6.3 Perdida por Fricción 6.4 Velocidades Mínimas y Máximas 6.5 Tipos de Tuberias 6.6 Tablas y Nomogramas	31
2 -	TIPOS DE ALMACENAMIENTO 2.1 Tinaco 2.2 Tanque Elevado de Regularización y Cisterna Almacenamiento 2.3 Cisternas	12	7.- DESAGUES PLUVIALES 7.1 Intensidad de Lluvia 7.2 Formula de Manning 7.3 Pendiente Hidráulica 7.4 Radio Hidráulico 7.5 Tablas de Cálculo 7.6 La Azotea, Sus rellenos, Pendientes, etc 7.7 Tipos de Coladeras Pluviales 7.8 Materiales de Bajantes 7.9 Zonificación	38
3.-	DOTACION DE AGUA POTABLE 3.1 Dotación para los Diferentes Tipos de Edificios	15	8.- DESAGUES SANITARIOS 8.1 Tipos de Muebles Sanitarios 8.2 Unidad de Desagues 8.3 Obturación Hidráulica 8.4 La Importancia de la Doble Ventilación 8.5 Tipos de Coladeras 8.6 Materiales 8.7 Tablas de Calculo 8.8 Desagues Combinados	44
4.-	CALCULO DE LA TOMA DOMICILIARIA 4.1 Consumo Diario 4.2 Gasto Medio Diario 4.3 Gasto Máximo Diario 4.4 Gasto Máximo Horario 4.5 Perdidas por Fricción 4.6 Velocidad del Agua 4.7 Cálculo de Diámetro de la Toma Domiciliaria CALCULO DE LOS DATOS HIDRAULICOS	21	9.- ELIMINACION DE AGUAS NEGRAS 9.1 Bombas de Cárcamo Humedo 9.2 Bombas de Cárcamo Seco 9.3 Bombas Sumergibles	62
5.-	METODO DE CALCULO DE ALIMENTACIONES (AGUA FRIA Y AGUA CALIENTE) DEMANDA MAXIMA INSTANTANEA	27	9A - TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS POR FOSA SEPTICA TRAMPAS PARA GRASAS	64
1	5.1 Método Empírico 5.2 Método Alemán de Raíz Cuadrada 5.3 Método del Dr. Roy B. Hunter 5.4 Determinación de la Carga Manométrica			





EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO



1.- ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

FUENTES DE ABASTECIMIENTO

a) Agua de LLuvia

Antes de que se contaminen por el contacto con las azoetas o con el suelo, el agua pluvial es de la más pura agua natural o corda de que se dispone. Aunque el agua de lluvia no se usa generalmente para asegurar el suministro total, en algunos lugares generalmente rurales, constituye la mayor cantidad utilizable; estando exenta de minerales, es una agua blanda que se puede utilizar para lavar, para consumo humano, para usos industriales y en consecuencia, es almacenada para tales fines.

b) Rios y Lagos

Si su caudal no es demasiado variable según la estación húmeda o seca, se facilita para el suministro de agua en cuanto a cantidad, pero no en calidad, por tratarse de agua superficial y que está fácilmente expuesta a la contaminación y por lo tanto no puede ser empleada como agua potable, sin aplicar antes un adecuado método de purificación.

c) Manantiales

Estos pueden provenir de aguas superficiales o de aguas profundas que están expuestas a frecuentes contaminaciones de materias orgánicas. Antes de decidirse por el empleo de estas aguas, deben de hacerse los análisis físico, químicos y bacteriológicos correspondientes.

d) Pozos

Cuando son poco profundos, el agua está a un nivel muy cerca de la superficie del suelo, por lo que el caudal depende mucho de la frecuencia de las lluvias y están expuestas a contaminaciones bacteriológicas.

Cuando son de tipo profundo, el agua proviene de manantiales subterráneos, es clara y fría; generalmente libre de materia orgánica pero con cierta dureza. Esta es una de las fuentes de abastecimiento más usadas actualmente, ya que normalmente sólo requiere cloración. La perforación de pozos requiere de la autorización de las autoridades correspondientes.



SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO

1.1 Presión directa de la red municipal

Esta forma de alimentación, sólo se puede diseñar cuando la red pública tiene capacidad de presión, para abastecer de agua potable a un edificio en forma continua, requiriéndose una presión mínima en la red de 2 Kg/cm². (20 m. de columna de agua), a la hora de máximo consumo

Las tuberías deberán calcularse de manera de garantizar una presión de 10m. de columna de agua en el último mueble.

En este caso, la presión en la red municipal es dada por tanques elevados o equipos de bombeo, por lo que nos eliminan los tinacos individuales en las azoteas de los edificios.

En este caso, la toma domiciliaria de cada casa, edificio, debe diseñarse para el gasto máximo instantáneo

(ver esquema)

Cuando se utilice este sistema de abastecimiento directo, no se requiere de almacenamientos de agua en las azoteas de los edificios, por lo que el arquitecto deberá tener en cuenta que no tendrá ningún tanque regularizador en la azotea (tinacos o tanques) y que su correcto funcionamiento dependerá del diseño y cálculo adecuado del sistema.

1.2 Sistema de Abastecimiento por Gravedad

Se supone que el servicio público debe de tener la presión necesaria para alimentar en forma suficiente la demanda de la población y por lo tanto, de todos y cada uno de los edificios que la forman, pero en realidad, la demanda varía en el curso del día haciendo variar las presiones en el sistema; lo cual da como consecuencia que se tenga la necesidad de tener almacenamientos de agua y en este caso particular, se tiene que prever la instalación de tinacos en la planta de azotea o de tanques de almacenamiento elevados y si es necesario, de cisternas de almacenamiento en la planta baja del edificio.

El sistema por gravedad consiste en hacer llegar el agua al depósito elevado, ya sean tinacos o tanques elevados para de ahí distribuir de arriba hacia abajo la alimentación de agua de todos los núcleos sanitarios

Uno de los requerimientos es situar el almacenamiento en un lugar a suficiente altura para que las salidas de los muebles mas altos, tengan la presión requerida para su correcto funcionamiento El reglamento de Ingeniería Sanitaria de la S S A , exige como mínimo elevar el tinaco 2.00 M arriba de la salida de la última regadera, para garantizar un funcionamiento eficaz.



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO

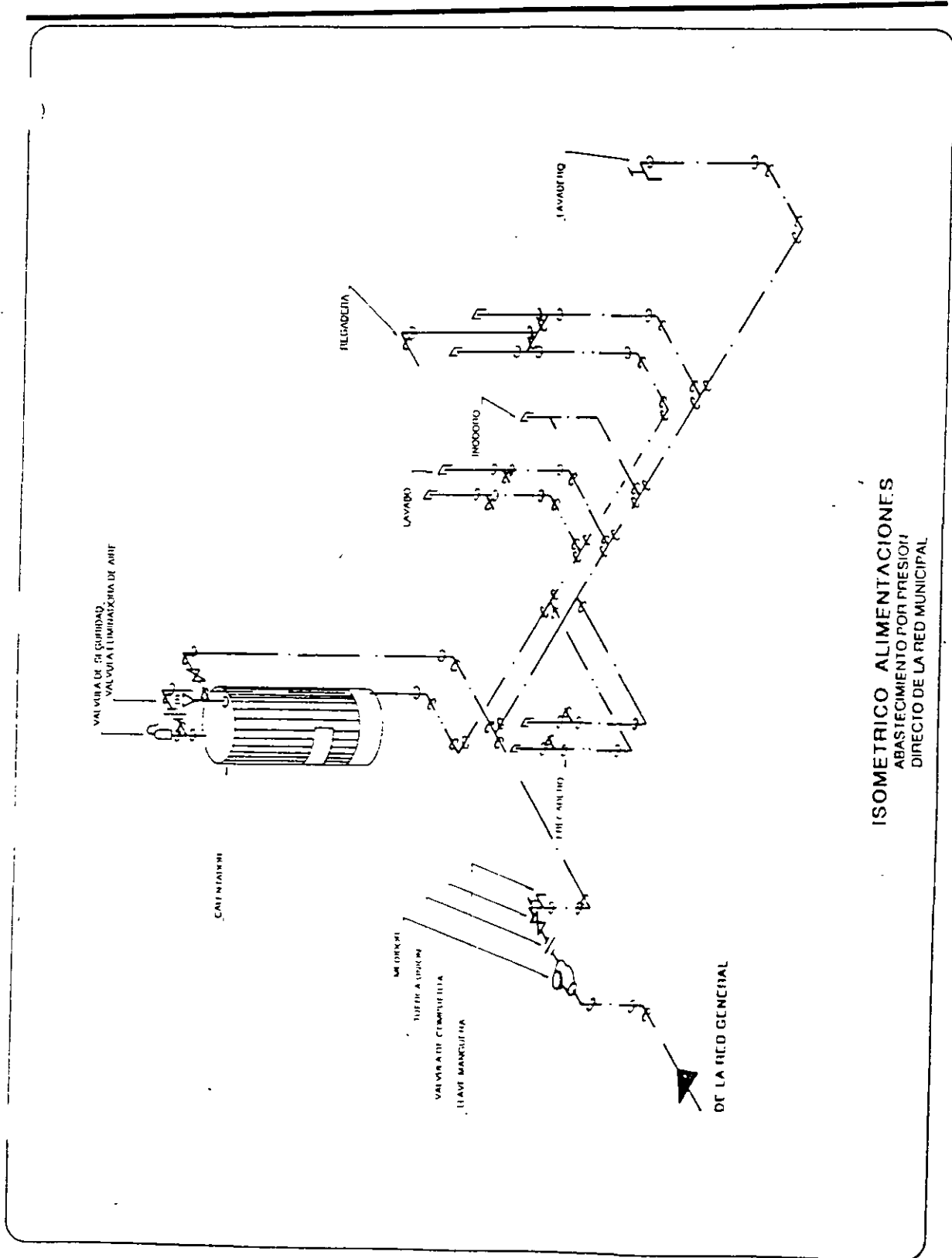


1.3) Equipos de bombeo a presión

En los casos en que la red municipal no es capaz de suministrar el gasto y la presión. El más común es el equipo hidroneumático, de gran aplicación en los edificios de cierta importancia en la Ciudad de México.

Aquí cabe mencionar la importancia que tiene desde el punto de vista arquitectónico, el uso de este sistema, ya que generalmente se olvida el espacio necesario y requerido para la localización de tinacos o tanques elevados en la parte superior del edificio.

Es de vital importancia para la realización de la obra que el arquitecto, desde el planteamiento inicial del proyecto, considere el lugar ideal para la localización de sus almacenamientos de agua; para lograr una integración tanto funcional, como constructiva y estética con la realización final de la obra arquitectónica. Y de evitar así, lo que continuamente sucede al no prever una localización correcta de los tinacos y que dan como consecuencia una desintegración tanto formal, como estética



**EQUIPO HIDRONEUMÁTICO
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DIRECTO DE AGUA A PRESIÓN**



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTENIMIENTO DE POZOS

**MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO**



El cálculo del gasto de un sistema hidroneumático, requiere de sistemas empíricos. Hay varios, tales como el Alemán, el Británico o el Dawson, sin embargo, el más aceptable es el "Sistema del Hunter", que asigna a cada tipo de mueble sanitario un valor en "Unidad de Mueble", y el determina el gasto máximo en base al número de muebles que funcionan simultáneamente.

Muy variados y diversos estudios se han llevado a cabo en los Estados Unidos de Norte América y comprobados en México, han demostrado que ciertos factores, tales como la localización geográfica y las condiciones socio-económicas entre otras, pueden modificar este gasto obtenido por el sistema de Hunter.

Para el cálculo de la presión mínima a que debe operar el sistema hidroneumático, existen ciertos requisitos:

Como son los siguientes:

- Altura en metros del fondo de la cisterna a la bomba.
- Altura en metros de la bomba al mueble más alto.
- Presión, expresada en metros de columna de agua que se desea en el último mueble.
- Pérdidas por fricción en metros basada en la longitud total de tubería, desde el equipo al mueble más lejano.

El resultado de esta suma es la "Carga Manométrica", o sea, la carga mínima a que debe operar el sistema.

Agregando a esta carga mínima el diferencial de presión se obtiene la "carga máxima" a que debe operar el sistema.

Este diferencial de presión es del orden de 14 m. de columna de agua (1.4 Kg/cm²).

Las siguientes partes constituyen el Equipo Hidroneumático:

- a) Válvula de pin o válvula de check para la succión.
- b) Bomba o bombas con sus correspondientes motores eléctricos (mínimo dos).
- c) Tanque hidroneumático (puede ser vertical u horizontal).
- d) Compresor o cargador de Aire.
- e) Controles automáticos para la operación de las bombas.
- f) Control automático para la operación del compresor o cargador de aire.
- g) Accesorios.
- h) Tablero de control eléctrico.



Para los sistemas hidroneumáticos las bombas centrífugas deben ser del tipo de curva llamada "Parada", para que puedan suministrar el 100 % del gasto a la carga mínima de diseño, además operar a la carga máxima suministrando un gasto menor que se calcula podrá ser alrededor del 25 % del gasto de diseño

Seleccionada la bomba, se debe tener en cuenta lo siguiente :
Debe tener una presión de cierre no mucho mayor que la presión máxima del sistema y además no debe de operar fuera de los límites de turbulencia o de cavitación de la curva de la bomba.

La capacidad del motor eléctrico debe ser de acuerdo con la potencia al freno requerida. En caso de duda, se harán pruebas comprobatorias.

a) Válvula de Pie

Esta consiste en una válvula de check de operación vertical y una coladera. Esta válvula también suele llamarse "pichancha". Sirve para mantener la bomba y la tubería de succión llenas de agua, se utiliza cuando la bomba está instalada arriba del nivel del agua. Es una de las piezas más delicadas del sistema, por lo tanto, debe ponerse especial interés a su elección.

Además debe de estar instalada en forma accesible, para su mejor servicio y funcionamiento

b) Bomba

La bomba centrífuga es el tipo de bomba más aceptado para equipos hidroneumáticos, ya que su diseño permite que su presión máxima o de cierre, no sea más grande que la "Presión Máxima" del sistema hidroneumático.

Para estos sistemas no son recomendables las bombas generativas, tipo turbina y las bombas de turbina de pozo profundo, ya que su presión máxima, puede ser mucho mayor de la "Presión Máxima" del sistema y aún mayor que la presión de diseño del tanque hidroneumático y de la tubería, por lo tanto, resulta peligroso.



c) Tanque Hidroneumático

Este puede ser vertical u horizontal. Sistemas anticuados recomiendan el uso de 66 % de contenido de agua y 33 % de volumen de aire comprimido.

Se ha determinado ya desde 1946, que el volumen de agua, nunca podrá exceder del 50 %, pudiendose reducir hasta el 40 % sin bajar más allá del 35 %, o sea que el volumen de aire comprimido puede ser del 50 % o mayor sin pasar del 65 %, dependiendo de la cantidad de agua que se pueda extraer entre presión máxima y la presión mínima o de arranque de la bomba y debiendo quedar un sello de agua en el fondo del tanque no menor de 20 %

La capacidad del tanque está basada en la " Demanda Máxima Instantanea " del sistema, en tal forma que la cantidad de agua que se pueda extraer del tanque sea entre las presiones máximas y mínimas, y que correspondan a :

15 ciclos por hora : 2 minutos de extracción

10 ciclos por hora : 3 minutos de extracción

6 ciclos por hora : 5 minutos de extracción

Se seleccionan los ciclos por hora que se deseen y conociendo el " Gasto Máximo Instantáneo " del sistema, con la tabla anterior se determina el %, de agua extraído y así la capacidad total del tanque. Esto puede comprobarse con la ley de Boyle Mariotte $\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}$

(NOTA) Se mide la capacidad total del tanque desde su punto superior, hasta el punto más alto de extracción de agua.

El espesor de la lámina o placa en milímetros de que deberá ser construido el tanque, puede calcularse utilizando la siguiente formula.

$$\frac{p \times r_i}{F \times E \cdot 6p} = e$$

En donde: P - Presión máxima de operación en Kg / cm²
R_i = Radio interior en milímetros
F = 962.5 resistencia a la tensión de la placa en Kg / cm²
E = Eficiencia de la soldadura (85 %)
e = Espesor de la placa en milímetros.

El espesor resultante se le agregará 2.46 mm (1 / 16) en el caso de que las aguas sean corrosivas o que necesite una seguridad especial.



d) Cargador de Aire

En sistemas hidroneumáticos domésticos, con tamaños hasta de 200 lts de capacidad y trabajando a presiones bajas, se pueden utilizar los cargadores de aire comerciales, que inyectan aire en forma de burbujas disueltas en el agua.

El sistema clásico para inyectar aire comprimido a los tanques hidroneumáticos, es la compresora de aire.

e) Controles Hidroneumáticos

Estos sistemas hidroneumáticos equipados con compresoras, requieren controles complicados que operan las bombas y las compresoras de acuerdo con la presión y el nivel del agua del tanque hidroneumático, y su conservación, requieren la atención de un técnico.

Los sistemas hidroneumáticos equipados con cargadores de aire, utilizan controles de presión sencillos y económicos, fabricados por diferentes firmas en México y que requieren un mínimo de conservación.

9

f) Accesorios

- 1) Un manómetro de presión de diámetro adecuado para su fácil lectura y de capacidad adecuada para que el 50% de su presión, corresponda también al 50% de la presión de operación del sistema.
- 2) Una Válvula de alivio calibrada a una presión inferior a la presión de trabajo del tanque.
- 3) Un vitrio de nivel para observar los volúmenes de agua y aire del tanque.
- 4) También se recomienda, para evitar el golpeteo en las válvulas de cheque, el uso de las válvulas de cheque de cierre amortiguado para prevenir el golpe del ariete (doble check).

El mejor amortiguador de golpe de ariete en un equipo hidroneumático es el propio tanque de presión, por lo tanto la tubería de descarga debe conectarse a dicho tanque, antes de que la onda de presión llegue a los checks de las bombas.

9



g) Tablero Eléctrico

Este puede ser, ya sea abierto o cerrado, pero debe de contener todos los interruptores, arrancadores, alternadores, contactores y demás controles en orden, debidamente alambreadas e interconectadas, además de un diagrama eléctrico que facilite su instalación y operación

Debe tener lo siguiente :

- 1) Un interruptor general, ya sea de fusible o termomagnético y uno particular para cada uno de los motores eléctricos
- 2) Un arrancador magnético para la operación y protección del sistema de control
- 3) Un control de nivel que desconecta los arrancadores de los motores al faltar agua en la cisterna
- 4) En el caso de equipos duplex, se recomienda el uso de un alternador eléctrico automático.
- 5) Un control de fallas de fase con protección para desconectar el equipo si fallara una fase o cualquiera de las tres, es recomendable también que tenga alarma visual y auditiva

2.- TIPOS DE ALMACENAMIENTO

2.1 Tinacos

Se tiene necesidad del uso de TINACOS, cuando se utiliza el sistema por gravedad y generalmente se seleccionan cuando el abastecimiento de la red municipal o del conjunto, es intermitente y con variaciones de presión.

Como se mencionó anteriormente, es indispensable el estudio de su localización dentro del edificio.

Dada la importancia de su espacio y forma dentro de la construcción; se agrega una tabla con las dimensiones y formas en que se encuentran en el mercado.

Además de los tinacos prefabricados de asbesto, éstos se pueden sustituir por tanques de almacenamiento colados en obra e integrados a la construcción.

2.2 Tanque elevado de regularización y cisterna de almacenamiento.

El sistema seguirá siendo por gravedad, pero se deriva del anterior cuando la presión de la fuente de abastecimiento no es suficiente para alimentar directamente el tanque elevado.

En este caso se requiere de un almacenamiento inferior que contiene el agua necesaria para el consumo del edificio y del cual se eleva por medio de bombas al tanque elevado de regularización.

Se usa este tipo de almacenamiento en edificios de más de 3 niveles y la cisterna deberá ser de una capacidad de $2/3$ del consumo diario y la capacidad del tanque elevado se estima en $1/3$ ó $1/4$ del consumo diario.

Se recomienda instalar un equipo duplex de bombeo o sea 2 bombas en previsión de la falla de una de ellas o para cubrir los exesos de demanda diaria, es también importante que las bombas se instalen con un control "Alternador simultaneador" para permitir que las bombas se alternen después de cada ciclo de operación y que en algún momento puedan trabajar simultáneamente en ocasiones de demanda máxima.

Hay que tener en cuenta el espacio para ubicar los equipos de bombeo, en lugares ventilados y registrables para lograr un mejor mantenimiento y supervisión, los cuales deberán estar perfectamente ubicados en los planos de proyecto y facilitar así la localización de las preparaciones eléctricas necesarias para su correcta instalación.

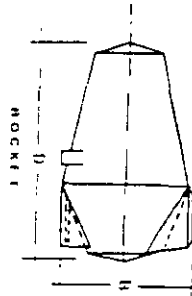


EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTO DE POZOS

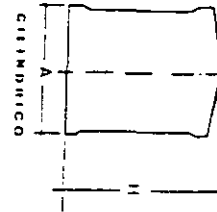
MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO



MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO

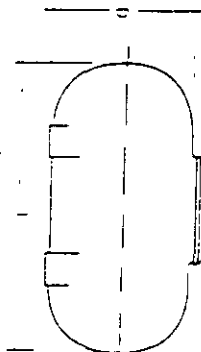


CAPACIDAD	D	H
1100 lts	1320 mm	1100 mm

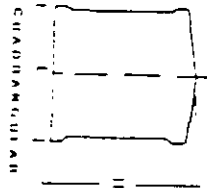


CAPACIDAD	A	H
200 lts	840 mm	600 mm
400	904	816
600	918	1026
1100	1004	1736
1700	1144	2370
1800	1200	1836
1800	1800	1800

HINACOS - METALIC



CAPACIDAD	A	H
200 lts	1640 mm	767
400	1100	1100
1100	1840	1840
1700	2740	1110



CAPACIDAD	A	H
200 lts	720 mm	720 mm
400	720	720
600	840	720
800	840	1120
1100	1040	1300
1700	1700	1400



2.3 Cisternas

Son almacenamientos de agua en la parte inferior del edificio y que pueden ubicarse dentro o fuera de él

Conocido el Consumo Diario, se calcula la capacidad de la cisterna, la cual debe ser suficiente para abastecer el edificio con un mínimo de 2/3 del consumo diario. Se recomienda almacenar un día de consumo diario del edificio, en lugares con tiempos de suministro muy cortos e irregulares de la red municipal de agua potable será necesario almacenar 2 días de consumo diario. En localidades en donde no existe red municipal se diseñarán cisternas para un consumo de 8 días como mínimo.

A esta capacidad hay que agregar en caso de requerirse sistema de servicio de protección contra incendio, una reserva exclusiva para este servicio de:

- 8,000 l. Para cubrir un siniestro durante 30 mins.
- 36,000 l. Para cubrir un siniestro durante 2 horas o mayor en caso de solicitarlo la Compañía Aseguradora.

Las cisternas pueden construirse de 1, 2 o más celdas dependiendo del volumen que se requiera almacenar.

Las cisternas deben cumplir desde el punto de vista sanitario y constructivo, con una serie de requerimientos entre los que se pueden mencionar los siguientes:

- a) Tener un cárcamo de succión.
- b) Tubos ventiladores que permitan una adecuada ventilación.
- c) Registro (s) con escalera marina que permitan el acceso de una persona y que en su parte superior tengan una tapa metálica envolvente a 15 cms arriba del nivel de piso terminado.
- d) Muros impermeabilizados, para evitar filtraciones.
- e) Una pendiente mínima del 0.5 % en el fondo hacia el cárcamo de succión.
- f) Estar localizada a 3.00 m del albañal de desagüe más próximo y a 1.00 de separación de la colindancia.



3.- DOTACIÓN DE AGUA POTABLE

Se llama dotación diaria a la cantidad de agua generalmente expresada en litros/habitante/día, que se asigna a cada uno de los diferentes tipos de edificios; estas dotaciones dependen de muchos factores como son, Facilidades sanitarias, normas de vida, localización, número de habitantes, tipo de edificio y la condición socio-económica de las personas

3.1 Dotación para los Diferentes Tipos de Edificios

En función del número de habitantes y de los factores anteriormente mencionados, pueden considerarse los siguientes datos:

	DOTACION DIARIA
Vivienda Tipo Popular	150 l/hab /día
Vivienda de Interés Social	200 l/hab /día
Vivienda tipo Residencial y Departamental	250-500 l/hab /día
Edificio de Oficinas	70 l/hab /día 10 l/m ² .
Hotels	500 l/huesped/día
Cines	2 l/espect./función
Fabricas (sin consumo industrial)	100 l/obrero/día
Baños Públicos	500 l/bañista/día
Escuelas	60-100 l/alumno/día
Restaurantes	15-30 l/comensal/día
Lavanderías	40 l/Kg de ropa seca
Hospitales	500-1000 l/cama/día
Riego de Jardines	5 l/m ²

NUMERO DE MUFBLES SANITARIOS SEGUN EL TIPO DE EDIFICIO

EDIFICIO : ESCUELAS SECUNDARIAS

- 1 excusado por cada 100 hombres
- 1 excusado por cada 45 mujeres
- 1 urinario por cada 30 hombres
- 1 lavabo por cada 100 personas
- 1 bebedero por cada 75 personas

EDIFICIO : OFICINAS O PUBLICO

- 1 excusado 1 - 15 personas
- 2 excusado 16 - 35 personas
- 3 excusado 36 - 60 personas
- 4 excusado 56 - 80 personas
- 5 excusado 81 - 110 personas
- 6 excusado 111 - 150 personas

1 más por cada 40 personas adicionales

URINARIO : Se suprime un excusado por cada urinario instalado sin que el No. de excusados sea menor que de 2/3 de lo anotado.

- 1 Lavabo 1 - 15 personas
- 2 Lavabos 16 - 35 personas
- 3 Lavabos 36 - 60 personas
- 4 Lavabos 61 - 90 personas
- 5 Lavabos 91 - 125 personas

1 adicional por cada 45 personas más o fracción.

1 bebedero por cada 75 personas. No se deben instalar dentro de los sanitarios.

ESTABLECIMIENTOS FABRILES

(talleres, fundiciones)

- 1 excusado 1 - 15 personas
- 2 excusados 16 - 35 personas
- 3 excusados 36 - 60 personas
- 4 excusados 61 - 90 personas
- 5 excusados 91 - 125 personas

1 adicional por cada 30 personas adicionales

URINARIO : Se suprime un excusado por cada urinario que se instale sin que el número de excusados se reduzca a menos de 2/3 de los arriba indicados.



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

**MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO**





- 1 Lavabo por cada 100 personas
- 1 Lavabo más por cada 10 personas adicionales

Cuando hay peligro de contaminación de la piel con materias venenosas, infecciosas o irritantes, instalar 1 lavabo por cada 5 personas

En otros casos puede instalarse un lavabo por cada 15 personas

Cada 60 cms. de lavabo corrido o cada 45 cms. de lavabo circular común, con llaves de agua por cada espacio, se considerarán equivalentes a un lavabo.

1 regadera por cada 15 personas, si en su trabajo están expuestos a calor excesivo o a contaminación de la piel con sustancias venenosas, infecciosas o irritantes.

- 1 bebedero por cada 75 personas.

DORMITORIOS

- 1 Excusado por cada 10 hombres
- 1 Excusado por cada 8 mujeres

Si hay más de 10 personas, agregar un excusado por cada 25 hombres adicionales y un excusado por cada 20 mujeres en exceso de 8.

- 1 Urinario por cada 25 hombres

Si hay más de 150 hombres agregar un urinario por cada 50 hombres adicionales

- 1 Lavabo por cada 12 personas.

Agregar un lavabo por cada 20 hombres y uno por cada 15 mujeres.

Se recomienda poner lavabos dentales adicionales en los sanitarios comunes.

- 1 Regadera por cada 8 mujeres y además
- 1 Tina por cada 30 mujeres.
Para más de 150 personas agregar una regadera por cada 20 personas.
- 1 bebedero por cada 75 personas
- 1 vertedero por cada 100 personas
- 1 lavadero por cada 50 personas



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

**MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO**



CINES, TEATROS Y AUDITORIOS

- 1 Excusado para hombres 1 - 100 personas
- 1 Excusado para mujeres 1 - 100 personas
- 2 Excusados para hombres 101 - 200 personas
- 2 Excusados para mujeres 101 - 200 personas
- 3 Excusados para hombres 201 - 400 personas
- 3 Excusados para mujeres 201 - 400 personas

Para más de 400 personas se agregará un excusado por cada 500 hombres más y un excusado por cada 300 mujeres más.

- 1 Urinario para 1 - 200 hombres
- 2 Urinarios para 201 - 400 hombres
- 3 Urinarios para 401 - 600 hombres
- 1 Urinario adicional por cada 500 hombres más
- 1 Lavabo para 1 - 200 personas
- 2 Lavabos para 201 - 401 personas

- 3 Lavabos para 401 - 750 personas
- 1 Lavabo adicional por cada 500 personas más
- 1 Bebedero por cada 100 personas.



COMENTARIOS GENERALES

Al aplicar los criterios expuestos debe tomarse muy en cuenta la accesibilidad de los muebles sanitarios, ya que alcanzarse únicamente a los valores numéricos especificados pueden resultar soluciones inadecuadas para el establecimiento de que se trate.

Así, por ejemplo, en escuelas de varios pisos deberá haber sanitarios en cada piso de salones de clases.

SERVICIOS PROVISIONALES SANITARIOS PARA TRABAJADORES

1 excusado y un urinario por cada 30 trabajadores.

Si se usan urinarios corridos se considerarán las siguientes equivalencias

60 cms. lineales	=	1 urinario
90 - 1.20	=	2 urinarios
1.50	=	3 urinarios
1.80	=	4 urinarios



4.- CÁLCULO DE LA TOMA DOMICILIARIA

El diseño correcto del diámetro de la toma domiciliaria es fundamental para garantizar el consumo diario en los edificios

El diámetro de la toma domiciliaria deberá ser calculado en función del sistema de abastecimiento propio del edificio, ya sea por gravedad (con tinacos o tanques elevados) o por alimentación directa de la red

4.1 Consumo Diario

Se denomina consumo diario al producto resultante de una dotación diaria por una población determinada, en función del uso y tipo del edificio

$$\text{Consumo diario} = \text{dotación} \times \text{población} \quad (\text{No. de habitantes})$$

4.2 Gasto Medio Diario

Teniendo el consumo diario y afectado por el tiempo de abastecimiento (8, 12 ó 24 horas) obtendremos el gasto medio diario.

$$\text{Para 24 hrs. } Q \text{ medio diario} = \frac{\text{consumo diario (litros)}}{86,400 \text{ seg.}}$$

$$\text{Para 12 hrs.} = \frac{\text{consumo diario (litros)}}{43,200 \text{ seg.}}$$

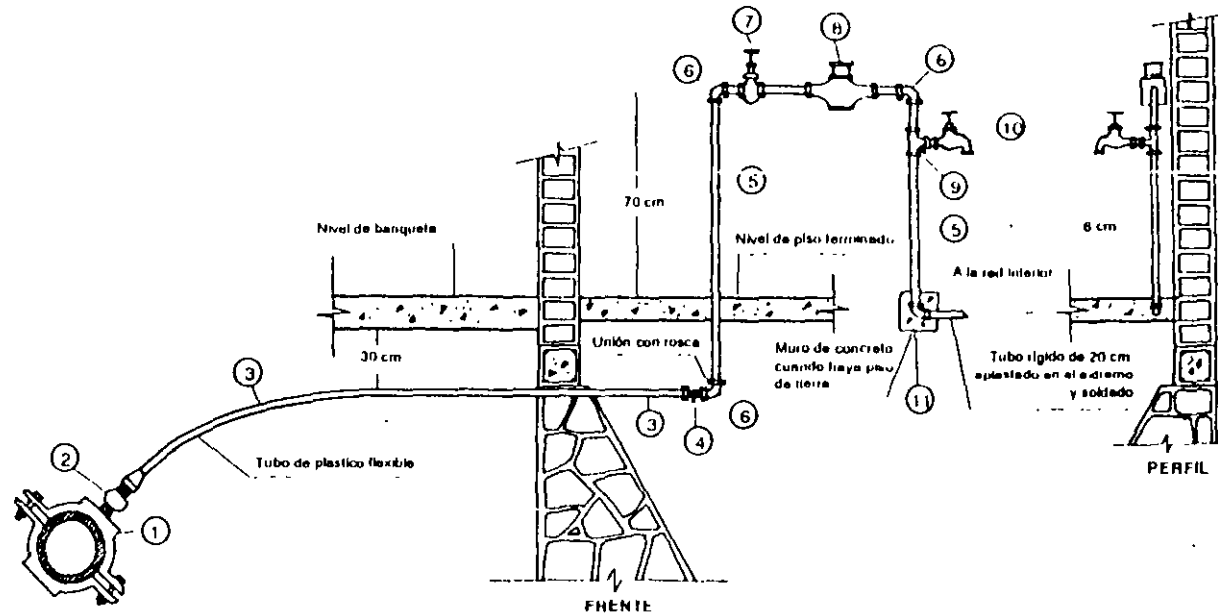
$$\text{Para 8 hrs.} = \frac{\text{consumo diario (litros)}}{21,600 \text{ seg.}}$$

Usualmente se calcula el gasto medio diario para un abastecimiento de 24 hrs (1 día)



MATERIALES PARA TOMA DE 13 mm.

- 1 Abrazadera para llave de inserción para tubo de A C
- 2 Adaptador de inserción de nylon o de polipropileno con acanaladura. Jera de acero inoxidable - 1 pza
- 3 Tubo de plástico flexible de polietileno de alta densidad clase 10 - 1 a 11 metros
- 4 Transición o adaptador con rosca macho de nylon o de polipropileno, con abrazadera de acero inoxidable - 1 pieza
- 5 Tubo de fierro galvanizado - 2 pzas
- 6 Codo de 90 de fierro galvanizado - 4 pzas
- 7 Llave de globo de bronce, rosca hembra - 1 pza
- 8 Medidor de 15 mm para conexiones de 13 mm - pza
- 9 Te de fierro galvanizado - 1 pza
- 10 Llave de manguera de bronce - 1 pza
- 11 Tapón macho empleando un nipple de lo galvanizado aplastado en el extremo y soldado - 1 pza



NOTAS IMPORTANTES

1. Si no se pone medidor se colocará un nipple de lo galvanizado de igual tamaño al medidor y una tuerca de unión universal
2. Las abrazaderas de inserción únicamente se utilizan en las tuberías de A C hasta 4" de diámetro
3. La profundidad mínima de la tubería en la calle será de 40 cm

**DETALLE TÍPICO
DE TOMA DOMICILIARIA**



4.5 Pérdidas de Fricción

Son las pérdidas de presión a las que están expuestas las tuberías en función de su diámetro, longitud, material y conexiones en una instalación hidráulica.

Las pérdidas de carga (h_f) podemos calcularlas con la fórmula siguiente:

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

de donde:

$f = 0.05$ en diámetros de 13 a 25 mm.

$f = 0.04$ en diámetros de 32 a 50 mm.

$f = 0.03$ en diámetros de 60 a 150 mm.

L = Longitud equivalente de tubería (tubería + conexiones)

d = Diámetro

v = Velocidad

g = Aceleración de la gravedad.

Sin embargo no es estrictamente exacto, ya que los coeficientes varían en función de las condiciones de la superficie interna de las tuberías y la propia velocidad. Para facilitar el cálculo de las pérdidas de presión, existen tablas que dan la equivalencia de las válvulas y conexiones considerándolas como tramos de tubería recta.

4.3 Gasto Máximo Diario

Es el gasto en el día de mayor demanda y se obtiene al multiplicar el gasto medio diario por un coeficiente de variación diaria que es igual a 1.2

$$Q_{\text{max. diario}} = Q_{\text{medio diario}} \times 1.2$$

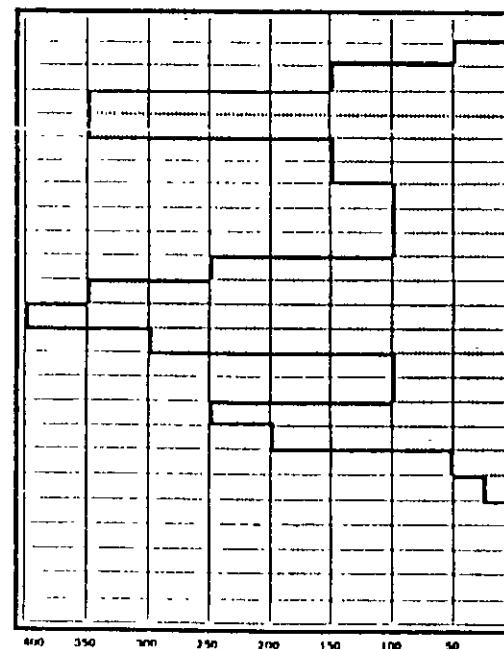
(Coeficiente de Variación Diaria)

Clima frío	=	1.0
Clima templado	=	1.2
Clima caluroso	=	1.5

4.4 Gasto Máximo Horario

Al obtener el gasto máximo diario y multiplicarlo por un coeficiente de variación horaria, podremos conocer el consumo máximo en la hora más crítica

$$Q_{\text{max. horario}} = Q_{\text{máximo diario}} \times 1.5$$



LITROS
**DIAGRAMA DE CONSUMO HORARIO
 EN CASA HABITACION**

4.6 Velocidad del Agua

La velocidad permitida dentro de las tuberías varía de 0.60 m / seg (mínima) hasta 3.00 m /seg como máxima dado que a partir de ésta se percibirá la circulación del agua dentro de las tuberías, ocasionando ruidos molestos en la construcción y aumentando las pérdidas por fricción en la tubería.

4.7 Cálculo del Diámetro de la Toma Domiciliaria

- a) Edificios con abastecimiento por gravedad
 (Con tinacos o tanques de almacenamiento)
 Para construcciones con tanques de regularización y distribución por gravedad partimos de lo siguiente.

Si $Q = V \times A$ $Q =$ Gasto
 $V =$ Velocidad
 $A =$ Area

Despejando, tendremos

$$A = \frac{Q}{V}$$

Y si suponemos una velocidad = 1.00 m/seg. (puesto que la red de abastecimiento deberá garantizar una velocidad de 0.60 a 3.00 m/seg), podremos calcular el área. Para este caso deberemos considerar el Gasto Máximo al aplicar esta fórmula para el cálculo de la toma domiciliaria.



Para $Q = 0.075 \text{ l/seg} = 0.1 \text{ l/seg}$.

$$Q = V \times A$$

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{0.1 \text{ l/seg}}{1.00 \text{ m/seg}} = 0.0001 \text{ m}^3/\text{seg} = 0.0001 \text{ m}^2$$

$$A = 0.0001 \text{ m}^2$$

Si el área del círculo es $= \frac{\pi d^2}{4}$

$$d^2 = \frac{3.1416}{4} d^2 = 0.785$$

$$A = 0.785 d^2$$

$$d = \sqrt{\frac{A}{0.785}} = \sqrt{\frac{0.0001 \text{ m}^2}{0.785}} = \sqrt{0.00012 \text{ m}^2}$$

$$d = 0.011 \text{ m}$$

$$d = 1.1 \text{ cm}$$

$$d = 11 \text{ mm}$$

Díametro comercial de la toma: 13 mm. (1/2")

EJEMPLO:

Tipo de Edificio	Casa Habitación
Tipo de Abastecimiento	Por gravedad (con llucos)
No. de Recámaras	4
No. de Habitantes	2 x No. de recámaras + 1

CALCULO DE LOS DATOS HIDRAULICOS

No de habitantes	=	$2 \times 4 + 1 = 9$
Dotación	=	300 l/hab / día
Consumo Diario	=	$9 \times 300 = 2,700 \text{ l/seg}$.
Gasto Medio Diario	=	$\frac{2700}{12 \text{ hrs. } 12 \times 3600} = \frac{2700}{43,200 \text{ seg}} = 0.0625 \text{ l/seg}$
Gasto máximo Diario	=	$0.0625 \times 1.2 = 0.075 \text{ l/seg}$.
Gasto máximo Horario	=	$0.075 \times 1.5 = 0.112 \text{ l/seg}$



PEMEX

EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACION
Y MANTTO DE POZOS

**MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO**



De ahí que generalmente todas las casas unifamiliares se alimenten con una toma domiciliaria de 13 mm (1/2")

También al conocer el Gasto Máximo Diario podemos calcular el diámetro de la toma, aplicando el nomograma de Hunter que se detallará más adelante

- b) Para abastecer edificios con presión directa de la red, el diámetro de la toma se diseñara con lo que se denomina " Demanda Máxima Instantanea "



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO



5.- MÉTODOS DE CÁLCULO DE ALIMENTACIONES (AGUA FRÍA Y AGUA CALIENTE)

DEMANDA MÁXIMA INSTANTÁNEA

El diseño correcto del sistema de distribución de agua en un edificio es indispensable, con el fin de que los diversos muebles sanitarios puedan funcionar adecuadamente.

La cantidad requerida ya sea de agua fría o caliente, es variable dependiendo del tipo de edificio, su uso ocupación y hora del día.

En casas y edificios de apartamentos, los muebles de baño se usan principalmente por las mañanas y por la noche, los fregaderos de cocina se utilizan antes y después de los alimentos y los lavaderos y lavadoras generalmente en el curso de la mañana.

Este uso intermitente de los muebles sanitarios y el hecho de que el tiempo que están en operación sea mucho menor que aquel que están sin operar, fue lo que originó determinar la "Demanda Máxima Instantánea", que permite diseñar una red hidráulica más acorde con la realidad, en lugar de calcular la red para operación simultánea de todos los muebles que no solamente es inútil, sino que representa un costo mayor.

5.1 Método Empírico

Estudiado en la Gran Bretaña, por Dawson y Rowman en los Estados Unidos, este método utiliza una tabla en la que se indica la descarga de cada tipo de mueble en galones por minuto, se multiplica esta cantidad por el número de muebles de cada tipo y se suman los gastos obtenidos.

El gasto total obtenido, corresponde al gasto de todos los muebles operando simultáneamente; esta cantidad se lleva a una tabla calculada por los diseñadores de este sistema, en la cual se puede seleccionar el Gasto Máximo Instantáneo, de acuerdo con experiencias obtenidas por ellos en la práctica.

Este sistema, con ciertas modificaciones, fué utilizado por fabricantes y equipos hidroneumáticos en los E. U. A. y en México, actualmente a caldo en desuso.



5.2 Método Alemán de Raíz Cuadrada

El método Alemán utiliza como unidad de gasto la descarga de una llave de 3/8" (9.5 mm) operando bajo ciertas condiciones y se fija un "Factor de Carga" tomando la relación de gasto de este mueble con la del hidrante de 3/8" y el resultado se eleva al cuadrado.

Posteriormente al "Factor de Carga" de cada tipo de mueble, se multiplica por el número de éstos, se suman los resultados y se saca la raíz cuadrada de esta suma. Este resultado se multiplica por el "Factor de Carga" del hidrante de 3/8" y así se obtiene la demanda máxima de la tubería de alimentación.

El procedimiento de obtener la raíz cuadrada, cubre el hecho de que no todos los muebles operen simultáneamente, este método tiene poca aplicación hoy en día.

5.3 Método del Dr. Roy B. Hunter

Este método basado en las probabilidades de uso de núcleos sanitarios y de una serie de observaciones de tipo práctico, es el método de cálculo más usado actualmente.

Hunter basa su teoría en que la operación de los muebles de mayor gasto puede ser relativa y determina las frecuencias máximas de uso de estos muebles tomadas de pruebas efectuadas en hoteles y edificios de apartamentos durante las horas de mayor consumo. También midió los valores característicos de las demandas de agua para los diversos muebles y el tipo de operación de cada uno.

El sistema obtenido por Hunter de sus teorías y pruebas aplicables especialmente para redes que abastecen un gran número de muebles y está basado en que podrá no dar un buen resultado en 1% de casos.

La teoría de probabilidades de Hunter ha demostrado ser la más exacta y racional; de los métodos antes descritos.

Datos obtenidos con los métodos anteriores en un edificio de apartamentos.

Método Empleado	Gasto (l/seg.)	Gasto (en %)
Hunter	2.65	100
Alemán	3.34	126
Británico	3.97	150
Dawson	4.52	182



han llegado al mismo resultado: Que el Método de Hunter para calcular la demanda máxima instantánea dá resultados exagerados en un gran número de casos.

Esto se explica fácilmente si se considera que Hunter basó su teoría en resultados de mediciones obtenidas de edificios con gran número de muebles y durante las horas de mayor uso.

Se puede considerar que su muerte no permitió la terminación de su obra pues indudablemente hubiera incluido modificaciones que se pudieran aumentar o disminuir los gastos obtenidos con su Sistema, utilizando las mismas consideraciones que afectan la demanda de agua mencionadas por todos los autores de la materia y detallados en el libro "Water Supply Engieneering" por Babbitt y Doland a saber.

- 1) Clima y localización
- 2) Uso de medidores y costo del agua
- 3) Calidad y presión del agua
- 4) Facilidades sanitarias y normas de vida
- 5) Condición socio económica

Hasta el año de 1957 el método más extendido para determinar la "Demanda Máxima Instantánea" en los E U A y en México fué variación del Sistema Empírico que los principales fabricantes de bombas y equipos hidroneumáticos ilustraban en sus catálogos

Sin embargo, la experiencia demostró la falta de exactitud de estos métodos y fué, al aparecer el Código de Plomería editado por Vincent Manas, que se empezó a unificar el criterio de diseñadores y contratistas y se generalizó el uso del método de probabilidades de Hunter descrito en detalle en dicho libro

Nuevamente la práctica fue demostrando errores en este método y diversos investigadores en E U A y en México se dedicaron a investigar los resultados reales de edificios en los que se había calculado la demanda basada en el Método de Hunter

Con las facilidades existentes en los E U A se instalaron medidores-registradores de flujo en diversos tipos de edificios y en diversos lugares del país y así se pudo efectuar un estudio comparativo entre el diseño original basado en el sistema de Hunter y el gasto real obtenido por medición

En México, aunque sin contar con los medios de los E U A se pudieron hacer estudios prácticos comparativos también, utilizando los medidores de flujo, empleados como controles en los Sistemas Programados de presión constante y muy especialmente diversos investigadores, ya sea en forma práctica o deductiva, han efectuado estudios y unos y otros



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO



RESULTADO DE INVESTIGACION EN UN HOTEL EN ACAPULCO, GUERRERO

MUEBLES SANITARIOS	NUMERO DE MUEBLES	U. M. SEGUN HUNTER	TOTAL DE U. M.
WC FLUXOMETRO	306	6	2208
REGADERA C/TINA	368	2	736
LAVABOS	368	2	736
LAVADEROS	10	3	30
FREGADEROS	10	4	40
TOTAL EN UNIDADES MUEBLE			3750
GASTO MAXIMO CONSTANTE SEGUN HUNTER			34,651/seg
GASTO MAXIMO CONSTANTE SEGUN MEDICION			22,681/seg
POR CIENTO AL QUE SE REDUCE EL GASTO			64.65 %

5.4 Determinación de la Carga Manométrica

La carga Manométrica corresponde a la presión mínima a que debe suministrarse el agua para un edificio

Para su determinación intervienen tres factores:

- Altura en metros desde el punto de abastecimiento al punto más alto de descarga
- Presión que se desea tener en ese punto más alto de descarga
- En el caso de México, así como de la mayor parte de los países Latinoamericanos, en los que los reglamentos, el diámetro reducido de las tuberías y tomas, las interrupciones en el servicio de agua y la falta de presión, impiden considerar un abastecimiento directo de la red municipal, se ha extendido el uso de linacos para edificios de poca altura o de tanque de almacenamiento o cisterna para los más altos



6.- METODO DE " HUNTER "

6.1 Unidades Mueble

El método del Dr. Hunter toma como base para determinación de los gastos de agua, el gasto de lavabo, el cual equivale a 25 litros por minuto y le denomina UNIDAD MUEBLE también se le dá el nombre de unidad de gasto

6.2 Tipos de Muebles Sanitarios

El valor en unidades mueble para cada uno de los muebles sanitarios, se deriva de uso y tipo de mueble y han clasificado en muebles de uso público y uso privado, pudiendo ser del tipo de válvula ("Fluxometro") o de tipo tanque; en función de lo anterior el valor en unidades mueble varía para cada uno de los diferentes muebles, como se puede apreciar en la tabla que se anexa

6.3 Perdida por Fricción

El rozamiento que ocasiona el paso de agua a través de una tubería y la pérdida de velocidad, consecuencia de lo anterior es lo que da origen a las pérdidas por fricción, éstas dependen del tipo de material en la tubería y las longitudes a recorrer

En el nomograma de Hunter, una pérdida aceptable por fricción (hf) para el cálculo de los diámetros de las tuberías es de \pm el 15%.

También se debe considerar que en válvulas y conexiones (codos, tees, reducciones, etc), se tiene una pérdida por fricción de acuerdo al material y diámetro de que se trate; se anexa una tabla con los valores expresados en metros de tramo recto de tubería equivalente


**EQUIVALENCIAS DE LOS MUEBLES EN
 UNIDADES DE GASTO (U M .)**

Diámetro Propio (mm)	Mueble	Servicio	Control	U M
25 ó 32 mm	Excusado	publico	Válvula	10
13	Excusado	publico	Tanque	5
13	Fregadero	hotel rest	Llave	4
13	Lavabo	publico	Llave	2
19 ó 25	Mingitorio pared	publico	Válvula	5
13	Mingitorio pared	publico	Tanque	3
13	Regadera	público	Mezcladora	4
13	Tina	publico	Llave	4
13	Vertedero	oficina etc	Llave	3
25	Excusado	privado	Válvula	6
13	Excusado	privado	Tanque	3
13	Fregadero	privado	Llave	2
-	Grupo baño	privado	Exc válv.	6
-	Grupo baño	privado	Exc tanque	6
13	Lavabo	privado	Llave	1
13	Lavadero	privado	Llave	3
13	Regadera	privado	Mezcladora	2
13	Tina	privado	Mezcladora	2

6.4 Velocidades Mínimas y Máximas

La velocidad es una de las condiciones importantes para conducción y cálculo de las tuberías de agua y se recomienda para el correcto funcionamiento de los accesorios y muebles sanitarios velocidades de 0.60 m/seg como mínima y 3.00m/seg. como velocidad máxima para evitar ruidos extraños en las tuberías y evitar que las pérdidas por fricción aumenten al tener velocidades muy altas dentro de las tuberías.

6.5 Tipos de Tuberías

Para la conducción del agua potable en el interior de los edificios, se tiene en el mercado tubería de cobre (tipo "M"), fierro galvanizado (cédula 40) y tubería de plástico (P.V.C.), debiéndose seleccionar el material adecuado para cada uso específico de las instalaciones; así por ejemplo para ramaleos exteriores se puede utilizar fierro galvanizado y tubería de cobre para todo el ramaleo interior y tubería de P.V.C. para riego.

Al analizar en nomograma de Hunter, se han hecho dos tablas para el cálculo de los diámetros de las tuberías.



probables en litros por segundo en función del Número de Unidades de Gasto (U M)", en donde se tienen tres columnas, una con el número de unidades mueble y dos columnas que nos indican el gasto en litros por segundo, dependiendo del tipo de mueble ya sea de tanque o de válvula (Fluxómetro).

Ya conociendo el Gasto en litros por segundo que se estima pasará por las diferentes tuberías del sistema sus longitudes reales y la equivalencia en longitud de tubería de conexiones, podemos determinar los diámetros adecuados en el nomograma ya sea que se trate de tubería de cobre o de fierro galvanizado.

En este nomograma se tiene horizontalmente los gastos en litros por segundo ($Q = l/seg$), verticalmente la pérdida de presión en % (hf) siendo recomendable aceptar $\pm 10\%$ de pérdida de presión en las líneas inclinadas se tienen los diferentes diámetros nominales de tubería y perpendicular a estas líneas se tienen las velocidades del agua en metros por segundo recomendándose que no es menor de 0.60 m/seg ni mayor de 3.00 m/seg para que los muebles sanitarios funcionen correctamente se requiere una presión mínima en su alimentación de agua, esta presión y el gasto requerido varía con el diseño de ellos, en algunos se necesita una presión mayor que en otra, para que su funcionamiento sea correcto; se agrega una tabla que muestra los gastos y presiones necesarias para su funcionamiento adecuado

El primer nomograma, es para el cálculo de las tuberías proyectadas con cobre y el segundo para las tuberías de fierro galvanizado

6.6 Tablas y Nomogramas

Demanda máxima instantánea:

Para el cálculo de la demanda máxima instantánea del agua en el edificio, el método iniciado por el Dr. Roy B Hunter, quien aplicó la teoría de las probabilidades, a demostrado dar resultados eficientes

Este método es aplicable a los grupos numerosos de muebles, como en el de los edificios de apartamentos, hoteles, oficinas, etc

Para facilitar el cálculo, se valúan los muebles en unidades de Gasto "U M", sumando sus valores y con el dato total de unidades de gasto, entrar en una tabla de "Gastos

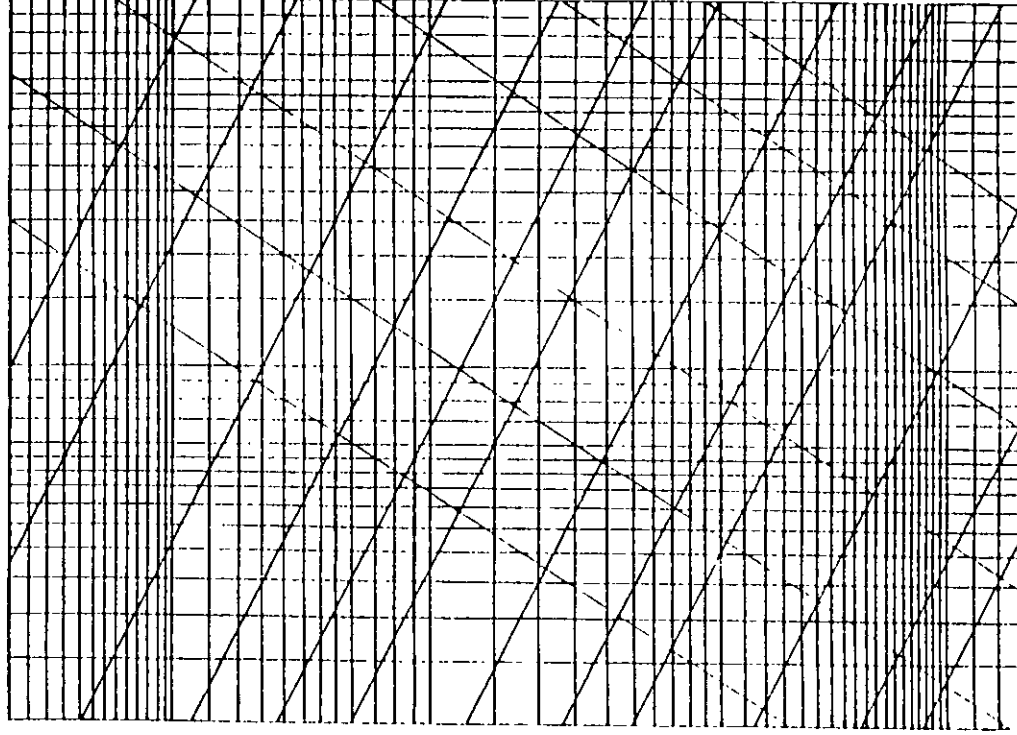


MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO

PEMEX
EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

43

Hf = Metros por Cien Metros



(Gasto Máx Probable)

Tuberia de Cobre tipo " M "

NOMOGRAMA DE HUNTER



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO



Gastos Probables en Litros por Segundo en Función del Número de Unidades Mueble
Método de " Hunter "

Número Unidades Mueble	Gasto probable		Número de Unidades Mueble	Gasto probable		Número de Unidades Mueble	Gasto probable	
	Tanque	Válvula		Tanque	Válvula		Tanque	Válvula
1	0.10		80	2.40	3.91	255	4.71	6.43
2	0.15		85	2.48	4.00	260	4.78	6.48
3	0.20	No hay	90	2.57	4.10	265	4.86	6.54
4	0.26	No hay	95	2.68	4.20	270	4.93	6.60
5	0.38	1.51	100	2.78	4.29	275	5.00	6.66
6	0.42	1.58	105	2.88	4.36	280	5.07	6.71
7	0.46	1.61	110	2.97	4.42	285	5.15	6.76
8	0.49	1.67	115	3.06	4.52	290	5.22	6.83
9	0.53	1.71	120	3.15	4.61	295	5.29	6.89
10	0.57	1.77	125	3.22	4.71	300	5.36	6.94
12	0.63	1.86	130	3.28	4.80	320	5.61	7.13
14	0.70	1.95	135	3.35	4.86	340	5.86	7.32
18	0.76	2.01	140	3.41	4.92	360	6.12	7.52
18	0.83	2.12	145	3.48	5.02	380	6.37	7.71
20	0.89	2.21	150	3.54	5.11	400	6.62	7.90
22	0.96	2.29	155	3.60	5.18	420	6.87	8.09
24	1.04	2.38	160	3.68	5.24	440	7.11	8.28
28	1.11	2.44	165	3.73	5.30	460	7.36	8.17
28	1.19	2.51	170	3.79	5.36	480	7.60	8.68
30	1.26	2.59	175	3.85	5.41	500	7.85	8.85
32	1.31	2.65	180	3.91	5.42	520	8.08	9.02
34	1.36	2.71	185	3.98	5.55	540	8.32	9.20
36	1.42	2.78	190	4.04	5.58	560	8.55	9.37
38	1.48	2.84	195	4.10	5.60	580	8.79	9.55
40	1.52	2.90	200	4.15	5.63	600	9.02	9.72
42	1.58	2.98	205	4.23	5.70	620	9.24	9.89
44	1.63	3.03	210	4.29	5.76	640	9.46	10.05
48	1.69	3.09	215	4.34	5.80	680	9.88	10.38
48	1.74	3.16	220	4.39	5.84	700	10.10	10.55
50	1.80	3.22	225	4.42	5.92	720	10.32	10.74
55	1.94	3.35	230	4.45	6.00	740	10.54	10.93
60	2.08	3.47	235	4.50	6.10	760	10.76	11.12
65	2.18	3.57	240	4.54	6.20	780	10.98	11.31
70	2.27	3.68	245	4.59	6.31	800	11.20	11.50
75	2.34	3.78	250	4.64	6.37	820	11.40	11.66



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO



Gastos Probables en Litros por Segundo en Función del Número de Unidades Muebles
Método de " Hunter "

Número de Unidades Mueble	Gasto probable		Número de Unidades Mueble	Gasto probable		Número de Unidades Mueble	Gasto probable	
	Tanque	Válvula		Tanque	Válvula		Tanque	Válvula
840	11 60	11 82	2150	23 00	23 00	4100	34 90	34 90
860	11 80	11 98	2400	23 40	23 40	4500	39 50	39 50
880	12 00	12 14	2450	23 70	23 70	5000	43 50	43 50
900	12 20	12 30	2500	24 00	24 00	5500	46 30	46 30
920	12 37	12 46	2550	24 40	24 40	6000	49 00	49 00
940	12 55	12 62	2600	24 70	24 70	6500	52 60	52 60
960	12 72	12 78	2650	25 10	25 10	7000	56 00	56 00
980	12 90	12 94	2700	25 50	25 50	7500	59 00	59 00
1000	13 07	13 10	2750	25 80	25 80	8000	63 00	63 00
1050	13 49	13 50	2800	26 10	26 10	8500	65 50	65 50
1100	13 90	13 90	2850	26 40	26 40	9000	68 50	68 50
1150	14 38	14 38	2900	26 70	26 70	9500	71 50	71 50
1200	14 85	14 85	2950	27 00	27 00	10000	74 40	74 40
1250	15 18	15 18	3000	27 30	27 30	10500	77 50	77 50
1300	15 50	15 50	3050	27 60	27 60	11000	80 50	80 50
1350	15 90	15 90	3100	28 00	28 00	11500	83 50	83 50
1400	16 20	16 20	3150	28 30	28 30	12000	86 50	86 50
1450	16 60	16 60	3200	28 70	28 70	12500	89 50	89 50
1500	17 00	17 00	3250	29 00	29 00	13000	92 50	92 50
1550	17 40	17 40	3300	29 30	29 30	13500	95 50	95 50
1600	17 70	17 70	3350	29 60	29 60	14000	98 50	98 50
1650	18 10	18 10	3400	30 30	30 30	14500	101 50	101 50
1700	18 50	18 50	3450	30 60	30 60	15000	104 50	104 50
1750	18 90	18 90	3500	30 90	30 90	15500	106 50	106 50
1800	19 20	19 20	3550	31 30	31 30	16000	109 50	109 50
1850	19 60	19 60	3600	31 60	31 60	16500	112 50	112 50
1900	19 90	19 90	3650	31 90	31 90	17000	115 50	115 50
1950	20 10	20 10	3700	32 30	32 30	17500	118 50	118 50
2000	20 40	20 40	3750	32 60	32 60	18000	121 50	121 50
2050	20 80	20 80	3800	32 90	32 90	18500	124 50	124 50
2100	21 20	21 20	3850	33 30	33 30	19000	127 50	127 50
2150	21 60	21 60	3900	33 60	33 60	19500	130 50	130 50
2200	21 90	21 90	3950	33 90	33 90	20000	133 50	133 50
2250	22 30	22 30	4000	34 40	34 40	20500	163 00	163 00
2300	22 60	22 60	4050	34 60	34 60	3000	194 00	194 00



7.- DESAGUES PLUVIALES

7.1 Intensidad de Lluvia

Para el cálculo de las tuberías que conducirán aguas pluviales intervienen una serie de factores, por lo que es necesario normar el criterio para proyectar razonablemente los desagües pluviales y evitar así la posibilidad de inundaciones dentro de las construcciones.

Los daños y molestias ocasionadas por las aguas de lluvia incorrectamente analizadas, todavía se presentan con cierta frecuencia y esto se debe a que en muchos casos se siguen reglas tradicionales para distribuir y dimensionar las bajadas de agua pluvial.

El punto de partida para el diseño de la conducción del agua pluvial es la intensidad de la lluvia, o sea la cantidad de agua que cae en la unidad de tiempo, generalmente expresada en cm /hora ó mm /hora.

Por lo que se refiere a la intensidad de los aguaceros, se ha demostrado que los primeros cinco minutos de precipitación son los de mayor intensidad; siempre hay que tomar como base el promedio de las intensidades máximas anuales de los aguaceros de 5 minutos de la localidad en estudio.

En la Cd. de México, en un período de 49 años, la precipitación pluvial de 100 mm /hora fué rebasada en 12 años y la de 200 mm /hora en 5 años.

De la observación anterior, se deduce que para la Cd. de México, D.F., debe de proyectarse con intensidad no inferior a 100 mm /hora, ni mayor de 150 mm /hora.

Se hace la aclaración que no es de importancia sobrepasar este límite, si se toma en cuenta que el cálculo de los conductos verticales se hace para manejar un gasto equivalente a un 1/4 de tubo lleno, en consecuencia se deduce en una precipitación mayor, no se ve afectada su capacidad.

Cuando nos encontramos con un céspeol en la parte inferior de una bajada pluvial, no debe conectarse otra descarga pluvial intermedia, por que en caso de precipitación ésta no podrá descargar al tratar de salir por ella el aire comprimido en la bajada.

Los albañales de aguas pluviales pueden funcionar a tubo lleno, pero hay que tener mucho cuidado que las pérdidas de fricción no sean tan fuertes, que la pendiente hidráulica sea tal que pueda hacer subir el agua dentro de la columna y provoque un aumento de presión dentro del albañal y que en muchos casos puede aflorar por los registros, levantando la tapa de éstos.

La capacidad de los albañales con 1% de pendiente aparecen en la tabla anexa.



7.2 Formula de Manning

En el dimensionamiento de los conductos circulares es importante considerar la velocidad con la que el agua circula dentro de las tuberías y en una de las fórmulas empleadas para determinar la velocidad es la de Manning, la cual se expresa así:

$$V = \frac{1.49 R^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

En donde:

- n = Coeficiente de rugosidad de la tubería
- R = Radio hidráulico
- S = Pendiente hidráulica

7.3 Pendiente Hidráulica

Se denomina pendiente hidráulica al cociente que resulta de dividir una diferencia de nivel (hf) entre una longitud dada:

$$S = \frac{hf}{L}$$

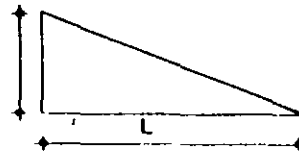
si $L = 10 \text{ m.}$
 $hf = 10 \text{ cm.}$

$$s = \frac{0.10}{10}$$

$$s = 0.01$$

$$s = 1 \%$$

Ejemplo:



Para otras pendientes expresadas en por ciento, la velocidad, el gasto y las superficies desaguadas, se obtienen multiplicando, los valores de la tabla por la raíz cuadrada de la pendiente en por ciento (ver tabla anexa)

Es de importancia notar que aunque los conductos verticales de aguas negras no deben combinarse con las aguas pluviales, los albañales si pueden llevar juntos los dos servicios

Una observación de importancia es que en la superficie de terrazas de los grandes edificios, hay que tener en cuenta los escurrimientos ocasionados por la lluvia sobre las fachadas de la construcción, dado que en muchos casos la fuerza del viento hace que la lluvia caiga sobre ellas con ángulos de 30, 45 y hasta 60 por lo que las bajadas pluviales de las terrazas recibirán un incremento de mucha consideración, que de no ser previsto, provocará serios problemas.

Para una lluvia con inclinación de 30 se toma como área de captación el 50% de la superficie de la fachada (sen = 0.5), en tanto que para 45 y 60 respecto a la vertical, se tomará 70.7% y 86.6% respectivamente.



7.7 Tipos de Coladeras Pluviales

El agua de lluvia al tener contacto con la superficies que se tengan que drenar, es necesario encauzarla hacia puntos de recolección de agua pluvial diseñados previamente; iniciándose en una coladera o rejilla pluvial de acuerdo al caso específico que se presente

Para patios o superficies pavimentadas, existen en el mercado una serie de rejillas que pueden ser utilizadas o sobrediseño hechas en obra cuando el proyecto así lo indique

En el caso de las azoteas de los edificios, hay en el mercado dos tipos de coladeras para el desalajo de las aguas de lluvia. La de tipo de cúpula que se instala en toda la zona libre de pretil y la denominada de pretil que es precisamente para colocarse en esta zona de la construcción.

La patente HELVEX fabrica estos dos tipos en sus modelos 444 y 446 para coladeras de cúpula y los modelos 4954 y 4956 de pretil, el último número nos indica el diámetro de salida de la coladera en pulgadas, ejemplo la 444 es para tubo de 4" (100 mm de diámetro); para mayor idea se anexa un dibujo de ambos modelos.

7.4 Radio Hidráulico

Para obtener el radio hidráulico bastará en dividir el área de paso del líquido entre el perímetro de contacto

$$R = \frac{a}{p}$$

7.5 Tablas de Cálculo (se anexan)

Las bajadas pluviales se calculan en función de una intensidad de lluvia y de una área que reciben y generalmente no deben de quedar a más de 20 m de separación para evitar grandes rellenos en las azoteas, las pendientes recomendables para garantizar un correcto escurrimiento en los techos es de 1.5 % como mínimo y 2 % como máximo, para evitar grandes zonas de rellenos

7.6 La Azotea, Sus Rellenos, Pendientes, Etc.

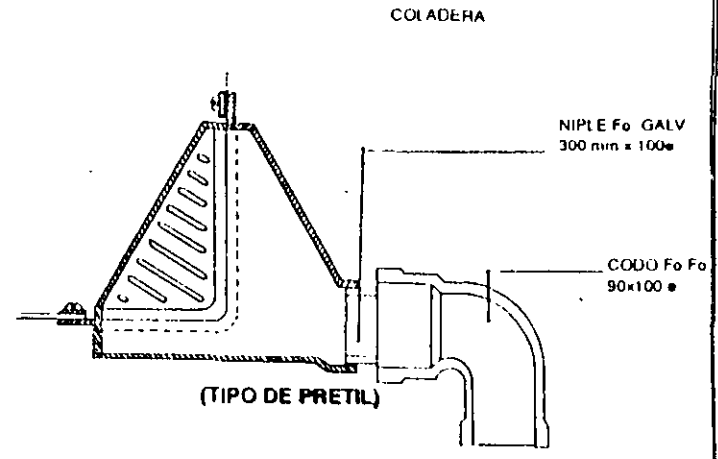
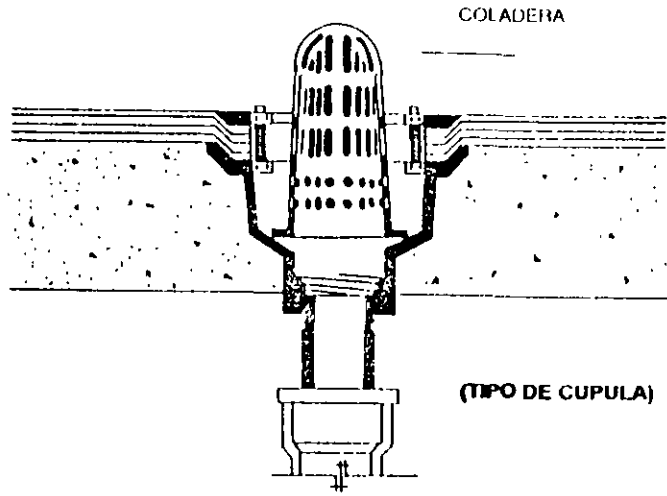
Las bajadas pluviales se calculan en función de una intensidad de lluvia y de una área que reciben y que generalmente no deben de quedar a más de 20 m de separación para evitar grandes rellenos en las azoteas, las pendientes recomendables para garantizar un correcto escurrimiento en los techos es de 1.5 % como mínimo y 2 % como máximo, para evitar grandes zonas de rellenos.



MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTO DE POZOS
07



COLADERAS PARA AZOTEA



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO



ALBAÑALES

diámetro	Q=1/seg s=1% pend	para l=100 mm/h	para l=150 mm/h
100 mm	4.47 1/seg	161 m ²	107 m ²
150 mm	13.19 1/seg	475 m ²	317 m ²
200 mm	23.425 1/seg	1023 m ²	628 m ²
250 mm	51.539 1/seg	1855 m ²	1237 m ²
300 mm	83.808 1/seg	3017 m ²	2011 m ²

CALCULO DE BAJADAS DE AGUA PLUVIAL

diámetro (mm)	para l=100 mm/h	para l=150 mm/h	Q=1/seg (1/4 cap)
50 mm	38 m ²	25 m ²	1.049 1/seg
75 mm	111 m ²	74 m ²	3.093 1/seg
100 mm	240 m ²	160 m ²	6.652 1/seg
150 mm	707 m ²	471 m ²	19.64 1/seg



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTO. DE POZOS

**MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO**



7.9 Zonificación

Es conveniente diseñar el espacio arquitectónico necesario para la agrupación de las diferentes tuberías que se requieren para los distintos servicios del edificio. Es de verdadera importancia que el arquitecto al diseñar los diferentes espacios del edificio, considere el ducto arquitectónico necesario para el alojamiento de las tuberías y permita posteriormente la revisión y mantenimiento de las mismas.

7.8 Materiales de Bajadas de Agua Pluvial

En la actualidad se usan varios materiales en la fabricación de tuberías para bajadas de agua pluvial, entre las que se encuentran las hechas a base de plástico (P.V.C.), hierro fundido y hierro galvanizado, para tuberías que por razones de diseño tengan que ir a áreas (colgadas de la estructura), se pueden utilizar las tuberías de Asbesto Cemento Clase "0".

La selección del material para las bajadas pluviales depende del tipo de obra específico y de la ubicación de la bajada dentro de la construcción.

Para las bajadas es conveniente emplear tubería de alta resistencia; deben apoyarse firmemente en su base y sujetarse a muros o elementos de estructura por medio de abrazadera o soporte a intervalos no mayores de 3.00 m.

Las bajadas deben colocarse lo más recto posible y cuando necesiten cambiar de dirección, éstas deben de hacerse con codos de "radio largo" o con dos codos de 45.



8.- DESAGUES SANITARIOS

En todo edificio la red de distribución de agua potable, tiene su continuación a través de los muebles sanitarios en la red de drenaje

La función de una instalación sanitaria bien planeada en su ramo de saneamiento, es retirar de los edificios las aguas negras y materias de desecho para que estas no representen un peligro para la salud

Para este efecto una instalación sanitaria debe diseñarse de tal manera que aproveche las cualidades de los materiales que en ella se empleen, de la manera más práctica y económica pero, sin sacrificar la exigencia higiénica y eficiencia que requieren la construcción moderna y los reglamentos y códigos sanitarios que tienden a garantizar el funcionamiento adecuado de las instalaciones individuales, indispensables para el buen funcionamiento de las redes generales del drenaje

8.1 Tipos de Muebles Sanitarios

Los componentes de una instalación sanitaria se inician en las descargas de los propios muebles sanitarios que requieren de tuberías de desague y ventilación, con diámetros mínimos recomendables para una correcta evacuación de las aguas servidas.

Se agregan una serie de dibujos que muestran el dimensionamiento de los diferentes muebles sanitarios, indicándose sus diámetros para desagües, alimentaciones y ventilaciones necesarias y recomendables para un correcto funcionamiento.

8.2 Unidad de Desague

Para determinar los diámetros de las tuberías de desague, es necesario basarse en el cálculo del gasto total que puede descargarse en las tuberías mencionadas, con tal objeto se consideran las equivalencias en " Unidades de Desague " o unidades mueble

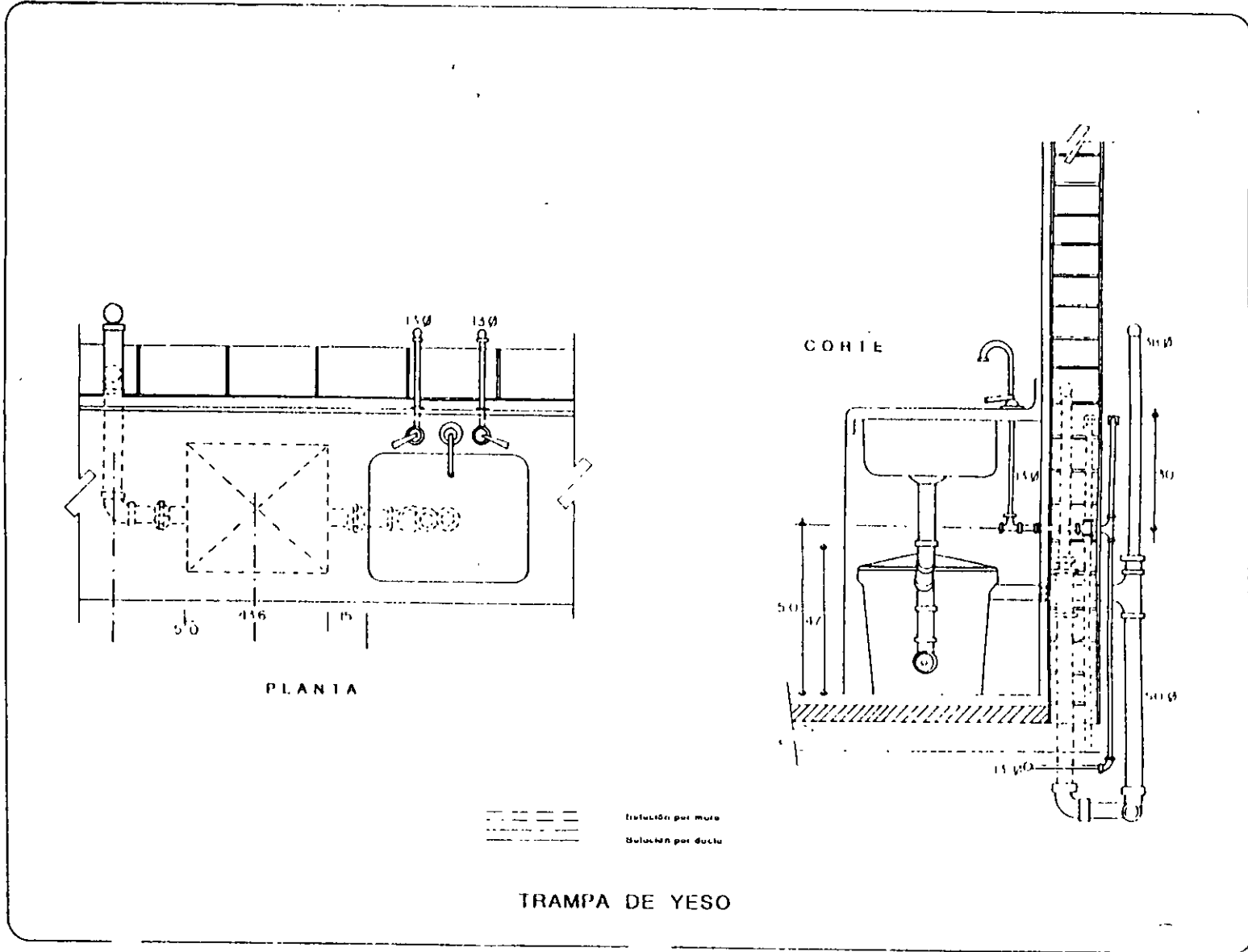
Esta unidad mueble se le ha asignado un valor equivalente a la descarga de un lavabo (25 l/min) y en función de este gasto, se le dan equivalencias en unidades mueble a cada uno de los distintos muebles sanitarios: como se puede apreciar en las tablas que se anexan



MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO

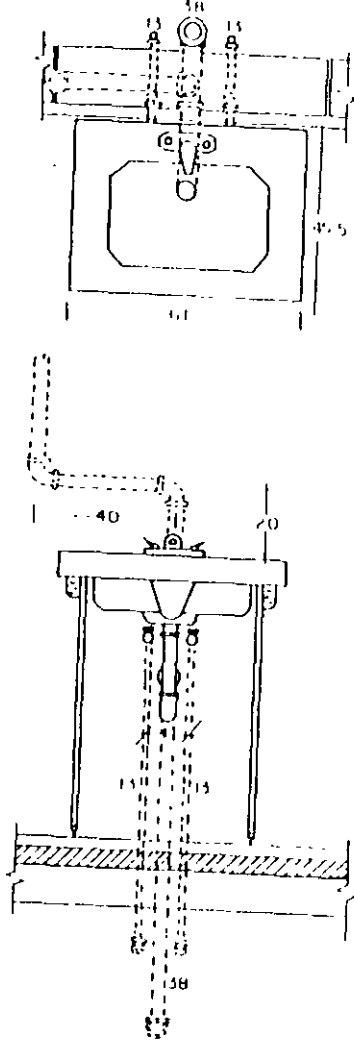


EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTO DE POZOS





54



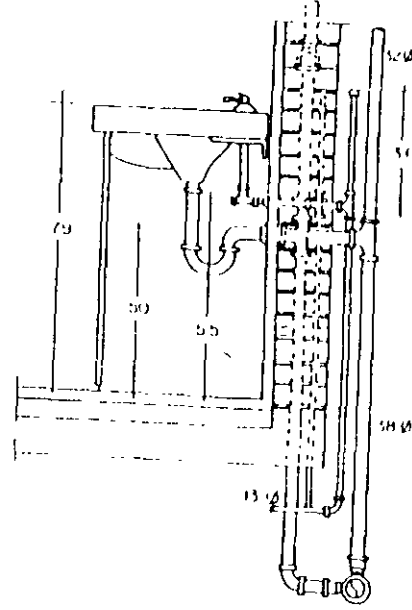
LAVABO

DIAMETRO

desague — 38 mm

ventilación — 32 mm.

alimentación — 13 mm

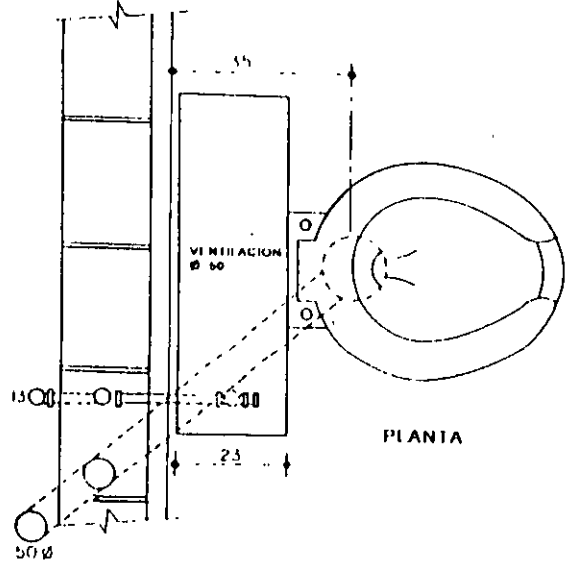




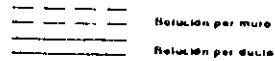
**MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO**

EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTO DE POZOS

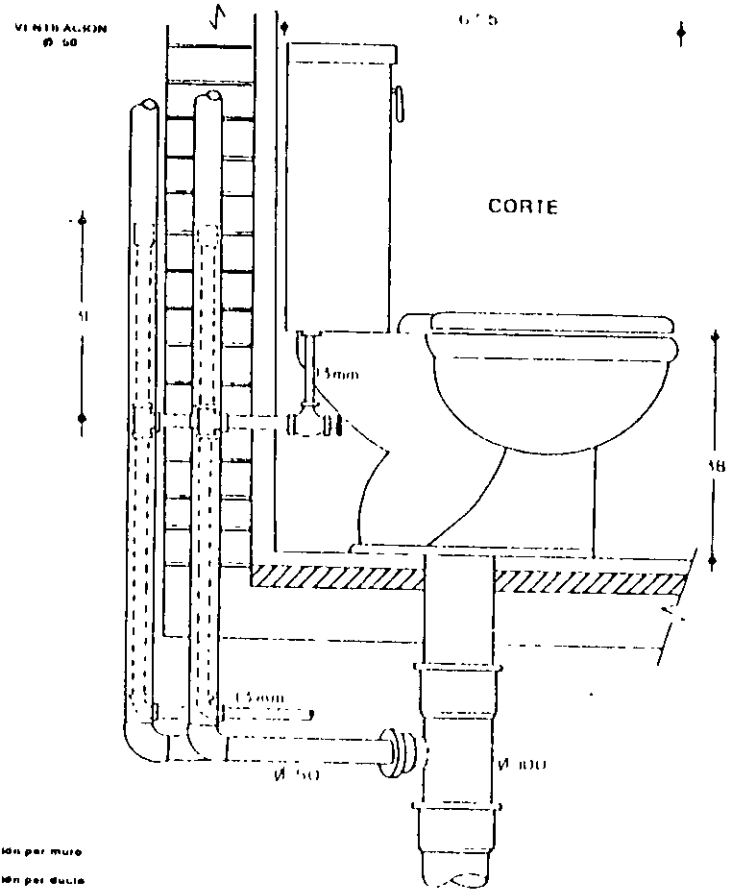
9h



PLANTA



INODORO DE TANQUE



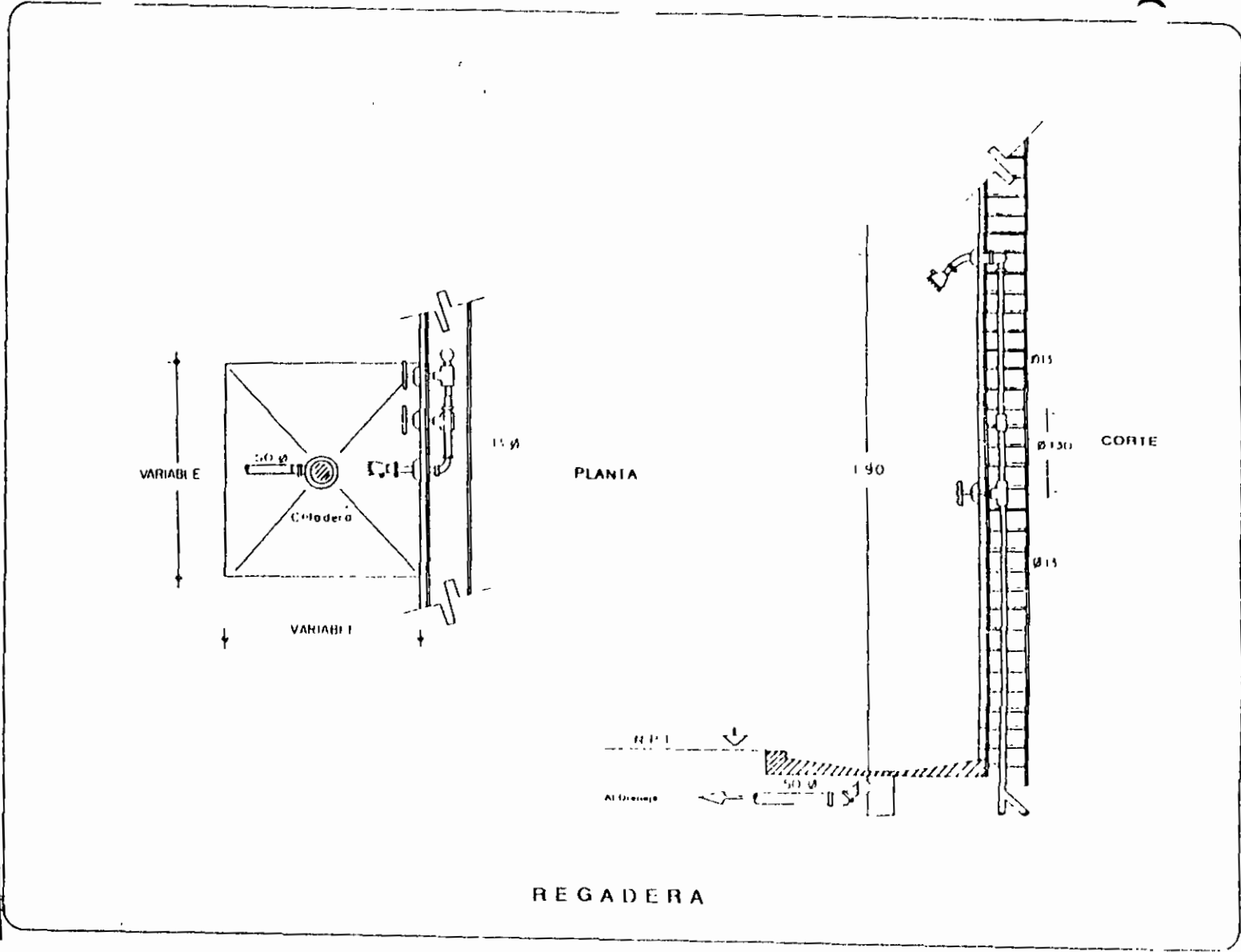
CORTE



MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTO DE POZOS





8.4 La Importancia de la Doble Ventilación

El sistema de doble ventilación, tiene por objeto evitar el sifonaje en los obturadores hidráulicos de los diferentes muebles sanitarios esto es el rompimiento de los sellos y trampas de agua que originaría la salida de malos olores y gases al interior de los edificios

La ventilación adecuada de las instalaciones sanitarias evita los siguientes casos:

- a) Contrapresiones o presión interior superior a la atmosférica, como sucede por la compresión que produce la descarga de agua a lo largo de la bajada por encima del obturador considerado.
- b) Depresión o descenso de presión de aire, con relación a la presión atmosférica, causada por la succión realizada por el movimiento de agua abajo del obturador considerado.
- c) Autosucción causada por el propio sifón del mueble sanitario, este autosifonamiento suele ocurrir cuando la derivación de la descarga del mueble es muy larga y de poca sección, pues entonces el agua antes de pasar a la bajada general, puede llenar completamente la tubería de la derivación produciendo tras ella una aspiración que absorbe también, la última parte de agua descargada que debía quedar en el sifón o trampa para formar el cierre hidráulico.

8.3 Obturación Hidráulica

La obturación hidráulica es un dispositivo que tiene por objeto evitar que salga al interior de los edificios los malos olores y gases que se forman en la red de desagüe también se conocen a las obturaciones con los nombres de sellos de agua, trampas de agua o sifones

Estos obturadores deben de permitir al mismo tiempo un paso fácil de las materias sólidas en suspensión en agua, sin que estas queden retenidas o se sedimenten obstruyendo el sifón, el sistema generalmente usado consiste en un cierre hidráulico

Son de vital importancia los obturadores hidráulicos, de todos los muebles sanitarios y así lo especifican los reglamentos

Algunos muebles tienen su sello de agua integrado en su construcción, como el W.C. y Mingitorios. A otros se les adiciona como accesorios, tal es el caso de lavabos, vertederos y fregaderos. Todas las coladeras de piso deben de ser de tipo obturado

En el mercado se encuentran sifones o trampas en forma "S" y "P" y estos tipos se colocan inmediatos a la salida del tubo de desagüe del mueble (lavabo y fregadero)

Las trampas de agua deben ser capaces de renovar todo su contenido cada vez que funcionan para que no queden aguas y materias sedimentarias que pueden descomponerse; además pueden contener un registro que permita su limpieza.



PEMEX

EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTO DE POZOS

**MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO**



Es recomendable que las bajadas de aguas negras y pluviales se rematen como ventilación arriba del nivel de azotea y se levantarán todos los temas de ventilación hasta 3.00 m. sobre el nivel de azotea terminada; cuando estas sean transitables y a 0.60 m. cuando no tengan acceso de personas.

Se requiere por lo tanto ventilar cada uno de los obturadores del sistema o sus líneas, de tal manera que las contrapresiones se alivien por dicha ventilación y las depresiones se satisfagan por el mismo conducto que deberá estar rematado arriba del nivel de azotea.

Las longitudes y diámetros deben ser tales que permitan el paso del aire necesario para equilibrar las presiones interiores del sistema y expulsar los malos olores al exterior, estos diámetros se calculan en función del número de unidades mueble (de desague) y la longitud de la tubería.

Se anexa una tabla con los diámetros y longitudes (en este caso por pisos, tomando como entrepiso = 3.00 m. recomendables para tuberías de doble ventilación.

El sistema de ventilación debe ser instalado de tal forma que tenga una pendiente hacia los puntos bajos de desague = 0.5 %, para drenar los condensados que se forman dentro de las tuberías.



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
 UNIDAD DE PERFORACIÓN
 / MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
 ADMINISTRACIÓN DEL
 MANTENIMIENTO



COLUMNAS DE DOBLE VENTILACION

COLUMNA DESAGUE Ø	UM conectadas	C.D.V. 32 Ø	C.D.V. 38 Ø	C.D.V. 50 Ø	C.D.V. 64 Ø	C.D.V. 75 Ø	C.D.V. 100 Ø	C.D.V. 125 Ø	C.D.V. 150 Ø	C.D.V. 200 Ø
32 mm	2 UM	1 pisos	*	*	*	*	*	*	*	*
40	8	5 *	15 p	*	*	*	*	*	*	*
50	10	1 *	10 *	*	*	*	*	*	*	*
50	12	3 *	7 *	20 p	*	*	*	*	*	*
50	20	2 *	5 *	15 *	*	*	*	*	*	*
60	42	*	3 *	10 *	30 p	*	*	*	*	*
75	10	*	3 *	10 *	20 *	60 p	*	*	*	*
75	30	*	*	6 *	20 *	50 *	*	*	*	*
75	60	*	*	5 *	8 *	40 *	*	*	*	*
100	100	*	*	3 *	10 *	26 *	100 p	*	*	*
100	200	*	*	3 *	9 *	25 *	90 *	*	*	*
100	500	*	*	2 *	7 *	18 *	70 *	*	*	*
125	1100	*	*	*	2 *	5 *	20 *	70 p	*	*
150	350	*	*	*	2 *	5 *	20 *	40 *	130 p	*
150	1900	*	*	*	*	2 *	7 *	20 *	70 *	*
200	600	*	*	*	*	*	5 *	15 *	50 *	130 p
200	3600	*	*	*	*	*	2 *	6 *	25 *	80 *
250	1000	*	*	*	*	*	*	7 *	12 *	100 *
250	5600	*	*	*	*	*	*	2 *	6 *	25 *



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACION DEL
MANTENIMIENTO



8.5 Tipos de Coladeras

Existen en el mercado gran variedad de coladeras de piso que deben de ser seleccionadas de acuerdo al uso y tipo de local en donde se ubique, las hay de acuerdo a las necesidades; de fierro fundido, plomo y P.V.C. (Plástico).

Se recomienda que cuando se usen "cáspoles de bote", estos no tengan más de 3 conexiones

Todas las coladeras y cáspoles deberán tener sello hidráulico para que los malos olores no salgan al interior del local sanitario

Se agregan una serie de dibujos, para dar una idea más amplia del tema.

8.6 Materiales

Para la construcción de los desagües sanitarios y ventilaciones se usan las tuberías y conexiones hechas a base de : fierro fundido, fierro galvanizado y P.V.C. (Cloruro de polivinilo), seleccionandose el material de acuerdo al tipo y uso de edificio. Independientemente del material usado debe tomarse en cuenta la buena realización de la mano de obra y sus pruebas correspondientes antes de poner el edificio en servicio para garantizar su correcto funcionamiento.

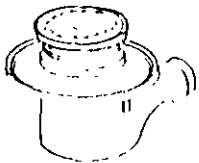
Es necesario que tanto tuberías y conexiones necesarias para " pasos y preparaciones ", se encuentren en la obra para evitar rupturas y acomodos posteriores en pisos, muros y elementos de estructura.

8.7 Tablas de Cálculo

(SE ANEXAN)



TIPOS DE COCINAS PARA PISO



DE BOLA



CORTE



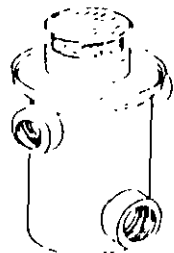
DE BOLA



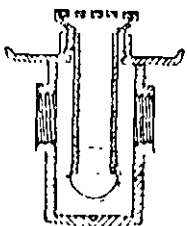
CORTE

IMPELIMANTIZANTE
CAMPANA DE
ESTABILIZACION
ROSA ESTABILIZANTE

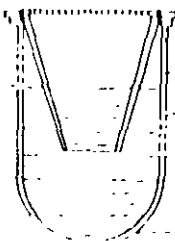
IMPELIMANTIZANTE



DE BOLA



CORTE



CORTE

CONDUCTOR
ENTRADA
DIRECCION DE FLUJO
SALIDA



8.8 Desagues Combinados

Cuando una tubería conduce a aguas negras y aguas pluviales, el gasto de aguas de lluvias se suman al de aguas negras, estimando este último en su gasto máximo probable de acuerdo a los siguientes planteamientos

DESAGUES PLUVIALES

$$QP = \frac{s \times I}{3600} = \text{l/seg.}$$

de donde:

- QP = Gasto Pluvial
- S = Superficie desaguada (m²)
- I = Intensidad de lluvia (mm/hora)

DESAGUES AGUAS NEGRAS

$$QAN = \frac{\Sigma \text{ud}}{100}$$

de donde:

- QAN = Gasto de Aguas negras (l/seg)
- € ud = Suma de unidades de desague de los muebles sanitarios.

Ahora bien, el gasto adicional de aguas negras, NUNCA se toma menor de 2.5 l/seg (descarga de un excusado) al aplicar esta fórmula empírica.

El gasto total Combinado, será igual a:

QT = Gasto Pluvial + Gasto de Aguas Negras

$$QT = \frac{S \times I}{3600} + \frac{\Sigma \text{ud}}{100}$$

Ejemplo:

Para 375 M² de azotea, i = 150 mm/h y con muebles sanitarios sumen 320 ud.

$$QP = \frac{375 \times 150}{3600} = \frac{56250}{3600} = 15.62 \text{ l/seg.}$$

$$QAN = \frac{320}{100} = 3.2 \text{ l/seg.}$$

$$Q \text{ TOTAL} = 15.62 + 3.2 \text{ l/seg}$$

$$Q \text{ TOTAL} = 18.82 \text{ l/seg.}$$

Por lo que el albañal combinado llevará un gasto total = 18.82 l/seg y si vemos en tablas (desagues), tendremos que se necesita un diámetro de 200mm (R") y una pendiente del 1%.



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO



UNIDADES MUEBLE

DESAGUES

MUEBLE	U. M.	(Diámetro) mm.
BEREDERO	0.5	25
BIDET	3	38
COLADERA DE PISO	1	50
EXCUSADO DE TANQUE	4	100
EXCUSADO DE VALVULA	8	100
FREGADERO DOMESTICO	2	38
FREGADERO DOMESTICO CON TRITURADOR	3	38
FREGADERO RESTAURANTE	3	38
GRUPO DE BANO CON EXCUSADO, LAVABO Y TINA O FREGADERA		
EXCUSADO DE TANQUE	6	
EXCUSADO CON VALVULA	8	
LAVABO (DESAGUE CHICO)	1	32
LAVABO (DESAGUE GRANDE)	2	33
LAVABO BARBERIA	2	38
LAVABO CIRUGIA	2	38
LAVABO COLECTIVO, CADA JUEGO LLAVES	2	38
LAVABO DENTAL	1	32
LAVADERO	2	38
LAVADORA TRASTOS DOMESTICO	2	38
MINGITORIO PEDESTAL	8	75
MINGITORIO PARED	4	50
MINGITORIO COLECTIVO, CADA 60 cms	2	50
FREGADERA	2	50
FREGADERA GRUPO, CADA CEBOLLA	3	
TINA	2	38
TINA GRANDE	2	38
UNIDAD DENTAL	1	32
VERTEDERO CIRUGIA	3	38
VERTEDERO SERVICIO	3	75
VERTEDERO SERVICIO TRAMPA	2	50
VERTEDERO COCINA	4	38

EQUIVALENCIA EN UNIDADES MUEBLE EN LOS MUEBLES NO ENLISTADOS

DRENO O TRAMPA DEL MUEBLE	U. M.
32 O MENOR	1
38	2
50	3
64	4
75	5
100	6



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACION DEL
MANTENIMIENTO



CAPACIDAD MAXIMA EN U.M. PARA ALPAÑALES Y RAMALES DE ALBANAL
Para diversas pendientes

diámetro	p e n d i e n t e			
	0.5 %	1 %	2 %	4 %
32 mm 1 1/4"	-	-	1 um	1 um
38 mm 1 1/2"	-	-	3	3
50 mm 2"	-	-	21	26
64 mm 2 1/2"	-	-	24	31
75 mm 3"	-	20 u.m.	27	36
100 mm 4"	-	180	216	250
150 mm 6"	-	700	840	1000
200 mm 8"	1400	1600	1920	2300
250 mm 10"	2500	2900	3500	4200
300 mm 12"	3900	4600	5600	6700
375 mm 15"	7000	8300	10000	12000



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO



CAPACIDAD MAXIMA DE COLUMNAS DE DESAGUE EN U.M.

diámetro	con desague hasta 3 niveles	con desague en + 3 niveles
32 mm.	2 um	2 um
38	4	8
50	10	24
64	20	42
75	30	60
100	240	500
150	960	1900
200	2200	3600
250	3800	560



EXPLORACION Y PRODUCCION
UNIDAD DE PERFORACION
Y MANTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACION DEL
MANTENIMIENTO



CALCULO DE BAJADAS DE AGUA PLUVIAL

BAJADAS DE AGUAS PLUVIALES

diámetro (mm)	para l = 100 mm/h	para l = 150 mm/h	Q = 1/seg (1/4 cap.)
50 mm.	38 m ²	25 m ²	1.049 1/seg.
75 mm.	111 m ²	74 m ²	3.093 1/seg.
100 mm.	240 m ²	160 m ²	6.662 1/seg.
150 mm.	707 m ²	471 m ²	19.64 1/seg.

ALBAÑALES

diámetro	Q = 1/seg s = 1 % pend	para l = 100 mm / h	para l = 150 mm / h
100 mm.	4.47 1/seg	161 m ²	107 m ²
150 mm.	13.19 1/seg	475 m ²	317 m ²
200 mm.	23.425 1/seg	1023 m ²	628 m ²
250 mm.	51.539 1/seg	1855 m ²	1237 m ²
300 mm.	83.808 1/seg	3017 m ²	2011 m ²



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACION DEL
MANTENIMIENTO



9.- ELIMINACION DE AGUAS NEGRAS

Las bombas eyectoras de aguas negras y/o pluviales que contienen semi sólidos y desperdicios no colados se especifican cuando la instalación de los albañales de los edificios no pueden descargar al colector municipal por gravedad, por encontrarse más bajo que este (sótanos, estacionamientos, etc)

Al diseñar los cárcamos de aguas negras y/o pluviales deben de calcularse tomando en cuenta que nunca mantengan por más de 24 horas el líquido con materia orgánica, puesto que después de este tiempo se inicia la fermentación activa del producto, (proceso séptico).

Los cárcamos de aguas pluviales generalmente resultan de una gran capacidad por lo tanto resultan antieconómicos, ya que están en función de una superficie a drenar y una intensidad de lluvias y se recomienda almacenar no menos de 50 litros por M2 de área de captación

La información básica requerida para la selección de la capacidad de las bombas para aguas negras incluye el número y tipo de muebles sanitarios y su facilidad de servicio. La elevación ó altura del punto de descarga y las pérdidas por fricción (hf) en la tubería, válvulas y conexiones; determinan la altura manométrica de bombeo. El volumen del cárcamo de bombeo es calculado, de acuerdo con la capacidad de las bombas y se recomienda una relación de 3 a 1, esto es que el volumen útil del almacenamiento sea igual a 3 veces la capacidad de la bomba

De acuerdo a los reglamentos existentes, se recomienda instalar un equipo duplex de bombeo cuando el cárcamo sirva para más de 6 w.c. Cada una de las bombas del sistema duplex será de suficiente capacidad para manejar el 100 % de gasto. Esto es una medida de seguridad, para en caso de falla de una de las bombas, esta no suspenda el funcionamiento del edificio.

En todos los casos, es recomendable el uso de bombas con un paso de estera de 75 mm. (3 ") en los impulsores como diámetro mínimo..

Se agrega a la siguiente tabla para un cálculo rápido de la capacidad de las bombas y volumen del cárcamo de aguas negras.

T A B L A

MAXIMO No. DE W.C.	GASTO L / SEG.
1 o 2	4.73
3 o 4	6.30
5 o 6	7.88
7 o 10	9.46
11 o 14	12.61
15 o 20	15.77
21 o 25	18.92
26 o 30	22.08



EXPLORACION Y PRODUCCION
UNIDAD DE PERFORACION
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACION DEL
MANTENIMIENTO



CAPACIDAD MAXIMA EN U.M. PARA ALPANALES Y RAMALES DE ALBANAL
Para diversas pendientes

diámetro	p e n d i e n t e			
	0.5 %	1 %	2 %	4 %
32 mm 1 1/4"	-	-	1 um	1 um
38 mm 1 1/2"	-	-	3	3
50 mm 2"	-	-	21	26
64 mm 2 1/2"	-	-	24	31
75 mm 3"	-	20 u.m.	27	36
100 mm 4"	-	180	216	250
150 mm 6"	-	700	840	1000
200 mm 8"	1400	1600	1920	2300
250 mm 10"	2500	2900	3500	4200
300 mm 12"	3900	4600	5600	6700
375 mm 15"	7000	8300	10000	12000



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO



CALCULO DE BAJADAS DE AGUA PLUVIAL

BAJADAS DE AGUAS PLUVIALES

diámetro (mm)	para l = 100 mm/h	para l = 150 mm/h	Q = 1/seg (1/4 cap.)
50 mm.	38 m ²	25 m ²	1.049 1/seg.
75 mm.	111 m ²	74 m ²	3.093 1/seg.
100 mm.	240 m ²	160 m ²	6.662 1/seg.
150 mm.	707 m ²	471 m ²	19.64 1/seg.

ALBAÑALES

diámetro	Q = 1/seg s = 1 % pend	para l = 100 mm / h	para l = 150 mm / h
100 mm.	4.47 1/seg	161 m ²	107 m ²
150 mm.	13.19 1/seg	475 m ²	317 m ²
200 mm.	23.425 1/seg	1023 m ²	628 m ²
250 mm.	51.539 1/seg	1855 m ²	1237 m ²
300 mm.	83.808 1/seg	3017 m ²	2011 m ²

Diseño y Dimensionamiento de Sistemas Fotovoltaicos

Más de 1,700 millones de personas que viven en áreas rurales de países en vías de desarrollo viven sin electricidad. Los sistemas fotovoltaicos representan una posibilidad para aquellos que están actualmente en desventaja en términos de la energía que tienen disponible. Desde su fundación, SOLARTRONIC ha estado instalando sistemas fotovoltaicos en las áreas rurales de México, principalmente en los estados de Morelos, México, Tlaxcala, Puebla y Guerrero, proporcionando entonces los beneficios de la electricidad a varias comunidades



A nivel municipal, hemos participado en proyectos de sistemas para alumbrado público, instalando y monitoreando diferentes sistemas. Se han instalado sistemas de luces de emergencia, cercas eléctricas y sistemas para bombeo de agua



SOLARTRONIC no solo vende e instala todo el equipo que genera electricidad a partir de la radiación solar sino que ofrece un servicio técnico profesional completo para el desarrollo, diseño y e instalación del proyecto que usted necesita específicamente. En muchos casos, extender la red eléctrica convencional al sitio donde se requiere la electricidad puede ser extremadamente caro. Una alternativa a extender la línea eléctrica es comprar y operar un sistema eléctrico solar fotovoltaico. La decisión económica para elegir entre extender la red eléctrica o un sistema FV requiere de un análisis cuidadoso. Extender la red eléctrica puede incluir un gasto inicial mayor, más recibos mensuales de consumo de electricidad que como ya sabemos se irán incrementando. Un sistema fotovoltaico incluye un gasto mayor inicial seguido de muchos años de electricidad gratuita a partir del sol. La opción FV requiere de el reemplazo de las baterías del sistema en periodos de entre 3 a 10 años dependiendo del tipo de batería, más un mantenimiento mínimo durante los 30 años de tiempo de vida útil del sistema. Puede haber costos adicionales como un generador de respaldo, su combustible y mantenimiento. Los sistemas FV son simples, probados en campo y viables económicamente para algunas aplicaciones remotas.



9.1 Bombas de Cárcamo Humedo

Cuando los impulsores de la bomba se encuentran dentro del cárcamo teniendo el motor fuera de él.

9.2 Bombas de Cárcamo Seco

Cuando la bomba se encuentra fuera del cárcamo.

9.3 Bombas Sumergibles

Cuando tanto la bomba como el motor, se encuentran dentro del líquido

NOTA : En esta tabla está incluida una asignación de 4 muebles de otra clase (lavabos, vertederos, urinarios, etc) por cada w.c., cuando el número de muebles excede esta asignación, se agregará a la capacidad de la bomba un gasto de 0 20 l/seg. (3 g p m) por cada muebles en exeso.

Ejemplo :

No. de muebles	Gasto
5 w.c	7 88 l/seg.

No. de muebles adicionados = 25

Deduciendo el No. de muebles que pueden ser manejados por la bomba (4 veces el número de W.C.) - $\frac{20}{5}$

Muebles en exeso = 5

Gasto por mueble adicional = 0 20 l/seg

Gasto adicional = 5 x 0 20 = 1 00 l/seg.

Capacidad de la bomba = 7 88 + 1 00 l/seg

Capacidad requerida de la bomba = 8 88 l/seg.

Capacidad del cárcamo = 3 x 8 88 l/seg

(3 veces la de la bomba)

Volúmen útil del cárcamo = 26 64 Lis.



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO



9A - TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS POR FOSA SÉPTICA

La fosa séptica tiene aplicación cuando no existe el servicio de drenaje municipal y tiene la finalidad de separar y transformar las moléculas orgánicas complejas en moléculas sencillas como lo son, los nitritos, nitratos y otras, con desprendimiento de gases que pueden ser metano, anhídrido sulfuroso y otros resultantes de las transformaciones operadas.

Las aguas de lluvia y las de lavado (lavabos, regadera, lavaderos, fregaderos, etc.) en ningún caso deben ser descargadas a la fosa séptica, pues esa gran cantidad de agua con antisépticos, retardaría el proceso, arrastrando los productos orgánicos antes de terminar su depuración.

- a) Zona de dilución y sedimentación
- b) Zona de fermentación ó anaerobia (sin aire)
- c) Zona de oxigenación o aerobia.

Quedando las aguas en reposo, se efectúa la sedimentación y la formación de natas en el tanque séptico; con el tiempo se reduce el volumen de los sedimentos y de las natas y su carácter, en un principio altamente ofensivo tiende a desaparecer; el agua intermedia entre el sedimento y la nata se van convirtiendo en líquidos clarificados; lo anterior se debe a que, privada la masa total de aire y de la luz se favorecen la vida y reproducción de seres microscópicos que proliferan en un ambiente desprovisto del oxígeno.

Estos seres toman los elementos necesarios para su existencia de la materia orgánica, destruyendo su estado sólido y convirtiéndola en líquido y gases, en una tendencia favorable a reducir las formas peligrosas de dicha materia a productos minerales inofensivos. A estas bacterias se les llama ANEROBIAS y el proceso que verifican es la putrefacción de las materias contenidas en las aguas negras, llamado "Proceso Séptico". Con el cambio sufrido las aguas negras se convierten a una condición tal que si se pone en contacto con el aire, rápidamente se oxidan y se transforman en inofensivas, en este cambio intervienen otras bacterias que tienen su medio de vida en el aire y se les denomina AEROBIAS.

La fosa séptica o tanque séptico se complementa con una instalación para oxidar el afluente, que consiste en una serie de drenes colocados en el subsuelo del terreno. Estos, son los que constituyen un campo de oxidación, que en ocasiones se complementa o substituye por el Pozo de ABSORCIÓN, dependiendo de las condiciones específicas del terreno y de las pruebas de absorción correspondientes; en algunas zonas debido a su topografía se localizan grietas naturales en el terreno.

TRAMPAS PARA GRASAS: Son dispositivos de fácil construcción que deben de instalarse cuando se eliminan desechos con grasas (tal es el caso de los fregaderos).

Deben de colocarse antes del tanque séptico y contar con tapa para limpiarlos frecuentemente.

Se agregan una serie de recomendaciones para elección, localización y elementos que integran una fosa séptica, para un eficiente funcionamiento.

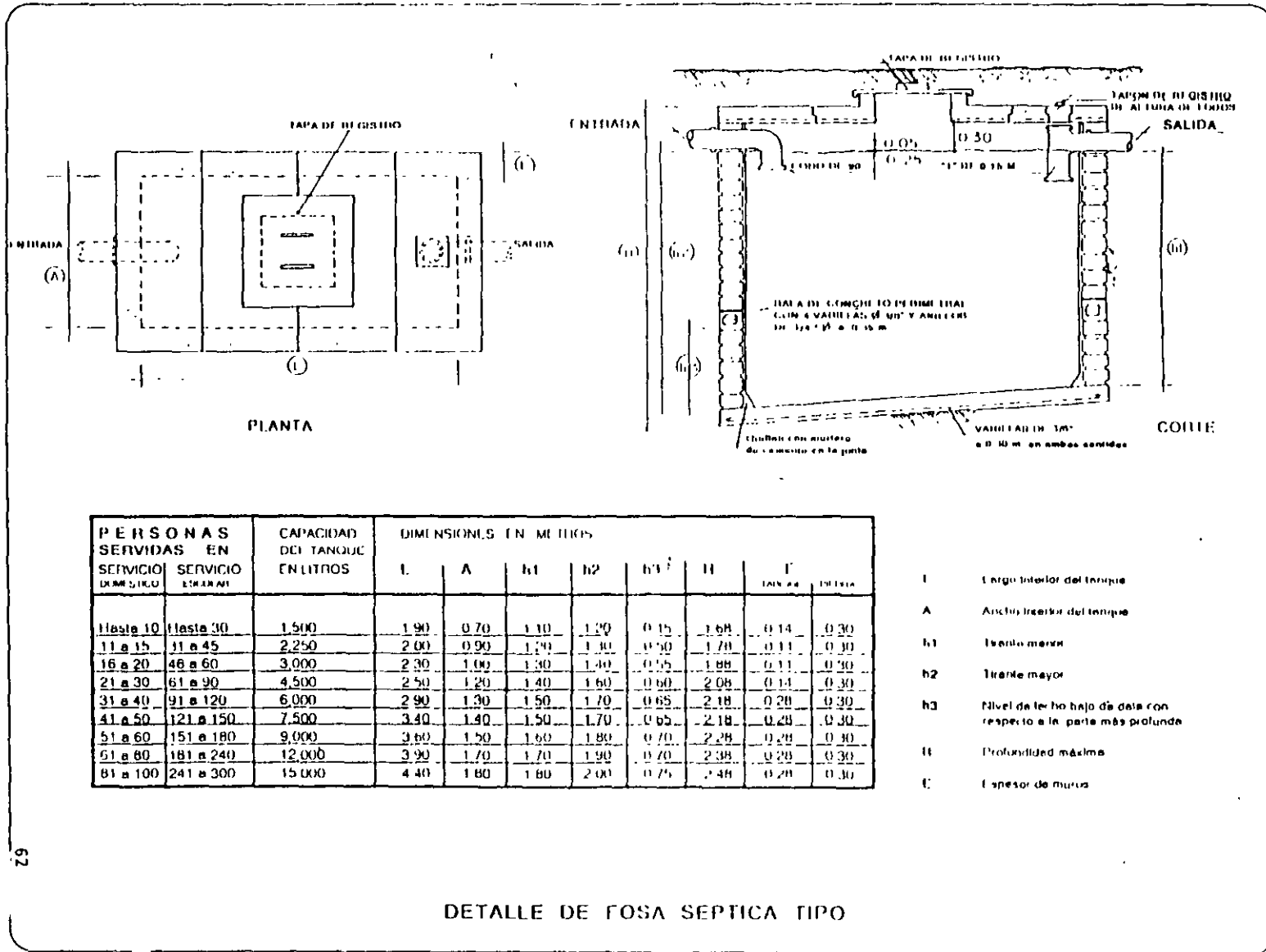


MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTO. DE POZOS

29



PERSONAS SERVIDAS EN SERVICIO		CAPACIDAD DEL TANQUE EN LITROS	DIMENSIONES EN METROS							
DIAMETRO	SERVICIO		L	A	h1	h2	h3	H	E	
Hasta 10	Hasta 30	1,500	1.90	0.70	1.10	1.20	0.15	1.65	0.14	0.30
11 a 15	31 a 45	2,250	2.00	0.90	1.20	1.30	0.20	1.70	0.11	0.30
16 a 20	46 a 60	3,000	2.30	1.00	1.30	1.40	0.25	1.85	0.11	0.30
21 a 30	61 a 90	4,500	2.50	1.20	1.40	1.60	0.60	2.05	0.14	0.30
31 a 40	91 a 120	6,000	2.90	1.30	1.50	1.70	0.65	2.15	0.20	0.30
41 a 50	121 a 150	7,500	3.40	1.40	1.50	1.70	0.65	2.15	0.20	0.30
51 a 60	151 a 180	9,000	3.60	1.50	1.60	1.80	0.70	2.25	0.20	0.30
61 a 80	181 a 240	12,000	3.90	1.70	1.70	1.90	0.70	2.35	0.20	0.30
81 a 100	241 a 300	15,000	4.40	1.80	1.80	2.00	0.75	2.45	0.20	0.30

- I Largo interior del tanque
- A Ancho interior del tanque
- h1 Esento menor
- h2 Frente mayor
- h3 Nivel de techo bajo de sala con respecto a la parte más profunda
- H Profundidad máxima
- E Espesor de muros



FOSAS SEPTICAS

ELECCION

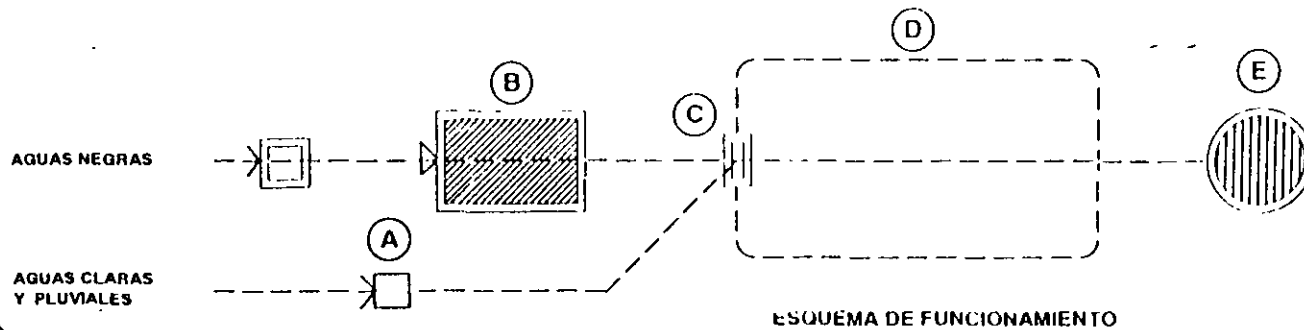
- 1 PARA ZONAS RURALES Y SUBURBANAS CARENTES DE ALCANTARILLADO Y CON TERRENO SUFICIENTE PARA EL CAMPO DE OXIDACION
- 2 ADECUADO PARA VIVIENDA INDIVIDUAL Y PEQUEÑOS GRUPOS DE VIVIENDAS
- 3 DE CAPACIDAD Y FORMA ADECUADAS SEGUN LAS NECESIDADES

LOCALIZACION

- 1 SE HAYA DE ACUERDO CON LA TOPOGRAFIA GENERAL DEL TERRENO
- 2 EL TANQUE SEPTICO SE LOCALIZARA A UNA DISTANCIA MINIMA DE 300 M DE LA VIVIENDA
- 3 EL CAMPO DE OXIDACION SE LOCALIZARA A UNA DISTANCIA MINIMA DE 15 M DE CUALQUIER FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
- 4 EL FONDO DEL CAMPO DE OXIDACION ESTARA A UNA DISTANCIA MINIMA DE 1.50 M ARRIBA DEL NIVEL FRIATICO

ELEMENTOS QUE LA INTEGRAN

- A TRAMPAS PARA GRASAS, SE COLOCAN CUANDO SE RECIBAN DESECHOS DE COCINAS
- B TANQUE SEPTICO, ELEMENTO DONDE SE DESARROLLAN LOS PROCESOS DE SEDIMENTACION Y SEPTICO
- C CAJA DISTRIBUIDORA PARA MEJOR FUNCIONAMIENTO DEL CAMPO DE OXIDACION
- D CAMPO DE OXIDACION, DEBE EXISTIR SIEMPRE QUE LAS CONDICIONES LOCALES LO PERMITAN
- E POZO DE ABSORCION, SERA NECESARIO EN DETERMINADOS CASOS, EN SUBSTITUCION DE D





PEMEX

EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTO DE POZOS

**MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO**



BIBLIOGRAFIA

- | | |
|--|------------------------------------|
| *INGENIERIA SANITARIA
(Water Supply and Waste Disposal) | W.A. Hardenbergh & Edward B. Rodie |
| *PLOMERIA | Harold E. Babbitt |
| *ABASTECIMIENTO DE AGUA Y REMOCION
DE AGUAS RESIDUALES | Gordon M. Fair & Jhon C. Geyer |
| *ESPECIFICACIONES NORMALIZADAS PARA
EDIFICIOS | Alvaro Sanchez |
| *FONTANERIA Y SANEAMIENTO | Mariano Rodriguez
Avial |
| *NATIONAL PLUMBING CODE | Manas |
| *CARTILLA DE SANEAMIENTO | S. S. A. |
| *MANUAL DE PLOMERIA | S. S. A. |



CAPITULO iii

REQUERIMIENTOS DE HIGIENE, SERVICIOS Y
ACONDICIONAMIENTO AMBIENTAL

ATR. 82 - LAS EDIFICACIONES DEBERAN ESTAR PROVISTAS DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE CAPAZ DE CUBRIR LAS DEMANDAS MINIMAS DE ACUERDO A LA SIGUIENTE TABLA:

TIPOLOGIA	SUBGENERO	DOTACION MINIMA	OBSERVACIONES		
1	HABITACION	VIVIENDA	15ULTS/HAB/DIA	a	
II	SERVICIOS				
II.1	1	OFICINAS	CUALQUIER TIPO	20LTS/M2./DIA	a, c
II.2	COMERCIO				
		LOCALES COMERCIALES	6LTS/M2/DIA	a	
		MERCADOS	100LTS/PUESTO/DIA		
		HANOS PUBL	400LTS/BANISTA/ REGADERA/DIA	b	
		LAVANERIA DE AUTOSERV.	40LTS/KILO DE ROPA SECA		
II.3	SALUD				
		HOSPITALES CLINICAS Y CENTROS DE SALUD	800/LTS/CAMA/DIA	a, b, c	
		ORFANATORIOS Y ASILOS	300/LTS/HUESPED/DIA	a, c	
II.4	EDUCACION Y CULTURA				
		EDUCACION ELEMENTAL	20/LTS/ALUM/TURNO	a, b, c	



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



TIPOLOGIA	SUBGENERO	DOTACION MINIMA	OBSERVACIONES
	EDUCACION MEDIA Y SUPERIOR	25/LTS/ALUM/TURNO	a, b, c
	EXPOSICIONES TEMPORALES	10/LTS/ASISTENTE/DIA	b
11.5 RECREACION	ALIMENTOS Y HEBIDAS	12LTS/COMIDA	a, b, c
	ENTRETENIMIENTO	6LTS/ASIENTO/DIA	a, b
	CIRCOS Y FERI- AS.	10LTS/ASISTENTE/DIA	b
	DOTACION PARA ANIMALES. EN SU CASO.	25LTS/ANIMAL/DIA	
	RECREACION SOCIAL.	25LTS/ASISTENTE/DIA	a, c
	DEPORTES AL AIRES LIBRES. CON BAÑO Y VESTIDORES	150LTS/ASISTENTE/DIA	a
	ESTADIOS	10LTS/ASIENTO/DIA	a, c
11.6 ALOJAMIENTO	HOTELES MOTEL- ES Y CASA DE HUESPEDES	300LTS/HUESPED/DIA	a, c
11.7 SEGURIDAD	CUARTELES RECLUSIVOS	150LTS/PERSONA/DIA 150Lts/INIERNO/DIA	a, c a, c
11.9 COMUNICACIONES Y TRANSPORTE	ESTACIONES DE TRANSPORTE	10LTS/PASAJERO/DIA	c
	ESTACIONAMIENTO	2LTS/M2/DIA	



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



TIPOLOGIA	SUBGENERO	DOTACION MINIMA	OBSERVACIONES
III	INDUSTRIAL		
	INDUSTRIAS DONDE SE - MANIPULEN- MATERIALES Y SUBTANCI- AS QUE OCA- SIONEN MANI- FIESTO DESA SEC.	100LTS/TRABAJADOR	
	OTRAS INDUS TRIAS.	30 LTS/TRABAJADOR	
IV	ESPACIOS ABIERTO		
	JARDINES Y PARQUES	5 LTS/M2/DIA	
OBSERVACIONES:			
a) LAS NECESIDADES DE RIESGO SE CONSIDERAN POR SEPARADO DE 5.LTS/M2/DIA			
b) LAS NECESIDADES GENERADAS POR EMPLEADOS A TRABAJADORES SE CONSIDERAN POR SEPARADO A RAZON DE 100/LTS/TRABAJADOR/DIA			
c) EN LO REFERENTE A LA CAPACIDAD DEL ALMACENAMIENTO DE AGUA PARA SISTEMAS CONTRA INCENDIOS DEBERA OBSERVARSE LO DISPUESTO EN EL ART 122 DE ESTE REGLAMENTO.			



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



• BIBLIOGRAFIA

	EDITORIAL	
Instalaciones en los Edificios Gay y Fawcett	De McGraw Hill	1984
Enciclopedia Atnum de Las Instalaciones Vanos	De Atnum	1988
Datos Practicos de Instalaciones Hidraulicas y Sanitanas Becerril Diegc O	De Becerril Diego	1982
Manual de Instalaciones Heivex Vanos	De Heivex	1988
Normas Tecnicas de ingenieria IMSS	IMSS	1992
Uso y Manejo de Gas, L.P. y Natural Blumenkron J		
Reglamento de Construccion para el D.F.-Normas Complementanas Arnal Simon L y Betancourt, Max De Trillas		1992



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

MANUTENIMIENTO A INSTALACIONES II

Del 13 al 14 de Septiembre de 2002

ANEXOS

CI-070

Instructor: M.S.P. Rafael López Ruiz
PEMEX – Villahermosa Tabasco
Septiembre / 2002



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO

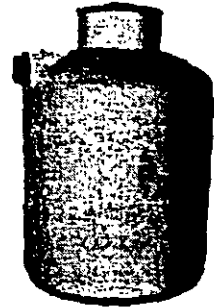


SEPARACIÓN DE HIDROCARBUROS**VERTICAL**

Una cámara, filtro oleófilo y obturador.

Diseñado para pequeñas concentraciones

Se utiliza en talleres de cambio de aceite.
Aparcamientos y lugares cuya concentración
es mínima

**MODULAR**

Una cámara, placas
coalescentes, acumulación y
decantación en módulos
independientes

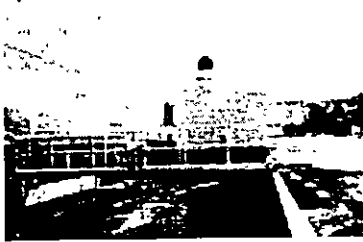
Recomendado para áreas de
Estaciones de servicio y
gasocentros

DOS CÁMARAS

Dos cámaras, separación por placas
coalescentes, acumulación de hidrocarburos
por encima de la lamina de agua.

Se aplica en estaciones de servicio, tanto
para pistas como para la línea de lavado
Talleres, gasocentros, estacionamientos,
aeropuertos y en general todo tipo de
instalación con posibilidad de derrames de
aceites, tanto de grandes como de pequeños
caudales

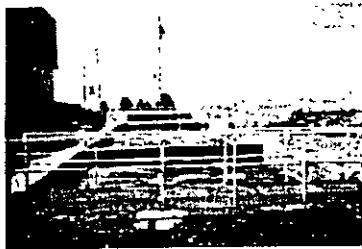




Sistema de homogeneización y dosificación de polímero



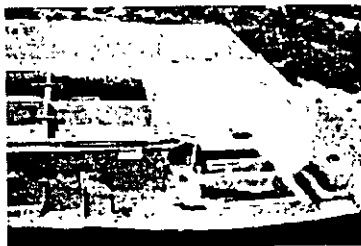
Clarificador



Reactores secuenciales de aireación



Clarificador



Filtro de arena y cloración



Sistema de cloración

Equipo y accesorios para potabilización de agua

- Bombas de ayuda
- Equipo de seguridad mecánico
- Equipo de seguridad personal
- Cilindros contenedores de gas cloro 68, 850 y 908 kg
- Refacciones para equipo de cloración
- Material Hidráulico

**SISTEMA DE POTABILIZACIÓN****FLOCULACION EN LINEA, DESMINERALIZACIÓN Y FILTROS DE
CARBÓN**



EXPLORACION Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



histolytica, Trichuris trichuria, Ancylostoma duodenale, Necator americanus, además de bacterias mesofílicas aerobias y de organismos coliformes.

Enfermedades químicas :

Estas son enfermedades asociadas con la ingestión de agua que contiene sustancias tóxicas en concentraciones dañinas. Estas sustancias pueden ser de origen natural (por ejemplo, el arsénico, tóxico acumulativo y con propiedades carcinogénicas en piel y pulmones), o artificial, ya sea por usos en la agricultura y/o en la industria, por ejemplo, insecticidas (pueden causar leucemia), cadmio (cáncer renal), cobre (daño hepático y de brazo), plomo (saturnismo, en embarazadas : aborto, parto prematuro, bajo peso al nacer, en niños : disminución en coeficiente intelectual).

Hay una serie de estudios realizados en nuestro país, donde se ha demostrado la presencia de microorganismos en aguas para consumo humano, desde bacterias, hasta Nemátodos como Ascaris lumbricoides. Asimismo, se han encontrado desechos tóxicos peligrosos , principalmente en aguas de ríos, como lo demuestra un estudio realizado en Nogales, Sonora, donde se encontró la presencia de metales pesados como cromo, fierro, plomo, magnesio y mercurio, y otros compuestos como lo son los COV's (compuestos orgánicos volátiles) como el triclorometano, tricloroetano, tricloroetileno, entre otros.

Además, algunos estudios han encontrado como contaminantes del agua, los siguientes desechos tóxicos : asbesto, benceno, cadmio, plomo, cloro, hidrocarburos aromáticos, fenoles y cresoles, mercurio cloruro de vinilo, xileno y tolueno (Lewis, et al 1991).

En nuestro país (principalmente en el norte), en los últimos años se han presentado un crecimiento industrial desmedido y muchas de esas industrias utilizan sustancias químicas tóxicas para la vida y el medio ambiente y lo más dramático es que utilizan los canales y/o ríos para desecharlas sin tratamiento alguno y en ocasiones esas aguas son utilizadas para riego agrícola lo que constituye un riesgo para la salud. Como respuesta a la situación del agua que usamos diariamente en diferentes actividades existen instancias nacionales e internacionales que se dedican a vigilar su calidad. En nuestro país existen una serie de normas oficiales (NOM) y otras en proyecto con el propósito de cuidar un recurso natural vital como el agua. Algunos de ellos son :

*Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas y bienes nacionales (Diario Oficial, lunes 24 de junio de 1996)

* Norma Oficial Mexicana NOM-CCA-031-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de restaurantes o de hoteles (Diario Oficial, lunes 18 de octubre de 1993).

* Norma Oficial Mexicana NOM-CCA-031-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales provenientes de la industria, actividades agroindustriales, de servicios y el tratamiento del aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado urbano o municipal (Diario Oficial, lunes 18 de octubre de 1993).

* Norma Oficial Mexicana NOM-CCA-032-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales de origen urbano o municipal para su disposición mediante riego agrícola (Diario Oficial, lunes 18 de octubre de 1993).



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

MANUTENIMIENTO A INSTALACIONES II

Del 13 al 14 de Septiembre de 2002

ANEXOS

CI-070

Instructor: M.S.P. Rafael López Ruiz
PEMEX – Villahermosa Tabasco
Septiembre / 2002



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



TRATAMIENTOS AVANZADOS EN AGUAS RESIDUALES

Dr. Germán Buitrón Méndez
Instituto de Ingeniería, UNAM
Coordinación de Bioprocesos Ambientales
C.U. Apartado Postal 70-472
04510 México, D.F.
FAX 616-2164

Los tratamientos avanzados se definen como el tratamiento adicional necesario para eliminar las sustancias suspendidas y disueltas que permanecen después de un tratamiento secundario clásico. Estas sustancias pueden ser materia orgánica o sólidos suspendidos, o pueden variar de iones relativamente simples, tales que el potasio, el calcio, el sulfato, el nitrato y el fosfato hasta los cada vez más complejos compuestos orgánicos sintéticos.

En años recientes se ha entendido mejor el efecto de estas sustancias sobre el medio ambiente por lo que las exigencias en materia de tratamiento de agua se han hecho más severas en términos de concentraciones límites de estas sustancias en los efluentes.

La tabla 1 presenta la composición típica del agua residual doméstica en donde se pueden apreciar las concentraciones de las sustancias arriba mencionadas. El efecto potencial que estas sustancias residuales podrían tener varía considerablemente.

Así, aunque los sólidos suspendidos y algunos compuestos orgánicos son eliminados en el tratamiento secundario, una eliminación adicional puede requerirse en casos especiales de descargas a corrientes de agua y lagos.

Los compuestos que tienen nitrógeno y fósforo disponible han llamado la atención ya que aceleran la eutroficación de los lagos y promueven el crecimiento de plantas acuáticas. Recientemente, se ha hecho necesaria la eliminación de estos compuestos debido a que el agua residual tratada es utilizada para la recarga de acuíferos. Además, la eliminación del nitrógeno es necesaria para eliminar el amoníaco que puede tener un impacto por su toxicidad sobre algunos cuerpos receptores.

Desde 1980 se ha puesto atención sobre los compuestos tóxicos y los compuestos orgánicos volátiles presentes en las aguas residuales. En particular estos compuestos son de interés cuando se descarga el agua tratada en cuerpos de agua superficiales o es utilizada para



Tabla 1. Composición típica de un agua residual doméstica sin tratar

Contaminantes	Concentración			
	Unidad	Valor pico	Valor medio	Valor extremo
Sólidos totales (ST)	mg/l	350	720	1200
Disueltos totales (SDT)	mg/l	250	500	850
Fijos	mg/l	145	300	525
Volátiles	mg/l	105	200	325
Sólidos suspendidos (SS)	mg/l	100	220	350
Fijos	mg/l	20	55	75
Volátiles	mg/l	80	165	275
Sólidos sedimentables	ml/l	5	10	20
Demanda Biológica de oxígeno (DBO ₅ 20 °C)	mg/l	110	220	400
Carbono orgánico total. COT	mg/l	80	160	290
Demanda química de oxígeno DCO	mg/l	250	500	1000
Nitrogeno (total como N)	mg/l	8	15	35
Organico	mg/l	12	25	50
Amoníaco libre	mg/l	0	0	0
Nitros	mg/l	0	0	0
Nitratos	mg/l	4	8	15
Fosforo (total como P)	mg/l	1	3	5
Organico	mg/l	3	5	10
Inorganico	mg/l	30	50	100
Cloruros	mg/l	20	30	50
Sulfatos	mg/l	50	100	200
Alcalinidad (como CaCO ₃)	mg/l	50	100	150
Grasa	No /100 ml	10 ⁶ - 10 ⁷	10 ⁷ - 10 ⁸	10 ⁷ - 10 ⁹
Coliformes totales	ug/l	<100	100 - 400	>400
Compuestos orgánicos volátiles				



la recarga de acuíferos, sobre todo si ésta va a ser utilizada posteriormente como fuente de agua potable.

Los sistemas de tratamiento avanzado pueden ser clasificados por el tipo de operación o proceso unitario o por la función principal de eliminación. En este capítulo se discutirán los principios y aplicaciones de los siguientes procesos y operaciones unitarias involucradas en el tratamiento avanzado o terciario de las aguas residuales:

- 1.- Filtración
- 2.- Eliminación de compuestos tóxicos - Adsorción
- 3 - Eliminación de sustancias inorgánicas disueltas
- 4 - Nitrificación
- 5 - Desnitrificación
- 6 - Eliminación del fósforo

FILTRACIÓN

Principio

La filtración es una operación unitaria de separación sólido-líquido en la cual el líquido pasa a través de un medio poroso para eliminar la mayor cantidad posible de sólidos suspendidos. En el campo de tratamiento de aguas residuales es utilizada para filtrar:

- 1) Efluentes secundarios no tratados
- 2) Efluentes secundarios tratados químicamente
- 3) Aguas residuales brutas tratadas químicamente

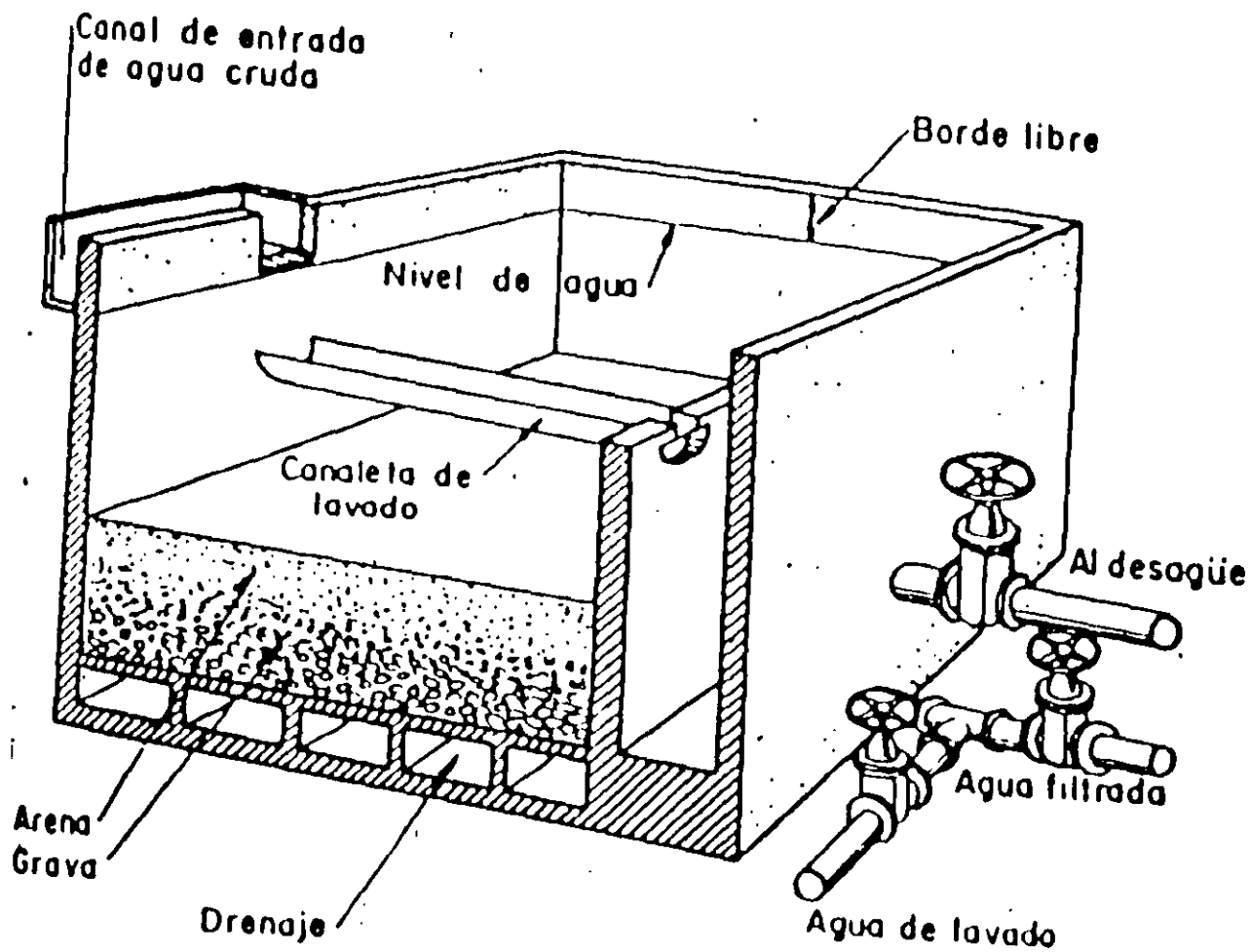


Figura 1. Partes de un filtro



El objetivo de la filtración es producir un efluente de alta calidad con la menor cantidad posible de partículas en suspensión (concentraciones menores a 10 mgSS/l). La operación completa de filtración consta de dos fases: filtración y retrolavado de los filtros.

Los filtros se clasifican de acuerdo con:

- 1 - El medio filtrante:
 - a) Filtros con medio simple. Estos contiene un sólo tipo de medio que generalmente es arena
 - b) Filtros con medio dual. Generalmente antracita y arena
 - c) Filtros multimedia. Por lo común utilizan tres tipos de medio: antracita, arena y granate

- 2 - La velocidad de filtración
 - a) Filtros lentos. Tasas de filtración entre 0.15 y 0.30 m^3/m^2-h
 - b) Filtros rápidos. Tasas de filtración entre 2 y 15 m^3/m^2-h

- 3 - La fuerza de filtración
 - a) Por gravedad
 - b) A presión

- 4 - La dirección de flujo
 - a) Filtración ascendente
 - b) Filtración descendente

- 5 - El control del flujo
 - a) Filtración a tasa constante
 - b) Filtración a tasa variable (tasa declinante)

Los mecanismos de eliminación de las partículas en la filtración son los siguientes:

- 1 - Tamizado. Las partículas mas grandes que el tamaño del poro son retenidas mecanicamente.
- 2 - Sedimentación. Las partículas decantan en el medio filtrante.
- 3 - Impacto. Las partículas mas pesadas no siguen la línea de flujo
- 4 - Intercepcion. Muchas partículas contenidas en la corriente son retenidas cuando estas se ponen en contacto con la superficie del medio de filtración.
- 5 - Adhesion. Las partículas floculantes se pegan a la superficie del filtro
- 6 - Adsorción química y física



7.- Floculación y crecimiento biológico.

Aplicaciones

Los filtros de medio simple son poco usados en tratamientos avanzados. Generalmente se prefieren los filtros duales o multimedias debido a que se obtienen tasas de filtración más elevadas ya que estos filtros tienen un mayor porcentaje de volumen de poros (porosidad) lo que implica una mayor retención de sólidos.

En general los filtros para el tratamiento de aguas residuales reciben partículas más grandes, pesadas y de tallas más variables que los filtros utilizados en potabilización. Por ello es recomendado llevar a cabo estudios piloto para determinar las mejores condiciones de operación de los mismos.

La filtración de aguas residuales es utilizada para eliminar los floculos de los efluentes secundarios antes de descargar las aguas. También se utiliza para eliminar los precipitados residuales de la precipitación con cal o sales de fosfatos. Es una operación de pretratamiento, antes de que el agua residual tratada sea introducida a los filtros de carbón activado.

En el caso de la reutilización del agua se requiere filtrar los efluentes antes de ser utilizados para los cultivos, el riego de áreas verdes y recreativas.

Las variables que controlan el proceso tienen que ver con las características del influente como son la concentración en sólidos suspendidos y la turbiedad, el tamaño de partícula y la fuerza del floculo

ELIMINACIÓN DE COMPUESTOS TÓXICOS - ADSORCIÓN

Los compuestos refractarios son compuestos resistentes a la degradación biológica en los procesos convencionales de tratamiento de aguas y en el medio ambiente. Los procesos utilizados para eliminar este tipo de compuestos son



MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO



Proceso	Aplicación
Adsorción con carbón activado	Eliminación de compuestos orgánicos sintéticos y naturales incluyendo los compuestos orgánicos volátiles, pesticidas PCB's y metales pesados
Lodos activados adicionados con carbon activado	Metales pesados, amoniaco, compuestos refractarios
Coagulación química	Metales pesados y PCB's
Oxidación química	Amoniaco., compuestos tóxicos, halogenados alifáticos y aromáticos.
Procesos biológicos convencionales	Fenoles, PCB'S, hidrocarburos halogenados

El cloro es generalmente utilizado en el proceso de oxidación química. La principal desventaja es que el cloro forma trihalometanos. Otros oxidantes son el ozono y el dióxido de cloro. La ventaja del ozono es que con este compuesto se elimina además el color.

ADSORCIÓN

La adsorción es la colección y concentración selectiva sobre la superficie sólida de moléculas de tipos particulares contenidas en un líquido o en un gas. A través de esta operación unitaria los gases o líquidos de sistemas mezclados, aún a muy bajas concentraciones, pueden ser selectivamente capturados y eliminados de las corrientes gaseosas o líquidas usando una gran variedad de materiales específicos conocidos como adsorbentes. El material que es adsorbido sobre el adsorbente es llamado adsorbato. Existen dos mecanismos involucrados en la adsorción: la adsorción física y la adsorción química.



Tipos de adsorción.

Cuando las moléculas gaseosas o líquidas alcanzan la superficie de un adsorbente y permanecen sin ninguna reacción química, el fenómeno es llamado adsorción física. El mecanismo por el cual se explica la adsorción física puede ser las fuerzas electrostáticas intermoleculares o de van der Waals, o puede depender en la configuración física del adsorbente como en el caso de la estructura de los poros del carbón activado. Los adsorbentes físicos típicamente cuentan con grandes áreas superficiales.

Actualmente el carbón activado es el adsorbente más ampliamente utilizado. Otros adsorbentes menos importantes son la alúmina activada, la sílica gel y las mallas moleculares. El carbón activado es catalogado como un adsorbente físico no polar. Se produce a partir de una gran cantidad de materiales carbónicos como son la madera, el aserrín, los huesos de frutas, las cáscaras de coco, el carbón mineral o hulla, el lignito y los residuos del petróleo. El carbón activado posee una área superficial interna muy grande con una intrincada red de poros. Se han estimado áreas superficiales totales entre 450 y 1800 m²/gramo, pero solamente una parte de esta superficie está disponible para la adsorción. El carbón activado se presenta generalmente en tres tipos granular o en gránulos naturales, en pellets y en polvo. Los carbones para la fase líquida pueden presentarse en polvo o bajo la forma granular, el primer tipo es mezclado y luego filtrado del líquido mientras que, el carbón granular es empacado en forma de lecho.

Técnicas por contacto en columna y equipo utilizado

Cuando se utiliza en el proceso de adsorción un adsorbente granular, el proceso se puede llevar a cabo en batch, en columna o por lechos fluidificados. Los sistemas de contacto más utilizados son los lechos fijos o los lechos móviles a contracorriente debido a los bajos costos de operación y a la alta utilización de la capacidad de adsorción del adsorbente. Los lechos fijos pueden emplear flujos ascendentes o descendentes del fluido; sin embargo los flujos descendentes son más populares ya que el lecho del adsorbente también puede servir como filtro para los sólidos suspendidos. Los lechos móviles a contracorriente emplean un flujo ascendente del líquido y flujo descendente del adsorbente ya que este se puede mover por la fuerza de la gravedad. Ambas configuraciones pueden operarse por gravedad o bajo presión del líquido.

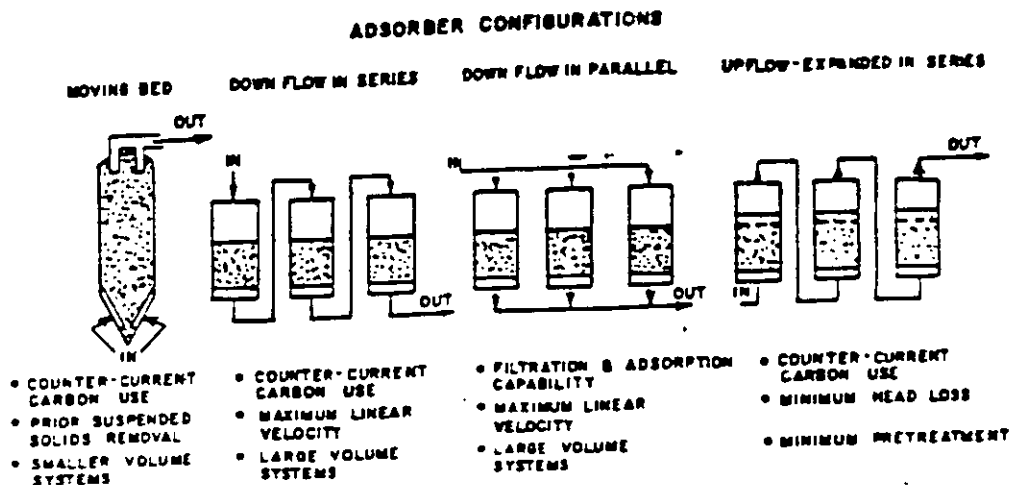


Figura 2. Sistemas típicos de adsorción

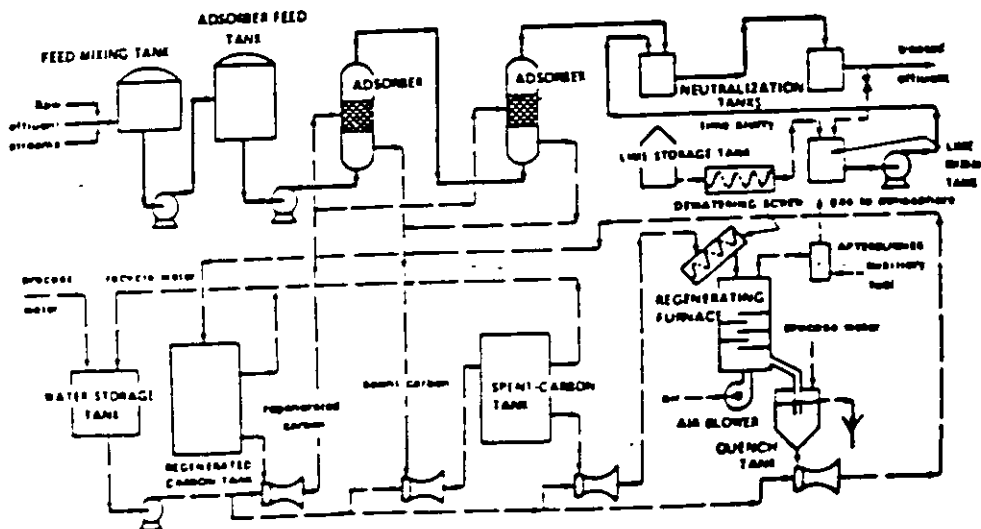


Figura 3. Esquema de una planta de adsorción/filtración sobre carbón actvado para la eliminación de pesticidas



Técnicas de tratamiento con carbón activado

El carbón activado se usa comúnmente para eliminar compuestos orgánicos que causan olores, sabores y otros efectos nocivos. El carbón puede utilizarse ya sea en polvo o en gránulos. El carbón granular se coloca en forma de lecho en columnas y el agua a tratar pasa sobre éste. Los sabores, colores y olores debidos a compuestos tales que los fenoles, pesticidas, colorantes orgánicos, surfactantes, etc., son eliminados de las aguas residuales industriales o municipales. El proceso de eliminación continua hasta que el carbón alcanza su saturación, después de lo cual éste es regenerado.

Tratamientos biológicos adicionados con carbón activado

La utilización de carbón activado en polvo adicionado a los procesos biológicos se desarrolló con éxito en los años 70s. Este sistema es utilizado para tratar efluentes industriales contaminados con compuestos tóxicos. En este proceso se tienen las ventajas de la adsorción y de la biodegradación, por medio de organismos aclimatados, para la eliminación de los compuestos orgánicos. A esta combinación frecuentemente se le denomina como proceso PACT (desarrollado por Du Pont). Se observó que existe una neta mejoría de las capacidades de depuración del proceso por la adición de este compuesto al tanque de aeración del proceso por lodos activados. Se explicó la mejoría en los rendimientos del proceso no solamente por el efecto de la adsorción de los compuestos orgánicos sobre el carbón activado, sino también por el fenómeno llamado biorregeneración.

La biorregeneración es el proceso a partir del cual los compuestos orgánicos adsorbidos desorben, volviéndose disponibles para la biodegradación y dejando la superficie del carbón activado nuevamente disponible para una nueva adsorción. Algunos autores han sugerido que las tasas de desnitrificación también se mejoran con la adición del carbón activado. Esto es explicado por la adsorción de las sustancias inhibitorias sobre el carbón activado.

Este tipo de sistemas pueden eliminar las sustancias tóxicas o inhibitorias presentes en las aguas residuales como resultado del potencial de biooxidación del sistema. Así, los compuestos orgánicos son retenidos en el sistema por un periodo que se aproxima al tiempo de retención celular, en lugar del periodo dado por el tiempo de retención hidráulico, como ocurre en un proceso biológico tradicional.



Los residuos sólidos producidos en el sistema pueden ser depositados en un relleno sanitario adecuado para el caso o bien, ser llevados al procesos de oxidación/incineración tales que la oxidación por vía húmeda o la combustión térmica para su destrucción.

No obstante, este proceso tiene desventajas que son inherentes al manejo del carbón en polvo, al el sistema de filtración requerido y a la eficiencias bajas de adsorción. Por ello actualmente el interés está enfocado a los procesos adicionados con carbón activado granular

La ventaja con la adición del carbón activado granular es que se pueden manejar los nuevos procesos biológicos como son los lechos empacados con o sin biomasa fija o los sistemas mixtos como los lechos turbulentos. Recientemente, la aplicación del carbon activado granular ha sido estudiada en el caso de las aguas industriales problemáticas conteniendo compuestos tóxicos (Jaar y Wilderer, 1992; Fox y Suidan, 1993). Buitrón (1993) adicionó a un proceso biológico tipo SBR (reactores discontinuos secuenciales) carbón activado granular para disminuir la toxicidad de un efluente industrial contaminado con nitrofenoles. El piloto produjo altas eficiencias de eliminación (95% como carbono orgánico) y las cargas orgánicas eliminadas por los microorganismos aclimatados fueron de 2.3 kg de DQO/m³-d. valor entre ocho y diez veces superior al comúnmente reportado en la literatura para este tipo de efluentes

ELIMINACIÓN DE SUSTANCIAS INORGÁNICAS DISUELTAS

Precipitación química

La eliminación del fósforo del agua residual se puede llevar a cabo por la adición de coagulantes para su precipitación (alúmina, cal, sales de hierro, polímeros orgánicos). Adicionalmente a la eliminación del fósforo estos compuestos químicos puede eliminar otros iones, principalmente, los metales pesados.

Cuando se utiliza la precipitación química, la digestión anaerobia de los lodos no es posible debido a la toxicidad del precipitado el cual puede contener metales pesados. La desventaja de la precipitación química es la producción de una cantidad considerable de lodos difícilmente tratables debido a su toxicidad



Intercambio iónico

El intercambio iónico es un proceso unitario mediante el cual los iones de una especie dada son desplazados de un material de intercambio insoluble por iones de diferentes especies en solución. El uso más generalizado de este proceso es en el ablandamiento del agua potable en donde el ión sodio de una resina catiónica es reemplazado por los iones calcio y magnesio del agua a tratar. Para la eliminación de los sólidos totales se deben utilizar resinas de intercambio iónico catiónico y aniónico.

Primero se pasa el agua residual a través de un intercambiador de cationes donde los iones cargados positivamente son reemplazados por iones hidrógeno. El efluente del intercambiador catiónico es pasado a una resina aniónica donde los aniones son reemplazados por iones hidroxilo. Así, los sólidos disueltos son reemplazados por iones hidrógeno e hidroxilo, los cuales reaccionan para formar moléculas de agua.

Los intercambiadores de iones son generalmente columnas empacadas de flujo descendente. Cuando se satura la capacidad de las resinas, la columna es retrolavada para eliminar los sólidos retenidos y después es regenerada. La columna de intercambio catiónico se regenera con un ácido fuerte como el ácido sulfúrico. El hidróxido de sodio es utilizado para regenerar la columna aniónica.

La desmineralización puede llevarse a cabo en columnas separadas en serie o ambas resinas se pueden mezclar. La tasa de flujo típica utilizada es del orden de 12 a 24 m^3/m^2-h y con profundidades de lecho entre 0.75 a 2.0 m.

No todos los iones disueltos se remueven de igual manera, cada resina está caracterizada por una actividad determinada y algunos iones son eliminados sólo parcialmente. Algunos compuestos orgánicos encontrados en las aguas residuales pueden ligarse disminuyendo la eficiencia de las resinas.

Ultrafiltración

La ultrafiltración (UF) es una operación a presión que utiliza membranas porosas para la eliminación de material coloidal y disuelto. Estos sistemas se diferencian de la ósmosis inversa ya que en este caso se aplican presiones relativamente bajas (150 lb/in^2 ó 1034 kN/m^2). La



ultrafiltración se utiliza para eliminar material coloidal y moléculas grandes con pesos moleculares superiores a 5000. Se aplica para la eliminación de aceite de corrientes acuosas, de turbiedad y color coloidales. También se ha sugerido utilizar UF para la eliminación de fósforo

Ósmosis inversa

La ósmosis inversa es un proceso en el cual el agua es separada de las sales disueltas en la solución por filtrado a través de una membrana semipermeable bajo presiones mayores que la presión osmótica causada por las sales disueltas en el agua residual. Las presiones de operación varían entre la presión atmosférica y 1000 lb/in^2 (6900 KN/m^2).

La ósmosis inversa tiene la ventaja de eliminar los compuestos orgánicos que son difícilmente eliminados por las técnicas de desmineralización. La principal desventaja es su alto costo y la limitada experiencia de su aplicación en el tratamiento de aguas residuales. El acetato de celulosa y el nylon han sido utilizados como material de construcción de las membranas de ósmosis inversa

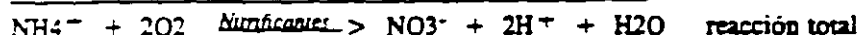
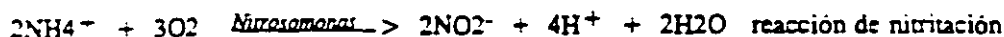
NITRIFICACIÓN

Las principales especies químicas que contienen nitrógeno y que son importantes en el tratamiento de aguas residuales son el amoníaco, los compuestos orgánicos nitrógenados, los nitratos y los nitritos. El amoníaco existe en solución acuosa como amoníaco o como ión amonio. El nitrógeno total Kjeldahl, NTK, es el análisis empleado para determinar la concentración del nitrógeno orgánico y del amoníaco presentes en el agua residual. Para aguas municipales, las concentraciones típicas de NTK varían entre 15 y 50 mg/l.

Los inconvenientes por la descarga de efluentes conteniendo nitrógeno amoniacal son:

- 1) El amoníaco consume oxígeno de los cuerpos de agua receptores
- 2) El amoníaco reacciona con el cloro para formar cloraminas, las cuales son menos efectivas que el cloro como desinfectante
- 3) El amoníaco es tóxico para la vida acuática

La nitrificación es el proceso mediante el cual a través de bacterias autótrofas, el nitrógeno amoniacal es oxidado a iones nitrato. Estas bacterias llamadas nitrificantes consisten en dos géneros *Nitrosomonas* y *Nitrobacter*. La oxidación del amoniaco se lleva a cabo en dos pasos:



En la reacción total se puede observar que existe un desprendimiento de iones H^+ , por lo que si la alcalinidad del sistema es insuficiente, el pH del medio va a decrecer. Es importante señalar que las bacterias nitrificantes son bastante sensibles a los cambios de pH. Cuando la alcalinidad es insuficiente, el sistema está limitado por carbono para las nitrificantes, por ello se debe agregar carbono en forma de carbonatos o bicarbonatos.

Los parámetros que afectan la nitrificación son:

- Oxígeno disuelto. Dado que la cinética depende de la concentración del O_2 , es importante que esta se encuentre por arriba de 2 mg O_2/l .
- Temperatura. La cinética de oxidación se ve severamente afectada por las variaciones de temperatura. La velocidad de oxidación aumenta si la temperatura aumenta.
- pH. Se ha observado que el pH afecta la tasa de crecimiento de las bacterias nitrificantes, situándose el óptimo entre 7.5 y 8.5. A bajos pH se produce el ácido nitroso libre y a altos pH se libera el NH_3 . Ambos compuestos son inhibidores.
- Inhibidores. Las bacterias nitrificantes son muy sensibles a numerosos inhibidores orgánicos y minerales.
- Relación DBO/NTK. Se ha comprobado que la fracción de organismos nitrificantes presentes en el licor mezclado está relacionada con el factor DBO/NTK. Para relaciones mayores a 5 la fracción de organismos nitrificantes decrece.

Aplicaciones

Existen dos técnicas de aplicación del proceso de nitrificación: el proceso a cultura fija y el proceso a biomasa suspendida. Suponiendo que el suministro de aire sea suficiente, en general, se puede asegurar la nitrificación a temperaturas moderadas en los sistemas convencionales de lodos activados. Este sería un proceso a bajas cargas orgánicas (0.5 kg DBO/kg SS-día) y con



PEMEX

EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO

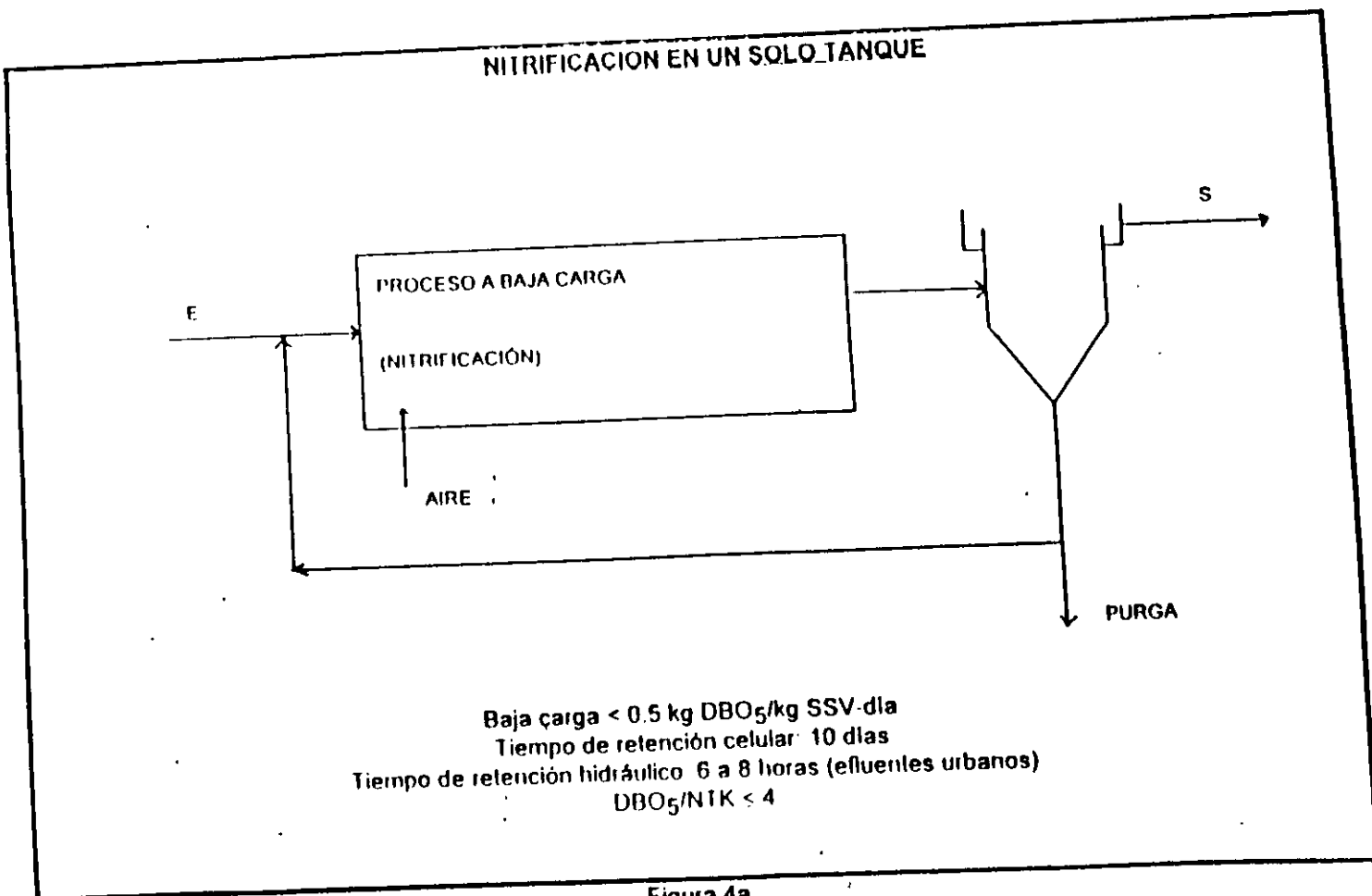


Figura 4a

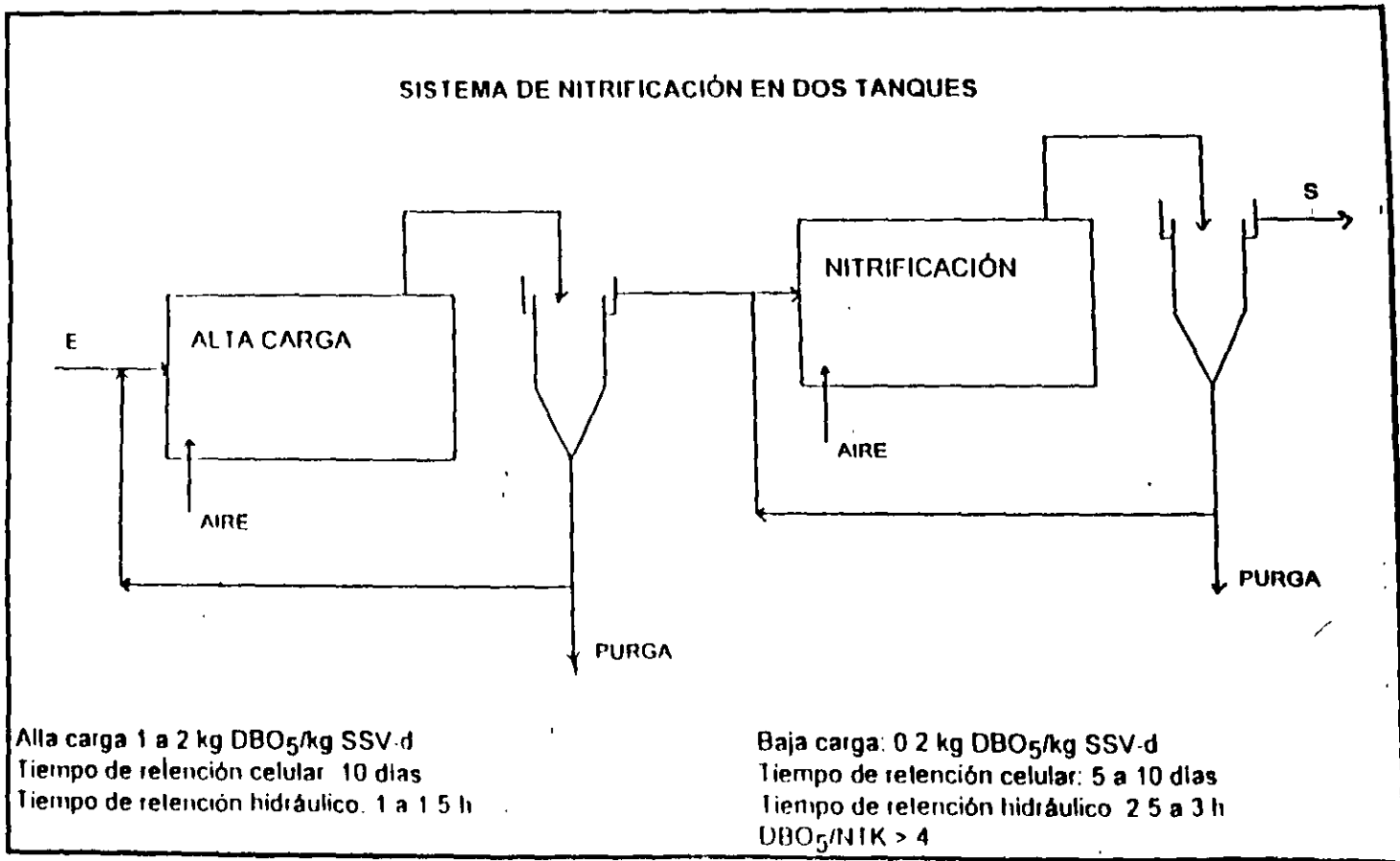


Figura 4b

15



tiempos de retención celular mayores a los aplicados convencionalmente, es decir aproximadamente de 10 días.

La selección del proceso combinado de oxidación/nitrificación o un proceso con la etapa de nitrificación separada depende de la evaluación de las ventajas y desventajas de cada uno. La ventaja del proceso combinado es que la producción de lodos es minimizada. En el proceso separada las ventajas son las siguientes:

- 1) Mejor control y optimación de cada proceso
- 2) Se maximiza la eficiencia de eliminación del N
- 3) El proceso es menos dependiente de la temperatura
- 4) Los compuestos orgánicos que pueden ser tóxicos a las bacterias nitrificantes son eliminados en el primer tanque.

Para pequeños flujos el proceso combinado es el preferido. De todas formas a la salida de proceso es deseable contar con un efluente con no más de 15 mg de DBO/l y no más de 5 mg de NTK/l

DESNITRIFICACIÓN

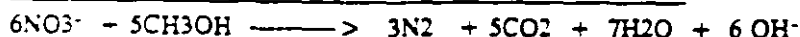
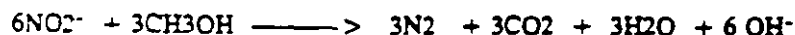
Aunque es preferible tener un efluente nitrificado a uno que contiene nitrógeno amoniacal, altas concentraciones de nitratos pueden estimular el crecimiento indeseable de plantas y por lo tanto contribuir al problema de la eutroficación. Un crecimiento abundante de la vegetación acuática reduce la calidad del agua ya que

- 1) Se incrementa el costo de tratamiento del agua porque los filtros se colmatan más frecuentemente
- 2) Aparecen olores y sabores
- 3) Se forman pigmentos coloreados
- 4) Se forman precursores de trihalometanos
- 5) Con altos contenidos de nitratos en el agua (mayores a 10 mg $\text{NO}_3\text{-N/l}$) se produce la methemoglobinemia infantil
- 6) Existen fluctuaciones importantes de oxígeno en el cuerpo receptor.

Se puede emplear un tratamiento biológico para eliminar los nitratos del agua residual. Este proceso es llamado desnitrificación. Es esencial que el nitrógeno amoniacal haya sido oxidado a nitratos (nitrificación).



Algunas bacterias facultativas son capaces de obtener energía usando a los nitratos como aceptores de electrones, en ausencia de oxígeno, o medio anóxico. Estas bacterias reducen los nitratos a gas nitrógeno el cual es eliminado del medio hacia la atmósfera. Cabe señalar que además de la nitrificación y del medio anóxico, es necesario que exista una fuente de carbono para que la desnitrificación se lleve a cabo. Se han utilizado el metanol, el etanol y el agua residual como fuentes de carbono. Si se utiliza el metanol como fuente de carbono se obtienen las siguientes reacciones:



La nitrificación biológica seguida de la desnitrificación es probablemente el método más ampliamente utilizado para la eliminación del nitrógeno del agua residual.

Aplicaciones

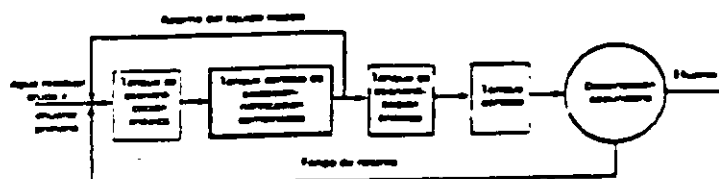
Al igual que la nitrificación, la desnitrificación se puede llevar a cabo en los procesos a biomasa suspendida o a biomasa fija en condiciones anóxicas. Una distinción adicional se basa en si la desnitrificación se realiza en reactores independientes o en sistemas combinados de oxidación del carbono y nitrificación-desnitrificación utilizando agua residual como fuente de carbono.

El sistema de desnitrificación a biomasa suspendida es similar al proceso de lodos activados. Dado que el N_2 desprendido durante el proceso de desnitrificación se fija a menudo a los sólidos biológicos, se incluye una etapa de liberación del nitrógeno entre el reactor y los sedimentadores. Esta etapa se realiza por medio de aeración de los sólidos durante un corto periodo.

Los procesos combinados en los cuales se lleva a cabo la oxidación del carbono, la nitrificación y la desnitrificación, se han desarrollado para evitar la utilización de una fuente externa de carbono.

El proceso BARDENPHO utiliza agua residual urbana y la descomposición endógena de las

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



Sistema Barcofen: utilización secuencial del carbono del agua residual y del carbono endógeno

FIGURA 5

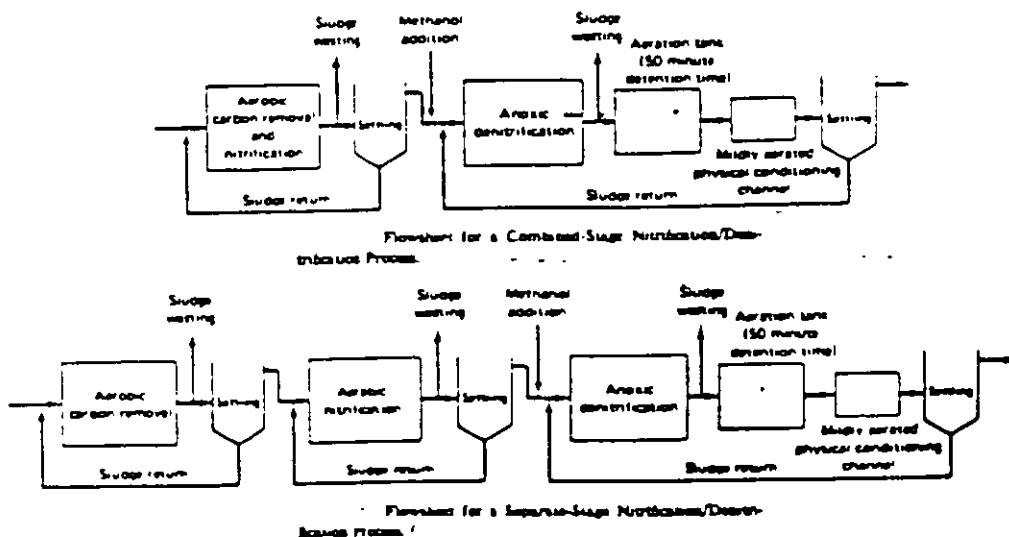


FIGURA 6.



PEMEX

EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO



Tabla 2

Comparación de sistemas de desnitrificación alternativos*

Tipo de sistema	Ventajas	Inconvenientes	Tipo de sistema	Ventajas	Inconvenientes
Crecimiento suspendido utilizando metanol después de una fase de nitrificación	Rápida desnitrificación en instalaciones de pequeño tamaño; estabilidad de funcionamiento; pocas limitaciones en las operaciones de la secuencia de tratamiento puede incorporarse fácilmente una etapa de oxidación del metanol en exceso, cada proceso puede optimizarse independiente, es posible conseguir alto grado de eliminación de nitrógeno	Se requiere metanol; estabilidad de funcionamiento vinculada al clarificador para el retorno de la biomasa; se precisa un mayor número de procesos unitarios para la nitrificación; desnitrificación que en sistemas combinados	Oxidación del carbón y nitrificación combinadas en reactor de crecimiento suspendido utilizando el agua residual como fuente de carbono	No se necesita metanol; se precisa menor número de procesos unitarios	Bajas tasas de desnitrificación; se precisan instalaciones de gran tamaño; menor eliminación de nitrógeno que en el sistema basado en el metanol; estabilidad de funcionamiento vinculada al clarificador para el retorno de la biomasa; tendencia a la formación de bulking del fango; opciones de la secuencia de tratamiento limitadas cuando se requiere la eliminación tanto de N como de P; no existe protección de los nitrificantes contra los tóxicos; difícil de optimizar la nitrificación y desnitrificación independientemente
Crecimiento de cultivo fijo (columnas) utilizando metanol después de una fase de nitrificación	Rápida desnitrificación; se precisan instalaciones de pequeño tamaño; estabilidad de funcionamiento; demostrada estabilidad no vinculada al clarificador al estar los organismos fijados al medio; pocas limitaciones en las opciones de la secuencia de tratamiento; posible alto grado de eliminación de nitrógeno, cada proceso del sistema puede optimizarse por separado	Se requiere metanol; no se puede incorporar el proceso de oxidación del metanol en exceso; se precisa un mayor número de procesos unitarios para la nitrificación; desnitrificación que en sistemas combinados	Oxidación del carbono-nitrificación combinadas en un reactor de cultivo suspendido utilizando una fuente de carbono endógena	No se necesita metanol; se precisa un menor número de procesos unitarios	Tasas de desnitrificación más bajas; se precisan instalaciones de gran tamaño; eliminación de nitrógeno menor que en el sistema basado en el metanol; estabilidad de funcionamiento vinculada al clarificador para el retorno de la biomasa; opciones de la secuencia de tratamiento limitadas cuando se precisa eliminar tanto N como P; no existe protección de los nitrificantes contra los tóxicos; difícil de optimizar la nitrificación y desnitrificación independientemente

20



bacterias como fuente externa de carbono. La tabla 2 presenta una comparación de los diferentes sistemas de desnitrificación.

Las variables que afectan a el proceso de desnitrificación son:

- 1) Concentración del ión nitrato
- 2) Concentración del carbón
- 3) Temperatura. Si la temperatura es baja la velocidad del desnitrificación también lo es por lo que el volumen del reactor aumenta.
- 4) pH. El intervalo óptimo está entre 6.5 y 7.5.

ELIMINACIÓN DEL FÓSFORO

El agua residual doméstica y el agua de drenaje de zonas agrícolas son las principales fuentes de fósforo, el que como se ha dicho es el principal responsable del crecimiento de las plantas acuáticas y de la contribución a la eutrofización en general.

El fósforo en el agua residual puede presentarse en tres formas: ortofosfato, polifosfato y fósforo inorgánico. En la mayoría de las aguas residuales el fósforo es eliminado por decantación primaria. Dado que no existe forma gaseosa del P, éste es eliminado por incorporación a una fase sólida. En los tratamientos biológicos convencionales es incorporado a la biomasa en exceso. Estos procesos presentan una eliminación muy baja de fósforo (del 2 al 3%). Así, alrededor de 10 a 15 mg P/l se encuentran en la salida del proceso (en Europa). Para prevenir la eutrofización es necesario que las concentraciones sean inferiores a 1 mg P/l.

La desfosfatación por adición de productos químicos.

Cuando se añaden sales de aluminio o hierro al agua residual bruta, éstas reaccionan con el ortofosfato soluble hasta producir un precipitado. Cuando se usa la cal, el calcio y el hidróxido reaccionan con el ortofosfato para formar hidroxiapatita insoluble. El fósforo orgánico y el polifosfato se eliminan a través de reacciones más complejas y por adsorción en partículas del floculo. El precipitado se elimina como lodos primarios. Existen tres esquemas de tratamiento: precipitación primaria, tratamiento terciario y precipitación simultánea en los lodos activados. Las principales ventajas y desventajas de cada uno de ellos se encuentran en la tabla 3.

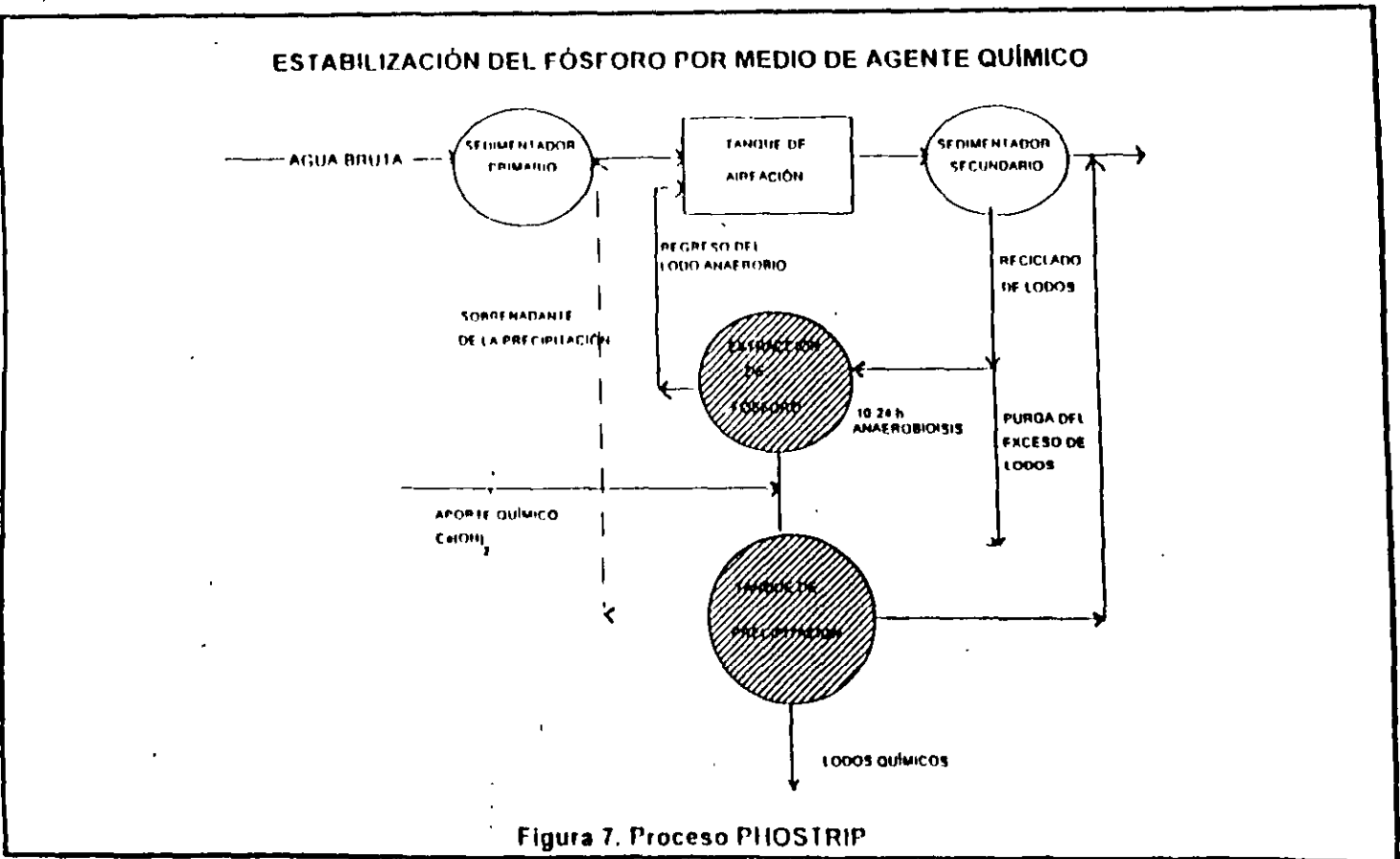


Figura 7. Proceso PHOSTRIP



Tabla 3 Ventajas y desventajas de la eliminación de fósforo en diferentes puntos de una planta de tratamiento²

Nivel de tratamiento	Ventajas	Desventajas
Primario	Aplicable a la mayoría de las plantas; eliminación superior de DBO y de sólidos suspendidos; mínimo trato de pérdidas de producto químico; posibilidad demostrada de recuperación de la cal	Mínima eficiencia del uso del metal del producto químico pueden requerirse polímeros para la floculación; fango más difícil de deshidratar que el primario
Secundario	Mínimo costo; menores dosis de productos químicos que el primario; mejora de la estabilidad del fango activado; no se precisan polímeros	La sobredosis de metal puede causar la toxicidad a bajo pH; con aguas residuales de baja alcalinidad, puede ser necesario un sistema de control del pH; no puede utilizarse la cal a causa del excesivo pH; sólidos inertes añadidos al líquido mezcla del fango activado; reduciendo el porcentaje de sólidos volátiles
Avanzado (terciario)	Mínimo fósforo en el efluente; máxima eficacia del uso del producto químico; recuperación de cal demostrada	Máximo costo de inversión; máxima pérdida de metal del producto químico



REFERENCIAS

- 1 - Benefield LD y Randal CW (1980) Biological process design for wastewater treatment, Englewood Cliffs, N.J.
- 2 - Butrón Méndez G. (1993) Biodégradation de composés xénobioiques par un procédé discontinu de type SBR" Tesis de doctorado, Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse, Francia, 240 pp.
- 3 - Cheremisinoff N.P. y Cheremisinoff P.N. (1993). Carbon adsorption for pollution control. *Process and pollution control equipment*. Prentice Hall, New Jersey
- 4 - Ekama GA, Marais GR y Siebritz IP (1984) Theory design and operation of nutren removal activated sludge processes, Water Research Commission, Univ Cape Town, Pretoria.
- 5 - Fox P. y Suidan M.T. (1993). A compansion of expanded bed GAC reactor designs for the treatmen of refractory/inhibitory wastewaters *Water research*, 27, 769-776
- 6 - Meidi J.A (1991). PACT Systems for industrial wastewater treatment *Innovative hazardous waste treatment technology series Vol 2*. Ed. Freeman HM y Sierra PR, Technomic Pub Co., Lancaster, 177-191 .
- 7 - Metcalf y Eddy (1991) Wastewater Engineering Treatment, Disposal and Reuse, Mc Graw Hill, 3a Ed., N Y
- 8 - Reynolds TD (1982) Unit operations and processes in environmental engineering, Brooks-Cole Eng Div



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

MANUTENIMIENTO A INSTALACIONES II

Del 13 al 14 de Septiembre de 2002

ANEXOS

CI-070

Instructor: M.S.P. Rafael López Ruiz
PEMEX – Villahermosa Tabasco
Septiembre / 2002



TRATAMIENTOS DE LAS AGUAS RESIDUALES EN COMUNIDADES PEQUEÑAS

Las soluciones son múltiples, deben considerarse factores varios para encontrar la solución más adecuada

La falta de personal técnico preparado para operar los procesos, sugiere que deben ser sencillos de operar.

Entre las soluciones sencillas tendríamos:

- (a) Lagunas de estabilización
- (b) Tanque Imhoff
- (c) Combinación de soluciones (a) y (b)
- (d) Planta de tratamiento con filtro percolador
- (e) Tanque séptico

TANQUE SEPTICO

Constituye una solución para el medio rural

Puede utilizarse para tratar las aguas residuales de viviendas aisladas o concentradas en número pequeño instituciones varias, escuelas

La experiencia indica que el tanque séptico reduce

- 60 al 70 por ciento de la DBO5 y sólidos suspendidos
- Reducción parcial de helmintos (parásito intestinal)
- La operación no implica problemas serios



- Si se lo emplea con un campo de infiltración de 8 m. se logra la remoción de DBO5, DQO, nitrógeno amoniacal, fósforo total, hierro y bacterias
- Tiene muchas ventajas comparado con las letrinas.

Filtros intermitentes de arena

De útil aplicación en:

(a) Localidades de 2 a 3 mil habitantes

(c) Escuelas e instituciones

- Es recomendable la presedimentación para reducir la extensión del campo -
- Cuando se emplea agua cruda hay problemas con la operación (obstrucción de la arena), lagunamiento, proliferación de insectos, malos olores, problemas sanitarios en general

(d) La carga hidráulica recomendada

- Aguas crudas 30 a 50 mil gal/acre/día (28 a 47 litros/metro cuadrado/día)
- Aguas sedimentadas 100 mil gal/acre/día (97 litros/metro cuadrado-día)

TANQUE IMHOFF

(b) Estructura hidráulica que incorpora los dos procesos

- Sedimentación
- Digestión

(b) El tanque sedimentador está incluido en otro que hace de digestor

(c) Las áreas laterales del sedimentador tienen la materia sobrenadante porque los gases del digestor empujan a la materia orgánica



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO

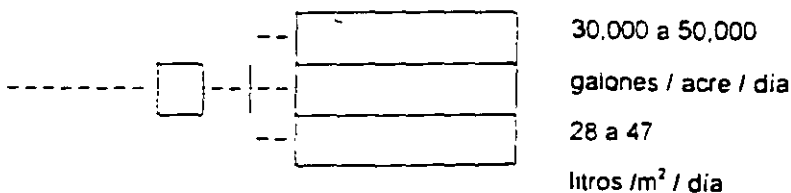


- (d) Existen diseños especiales para que los lodos parcialmente digeridos puedan ser retirados fácilmente. Se recomienda inclinación de 45 grados
- (b) El sedimentador tiene en el fondo una ratyra para que se sedimente el material en suspensión



FILTROS INTERMITENTES DE ARENA

1. Los filtros intermitentes de arena constituyen un proceso para servir a:
 - Localidades pequeñas (aproximadamente 2 a 3 mil habitantes).
 - Instituciones
2. Se requieren grandes extensiones de terreno, sobre todo cuando las aguas residuales no se presidementan.
3. Cuando se emplea agua cruda hay problemas con la operación:
 - Obturación rápida de la arena
 - Lagunamiento
 - Proliferación de insectos
 - Molestias sanitarias en general
4. Con el proceso se recomienda tanques de dosificación
5. Las cargas hidráulicas pueden ser las siguientes:
 - Con agua cruda (sin sedimentación)





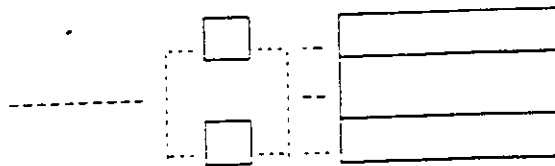
EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



- Con agua sedimentada

100,000 gal./acre/día



97 litros/m²/día

1 gal ó 3.7854 litros

1 acre = 4,047 m²



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

MANUTENIMIENTO A INSTALACIONES II

Del 13 al 14 de Septiembre de 2002

ANEXOS

CI-070

Instructor: M.S.P. Rafael López Ruiz
PEMEX – Villahermosa Tabasco
Septiembre / 2002



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



Profesor: Enrique César Valdéz

Impacto ambiental de los proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales

Impacto ambiental de los proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales

Desde su aparición el *Homo sapiens* modificó su entorno inmediato; sin embargo, en la prehistoria el grado de cambio en el ambiente era fácilmente amortiguado por los ecosistemas. A partir del nacimiento de la agricultura y hasta la época actual, la magnitud de los cambios creció a un nivel que rebasa la capacidad de amortiguación de los diferentes ecosistemas y de la ecosfera en general. Estos cambios amenazan la sobrevivencia del hombre debido a la disminución de la calidad de vida en general y de las condiciones biológicas, además de las económicas, sociales y culturales, en particular.

En su desarrollo, el hombre ha tenido la necesidad de modificar o alterar su ambiente natural y, por ende, el social; esto debe ser aceptado, ya que ecológicamente así sucede con todas las especies. No obstante, los cambios en el ambiente propiciados por el hombre se han realizado sin medir o prever las consecuencias que esto trae consigo. Por otra parte, es indudable que las fuentes antropogénicas han causado los cambios ambientales más significativos.

En la actualidad existe una mayor conciencia sobre los impactos que se producen en el ambiente provocados por obras y proyectos realizados por el hombre. Sin embargo, los proyectos de desarrollo que se llevan a cabo bajo el supuesto de la generación de beneficios económicos y sociales, implican efectos y costos ambientales que no siempre son considerados y que, a menudo, se manifiestan después de realizado el proyecto. Desde el inicio de la Revolución Industrial hasta la década de los años sesenta y setenta, los proyectos de cualquier tipo de desarrollo eran juzgados fundamentalmente con base en su viabilidad técnica y económica, en tanto que los impactos ambientales y sociales raramente eran examinados en forma explícita o rigurosa. Cuando se consideraban los impactos sociales y ambientales, las evaluaciones tomaban usualmente la forma de análisis de costo beneficio, intentando expresar de este modo todos los impactos con base en costos de los recursos valorados en términos de mercado, cuando la realidad es que la mayoría de los impactos ambientales, sociales y de salud no se prestan fácilmente al análisis económico, dado que numerosos factores del ambiente natural son intangibles y comunes, por ejemplo, la calidad del aire. El propósito de este segmento del curso es presentar los aspectos que es importante considerar en los proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales con el propósito de evitar o mitigar los impactos ambientales adversos de la construcción y operación de las plantas.



1. Terminología

El uso de los términos ambiente y medio ambiente ha sido indistinto en las diferentes áreas del conocimiento. De manera práctica, es preferible utilizar el vocablo ambiente en lugar de medio ambiente.

1.1 Concepto de ambiente

Ambiente es la totalidad compleja de factores físicos, sociales, culturales económicos y estéticos que afectan a los individuos y comunidades y, en última instancia, determinan su forma, carácter, relaciones y supervivencia.

Las dimensiones del ambiente pueden ser categorizadas como sigue: ambiente físico y ambiente social.

1 Ambiente físico (natural y construido)

A Terreno y clima

1. Suelo -características generales, erosión existente y potencial, permeabilidad, contenido mineral.
2. Topografía -características generales, pendiente, localización y tamaño de la cuenca
3. Condiciones subsuperficiales -características geológicas, fallas geológicas, recarga del acuífero.
Condiciones especiales -plano de inundaciones, paisaje único, potencial de deslizamiento del terreno, subsidencia o terremoto; líneas de transmisión de energía, aéreas o subterráneas y derecho de vía; irrigación.
5. Condiciones climáticas -precipitación anual y distribución estacional, temperatura media anual y rangos de temperatura; estación de cultivo; potencial de inundaciones, huracanes o tornados, condiciones de viento

B Vegetación, vida silvestre y áreas naturales.

1. Extensión y tipo de vegetación y vida silvestre.
2. Existencia en el sitio o en su proximidad, de sistemas naturales únicos tales como corrientes, áreas de reproducción de la vida silvestre, bosques.

C Uso del suelo en los alrededores y carácter físico del área.

1. Tipo de desarrollo -unifamiliar o residencial, industrial, comercial, espacio abierto, mezclado, público.
2. Densidades -habitantes por hectárea, unidades habitacionales por hectárea, predios industriales y comerciales por hectárea.
3. Altura de los edificios, diseño, intensidad y tamaño de los predios.

D Infraestructura/servicios públicos



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



Profesor: Enrique César Valdez

Impacto ambiental de los proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales

1. Fuentes de abastecimiento de agua, calidad y distribución.
 2. Red de alcantarillado para agua residual y obras de disposición de residuos sólidos.
 3. Red de alcantarillado pluvial.
 4. Fuentes de energía -electricidad, gas natural, diesel
 5. Sistemas de transporte que sirven al sitio -carreteras, tránsito vehicular, estacionamiento, aeropuertos, helipuertos.
- E. Niveles de contaminación atmosférica
1. Principales fuentes de contaminación en el área.
 2. Extensión de la contaminación (smog, polvo, olores, humo, emisiones peligrosas) en relación con las normas oficiales mexicanas.
 3. Frecuencia de inversiones y emergencias o alertas de contaminación del aire
 4. Condiciones peculiares del sitio y área inmediata.
- F. Niveles de ruido
1. Fuentes de ruido -aeropuertos cercanos, ferrocarril, carreteras
 2. Niveles de ruido ambiente.
 3. Vibraciones.
- G. Niveles de contaminación del agua.
1. Agua subterránea y superficial relevante al sitio y área - drenaje de la cuenca, fuente de suministro de agua, cuerpos de agua con implicaciones para la salud y usos recreativos, calidad del agua existente.
 2. Uso y transporte de fertilizantes e insecticidas y sus efectos en la eutroficación.
 3. Drenaje de tierras
 4. Sistemas de disposición de aguas residuales.
 5. Áreas con desechos de minas.
2. Ambiente social
- A. Establecimientos y servicios para la comunidad.
1. Localización y capacidad de escuelas.
 2. Área de parques regionales y locales.
 3. Establecimientos recreativos y culturales.
 4. Policía, bomberos centros de salud y servicio social.
 5. Transporte público local
- B. Centros de empleo y establecimientos comerciales que sirven al área
- C. Carácter de la comunidad
1. Características raciales y socioeconómicas.
 2. Vida comunitaria - lugares de reunión, administración, actividades organizadas.
 3. Tamaño de la población y distribución
 4. Condiciones de vida
3. Ambiente estético
- A. Existencia en el sitio, o en su proximidad, de sitios históricos significativos, arqueológicos o arquitectónicos
- B. Áreas escénicas, paisajes naturales, vistas, panorámicas.
- C. Carácter arquitectónico de los edificios existentes.



- 4 Ambiente económico
 - A. Niveles de empleo y desempleo.
 - B. Niveles y fuentes de ingreso.
 - C. Base económico del área.
 - D. Tenencia de la tierra.
 - E. Valor del terreno.

1.2 Concepto de impacto ambiental

Impacto ambiental es cualquier alteración de las condiciones ambientales o la creación de un nuevo conjunto de condiciones ambientales, adversas o benéficas, causadas o inducidas por la acción o el conjunto de acciones bajo consideración.

La alteración de las condiciones ambientales vanará de acuerdo con la naturaleza, escala y localización de la acción o acciones propuestas.

1.3 Tipos de impacto

Los impactos pueden ser caracterizados de la siguiente manera.

Impacto primario (directo o de primer orden) Cualquier efecto en el ambiente biofísico o socioeconómico que se origina de una acción directa relacionada con el proyecto.

Impacto secundario (directo o inducido). Los efectos sobre el ambiente biofísico y socioeconómico que se desprenden de la acción, pero no se inician directamente por la misma

Impacto a corto plazo. Aquel cuyos efectos significativos se presentan en periodos relativamente breves

Impacto a largo plazo Es aquel cuyos efectos significativos ocurren en lapsos distantes al inicio de la acción.

Impacto acumulativo Los efectos de este tipo se suman directamente, o en forma sinérgica, a condiciones ya presentes en el ambiente o a las de otros impactos. Por ejemplo, un cambio leve de salinidad en un estuario puede tener repercusiones de poca importancia, a menos que se sumen a este los efectos de un cambio brusco de temperatura

Impacto inevitable Es aquel cuyos efectos no pueden evitarse total o parcialmente dadas las características específicas del proyecto y que, por lo tanto, requiere de la implantación inmediata de acciones correctivas

Impacto irreversible Estos impactos provocan una degradación en el ambiente de tal magnitud, que rebasan la capacidad de amortiguación y recuperación de las condiciones originales

Impacto residual Es aquel cuyos efectos persistirán en el ambiente, por lo que requiere de la aplicación de medidas de atenuación que consideren el uso de la mejor tecnología disponible.

Impacto reversible. Sus efectos en el ambiente pueden ser mitigados, de forma tal que se restablezcan las condiciones preexistentes a la realización de la acción.



2.

Método general para identificar impactos potenciales

El método general para identificar impactos y factores ambientales que deben considerarse, es utilizar un cuestionario relativo a las áreas de impacto principales. Por ejemplo, tal cuestionario puede estructurarse de la manera siguiente:

1. Efectos de contaminación
 - A. Calidad del aire
 1. ¿La acción provocará emisiones a la atmósfera de sustancias tóxicas o peligrosas o cantidades significativas de otros contaminantes?
 2. ¿Cómo y a qué grado la acción afectará la calidad del aire?
 3. ¿Contribuirá a la degradación de la calidad del aire?
 4. ¿Causará daños en la composición química y física?
 - B. Calidad del agua
 1. ¿Como y en qué grado la acción afectará la disponibilidad, suministro, uso y calidad del agua?
 2. ¿La acción causará contaminación manna o afectará una pesquería comercial?
 3. ¿Afectará la regulanzación del curso de agua?
 4. ¿La acción derivará agua de un embalse a otro y tendrá un efecto significativo en la calidad o cantidad del agua de cualquiera de los embalses?
 5. ¿La acción contribuirá a una degradación significativa del agua subterránea o superficial?
¿La acción introducirá sustancias tóxicas o peligrosas o residuos sólidos en cuerpos de agua?
 7. ¿La acción incrementará significativamente la sedimentación en un cuerpo de agua?
 8. ¿La acción alterará significativamente la temperatura de un cuerpo de agua?
 - C. Nivel de ruido
 1. ¿La acción producirá ruido excesivo, considerando la proximidad de los efectos probables del ruido a los humanos o vida silvestre?
 2. ¿La acción producirá tipos de ruido y niveles de ruido que causarán molestias en las inmediaciones?
 - D. Residuos sólidos
 1. ¿Como afectará la acción propuesta actividades relacionadas con la creación, administración y disposición de residuos sólidos?
 2. ¿Qué tipo de residuos sólidos serán generados como resultado de la acción?



- E. Radiación
1. ¿La acción propuesta creará calor, ruido, ondas de energía, efectos eléctricos o radiactivos, vibraciones físicas, u otra actividad térmica, eléctrica o de microondas que perturbará o molestará, o creará interferencia en el área inmediata?
- F. Sustancias peligrosas
1. ¿La acción propuesta creará o generará algunas sustancias, materiales o actividades que sean peligrosas debido a características o tendencias tóxicas, de inflamabilidad o de explosividad?
 2. ¿Crearé o generará sustancias que podrían provocar contaminación o deterioro de los alimentos, fuentes de alimento, ropa u otros materiales?
2. Efectos en la vegetación y vida silvestre
- A. ¿La acción provocará destrucción significativa de la vegetación, vida silvestre o vida marina?
- B. ¿La acción alterará sustancialmente los patrones de comportamiento de peces, mamíferos anfibios, reptiles e insectos?
- C. ¿La acción afectará significativamente, benéfica o adversamente, otras formas de vida o ecosistemas de los cuales ellos son una parte?
¿La acción causará cambios en la productividad biológica, incluyendo el hábitat de peces y vida silvestre y pérdidas de población, impactos en especies raras o en peligro, y cambios en la diversidad de las especies?
3. Efectos en fuentes de energía y recursos naturales
- A. ¿La acción requerirá el uso de fuentes de energía no renovable en cantidades aparentemente excesivas o desproporcionadas?
- B. ¿La acción afectará el desarrollo de energía eléctrica, generación, transmisión y uso?
- C. ¿La acción afectará el desarrollo del petróleo, extracción, refinación, transporte y uso?
- D. ¿La acción afectará el desarrollo del gas, producción, transmisión y uso?
- E. ¿La acción afectará el desarrollo del carbón y minerales, minería, conversión, procesamiento, transporte y uso?
- F. ¿La acción afectará el desarrollo de recursos renovables, producción, administración, cosecha, transporte y uso?
- G. ¿La acción afectará la conservación de la energía y recursos naturales?
- H. ¿Cuáles son los patrones de utilización y demanda correspondientes al consumo de energía como resultado de la acción?
4. Peligros naturales y efectos geológicos
- A. ¿La acción afectará significativamente a la calidad del suelo?
- B. ¿La acción incrementará (o disminuirá) la estabilidad o inestabilidad de los suelos y/o geología del sitio?
- C. ¿Las condiciones de la geología o de los suelos del sitio son peligrosas para la construcción de edificios y ocupación humana?
- D. ¿La acción incrementará la erosión o escurrimiento potencial en el sitio?
- E. ¿La acción incrementará los peligros de incendio potencial en el sitio?
- F. ¿Existen riesgos no comunes de peligros naturales tales como fallas geológicas, inundaciones, actividad volcánica u otros problemas del terreno?



5. Efectos en el uso del suelo y administración de la tierra
- A. Recreación
 - 1. ¿La acción tendrá un efecto significativo en parques públicos u otras áreas de valor escénico o recreativo reconocido?
 - B. Preservación histórica, arquitectónica y arqueológica
 - 1. ¿La acción tendrá un efecto significativo en áreas de valor arqueológico reconocido?
 - C. Estéticos
 - 1. ¿La acción afectará áreas de interés único o belleza?
 - 2. ¿La acción alterará las cualidades estéticas del área?
 - D. Socioeconómicos
 - 1. ¿La acción dividirá los usos del suelo existentes?
 - 2. ¿La acción alterará la base económica del área?
 - 3. ¿La acción incrementará el tránsito y congestión?
 - 4. ¿La acción afectará la densidad de población y congestión?
 - 5. ¿La acción afectará el carácter del vecindario y cohesión?
 - 6. ¿La acción creará oportunidades de empleo?
 - 7. ¿La acción provocará el desplazamiento y relocalización de hogares, familias y negocios?
 - 8. ¿La acción provocará nuevas demandas y requerimientos de servicios públicos?
 - 9. ¿La acción afectará la calidad de la vida de los habitantes del área?
 - 10. ¿La acción tendrá un efecto significativo en los costos del gobierno local?
 - 11. ¿La acción inducirá el crecimiento poblacional, comercial, industrial o de la economía general en el área?

Metodología de evaluación del impacto ambiental

Existen varias formas de evaluar los efectos adversos y benéficos de los proyectos de desarrollo. Antes, sin embargo, es necesario establecer una diferencia conceptual entre la metodología general, referida a los procedimientos estructurados para la identificación de los impactos y la organización de los resultados, y los métodos o técnicas, que son mecanismos utilizados para predecir el estado de parámetros ambientales específicos. Por lo tanto, podemos hablar de métodos o técnicas para la identificación y evaluación de los impactos potenciales (específicos) que se utilizan en uno de los pasos o etapas de la metodología general de evaluación de los impactos ambientales. La gran mayoría de los países se sujetan a una metodología general, aplicable a todo tipo de proyectos y situaciones. En países industrializados, como Estados Unidos, Canadá y Australia, se utiliza la metodología propuesta en 1985 por Walter Westman, y que consiste en lo siguiente:

- I. Identificación de los objetivos del estudio.
- II. Identificación de los impactos potenciales.
- III. Medición de las condiciones base y predicción de los impactos significativos.
- IV. Evaluación del significado de los resultados.
- V. Consideración de las alternativas a la acción propuesta.
- VI. Toma de decisiones.



3. Impactos típicos de los proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales

Las plantas de tratamiento de aguas residuales, incluyendo estanques de estabilización, pueden causar impactos sobre ciertas categorías ambientales. Por ejemplo, las plantas de tratamiento mecánicas (lodos activados) y químicas requieren gran cantidad de materiales de construcción, energía, sustancias químicas, mano de obra e inversión de capital (Council on Environmental Quality, 1974, y Oswald, 1976). Por su parte, los sistemas de estanques apropiadamente diseñados requieren pequeñas cantidades de materiales de construcción, no necesitan energía suplementaria, mano de obra ni sustancias químicas; sin embargo, los requerimientos de terreno son importantes. Los impactos potenciales adicionales relacionados con los sistemas de estanques son la infiltración de los líquidos a través de los intersticios del suelo y la introducción de contaminantes en el ambiente subsuperficial (U S Environmental Protection Agency, 1978). Los impactos a largo plazo de los sistemas de estanques pueden ser benéficos, ya que proporcionan espacio abierto, sitio de descanso para la vida silvestre y la posibilidad de aprovechamiento recreativo. Por ejemplo, en Napa, California, los estanques han tenido impactos benéficos en la vida silvestre (Oswald, 1976).

Es común que la calidad del efluente de los sistemas de estanques de estabilización tenga entre 25 y 75 mg/l de DBO y entre 40 y 120 mg/l de sólidos suspendidos. Los parámetros de calidad del efluente de los estanques es función de las características de diseño, la localización y estación del año, carga orgánica e historia de operación. En la Figura 1 se presenta la comparación de las concentraciones relativas del efluente de once procesos de tratamiento (Council on Environmental Quality, 1974). Los once procesos son, por número

1. Tratamiento primario con aplicación en suelo.
2. Estanques de estabilización.
3. Filtros percoladores con disposición superficial del efluente
4. Filtros percoladores con aplicación en suelo.
5. Lodos activados con disposición superficial del efluente
6. Lodos aplicados con aplicación en suelo
7. Tratamiento biológico - químico.
8. Lodos activados - coagulación - filtración
9. Tratamiento terciario.
10. Tratamiento físico - químico.
11. Aireación extendida

El efluente de los estanques puede incrementar la población de algas en los cuerpos receptores o estanques, ya sea contribuyendo con células o por el aumento de nutrientes, y esto aumenta el crecimiento algal. La explosión algal produce sedimentos orgánicos que demandan oxígeno disuelto. Además, el efluente de los estanques también puede incrementar los sólidos totales, los sólidos suspendidos, los sólidos disueltos, DBO, COT y DQO.

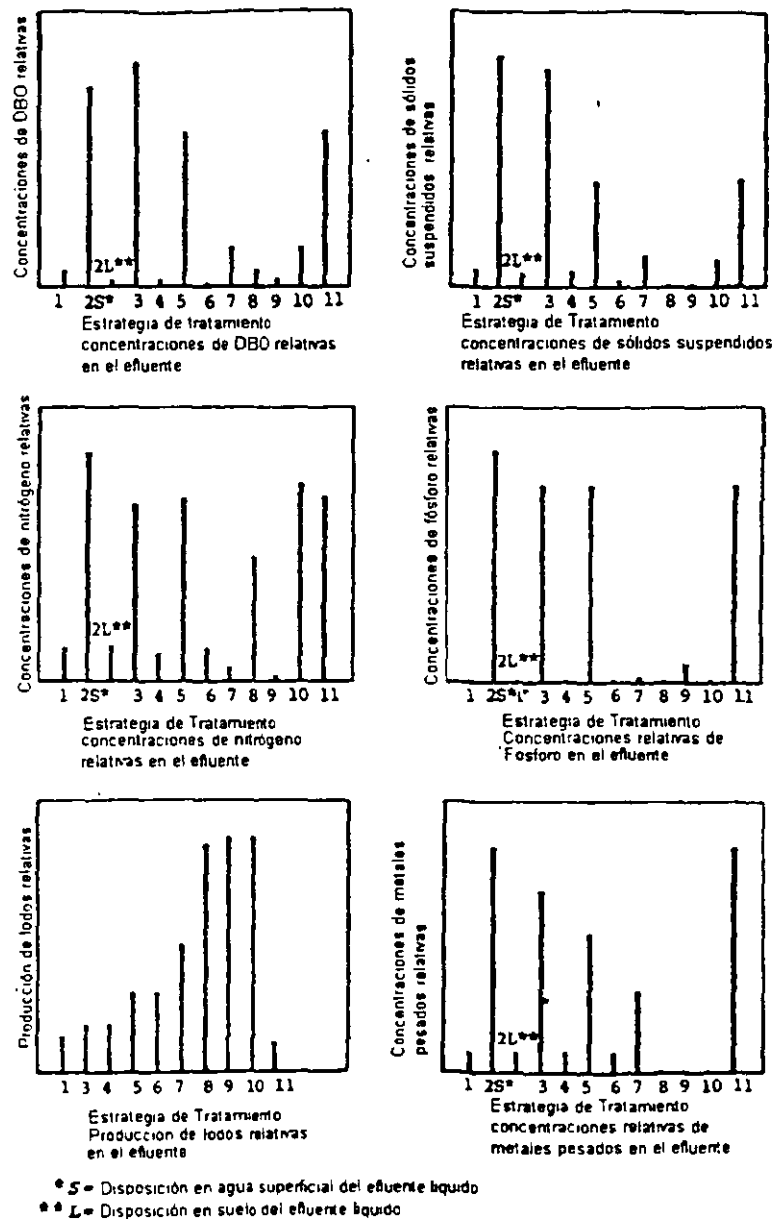


Figura 1 Caracterización de efluentes para vanas opciones de tratamiento.



Con base en la teoría y observaciones de campo del río Napa, Oswald y Ramani (1976) concluyeron que el destino de las algas en los cuerpos receptores depende de la interacción de fotosíntesis y respiración, la viabilidad de las algas y las características del cuerpo receptor. Un estudio realizado en el arroyo Bear en Columbia, Missouri, mostró los impactos del efluente de un sistema de estanques en los cuerpos receptores. La descarga del estanque constituía 25% del gasto del arroyo, y las pruebas en laboratorio mostraron que la DBO del efluente fue sólo 20% de la DBO última. Las algas en el efluente de los estanques localizados en Stockton, California, se sedimentan en el estuario del río San Joaquín y demandaban más oxígeno del que se producía. La población de zooplancton se incrementó aguas abajo del punto de descarga. También se encontró que la DBO5 fue aproximadamente 20% de la DBO última.

Factores a considerar en los estudios de impacto ambiental de los proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales

Las consideraciones ambientales relativas a los proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales incluyen muchas áreas de impacto potencial. En general, estos tipos de impactos pueden ser clasificados de acuerdo a la etapa del proyecto en la que se presentan: construcción y operación

Impactos potenciales en la etapa de construcción

- 1 Impactos de la erosión y movimiento de tierras tales como las afectaciones significativas de las topofomas, corrientes o drenaje natural.
- 2 Impactos del desmonte, como son: remoción de la cobertura de suelo, vegetación y árboles, uso de herbicidas y defoliantes, tala y quema
- 3 Métodos usados para la disposición de suelo e impactos resultantes.
- 4 Impactos resultantes de la adquisición del sitio, como son desplazamiento de habitantes y conflictos de tenencia de la tierra.
- 5 Impactos del dragado, entubamiento o canalización causados a la calidad del agua en sus características de turbiedad y sólidos suspendidos, y los debidos a la disposición de grasas y aceites o al uso excesivo de insecticidas y herbicidas.
- 6 Impactos a la calidad del aire tales como polvo y humo resultante de quema.
- 7 Impactos de los procesos constructivos ruidosos como el hincado de pilotes, martillos neumáticos, etc en el nivel de ruido y vibración, y los efectos del ruido de la construcción causados en los habitantes y en la vida silvestre
- 8 Efectos del uso de explosivos en la vida silvestre
- 9 Interferencia con el tránsito vehicular y peatonal en el área.
- 10 Peligros asociados a la construcción que pongan en riesgo a la seguridad pública

Impactos potenciales en la etapa de operación

- 1 Impactos en el uso del suelo, como son eliminación de usos benéficos y restricciones en los usos futuros del suelo adyacente
- 2 Cambios en la estética del área.
- 3 Impactos en la calidad del aire tales como los patrones de viento prevalecientes y los efectos de olores y emisiones que afectan parques, residencias, carreteras u otras áreas de acceso al público
- 4 Impactos de la percolación del agua residual tratada en la calidad del agua de las fuentes



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



Profesor: Enrique César Valdez

Impacto ambiental de los proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales

5. subterráneas, drenaje subsuperficial hacia aguas superficiales y efecto sobre la biota y hábitats acuáticos.
6. Impactos de los residuos sólidos debidos a los métodos usados para la disposición de arena, ceniza y lodos.
7. Impactos en áreas especiales tales como perturbación de sitios históricos, áreas recreativas o reservas naturales.
8. Niveles de ruido del proyecto en términos de decibeles, horario del ruido, duración y tipo de ruido y vibración.
9. Efectos del uso de insecticidas y su afectación a la proliferación de insectos y calidad del suelo y agua
10. Alteración de la vida silvestre.
11. Efectos en los ecosistemas terrestres cercanos al sitio del proyecto tales como el cubrimiento del banco de la corriente
12. Efectos de la iluminación y niveles de luz en los habitantes cercanos
13. Peligro potencial de inundación debido a gasto excesivo de agua residual o a la localización de la obra en un área de inundación.
13. Efectos potenciales adversos a la salud o la creación de problemas de salud pública.



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

MANUTENIMIENTO A INSTALACIONES III

Del 13 al 14 de Septiembre de 2002

ANEXOS

CI-070

Instructor: M.S.P. Rafael López Ruiz
PEMEX - Villahermosa Tabasco
Septiembre / 2002



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



76

PEORO MARTINEZ PEREDA

AUDITORIA INDUSTRIAL

Una vez informado a cerca de la naturaleza del problema de las --
aguas residuales de una determinada industria, los requerimientos
reales y los datos referentes a los desechos específicos, el inge
niero esta listo para determinar el tipo de tratamiento que mejor
se adapta al proyecto específico

ENCUESTA INFORMATIVA

DATOS GENERALES

1. Nombre de la industria
2. Dirección
3. Teléfono
4. Persona entrevistada
5. Posición oficial de 4.
6. Gerente de la planta (si es diferente de 4.)
7. Localización de la planta donde hay el problema (si no es N.2)
8. Tipo de planta (que fabrica)
9. Lugar posible de descarga del efluente final
Río Lago Arroyo Mar abierto
10. ¿Hay otras industrias proximas que desechos tratados o sin tra
tar en el mismo cuerpo receptor? Si afirmativo, recavar infor
mación acerca de los tipos de desechos.
11. El cuerpo receptor potencial de las aguas residuales ¿es una -
fuente de abastecimiento de agua potable para una municipali-
dad?
12. Distancia del punto de descarga último a la planta que produce
el desecho.
13. ¿Es posible descargar el desecho industrial tratado o sin tra
tar en el sistema local de drenaje?
14. Si la respuesta es positiva, anotar el nombre del municipio
15. ¿Si tiene esta municipalidad una planta de tratamiento de aguas
negras?



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



2/6

16. Si afirmativo, obtener el tipo y la capacidad ($m^3/día$)
17. La municipalidad ¿está dispuesta a recibir desechos industriales? si afirmativo ¿en base a que?
 - a) ¿Recibir y tratar desechos crudos en la planta municipal mediante el pago por volumen y concentración de ciertos -- componentes?. ¿Cuales son los costos o tarifas?
 - b) ¿La municipalidad construye las instalaciones adicionales necesarias para tratar los desechos con sus recursos; y, - la industria paga los costos de operación de las unidades de tratamiento adicionales?.
 - c) ¿Permitir que la industria pague las instalaciones adicionales requeridas y estas pasan a ser propiedad de la municipalidad?
18. ¿Tiene la municipalidad reglamentos relacionados con los tipos; concentraciones o calidad de los desechos que pueden descargarse en el drenaje? Max. DBO, sólidos suspendidos, etc. Si afirmativo, obtener copias de los reglamentos.
19. ¿Tiene formulada la municipalidad una tarifa o tarifas o una fórmula para cobrar por las descargas industriales en el sistema? Si afirmativo, obtener detalles completos.
20. ¿Se descargan desechos de otras industrias en el sistema municipal?. Si afirmativo, obtener la mayor información posible -- sobre los tipos y volúmenes de estos desechos.
21. ¿Que autoridad o agencia oficial o autoridad ha requerido el tratamiento de los desechos de esta industria?
 - a. La ciudad en la que esta localizada la industria
 - b. Agencia de salud estatal o institución para el control de la contaminación
 - c. SSA, SARH, SEDUE (Agencias. Federales)
 - d. Otras
22. ¿Ha especificado la autoridad el grado de tratamiento requerido? Si afirmativo proporcionar todos los detalles posibles. Obtenga una copia de detalles.
23. ¿Se requiere la aprobación de los planos por las autoridades antes de iniciar la construcción? Si afirmativo, obtenga detalles sobre el número de copias, donde deben de presentarse, etc.



24. ¿Se ha dado una fecha límite al cliente para que deje de contaminar?
25. ¿Tiene el cliente algunas instalaciones de tratamiento en la actualidad?. Si afirmativo, dar detalles completos y proporcionar los planos si es posible. Obtenga fotografías de la planta existente.
26. Obtenga los nombres de otras industrias en las cercanías que descargan desechos.
Obtenga información de los tipos desechos
27. ¿Estaría el cliente interesado o dispuesto a unirse a una -- planta distrital para manejar los desechos combinados de otras industrias?
28. ¿Está interesado el cliente en recuperar algunos de los componentes de los desechos?. Si afirmativo, determinar la factibilidad de la recuperación. Obtener información posible sobre la cantidad del componente en los desechos, así como del valor comercial.
29. ¿Es el cliente receptivo a sugerencias para realizar cambios - en el proceso productivo, con el fin de reducir el volumen y la concentración de los desechos y por tanto el costo de tratamiento?.
30. ¿Está dispuesto el cliente a construir las unidades de tratamiento en forma progresiva si lo permitiera la autoridad?
31. ¿Está el cliente enterado en alquilar equipo para las instalaciones de tratamiento, en vez de adquirirlo comprado de inmediato?

DETALLES SOBRE LOS DESECHOS A TRATAR

21. Obtener la misma información para cada tipo de desecho
 - a. Acidez pH
Tipo de acidez
 - b. Alcalinidad pH
 - c. Volumen de cada desecho
Descarga diaria m³/día
Flujo máximo-horario
 - d. Periodicidad del flujo de cada descarga
Descarga diaria por horas
Duración de tipos de descarga (día, semana, mes etc.)
Tipos de sólidos en suspensión



4/6

- e. Sólidos suspendidos (mg/l)
- f. Sólidos totales (mg/l)
- h. Material volátil (%)
- i. Sólidos precipitables (de pruebas en lab.)
- j. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO, mg/l)
- k. Color de los desechos Concentración
- l. Componentes tóxicos de los desechos
 - Fenol Cloruro Cromo
 - Otros componentes tóxicos
 - Si el cliente tiene el análisis de los desechos, obtener una copia.
- 33. Límites permisibles de componentes de las aguas residuales
 - a. Químicos
 - b. Concentración permitida
 - c. Agencia reguladora
- 34. Hay, terreno suficiente disponible para la planta de tratamiento dentro de la industria o en las proximidades?
- 35. ¿Si se ha asignado un area dentro del predio industrial para -- el tratamiento de los desechos, hay en esta area algun obstáculo que no se pueda remover si se requiere? Si afirmativo, describalo.
- 36. Si por alguna razón el cliente desea que las instalaciones de tratamiento de los desechos sean ubicadas en el interior de estructura de la planta, obtenga la información sobre el area disponible, altura, etc.
- 37. Proximidad del area designada para las instalaciones de tratamiento de las zonas residenciales y comerciales
- 38. ¿Hay algunas zonas restringidas locales que pudieran influenciar en la ubicación de las instalaciones de tratamiento en el predio industrial?
- 39. ¿En la industria del cliente la única en la municipalidad?

4



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



6/6

- f. Agua para enfriamiento (m³/día)
- g. Agua para lavado (m³/día)
- h. ¿Hay agua que forma parte del producto comestible?
Dar detalles.
53. ¿Estaría el cliente interesado en reducir el volumen de agua comprada mediante el tratamiento de desechos para recirculación y reuso?
- ¿Habría alguna objeción para reusar en la industria el efluente tratado?
54. ¿Que servicios requiere el cliente del ingeniero?
- a. Estudiar el problema
 - b. Obtener información sobre características de los derechos.
 - c. Realizar análisis y pruebas
 - d. Discutir el problema con las agencias reguladoras
 - e. Diseño de la planta e instalaciones
 - f. Obtener la aprobación de las autoridades
 - g. Preparar planos completos y especificaciones
 - h. Obtener propuestas para concursos
 - i. Supervisar la construcción
 - j. Instruir a operadores
 - k. Preparar un manual de operación
 - l. Supervisar la operación inicial de la planta
 - m. Proporcionar inspección anual
- ¿Durante cuanto tiempo?

Nombre de la persona que obtiene los datos

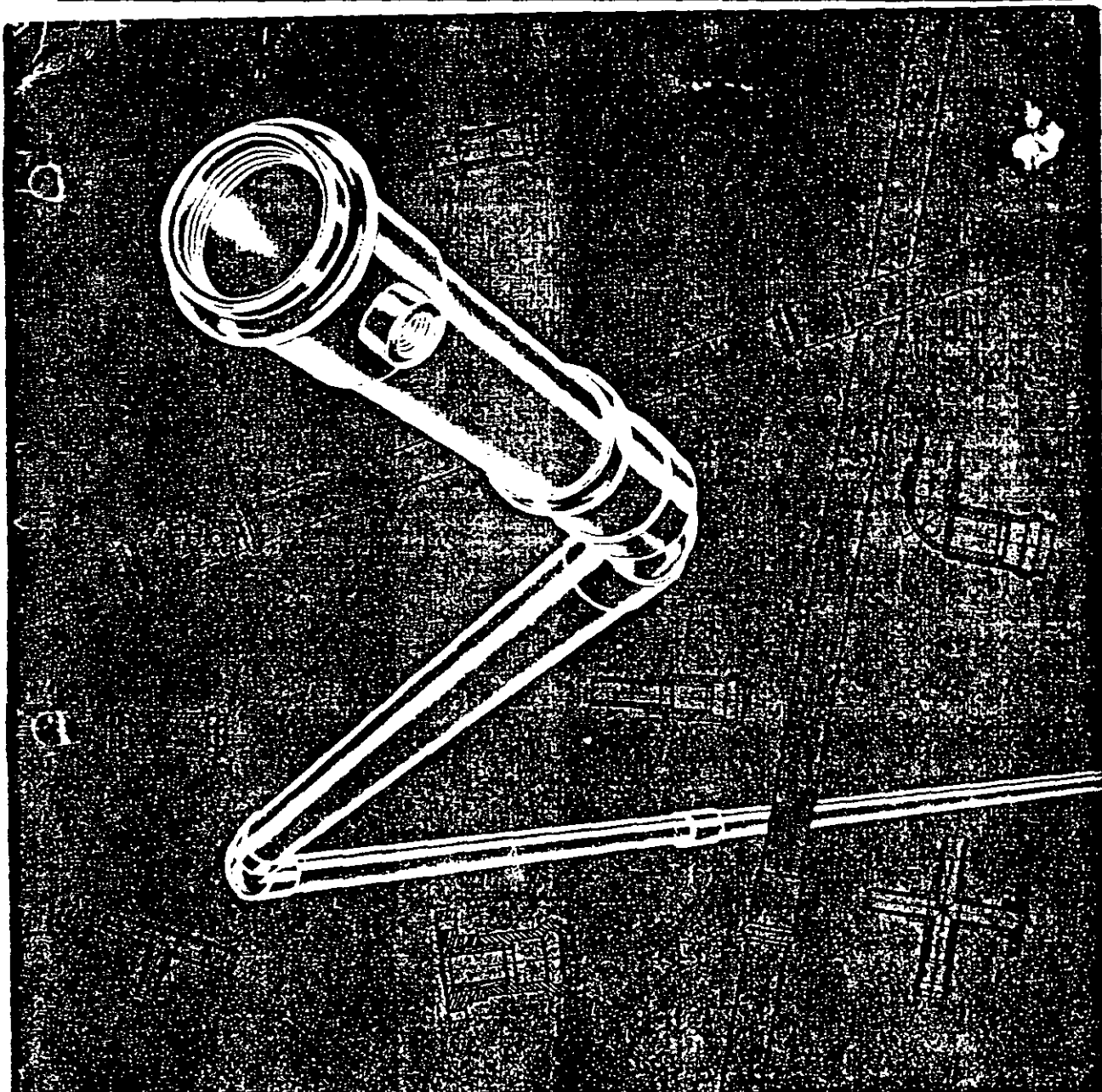
Fecha _____

6



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO



**TUBERIA HIDRAULICA VINIDUR[®]
PVC CON CAMPANA**





INTRODUCCION

PLASTOTECNICA, S.A., tiene el agrado de presentar su línea de tuberías y conexiones VINIDUR[®] fabricadas de PVC (Cloruro de polivinilo) con CAMPANA-TOMA (patente exclusiva desarrollada por PLASTOTECNICA, S.A. para conducción de agua potable. El PVC es un maravilloso material plástico que por sus extraordinarias cualidades ha ocupado un lugar primordial en el mercado mundial y va a la cabeza de los plásticos en producción, desplazando con ventaja por su utilización a los materiales convencionales.

PLASTOTECNICA, S.A., cuenta con orgullo con el equipo y la tecnología más avanzada para la fabricación y control de calidad de las tuberías y conexiones VINIDUR[®] -PVC, debido a su exclusivo sistema en México de **COMPUTADORA ELECTRONICA** para mantener sus equipos de proceso dentro de estrictas normas de producción. Asimismo cuenta con un grupo de experimentados asesores técnicos para ayudarlo a resolver sus problemas de conducción de fluidos desde el diseño o instalación misma de las tuberías VINIDUR[®] -PVC.

PLASTOTECNICA, S.A. tiene la más larga experiencia comprobada en México en la fabricación de tuberías, conexiones, válvulas y accesorios en diversos materiales plásticos, cuenta con diversas patentes de desarrollo propio e inició la fabricación de su extraordinaria línea hace más de 15 años (1954), por lo cual y aunado a su continuo programa de investigación, seguirá siendo la primera en adelantos técnicos.

INDICE

	Pág.		Pág.
Antecedentes	3	Golpe de Ariete	12
Marcado del Tubo	3	Perdidas de Carga en Válvulas y Conexiones	13
Código de Colores	3	Relación de Dimensiones "RD"	13
Ventajas de las Tuberías Vinidur	4	Propiedades Físicas del PVC-Vinidur	13
Tipos de Unión	4	Tabla Comparativa de Dimensiones, Pesos y Capacidades de Conducción entre Tuberías Vinidur-PVC y Asbesto Cemento	14
Instrucciones para Instalar la Tubería Vinidur.		Comparación de Diámetros Interiores entre Tuberías de PVC y Asbesto Cemento	15
Sistema Cementado	5	Presión Permisible de Trabajo Respecto a la temperatura de Operación	16
Sistema de Campana P. T	6	Signos Convencionales para conexiones de PVC	16
Colocación de Tubería Vinidur	7	Conexiones con Campana PT	17
Relleno y Prueba	8	Accesorios para Tomas Domiciliarias	18
Atraques	8	Embarques	19
Cambios de Dirección en la Tubería Vinidur	9	Almacenaje	19
Selección de Diámetro y pérdidas por Fricción en Tubería Vinidur	9		
Nomograma de la Formula H & A W para PVC	10 y 11		
Formula de Manning	12		



ANTECEDENTES

Las tuberías de PVC se usaron por primera vez en Europa aproximadamente en el año de 1930, a partir de esta fecha su desarrollo, fué de gran magnitud, actualmente ha desplazado en un porcentaje muy elevado a las tuberías convencionales para conducción de agua potable, en prácticamente todos los países del mundo, debido a sus sobresalientes ventajas

En nuestro país las tuberías de PVC-VINIDUR han tenido un desarrollo considerable en los últimos años, empleándose principalmente, para la conducción de agua potable en obras de distintas Dependencias Federales y Estatales, habiendo sido seleccionadas las tuberías de PVC-VINIDUR, por ser el único material en la actualidad que resuelve los problemas que se presentan en los abastecimientos de agua potable, tanto en zonas urbanas como rurales

El policloruro de Vinilo es conocido internacionalmente por las siglas "PVC", es un material plástico y pertenece a

su vez al grupo de los termoplásticos, caracterizados éstos por la particularidad de recuperar sus propiedades físicas y químicas cada vez que son sometidos a la acción del calor.

Las tuberías de PVC-VINIDUR se fabrican en los equipos denominados extrusores, los cuales calientan al PVC y lo obligan a pasar a través de una boquilla especial, para darle la forma tubular, seguida de un enfriamiento controlado para obtener las dimensiones requeridas.

A las tuberías de PVC se les somete a rigurosas pruebas de laboratorio, debiendo cumplir satisfactoriamente con todas ellas, antes de salir a la venta, contando PLASTOTECNICA, S.A. con la autorización correspondiente para la fabricación de las tuberías PVC-VINIDUR, otorgada por la Sria. de Patrimonio y Fomento Industrial, (Direc. Gral. de Normas Industriales), contando además con la aprobación de la Sria. de Recursos Hidráulicos y la Sria. de Asentamientos Humanos y Obras Públicas.

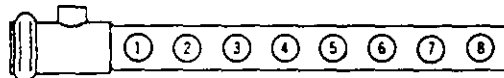


PLASTOTECNICA, S.A. cuenta con el sello de garantía otorgado por la Dirección General de Normas Industriales de la Sria del Patrimonio y Fomento Industrial.

Norma empleada por PLASTOTECNICA, S.A. para la fabricación de tuberías y conexiones de PVC

NOM-E-12-1968 de policloruro de vinilo PVC

MARCADO DEL TUBO DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE TABLA



- 1 - Tipo de Materia Prima (PVC)
- 2 - Marca o Logotipo del Fabricante (VINIDUR)
- 3 - Diametro nominal en milímetros
- 4 - Tipo de "RD"
- 5 - Presion de trabajo
- 6 - Fecha de fabricacion
- 7 - La leyenda "Hecho en México"
- 8 - Sello de Garantía de la Direc. Gral. de Normas

CODIGO DE COLORES EMPLEADOS PARA LA FABRICACION DE TUBERIAS DE PLASTICO

EN PVC	Naranja	Para instalaciones electricas.
Gris	Para conducción de agua potable y uso industrial	**EN PROLENO:
Bianca	Para desagües sanitarios domésticos	Negro:
Verde	Para instalaciones electricas	Para conducción de líquidos industriales y desagües industriales.
Amarilla	Para conducción de gas natural	*Se debe exigir polietileno de alta densidad, según Norma de fabricación - NOM-E-18-1969
EN POLIETILENO (De baja, media y alta densidad)		** Marca Registrada por PLASTOTECNICA, S.A. para tuberías y conexiones de polipropileno
*Negro	Para tubería en tomas domiciliarias, conducción de agua potable y riego.	



LAS PRINCIPALES VENTAJAS DE LAS TUBERIAS VINIDUR[®]-PVC, SON:

- Plastotécnica ha desarrollado y patentado su sistema de Campana-Toma que evita el uso de abrazaderas o insertores para hacer la derivación de la toma domiciliaria.
- Resistente a la corrosión.
La tubería VINIDUR-PVC resiste al paso de los ácidos, bases y soluciones salinas. Puede conducir inclusive sin ser atacada agua de mar y puede instalarse en suelos altamente salitrosos
 - No la atacan los roedores
En pruebas efectuadas por la Sria. de Recursos Hidraulicos y por la Organización Panamericana de la Salud, se comprueba que ningún tipo de roedor ataca a las tuberías VINIDUR-PVC.
 - El mas bajo coeficiente de fricción.
La superficie interior de la tubería VINIDUR-PVC es tersa como un espejo y reduce en un 10% las pérdidas por fricción, respecto a las demás tuberías. Los líquidos se deslizan suavemente por sus paredes, originando mayor fluidez (Vease la tabla correspondiente a las pérdidas por fricción)
 - No permite incrustaciones.
Las incrustaciones tan comunes en las tuberías convencionales reducen la vida útil de estas, aumentando los costos de mantenimiento y disminuyendo la sección de flujo.
 - Muy ligera
El peso de la tubería VINIDUR-PVC es 6 veces menor que el de las tuberías de asbesto cemento del mismo diámetro, y 10 veces menor que el de los tubos de acero. Esto facilita grandemente su manipulación, instalación y almacenaje. Lograndose costos muy bajos de transporte
 - Facilidad de instalación
Para instalar la tubería VINIDUR-PVC pueden emplearse tres métodos. Cementado, roscado o el de unión con campana. En estos metodos se destaca la facilidad de instalación con respecto a las tuberías metálicas o de asbesto cemento, con el consecuente bajo costo de mano de obra.
 - Resistente al impacto
La tubería VINIDUR-PVC ha sido diseñado para aquellas instalaciones donde se requieren esfuerzos mecanicos y resistencia a golpes y mal trato físico considerables, superando con mucha ventaja a las tuberías de asbesto cemento
 - Costo de mantenimiento nulo
Debido a que no requiere ninguna pintura protectora, ni protección galvanica
 - Auto extingible
La tubería VINIDUR-PVC no forma llama ni facilita la combustión, por lo cual se le cataloga como auto extingible
 - No comunica olor ni sabor al fluido que conduce
La tubería VINIDUR-PVC ha sido aprobada en Mexico por la Sria. de Salubridad y Asistencia, a través de la Dirección de Ingeniería Sanitaria, para la conducción de substancias alimenticias y agua potable
 - Instalación sencilla y por lo tanto económica
Debido a su ligereza en peso, facilidad de corte y rapidez de instalación la tubería VINIDUR-PVC es muy facil de instalar y no requiere herramientas especiales.
 - Resistencia a la electrolisis.
La electrolisis una de las causas de la rapida destrucción de las tuberías de cobre y fierro, queda totalmente eliminada en las tuberías VINIDUR-PVC

TIPOS DE UNION PARA TUBERIAS VINIDUR-PVC

PLASTOTÉCNICA, S.A. - Ha desarrollado tres tipos de union para sus tuberías VINIDUR-PVC para ser usadas según sean las condiciones de instalación y operación

UNION CON CAMPANA P.T. (PATENTE 120036)
UNION CEMENTADA
UNION ROSCADA

UNION CON CAMPANA P.T. - El acoplamiento de tuberías VINIDUR-PVC empleando este sistema es el mas rapido y sencillo, no se requiere de herramientas, es ideal para instalaciones de agua potable en el campo con presiones de trabajo maximas de 1; 2 Kg/cm² (164 Lbs/Pulg²) no se requiere mano de obra especializada y la tubería se puede poner en servicio inmediatamente despues de instalada

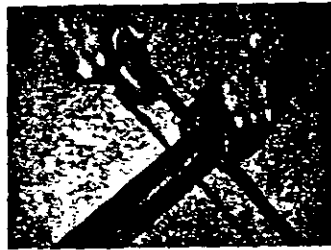
UNION CEMENTADA - En este sistema de union se emplea el cemento VINIDUR, las uniones entre tubería y conexiones quedan de una sola pieza. Es un sistema que se puede emplear para grandes presiones de trabajo, se recomienda esperar 24 horas antes de poner en servicio la línea, para que el pegamento frague completamente, este tipo de union se recomienda, cuando se cuente con mano de obra capacitada y en sitios de preferencia cubiertos.

UNION ROSCADA - Se recomienda en aquellas instalaciones en donde se requiera desmontar con frecuencia las tuberías para inspeccion o limpieza, solo se debe emplear la tubería de tipo "Roscar", para este tipo de union y deben seguirse las indicaciones que para tal fin se describen en el catalogo industrial



INSTRUCCIONES PARA INSTALAR LA TUBERÍA VINIDUR-PVC

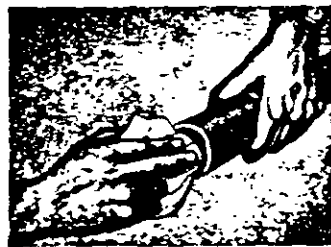
SISTEMA CEMENTADO



- 1 - Corte - Para esta operación se usa una sierra o serrucho. Es muy recomendable que los dientes de estas herramientas se mantengan limpios y afilados. Los cortes deben hacerse lo más recto que sea posible, para así facilitar la inserción de la tubería en las conexiones.

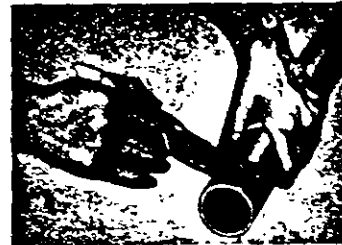


- 2 - Eliminación de rebabas - Después de efectuado el corte, se deben eliminar todas las rebabas que pudiera dejar el corte. También se debe eliminar el reborde que deja el corte en la pared interior del tubo. Una cuchilla afilada es muy apropiada para este trabajo. Un corte parejo y libre de rebordes, asegura una unión fuerte y eficiente.



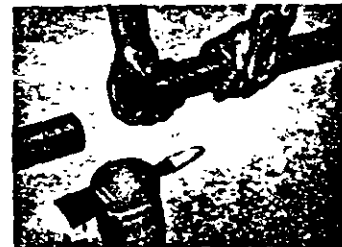
- 3 - Limpieza - Limpíese cuidadosamente el extremo de la tubería que se va a cementar y el interior de la conexión que se va a unir. Este paso previo al cementado es importantísimo y debe realizarse cuidadosamente para librar de grasas o sustancias extrañas las superficies que van a ser cementadas. Se recomienda usar el limpiador VINIDUR aplicándolo por medio de papel absorbente o algodón, o en su defecto utilícese una lija de grano fino. En este caso debe tenerse cuidado de que la tubería esté limpia de tierra o grasa y que la lija que se use esté también limpia y libre de grasa. Tómese en cuenta que no se trata de pulir o rebajar la superficie del tubo o la conexión, sino

simplemente eliminar con suavidad cualquier sustancia extraña y lograr una aspereza en las superficies que van a ser cementadas, tanto del tubo como de la conexión.



- 4 - Cementado - Antes de aplicarse el cemento debe tenerse cuidado para que la superficie que se va a cementar quede libre de humedad.

Una vez hecha esta operación de limpieza, se aplicará el cemento VINIDUR-PVC, para tuberías de PVC, tanto en la extremidad del tubo como en el interior de la conexión, por medio de una brochita de cerdas naturales que es muy apropiada para la aplicación del cemento. Después de aplicado el cemento, deslícese la tubería en la conexión hasta que la tubería tope con el reborde interior de la misma, désele un cuarto de vuelta al tubo para así distribuir mejor el cemento entre ambas superficies.



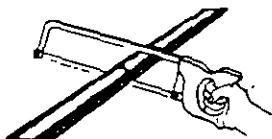
Esta operación de la aplicación del cemento y la inserción del tubo dentro de la conexión no debe tomar más de un minuto. Debe eliminarse con un paño todo exceso de cemento que quede en los bordes de la unión, después de efectuada ésta. La unión así hecha debe mantenerse libre de movimientos por una hora; pasado este tiempo puede manipularse con cuidado. La unión alcanza su máxima resistencia a las 48 horas.





SISTEMA DE CAMPANA P. T.

(PATENTE 120036)



Haga Corte a escuadra

Utilice un cortador de tubería o un serrucho de carpintero de mano con dientes finos combinado con caja guía. Quite todas las rebabas de la cara interior de la tubería con un cuchillo, con lija fina o con fibra de acero.



Coloque el Anillo en la Ranura.

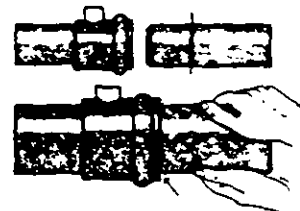
El anillo debe colocarse con la marca amarilla hacia afuera. La inserción del anillo en la ranura de la Campana, en diámetro de 38 ó 50mm. (1 1/2" a 2") se simplifica si se sumerge previamente en agua limpia. (No utilice lubricante para este propósito).



Achaflando

Primero obtenga un tramo de tubería achaflanada en fábrica, para utilizarla como guía. Utilice una lima plana con dientes curvos de cordoncillo para lograr una superficie lisa. Después de formar el chafán, redondeelo ligeramente como se muestra en la ilustración.

Nota: La tubería con campana no se debe roscar.



Lubrique la punta de la Tubería

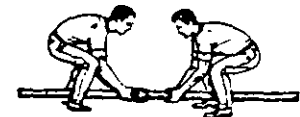
Aplique el lubricante VINIDUR a toda la circunferencia exterior de la punta de la tubería incluyendo el chafán, hasta una distancia de 50 mm. de la punta.



Diámetro en mm	38	50	60	75	100	150	200
E	74	81	86	94	107	132	140

Marca de Inserción

Con lápiz o crayón ponga la marca en la punta acabada de cortar, de acuerdo con las dimensiones del cuadro.



Asegurese de que la ranura de la Campana y el anillo estén limpios.

Quite toda la tierra u otra materia de la ranura, para que el anillo pueda embonar perfectamente en ella.

Inserción del Tubo P. T.

Introduzca la punta del tubo directamente en la campana hasta llegar a la marca de inserción. Es de mucha importancia que el tubo se inserte únicamente hasta la marca de inserción, con el fin de dejar el juego necesario para la expansión y contracción del tubo.

Cualquier resistencia indebida durante el montaje indica que el anillo puede estar torcido y por lo tanto, se debe desmontar la junta y colocarla nuevamente en forma correcta.



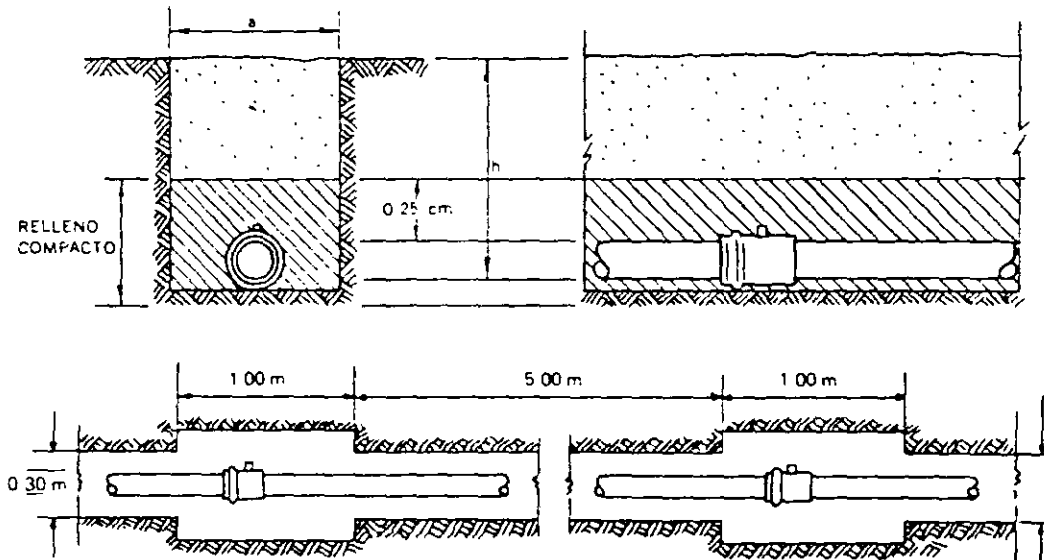
COLOCACION DE TUBERIA VINIDUR-PVC CON CAMPANA P. T. (PAT. 120036)

- 1 - Proporcione una zanja lo más angosto posible para permitir la facilidad de maniobras. El acoplamiento de la tubería VINIDUR-PVC, en muchos casos puede hacerse arriba de la zanja, dada su flexibilidad.
- 2 - El fondo de la zanja no debe tener piedras ni otros objetos filosos.
- 3 - Profundidad mínima de zanja de acuerdo a la tabla siguiente:

TABLA I
 MINIMAS DIMENSIONES DE CEPAS

DIAMETRO DE TUBO MM	ANCHO DE LA CEPA EN CM (a)	PROFUNDIDAD DE LA CEPAS EN CM (h)
hasta 38	de 30 a 50	de 60 a 80
de 50 a 100	40 a 60	80 a 95
de 125 a 150	50 a 60	95 a 105
de 200	50 a 65	105 a 110

Las dimensiones anteriores son aconsejables en los casos en que las condiciones de operación de la tubería, no determinen tomar otras precauciones, o bien, de acuerdo a las experiencias propias en cada lugar.



Quando las condiciones lo permitan (Perforación con máquina por ejemplo) Se puede hacer una zanja como la mostrada en la fig., permitiendo mayor espacio en las campanas (si es necesario), para ahorrar en excavación.



RELLENO Y PRUEBA

- 1.- Tape la zanja inmediatamente después de instalar la tubería, hasta una altura de 60 cm. mínimo arriba de la misma.

La tubería VINIDUR-PVC no debe quedar expuesta a la intemperie.

El relleno debe ser de material seleccionado y colocado alrededor de la tubería, de tal manera que proporcione soporte firme y continuo

Apisone bien alrededor de la tubería, para lograr una compactación apropiada

- 2 - Antes de tapar la tubería, se debe inspeccionar las juntas para evitar separaciones debido a las contracciones normales del material

Se debe probar a presión la tubería inmediatamente después de su instalación, nunca debe probarse a presión la tubería estando ésta al descubierto especialmente en climas cálidos. La línea de tubería a probar debe tener sus atraques, incluyendo los extremos, cambios de dirección, derivaciones (tees o cruces), así como en las tomas

Nota Si se utilizaron atraques a base de concreto colado en el campo o juntas pegadas con cemento VINIDUR ahí mismo, no pruebe la tubería antes de que pasen 24 horas

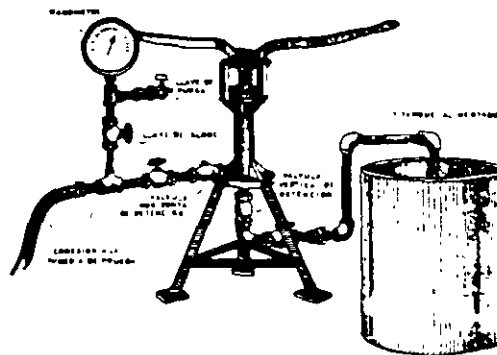
- 3.- Después de terminar de probar la tubería a presión, tape completamente la zanja.

Nota Presión de prueba recomendada 3.5 Kg/cm² arriba de la presión de operación

- 4 - Termine el relleno final de la zanja, utilizando equipo mecánico si se desea, evitando que el material de relleno incluya rocas

EQUIPO PARA PRUEBA

Consiste en una bomba de embolo accionada a mano y provista de válvula de retención y manómetro.



ATRAQUES

- 1 - Los atraques se utilizan siempre que en la tubería haya cambios de dirección como en las "Tees" o curvas, así como en las reducciones, terminales, válvulas, etc

- 2 - El tamaño y tipo de atraque depende de la presión, diámetro de la tubería, tipo de suelo y tipo de accesorio. Consulte la tabla II para ver el empuje en kilogramos en los atraques, cuando la tubería trabaja a 7Kg/cm² de presión interna.

Para calcular el empuje que soportara el atraque en un accesorio cuando la presión del agua es mayor que 7Kg/cm², se aumenta proporcionalmente la cifra obtenida en la tabla anterior. Ejemplo Para una presión de 10 Kg/cm², en una tee de 100 mm se incrementa a 1050 en la siguiente forma

$$\frac{10 \times 735}{7} = 1050 \text{ Kg}$$

- 3 - Para determinar el área de atraque, se divide el empuje total obtenido de la tabla II entre la resistencia del terreno de la tabla III

EMPUJE EN KG EN LOS ATRAQUES

la 7Kg/cm² de presión interna:

TABLA II

Diametro del tubo	Curva de 90°	Curva de 45°	Curva de 22 1/2°	Te
38mm	188	102	52	134
50	293	158	82	206
60	624	231	118	300
75	633	342	175	447
100	1041	556	288	735
150	2435	1320	666	1723
200	3960	2800	1450	2433

RESISTENCIA DE TERRENOS

TABLA III

Tipo de suelo	Kg/m ²
Lodoso	0
Barro suave	4880
Arena	9760
Arena y grava	14640
Arena y grava mezclada con barro	19520



CAMBIO DE DIRECCION EN LA TUBERIA VINIDUR-PVC

La flexibilidad de la tubería VINIDUR permite cambios de dirección de acuerdo con las indicaciones de la tabla IV.

La curvatura debe hacerse únicamente en la parte lisa del tubo. La campana no permite cambios de dirección.

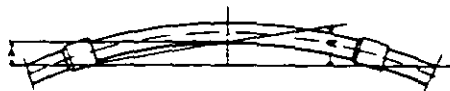


TABLA IV

Diámetro nominal	1 tubo 6 mts		2 tubos 12 mts		4 tubos 24 mts.		6 tubos 36 mts		8 tubos 48 mts		10 tubos 60 mts.	
	α	A	α	A	α	A	α	A	α	A	α	A
38	5.5	0.31	11	1.20	22	4.90	33	11.80	44	23.40	55	43.0
50	4.5	0.24	9.0	0.95	17.6	3.80	25.5	8.60	32.4	15.20	25.5	23.80
60	3.8	0.20	7.6	0.80	15.0	3.20	21.8	7.20	28.2	12.80	33.7	20.00
75	3.2	0.17	6.2	0.70	11.4	2.66	18.5	6.00	24.0	10.68	29.2	16.70
100	2.6	0.14	5.2	0.55	10.3	2.20	15.3	4.90	20.0	8.70	24.5	13.60
150	1.8	0.09	3.6	0.38	7.2	1.50	10.6	3.40	14.2	6.00	17.4	9.40
200	1.3	0.03	2.6	0.13	5.2	0.54	7.8	1.22	10.4	2.17	13.0	3.38

SELECCION DEL DIAMETRO Y PERDIDAS POR FRICCION EN TUBERIAS VINIDUR-PVC

Las cuatro variables principales en una tubería son:

Q = Gasto H = Pérdida de carga
D = Diámetro Interior L = Longitud

La pérdida por fricción en tuberías es menor que en cualquier otro tipo de tubería, además su diámetro interior es notablemente mayor que su diámetro nominal, por lo cual su capacidad de conducción es superior, respecto a otros materiales llegando a ser de un 20 a 60 % más. Por otro lado permiten una mejor selección del diámetro de las mismas, dado que se dispone de medidas intermedias, con las cuales no se cuenta en otros materiales.

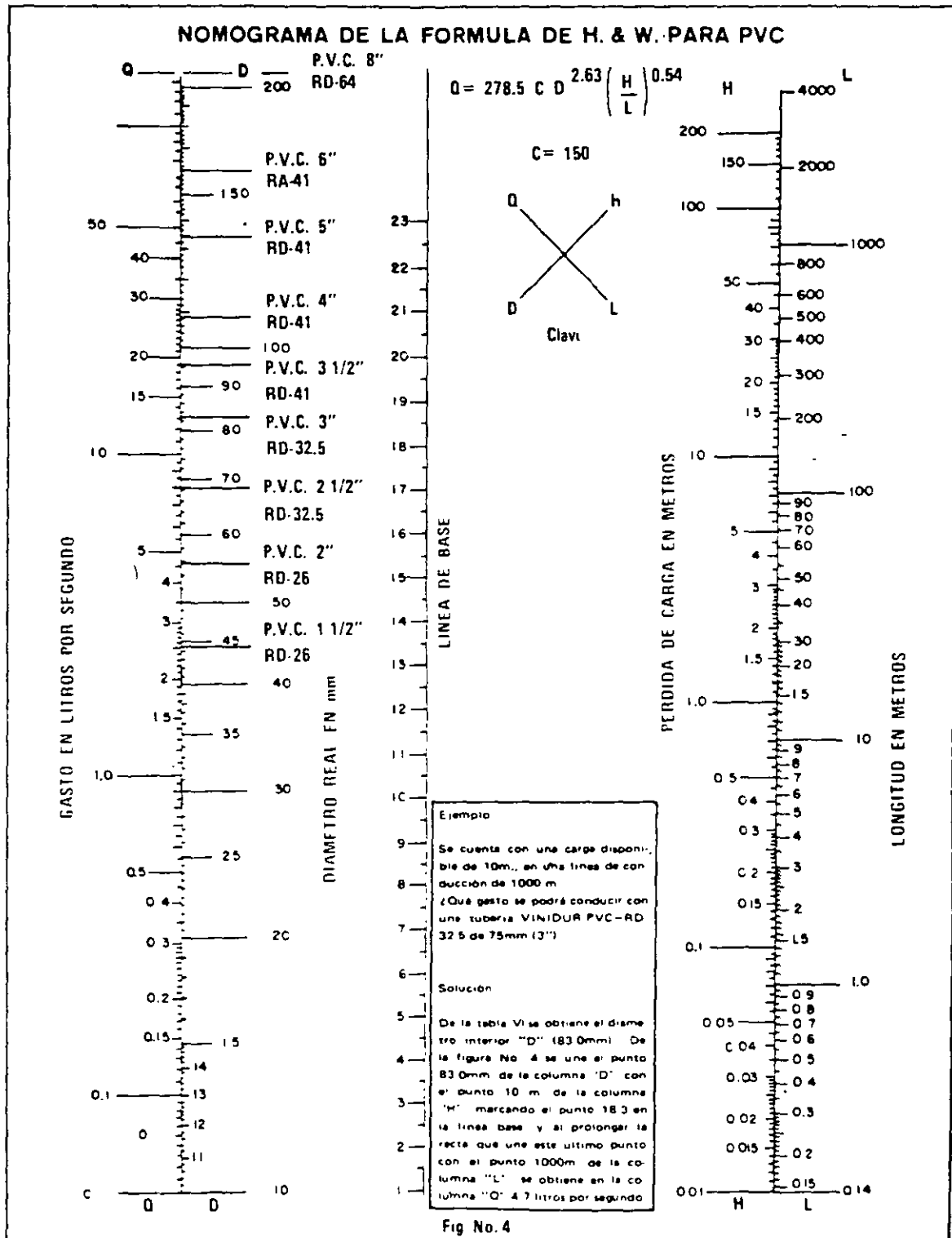
Para seleccionar el diámetro apropiado para conducir un determinado gasto de acuerdo a la longitud y carga disponible empleando la fórmula más aceptada, la de Williams y Hazen

$$Q = 278.5 C D \left(\frac{H}{L} \right)^{0.54}$$

“Q” en litros por segundo
C = 150 “D”, “H” y “L” en metros

En la figura No. 4 se encuentra el nomograma de dicha fórmula, en la cual uniendo la columna “Q” de gasto, con la columna “L” longitud de tubería, se marca el punto de intersección en la línea base; y prolongada la recta que une este punto con la columna “H” carga disponible se obtiene el diámetro apropiado para tal conducción. Procediendo a la inversa uniendo el diámetro de la tubería “D”, con el punto de intersección en la línea base, se obtiene la pérdida de carga en la columna “H”. Por otro lado si se conocen “D”, “H” y “L” se puede obtener “Q”.

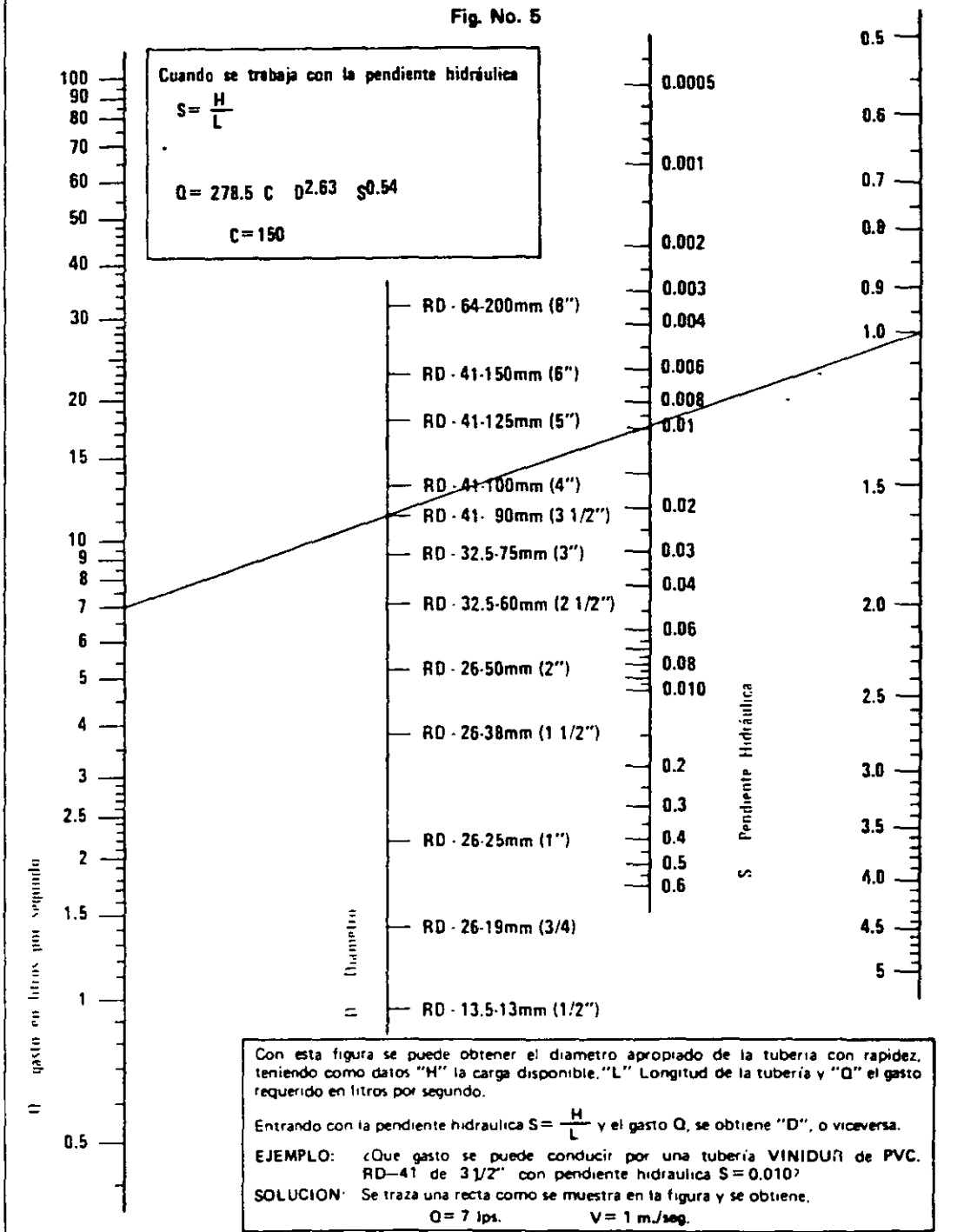
Es importante hacer notar que la columna “D”, es el diámetro interior de la tubería que se puede obtener de la tabla VI.





NOMOGRAMA DE LA FORMULA DE H. & W. PARA PVC

Fig. No. 5





FORMULA DE MANNING

Para los casos en que se prefiera la formula de Manning para el calculo de tuberías, se puede emplear como coeficiente de rugosidad $\tau_r = 0.009$

Formula de MANNING

$$V = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{\tau_r} \quad O = AV$$

V = Velocidad del agua en el tubo.

$R = \frac{A}{P}$ = radio hidráulico (area de la seccion del tubo dividido entre el perimetro "mojado").

$S = \frac{H}{L}$ = pendiente hidráulica (perdida de carga entre la longitud del tubo)

Por lo tanto $O = MS^{1/2}$

$$O = 34.6 \times 10^3 \times D^{8/3} \times \left(\frac{H}{L}\right)^{1/2} \quad "O" \text{ en l.p.s}$$

$$H = K L Q^2 \quad K = M^{-2} \quad M = 34.6 \times 10^3 D^{8/3}$$

"D" "H" y "L" en metros

Se presentan los valores de "M" y "K" para los diferentes diametros de las tuberías de VINIDUR-PVC en la tabla V

TABLA V VALORES DE "K" Y "M" DE LA FORMULA MANNING

Diametro Nominal	D interior (metros)	M	K	Diametro nominal	D interior (metros)	M	K
1 1/2"	0.0440	8.71	1.318×10^{-2}	4"	0.1050	86.29	1.343×10^{-4}
2"	0.0550	15.68	4.067×10^{-3}	4"	0.1065	90.06	1.2329×10^{-4}
2 1/2"	0.0670	26.10	1.468×10^{-3}	4"	0.1080	93.24	1.150×10^{-4}
3"	0.0815	44.09	5.144×10^{-4}	5"	0.1320	159.1	3.951×10^{-5}
3"	0.0830	46.21	4.683×10^{-4}	5"	0.1335	163.9	3.722×10^{-5}
3 1/2"	0.0930	63.03	2.517×10^{-4}	6"	0.1570	252.8	1.565×10^{-5}
3 1/2"	0.0960	69.29	2.083×10^{-4}	6"	0.1590	262.6	1.450×10^{-5}
				8"	0.2065	525.0	3.628×10^{-6}
				8"	0.2100	552.7	3.273×10^{-6}

Los Diametros interiores consignados en esta Tabla son los recomendados para calculos hidráulicos

GOLPE DE ARIETE

Cuando en una tubería se interrumpe el flujo rapidamente, provoca cambios bruscos en la presión interna de la misma, aunque estos no llegan a ser en la mayoría de los casos de consideración.

Se presenta con mas frecuencia en el cierre de una valvula "check" a la salida de un equipo de bombeo, y puede tener alguna importancia sobre todo en conducciones largas.

Suponiendo que el cierre de la valvula es menor que el tiempo de cierre critico, la sobrepresión "h" arriba de la normal "H" esta dada por

$$h = \frac{av}{g}$$

a = es la velocidad de propagación de la onda de presión en m/seg

v = velocidad del fluido en m/seg

g = aceleración de la gravedad

La velocidad de propagación de la onda, depende de las condiciones de la tubería como sigue

$$a = \frac{1420}{\sqrt{1 - (RD) \frac{K}{E}}}$$

K = 29.670 kg/cm² modulo de elasticidad del agua

E = 29.300 kg/cm² modulo de elasticidad del tubo

D = Diametro del tubo (P.V.C)

e = espesor de pared

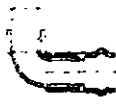



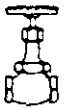


RD = $\frac{D}{e}$ Relación de dimensiones

Valores de "a" en m/seg en funcion de la relacion de dimensiones

RD	a	a/g
26	330	33.6
32.5	251	29.7
41	265	25.0
64	212	21.6



PERDIDA DE CARGA EN VALVULAS Y CONEXIONES

		CODO 90°		CODO 45°	TE	VALVULAS (Completamente abiertas)			
						COMPUERTA 	GLOBO 	TE 	"CHECK" 
DIAMETRO		LONGITUD DE TRAMO RECTO EQUIVALENTE A LA RESISTENCIA AL ESCURRIMIENTO (METROS)							
mm	ulg.								
13	1/2"	0.45	0.23	1.03	0.10	4.87	2.56	1.0	
19	3/4"	0.67	0.30	1.37	0.14	6.70	3.65	1.4	
25	1"	0.82	0.39	1.76	0.18	8.23	4.57	2.4	
32	1 1/4"	1.12	0.48	2.37	0.24	11.27	5.48	2.8	
38	1 1/2"	1.31	0.61	2.74	0.29	13.41	6.70	3.3	
50	2"	1.67	0.76	3.35	0.36	17.37	8.53	5.0	
60	2 1/2"	1.98	0.91	4.26	0.42	20.11	10.05	5.5	
75	3"	2.46	1.15	5.18	0.51	25.90	12.80	7.0	
90	3 1/2"	2.89	1.34	5.79	0.61	30.17	15.24	8.0	
100	4"	3.35	1.52	6.70	0.70	33.52	17.67	9.0	
125	5"	4.26	1.85	8.23	0.88	42.67	21.33	12.0	
150	6"	4.87	2.34	10.05	1.06	48.76	25.29	14.0	
200	8"	6.40	3.04	13.10	1.37	67.05	33.52	17.0	

CLASIFICACION POR ESPESOR DE PARED "RD"

Las tuberías VINIDUR PVC, se clasifican de acuerdo a su relación de dimensiones "RD" que es igual al diámetro exterior del tubo entre su espesor de pared dicho valor es constante en todos los tamaños nominales de acuerdo al uso y presión permisible de trabajo los "RD" más usuales son:

- RD-13.5
- RD-26
- RD-32.5
- RD-41
- RD-64

Las dimensiones de la tubería se calculan de acuerdo a la fórmula aceptada internacionalmente para el cálculo de ductos y recipientes a presión:

$$S = \frac{P \cdot D - e^2}{2 \cdot e} \quad RD = \frac{D}{e} \quad RD = \frac{2 \cdot S}{P} - 1$$

Donde:

S = Esfuerzo de diseño del material, o tensión en Kg./cm², orientada circunferencialmente

P = Presión de trabajo

D = Diámetro exterior en mm

e = Espesor de pared

RD = Relación de dimensiones

PLASTOTECNICA, S.A. fabrica las tuberías VINIDUR PVC del tipo I que establece la Norma NOM-E-12-1968, y corresponde a tubería con resistencia alta al impacto, las cuales soportan mejor golpes y esfuerzos mecánicos

El esfuerzo S de diseño es de 140 Kg./cm², tomando un coeficiente de seguridad de 4, es decir la presión de ruptura es de 4 veces la presión permisible de trabajo

PROPIEDADES FISICAS DEL PVC-VINIDUR

Propiedad Material	Unidades	Métodos A S T M	Propiedad Material	Unidades	Métodos A S T M
Gravedad Especifica	1.35	D-792-48 T	Coef. Expansión Térmica	10x10 ⁻⁵	D-696-44 T
Resistencia Compresión	619	D-695-49 T		cm/(cm)	
Resistencia Tensión	423	D-63R-49 T		(°C)	D-635-44
Resistencia Flexión	810	D-650-42 T	Combustibilidad	Auto ext.	D-638-49 T
Impacto (120 d) Izod	54-81	D-256-54 T	Modulo Elasticidad	29-300	
				Kg./cm ²	



COMPARACION DE DIAMETROS INTERIORES ENTRE TUBERIAS VINIDUR PVC Y TUBERIAS DE ASBESTO CEMENTO

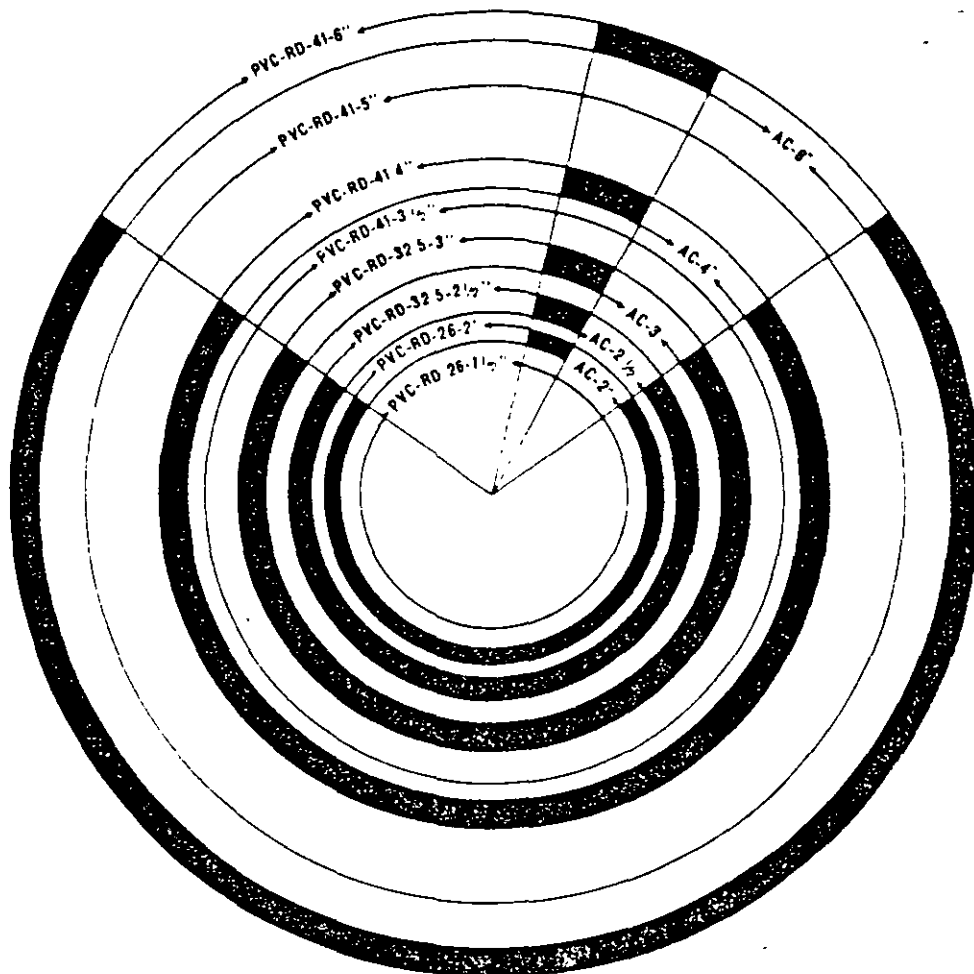
El diámetro interior de las tuberías VINIDUR de PVC es notablemente mayor que el diámetro interior de las tuberías de Asbesto Cemento; y sus paredes interiores son de mayor tersura, por lo cual su capacidad de conducción es muy superior (Ver tabla No. VI)

Las franjas representan las diferencias en diámetros interiores entre las tuberías VINIDUR de PVC y las tuberías de Asbesto Cemento

$$Q = \frac{\pi D^{8/3} H^{1/2}}{\eta L^{1/2}} 10^3$$

$$\eta = 0.009 \text{ P. V. C.}$$

$$\eta = 0.010 \text{ A. C.}$$





EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTENIMIENTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO



TUBERIA VINIDUR DE PVC

TABLA COMPARATIVA DE DIMENSIONES, PESO Y CAPACIDAD DE CONDUCCION ENTRE TUBERIAS
VINIDUR DE PVC Y TUBERIAS DE ASBESTO CEMENTO (AC)

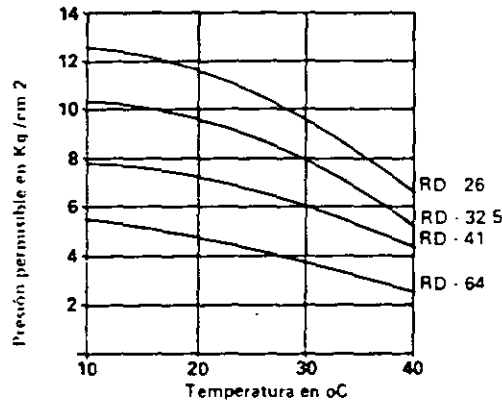
TABLA VI

Diámetro Nominal	Tipo de Tuberia	Diámetro interior mm	Diámetro interior Efectivo		Espesor de Pared (mm)	Presión Permisible de trabajo Kg/cm ²	PESO EN Kg/m	Capacidad de conducción en l.p.s. considerando una pérdida de carga en 1000m de tubería de							
			mm	Pulg.				1.00m	2.5m	5.0m	7.5m	10.2m	15.0m	20.0m	
			mm	Pulg.											
25	1	PVC RD 26	30.0	30	1 1/16	15	11.2	0.21	0.09	0.15	0.22	0.27	0.32	0.40	0.45
38	1 1/2	PVC RD 26	44.7	44.0	1 3/4	19	11.2	0.44	0.28	0.44	0.62	0.76	0.90	1.1	1.25
50	2	AC 6	50.0	50.0	2	5	4.30	0.33	0.33	0.53	0.75	0.92	1.06	1.30	1.50
50	2	AC 7	50.0	50.0	2	7	4.30	0.33	0.33	0.53	0.75	0.92	1.06	1.30	1.50
50	2	PVC RD 26	55.7	55.0	2 3/16	23	11.2	0.65	0.50	0.79	1.12	1.37	1.60	2.00	2.25
60	2 1/2	AC 5	60.0	60.0	2 1/2	5	5.40	0.53	0.53	0.85	1.25	1.47	1.71	2.10	2.40
60	2 1/2	AC 7	60.0	60.0	2 1/2	7	5.40	0.53	0.53	0.85	1.25	1.47	1.71	2.10	2.40
60	2 1/2	PVC RD 26	67.4	67.0	2 5/8	28	11.2	0.84	0.83	1.31	1.85	2.27	2.7	3.2	3.7
60	2 1/2	PVC RD 32.5	88.8	88.0	2 11/16	22	9	0.80	0.87	1.37	1.94	2.40	2.8	3.4	4.0
75	3	AC 5	75.0	75.0	3	5	6.00	0.99	0.99	1.57	2.22	2.71	3.2	3.8	4.43
75	3	AC 7	75.0	75.0	3	7	6.00	0.99	0.99	1.57	2.22	2.71	3.2	3.8	4.43
75	3	PVC RD 26	82.1	81.5	3 7/32	34	11.2	1.44	1.40	2.2	3.2	3.87	4.5	5.5	6.3
75	3	PVC RD 32.5	87.5	87.0	3 1/4	27	9	1.20	1.17	2.3	3.3	4.01	4.7	5.8	6.8
90	3 1/2	PVC RD 26	93.8	93.0	3 11/16	39	11.2	1.45	2.0	3.2	4.5	5.5	6.4	7.8	9.0
90	3 1/2	PVC RD 41	98.8	98.0	3 3/4	25	7.1	1.14	2.2	3.5	4.9	6.0	7.0	8.5	9.8
100	4	AC 5	100.0	100.0	4	5	7.30	2.1	2.1	3.3	4.7	5.8	6.7	8.2	9.5
100	4	AC 7	100.0	100.0	4	7	8.00	2.1	3.3	4.7	5.8	6.7	8.2	9.5	
100	4	PVC RD 26	105.0	105.0	4 1/8	44	11.2	2.25	2.8	4.3	6.2	7.5	8.7	10.7	12.3
100	4	PVC RD 32.5	107.3	106.5	4 1/16	35	9.0	1.91	2.85	4.50	6.40	7.8	9.00	11.0	12.80
100	4	PVC RD 41	108.7	108.0	4 1/4	28	7.1	1.60	3.00	4.7	6.6	8.1	9.4	11.5	13.3
125	5	PVC RD 32.5	132.7	132.0	5 3/16	43	9	2.90	5.1	8.0	11.3	13.8	16.0	19.7	22.5
125	5	PVC RD 41	134.3	133.5	5 1/4	35	7.1	2.40	5.2	8.2	11.7	14.3	16.5	20.2	23.3
150	6	AC 5	150.0	150.0	6	5	13.10	6.2	9.9	14.6	17.2	20.0	24.3	28.1	
150	6	AC 7	150.0	150.0	6	7	14.00	6.2	9.9	14.6	17.2	20.0	24.3	28.1	
150	6	PVC 32.5	157.9	157.0	6 3/16	52	9	4.85	8.0	12.7	18.0	22.0	25.5	31.1	37.2
150	6	PVC RD 41	160.1	159.0	6 1/4	41	7.1	3.30	8.3	13.2	18.6	22.8	26.4	32.5	39.6
200	8	AC 5	200.0	200.0	8	5	19.30	13.5	21.5	31.0	37.0	42.7	52.3	60.4	
200	8	AC 7	200.0	200.0	8	7	20.20	13.5	21.3	31.0	37.0	42.7	52.3	60.4	
200	8	PVC RD 41	207.9	206.5	8 3/16	56	7.1	5.20	16.6	26.3	37.2	45.6	53.0	64.5	74.5
200	8	PVC RD 64	211.8	210.0	8 5/16	365	4.5	3.85	17.5	27.7	39.2	48.0	55.4	67.5	78.4
250	10	AC 5	250.0	250.0	10	5	25.00	24.5	38.7	54.7	67.0	77.4	94.8	109.5	
250	10	AC 7	250.0	250.0	10	7	30.10	24.5	38.7	54.7	67.0	77.4	94.8	109.5	

El cálculo de gastos se hizo mediante la fórmula de MANNING ($n = 0.009$ PVC) ($n = 0.010$ AC)
 NOTA Las flechas sombreadas de color azul indican los casos en que con ventaja se puede utilizar un diámetro de tubería de AC por un diámetro menor de tubería de PVC.
 El diámetro interior efectivo es notablemente mayor que el diámetro nominal en tuberías PVC y el valor que aparece en esta tabla es el recomendado para cálculos hidráulicos.



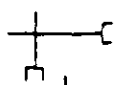

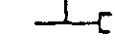











PRESION PERMISIBLE DE TRABAJO RESPECTO A LA TEMPERATURA DE OPERACION





En las tuberías VINIDUR-PVC la resistencia a la presión de trabajo está en función de la temperatura de operación y es proporcional a ésta, como se puede apreciar en la gráfica adjunta.

Es importante tomar en cuenta la temperatura máxima de operación para seleccionar apropiadamente la tubería Vinidur PVC, como puede ser el caso de conducción de aguas termales.

SIGNOS CONVENCIONALES PARA PIEZAS ESPECIALES DE PVC, EMPLEADOS POR LA SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS

CRUZ		ADAPTADOR CAMPANA	
TE		ADAPTADOR ESPIGA	
EXTREMIDAD CAMPANA		TAPON CAMPANA	
EXTREMIDAD ESPIGA		TAPON ESPIGA	
REDUCCION CAMPANA		CODO DE 90°	
REDUCCION ESPIGA		CODO DE 45°	
COUPLE DOBLE		CODO DE 22° 30'	

Notas - 1 - El signo  indica tener una parte en piezas de Cloruro de Polivinilo (P.V.C.) represente la Simbología o adaptación con el uso de éste.

2 - El signo  significa Caroteno.



MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

CONEXIONES CON CAMPANA P. T.

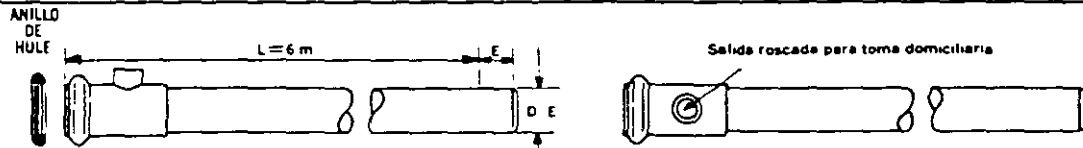
Cada conexión viene con sus anillos de empaque

	Diámetro			Diámetro			Diámetro		
	mm	Pulg		mm	Pulg		mm	Pulg	
<p>TE</p>	38 x 38	1 1/2 x 1 1/2	<p>TE BRIDADA</p>	38 x 38	1 1/2 x 1 1/2	<p>EXTREMIDAD ESPIGA</p>	38	1 1/2	
	50 x 38	2 x 1 1/2		50 x 38	2 x 1 1/2		50	2	
	50 x 50	2 x 2		50 x 50	2 x 2		60	2 1/2	
	60 x 50	2 1/2 x 2		60 x 50	2 1/2 x 2		75	3	
	60 x 60	2 1/2 x 2 1/2		60 x 60	2 1/2 x 2 1/2		90	3 1/2	
	75 x 50	3 x 2		75 x 50	3 x 2		100	4	
	75 x 60	3 x 2 1/2		75 x 60	3 x 2 1/2		125	5	
	75 x 75	3 x 3		75 x 75	3 x 3		150	6	
	90 x 50	3 1/2 x 2		90 x 50	3 1/2 x 2		200	8	
	90 x 60	3 1/2 x 2 1/2		90 x 60	3 1/2 x 2 1/2				
	90 x 75	3 1/2 x 3		90 x 75	3 1/2 x 3				
	90 x 90	3 1/2 x 3 1/2		90 x 90	3 1/2 x 3 1/2				
	100 x 50	4 x 2		100 x 50	4 x 2				
	100 x 60	4 x 2 1/2		100 x 60	4 x 2 1/2				
100 x 75	4 x 3	100 x 75	4 x 3						
100 x 90	4 x 3 1/2	100 x 90	4 x 3 1/2						
100 x 100	4 x 4	100 x 100	4 x 4						
<p>CODC 22°</p>	38	1 1/2	<p>CODC 22° BRIDADO</p>	38	1 1/2	<p>ADAPTADOR CAMPANA</p>	38	1 1/2	
	50	2		50	2		50	2	
	60	2 1/2		60	2 1/2		60	2 1/2	
	75	3		75	3		75	3	
	90	3 1/2		90	3 1/2		90	3 1/2	
	100	4		100	4		100	4	
<p>CODC 45°</p>	38	1 1/2	<p>CODC 45° BRIDADO</p>	38	1 1/2	<p>ADAPTADOR ESPIGA</p>	38	1 1/2	
	50	2		50	2		50	2	
	60	2 1/2		60	2 1/2		60	2 1/2	
	75	3		75	3		75	3	
	90	3 1/2		90	3 1/2		90	3 1/2	
	100	4		100	4		100	4	
<p>CODC 90°</p>	38	1 1/2	<p>CODC 90° BRIDADO</p>	38	1 1/2	<p>ADAPTADOR AC-PVC</p>	50	2	
	50	2		50	2		60	2 1/2	
	60	2 1/2		60	2 1/2		75	3	
	75	3		75	3		90	3 1/2	
	90	3 1/2		90	3 1/2		100	4	
	100	4		100	4		125	5	
<p>CRUZ</p>	38 x 38	1 1/2 x 1 1/2	<p>REDUCCION CAMPANA</p>	50 x 38	2 x 1 1/2	<p>TAPON ESPIGA</p>	38	1 1/2	
	50 x 38	2 x 1 1/2		60 x 50	2 1/2 x 2		50	2	
	50 x 50	2 x 2		75 x 50	3 x 2		60	2 1/2	
	60 x 50	2 1/2 x 2		75 x 60	3 x 2 1/2		75	3	
	60 x 60	2 1/2 x 2 1/2		90 x 50	3 1/2 x 2		90	3 1/2	
	75 x 50	3 x 2		90 x 60	3 1/2 x 2 1/2		100	4	
75 x 60	3 x 2 1/2	100 x 50	4 x 2	125	5				
75 x 75	3 x 3	100 x 60	4 x 2 1/2	150	6				
90 x 50	3 1/2 x 2	100 x 75	4 x 3	200	8				
90 x 60	3 1/2 x 2 1/2	100 x 90	4 x 3 1/2	<p>TAPON CAMPANA</p>	38	1 1/2			
90 x 75	3 1/2 x 3	100 x 100	4 x 4		50	2			
90 x 90	3 1/2 x 3 1/2				60	2 1/2			
100 x 50	4 x 2				75	3			
100 x 60	4 x 2 1/2				90	3 1/2			
100 x 75	4 x 3				100	4			
100 x 90	4 x 3 1/2			125	5				
100 x 100	4 x 4			150	6				
<p>CRUZ BRIDADA</p>	38 x 38	1 1/2 x 1 1/2	<p>REDUCCION ESPIGA</p>	50 x 38	2 x 1 1/2	<p>EMPAQUE PARA BRIDAS</p>	38	1 1/2	
	50 x 38	2 x 1 1/2		60 x 50	2 1/2 x 2		50	2	
	50 x 50	2 x 2		75 x 50	3 x 2		60	2 1/2	
	60 x 50	2 1/2 x 2		75 x 60	3 x 2 1/2		75	3	
	60 x 60	2 1/2 x 2 1/2		90 x 50	3 1/2 x 2		90	3 1/2	
	75 x 50	3 x 2		90 x 60	3 1/2 x 2 1/2		100	4	
	75 x 60	3 x 2 1/2		90 x 75	3 1/2 x 3		125	5	
	75 x 75	3 x 3		100 x 50	4 x 2		150	6	
	90 x 50	3 1/2 x 2		100 x 60	4 x 2 1/2		200	8	
	90 x 60	3 1/2 x 2 1/2		100 x 75	4 x 3		<p>COPLI DE REPARACION</p>	38	1 1/2
	90 x 75	3 1/2 x 3		100 x 90	4 x 3 1/2			50	2
	90 x 90	3 1/2 x 3 1/2		125 x 100	5 x 4			60	2 1/2
	100 x 50	4 x 2		150 x 100	6 x 4			75	3
	100 x 60	4 x 2 1/2		150 x 125	6 x 5			90	3 1/2
100 x 75	4 x 3			100	4				
100 x 90	4 x 3 1/2			125	5				
100 x 100	4 x 4			150	6				
<p>EXTREMIDAD CAMPANA</p>	38	1 1/2	<p>ANILLOS DE EMPAQUE DE REPARACION</p>	38	1 1/2		38	1 1/2	
	50	2		50	2		50	2	
	60	2 1/2		60	2 1/2		60	2 1/2	
	75	3		75	3		75	3	
	90	3 1/2		90	3 1/2		90	3 1/2	
	100	4		100	4		100	4	
	125	5		125	5		125	5	
	150	6		150	6		150	6	
200	8	200	8	200	8				

SOBRE PLDSC FABRICAMOS CONEXIONES ESPECIALES CON TERMINALES EN ESPIGA CAMPANA Y BRIDA



ACCESORIOS PARA TOMAS DOMICILIARIAS

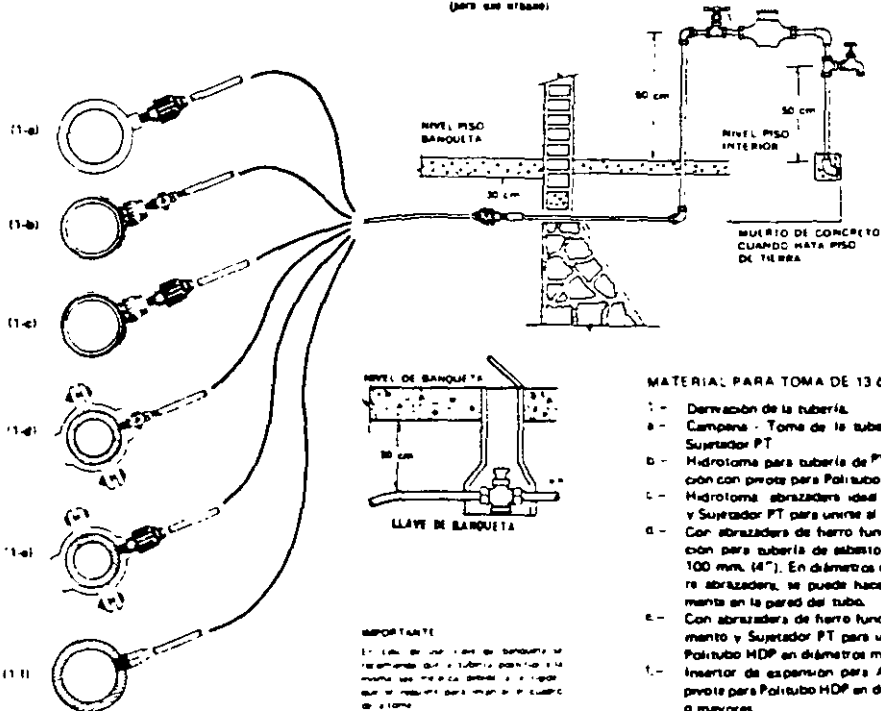


PLASTOTECNICA, S. A. Ha desarrollado el sistema de campana-toma (patente 120036) tal como se demuestra en la siguiente figura. Las campanas de la Tubería VINIDUR PVC tienen una salida roscada que en caso de necesitarse una toma domiciliar bastará con perforar dicha salida, y roscar en la misma el adaptador de inserción.

TUBO DE POLIETILENO "ALTA DENSIDAD" NORMA NOM-E-16-1989	POLITUBO	Medidas mm.	SUJETADOR P T	PATENTE No. 128125	Medidas	
					mm.	PULG.
RD-9 PARA 8.8 Kgr/cm ² RD-11.5 PARA 7.0 Kgr/cm ²		13			13	1/2
		19			19	1/4
COPLER DE INSERCIÓN (Para unir tubo de polietileno)		13	HIDROTOMA Para efectuar tomas domiciliarias	Patente No. 116588	-38	1 1/2
		19			50	2
TAPON DE INSERCIÓN		13			60	2 1/2
					75	3
					90	3 1/2
					100	4
					125	5
		19			150	6

La Hidrotoma integral únicamente se surte con salida de 13 mm

TOMA DOMICILIARIA (para un abase)





EMBARQUES

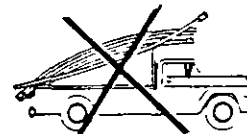
Para la carga de la tubería en camión o carros de ferrocarril, se recomienda disponer de polines para protegerla de objetos sobresalientes de la plataforma, y no exceder en la estiba de una altura máxima de 2.00 m. medida desde el piso.



CORRECTO

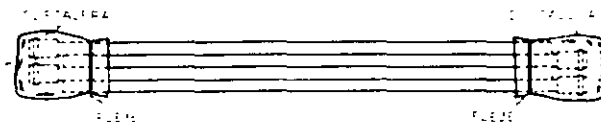


CORRECTO



INCORRECTO

Es conveniente formar atados de grupos de diez tubos cada uno, para diámetros no mayores de 60mm., de 5 tubos para diámetros hasta de 90mm. y de 3 en diámetros mayores, alternando las campanas de tal manera que queden la mitad a cada lado del atado y protegiéndolas con bolsas de papel "Costalera". Para diámetros de 150mm. o mayores, no conviene formar atados, sino colocar la tubería traslapando las campanas para lograr un acomodo uniforme.

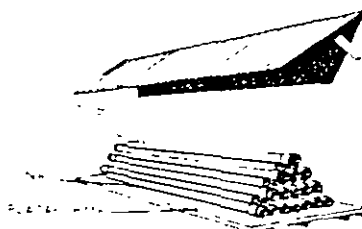


Se recomienda no cargar objetos pesados sobre los tubos, y al efectuar la descarga no deberán dejarse caer los atados.

ALMACENAJE

Debe escogerse de preferencia un lugar plano, libre de hierbas, troncos, piedras, etc. evitándose que la tubería quede expuesta a los rayos solares por periodos prolongados, por lo que se requiere un lugar techado, no debe cubrirse la tubería con lonas o polietileno, pues estos provocan un aumento de temperatura que puede causar deformaciones permanentes a la tubería que dificulten las futuras uniones entre sus tramos, por lo que se recomienda permitir una buena ventilación al almacén y estiba de la tubería procurando conservarlas limpias, lejos de aceites, grasas o calor excesivo.

Los empaques de neopreno de la tubería VINIDUR P.V.C. hidráulica con campana, se guardarán de preferencia en lugar cerrado y fresco, fuera del alcance de los rayos solares, y evitar en lo posible que tengan contacto con grasas minerales. Se recomienda que se almacenen seleccionados por medidas para lograr identificarlos con facilidad.



Evite que la tubería quede expuesta a los rayos solares por periodos prolongados.



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



ARTICULOS FABRICADOS POR PLASTOTECNICA, S. A.

- Tuberías y conexiones Vinidur® -PVC rígido con campana para conducción de agua potable.
 - Tuberías y conexiones de Polietileno de Alta Densidad flexible "Politubo"® para conducción de agua potable, tomas domiciliarias, riego y uso industrial.
 - Tuberías y conexiones Vinidur® -PVC rígido para líquidos industriales corrosivos
 - Tuberías y conexiones de Proleno® para uso industrial.
 - Tuberías y accesorios de pequeños diámetros para riego por goteo.
 - Tubo aislante de PVC flexible
 - Válvulas de bola Vinidur® -PVC y Proleno®
 - Mangueras Vinidur® -PVC, flexible para jardín.
 - Mangueras Acidur® -PVC flexible y transparente, para conducción de alimentos y líquidos corrosivos. -
 - Perfiles rígidos y flexibles de PVC para cancelería
 - Empaques y sellos flexibles de PVC
 - Banda de PVC flexible para junta de expansion
 - Espirales para encuadernación de PVC rígido
- SOBRE DISEÑO FABRICAMOS CUALQUIER PERFIL,
EMPAQUE, TUBERIA O CONEXION.



FABRICA Y OFICINAS
Calle B No 1-B Frac. Ind. Alice Blanco
Apdo. Post. 612, 613 y 614
Naucalpan de Juárez Edo. de México
TELEFONO 5 76 51 22

® Marca Registrada



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

MANUTENIMIENTO A INSTALACIONES III

Del 13 al 14 de Septiembre de 2002

ANEXOS

CI-070

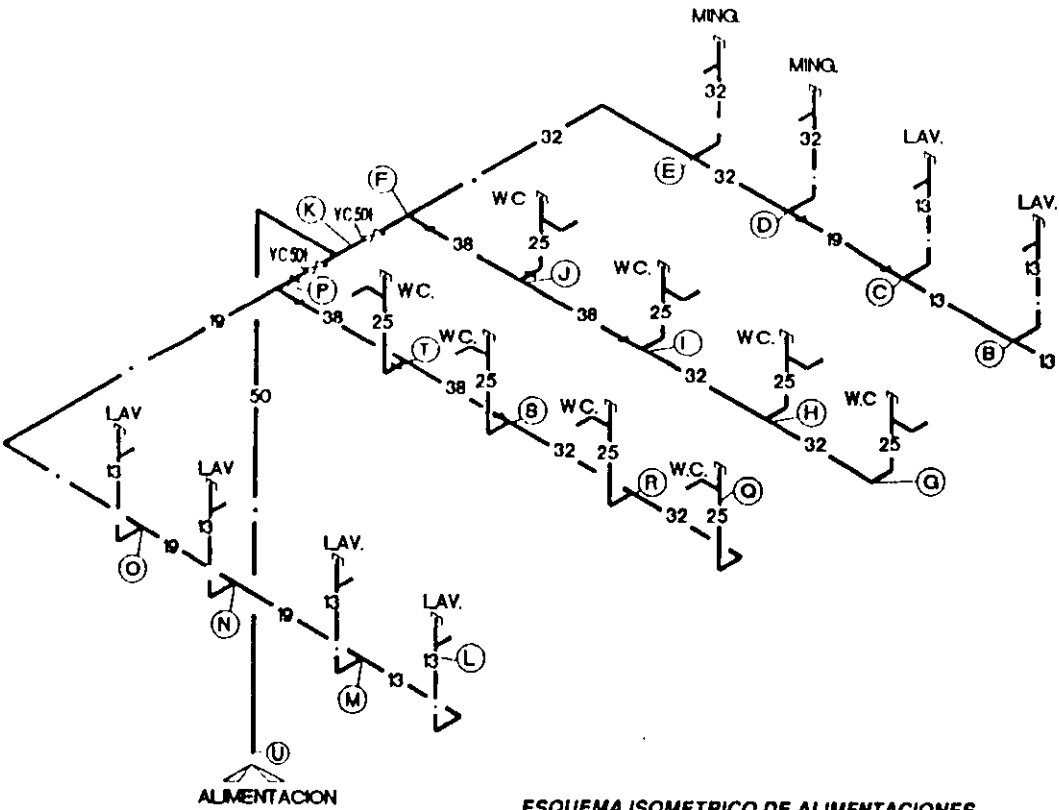
Instructor: M.S.P. Rafael López Ruiz
PEMEX – Villahermosa Tabasco
Septiembre / 2002



PEMEX

EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTO DE POZOS

**MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO**



**ESQUEMA ISOMETRICO DE ALIMENTACIONES
NUCLEO SANITARIO**



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO



TRAMO	TIPO DE MUEBLE	U.M PROPIAS	U.M. ACUMULADAS	Q (LPS)	Diámetro (mm.)	hf (%)	V (m/seg.)
A B	1L	2	2	0.15	13	13	0.80
B C	2L	2	4	0.28	13	38	1.70
C D	3L	2 5	6	0.42	19	14	1.30
D E	3L, 1M	2 5	11	1.82	32	25	2.30
E F	3L, 2M	10	18	2.03	32	27	1.80
G H	1 WC	10	10	1.77	32	23	2.10
H I	2 WC	10	20	2.21	32	14	1.90
I J	3 WC	10	30	2.59	38	18	2.20
J F	4 WC	2 5 10	40	2.9	38	25	2.50
F K	3L, 2M, 4WC	2	56	3.37	50	7	1.70
L M	1L	2	2	0.15	13	13	0.80
M N	2L	2	4	0.28	13	38	1.70
N O	3L	2	6	0.42	19	14	1.30
O P	4L	2	8	0.49	19	18	1.50
Q R	1 WC	10	10	1.77	32	23	2.10
R S	2 WC	10	20	2.21	32	14	1.90
S T	3 WC	10	30	2.59	38	18	2.20
T P	4 WC	10	40	2.9	38	25	2.50
P K	4L, 4 WC	2 10	48	3.16	50	6	1.80
K U	7L, 2M, 8 WC	2 5 10	104	4.35	50	12.5	2.10

L = LAVABO
M = MINGITORIO
W.C. = SANITARIO



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA
División de Educación Continua

DISEÑO, SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE
EQUIPOS DE BOMBEO

Ricardo Chicurel Uziel

José León Garza

Rafael López Ruiz

Eduardo Rodal Canales

Alejandro Sánchez Huerta



DISEÑO, SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE EQUIPOS DE BOMBEO

Objetivo: Proporcionar los fundamentos para la selección y diseño de sistemas de bombeo

Dirigido a: Ingenieros de planta, de proyecto, de mantenimiento y demás personal técnico de estas áreas y de la operación de sistemas de agua potable y saneamiento.

Temario:

1.	Clasificación de bombas	1
2	Bombas centrífugas	3
	2.1 <i>Teoría general de funcionamiento</i>	4
	2.2 <i>Curvas características</i>	6
	2.3 <i>Leyes de similitud. de afinidad y velocidad específica</i>	9
3	Bombas de desplazamiento positivo	14
	3.1 <i>Tipos</i>	14
	3.2 <i>Cálculo de desplazamiento</i>	19
	3.3 <i>Deslizamiento y eficiencias</i>	19
	3.4 <i>Pérdidas por fricción viscosa</i>	24
4	Cavitación y CNPS	27
5	Diseño de cárcamos	32
6	Flujo en tuberías	47
	6.1 <i>Continuidad</i>	47
	6.2 <i>Ecuación de Bernoulli</i>	47
	6.3 <i>Cálculo de pérdidas en tuberías</i>	49
7	Operación de sistemas de bombeo	52
	7.1 <i>Curva del sistema y punto de operación</i>	52
	7.2 <i>Operación de sistemas en serie y en paralelo</i>	58



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



8.	Procedimientos de selección	67
9	Instalación, alineación y puesta en marcha	70
10.	Manejo de aguas residuales	73
	10 1 Necesidad de bombeo	73
	10.2 Recomendaciones para las estaciones de bombeo	74
	10 3 Características de los cárcamos	75
	10 4 Tipos de bombas	83
	10 5 Potencia de bombeo necesario	93
	10 6 Instalaciones de bombas sumergidas	94
	10 7 Diseño y dimensiones de cárcamos	97
	10.8 Bombas tipo tornillo o de Arquímedes	105
	 Bibliografía	 112



1. CLASIFICACIÓN DE BOMBAS

Características Generales

Existen dos grandes categorías de bombas: centrífugas y de desplazamiento positivo. En las primeras, se genera un diferencial de presión por efecto dinámico debido a la rotación del fluido impartida por un impulsor. Así, se establece un gradiente de presión en la dirección radial resultante del campo de fuerzas centrífugas distribuidas en el líquido. Cabe mencionar que las bombas de flujo axial, o de hélice ("propeller"), se clasifican generalmente como centrífugas aunque en ese caso el gradiente de presión se produce en dirección axial por efecto de la reacción entre las aspas de la hélice y el fluido. La presión entregada por las bombas centrífugas depende fuertemente de la velocidad de operación.

En las bombas de desplazamiento positivo, la succión y la descarga del fluido se producen por cambios volumétricos de cámaras o espacios confinados. La succión corresponde a un incremento de volumen y la descarga a una reducción. El ejemplo que mas claramente ilustra esta acción es el de las bombas de pistones. El gasto que entrega una bomba de desplazamiento positivo en principio es proporcional a la velocidad de operación e independiente de la presión; sin embargo, debido a fugas internas, dicha relación no se cumple estrictamente.

Aplicaciones de las bombas centrífugas

Las bombas centrífugas tienen el atractivo de ser muy sencillas y de no tener partes sujetas a rozamiento. Por otro lado, deben operar a velocidades relativamente altas para generar suficiente presión, lo cual limita su uso al bombeo de fluidos de baja viscosidad.

En general se utilizan para presiones bajas: menos de 50 metros de columna, aunque en tamaños grandes o bien cuando se incorporan vanas etapas, se pueden obtener presiones considerablemente mayores. Las bombas centrífugas se acoplan directamente a un motor sin requerir reductor de velocidad.

Aplicaciones de las bombas de desplazamiento positivo

Existe una gran variedad de máquinas de desplazamiento positivo para aplicaciones muy diversas en las que las bombas centrífugas no son adecuadas como por ejemplo, para presiones relativamente altas, para manejo de fluidos viscosos o abrasivos, y cuando se requiere una dosificación precisa. Algunos tipos de bombas de desplazamiento positivo son: de pistones, de engranes externos, de engranes internos, de paletas, de tornillo, de lóbulos, de estrella, de cavidad progresiva, de rotor flexible y de diafragma. De las anteriores, las de pistones se



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



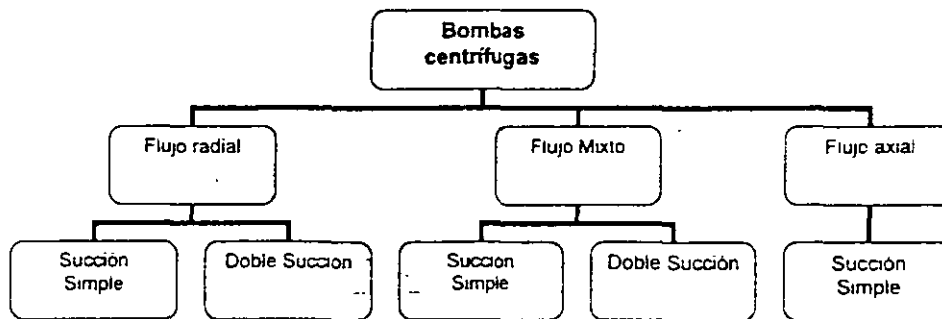
utilizan para las presiones más altas, como las empleadas en los sistemas hidráulicos de potencia, y también para dosificación.

Las de engranes se utilizan extensamente en las industrias de proceso, preferiéndose las de engrane interno para fluidos de mas alta viscosidad y las de engranes externos para presiones más elevadas. Las bombas de estrella, introducidas recientemente al mercado, compiten pncipalmente con las de engrane interno. Las bombas de tornillo están generalmente indicadas para viscosidades medias y gastos altos y se utilizan ampliamente en la industria petroquímica. Lo anterior da una idea de algunas de las aplicaciones de las bombas de desplazamiento positivo sin pretender una presentación exhaustiva del tema

2. BOMBAS CENTRÍFUGAS

El objetivo de este tema es proporcionar elementos teóricos y prácticos que permitan comprender el funcionamiento de las bombas centrífugas. Estos elementos son fundamentales para el análisis de la operación de sistemas de bombeo y para la selección adecuada de bombas.

De acuerdo con la dirección y tipo de flujo en el interior de las bombas centrífugas, éstas se pueden clasificar en:



La figura 2.1 muestra los principales elementos que componen una bomba centrífuga

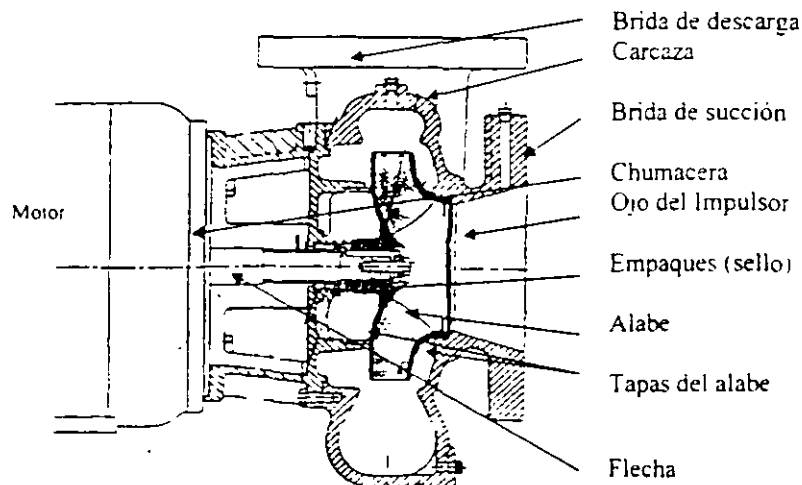


Fig. 2.1 Principales componentes de una bomba centrífuga

Sin duda alguna el elemento más importante de una bomba centrífuga es el impulsor. Su función es transformar la potencia mecánica P_m que le transmite el motor (a través de la flecha), en potencia hidráulica, que está dada por:

$$P_H = \gamma \cdot Q \cdot H_B \quad (1)$$

Donde γ el peso específico del líquido, Q el gasto volumétrico y H_B la carga dinámica que desarrolla la bomba. A continuación se muestra como se produce dicha transformación de potencia.

2.1 Teoría general de funcionamiento

La figura 2.2 muestra el corte transversal (al eje de giro) de un impulsor. Con línea gruesa se destaca el trazo de uno de los alabes de este impulsor desde la sección de entrada del flujo (1) hasta la sección de salida (2).

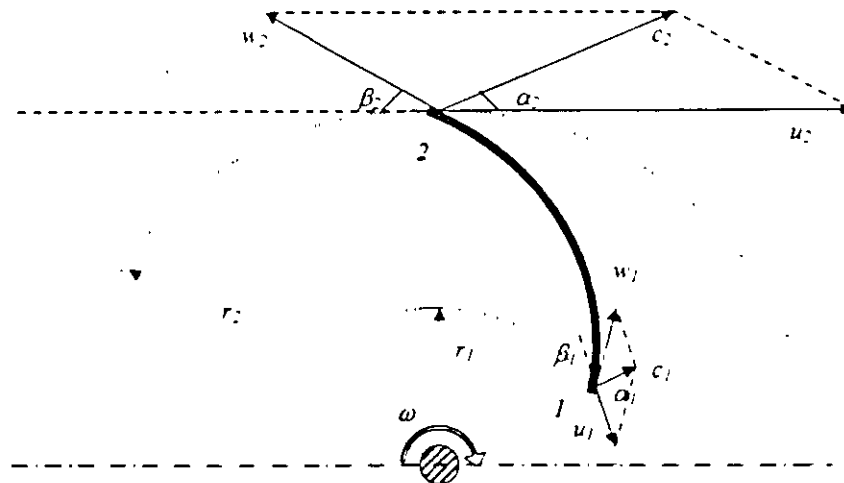


Fig. 2.2 Velocidades y ángulos en el alabe de un impulsor

En cada uno de estos dos puntos pueden destacarse los siguientes vectores de velocidad

- u ($=\omega r$) velocidad periférica donde ω , que es la velocidad angular del impulsor en radianes por segundo, está dada por $\omega = \pi N/30$. Siendo N la velocidad de rotación dada en revoluciones por minuto
- w velocidad relativa del flujo
- c velocidad absoluta del flujo

Los ángulos que forman entre sí estos vectores, en cada punto, son:

α ángulo entre los vectores c y u

β ángulo agudo entre w y la línea de acción de u

A partir de estos vectores es posible construir el *triángulo de velocidades*, para cada punto, como se muestra en la figura 2.3.

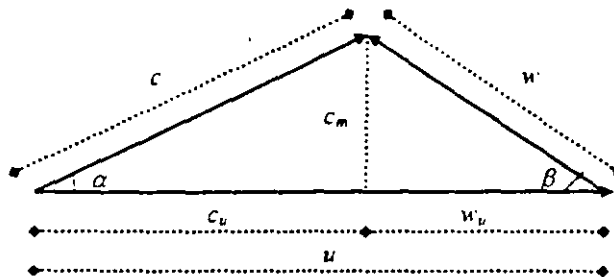


Fig. 2.3 Triángulo de velocidades

En esta figura c_m y c_u son las componentes meridional y periférica de la velocidad absoluta, respectivamente.

Basándonos en estos esquemas podemos establecer, a partir de la ecuación de impulso y cantidad de movimiento, que el momento o par resultante que el impulsor transmite al líquido está dado por.

$$M = \frac{\gamma}{g} \cdot Q \cdot (r_2 c_2 \cos \alpha_2 - r_1 c_1 \cos \alpha_1) \quad (2)$$

Por otro lado, la potencia mecánica representa el flujo de energía suministrado al impulsor mediante la flecha, esto es

$$P_s = M \cdot \omega \quad (3)$$

Sustituyendo (2) en (3)

$$P_s = \frac{\gamma}{g} \cdot Q \cdot (r_2 c_2 \cos \alpha_2 - r_1 c_1 \cos \alpha_1) \cdot \omega \quad (4)$$

o bien

$$P_m = \frac{\gamma}{g} Q \cdot (u_2 c_{u2} \cos \alpha_2 - u_1 c_{u1} \cos \alpha_1) \quad (5)$$

que, según la figura 2.3, también puede escribirse como:

$$P_m = \frac{\gamma}{g} Q \cdot (u_2 c_{u2} - u_1 c_{u1}) \quad (6)$$

Si toda la potencia mecánica disponible en la flecha es entregada al líquido como potencia hidráulica, se tiene que:

$$P_m = P_H$$

Entonces, tomando en cuenta las ecuaciones (1) y (6), la carga que en teoría desarrolla la bomba esta dada por:

$$H_m = \frac{1}{g} (u_2 c_{u2} - u_1 c_{u1}) \quad (7)$$

que es conocida como la *Ecuación de Euler*

Con la finalidad de facilitar el flujo que ingresa al impulsor de una bomba centrífuga, se busca en su diseño que el flujo de entrada sea puramente radial ($\alpha_1 = 90^\circ$ y $c_{u1} = 0$). Por otra parte, se busca que el ángulo de salida (α_2) sea lo más pequeño posible (c_{u2} tiende a c_2).

Evidentemente, la carga que entrega una bomba centrífuga depende del gasto bombeado. Generalmente el término $u_1 c_{u1}$ en la ecuación de Euler es despreciable. Analizando entonces sólo el término $u_2 c_{u2}$ se tiene que, cuando el gasto es nulo, el ángulo α_2 es igual a cero y la carga teórica correspondiente toma su valor máximo ($H_{BMAX} = u_2^2/2g$). Por el contrario, si el gasto crece, α_2 tiende a 90° y la carga tiende a un valor nulo. Finalmente, es fácil demostrar que, en teoría, la carga depende en forma lineal del gasto.

Las curvas reales de carga contra gasto se aproximan a las curvas teóricas en función de que tan cercana sea la orientación del flujo respecto a los triángulos de velocidades teóricos. Esta condición se asemeja para el gasto de diseño de la bomba y se aleja para gastos mucho mayores o menores a dicho gasto.

2.2 Curvas características

El comportamiento real de una bomba se representa normalmente a través de curvas proporcionadas por su fabricante. Estas curvas son



- a) curva carga - gasto (conocida como *la curva característica* de la bomba)
- b) curva eficiencia - gasto
- c) curva carga neta positiva de succión - gasto

En esta sección se discuten las dos primeras curvas. La tercera está relacionada con el problema de cavitación y será comentada en el capítulo 4.

a) *Curva Carga – Gasto (H_B vs Q)*

En la sección anterior se comentó que la carga entregada por una bomba centrífuga disminuye a aumentar el gasto bombeado. En teoría la relación entre estas variables es lineal, sin embargo en la práctica tal relación es una línea curva que depende del diseño propio de la bomba. La figura 2.4 muestra un ejemplo de esta curva

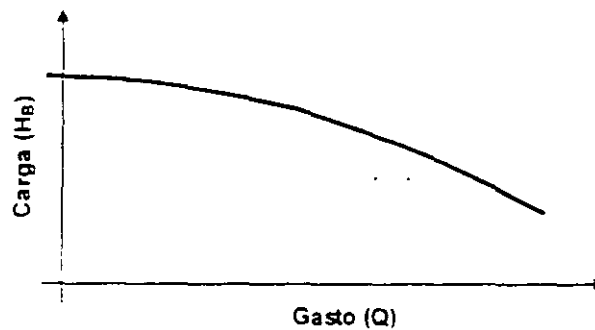


Fig. 2.4 Curva característica (carga-gasto) de una bomba

Como se comentará en la siguiente sección, es muy común que los fabricantes presenten, para un modelo de bomba y velocidad de giro dados, un conjunto de curvas características para diferentes diámetros del impulsor (figura 2.5).

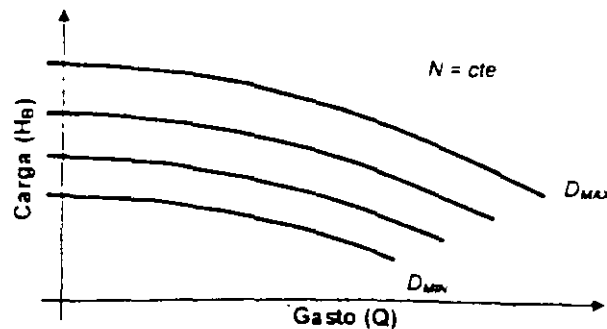


Fig. 2.5 Curvas características para diferentes diámetros del impulsor

Es importante señalar que la velocidad de rotación (N) de la bomba depende del motor al cual está acoplada.

b) *Curva Eficiencia – Gasto (η_B vs Q)*

En realidad, la potencia hidráulica que recibe el líquido bombeado es menor que la potencia mecánica disponible en la flecha. La relación entre estas potencias, denominada eficiencia de la bomba, está dada por:

$$\eta_h = P_h / P_m \quad (8)$$

Al igual que la carga, la eficiencia depende del gasto y debe ser proporcionada por el fabricante. Como puede observarse en la figura 2.6, la curva eficiencia – gasto normalmente presenta un *valor máximo* (η_{BMAX}) correspondiente al *gasto de diseño* de la bomba ($Q_{diseño}$). Finalmente de la curva carga – gasto se puede obtener, para este gasto, la *carga de diseño* de la bomba ($H_{Bdiseño}$).

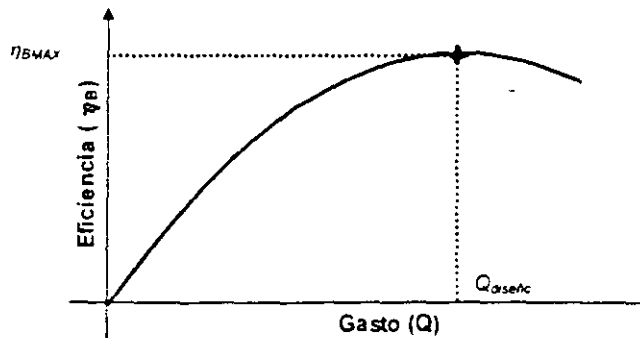


Fig. 2.6 Curva eficiencia – gasto

Aunque la relación entre la eficiencia y el gasto mostrada en la figura 2.6 es explícita, normalmente los fabricantes prefieren presentar esta información en la misma gráfica de carga-gasto, utilizando curvas de *isoeficiencia*, tal como se muestra en la figura 2.7.

En este caso la eficiencia se obtiene por interpolación de los valores de estas curvas en el punto de operación de la bomba (ver capítulo 7). Nótese que la máxima eficiencia corresponde al diámetro máximo de impulsor.

En resumen, dado el gasto de operación de una bomba, la carga dinámica que entrega se obtiene de la curva carga - gasto (figura 2.4 ó 2.5), mientras que la eficiencia deberá obtenerse de la curva eficiencia – gasto (figura 2.6 ó 2.7).

Finalmente, las potencias hidráulica y mecánica podrán calcularse con las ecuaciones (1) y (8), respectivamente.

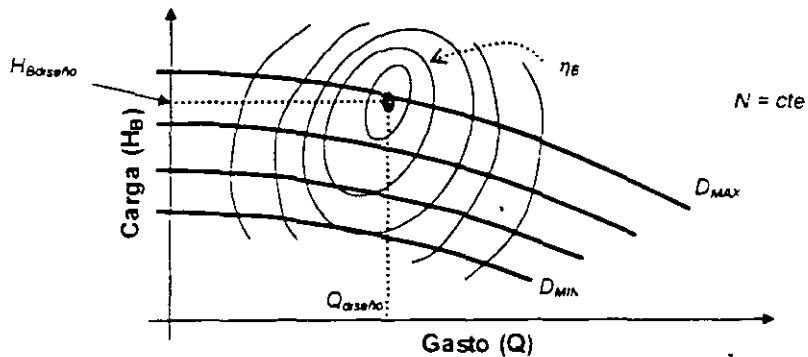


Fig. 2.7 Curvas características y curvas de isoeficiencia

2.3 Leyes de similitud, de afinidad y velocidad específica

Leyes de Similitud

Dos bombas son geoméricamente semejantes si guardan una proporción constante en sus dimensiones. Si además, dos bombas geoméricamente semejantes, operan en condiciones para las cuales las velocidades del flujo, en puntos correspondientes, tienen la misma dirección y sus magnitudes guardan una relación constante, entonces ambas operan con un comportamiento homólogo, es decir operan en puntos homólogos.

Sea

- D diámetro de descarga del impulsor seleccionado como una dimensión característica de la bomba
- N la velocidad de rotación del impulsor
- H_B la carga dinámica total de la bomba
- Q el gasto volumétrico

Entonces, para bombas homólogas, las aceleraciones del fluido en puntos geoméricamente correspondientes se relacionan de la siguiente manera.

$$(a) \propto (\Delta l' / \Delta t) \propto \frac{ND}{D \sqrt{D}} = N^2 D \quad (9)$$

La relación de las fuerzas inerciales es



$$(F_r) \propto (\rho a) \propto (\gamma/g) D^3 N^2 D = (\gamma/g) N^2 D^4 \quad (10)$$

y de las fuerzas resultantes de la presión.

$$(F_p) \propto (\gamma H_B \cdot D^2) \quad (11)$$

La razón F_p/F_r debe ser constante:

$$\frac{\gamma H_B \cdot D^2}{(\gamma/g) N^2 D^4} = \frac{g \cdot H_B}{N^2 D^2} = cte \quad (11)$$

lo que equivale a :

$$H_B \propto N^2 D^2 \quad (12)$$

Para el gasto se tiene.

$$Q \propto (ND) D^2 = ND^3 \quad (13)$$

Recordando la ecuación (1), la potencia hidráulica es proporcional al gasto y a la carga

$$P_r \propto ND^3 \cdot N^2 D^2 = N^3 D^5 \quad (14)$$

Para condiciones homólogas, las eficiencias son aproximadamente iguales si despreciamos los efectos de escala asociados a las rugosidades al cambiar de tamaño de una bomba a otra

De esta forma se puede entonces deducir que para dos bombas homólogas, denominada una como prototipo (P) y la otra como modelo (M), se cumple que

$$\frac{H_p}{H_m} = \left(\frac{N_p}{N_m} \right)^2 \times \left(\frac{D_p}{D_m} \right)^2 \quad (H \propto N^2 D^2) \quad (15)$$

$$\frac{Q_p}{Q_m} = \left(\frac{N_p}{N_m} \right) \times \left(\frac{D_p}{D_m} \right)^3 \quad (Q \propto ND^3) \quad (16)$$

$$\frac{P_p}{P_m} = \left(\frac{N_p}{N_m} \right)^3 \times \left(\frac{D_p}{D_m} \right)^5 \quad (P \propto HQ \text{ ó } N^3 D^5) \quad (17)$$



Conocidas como *Leyes de Similitud* donde, por simplicidad, se ha eliminado el subíndice (B) a la carga de bombeo.

Para que se cumplan estrictamente las condiciones de homología, debería existir similitud de fuerzas de tipo viscoso. Sin embargo, éstas son generalmente despreciables en el caso de las bombas centrífugas operando en régimen turbulento.

Velocidad específica

De las expresiones anteriores se desprende que si una bomba tiene un punto de máxima eficiencia dado, éste se trasladará, si cambiamos su velocidad de rotación (N) y/o si cambiamos su tamaño, a otro punto homólogo también de máxima eficiencia.

Los fabricantes de equipo de bombeo basados en la nota anterior han definido un parámetro denominado *velocidad específica* (N_s), que se obtiene al relacionar las variables H , Q y N de diseño.

Reagrupando términos en la expresión (15) obtenemos:

$$\frac{D_p}{D_M} = \left(\frac{H_p}{H_M} \right)^{1/2} \times \left(\frac{N_M}{N_p} \right) \quad (18)$$

Remplazando (18) en la expresión (16) obtenemos:

$$\frac{Q_p}{Q_M} = \left(\frac{N_p}{N_M} \right) \times \left(\frac{H_p}{H_M} \right)^{3/2} \times \left(\frac{N_M}{N_p} \right)^3 \quad (19)$$

Por lo que:

$$\frac{Q_p}{Q_M} = \left(\frac{H_p}{H_M} \right)^{3/2} \times \left(\frac{N_M}{N_p} \right)^3 \quad (20)$$

Sacando raíz cuadrada a ambos términos y reagrupando variables para prototipo y modelo tenemos

$$\left(\frac{N_p \times \sqrt{Q_p}}{H_p^{3/4}} \right) = \left(\frac{N_M \times \sqrt{Q_M}}{H_M^{3/4}} \right) \quad (21)$$

Al reemplazar Q , H y N por los valores de diseño, esta expresión corresponde a la definición de N_s



$$N_s = \left(\frac{N \times \sqrt{Q_{dis, \text{m}^3/\text{min}}}}{H_{dis, \text{m}}^{3/4}} \right) \quad (22)$$

La importancia de este parámetro N_s , es que un diseño de impulsor de bomba dado, tiene un único valor de N_s que lo caracteriza.

Estrictamente, el N_s se define para un impulsor de succión simple, sin embargo en la práctica no se ha hecho distinción cuando se caracterizan impulsores de doble succión, por tanto debe tomarse en cuenta si la bomba es de succión simple o doble para poderla comparar con otros diseños.

Es conveniente resaltar que el N_s se define por impulsor, por lo que una bomba con varios pasos intermedios se clasificará con base en las propiedades de cada impulsor.

Como consecuencia de lo anterior, bombas con igual N_s corresponden a bombas homólogas ó semejantes

La forma geométrica de los impulsores puede clasificarse con base al N_s correspondiente resultando que para bombas de bajo caudal y grandes cargas (N_s bajos) los impulsores son de gran diámetro, con canales de paso del flujo con sección transversal relativamente pequeña. Por el contrario, en bombas de alto caudal y baja carga (N_s altos), los impulsores resultan de bajo diámetro y canales de paso del flujo con sección transversal grande.

Otro aspecto interesante es que las bombas con N_s muy bajos tienden a tener baja eficiencia. Por esta razón, algunos fabricantes ofrecen equipo de bombeo que tiene dos o más etapas de bombeo en serie, alcanzando presiones altas con varios pasos, utilizando diseños con N_s medio y operando con eficiencias altas

Estos esquemas suelen ser utilizados en las bombas multipasos que son utilizadas en procesos industriales

Las bombas de pozo profundo utilizan varias etapas en serie para proporcionar cargas de bombeo importantes, además permiten que su diseño tenga diámetros relativamente pequeños, similares al diámetro de la columna de la bomba, evitando que requieran de un mayor costo de perforación

Los fabricantes suelen ofrecer un modelo de bomba correspondiente a un N_s dado. Variando el tamaño y la velocidad de rotación es posible cubrir una franja para una carga dada, cubriendo distintos gastos ofreciendo un producto que pueda cubrir las necesidades del cliente

De aquí se desprende que se debe realizar una selección preliminar del equipo de bombeo, evaluando el N_s adecuado a la aplicación proyectada.

*Leyes de afinidad (ajuste de operación por recorte de impulsores)*

Cuando es necesario ajustar el punto de operación de una bomba existente, se puede optar por cambiar su velocidad o mediante el recorte de su impulsor. Para tal fin se utilizan las expresiones de afinidad que difieren ligeramente de las expresiones de similitud anteriormente expuestas.

En este caso la misma bomba es tomada como modelo y prototipo, sólo que para este último la bomba se encuentra modificada.

Al realizar el recorte del diámetro mayor del impulsor, cambiamos la velocidad periférica de salida del flujo, sin embargo no hemos cambiado el tamaño de la bomba y por tanto tampoco cambiamos sensiblemente el área de sección transversal de salida del flujo entre alabes. Por este motivo la ecuación (16) que nos relaciona la alteración de gasto Q_P/Q_M dependerá solo de D_P/D_M y no de $(D_P/D_M)^3$. Así las ecuaciones de afinidad se describen como:

$$\frac{H_r}{H_M} = \left(\frac{N_r}{N_M} \right)^2 \times \left(\frac{D_P}{D_M} \right)^2 \quad (H \propto N^2 D^2 / g) \quad (23)$$

$$\frac{Q_r}{Q_M} = \left(\frac{N_r}{N_M} \right) \times \left(\frac{D_P}{D_M} \right) \quad (Q \propto ND) \text{ (sólo se realiza el recorte del impulsor): } (24)$$

$$\frac{P_r}{P_M} = \left(\frac{N_r}{N_M} \right)^3 \times \left(\frac{D_P}{D_M} \right)^3 \quad (P \propto HQ) \quad (25)$$

Para determinar el recorte es necesario trasladar el punto de operación requerido a la curva de la bomba para hallar el punto homólogo, posteriormente se determina cual es el D_P/D_M que satisface la condición de nuestro interés

Para lograr nuestro objetivo, no debemos olvidar que el punto homólogo sufre una alteración por el recorte, tanto en gasto como en carga, por lo que no podemos calcular el recorte utilizando sólo una de las dos expresiones planteadas. Por lo general el fabricante del equipo de bombeo presenta las curvas correspondientes a recortes del impulsor recomendados (figura 2.5), como ésta es una maniobra que no corresponde al diseño original, produce una pérdida de eficiencia del orden de 1% por cada 10% de recorte. Como el planteamiento de las expresiones de afinidad, es una aproximación, el error del cálculo realizado, crece al practicar un recorte significativo, por lo cual no se recomienda llevar a cabo recortes grandes (mayores a un 3 ó 4%) sin el respaldo de pruebas de funcionamiento a diámetros intermedios.



3. BOMBAS DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO

3.1 Tipos

Existe un gran número de tipos de bombas de desplazamiento positivo. A continuación se describen brevemente algunos de ellos, y se presentan figuras en las que se ilustran en forma esquemática.

En las bombas de engranes, figura 3.1, se utiliza un engrane impulsor y uno impulsado que giran dentro de una carcaza en la que quedan separadas dos zonas, una de baja presión y otra de alta, a ambos lados del punto de enlace de los engranes. Los espacios entre los dientes de cada engrane se llenan de fluido después de pasar el punto de enlace. Ese fluido es entonces conducido por los dientes, de la zona de baja presión a la de alta, siendo expulsado de entre ellos al pasar por el punto de enlace.

En la bomba de estrella, figura 3.2, un disco impulsor con pernos axiales, mueve a una estrella cuyo eje es excéntrico con respecto al eje de dicho impulsor. Los pernos penetran periódicamente en los escotes de la estrella. Al salir de los escotes entran a un pasaje de bombeo desplazando al fluido que allí se encuentra de la succión a la descarga.

Las bombas de paletas, figura 3.3, utilizan un rotor ranurado. Cada ranura aloja a una paleta que puede deslizarse radialmente. Las paletas hacen contacto en su extremo más alejado del centro de rotación con una carcaza excéntrica, mediante la acción de un resorte o bien de la fuerza centrífuga. De este modo se forman espacios de volumen variable entre paletas adyacentes. Cada espacio incrementa su volumen al pasar por la zona de succión y lo reduce al pasar por la zona de descarga.

Las bombas de lóbulos, figura 3.4, son parecidas a las de engranes externos, requiriendo de engranes de sincronización por fuera de la carcaza pues el perfil de los lóbulos no es adecuado para la transmisión de movimiento entre ellos.

En las bombas de tornillo, figura 3.5, el fluido es conducido axialmente en cavidades confinadas por el tornillo y la carcaza.

La acción de bombeo en una **bomba de cavidad progresiva**, figura 3.6, es semejante a la de las bombas de tornillo, pero solamente se tiene un elemento móvil.

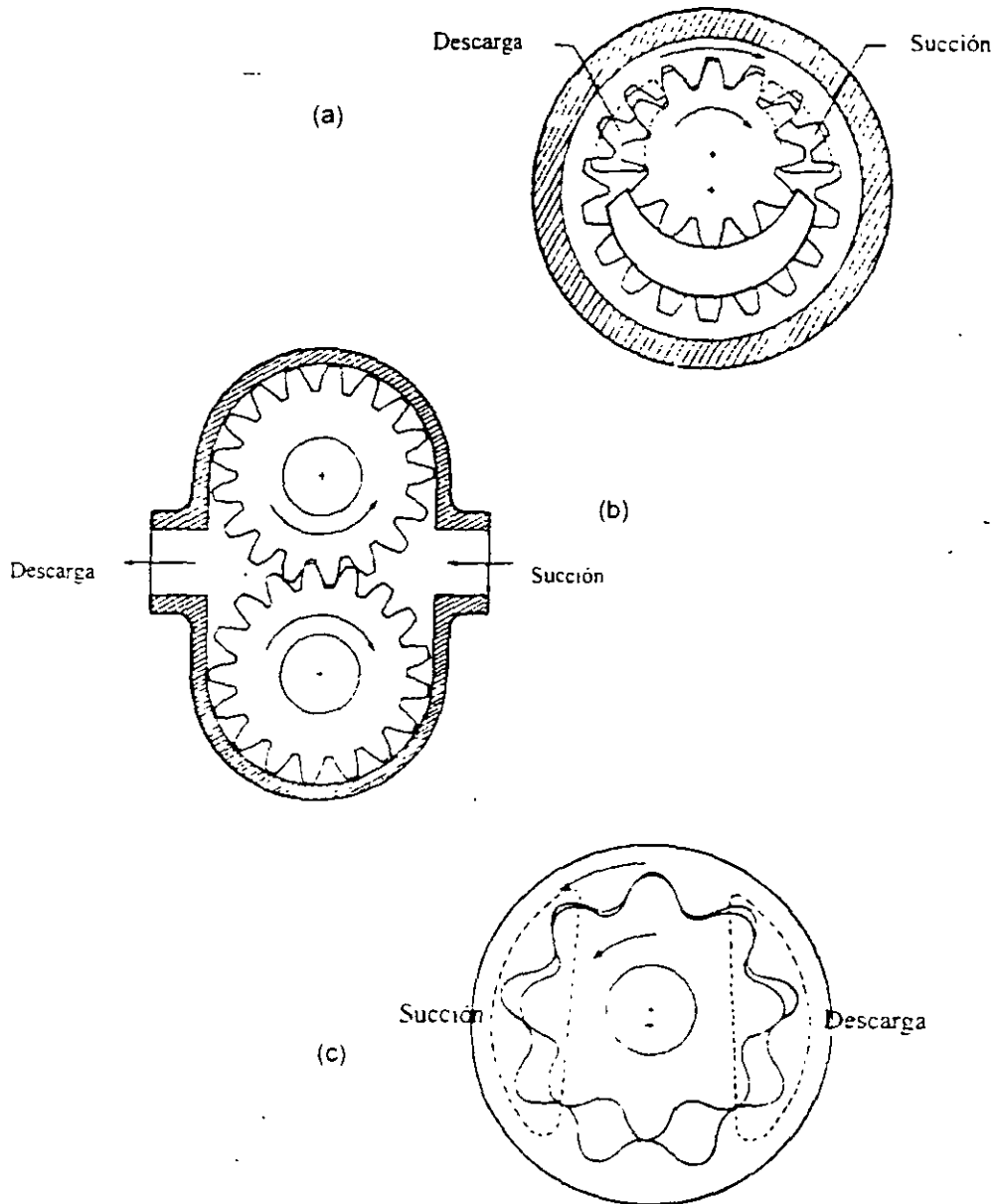
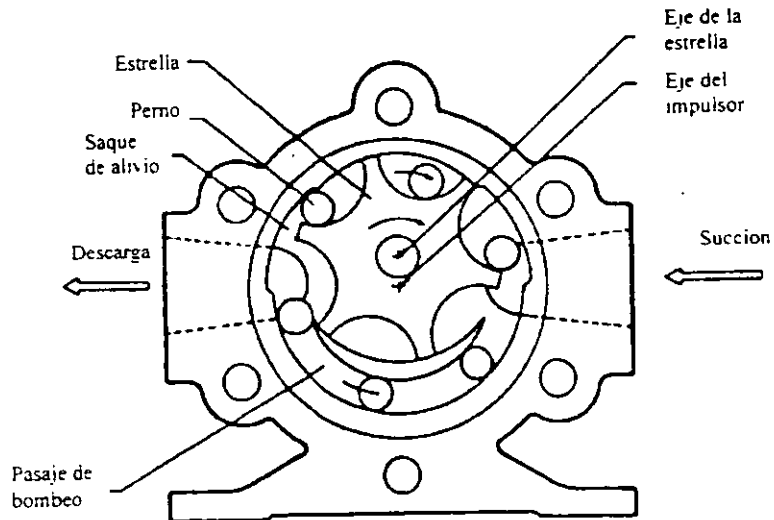
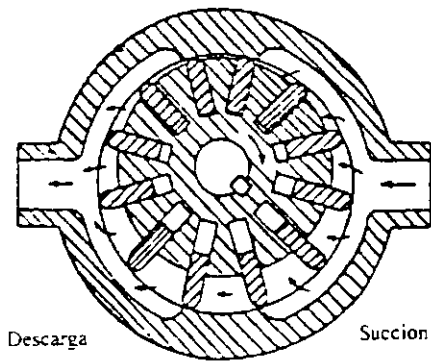
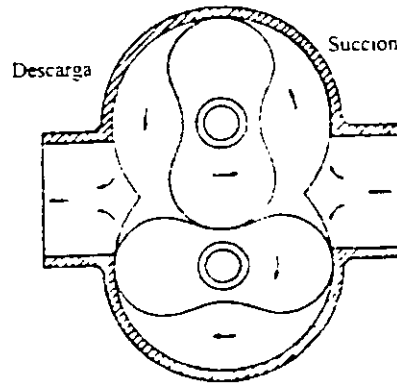


Fig 3.1 Bombas de engranes (a) bomba de engrane interno, (b) bomba de engranes externos y (c) bomba de engrane interno de un diente de diferencia


Fig 3.2 Bomba de estrella

Fig 3.3 Bomba de paletas

Fig 3.4 Bomba de lóbulos

En ciertas bombas de desplazamiento positivo se hace uso de elementos flexibles. Tres ejemplos importantes de este tipo son: **las bombas de diagrama, las de rotor flexible y las peristálticas.** En las primeras figura 3.7, el diafragma es accionado mecánicamente o bien por medio de fluido hidráulico inyectado por un embolo. El diafragma actúa sobre el fluido que se desea bombear, el cual es succionado y luego expulsado de una cámara que cuenta con válvulas unidireccionales de admisión y descarga.

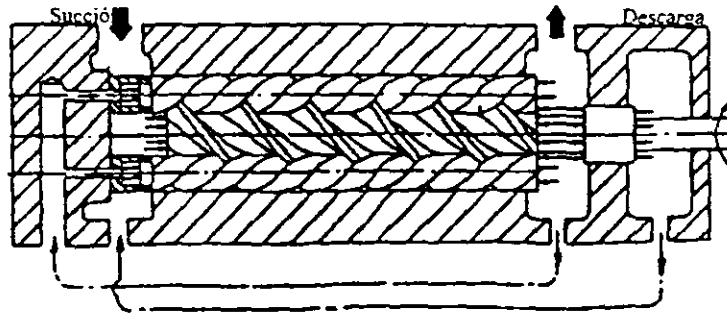


Fig 3.5 Bomba de tornillo

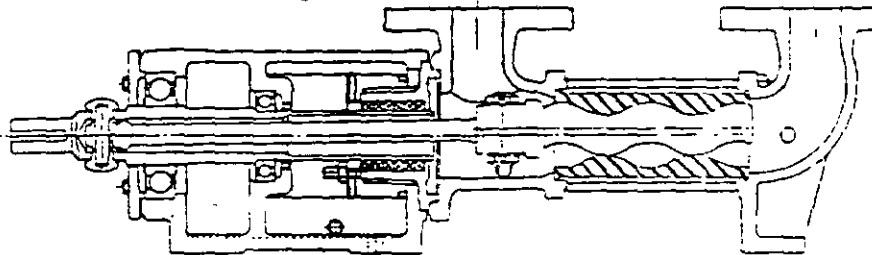


Fig 3.6 Bomba de cavidad progresiva

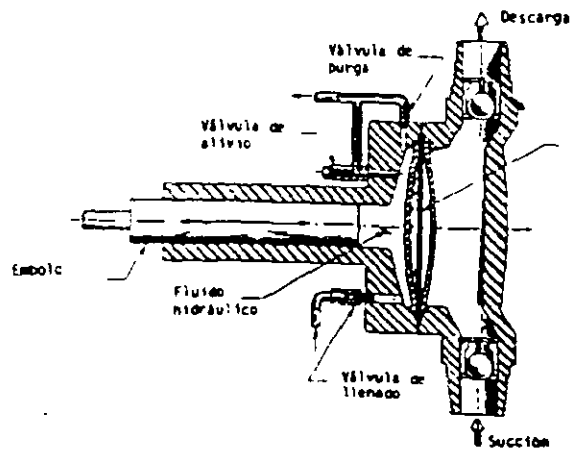


Fig 3.7 Bomba de diafragma

En una bomba de rotor flexible, figura 3.8, los brazos radiales de dicho rotor se flexionan periódicamente al girar éste dentro de una carcasa excéntrica. Así, el volumen de los espacios entre brazos varía cíclicamente produciendo succión cuando aumenta y expulsando al fluido cuando disminuye.

Las bombas peristálticas, figura 3.9, consisten esencialmente en un tubo flexible, curvo, dentro del cual se desplaza el fluido bombeado por efecto del avance de una zona de aplastamiento causada por la presión de rodillos montados en los extremos de un rotor.

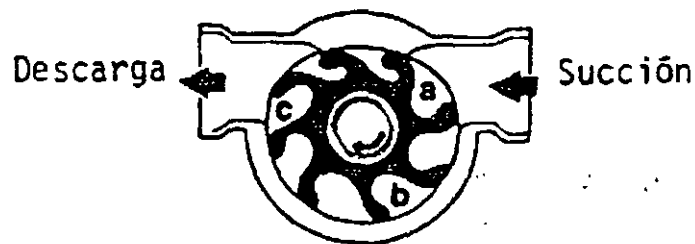


Fig 3.8 Bomba de rotor flexible

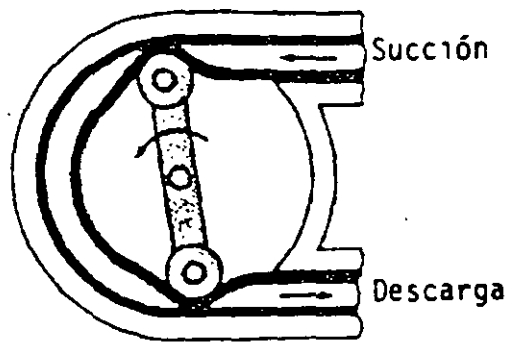


Fig 3.9 Bomba peristáltica



3.2 Cálculo de desplazamiento

El volumen desplazado en cada revolución de una bomba de desplazamiento positivo cualquiera puede calcularse mediante consideraciones geométricas que generalmente son bastante evidentes. Por ejemplo, en el caso de una bomba de paleta, el desplazamiento es igual a la diferencia entre los volúmenes máximo y mínimo de un espacio entre paletas, multiplicado por el número de éstas. En el caso de una bomba de estrella, se demuestra fácilmente que el desplazamiento es igual al volumen barrido por un perno en una revolución.

3.3 Deslizamiento y eficiencias

Deslizamiento S en una bomba rotatoria es la cantidad de fluido que se pierde entre el volumen abierto a la descarga y el volumen abierto a la succión por unidad de tiempo.

El deslizamiento depende:

- del claro entre los elementos rotatorios y estacionarios,
- del diferencial de presión entre el volumen abierto a la descarga y el volumen abierto a la succión y
- de las características del fluido (particularmente la viscosidad)

Las unidades comúnmente utilizadas para el deslizamiento son lpm ó gpm.

El deslizamiento en una bomba rotatoria es un factor importante en su funcionamiento y sus aplicaciones. Una buena comprensión del concepto de deslizamiento y de los efectos de diseño de la bomba, del tipo de las tolerancias de manufactura, de las condiciones del fluido y de las condiciones de operación del sistema en la magnitud del deslizamiento es necesaria tanto para el diseñador como para el usuario

El deslizamiento en una bomba rotatoria sólo ocurre cuando existe una diferencia de la presión entre las cámaras de succión, y descarga de la bomba. Esta diferencia de presión es causa de que fluya el fluido entre las cámaras de descarga y de succión, a través de los claros entre el impulsor o rotor y los elementos del cuerpo de la bomba, provocando un efecto análogo al de un "bypass" alrededor de la bomba, entre el puerto de descarga y el puerto de succión

La mayoría de las bombas rotatorias son de construcción tal que los claros en la bomba son de igual naturaleza que los encontrados entre dos placas planas paralelas, una estacionaria y la otra móvil. Estos claros de sección rectangular de



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

MANUTENIMIENTO A INSTALACIONES II

Del 13 al 14 de Septiembre de 2002

ANEXOS

CI-070

Instructor: M.S.P. Rafael López Ruiz
PEMEX – Villahermosa Tabasco
Septiembre / 2002



ancho entre prácticamente cero y algunas milésimas de pulgada. más la variación consecuente de las tolerancias de maquinado pueden causar variaciones considerables en el flujo de descarga.

También la deflexión de las partes móviles en la bomba expuestas a diferencias de presión, puede causar variaciones relativamente grandes en los claros de la bomba. Es por esto que cada bomba debe ser probada para determinar el deslizamiento bajo las condiciones particulares de operación.

Capacidad

La capacidad de una bomba rotatoria ó gasto Q es la cantidad neta de fluido entregado por la bomba por unidad de tiempo a través del puerto de descarga bajo determinadas condiciones de operación. Cuando el fluido es incompresible, la capacidad es numéricamente igual al total del liquido desplazado por la bomba por unidad de tiempo menos el deslizamiento.

La capacidad se expresa comúnmente en litros por minuto (lpm) ó galones por minuto (gpm).

$$Q = DN - S = Q_d - S \quad (1)$$

donde:

- Q = es la capacidad de la bomba o gasto (lpm ó gpm)
- S = es el deslizamiento de la bomba (lpm ó gpm)
- N = es el número de revoluciones por minuto (rpm)
- D = desplazamiento de la bomba en litros por revolución (lpr).
- Q_d = desplazamiento de la bomba en litros por minuto (lpm)

Velocidad

La velocidad N de una bomba rotatoria es el número de revoluciones de la flecha del rotor principal por unidad de tiempo. Cuando no existe reducción o amplificación entre la flecha del accionamiento y la flecha del rotor principal, la velocidad puede ser medida o tomada en la flecha del accionamiento. La velocidad se expresa comunmente en revoluciones por minuto (rpm).

Presión

La presión absoluta del fluido en cualquier punto en la bomba, expresada en kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2), en libras por pulgada cuadrada (lb/in^2) o Pascals (N/m^2) es la presión total en ese punto y es la base para la definición de otras presiones asociadas con la operación de la bomba. Las de más interes se definen a continuación.



Presión de descarga P_d es la presión total a la salida de la bomba. Aún cuando la componen la suma de las presiones del sistema, la presión de descarga es comúnmente expresada como la presión manométrica en el puerto de salida.

Presión de succión P_s es la presión total en la entrada de la bomba. En la práctica común puede ser expresada de varias maneras, como presión absoluta (kilogramos por centímetro cuadrado abs. ó libra por pulgada cuadrada abs.) , como presión manométrica positiva o negativa (kilogramo por centímetro cuadrado ó libra por pulgada cuadrada), o como vacío (milímetros o pulgadas de mercurio).

Presión diferencial P_{td} es la diferencia algebraica entre la presión de descarga y la presión de succión, ambas expresadas en las mismas unidades. La presión diferencial es utilizada en la determinación de la potencia de entrada y en la evaluación del deslizamiento de la bomba:

$$P_{td} = P_d - P_s \quad (2)$$

Presión neta de succión P_{sv} de una bomba rotatoria es la diferencia entre la presión de succión expresada como presión absoluta y la presión de vapor del fluido expresadas en unidades absolutas

$$P_{sv} = P_{sa} - P_{vapor} \quad (3)$$

Para ilustrar el efecto del deslizamiento en el funcionamiento de una bomba rotatoria, utilizaremos las curvas de comportamiento presión- gasto de una bomba tipo estrella. En la gráfica de la figura 3.10 se muestran las curvas de la bomba a diferentes viscosidades, siendo B un líquido de muy poca viscosidad y F un líquido de mayor viscosidad. Los puntos que conforman la curva representan, cada uno, el gasto correspondiente a una presión. El punto inicial de la curva representa el gasto con deslizamiento cero y corresponde al **desplazamiento**. La distancia entre un punto de la curva y una línea horizontal partiendo del punto del gasto con deslizamiento cero representa el deslizamiento de la bomba a una presión y viscosidad determinada

Potencia

La Potencia total de entrada para una bomba e_{hp} es la potencia total requerida por el accionamiento de la bomba, para moverla bajo ciertas condiciones de operación dadas. La potencia total de entrada es la suma de la potencia requerida para vencer las pérdidas en el accionamiento de la bomba, la fricción mecánica, la fricción del fluido y las pérdidas por deslizamiento en la bomba, y la potencia neta impartida por la bomba al fluido descargado



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



Mod. B5 - J
Vel. 1750

Ref CURVA PRESION - GASTO

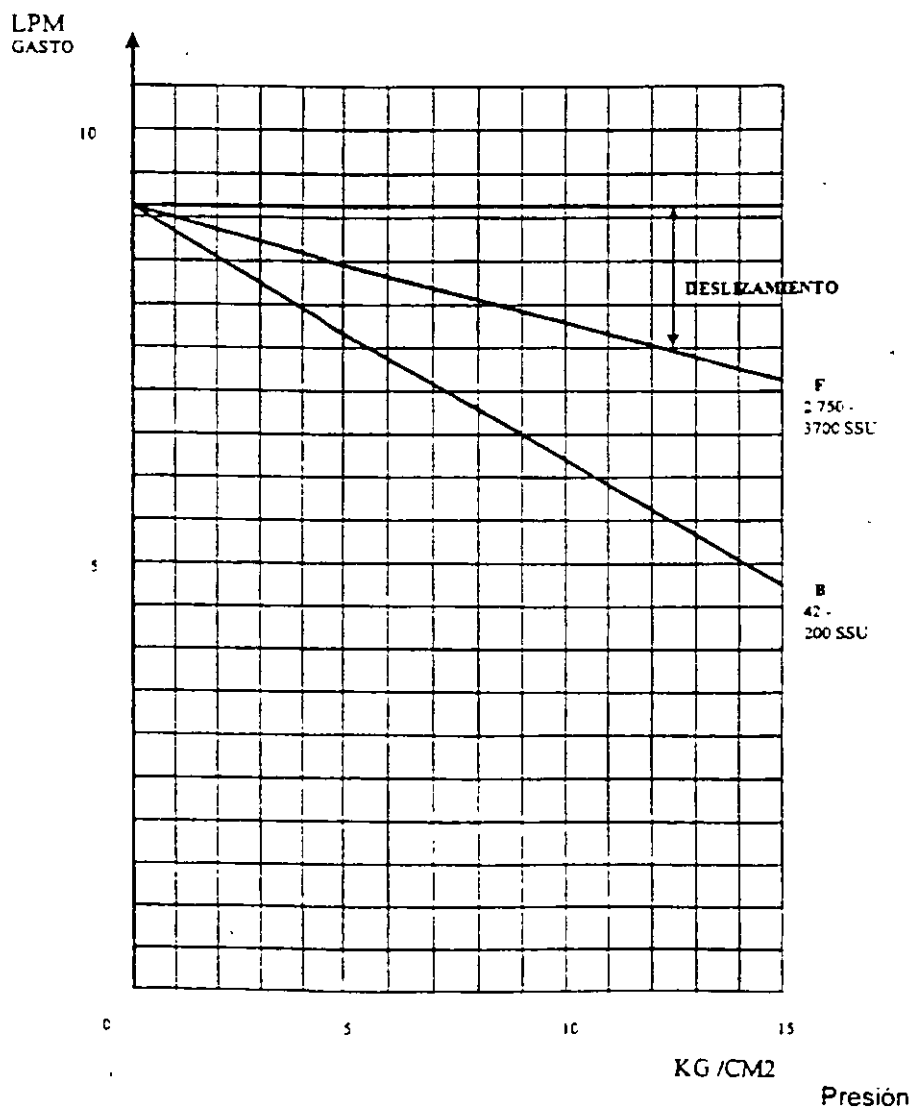


Fig. 3.10 Relación gasto-presion para una bomba rotatoria

La potencia de entrada a la bomba p_{hp} es la potencia neta transmitida a la flecha de la bomba por el accionamiento bajo ciertas condiciones de operación dadas. Esta es la potencia neta disponible después de restarle las pérdidas de potencia en el accionamiento y las asociadas a la transmisión, a la potencia total de entrada.

La potencia de salida de la bomba w_{hp} es la potencia impartida al fluido por la bomba bajo ciertas condiciones de operación, y se le llama frecuentemente **potencia hidráulica**. Es la potencia resultante después de restar las pérdidas de potencia por el deslizamiento, las pérdidas de potencia mecánicas, y las pérdidas de potencia por fricción viscosa en la bomba a la potencia de entrada a la bomba.

Las relaciones entre estas potencias pueden ser expresadas de la manera siguiente

$$e_{hp} = \text{Pérdidas de potencia en el accionamiento y transmisión} + p_{hp}$$

$$p_{hp} = \text{Pérdidas de potencia en la bomba} + w_{hp}$$

Las unidades comunes para expresar potencia son HP (horsepower) o KW (kilowatt)

La potencia hidráulica puede ser expresada con la fórmula

$$w_{hp} = QP / 1714 \quad (4)$$

donde w_{hp} es la potencia en HP, Q el gasto en gpm, y P la presión en psi (lb/pulg²) ó

$$w_{hp} = QP / 6116 \quad (5)$$

donde w_{hp} es la potencia en KW, Q el gasto en lpm, y P la presión en kg/cm²

Eficiencia de la bomba

Vanas eficiencias pueden ser calculadas para una bomba. La eficiencia total es el porcentaje de la potencia total transmitida que representa la potencia hidráulica

Se calcula

$$E_q = w_{hp} / e_{hp} \times 100 \quad (6)$$

La eficiencia de la bomba E_p es la razón de la potencia hidráulica y la potencia de entrada a la bomba. Se calcula

$$E_p = w_{hp} / p_{hp} \times 100 \quad (7)$$



La eficiencia volumétrica E_v , de una bomba es el porcentaje del desplazamiento de la bomba por unidad de tiempo que representa la capacidad de la bomba. Se calcula:

$$E_v = \frac{Q}{Q+S} \times 100 \quad (8)$$

3.4 Pérdidas por fricción viscosa

La resistencia al flujo a través de una tubería es causada por esfuerzos cortantes viscosos en el líquido y por turbulencia en las paredes de la tubería. El flujo laminar en una tubería ocurre cuando la velocidad promedio es relativamente baja y la energía se ha perdido principalmente como resultado de la viscosidad. En el flujo laminar, las partículas de líquido no tienen movimiento junto a las paredes de la tubería y el flujo ocurre como un resultado del movimiento de partículas en líneas paralelas con velocidad en aumento hacia el centro de la tubería. El movimiento de cilindros concéntricos pasando el uno al otro causa esfuerzos cortantes viscosos, más comúnmente llamados fricción. A medida que el flujo se incrementa, el patrón de flujo cambia, el promedio de velocidad se vuelve más uniforme y disminuyen los esfuerzos cortantes viscosos. A medida que el espesor del flujo laminar disminuye en las paredes de la tubería y el flujo se incrementa la rugosidad de la tubería toma importancia causando turbulencia. El flujo turbulento ocurre cuando el promedio de la velocidad es relativamente alto y la energía se pierde primordialmente por la turbulencia causada por la rugosidad de la pared. La velocidad promedio de la cual el flujo cambia de laminar a turbulento no es definitiva, y existe una zona crítica en donde ambos flujos laminar y turbulento pueden ocurrir. La viscosidad puede ser visualizada como sigue. Si el espacio entre dos superficies planas es llenado con un líquido, una fuerza es requerida para mover una superficie a una velocidad constante, respecto a la otra. La velocidad del líquido variará linealmente entre las dos superficies. El cociente entre la fuerza por unidad de área, llamada "esfuerzo cortante", y la velocidad por unidad de distancia entre superficies, llamado rapidez de deformación cortante, es una medida de la dinámica del líquido, llamada viscosidad absoluta.

La viscosidad dinámica (absoluta) es usualmente medida en dina segundo por centímetro cuadrado, unidad conocida como poise

La viscosidad de un líquido en ocasiones es expresada como viscosidad cinemática. Esta es la viscosidad dinámica dividida entre la densidad.

Para comprender el efecto de la viscosidad en una bomba rotatoria utilizamos las curvas de comportamiento presión - potencia de una bomba tipo estrella



En la gráfica de la figura 3.11 se muestran las curvas de la bomba a diferentes viscosidades, siendo A un líquido de muy poca viscosidad y siendo H un líquido de mayor viscosidad. Los puntos que conforman la línea de la curva representan cada uno la potencia requerida por la bomba para una presión determinada.

El valor de la ordenada en el punto de partida de la curva representa las pérdidas por fricción tanto mecánicas como viscosas. Si suponemos que el valor de la ordenada en el punto de partida de la curva del líquido A es igual a las pérdidas por fricción mecánicas despreciando las viscosas, podemos cuantificar aproximadamente las pérdidas por fricción viscosa de los líquidos B, C, D, E, F, G, H, restando el valor de la ordenada en el punto de partida de la curva del líquido A al de las de cada una de los otros líquidos.



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



Mod. B40.3
Vel. 1750



Ref CURVA PRESION - POTENCIA

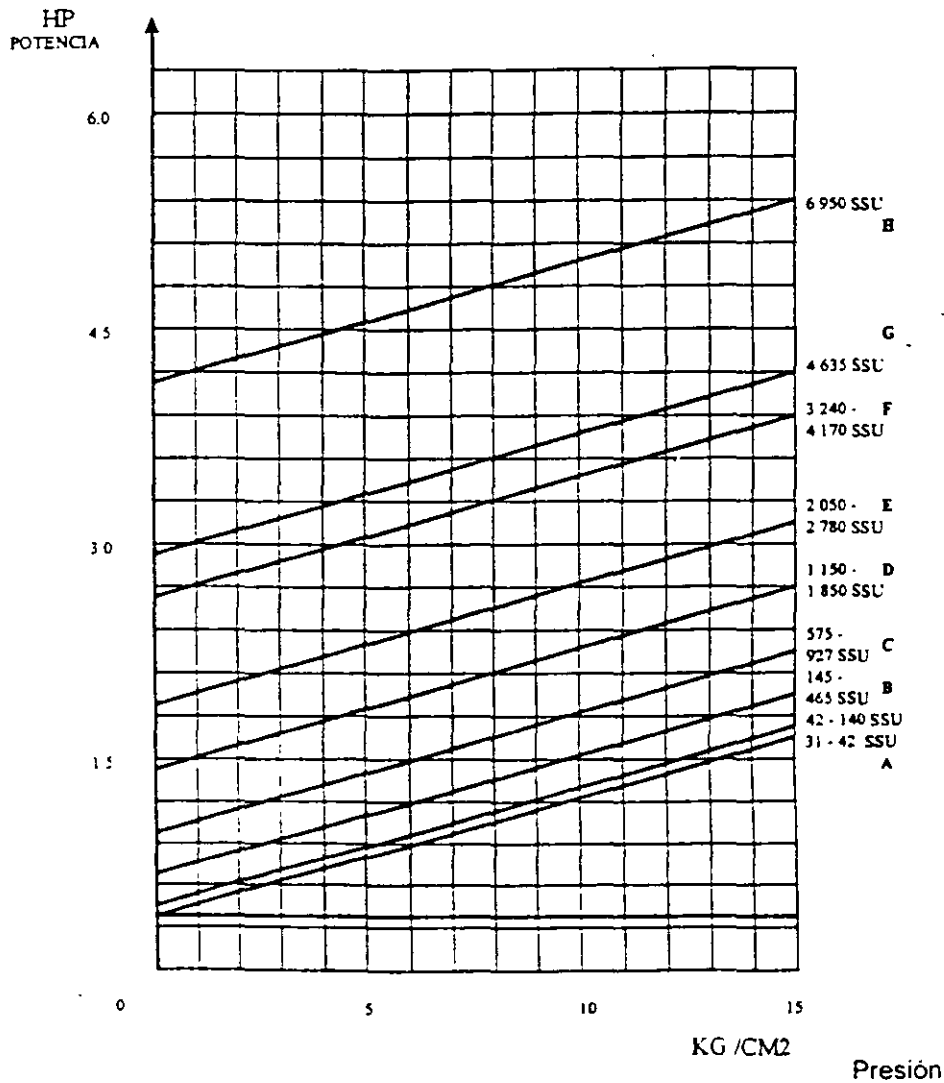


Fig. 3.11 Relación potencia-presión para una bomba rotatoria



4. CAVITACIÓN Y CNPS

Se le llama cavitación al proceso de formación y colapso de burbujas de vapor del líquido de trabajo. La formación de burbujas puede deberse a una acción dinámica sobre el flujo al acelerarse localmente y, como consecuencia, provocar un descenso en la presión. Para que la formación de estas cavidades dé comienzo, la presión local deberá disminuir hasta ser igual o más baja que la presión de vapor del líquido, desarrollándose un proceso de ebullición. Posteriormente, dichas cavidades colapsan por condensación, lo cual se produce al abandonar la zona de baja presión y encontrar regiones de presión mayor a la de vaporización. Este proceso produce un estado inestable en el cual la burbuja tiende a desaparecer en forma violenta, provocando ondas de choque de gran intensidad durante su colapso.

La formación de burbujas y el colapso de las mismas puede ocurrir muchas veces cada segundo, haciéndose evidentes por la producción de ruido y vibración.

Las cavidades o burbujas que colapsan, junto a una frontera sólida, pueden ocasionar severos daños mecánicos, arrancando por efectos de fatiga parte del material expuesto. En ciertas ocasiones el proceso de daño por cavitación, en materiales que son oxidables (tal es el caso del acero al carbón), puede acelerarse al desprender la capa de óxido que mantiene al material normalmente pasivo, abriendo paso a un componente corrosivo paralelo al daño mecánico.

Todos los materiales conocidos pueden ser dañados al ser expuestos a la cavitación durante un lapso de tiempo suficientemente largo. La resistencia o susceptibilidad de los materiales a este daño varía de acuerdo con la dureza y con su capacidad de disipar la energía absorbida, en forma repetitiva, como resultado de la energía proveniente de las ondas de choque.

La actividad de cavitación en una bomba se determina con base en el parámetro denominado carga neta positiva de succión (CNPS ó net positive suction head NPSH en inglés), el cual se define como

$$\text{CNPS} = \text{energía específica absoluta (incluyendo la } P_{atm}/\gamma) - P_{vp} \quad (1)$$

siendo P_{atm} y P_{vp} las presiones absolutas atmosférica y de vaporización del fluido, respectivamente.

La CNPS es una medida del margen de exceso de energía específica que recibe una bomba en su bnda de succión por arriba de la presión de vaporización del líquido. En dicho margen se requiere incluir la presión atmosférica para poder plantear una comparación con la presión de vapor del líquido bombeado. La CNPS constituye una medida indirecta del estado de cavitación interno de la bomba. Las mínimas presiones comúnmente se alcanzan para bombas centrífugas en la vecindad del borde de ataque de los álabes, en la cara de baja presión (ver figura

4 1), ó en la región de admisión o ingreso del flujo, en otro tipo de bomba. Estas son zonas que resultan de difícil acceso y pueden difern de un diseño a otro, por tal motivo, se optó por generalizar la susceptibilidad a la cavitación de una bomba refiriendo su comportamiento a un nivel de CNPS evaluado en la brida de succión.

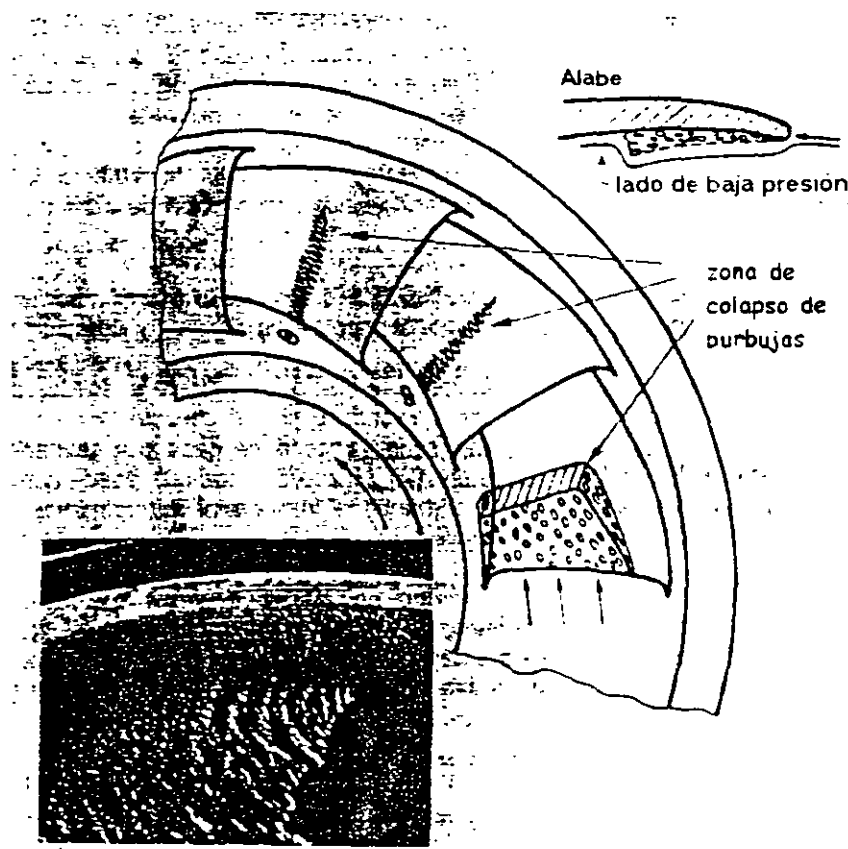


Fig. 4.1 Zona de daño por cavitación en una bomba centrífuga

La CNPS denominada requerida, es la CNPS disponible (por definición) que establece las condiciones mínimas de energía que provocan una caída de carga de bombeo del 3%, respecto a su valor normal en ausencia de cavitación (a CNPS disponibles altos)

La caída de carga se debe a que la bomba trabaja con un grado de cavitación tal que las burbujas de vapor, generadas en su interior, conforman una nube que



promueve la separación del flujo, generando flujos secundarios que compiten con el volumen ocupado por el paso normal del flujo a la entrada, provocando la distorsión del mismo. Es conveniente mencionar que el decaimiento en la carga también está asociado a una caída en la eficiencia del bombeo.

La CNPS mínima requerida es determinada experimentalmente por el fabricante y se cuantifica mediante pruebas a gasto constante, variando la CNPS disponible en el banco de pruebas. Generalmente el valor se determina por interpolación ya que es muy difícil encontrar el valor exacto. Las pruebas se realizan para el gasto de diseño y para gastos mayores y menores al de diseño, dentro de la región de operación permisible del equipo de bombeo.

El tener una CNPS disponible en la instalación definitiva de la bomba, igual a la CNPS requerida, solo garantiza que la bomba no disminuya su carga de bombeo en más de un 3%, sin embargo no garantiza que la bomba se encuentre libre de daño por cavitación.

Por lo tanto es recomendable aumentar el CNPS disponible para tener un margen de seguridad en la operación de la bomba. Cada fabricante debe orientar al comprador en el margen adecuado que debe guardar su instalación.

En bombas verticales (con N_s altos), un margen de 1 m puede ser suficiente para proteger los equipos de bombeo, en cambio en bombas horizontales (con N_s medios y bajos), la CNPS disponible deberá ser como mínimo 2 o 2.5 veces la CNPS requerido para poder garantizar una operación libre de daño.

La cuantificación de la CNPS disponible puede realizarse cuando se dispone de un tanque o carcamo de bombeo como (ver figura 4.2):

$$\text{CNPS disp} = Z + \text{Hatm} - \text{Hvap} - \text{Hperdidas}$$

donde:

- Z es la carga bruta existente (desnivel) entre el nivel del tanque de succión de la bomba y el nivel de la brida de succión de la bomba (en bombas centrífugas puede referirse al nivel del ojo del impulsor)
- Hatm es la carga correspondiente a la presión atmosférica local dividida entre el peso específico del líquido bombeado
- Hvap es la carga correspondiente a la presión de vaporización del líquido bombeado dividida entre el peso específico del mismo líquido
- Hperdidas es la energía específica disipada en la conducción del líquido bombeado desde el tanque de succión hasta la brida de la bomba

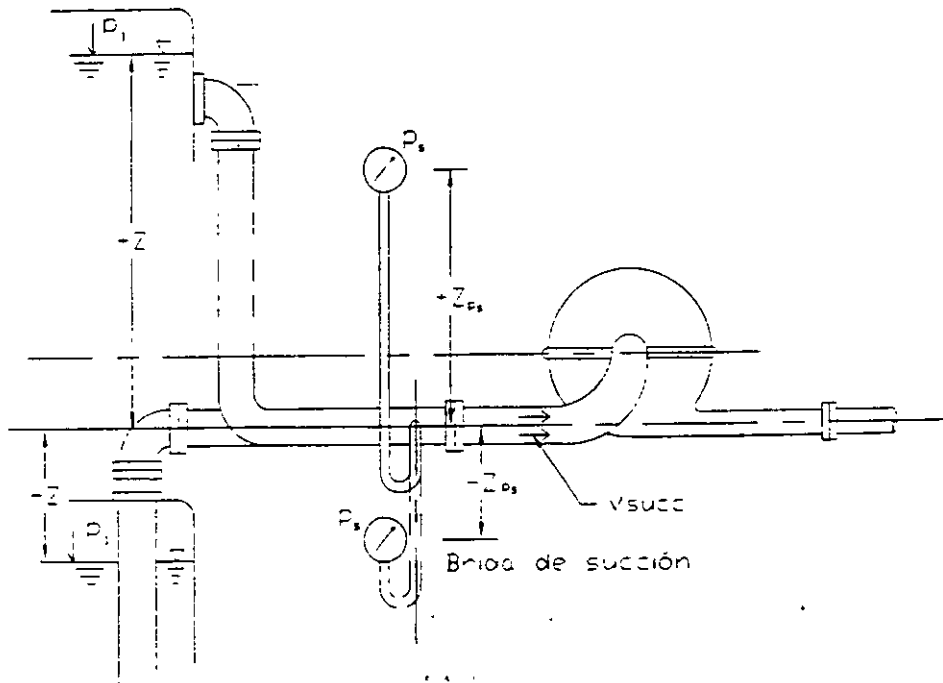


Fig 4.2 Diagrama para determinación de la CNPS disponible

Cuando la bomba se instala en una etapa intermedia de un proceso, es conveniente cuantificar la CNPS disponible con base en parámetros medibles en la brida de succión, por lo tanto la expresión equivalente a este caso resulta:

$$CNPS \text{ disp} = Z_{ps} + P_s / \gamma + V_s^2 / 2g + Hatm - H_{vap}$$

Donde

- γ peso específico del líquido bombeado
- P_s es la presión en la brida de succión
- V_s es la velocidad del líquido bombeado en la brida de succión

La $Patm$ local es función de la altura respecto al nivel del mar (z) y puede aproximarse utilizando el siguiente ajuste

$$Patm / \gamma_{agua} = Hatm = 10\,348 \times e^{(-0.000122518202 \times Z)}$$

Donde el valor de $Patm / \gamma_{agua}$ está en metros de columna de agua (mca)



El valor de CNPS requerida resulta un parámetro cuyo comportamiento se puede asociar al diseño de la succión de una bomba.

Empleando una metodología similar a la que se utilizó en la obtención de la N_s (velocidad específica), se ha llegado a plantear la definición del parámetro N_{ss} denominado velocidad específica de succión y que se deriva de extender las expresiones de similitud al comportamiento de la CNPS requerida.

N_{ss} se define como:

$$N_{ss} = \frac{rpm \sqrt{Q}}{CNPS_{req_{3\%}}^{0.75}}$$

Donde los valores de Q y CNPS corresponden a las condiciones de diseño de la bomba.

Evaluando el N_{ss} para varias bombas, se puede constatar que equipos de bombeo, con el mismo tipo de diseño, arrojan valores de CNPS req 3% similares. También es posible calcular cómo se afectará el valor de CNPS req al variar la velocidad de rotación (rpm) de la bomba. Debe advertirse que esta expresión se ha obtenido para diseños de impulsores de succión simple. Los impulsores de doble succión deberán ser analizados como dos impulsores de succión simple, operando en paralelo y por tanto manejarán cada uno la mitad del gasto total.

En el Hydraulic Institute (HI Centrifugal Pump Design and Application) se menciona que un valor típico de N_{ss} es de 8.500 para rpm, GPM, ft (utilizando unidades inglesas) ó de 160 para rpm, m³/s, m (utilizando unidades del Sistema Internacional). Este valor resulta típico para geometrías donde la flecha atraviesa al ojo del impulsor, que es el caso común a aquellos equipos de bombeo donde los impulsores se ubican entre chumaceras de carga. Según el Pump Handbook editado por Sulzer Pumps, cuando el ojo del impulsor se encuentra libre, es decir el impulsor se coloca en cantiliver, el N_{ss} aumenta a 10.400 para el sistema inglés ó 200 para el sistema internacional.

El valor del N_{ss} nos ayuda a estimar el CNPS req 3% de una bomba antes de contar con su curva característica. Esto resulta de gran utilidad cuando se elabora un anteproyecto de bombeo y se requiere dar un dimensionamiento preliminar de las estructuras hidráulicas. También es posible seleccionar el límite de la velocidad de rotación a la cual deberá operar un equipo para una CNPS disponible dada. Posteriormente, es necesario revisar el diseño con la información del fabricante que suministre el equipo de bombeo y que normalmente es menos exigente que las estimaciones expuestas.



5. DISEÑO DE CÁRCAMOS

Consideraciones generales

El objetivo principal al diseñar un cárcamo (cámara o forma geométrica para el acondicionamiento del ingreso de flujo a una estación de bombeo) es tener una aproximación uniforme del flujo a la bomba y por tanto al impulsor de la misma. De lo contrario, el gasto y la eficiencia pueden verse disminuidos. La presencia de perturbaciones en el flujo entrante puede resultar en la formación de prerrotación (flujo con movimiento angular alrededor del eje de desplazamiento), inducir cavitación y/o vibración en el interior de las bombas, aún cuando la CNSP se satisfaga de acuerdo a las curvas de las bombas.

La distribución de velocidad en la entrada del impulsor deberá ser lo más uniforme posible, de lo contrario jamás será posible alcanzar la expectativa de diseño del fabricante del equipo de bombeo y por tanto la eficiencia no podrá ser la esperada.

La distribución deseable del flujo se logra garantizando la ausencia de vórtices con un diseño adecuado del ingreso a la cámara de succión, a lo largo de la trayectoria del flujo. Una condición recomendable es cuidar que el flujo sea uniformemente acelerado, desde su captación hasta el impulsor de la bomba. Cualquier desaceleración del flujo trae como consecuencia el avance, contra gradientes de presión no favorables, promoviendo la generación de flujos con separación y la formación de flujos secundarios.

Si la velocidad meridional del flujo al ingreso del impulsor difiere de la velocidad local media en más del 20%, la separación del flujo puede ocurrir y por tanto producirse una perturbación interna en el impulsor que alterará el funcionamiento global de la bomba. Cualquier elemento que favorezca la formación de vórtices, en la trayectoria del flujo de aproximación, debe ser evitado.

Estos problemas se pueden prevenir siguiendo algunas reglas contenidas en recomendaciones generales para el diseño geométrico de cárcamos, que se basan en la recopilación de diseños previamente probados y normalizados por instituciones como: ISO, ANSI/HI, BHRA, JIS, etc.

En México es muy común emplear la normatividad del Hydraulic Institute bajo la tutela del American National Standards Institute, Inc. ANSI / HI, dado que la vecindad con EUA promueve el intercambio comercial de equipo de bombeo. El HI ofrece una normatividad ampliamente aceptada a nivel mundial y haremos mención frecuentemente a esta referencia como guía de diseño.

Objetivos de diseño

Dentro de los fenómenos hidráulicos que han sido identificados como adversos al comportamiento de las bombas se encuentran los siguientes:



- Vórtices sumergidos
- Vórtices ligados a la superficie libre
- Exceso de prerrotación del flujo que ingresa en la campana de succión
- Distribución espacial no uniforme de la velocidad del flujo en el ojo del impulsor
- Variaciones en el tiempo excesivas en la velocidad y prerrotación del flujo entrante a la bomba
- Ingreso de aire o burbujas de vapor a la succión de la bomba

El efecto negativo de cada uno de los fenómenos listados, sobre el comportamiento de una bomba, depende de su N_s y de su tamaño. Algunos equipos tendran características particulares de su diseño que el fabricante señale como críticas para su instalación.

En general, las bombas de gran tamaño y las bombas de flujo axial (N_s altos) son mucho más sensibles a los fenómenos adversos que las bombas pequeñas, y/o de flujo radial (N_s bajos)

Es más frecuente instalar equipo con N_s alto ó N_s medio, en las obras de toma que captan agua desde un lago, rio u colector, debido a que requieren CNSP bajas

Estrictamente no existe una distinción cuantitativa exacta, que sirva para descartar en que caso se debe tener especial cuidado con el diseño del cárcamo, por lo que el proyectista estimará las consecuencias que podrian experimentar un diseño no guiado.

Los síntomas típicos o consecuencias padecidas por condiciones hidráulicas adversas en cárcamos mal diseñados son:

- Reducción del flujo de diseño
- Reducción de la carga de bombeo
- Incremento en la potencia requerida para entregar un caudal de agua
- Incremento en las vibraciones y ruido durante la operación

El diseño de la toma debera permitir que la bomba alcance su rendimiento hidráulico óptimo para cualquier condición de operación prevista en el proyecto, dando por hecho que se ha cuidado la congruencia entre el rango de gastos de operación especificados y lo garantizado por el fabricante

Cuando el espacio obliga a no poder seguir las recomendaciones de diseño estipuladas por la norma, no significa que el cárcamo va ha funcionar mal. Para evitarse problemas sera necesano ensayar la forma geométrica propuesta en un modelo fisico.



El modelo se llevará a cabo a igual número de Froude (Fr) y permitirá comprobar su funcionamiento adecuado o proponer las modificaciones requeridas para lograr un arreglo geométrico adecuado previo a su construcción.

El Fr establece la razón entre las fuerzas de inercia y las fuerzas de gravedad que rigen principalmente el flujo a superficie libre.

Uno de los parámetros comunes a todos los cárcamos es la mínima profundidad donde se ubica la campana de succión. A ésta dimensión se le denomina sumergencia mínima y se identificará con la letra S . Este es un dato que normalmente se puede consultar en la curva de la bomba (dato proporcionado por el fabricante en caso de tratarse de una bomba vertical), el cual advierte que se requiere ese mínimo para evitar que se formen vórtices alrededor de la campana de succión que puedan transportar aire desde la superficie libre a la succión de la bomba.

Para bombas de N_s medio y alto, es común que la profundidad mínima de la campana, por requerimientos de CNSP, resulte menor a la requerida para evitar vórtices.

Cuando no hay información del fabricante ó se conectará la succión de una bomba horizontal al cárcamo, puede realizarse una estimación de S . En el HI se menciona que el trabajo experimental realizado por Hecker, G.E. 1987, que expresa sus resultados en función del número de Froude F_D :

$$S_{\min} = D_c (1 - 2.3 F_D)$$

donde el número F_D se define como:

$$F_D = \frac{V_c}{(g D_c)^{0.5}}$$

D_c = Diámetro de la campana de succión ó entrada a la tubería de succión (ó diámetro equivalente a la sección que tenga igual área de entrada)

V_c = velocidad en la entrada de succión = Q_{ent} / area calculada con base en el diámetro D_c

g = aceleración de la gravedad

Dado que el D_c resulta una dimensión básica para el diseño del cárcamo, será conveniente definir su forma geométrica en múltiplos de D_c , guardando de esta forma una similitud geométrica en las recomendaciones generales de diseño



Cuando no se tenga definido el equipo de bombeo a instalar, se puede calcular el diámetro de campana D_c fijando la velocidad media de ingreso en 1.7 m/s (5.6 ft/s). Algunos fabricantes diseñan con velocidades distintas aunque muy próximas, por tanto éste es un valor típico que puede ser usado como referencia de diseño preliminar

$$D_c = 0.8654 \sqrt{Q}$$

donde Q esta dado en m^3/s y D_c en m.

Dentro de los diseños de cárcamos disponibles puede haber dos tipos: secos y húmedos. Al cárcamo seco le llamamos así porque la bomba se aloja en un sitio aislado del almacenamiento de agua, en cambio en el cárcamo húmedo la bomba se encuentra sumergida en el agua.

Estructuras para tomas con líquidos limpios

Cárcamos rectangulares

Las características de la aproximación del flujo es la primera de las consideraciones críticas para el diseñador.

Una vez determinada la dirección y la distribución del flujo a la entrada de la estructura de toma hay que considerar los siguientes puntos.

- La orientación de la toma relativa a la fuente de suministro del agua
- Si la estructura toma el flujo del fondo, de la superficie o de alguna saliente de la fuente de suministro
- Intensidad de la corriente en la dirección perpendicular a la aproximación al equipo de bombeo
- El número de bombas que se proyecta instalar y sus combinaciones de operación posibles (política de operación)

En condiciones ideales, el flujo es drenado de manera que no exista ningún flujo cruzado en la vecindad de la entrada a la estructura de toma que pueda crear aproximaciones asimétricas del flujo a cualquier bomba. Como recomendación general, la velocidad del flujo cruzado tiene importancia si excede al 50% de la velocidad del flujo a la entrada del canal de aproximación, denominado bahía de cada bomba. Dado el caso anterior se requerirá determinar algunas estructuras que pueden ser alabes guías, que reorienten al flujo y minimicen la influencia del mismo, evitando la asimetría en las proximidades de la bomba. Esto debe realizarse mediante el ensayo en modelo físico y es un trabajo previo a la construcción del cárcamo.



Si se instalarán múltiples bombas y el flujo por bomba excede 315 l/s, es necesario colocar paredes divisorias, que aislen el flujo de aproximación de cada equipo. Al canal que alimenta cada bomba se le conoce como bahía.

La nomenclatura utilizada en el dimensionamiento geométrico es:

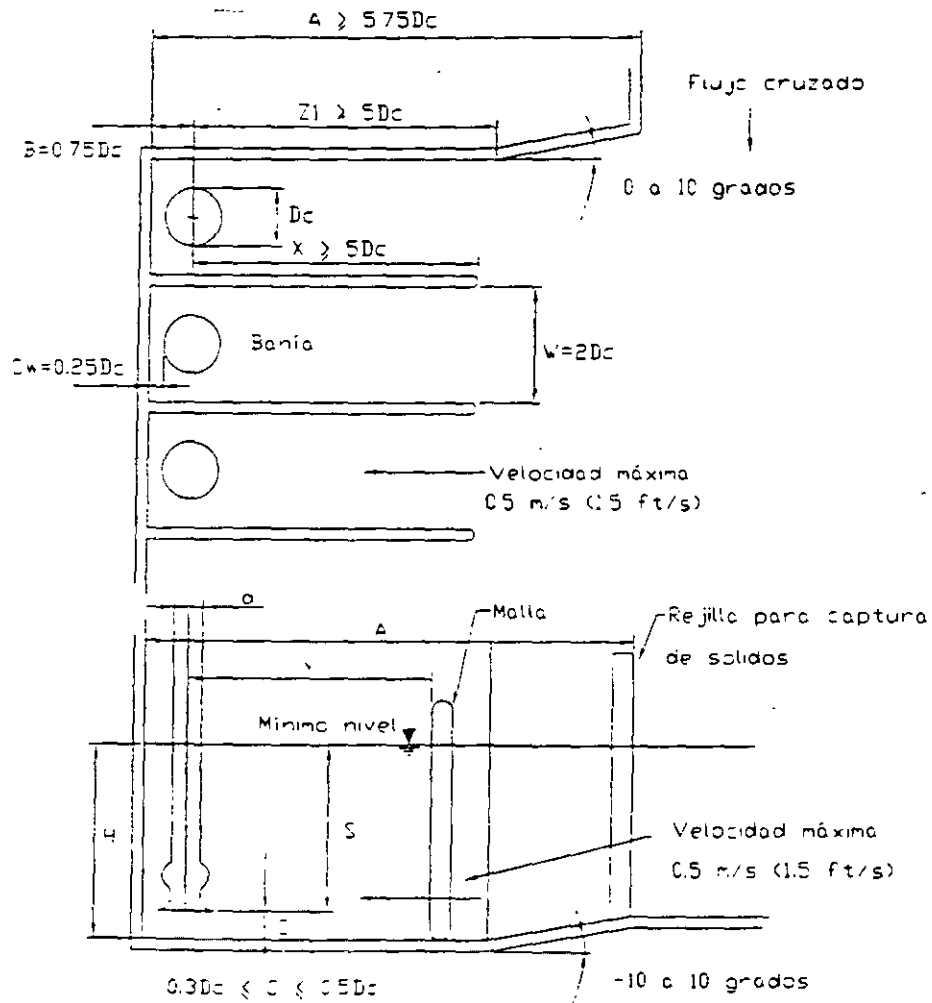
- A distancia a la rejilla para recoger basura
- B distancia del eje de la campana de succión a la pared del fondo del cárcamo
- C separación de la campana de succión del piso del cárcamo
- Cw separación a la pared del cárcamo
- Dc diámetro de la campana de succión
- d diámetro de la tubería de succión
- W ancho de la bahía
- S profundidad de la Campana de succión
- H tirante del cárcamo
- X distancia del eje de la campana al inicio del muro divisorio de cada bahía
- Y distancia mínima libre después de una malla protectora
- Z1 distancia de la contracción de los muros laterales del cárcamo

El ancho de la bahía W, deberá ajustarse, junto con la profundidad del flujo H, de manera que la velocidad de aproximación no exceda nunca 0.5 m/s.

Las dimensiones básicas de un cárcamo rectangular están dadas en la figura 5.1.

El límite máximo recomendable para W es tres veces Dc, sin embargo durante la trayectoria de aproximación del flujo es más susceptible la formar vórtices alrededor de la bomba. Por esta razón, cuando se requiera distanciar el eje de una bomba de la otra, se recomienda colocar un relleno con muros falsos divisorios de cada bahía, forzando al ancho W al doble de Dc como se muestra en la figura 5.2

En algunos casos se utilizan cárcamos de bombeo secos, para alimentar las líneas de succión de bombas horizontales donde sólo la campana de succión queda dentro del cárcamo. En estos casos el arreglo tiene las mismas recomendaciones (cárcamo húmedo) variando el arreglo como se muestra en la figura 5.3


Fig. 5.1 Carcamo rectangular

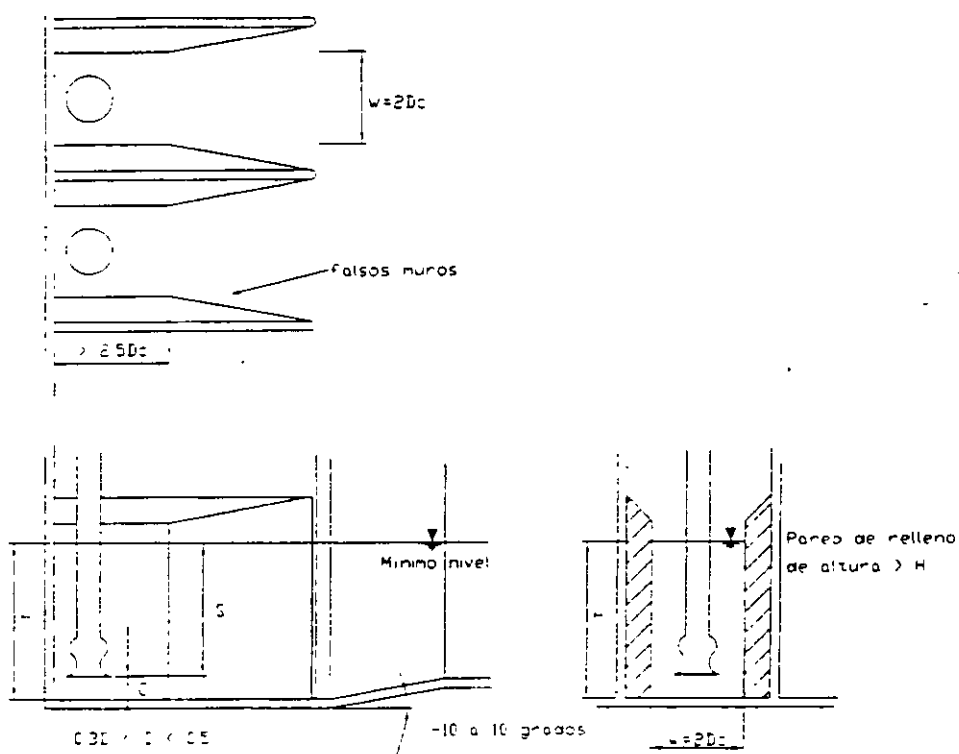
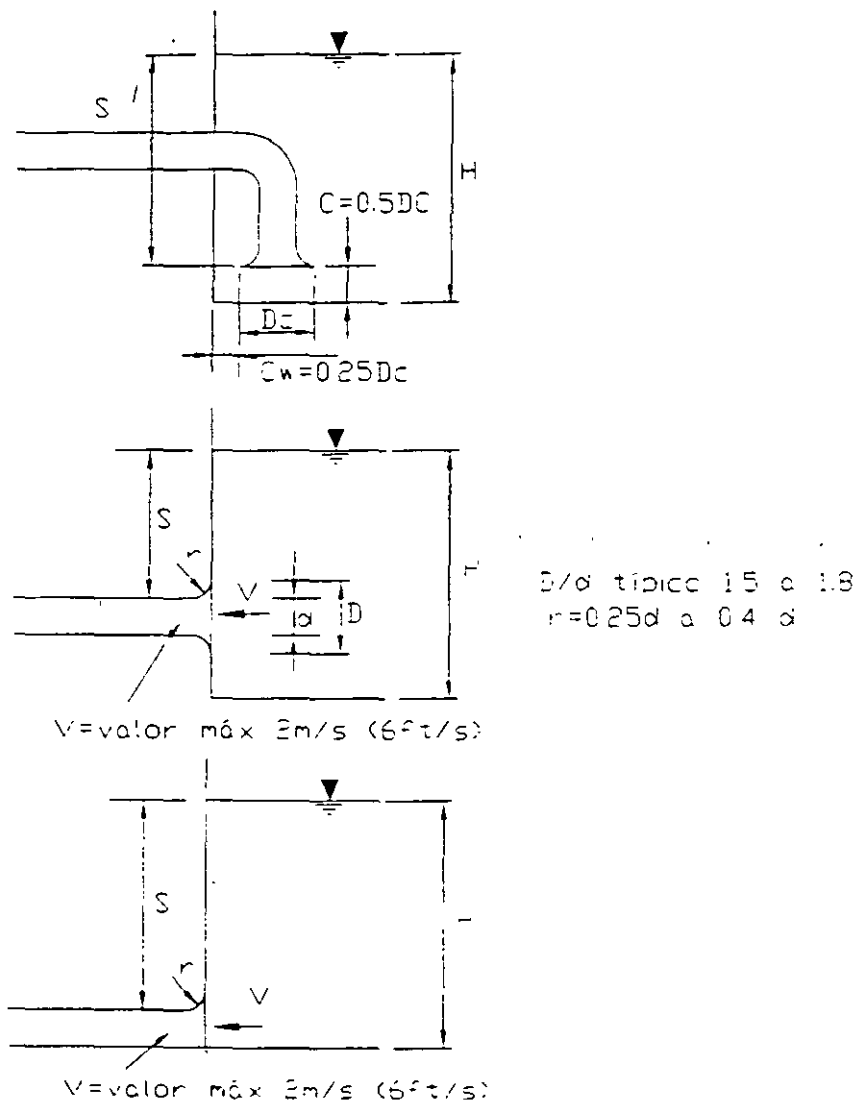


Fig. 5.2 Cárcamo con muros falsos


Fig. 5.3 Cárcamos secos



Cárcamos circulares

Un cárcamo circular puede ser apropiado para muchos tipos y tamaños de estaciones de bombeo, ofreciendo un arreglo compacto que puede resultar atractivo en costos de construcción

Puede ser construido con elementos prefabricados para estaciones pequeñas de bombeo ó mediante cimbras deslizantes.

Las recomendaciones de diseño de cárcamos circulares se han clasificado en dos tipos duplex y tnplex y en secos ó húmedos, dependiendo de las bombas que se van ha instalar. Para cárcamos circulares con cuatro ó más bombas, no se generaliza el diseño, ya que éste puede ser muy complejo, respondiendo a los requerimientos particulares de la instalación y por tanto requerirá de estudio en modelo fisico.

Cuando un cárcamo circular de dos ó tres bombas rebase un caudal de 315 l/s (5000 GPM) por bomba, requerirá la revisión de su funcionamiento mediante modelo fisico.

Las dimensiones básicas de cárcamos circulares duplex o tnplex están dados en las figuras 5 4 y 5 5

Cárcamos tipo trinchera

Estos cárcamos presentan un arreglo de bombas en serie donde la aproximación del flujo se realiza a traves de las primeras bombas, por lo que puede existir influencia entre ellas

Para minimizar este efecto es recomendable instalar un cono debajo de cada campana de succion, diseñar un canal o trinchera de sección compuesta y limitar la velocidad media del flujo a 0.3 m/s (1ft/s) en la sección superior

Las dimensiones básicas para cárcamos tipo trinchera están dadas en la figura 5 6

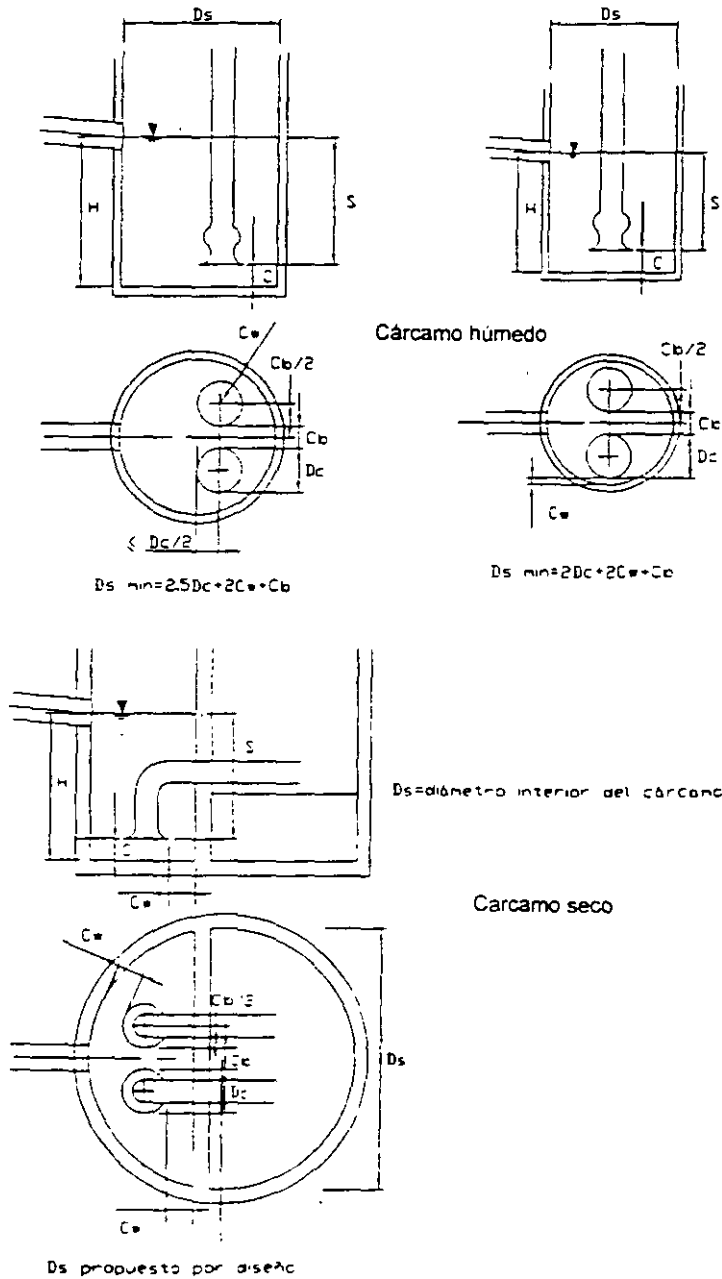
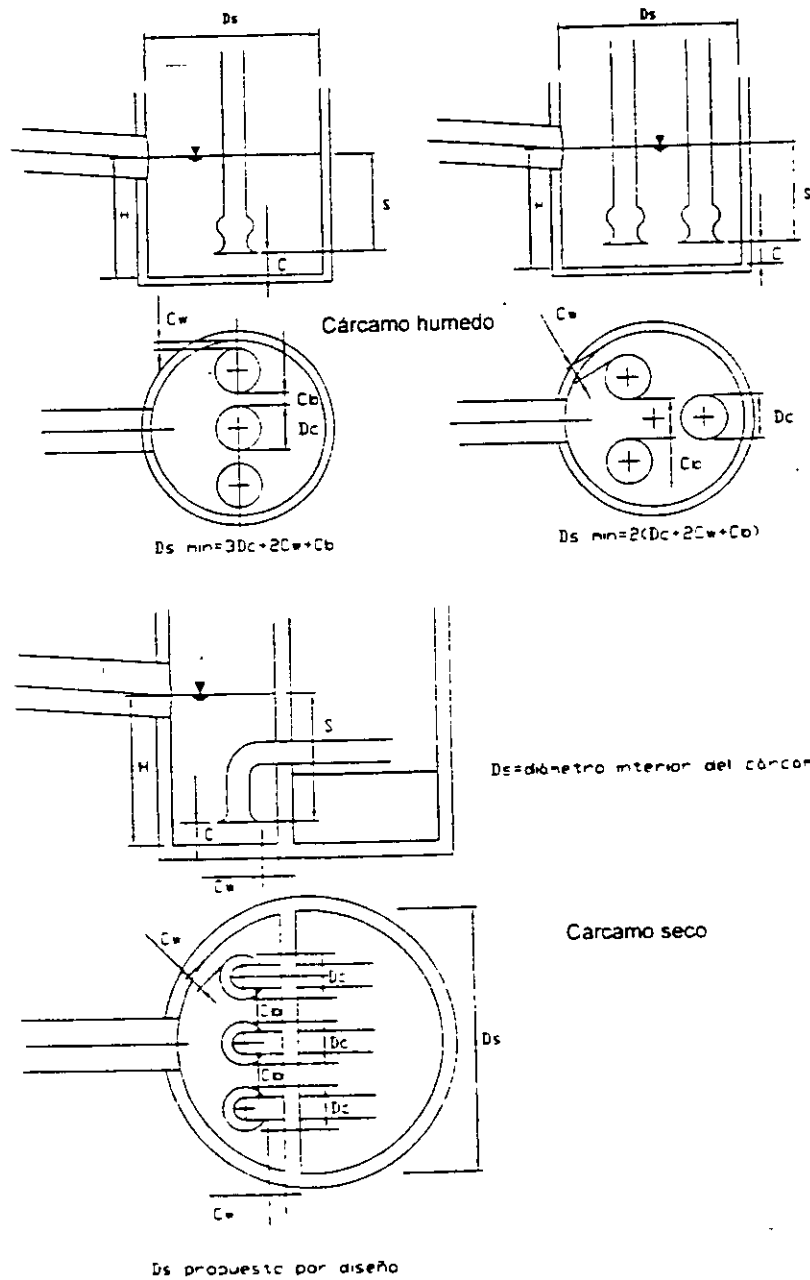


Fig. 5.4 Cárcamo circular duplex


Fig. 5.5 Cárcamo circular triplex

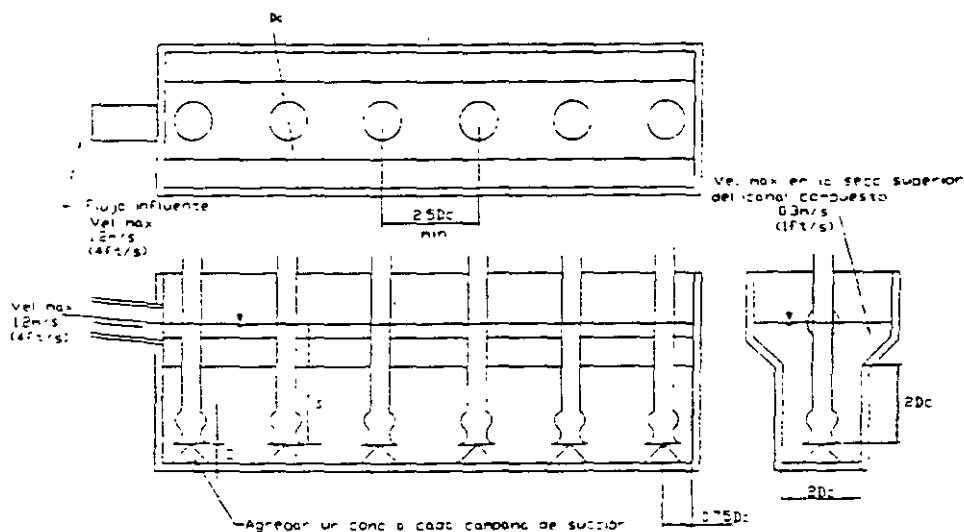


Fig. 5.6 Cárcamo tipo trinchera

Estructuras para tomas con líquidos "no limpios", con contenido de sólidos

Las estructuras que van a manejar líquidos no limpios, con sólidos en suspensión (por ejemplo bombeo de aguas residuales, agua con arena, lodos, etc.) requieren de una consideración especial que consiste en tomar alguna previsión para remover los sólidos que floten y/o los que sedimenten en el interior de la estructura. Además hay que especificar el tipo de sólidos que será bombeado para que el fabricante del equipo de bombeo haga la selección adecuada de materiales, sistema de lubricación, sellos, etc.

Lo anterior implica diseñar cárcamos que contengan medios ó estructuras que permitan la limpieza evitando la acumulación no controlada de material que altere la forma geométrica del cárcamo y por tanto afecten su funcionamiento a corto plazo.

En este caso resulta primordial optimizar el diseño buscando minimizar la acumulación de material sedimentable y por tanto buscar un menor costo de mantenimiento.

Cuando exista la acumulación de sólidos con materia orgánica, puede producirse olor, incrementar la agresividad del líquido por corrosión e inclusive despedir gases tóxicos o combustibles.



En el caso de los cárcamos para manejar aguas negras, hay que evitar que el agua permanezca en el cárcamo el tiempo suficiente para que entre en condiciones sépticas; se recomienda que las aguas negras no permanezcan más de 30 minutos en el cárcamo. Esto presupone la disposición de fuentes auxiliares de energía en previsión de fallas en el suministro normal.

Los cárcamos pueden ser de flujo intermitente debido a las fluctuaciones del flujo de acuerdo con las horas de mayor o menor descarga de aguas residuales. Por tanto, un cierto volumen de regulación es necesario para manejar el agua de acuerdo con niveles de arranque y paro de bombas, teniendo muy en cuenta el tiempo máximo de retención de las aguas negras.

En caso de falla siempre habrá que prever una ventilación adecuada para que no se acumulen gases peligrosos por su toxicidad y poder explosivo.

Existen tomas de ríos que, por las condiciones geológicas de las zonas aguas arriba de la toma, conducen permanentemente grandes cantidades de materia sólida, principalmente limo, arena y grava. En otros casos este material sólido sólo se presenta en época de lluvias. Se requiere construir estructuras que eviten el azolve de la toma y los aditamentos que reduzcan la abrasión en las bombas causada por la arena que viaja en suspensión.

También existe la posibilidad de que en aguas de lagos o esteros de mar vivan organismos que se adhieren fácilmente a las paredes de los conductos y modifiquen el factor de fricción de la conducción. Es conveniente conocerlos y definir el coeficiente de fricción para proyecto. Si la laguna está conectada con el mar este problema es un hecho. Para este caso habrá que tomar en cuenta procedimientos que permitan el mantenimiento programado de la estructura. Tal es el caso de las maniobras de retrolavado y choque térmico en los sistemas de agua de enfriamiento de centrales termoelectricas

Con base en los señalamientos anteriores, un punto clave será buscar un diseño de carcamo que tenga un mínimo de superficies horizontales. Siempre se guiará al flujo hacia la succión de la bomba de manera que los sólidos sean arrastrados y bombeados sin su acumulación.

Los carcamos tipo trinchera y circular, con algunas modificaciones, pueden ofrecer una alternativa de diseño viable.

Las figuras 5.7, 5.8 y 5.9 proporcionan esquemas propuestos por el HI.

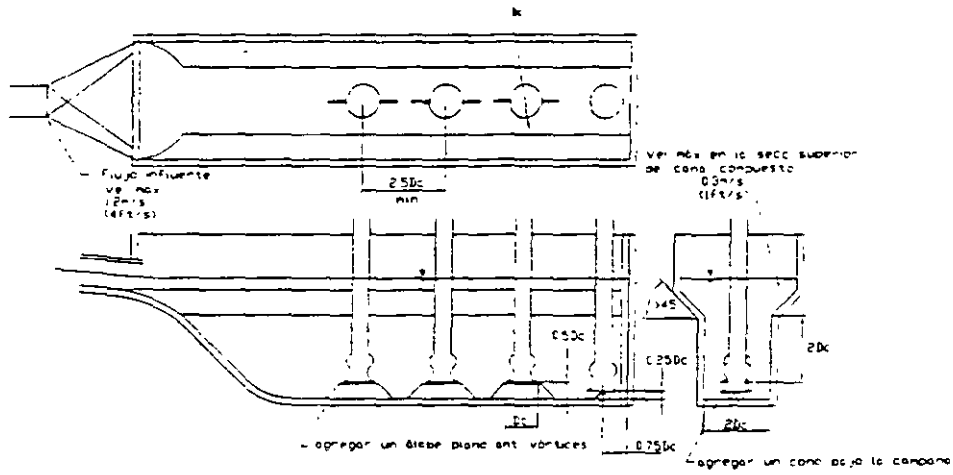


Fig. 5.7 Cárcamo para bombeo de líquidos con contenido de sólidos (trinchera)

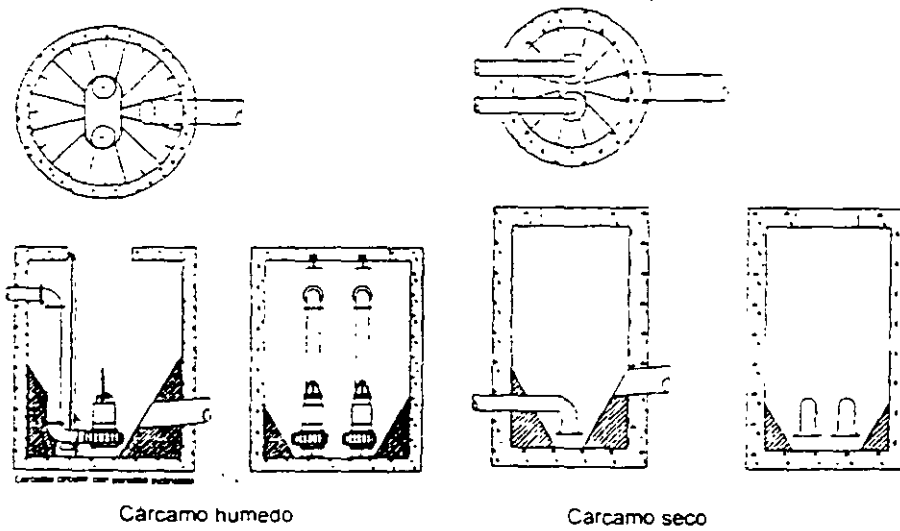


Fig. 5.8 Cárcamo para bombeo de líquidos con contenido de sólidos (circulares)

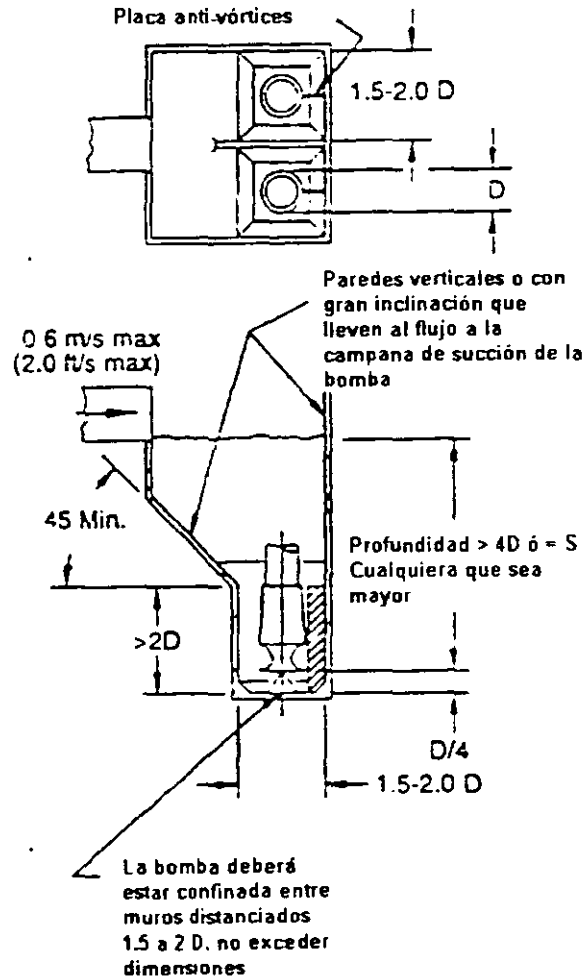


Fig. 5.9 Cárcamo tipo pozo para bombeo de líquidos con contenido de sólidos

6. FLUJO EN TUBERÍAS

En este capítulo se presentan los fundamentos para el cálculo del flujo en tuberías en régimen permanente e incompresible. Estos principios fundamentales se resumen en dos ecuaciones básicas la de continuidad y la de Bernoulli.

6.1 Continuidad

Sea un tubo de sección variable A (vena líquida) por donde circula un fluido con velocidades V . Consideremos un volumen de control limitado por dos fronteras 1 y 2 (ver figura 5.1). Si el estado del flujo es permanente, el gasto másico es constante y está dado por:

$$\rho_1 \cdot A_1 \cdot V_1 = \rho_2 \cdot A_2 \cdot V_2 \quad (1)$$

si el fluido es incompresible la densidad es constante ($\rho_1 = \rho_2 = cte$), entonces:

$$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2 \quad (2)$$

siendo $Q = AV$ el gasto volumétrico

La ecuación (2) se conoce como *ecuación de continuidad* para un flujo permanente e incompresible.

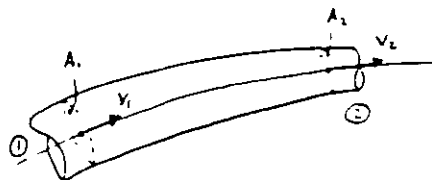


Fig 5.1 Vena líquida

6.2 Ecuación de Bernoulli

La ecuación de Bernoulli expresa el balance de energía a lo largo de una línea de corriente. Para derivarla, se considera un tubo de área de sección muy pequeña a lo largo de la línea de corriente. Se suponen, como ya se dijo, condiciones de estado permanente

Haciendo referencia a la figura 5.2, las fronteras 1 y 2 avanzan en un tiempo unitario las distancias V_1 y V_2 respectivamente. En ese mismo tiempo, las fuerzas

debidas a la presión realizan el trabajo neto $p_1 A_1 V_1 - p_2 A_2 V_2$ el cual debe ser igual a la suma de los incrementos en energía potencial y cinética más la pérdida por fricción en la longitud del tubo por unidad de tiempo, w :

$$p_1 A_1 V_1 - p_2 A_2 V_2 = \gamma_2 A_2 V_2 z_2 - \gamma_1 A_1 V_1 z_1 + \frac{1}{2} (\rho A_2 V_2^2) z_2^2 - \frac{1}{2} (\rho A_1 V_1^2) z_1^2 + w \quad (3)$$

donde γ es el peso específico y ρ la densidad.

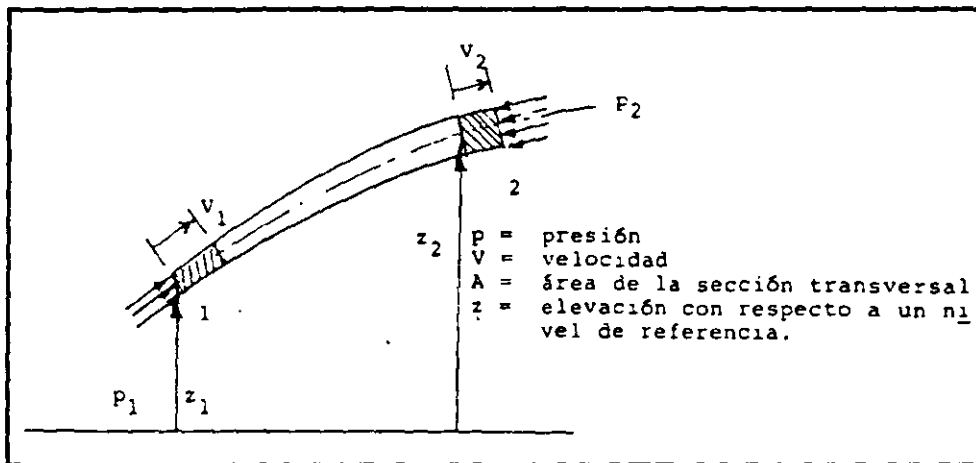


Fig 5.2 Diagrama para la derivación de la ecuación de Bernoulli

Como consecuencia de que los líquidos son prácticamente incompresibles, se tiene que $A_1 V_1 = A_2 V_2$ (ver sección 6.1). Usando esta relación, dividiendo entre $\gamma A_1 V_1$, acomodando términos y recordando que $\rho = \gamma/g$ se obtiene la ecuación de Bernoulli en la siguiente forma

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 + h \quad (4)$$

donde h es la pérdida de energía por unidad de peso del líquido que fluye.

La ecuación anterior es válida estrictamente para una línea de corriente, pero si se integra cada término sobre el área de la sección transversal de un tubo, se obtiene una ecuación de igual forma, excepto que los términos correspondientes a la energía cinética llevan un coeficiente que depende de la distribución de la velocidad en la sección transversal. En ese caso, V representa la velocidad promedio en la sección. Cuando el flujo es laminar (libre de oscilaciones



transversales a la dirección del flujo), $\alpha = 2$. Para flujo turbulento (no laminar), α tiene valores ligeramente mayores a la unidad pudiéndose usar la aproximación $\alpha = 1$.

Si un tramo de tubería incluye una bomba, la ecuación de Bernoulli debe modificarse añadiendo un término, E , que representa la energía hidráulica entregada por la bomba por unidad de peso del líquido que fluye, o sea.

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 - E = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 + h \quad (5)$$

Como caso particular, si las secciones 1 y 2, se toman respectivamente en la succión y descarga de la bomba, $z_1 = z_2$. Suponiendo también que los diámetros de las líneas de succión y de descarga son iguales, $V_1 = V_2$. Además, $h = 0$, pues h representa la pérdida en la tubería, que en este caso no aparece entre las secciones 1 y 2. Por lo tanto,

$$E = \frac{p_2 - p_1}{\gamma} = \frac{\Delta p}{\gamma} \quad (6)$$

6.3 Cálculo de pérdidas en tuberías

Las características del flujo de un líquido en una tubería dependen fuertemente de la importancia relativa de las fuerzas inerciales y viscosas. El número de Reynolds es proporcional a la razón entre estos dos tipos de fuerzas, y se define como:

$$R = \frac{DV\rho}{\mu} \quad (7)$$

donde

- D = diámetro interior de la tubería
- V = velocidad promedio del flujo
- ρ = densidad del fluido
- μ = viscosidad absoluta del fluido

R es adimensional. Las unidades de D , V , ρ y μ deben seleccionarse en forma consistente. Por ejemplo:

- D en cm
- V en cm / seg.
- ρ en gm/cm³
- μ en gm/cm seg (poise)

Para valores pequeños de R (< 2000 aproximadamente), el flujo es laminar. Para $R > 2000$, el flujo se convierte en turbulento. Cabe hacer notar que no existe una transición bien definida.



Para calcular la pérdida, h , en una tubería, se introduce el factor de fricción, f , que se define por medio de la siguiente ecuación:

$$h = f \frac{L V^2}{D 2g} \quad (8)$$

Para flujo laminar se demuestra, por medio de un análisis debido a Poiseuille, que $f=64/R$.

Para flujo turbulento, f depende no solo de R , sino también de la rugosidad relativa del tubo, η / D , donde η representa la altura de las asperezas de la superficie interior del tubo.

Los siguientes son valores representativos de η (en pies) para diferentes materiales:

concreto:	0.001-0.01
hierro gris:	0.00085
acero comercial:	0.00015
tubo estirado en frío	0.000005

Para obtener f en función de R y η / D , generalmente se emplea una gráfica, conocida como diagrama de Moody, figura 5.3.

Cálculo de pérdidas menores

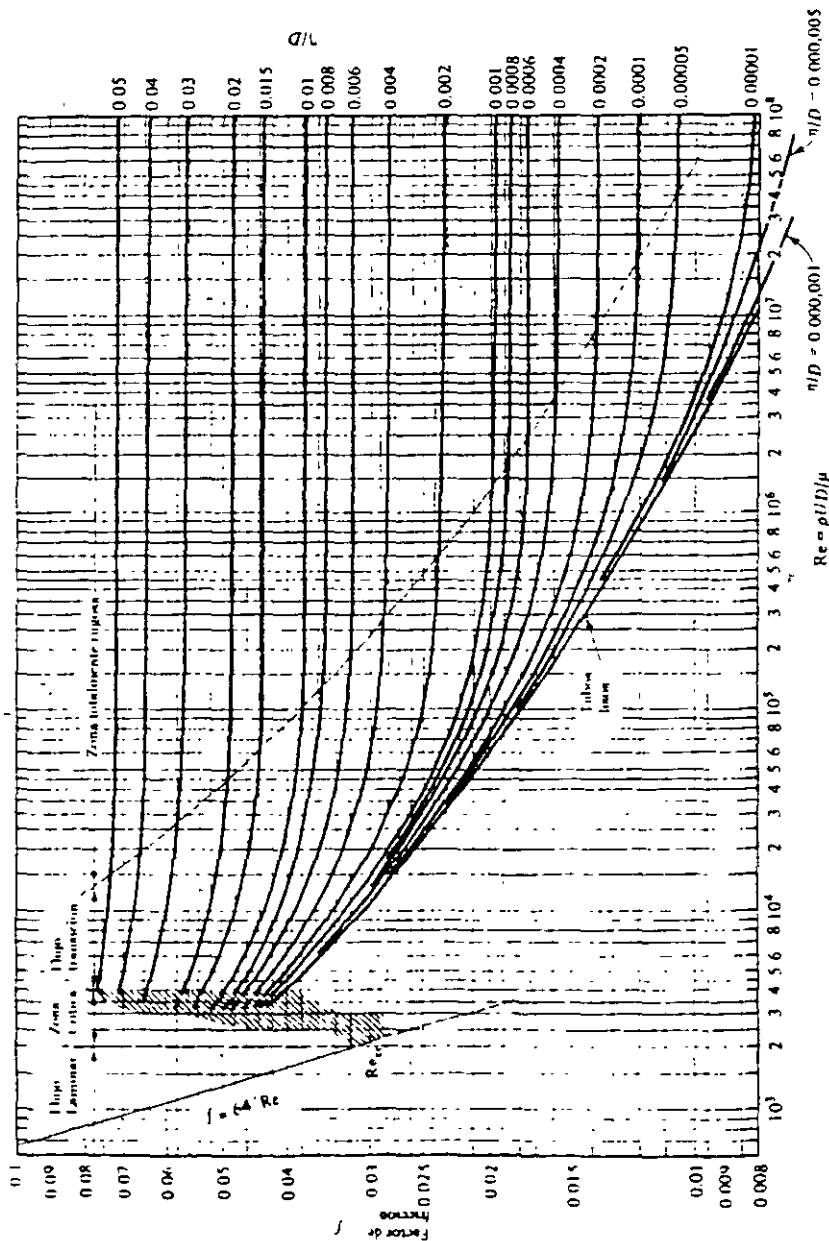
Además de la pérdida por fricción en tramos de tubo, se presentan pérdidas localizadas en conexiones como codos y reducciones, y válvulas, las cuales deben agruparse en el término h . Estas pérdidas se expresan como

$$h = K \frac{V^2}{2g} \quad (9)$$

Para una reducción, el valor de V que se usa en la fórmula anterior corresponde al diámetro más pequeño. En ese caso K varía de 0.5 a 0 cuando la razón de diámetros varía de 0 a 1. En el caso inverso de una expansión, la variación correspondiente de K es de 1 a 0, suponiendo nuevamente que V es la velocidad en el tramo de tubo de menor diámetro.

Los siguientes son algunos valores aproximados de K

CODO, 90°	0.9
CODO, 45°	0.4
VALVULA DE GLOBO	10
VALVULA DE COMPUERTA	0.2


Fig 5.3 Diagrama de Moody

7. OPERACIÓN DE SISTEMAS DE BOMBEO

En los primeros temas del curso se dieron a conocer los aspectos más importantes relativos a la clasificación, la descripción y el funcionamiento de equipos de bombeo. Posteriormente, se abordaron problemas relacionados con la instalación de estos equipos. Finalmente, se presentaron los fundamentos para el cálculo hidráulico en tuberías. Así, el objetivo del presente tema es analizar el funcionamiento de un equipo o estación de bombeo cuando opera contra un sistema hidráulico de conductos a presión.

7.1 Curva del sistema y punto de operación

Una bomba debe ser capaz de entregar el gasto requerido en el sistema hidráulico con la carga que éste impone para ese gasto. El sistema hidráulico está formado por la(s) tubería(s) y accesorios necesarios para llevar el líquido desde la captación hasta el sitio de entrega

La carga total que impone el sistema hidráulico está compuesta por la suma de la carga estática más las pérdidas de carga (ver figura 7.1). Esto es,

$$H_{\text{v}} = H_e + \sum h_f \quad (1)$$

En el caso de bombeos entre dos tanque abiertos a la atmósfera, la carga estática (H_e) representa la diferencia de elevación entre los puntos de captación y entrega. Por ejemplo, en sistemas donde la conducción termina con descarga en forma ahogada, la carga estática es simplemente la diferencia de nivel entre los espejos de agua (ver figura 7.2).

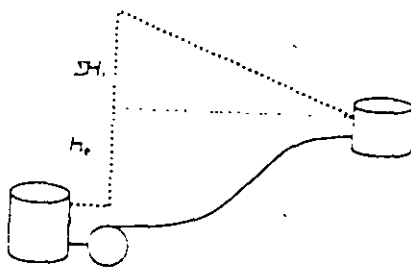


Fig. 7.1 Carga del sistema

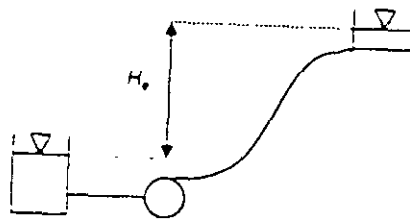


Fig. 7.2 Carga estática

En cambio, si la tubería descarga en forma libre la elevación del punto de entrega será, precisamente, el eje de la tubería de descarga

Para el caso de sistemas donde el bombeo se realiza entre dos tanques presurizados de igual elevación, la carga estática se define como $\Delta p/\gamma$, siendo Δp la diferencia de presión entre los tanques y γ el peso específico del líquido bombeado. Si además la longitud entre los tanques es relativamente corta, las pérdidas de carga son despreciables y la carga de bombeo no varía con el gasto, resultando entonces igual a la estática

Volviendo al caso donde las pérdidas son de consideración, en el tema anterior se mostró que para conductos a presión se dividen en:

- Pérdidas por fricción, dadas por:

$$h_f = f \frac{L V^2}{D 2g} \quad (2)$$

- Pérdidas locales, dadas por:

$$h_L = K \frac{V^2}{2g} \quad (3)$$

Entonces, para un sistema formado por n tubos colocados en serie, la suma de pérdidas de carga estará dada por:

$$\sum h_s = \sum_{i=1}^n \left[h_{f_i} + \sum_{j=1}^m h_{L_j} \right] \quad (4)$$

donde m es el número de accesorios que producen pérdida de carga local en cada uno de los n tramos que forman el sistema.

Sustituyendo (2) y (3) en (4) resulta que:

$$\sum h_s = \sum_{i=1}^n \left[f \frac{L V^2}{D 2g} + \sum_{j=1}^m \left(K \frac{V^2}{2g} \right) \right] \quad (5)$$

Recordando la definición de velocidad media en términos del gasto volumétrico (Q) y del área de sección del tubo (A)

$$V = \frac{Q}{A}$$

puede escribirse la ecuación (5) como:

$$\sum h_i = K_{SIS} \cdot Q^2 \quad (6)$$

siendo

$$K_{SIS} = \sum_{i=1}^n \left\{ \left[f \frac{L}{D} + \sum_{j=1}^m (K_j) \right] \frac{1}{2gA^2} \right\} \quad (7)$$

Finalmente, sustituyendo (6) en (1) resulta que:

$$H_{SIS} = H_e + K_{SIS} \cdot Q^2 \quad (8)$$

La relación entre el gasto en el sistema hidráulico y la carga que es necesario vencer, dada por la ecuación (8), se denomina "curva del sistema" o "curva de la instalación"

Asumiendo que los valores de H_e y del coeficiente de resistencia del sistema K_{SIS} son constantes, la representación gráfica de la ecuación (8) es una parábola como la mostrada en la figura 7.3

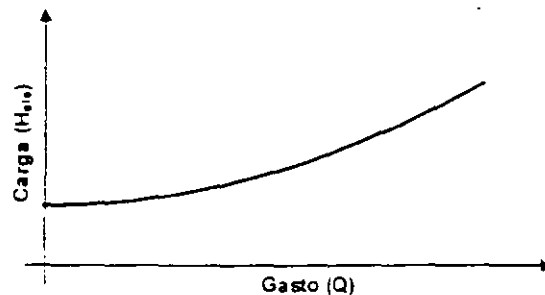


Fig. 7.3 Curva del sistema

Segun la ecuacion (7), K_{SIS} depende del factor de fricción de las tuberías y de la geometría de las mismas (longitudes, diámetros, accesorios, etc.)

En la práctica, es común suponer que el flujo en un sistema de bombeo es francamente turbulento, en cuyo caso los valores del factor de fricción de las tuberías son independientes del Numero de Reynolds y, consecuentemente, constantes

Por otro lado, dada la geometría de un sistema, sólo es posible variar el valor de K_{SIS} si se modifica el grado de apertura o de cierre de las válvulas de control.



Entonces, en general la curva del sistema puede variar por dos razones:

- Variaciones de la carga estática H_e (figura 7.4)
- Variaciones del coeficiente de pérdida local de la(s) válvula(s) de control y con ello de K_{SIS} (figura 7.5)

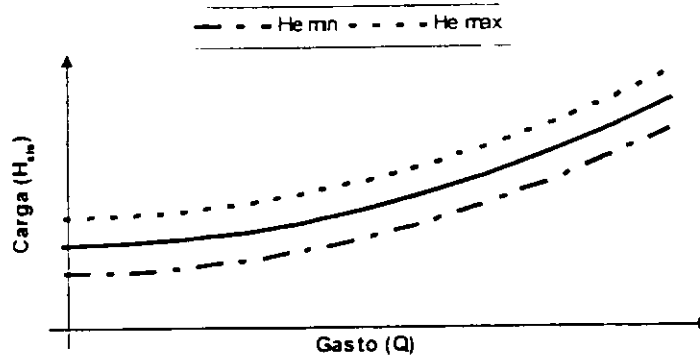


Fig. 7.4 Variación de la curva del sistema con la carga estática (H_e)

Para la carga estática, los valores máximo y mínimo dependen de las variaciones de nivel extremas en los sitios de captación y entrega

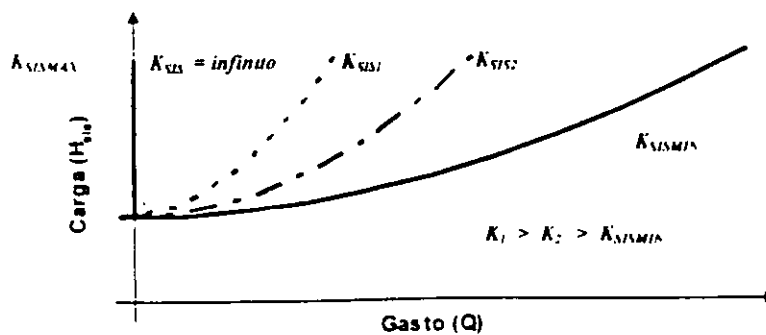


Fig. 7.5 Variación de la curva del sistema con el coeficiente de resistencia K_{SIS}



Para el coeficiente de resistencia del sistema, el valor máximo sería infinito y se presentaría cuando la tubería estuviera totalmente seccionada por alguna válvula. Por su parte, el valor mínimo se produciría cuando la(s) válvula(s) de control del sistema se encontraran totalmente abiertas.

Por otra parte, es importante recordar que el comportamiento de una bomba está descrito por sus curvas características, de entre las cuales descarga la curva carga-gasto, que relaciona caudal que descarga la bomba con la carga dinámica que puede entregar a ese gasto.

A partir de la teoría fundamental de las turbomáquinas se puede demostrar que la carga teórica de la bomba decrece linealmente con el gasto. Sin embargo, en la práctica factores como las pérdidas (volumétricas, hidráulicas y mecánicas) provocan que la carga real de que entrega una bomba varíe con el gasto como se muestra, a manera de ejemplo, en la figura 7.6

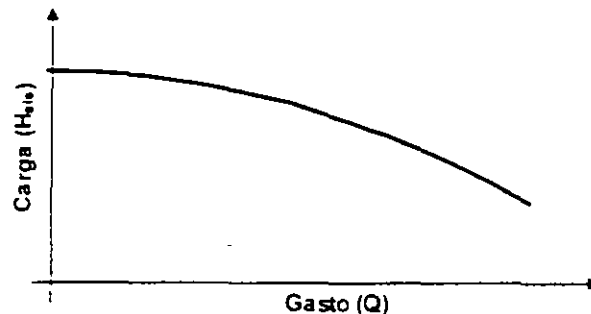


Fig. 7.6 Curva característica (carga-gasto) de una bomba

Finalmente, el funcionamiento de una determinada bomba en un sistema hidráulico dado debe satisfacer en forma simultánea, la curva del sistema y la curva característica de la bomba, lo que gráficamente implica la intersección entre ambas curvas (ver figura 7.7). Dicha intersección se denomina "punto de operación" y al caudal correspondiente se le denomina gasto de operación (Q_{op}).

Para una determinada bomba, el gasto de operación sólo puede cambiar al hacerlo la curva del sistema. Como fue comentado anteriormente, esto puede ser por cambios en la carga estática (figura 7.8) o por la modificación del grado de apertura o cierre de alguna válvula (figura 7.9).

En el primer caso la condición de gasto máximo se presenta para la carga estática mínima ($H_{e\ min}$), mientras que en el segundo caso es el mínimo coeficiente de resistencia ($K_{SIS\ MIN}$) el que impone la condición de máximo gasto

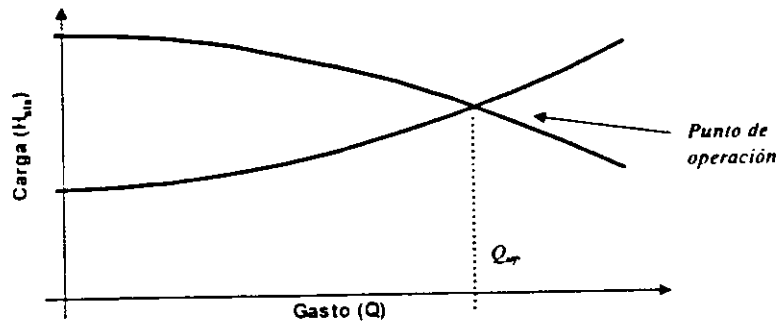
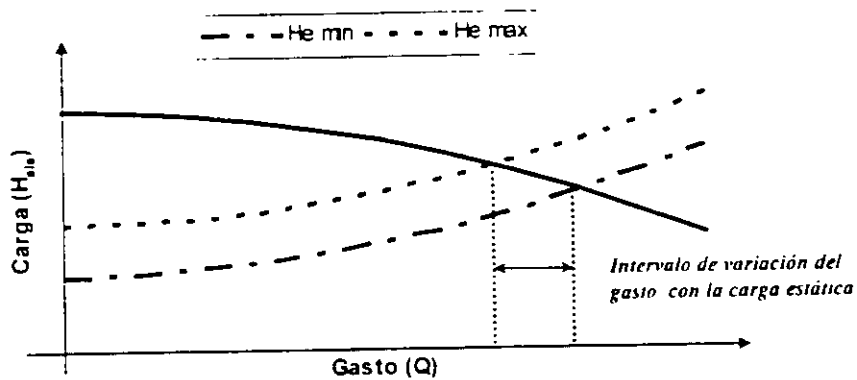
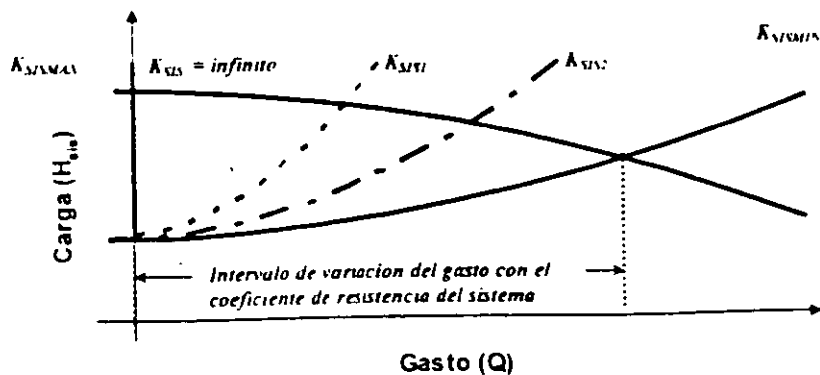


Fig. 7.7 Punto de operación


 Fig. 7.8 Variación del gasto de operación con la carga estática (H_e)

 Fig. 7.9 Variación del gasto de operación con el coeficiente de resistencia ($K_{S/S}$)



Entonces, el gasto en un sistema de bombeo depende de factores que en ocasiones están fuera del alcance del operador del sistema, como puede ser el caso del nivel estático o del factor de fricción de las conducciones. Sin embargo, también depende de elementos, tales como el grado de apertura de una válvula, que en general son maniobrados a partir de la experiencia del personal de operación del sistema.

De cualquier forma, el diseño de sistemas de bombeo debe tomar en cuenta que el gasto bombeado podrá variar desde cero, para K_{SISMAX} e independientemente del valor de H_e , hasta un gasto máximo que se presentara para K_{SISMIN} y $H_{e min}$

Otra consideración muy importante en el diseño de sistemas de bombeo se refiere a la eficiencia con la que operará la bomba. Como es sabido, los valores de esta eficiencia son proporcionados por el fabricante del equipo y dependen del gasto de operación. Normalmente la curva eficiencia-gasto presenta un valor máximo a un determinado caudal, denominado *gasto de diseño* de la bomba.

Luego de lo comentado en los párrafos anteriores es claro que no resulta fácil mantener un gasto fijo en un sistema de bombeo, en realidad, es necesario considerar un intervalo de gastos de operación de tal manera que, en dicho intervalo, la eficiencia se mantenga en valores aceptables.

Entonces, es recomendable que...

- a) El gasto de operación más frecuente del sistema corresponda al gasto de diseño del equipo de bombeo y
- b) Que la curva eficiencia-gasto de la bomba seleccionada sea lo más plana posible dentro del intervalo de gastos de operación

7.2 Operación de sistemas en serie y en paralelo

Con la finalidad de dar flexibilidad y mayor eficiencia a la operación de los sistemas de bombeo, es práctica común diseñarlos para que operen con una o más bombas en forma simultánea. Dependiendo de la forma en que se de el arreglo de las bombas los sistemas pueden ser, *en paralelo o en serie*.

Sistema de Bombas en Paralelo

Cuando el sistema de bombeo cuenta con una *planta o estación* donde se localizan dos o más bombas que comparten un mismo punto de succión y de descarga, se dice que se trata de un sistema de bombas en paralelo. Es muy frecuente que el arreglo sea de "n+1" bombas, lo que denota que el sistema cuenta con "n" bombas para operación normal más una de reserva.

Si la planta tiene instaladas bombas de eje horizontal, es común que tanto la succión como la descarga de las bombas se realicen a un par de tuberías denominadas *múltiples de succión y de descarga* de la planta de bombeo (ver figura 7.10).

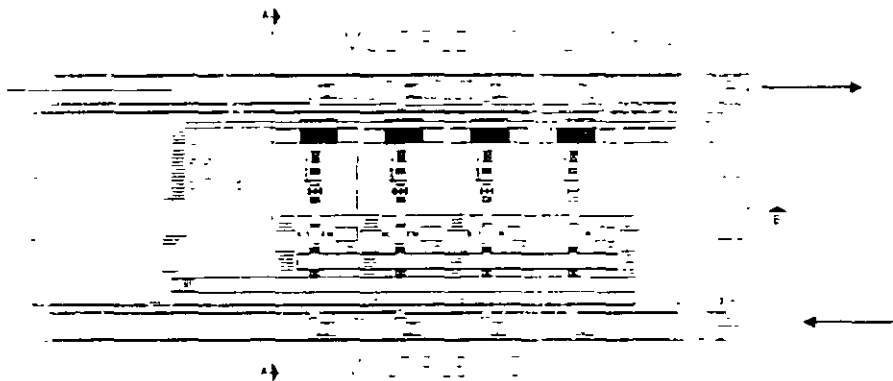


Fig. 7.10 Planta de bombeo con bombas horizontales

Cuando la planta cuenta con bombas de eje vertical normalmente todas ellas toman el agua del mismo *cárcamo de succión* y la entregan a un múltiple de descarga (ver figura 7.11)

Otra variante son las bombas de eje vertical que cuentan con un "bote" o "lata" alrededor de la campana de succión de la bomba, denominadas bombas "autocontenidas". El bote cuenta con una tubería de entrada, normalmente con acoplamiento por medio de bridas, de manera que es posible instalar también en este caso un múltiple de succión

Debido a que todas las bombas comparten la misma zona de succión y de descarga es válido suponer, para fines prácticos, que todas trabajan con la misma carga dinámica (H_B). Además, es muy frecuente que todas las bombas instaladas en la estación sean iguales, por lo que cada una de ellas entregará el mismo gasto (Q^*). Es decir,

$$H_p = cte$$

y

$$Q_m = \sum_{i=1}^m Q_i = m \cdot Q^* \quad (9)$$

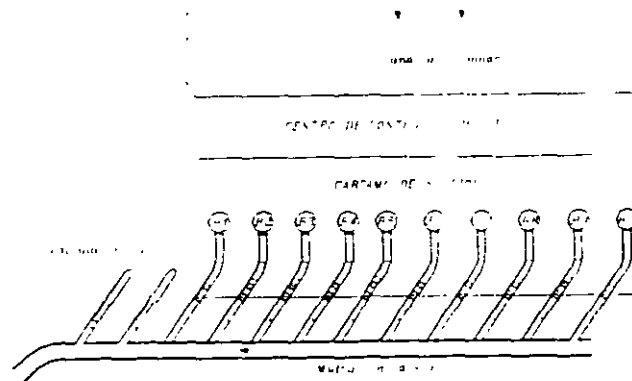
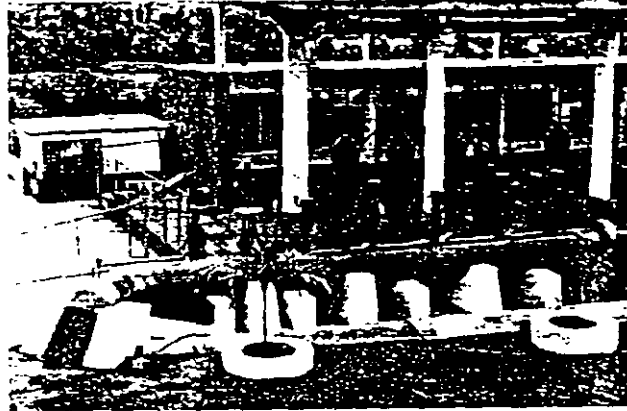


Fig. 7.11 Planta de bombeo con bombas verticales

Entonces, es posible construir la curva carga-gasto equivalente de la planta de bombeo, para la operación simultánea con dos o más bombas instaladas en paralelo, a partir de la curva carga-gasto de una bomba. Dado un número m de bombas en operación sólo es necesario multiplicar el gasto por bomba por el número m

La figura 7.12 muestra, a manera de ejemplo, la construcción de las curvas carga-gasto equivalentes de una planta con tres bombas en paralelo ($n=3$)

Al sobreponer las curvas de la figura 7.12 a la del sistema hidráulico, observamos que habrá una intersección por cada número m de equipos en operación (figura 7.13). Es importante observar que si bien el gasto total crece con dicho número ($Q_{001} < Q_{002} < Q_{003} \dots < Q_{00n}$), el incremento no es proporcional al número de bombas en operación

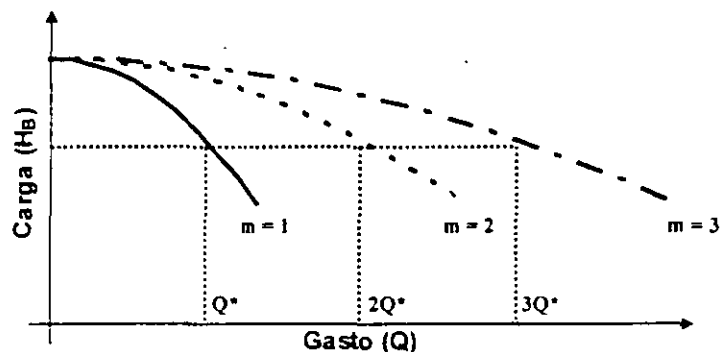


Fig. 7.12 Curvas carga-gasto de una planta con bombas en paralelo

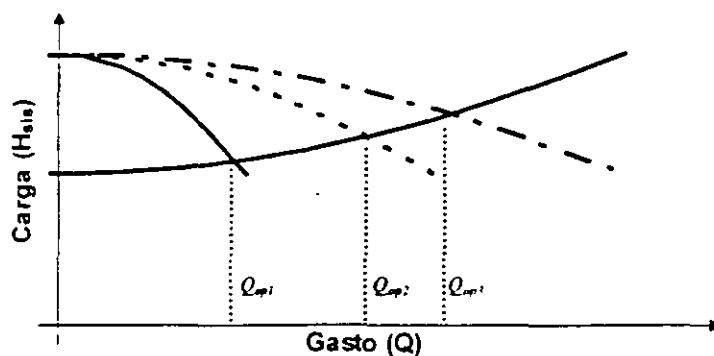


Fig. 7.13 Gastos bombeados al variar el número de equipos en operación

En efecto, como se observa en la figura 7.13, el gasto por equipo de bombeo va disminuyendo con relación al gasto de operación con una sola bomba, es decir:

$$Q_{op1} > Q_{op2}/2 > Q_{op3}/3 > \dots > Q_{opm}/m$$

Debido a este "comentario" del gasto por bomba producido por el aumento del número de equipos en funcionamiento, el gasto de diseño, y por lo tanto el punto de operación a máxima eficiencia, sólo se presenta para un número determinado de bombas operando. Si, por ejemplo, el punto de operación con tres bombas ($m = 3$ en la figura 7.13) correspondiera al punto de máxima eficiencia de las bombas, entonces el gasto de diseño de la bomba debería ser tal que.

$$Q_{diseño} = Q_{op3}/3$$



Lo anterior implicaría que para un número distinto de bombas en operación la eficiencia sería menor. En este sentido, las recomendaciones expuestas al final de la sección anterior son de gran utilidad para mantener los valores de la eficiencia en niveles aceptables.

En instalaciones con equipos de bombeo de gran tamaño, donde las variaciones del punto de operación pueden resultar en cambios muy importantes de la potencia demandada a sus motores, puede resultar justificado que se realice disipación de energía hidráulica en la descarga de la planta de bombeo a fin de llevar los equipos a operar a máxima eficiencia.

Imaginemos nuevamente una planta que cuenta con tres bombas para operación normal ($n=3$) Supongamos además que la curva del sistema mostrada en la figura 7.13 corresponde al mínimo coeficiente de resistencia del sistema (K_{SISMIN}).

Entonces, los gastos Q_{op1} , Q_{op2} y Q_{op3} son los caudales máximos que podrían bombearse con uno, dos y tres equipos, respectivamente.

Si, como fue comentado, seleccionamos una bomba cuyo gasto de diseño se presente cuando operen tres equipos en forma simultánea ($Q_{diseño} = Q_{op3}/3$), los gastos por bomba cuando operen uno o dos equipos serían mayores al gasto de diseño ($Q_{op1} > Q_{op2}/2 > Q_{diseño}$). Esto significa que mediante el cierre de una válvula de control de flujo, instalada en la descarga de la planta de bombeo, es posible llevar los puntos de operación con una y dos bombas a valores proporcionales al gasto de diseño. En la figura 7.14 se muestra que:

$$Q_{diseño} = Q_{op1} = Q_{op2}/2 = Q_{op3}/3$$

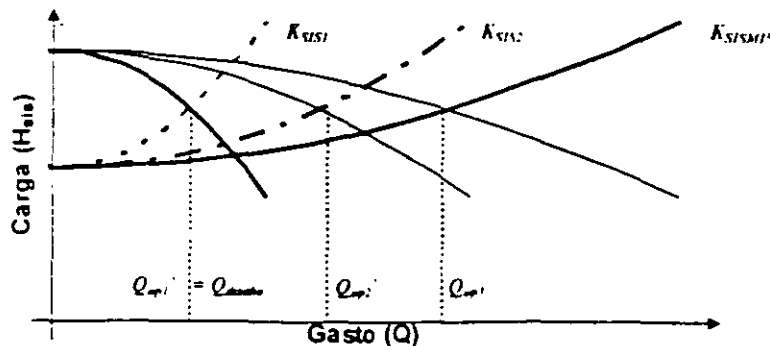


Fig. 7.14 Variación de K_{SIS} para operación al gasto de diseño de las bombas

Además, se observa que

$$K_{SISMIN} < K_{SIS2} < K_{SIS1}$$

En resumen, un sistema con bombas en paralelo puede operar con una válvula de control en la descarga de la planta de bombeo dando gran flexibilidad en la operación del sistema. Permite mantener la carga de diseño en las bombas al hacer que estas trabajen al gasto de diseño, independientemente del número de equipos en operación. La principal desventaja es que el gasto bombeado (múltiplo del gasto de diseño) es menor que el que podría bombearse sin la presencia de la válvula de control y que el seccionar parcialmente el flujo implica disipar la potencia $\Delta p/\gamma \cdot Q = \Delta p Q$, donde Δp es la carga disipada en la válvula.

Evidentemente, la conveniencia de la instalación de una válvula de control debe considerar los aspectos antes señalados a través de un análisis de factibilidad técnica y económica.

La figura 7.15 muestra la válvula de émbolo de paso anular ubicada en la descarga de la planta de bombeo del Acueducto Chapala-Guadalajara. Esta válvula es utilizada para mantener la operación de las bombas lo más cerca posible de las condiciones de diseño, independientemente del número de equipos que se encuentren trabajando.

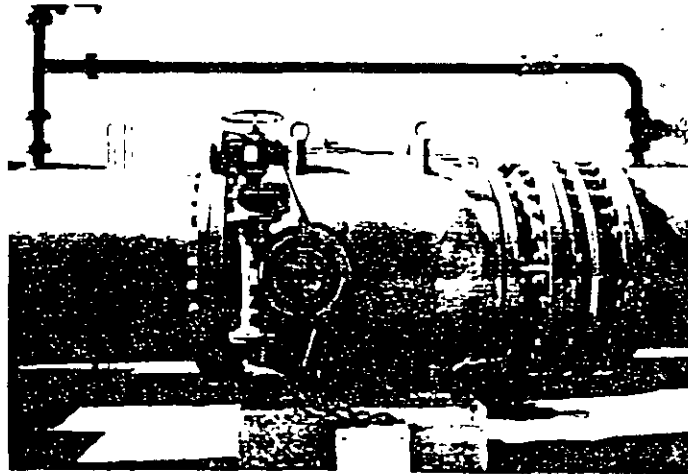


Fig. 7.15 Válvula para control de la operación de una planta de bombeo

Sistema de Bombas en Sene

Se dice que un conjunto de n bombas están conectadas en sene cuando la descarga de una bomba (i) termina en la succión de la siguiente bomba ($i+1$).

Debido al principio de continuidad, sin no existen estructuras de regulación entre las n bombas, todas ellas operan con el mismo gasto, mientras que la carga total que entregan será la suma de las cargas por bomba. Esto es:

$$Q_i = Q = cte \quad y$$

$$H_T = \sum_{i=1}^n H_{H_i} \quad (10)$$

El caso más simple y común de un arreglo de bombas en serie se encuentra en las bombas verticales de vanos "pasos" o etapas de impulsión. Este tipo de bombas son muy utilizadas para la extracción de agua en los pozos profundos y en cárcamos de bombeo. La figura 7.16 muestra como ejemplo una bomba vertical con dos etapas de impulsión.

Igual que en el caso anterior, es posible construir la curva carga-gasto equivalente de una bomba de " n pasos" a partir de la curva carga-gasto de una etapa de impulsión (generalmente las n etapas son iguales). Así, dado un número n de etapas sólo es necesario multiplicar la carga, correspondientes a cada gasto entregado por la bomba, por el número n (ver figura 7.17)

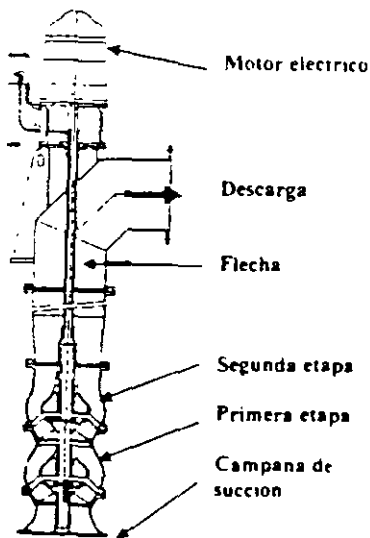


Fig. 7.16 Bomba vertical

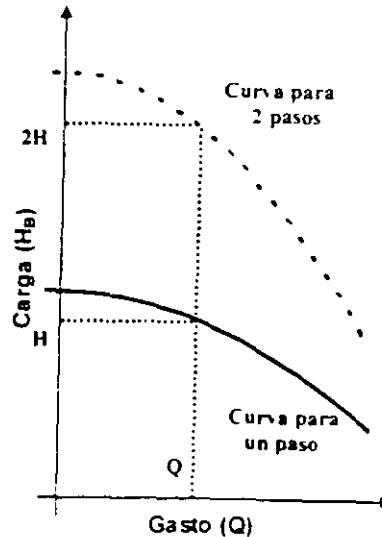


Fig. 7.17 Curva característica equivalente

Normalmente se considera que la eficiencia de la bomba con una etapa es igual a la eficiencia con n pasos. Sin embargo, algunos fabricantes recomiendan reducir la eficiencia entre uno y dos pasos porcentuales por cada etapa adicional.

Otro caso donde se presenta el arreglo de bombas en serie es cuando se requiere de bombas de apoyo o "booster" en la succión de la bomba principal. Este arreglo se utiliza para incrementar la carga de la bomba principal o para evitar problemas de cavitación por baja presión en la succión de la misma. En este caso las curvas carga-gasto de cada equipo son diferentes, pero la curva equivalente también se obtiene sumando la carga que entrega, para un cierto gasto, cada bomba

Cuando se trata de sistemas de bombeo donde se tiene una gran carga a vencer, no es conveniente instalar las n etapas de bombeo requeridas al inicio de la conducción, principalmente por que ello implicaría que desde el inicio la conducción la tubería tuviera resistencia suficiente para soportar la carga requerida. En cambio, es recomendable que las n etapas (o plantas de bombeo) se distribuyan a lo largo de la conducción buscando, de ser posible, que todas ellas operen con la misma carga. Esto último para facilitar el mantenimiento de los equipos.

Para dar mayor flexibilidad a la operación de los grandes sistemas, es conveniente construir tanques de regulación entre las plantas de bombeo, evitando conectar directamente la línea descarga de una planta a la succión de la siguiente (figura 7.18). Normalmente estos tanques se construyen lo más cerca posible de la entrada a una planta de bombeo, por lo que reciben comúnmente el nombre de tanque de succión o de sumergencia.

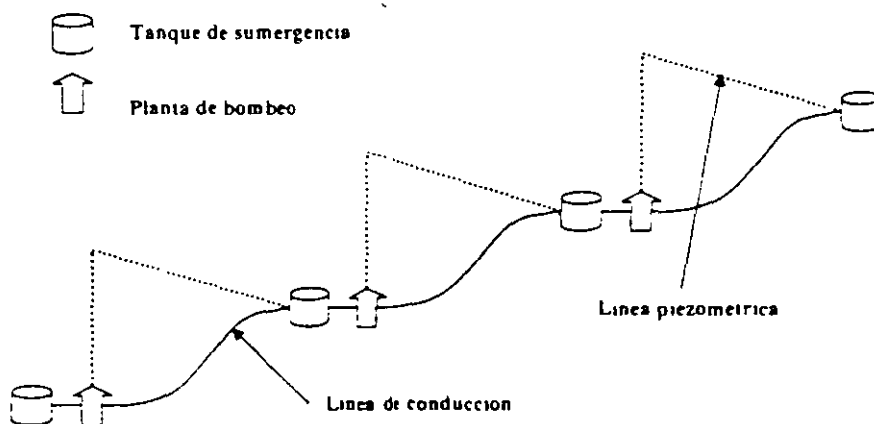


Fig. 7.18 Sistema de plantas de bombeo en serie



Desde el punto de vista del análisis y la operación hidráulica, la instalación de tanques de sumergencia permite que el funcionamiento en flujo establecido de cada planta de bombeo pueda considerarse en forma independiente, pero deberá verificarse que, para todo el sistema, se cumpla ecuación (10).

La capacidad de regulación de los tanques de sumergencia depende, por un lado, del caudal total y del número de equipos por planta y, por otro lado, del tiempo de respuesta entre las maniobras de paro y arranque de equipos entre plantas de bombeo. Estos tiempos pueden ser del orden de 30 minutos si las maniobras se coordinan mediante radio comunicación o menores si se cuenta con un sistema de control supervisorio que automatice las maniobras de arranque y paro



8. PROCEDIMIENTOS DE SELECCIÓN

La secuencia para la obtención de un sistema de bombeo, después de la decisión inicial de que un equipo de bombeo es requerido para un sistema y culminando con la compra del equipo, puede dividirse en los siguientes pasos generales:

- INGENIERIA DE LOS REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA
- SELECCIÓN DE LA BOMBA Y ACCIONAMIENTO
- ESPECIFICACION DE LA BOMBA
- OFERTAS Y NEGOCIACIONES
- EVALUACION DE OFERTAS
- COMPRA DE LA BOMBA SELECCIONADA

En el proceso de especificar un equipo de bombeo, la intervención del ingeniero es necesaria para determinar los requerimientos del sistema, para la selección del tipo de bomba, para escribir las especificaciones de la bomba y para desarrollar toda la información y datos necesarios para definir el equipo al proveedor.

Una vez completa esta fase de trabajo, el ingeniero está listo para dar los pasos necesarios para la compra del equipo. Estos pasos incluyen publicar las especificaciones para las ofertas, la evaluación de la oferta, el análisis de las condiciones de compra, la selección del proveedor y proporcionar todos los datos necesarios para la emisión de una orden de compra

INGENIERIA DE LOS REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

Tipo de fluido. Uno de los primeros pasos para la definición de un equipo de bombeo es el determinar los datos físicos y químicos del fluido a manejar, tales como viscosidad, densidad, si es corrosivo, propiedades lubricantes, estabilidad química, si es volátil y la cantidad de partículas suspendidas. Dependiendo del proceso y el sistema, algunas de estas propiedades pueden tener una influencia importante en el diseño del sistema y de la bomba; por ejemplo el grado de corrosividad del fluido influirá en la selección de los materiales de construcción; si el fluido contiene sólidos en suspensión, se deberán considerar materiales resistentes a la abrasión en la construcción de la bomba y un sello para bomba adecuado

La influencia de algunos parámetros como temperatura, presión y tiempo sobre las propiedades del fluido también deben considerarse.

Curva de pérdidas del sistema. El ingeniero debe tener un concepto claro del sistema en el que la bomba va a operar. Se deberá hacer un diseño preliminar del sistema incluyendo un "layout" del equipo y un diagrama de la tubería y la instrumentación mostrando las diversas vías del flujo, su tamaño y longitud



preliminar, la elevación de los componentes del sistema, y todas las válvulas, accesorios, etc., que conformen las pérdidas de presión en el sistema.

El ingeniero entonces puede determinar las trayectorias del flujo, las cantidades del flujo, las presiones y las temperaturas a diferentes condiciones de operación del sistema y calcular el tamaño y recorrido de la tubería.

Con esta información, el ingeniero puede desarrollar las curvas de comportamiento del sistema, que muestran la relación gráfica entre el flujo y las pérdidas hidráulicas en la tubería del sistema.

Dado que las pérdidas hidráulicas son una función de la cantidad del flujo, del tamaño de la tubería y "layout", cada paso de flujo tendrá su propia curva característica.

Cuando se especifiquen las características de la bomba se debe poner especial cuidado en contabilizar cada curva característica de cada paso de flujo suministrado por la bomba. En la especificación de la bomba, es conveniente adicionar el efecto de la presión estática y las diferencias de elevación a la curva de comportamiento del sistema para formar una curva de comportamiento del sistema combinada.

La curva resultante mostrará la presión total requerida por la bomba, para vencer la resistencia del sistema. La presión de descarga de la bomba debe ser igual o mayor que la curva combinada del sistema en todos los puntos de operación esperados y todos los pasos de flujo que se espere la bomba suministre.

Modos de operación. El modo de operación de un sistema es una consideración importante cuando se especifica una bomba. ¿La operación es continua o intermitente? El flujo y la presión, ¿son constantes o fluctuantes? Estas y otras cuestiones influyen en decisiones tales como número de bombas y sus capacidades

Márgenes. Las bombas se especifican frecuentemente con un margen arriba de la capacidad requerida, para que la bomba pueda sobrellevar variaciones transitorias en el sistema sin detrimento de su función. Algunas variaciones considerables con frecuencia en el diseño, son las fluctuaciones de la presión y la temperatura, bajas en el voltaje y la frecuencia y otras. La capacidad de la bomba que se va a comprar no debe exceder del 15 o 20 % sobre los requerimientos. Un margen excesivo en la capacidad de la bomba, puede llevar a una operación fuera de lo recomendado por el fabricante.

Desgaste. El desgaste es un factor que siempre esta presente en el diseño de un equipo y sistema de bombeo. Ningún material que maneje fluidos o usado en superficies en contacto y en movimiento está libre de desgaste; por lo que las características de operación del sistema y de la bomba cambiarán con el desgaste conforme el tiempo el tiempo que pase. El ingeniero debe estimar el



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



desgaste en la vida de la planta y dar los márgenes adecuados en los parámetros del sistema de tal modo que la bomba pueda proveer el flujo esperado hasta el final de la vida del equipo.

SELECCIÓN DE LA BOMBA Y ACCIONAMIENTO

En la selección de la clase y tipo de una bomba influyen algunos factores como son: requerimientos del sistema, características del fluido, vida útil requerida, costo de consumo de energía, normas y materiales de construcción.

Básicamente una bomba debe cumplir las siguientes funciones 1) entregar un gasto en un tiempo determinado y 2) vencer la resistencia. (presión) impuesta por el sistema proporcionando el gasto requerido.

9. INSTALACIÓN, ALINEACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

El buen funcionamiento y larga vida de la bomba depende primordialmente de una instalación y mantenimiento adecuados.

Localización de la bomba

La bomba debe ser localizada lo más cerca posible a la fuente de suministro de liquido de tal manera de que la pérdida estática de succión sea mínima y la tubería de succión lo más directa y corta. Es importante considerar el espacio necesario para poder llevar a cabo su inspección durante la operación y el mantenimiento

Cimentación

La cimentación debe ser lo suficientemente pesada para absorber cualquier vibración y soportar en forma permanente la base del equipo. Una cimentación de concreto en terreno firme es satisfactoria.

Alineamiento

Cuando la unidad completa es ensamblada en la fábrica y montada en una base, ésta se alinea antes de embarcarse. Sin embargo todas las bases son flexibles por lo que resulta necesario verificar la alineación después de haber nivelado el equipo en la cimentación y otra vez después de haber colocado y apretado los tornillos de anclaje. También debe verificarse después de conectar la unidad a las tuberías y periódicamente siguiendo el procedimiento mencionado más adelante

Hay dos tipos de desalineamiento entre la flecha de la bomba y la del accionamiento

- Desalineamiento angular: Flechas con ejes concéntricos pero no paralelos
- Desalineamiento axial: Flechas con ejes paralelos pero no concéntricos

Antes de alinear el equipo se debe nivelar. Para nivelar la unidad, bomba-accionamiento-base sobre la cimentación, las dos unidades del copie deben ser desconectadas y no deben ser conectadas hasta que todas las operaciones de alineamiento hayan sido terminadas. La base debe soportarse sobre bloques de metal rectangulares ó cuñas

Estos bloques deben ser colocados cerca de los tornillos de anclaje y deben ajustarse hasta lograr que la bomba y el accionamiento estén nivelados.

Las herramientas necesarias para obtener un alineamiento aproximado son una regla y calibrador de lanas.



El alineamiento angular se realiza insertando el calibrador de lanas en cuatro puntos espaciados 90 grados alrededor del cople entre las caras y comparando la distancia.

La unidad estará alineada angularmente cuando la distancia entre las dos caras sea igual en todos los puntos.

El alineamiento axial se realiza colocando una regla a través de la periferia de las dos partes del cople en el punto superior, inferior y en cada uno de los lados.

La unidad estará alineada axialmente cuando la regla descanse perfectamente sobre las dos partes del cople en todos los puntos.

El desalineamiento angular y axial son corregidos con lanas bajo los apoyos del motor. Después de cada cambio es necesario recheckar el alineamiento de las partes del cople.

Otro método de alinear con precisión es utilizando un indicador de carátula. En este método primero se checa el alineamiento con la regla y el calibrador de lanas, con la mayor precisión posible.

Se fija el indicador a la parte del cople de la bomba, con la punta del indicador descansando sobre la periferia de la otra parte del cople. Se ajusta el indicador en cero y se marca con el gis el punto donde la punta del indicador descansa. Para checar cualquier punto se da vueltas a las dos flechas del mismo ángulo de tal manera que la marca del gis coincida con la punta del indicador.

Las lecturas del indicador indicarán hacia donde se debe mover el accionamiento. Después de cada movimiento se debe checar que las caras del cople se mantengan paralelas.

Tuberías

Las tuberías de succión y de descarga deben ser soportadas independientemente cerca de la bomba de tal manera que no transmitan esfuerzo a la carcasa de la bomba al ser acopiadas.

Se debe tener cuidado de que no existan materiales extraños en las tuberías antes de acopiarlas a la bomba.

Tuberías de succión

La tubería de succión debe ser tan directa y corta como sea posible y por lo menos una medida mayor que la conexión de la bomba, excepto cuando la línea de succión no debe permitir la entrada de aire, ni la formación de bolsas de aire.



Válvula de alivio

Para proteger la bomba y el sistema de tuberías contra presiones excesivas cuando la descarga es estrangulada se debe usar una válvula de alivio. El puerto del retorno de la válvula se debe conectar al depósito de suministro o tan cerca como sea posible.

Rotación del motor

La rotación de la bomba es en el sentido de las manecillas del reloj (salvo que se indique lo contrario) vista desde el cople. La rotación del motor se debe verificar con el acoplamiento desconectado.

Puesta en marcha

Antes de poner en marcha la bomba se recomienda introducir algo de líquido en la descarga de la bomba para asegurar que el elemento rotativo no está seco.



10. MANEJO DE AGUAS RESIDUALES

Una estación de bombeo para aguas residuales, consiste en una obra de ingeniería con instalaciones especiales para recibir un cierto volumen de aguas residuales que se concentran en ella, y mediante un equipo de bombeo se llevan a una distancia o una altura determinada por encima del nivel de la estación.

10.1 Necesidad de bombeo

La necesidad de bombeo del agua viene dado por las condiciones topográficas y por transportar las aguas residuales de un punto a otro, entre los que no existe la necesaria diferencia de cotas para que pueda realizarse el recorrido por gravedad.

Esta necesidad de bombeo puede presentarse en los siguientes casos:

- Incorporación de aguas residuales de un punto bajo al colector.
- Entre tramos de las alcantarillas, de ellas a colectores o al emisor.
- Cuando se requiere dar cierta carga hidráulica a las aguas residuales para que puedan manejarse adecuadamente en la planta de tratamiento.
- En un desagüe de la planta de tratamiento hacia el cauce receptor. En forma continua si el nivel del cauce receptor está siempre a una cota mas alta, o en forma intermitente, cuando en algunas épocas del año dicho nivel se eleva.

En las alternativas de solución no olvidar que una estación de bombeo presenta los siguientes inconvenientes, costo de la instalación, gasto de energía y riesgo de inundación cuando no se dispone de altura suficiente para instalar una desviación del gasto. Por razones económicas debe procurarse, siempre que sea posible, evitar la construcción de este tipo de obra.

La estación de bombeo, en su sentido más general está formada por los siguientes elementos, que en el respectivo estudio deben definirse y justificarse:

Equipo

- Bombas (motor e impulsor), controles eléctricos.

Edificación

- Oficinas, servicios generales, bodegas, talleres, caseta de vigilancia.

Depósitos de agua

- Tanque regulador de succión (cárcamo), canales.

Instalaciones

- Destinados a proteger las bombas, conductos de succión, eléctricos e hidráulicos



10.2 Recomendaciones para las estaciones de bombeo

Es importante que la ubicación de una estación de bombeo se seleccione sólo después de realizar estudios extensos y detallados de las necesidades actuales y futuras del área que será servida por el sistema, de los factores económicos del diseño del sistema, de la ubicación de la estación y del impacto en el ambiente local.

Se dará cuidadosa atención, especialmente en áreas no desarrolladas o parcialmente urbanizadas, al crecimiento futuro probable debido a que la ubicación de la estación de bombas, determinará en muchos casos, el desarrollo completo del área. La parte estética también influirá en la selección del sitio en forma tal que la ubicación de la estación no afecte adversamente el área vecina.

Los detalles que deben considerarse durante la ubicación de una estación de bombeo, incluye las condiciones del sitio, dueños del terreno, drenaje del terreno y de la localidad, patrones de tránsito, accesibilidad para vehículos, disponibilidad de servicios comunales tales como: energía eléctrica (voltaje y carga), agua potable, protección contra incendios y teléfono.

La selección final de la ubicación debe ser el resultado del balance adecuado de las necesidades técnicas, económicas y ambientales.

En relación con la construcción de las estaciones se sugieren las siguientes recomendaciones.

- El edificio de bombas deberá emplazarse fuera de la zona de avenidas extraordinarias o debidamente protegido para evitar la entrada del agua en el mismo.
- Se dispondrá en la entrada a la cámara de toma, una rejilla que retenga las impurezas gruesas en función de la tubería de aspiración y la capacidad de la bomba.
- Los conductos de succión, contruidos generalmente en hierro o en acero, estarán provistos de la correspondiente válvula de pie y accesorios necesarios para acomodar su sección al orificio de la bomba.
- El edificio destinado a proteger las bombas deberá ser de fácil acceso, bien iluminado, bien aireado y con espacio suficiente de modo que se pueda circular libremente alrededor de los equipos. Se construirá, en un nivel superior al de la máxima cota alcanzada por la capa freática.
- Para evitar las posibles consecuencias debidas a las vibraciones de las máquinas se tomarán en cuenta, tanto en el proyecto como en la construcción, las obras de aislamiento del equipo motor y del terreno.
- Si el caudal o gasto es pequeño y los equipos de poco volumen, éstos podrán ubicarse en pozos registros del colector.
- Las estaciones enterradas serán de material impermeable, sus paredes interiores y pavimentos serán lisos y lavables. Las canaletas que en el suelo



servan de paso a las líneas eléctricas o tuberías, se cubrirán con chapa estriada o rejilla de celdas de aluminio.

- Las puertas serán de amplitud suficiente para dar paso a las piezas de mayor tamaño. En caso contrario se preverán salidas especiales.
- Se instalarán puentes-grúa para el manejo de las piezas en las instalaciones cuyo tamaño o importancia así lo requieran.

10.3 Características de los cárcamos

Un cárcamo de bombeo consiste en un tanque que almacena la suficiente cantidad de agua para ser extraída con un determinado equipo de bombeo. De aquí que el diseño de los cárcamos está en función del tipo de bomba a utilizar y de la curva de caudal contra tiempo.

Se han desarrollado métodos para determinar el volumen requerido del cárcamo. Con esto se pretende que el ciclo de bombeo (tiempo con bomba en operación más tiempo con bomba sin extracción) tenga una duración mayor que el tiempo mínimo recomendado por los fabricantes para evitar que una bomba o un sistema de bombas tengan fallas por sobrecarga en el sistema de arranque. Sin embargo, aunque desde el punto de vista mecánico sea preferible operar las bombas por periodos largos, tiempos grandes de retención hidráulica no permiten el mantenimiento de las condiciones aerobias en las aguas residuales.

CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO

1. Se buscará por una parte que el tiempo de un ciclo de bombeo entre arranques consecutivos, o entre incrementos de velocidad de una bomba no sean demasiado frecuentes para evitar que ocasione fallas por sobrecarga del sistema de arranque, y por otra parte que no sea tan grande como para causar problemas de septicidad.
2. Aunque la retención hidráulica en el cárcamo se basa en los caudales medios, los gastos mínimos y máximos determinarán el tamaño del cárcamo.
3. Se deben obtener resultados favorables para cualquier combinación de gastos influentes y de bombeo.
4. Para bombas grandes el tiempo de un ciclo de trabajo no deberá ser menor de 20 minutos, mientras que para bombas más pequeñas el tiempo de un ciclo hidráulico puede reducirse hasta 10 minutos.
5. Se recomienda que el máximo tiempo de retención hidráulica en el cárcamo no sea mayor de 2 horas y de preferencia se deben tener tiempos menores de 30 minutos.
6. No existe un método único para dimensionar los cárcamos que sea aplicable a todas las condiciones que se pueden presentar.



7. Cuando están al final del drenaje, las bombas deben tener capacidad suficiente para absorber los cambios en los caudales recibidos del influente.
8. Cuando se trata de un cárcamo pequeño, en la práctica se considera suficiente tener un volumen igual a dos veces el gasto máximo del influente en litros por minuto, solamente para proteger el equipo de arranque de un sobrecalentamiento y fallas causadas por paros e inicios demasiado frecuentes.
9. En las grandes instalaciones la capacidad efectiva del cárcamo húmedo es conveniente que no exceda de 10 minutos del gasto promedio en 24 horas, no es conveniente que el cárcamo sea muy grande porque se tienen problemas de operación y mantenimiento (se deposita material arenoso y orgánico en exceso y aumenta la cantidad de grasas y otras sustancias en los muros laterales y la superficie.
10. Los cárcamos pueden ser estrechos, pero no menores de 1.2 metros para tener un rápido acceso y cuando a operación continua es muy importante, es conveniente dividir el cárcamo en dos secciones, apropiadamente interconectados para facilitar reparaciones, limpieza y hasta ampliaciones.

Las características de la curva diaria del caudal; las alturas de succión y descarga; el tipo y cantidad de tubería, las piezas especiales y la eficiencia de las bombas determinarán la potencia total requerida del equipo. La disponibilidad de fondos económicos, condicionarán e que se tenga o no la distribución de bombas con distintas capacidades, de tal forma que para cualquier combinación de caudales influentes y de bombeo, no se exceda el número de arranques permisibles en los equipos en un tiempo dado y no se generen condiciones anaerobias por retenciones prolongadas del agua dentro del cárcamo.

TIPOS DE CARCAMO

a) Carcamo seco. También llamado cámara seca, la cual se usa para almacenar equipo de bombeo, controles y el equipo dependiente, está separada físicamente del foso húmedo mediante paredes, el equipo de bombeo se encuentra instalado en este compartimiento ubicado contiguo al tanque que recibe el agua. Pudiendo ser el equipo de eje horizontal o vertical, aunque la línea de succión entra en posición horizontal al tanque que retiene el agua, ver figuras 10.1 y 10.2.

El tamaño de estos cárcamos depende en primer lugar del número y tipo de bombas seleccionadas y las tuberías necesarias para su operación. Se recomienda disponer como mínimo de 0.9 metros de distancia entre las bombas y los muros más cercanos y cuando menos 1.2 metros entre las descargas de las bombas. Se necesita suficiente espacio entre bombas para efectuar las maniobras al sacarlas de sus bases, y tener espacio suficiente entre las tuberías del influente y la de succión, también espacio suficiente para hacer algunas reparaciones en el sitio, y para realizar inspecciones. El espacio entre el cárcamo seco y la tubería de succión de la bomba, depende del tamaño del tubo, válvulas y de su colocación.

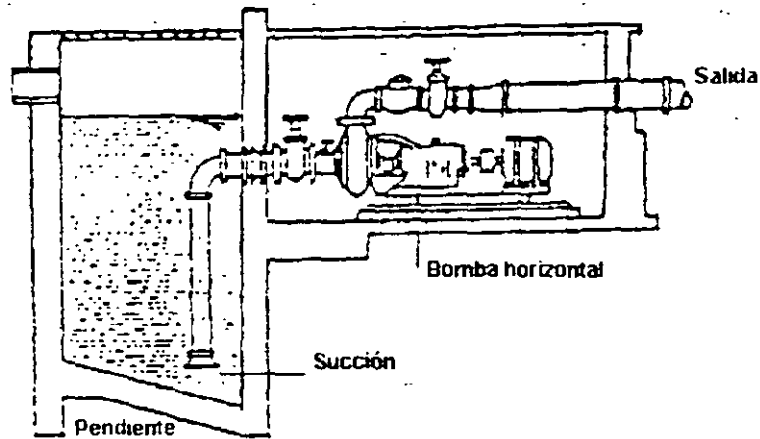


Fig. 10.1 Bomba centrífuga de flecha horizontal

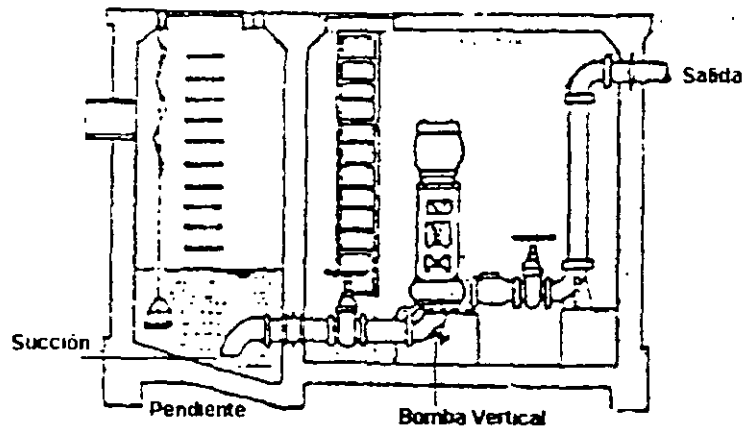


Fig. 10.2 Instalación de bomba de eje vertical en cárcamo seco

El cárcamo debe estar bien iluminado y ventilado con accesorio a prueba de explosión. debe contar tambien con un drenaje adecuado en el piso, con un pequeño cárcamo y una bomba para desalojar el agua y el aceite que se junte por fugas en los sellos de las conexiones, el liquido se enviará al carcamo, su tubería se ubicará a un nivel mas alto que el nivel máximo que pueda tener el cárcamo.



b) Cárcamo húmedo. La función de un foso húmedo es recibir y almacenar temporalmente las aguas que llegan. Las bombas se instalan dentro del tanque que almacena el volumen calculado de agua, pudiendo ser impulsadas a través de un eje vertical conectado a un motor instalado en la superficie del tanque, ver figura 10.3, o estar acopladas al motor formando una sola estructura, "bombas sumergibles", ver figuras 10.4 y 10.14

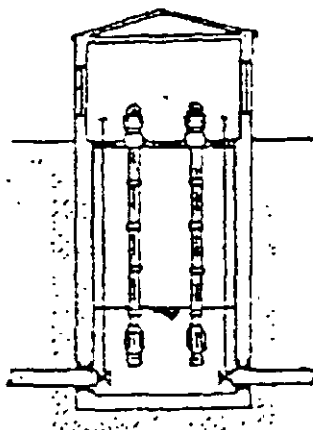


Fig. 10.3 Instalación en cárcamo húmedo con motor fuera del agua, tomado de Depuración de Aguas Residuales, Hernandez Muñoz Aurelio

Probablemente, el punto más controversial en el diseño de las cámaras húmedas es la pendiente del fondo que se necesita para disminuir la sedimentación de sólidos.

Un gran número de agencias estatales reguladoras indica una pendiente de fondo mínima de 1:1 a la entrada de la bomba

En la figura 10.5 se muestran varias posibilidades de tubería de succión más comunes en cámaras húmedas de aguas residuales. Las entradas en forma de boca de campana son muy superiores a las entradas rectas que se muestran en las figuras 10.5 B y C. Lo acampanado elimina los extremos afilados en los cuales se podría acumular material y reduce las pérdidas de carga y vórtice. Debido a que hay menor posibilidad de formación de vórtices en la cámara húmeda, las entradas A y F son superiores a cualquier otro arreglo. Para conseguir las velocidades de arrastre a la entrada y aún mantener las condiciones hidráulicas óptimas de entrada, la campana en A y F no deberían estar a una distancia mayor de $D/2$ ni menores que $D/3$ sobre el piso de la cámara húmeda. La sumergencia

requerida sobre una tubería o sobre el extremo acampanado se muestra en la tabla 10.1

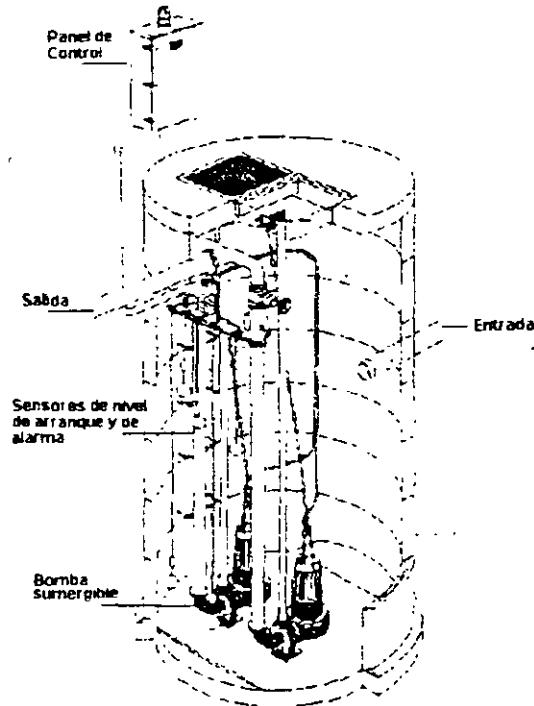


Fig. 10.4 Cárcamo para bombas sumergibles

VELOCIDAD		SUMERGENCIA REQUERIDA	
PIES/SEG	M/SEG	PIES	CMS
2	0.610	1	30.48
5	1.524	2	60.96
7	2.134	3	91.44
11	3.353	7	216.86
15	4.572	14	426.72

Nota: Pies x 0.3048 = m

Tabla 10.1 Sumergencia requerida sobre una tubería o entrada de boca de campana

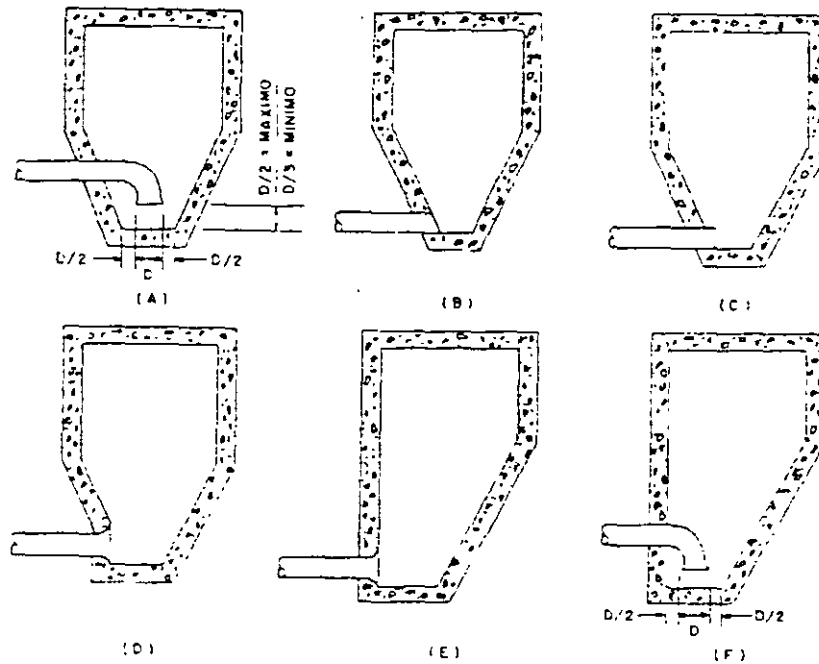


Fig. 10.5 Arreglos típicos para la instalación de la tubería de succión en el foso húmedo de las estaciones de bombas para aguas residuales

Para evitar problemas causados por vórtices, entrada de aire, cavitación y vibración, deben mantenerse condiciones adecuadas de aproximación. La meta del diseño es obtener una distribución uniforme del flujo dentro del entorno adecuado de velocidades. Es conveniente consultar al vendedor de las bombas sobre la sumergencia, el diseño y acomodo de las unidades.

CLASIFICACIÓN DE ESTACIONES, SEGÚN CAUDAL A BOMBEAR

- Estaciones muy pequeñas, menos de 6 l/seg. (100 Gal/Mm). Se usan generalmente eyectores neumáticos (figura 56) o con bombas desmenuzadoras para servir desde 1 a 50 edificios aislados, con líneas de descarga menores de 100 mm. (4 pulgadas). Se puede permitir un solo eyector o una soia bomba, pero se prefiere el uso de unidades duplicadas por razones de confiabilidad. Se usan estaciones tanto del tipo paquete como construidas en sitio.



- Estaciones pequeñas, 6 a 20 l/seg (100 a 300 Gal/Mm) Generalmente se usan bombas inatascables capaces de manejar sólidos de 65 mm de diámetro y preferiblemente de 80 mm. (2.5 y 3 pulgadas), descargando en líneas de 100 mm. (4 pulgadas). Se requiere el doble de bombas, excepto en casos excepcionales con bombas dimensionadas para manejar el flujo máximo. Se deben tomar previsiones para cualquier crecimiento futuro, tales como: el operar bombas en paralelo, proporcionar mayor capacidad al impulsor de las bombas iniciales, incrementar la capacidad de la bomba, o dejar espacio para acomodar una tercera bomba. Tanto las estaciones prefabricadas como las que se construyen en sitio usan foso húmedo preferiblemente, y los motores se instalan tanto sobre el terreno como enterrados o sumergidos. Las succiones de las bombas son sumergidas o de auto cebado. El uso de bombas de auto cebado se limita a una altura de succión práctica con un máximo de 4.5 a 5.5 m. (15 a 18 pies). Se pueden usar eyectores neumáticos en lugar de bombas, pero no presentan la flexibilidad para acomodar futuras expansiones. En climas cálidos se puede usar el equipo expuesto a la intemperie.
- Estaciones medianas, 20 a casi 200 l/seg. (300 a 3000 Gal/Mm.). Generalmente se usan bombas inatascables por partida doble con posible previsión para aumentar en el futuro la capacidad de la bomba. Cada bomba tendrá capacidad en exceso del caudal máximo de diseño. Este tamaño es el más popular en las estaciones prefabricadas pero también se usa ampliamente en estaciones construidas en sitio. En el pasado, se prefería que las estaciones de aguas residuales se instalaran en foso seco, pero con la nueva tecnología disponible se da atención cuidadosa al uso de bombas sumergibles, bombas suspendidas en fosos húmedos y a bombas de tornillo.
- Estaciones Grandes, sobre 200 l/seg. (3.000 Gal/Mm.) Se pueden usar dos bombas, pero la eficiencia de la operación sobre las variaciones de flujo, usualmente determinan el uso de tres o más bombas. Las capacidades se deben seleccionar de tal manera que cuando la bomba mayor esté fuera de servicio, las otras puedan manejar los caudales máximos. En estaciones prefabricadas no se consiguen capacidades mayores de 400 l/seg (6000 Gal/Mm.) Las bombas sumergibles están disponibles en capacidades mayores de los 1.200 l/seg (20.000 Gal/Mm) para aguas residuales y hasta 6.000 l/seg (100.000 Gal/Mm) para aguas pluviales. La ubicación más generalizada en estaciones de aguas residuales es en un foso seco. El uso de bombas de tornillo inclinado ha estado incrementándose para cargas de bombeo pequeñas. Las estaciones pluviales usan indistintamente bombas de foso seco, suspendidas en foso húmedo o de tornillo inclinado. Las bombas de tornillo inclinado son de capacidad limitada 4 000 l/seg y 4 M. (70.000 Gal/Mm, y 12 pies)

Las consideraciones para la selección de equipos de bombeo para aguas pluviales son similares a las mencionadas para aguas residuales

ESTACIONES PREFABRICADAS

Las estaciones prefabricadas están disponibles en vanas formas de arreglos normales limitados a eyectores, bombas de foso húmedo y bombas de foso seco para servicio de aguas residuales. Estas unidades compactas se controlan automáticamente y vienen completas, incluyendo ventilación y dehumidificadores, accesorios y piezas de repuesto.

Las capacidades máximas de las unidades prefabricadas han aumentado rápidamente desde su aparición en el mercado. Aunque existen estaciones de 4 m. (12 pies) y capacidades de alrededor de 400 l/seg (6,000 Gal/Mm.), la de uso más común consta de un paquete con foso seco (con un foso húmedo construido en el campo), que emplea dos unidades de bombeo en una cámara de alrededor de 2.5 metros de diámetro (8 pies) o menor y una capacidad del orden de 3 a 100 l/seg (50 a 1,500 Gal/Mm.).

Los tipos de arreglos disponibles en estaciones prefabricadas son los siguientes

1. Eyectores neumáticos simples o dobles colocados uno sobre el otro o colocado uno al lado del otro con cubierta cilíndrica
2. Bombas convencionales inatascables o de auto-cebado instaladas dentro de foso seco que les sirve de cubierta o dentro de cilindros verticales o techos de arco y piso rectangular. Las bombas inatascables verticales se consiguen en estaciones de tipo paquete, cilíndricas, suspendidas en foso húmedo
3. Bombas sumergidas de motor inatascable. Estas han salido recientemente al mercado en estaciones de tipo paquete con foso húmedo cilíndrico, con facilidades para levantar la bomba

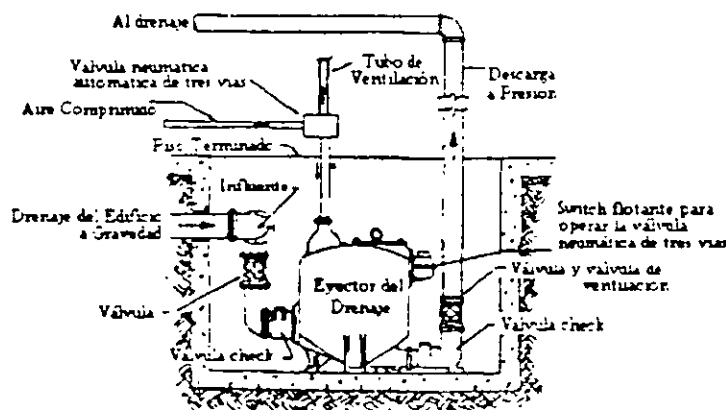


Fig. 10.6 Eyector neumático para aguas residuales



10.4 Tipos de bombas

BOMBAS DE EMBOLO

La bomba de émbolo está formada por los elementos que se señalan en la Figura 10.7. El émbolo se moverá hacia adelante y hacia atrás, al girar el manubrio con velocidad constante. Al moverse hacia atrás dejará un vacío delante suyo, que la presión atmosférica obligará al agua a que lo llene por la tubería de aspiración. (en este período la válvula de escape se cerrará y la de aspiración se abrirá). Al correr el émbolo hacia adelante se cerrará la válvula de aspiración, y se abrirá la de escape, de manera que el émbolo impulsará el agua por el tubo de descarga. Este tipo de bomba se utiliza para impulsiones de pequeñas alturas y para inyectar soluciones en tuberías.

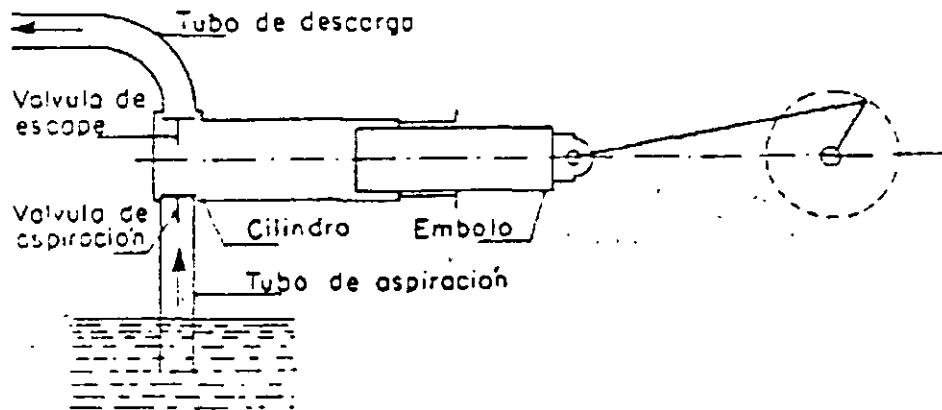


Fig. 10.7 Bomba de émbolo

BOMBAS CENTRIFUGAS

La bomba centrífuga consiste, en su más simple forma, en una rueda de alabes, llamada también impulsor, que gira dentro de una cámara concéntrica (tazón)

Las paletas imprimen al agua un movimiento de remolino forzado, y se engendran presiones dinámicas. Figura 10.8

La bomba centrífuga es una generadora de presión dinámica. Por eso, cuando se interpone en una tubería, se debe considerar la corriente, no como producida por el agua impulsada, sino porque la presión engendrada modifica el gradiente hidráulico, de modo que provoca la circulación

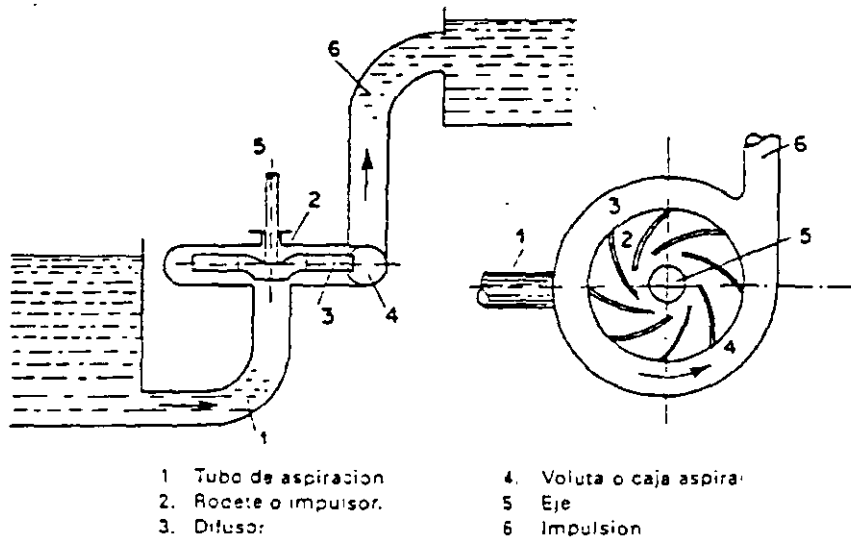


Fig. 10.8 Bomba centrífuga

Centrifugas horizontales

- El motor y la bomba, con su eje horizontal, están situados fuera del agua.
- La bomba ha de ser del tipo de rodete abierto
- Ha de instalarse siempre en carga cuando se trate de bombeo de agua bruta
- El rendimiento típico es del 80%.
- Suele ser la solución más económica.

Centrifugas verticales

- La bomba está sumergida, y el motor, unido a la bomba mediante un eje vertical, está fuera del agua
- Resto de características similares a las centrifugas horizontales
- Precio ligeramente superior al de aquéllas

Centrifugas sumergibles

- El motor y la bomba están sumergidos dentro del agua
- La bomba ha de ser de rodete abierto.
- El rendimiento decrece ligeramente respecto de las centrifugas horizontales. Alrededor del 75%
- El precio puede llegar a ser doble que el de las centrifugas horizontales, pero presentan grandes ventajas de mantenimiento respecto a aquéllas.



BOMBAS AXIALES O DE HÉLICE

En la figura 10.9 se ve esquematizado este tipo de bombas. Tiene, generalmente, tres series de paletas. La primera es de paletas directrices de entrada, la segunda de paletas giratorias o de la hélice propiamente dicha, y la tercera de paletas directrices de salida.

Las de entrada hacen que el agua penetre hacia el eje de la rueda impulsora sin velocidad tangencial alguna, las paletas de la hélice comunican al agua una componente tangencial, y las de salida absorben de nuevo esta componente e impulsan el agua por el tubo de descarga y en el mismo sentido de su eje

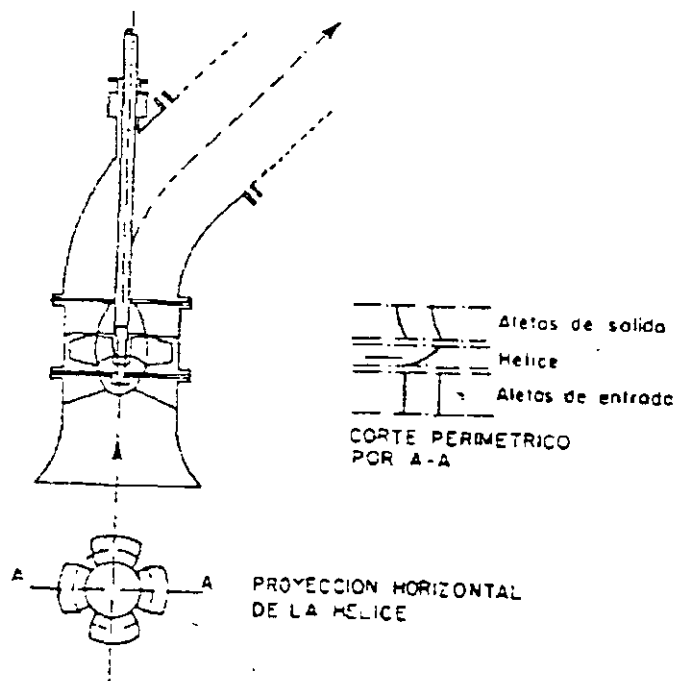


Fig. 10.9 Bomba de hélice

Este tipo de bomba se emplea para grandes caudales y alturas de 14 a 15 m en elevación. Su rendimiento es del 75 a 90%.

Las bombas helicoidales de rodete preparadas para suprimir desplazamiento radial y de traslación según el eje son válidas para 25 a 35 m de elevación.

BOMBAS VOLUMÉTRICAS

Las bombas centrífugas de paletas son bombas volumétricas generalmente utilizadas como bombas de trasvase, figura 10.10

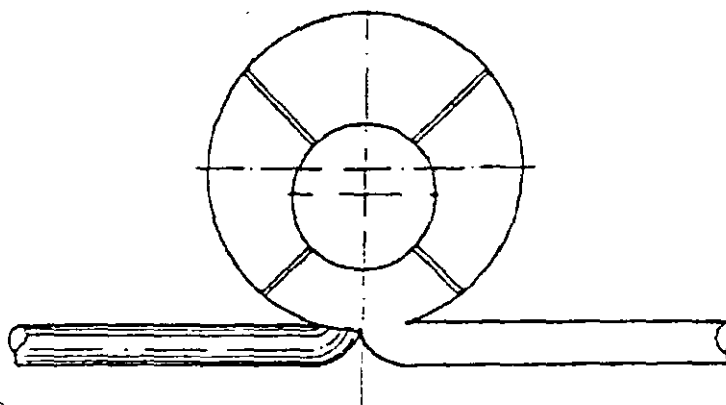


Fig 10.10 Bomba volumétrica

BOMBAS DE TORNILLO*

- Se basan en el funcionamiento de un tornillo de Arquímedes sobre un canal de fondo circular construido en obra de fabrica o bien dentro de una camisa tubular metálica.
- Pueden bombear el agua con sólidos de gran tamaño sin peligros de atascamiento
- La altura máxima de bombeo con un solo tornillo está limitada a 4.6 m Para mayores alturas debe pensarse en mas de una etapa de bombeo
- El ángulo máximo del tornillo respecto de la horizontal es de 30-35°
- La curva de funcionamiento altura-caudal, de una bomba de este tipo, es plana Es decir, para una alta constante, el consumo es sensiblemente proporcional al caudal a bombear. Esto significa
 - a) Que el rendimiento se mantiene constante para cualquier caudal dentro de unos limites.
 - b) Que la bomba autoregula su consumo de energia para los distintos caudales
- El rendimiento oscila alrededor del 70%.

* Se tratan al detalle en el apartado 10.8

BOMBAS TRITURADORAS

- Son bombas rotativas con dispositivos interiores de trituración, consistentes generalmente en peines giratorios, cuyos dientes exteriores discurren entre canales, produciendo la trituración de los residuos entre diente y canal.
- Pueden ser, como en el caso de las bombas centrífugas, horizontales, verticales y sumergibles.
- Su rendimiento es del orden del 30%.
- Su funcionamiento dificulta la depuración posterior del agua residual, ya que generalmente es más sencillo separar del agua los sólidos más grandes.

BOMBAS DILACERADORAS

- Suelen consistir en bombas centrífugas, cuyos alabe, dotados de elementos de corte, dilaceran los sólidos que contiene el agua
- El resto de características es similar al de las bombas trituradoras, aunque su rendimiento puede subir hasta el 40%.

Otros tipos de bombas

Pueden citarse otros tipos de bombas, como las de dosificación, neumáticas, eólicas y solares.

BOMBAS PARA AGUAS RESIDUALES

En los bombeos de aguas residuales la naturaleza del agua a evacuar es el dato más importante para poder elegir con garantía la bomba adecuada. El procedimiento de selección de bombas, exclusivamente por el caudal y presión requeridas, sin tener en cuenta la naturaleza específica del líquido, se traduce en un mantenimiento continuo y costoso

Una clasificación muy generalizada de las aguas de alcantarillado es la siguiente:

- Aguas residuales domésticas.
- Aguas residuales industriales.
- Aguas residuales de granjas.
- Aguas blancas de esorrentía.
- Aguas de filtraciones del terreno
- Aguas con elementos abrasivos en suspensión

Es fundamental elegir una bomba para cada tipo de agua, como garantía del funcionamiento de la bomba y del sistema de impulsión establecido

Existen múltiples tipos de bombas, siendo difícil llevar a cabo una clasificación total de las mismas aunque en general, existen dos grandes grupos fundamentales para las aguas residuales:

- bombas de desplazamiento positivo
- bombas rotacionales o rotodinámicas

Y dentro de estos dos grupos la mayor parte de las bombas son centrífugas. La diferencia fundamental, entre los distintos tipos de bombas centrífugas, se basa en el rodete o impulsor

BOMBAS CENTRIFUGAS

Impulsor de un canal o monocanal

En el bombeo de aguas residuales, el principal problema de los impulsores alabes, se debe a los sólidos arrastrados por las aguas.

Este tipo de impulsor se utiliza para aguas negras domésticas, aguas de oficinas, viviendas, chalets, locales comerciales, etc. Suele tener un paso de sólidos entre 50 mm y 125 mm de diámetro

Por regla general no toleran los sólidos fibrosos y largos, pueden dar lugar a atascos en su interior. Tampoco son válidos para aguas abrasivas estos impulsores. El desgaste se produciría en la única arista de su álabe y terminaría desequilibrándose, repercutiendo esta anomalía en el eje mismo de la bomba, pudiéndose producir incluso una grave avería electro mecánica.

Las características y su instalación se presentan en las figuras 10 11, 10 12, 10 13 y 10 14

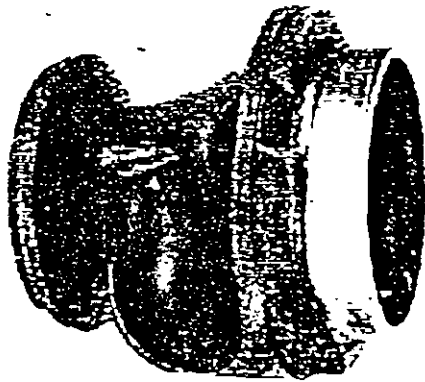


Fig. 10.11 Impulsor monocanal

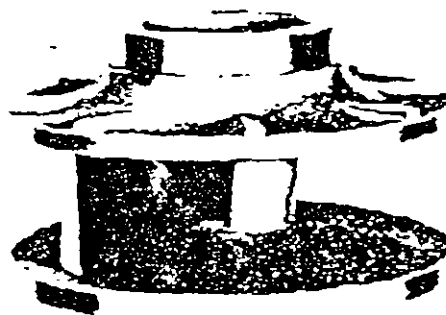


Fig. 10.12 Impulsor monocanal

Se emplean principalmente para extraer aguas residuales, lodos y aguas pluviales en las estaciones de bombeo y en las plantas tratadoras de los municipios. Dentro



de la industria se emplean para bombeo de agua de refrigeración, agua de procesos y aguas residuales, medios agresivos y corrosivos

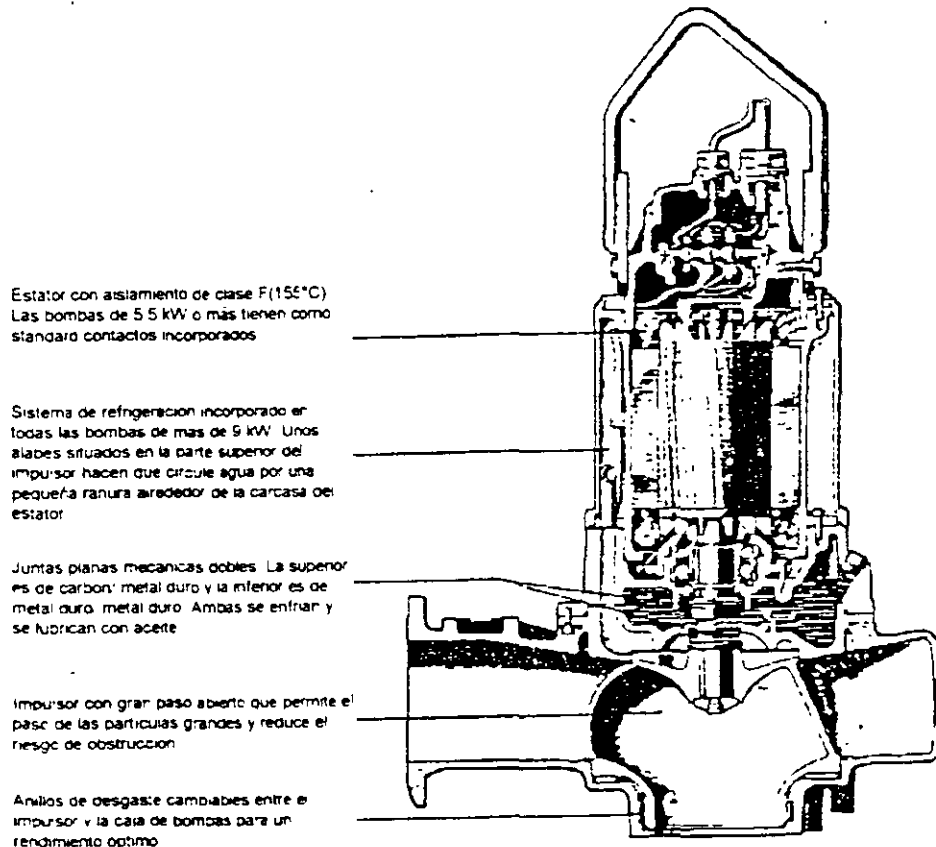


Fig. 10.13 Bomba con impulsor monocanal

Funcionan perfectamente en estaciones de bombeo pequeñas y simples. Las bombas son extraordinariamente eficaces y seguras en el funcionamiento. Se montan con rapidez y sencillez en tubos de guía o cables, y luego son descendidas al pozo de la bomba.

El impulsor es de canal cerrado en caja de bomba. La forma y el tamaño del canal hace que tenga muy poca tendencia a obstruirse.

La simplicidad de la instalación en un pozo de bombeo de aguas residuales, con este tipo de bomba sumergida se muestra en la figura 10.14.

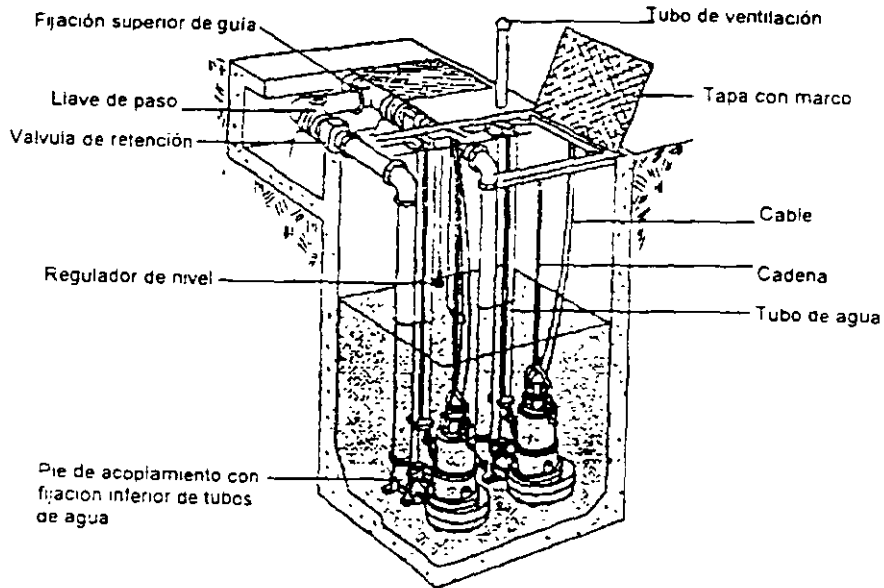


Fig. 10.14 Instalación de bombas con impulsores monocanal tipo Flygt

Impulsor cerrado de dos canales

Este tipo permite aumentar las secciones de paso siendo normales entre 35 mm y 145 mm Fig. 10 15

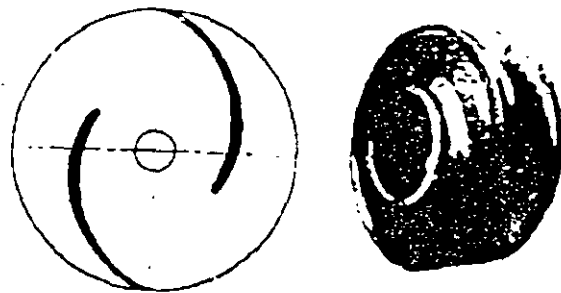


Fig. 10.15 Impulsor cerrado de dos canales

Bien diseñadas y para grandes caudales pueden alcanzarse rendimientos en las bombas del orden del 80 al 85%

Tal como se vio en la bomba monocanal con este tipo de bomba se presentan problemas con materias filamentosas, trapos, etc.

A diferencia de la monocanal el desgaste, ante la acción de materiales abrasivos, no produce desequilibrio, por simetría.

Este tipo puede utilizarse perfectamente para aguas de escurrimiento superficial y aguas negras de alcantarillado.

Impulsor para bombas de paso libre

La impulsión se consigue por la formación de torbellinos. El impulsor consiste en una placa con nervaduras de altura constante o de tipo cónico. Fig. 10.16 y 10.17



Fig. 10.16 Impulsor de paso libre



Fig. 10.17 Impulsor de paso libre

Está especialmente fabricado para líquidos altamente viscosos, que contienen lodos y pequeñas o grandes partículas sólidas. El bombeo se logra debido a que el impulsor crea un torbellino rápido con el consiguiente incremento de presión en el líquido. Esto hace que la mayor parte de las partículas arrastradas en el líquido no entren nunca en contacto con el impulsor; el desgaste resulta muy reducido. La abertura de paso, en una bomba con impulsor de torbellino, es casi tan grande como la abertura de entrada de la bomba.

El rendimiento de estas bombas es mediocre, precisando motores sobredimensionados. Los riesgos de obstrucción por el contrario son mínimos.

No presentan problemas para paso de elementos sólidos con dimensiones de 80 a 125 mm. Son adecuados para bombear aguas residuales con material de fibra larga y un alto contenido de sustancia seca.

BOMBAS DE CAPACIDAD VARIABLE

Los caudales de aguas pluviales y aguas residuales fluctúan de hora en hora, diariamente y según la estación del año. Para mantener el número de bombas y el



tamaño de la estación en el mínimo de economía, es aconsejable considerar el uso de equipos de bombeo de capacidad variable.

Existen varios tipos de equipo de bombeo de capacidad variable; con excepción de las unidades de muy alta capacidad, el tipo más común de unidad de capacidad variable es la bomba accionada por motor de velocidad variable. Algunas de las unidades de impulsión que se han usado son: motores de rotor embobinado controlado por reóstato; motores controlados de frecuencia variable; motores de velocidad constante con acoplamiento de corriente-eddy o acoplamientos hidráulicos; motores de rotor embobinado con recuperación estática; motores de corriente directa (motores c-d) y máquinas de combustión interna. En velocidades reducidas, las cargas de bombeo están siempre en las curvas del sistema, pero las eficiencias de los motores de velocidad variable son también proporcionalmente más bajas y deberían de estudiarse y considerarse en cualquier diseño general de estación.

En unidades de bombas verticales grandes de baja carga, se pueden usar bombas de velocidad constante de caudal mixto y de propela con álabes de espaciamento variable. Donde la curva del sistema es plana, la hidráulica de unidades de espaciamento variables tiene como resultado máximas eficiencias y bajos momentos de arranque. Los mecanismos para cambiar el espaciamento del impulsor mientras la bomba está en operación son complejos y costosos.

Con unidades de baja velocidad específica, las capacidades de la bomba de velocidad constante pueden cambiarse estrangulando la válvula de descarga. La desventaja es que en capacidades disminuidas la bomba está siempre operando en cargas mayores que las de la curva del sistema y en eficiencias de bombeo menores. Además el estrangulamiento de las válvulas podría causar problemas de obstrucción debido a los escombros en las aguas de lluvia y las aguas residuales.

Las bombas de velocidad constante y álabes de separación variable, o las de velocidad variable y alabes de espaciamento fijo casi siempre se usan para eliminar completamente el ciclaje. La capacidad de la bomba se controla usualmente por el nivel en el foso húmedo.

FRECUENCIA DE ARRANQUES EN BOMBAS

El almacenamiento del foso húmedo podría hacerse lo suficiente grande para permitir el ciclaje adecuado de la bomba de velocidad constante (un ciclo es igual a la suma del tiempo de arranque y parada de la bomba). La frecuencia de arranques del motor está regida por la habilidad del motor para autoenfriarse después de haber consumido un 500% a 600% de la corriente regular que requiere para arrancar. Motores bajo 20 kW (25 hp), pueden tolerar seis ciclos por hora sin sobrecalentarse y por lo tanto, sin reducir la vida del motor. Según aumentan los tamaños de los motores aumenta el tiempo del ciclo de operación, que se considera seguro hasta cuando se llega aproximadamente a los 400 kW (500 hp) se considera un máximo de uno o dos arranques en 24 horas, en cada selección de diseño se deberán considerar las características propias dadas por los fabricantes.



10.5 Potencia de bombeo necesario

La potencia requerida para el bombeo se calcula con la siguiente fórmula, considerando la densidad del líquido, en este caso es agua residual ($\gamma=1.25$)

$$HP = 1.25 \frac{QH}{76\eta}$$

- 1.25 = coeficiente para aguas residuales (densidad determinada)
- Q = gasto (m^3/s)
- H = altura de elevación total mas pérdidas de carga (m)
- η = eficiencia de la bomba (adimensional)

$$KWH = HP \cdot 0.7457$$

Por catálogo se busca la marca, el tipo y el caballaje de la bomba que mas se acomode al diseñador (costo, eficiencia, confianza, antecedentes, etc) y se determina el número de bombas

$$\text{No. de Bombas} = \frac{HP \text{ calculado}}{\text{potencia de la bomba seleccionada}}$$

CONDICIONES DE SUCCIÓN

La aspiración nunca puede ser superior a 10.33 m al nivel del mar. La máxima aspiración se determina con la siguiente expresión

$$H_a = 10.33 - (A + B + C + D)$$

Ademas se recomienda utilizar 0.9 H_a para evitar cavitaciones

- A = Pérdidas en la tubería de succión
- B = Pérdidas debidas a la altitud (presión atmosférica a 0°C y al nivel del mar es de 10.33 m disminuyendo 1.16 mm por metro de altura)
- C = Pérdidas debidas a la temperatura



Pérdidas de presión en metros de columna de agua

°C	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
m	0.10	0.22	0.47	0.80	1.35	2.10	3.20	4.75	7.20	10.33

D = Pérdidas debidas a la construcción de la bomba que varían con el diámetro, la velocidad de giro y la carga neta positiva de succión (CNPS) En las bombas sumergidas, la colocación por debajo de la columna de agua sera $P/0.9$ siendo P el valor de CNPS para el caudal elegido

CAUDAL A ELEVAR Y TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO DE LAS BOMBAS

El caudal "Q" a elevar se calcula en función del volumen diario de agua a elevar y del tiempo de funcionamiento del grupo de bombas.

Para las instalaciones en funcionamiento teórico continuado se tomará por seguridad un tiempo de funcionamiento igual a 20 horas. Con frecuencia se estima el tiempo de funcionamiento entre 8 y 12 horas. Cuando las bombas funcionen con motores eléctricos se reduce el tiempo de funcionamiento.

Será obligatorio instalar dispositivos de cebado en las bombas centrifugas antes de su puesta en servicio. Cuando se quiera conseguir alturas manométricas elevadas será preciso el empleo de bombas multicelulares, colocando en serie varias bombas centrifugas. Por el contrario para grandes gastos y pequeñas alturas el acoplamiento se hará en paralelo.

La reserva contra averías se establecerá a base de un grupo de reserva de igual capacidad que el trabajo si la potencia instalada es inferior a 10 HP. Cuando la potencia sea superior a 10 HP se instalarán tres grupos, dos de trabajo y uno de reserva.

En poblaciones de crecimiento rápido, en que las previsiones de caudal son muy elevadas, se instalarán bombas suficientes para la mitad del caudal previsto y reserva de las necesarias para el máximo caudal para, en su día, ampliar la instalación de trabajo al doble, quedando de reserva la misma. Los grupos de reserva podrán estar accionados por motores de combustión interna o eléctricos, no siendo admisibles los primeros cuando estén situados a profundidades mayores a 4.00 m, o en lugares de ventilación insuficiente.

10.6 Instalaciones de bombas sumergibles

Hernandez Muñoz Aurelio (ver bibliografía), indica que según estudios realizados en la Universidad de Nottingham pueden darse las siguientes recomendaciones para la entrada a la arqueta de bombas y su volumen, utilizando para su comprensión la figura 10.19

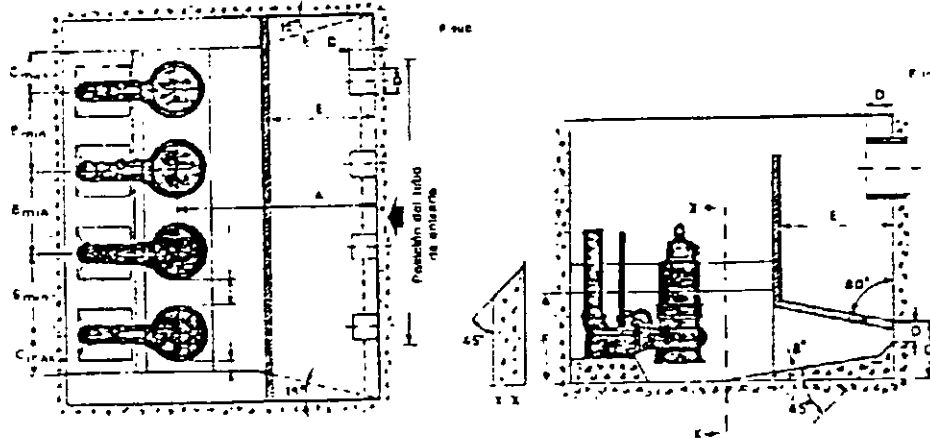


Fig. 10.18 Estación de bombeo en planta y elevación

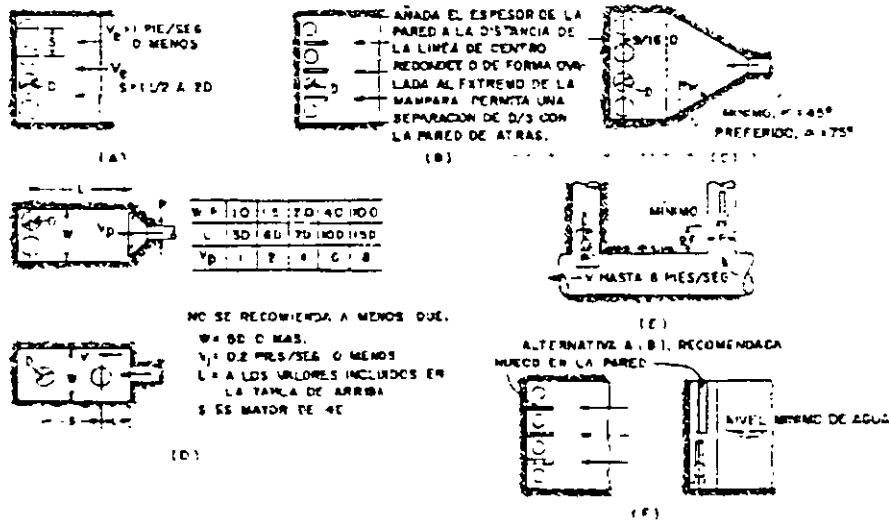


Fig. 10.19 Condiciones recomendadas para el canal de aproximación en instalaciones de bombas múltiples

Tubo de entrada

El tubo de entrada no necesita estar localizado de forma central en la pared opuesta a las bombas, aunque puede resultar ventajoso si se encuentra en la región central. El saliente del tubo deberá ajustarse de modo que el agua entre en las condiciones de caudal máximo, choque contra la división vertical antes de ser



deflectada al fondo de la cámara tranquilizadora de entrada. En el caso de caudal reducido y de nivel de agua bajo, el agua no deberá caer directamente sobre las aberturas del fondo de la cámara tranquilizadora. Es conveniente, por no decir necesaria, la instalación de una jaula de rejilla en salida de la tubería de entrada para retirar sólidos.

Aberturas de entrada (sumidero tipo foso). La entrada del sumidero debería estar por debajo del nivel mínimo del líquido y tan alejado de las bombas como lo permita la geometría del sumidero. El afluente no debería chocar contra la bomba, ni entrar en forma de chorro directo a la entrada de la bomba, o entrar al foso de tal manera que cause rotación del líquido en el foso. Donde sea necesario se puede usar una boquilla de distribución para prevenir chorros, y para evitar rotación se pueden usar deflectores (mamparas).

Cámara tranquilizadora de entrada

Una pared vertical situada frente al tubo de entrada impide que el agua entrante caiga directamente al pozo de bombas y produzca burbujas de aire. La energía cinética del agua queda reducida cuando golpea contra la pared y tiene lugar una desaireación satisfactoria en la cámara tranquilizadora.

La cámara de bombeo

El diseño de la cámara de bombeo asegura un flujo regular de agua, sin turbulencias ni remolinos, hacia las bombas. El caudal entrante se distribuye por medio de los agujeros que hay en el fondo de la cámara de entrada, situados frente a cada una de las bombas.

Con el fin de evitar la formación de remolinos, con aspiración de aire, entre la bomba exterior y la pared lateral, ésta se acerca a la bomba, y se sitúa a una altura aproximada a la mitad del estator del motor.

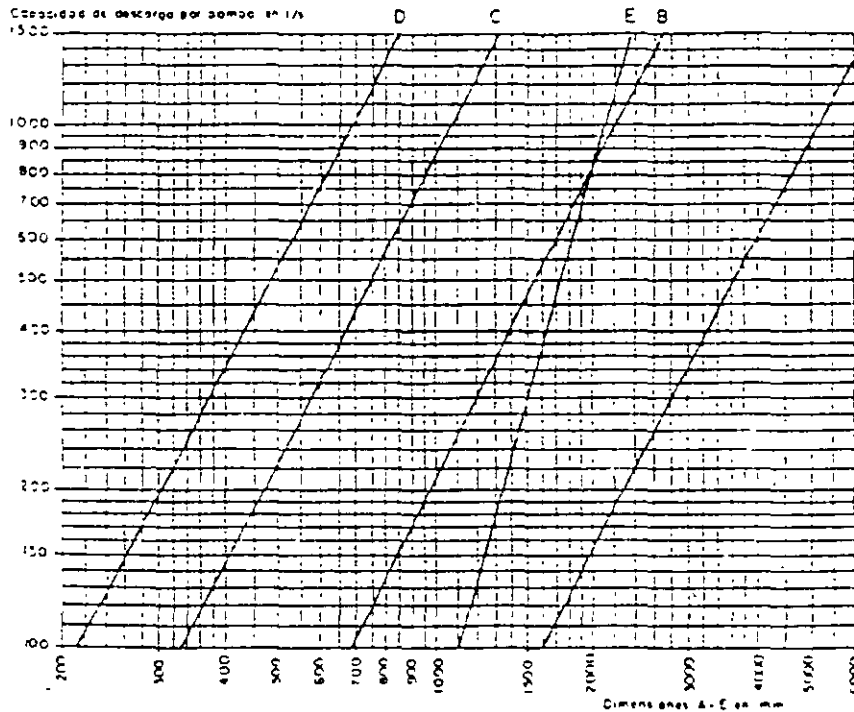
Las burbujas de aire, que entran con el agua en la cámara de bombeo, se elevan hacia arriba a lo largo del fondo inclinado de la cámara tranquilizadora de entrada, y salen a la superficie cerca de la pared divisoria vertical.

Debido a que el agua está en movimiento por todas partes, existe poco riesgo de sedimentación, siempre y cuando no se hayan sobrepasado las dimensiones indicadas Fig. 10-18.

La dimensión más conveniente a incrementar con el fin de obtener un mayor volumen de pozo es la distancia desde la cámara de entrada a las bombas.

Nivel mínimo de agua

El nivel mínimo de agua en la cámara de las bombas, es decir, el nivel de parada de las bombas, tiene que ser lo suficientemente alto para que los agujeros del fondo de la cámara de entrada queden siempre sumergidos (dimensión G en la Fig. 10-18). Además, deberá tenerse en cuenta que el nivel de agua más bajo quede determinado por la CNPS requerido para la bomba, y en cualquier caso no deberá ser inferior a la parte alta del alojamiento del impulsor de la bomba.


10.7 Diseño y dimensionamiento de cárcamos

Fig. 10.20 Diagrama para determinar las dimensiones A-E

DETERMINACION DEL VOLUMEN EN CARCAMOS

El volumen del cárcamo aquí indicado tiene que ser considerado como el volumen mínimo para un funcionamiento satisfactorio en las condiciones más desfavorables, con respecto al número de arranques

Siendo Q_m el caudal medio de aportaciones de aguas residuales en Vs, la capacidad de las bombas será $Q_c = 2Q_m$

Para bombas grandes el número de arranques o ciclos debe ser inferior a tres por hora. La capacidad mínima útil del cárcamo será dado por

1º Cnteno europeo

$$V = \frac{(1.9 Q_c)}{Z} (m^3)$$

V = Volumen mínimo útil del pozo (m³)



- Q_c = Capacidad de la bomba (l/s)
 Z = Frecuencia del arranque (N/hora)

2º Criterio americano

$$I' = \frac{\theta Q_c}{4} \text{ (l/s)}$$

- V = Volumen requiendo en litros
 θ = Tiempo minimo en minutos de un ciclo o incremento de velocidad de una bomba
 Q_c = Capacidad de la bomba en l/s X min, o incremento de la capacidad de bomba por una bomba adicional

Ejemplo

$$Q_c = 20 \text{ lts/seg}$$

$$Z=3$$

$$\theta = 20 \text{ min}$$

$$I' = \frac{0.9Q_c}{Z} = \frac{0.9 \times 20}{3} = 6 \text{ m}^3$$

$$I' = \frac{\theta Q_c}{4} = \frac{20 \times 20 \times 60}{4} = 6,000 \text{ lts}$$

3º Criterio del cárcamo minimo

$$\text{Vol. minimo} = 2 Q_{max} \text{ en lts/min}$$

$$\text{Vol. maximo} = Q_{max} \times 1.5 \text{ min}$$

4º Grandes instalaciones

No exceder 10 min del gasto promedio en 24 hrs

EJEMPLO 1

El tamaño de la estación esta determinado por el numero y dimensiones de las bombas, asi como por la capacidad de descarga por bomba.

Las dimensiones A B C. O y E marcadas en la fig 10 18 se determinan mediante la grafica de la fig 10 20 en función de la capacidad de descarga por bomba.



La superficie del pozo de bombas puede determinarse con ayuda de los datos dimensionales de la fig. 10.21. Los diferentes niveles de arranque pueden calcularse conjuntamente con los cálculos del volumen del pozo. Si la altura disponible es insuficiente, el volumen necesario del pozo se obtiene normalmente incrementando la dimensión A

Dimensión B: El espacio entre dos carcasas de bombas no deberá ser nunca inferior a 200 mm

Dimensión C: El espacio entre la pared y la carcasa de la bomba nunca deberá ser inferior a 100 mm

Volúmenes necesarios para el depósito de bombeo

Normalmente, con bombas sumergidas, se va a depósitos de tamaño inferior al utilizado en las instalaciones de cámara seca.

Una característica significativa en las bombas, fundamental para el cálculo del volumen de los depósitos, es el número posible de arranques y paradas por hora. Esto para evitar problemas mecánicos y térmicos

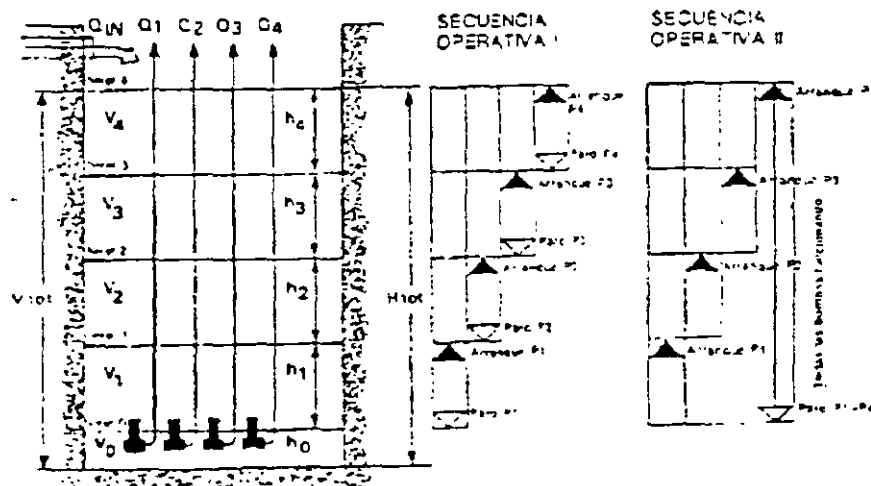


Fig. 10.21 Secuencia operativa para 4 bombas

Las curvas de sistema esquemáticas de la fig 10 22 muestran que el caudal por bomba varía según el número de bombas funcionando. Puede usarse el valor medio entre el arranque y el paro para el cálculo de cada volumen parcial

El volumen total requerido para el pozo de bombas se obtiene añadiendo, a los volúmenes parciales así obtenidos, el volumen residual (V_0) entre el fondo de la cámara y el nivel mínimo o de paro

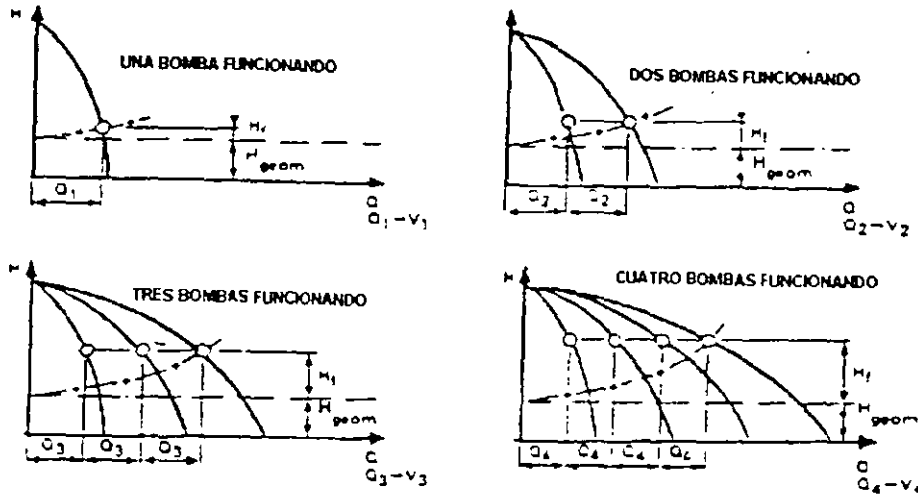


Fig. 10.22 Curvas de sistema esquemáticas

En el caso de la secuencia operativa I, el volumen necesario de la cámara de bombeo puede calcularse fácilmente empleándose el diagrama I Fig. 10.23

Empezar con el caudal correspondiente a las bombas de cada curva de sistema. Continuar hacia arriba en sentido vertical hasta la línea que representa el tiempo mínimo del ciclo y leer luego el volumen parcial requerido del pozo en el eje vertical.

El ejemplo ilustra el cálculo del volumen del pozo de bombas requerido para una estación con cuatro bombas idénticas, conectadas a una tubería de descarga común

$$I_{\text{total}} = I_1 + I_2 + I_3 + I_4$$

Las diferencias de nivel entre los varios niveles de arranque se calculan dividiendo los volúmenes antes mencionados por la superficie (A) del pozo de bombas

$$h_1 = \frac{I_1}{A} \quad h_2 = \frac{I_2}{A} \quad \text{etc}$$

El diagrama II (fig 10 24) puede emplearse para calcular los volúmenes parciales del pozo de bombas para la secuencia operativa II

Empezar con el tiempo mínimo del ciclo (T) en el diagrama y luego desplazarse en sentido vertical hacia arriba hasta la curva que representa el caudal para cada bomba y leer el volumen parcial requerido en la escala vertical (escala V_1 para P_1 , escala V_2 para P_2 , etc)

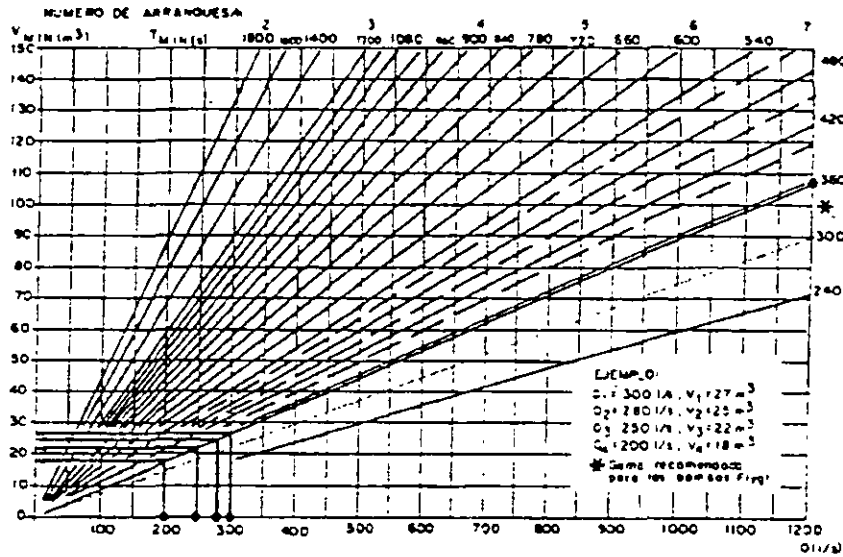


Fig. 10.23 Diagrama 1. Secuencia operativa I

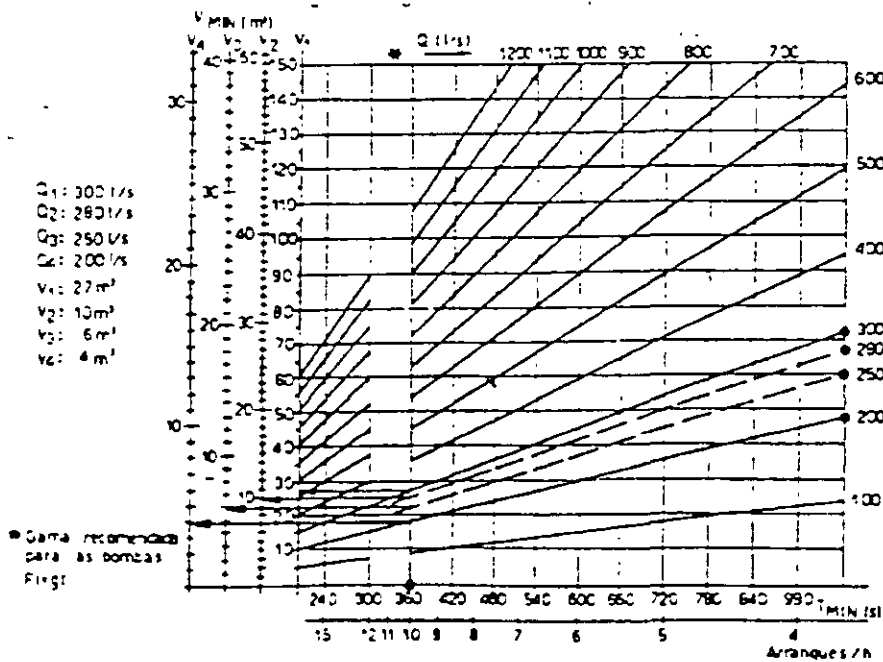


Fig. 10.24 Diagrama 2. Secuencia operativa II



EJEMPLO 2

Selección del número y capacidad de las bombas.

Cuando se trata de manejar un caudal Constante, basta con equipar el cárcamo de bombeo con dos equipos, uno en operación y el otro en espera. Sin embargo, cuando el caudal presenta máximos y mínimos es conveniente manejar tres equipos. Uno con capacidad por encima del caudal mínimo; un segundo con capacidad por encima del caudal medio de tal forma que sumen el caudal máximo y, un equipo de servicio auxiliar que tenga capacidad para el caudal máximo. (Fig. 10 25)

Dimensionamiento del cárcamo

En función del tamaño del sistema de tratamiento en cuestión y de las bombas seleccionadas, se procede a proponer las dimensiones superficiales del cárcamo.

- a) Una bomba en operación y otra en espera para manejar cualquier caudal. El nivel de paro de la bomba se obtendrá de datos del fabricante. Para obtener el nivel de arranque, una vez propuestas las dimensiones superficiales, se calcula el volumen de agua a vaciar al transcurrir el tiempo mínimo de operación recomendado por el fabricante. Revisando luego el tiempo que transcurre entre arranques consecutivos para cualquier combinación caudal influente y de bombeo y el máximo tiempo que se retiene el agua en el cárcamo.

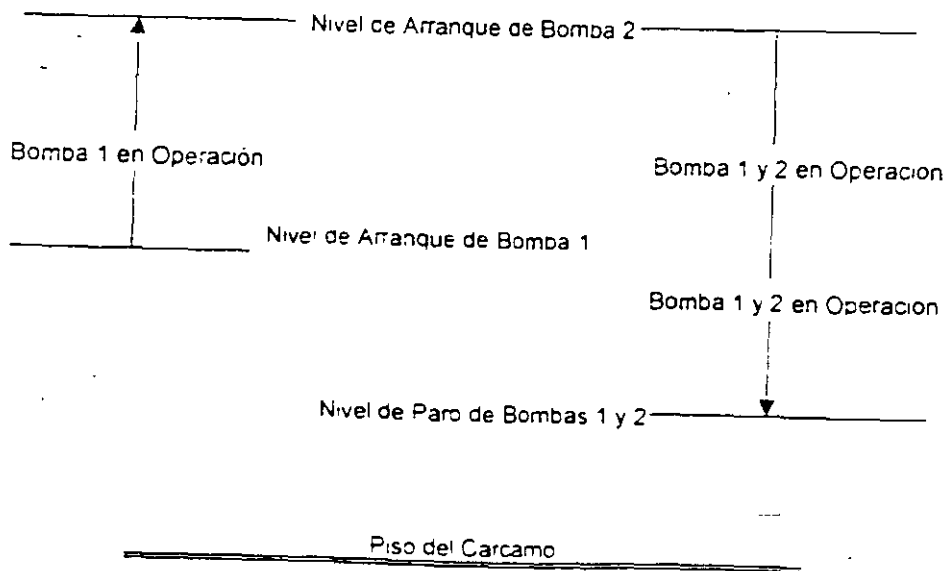


Fig. 10.25 Secuencia operativa para 2 bombas



- b) Combinación de equipos de bombeo de baja y alta capacidad. Será necesario determinar primero el nivel de arranque para el equipo de menor capacidad cuando se presenten los caudales mínimos.

El caudal de la bomba 1 (B_1) es mayor que el caudal entrante Q_{ent} de aguas residuales. Tiempo de un ciclo de operación = tiempo trabajando + tiempo sin operar

$$T = T_{servicio} + T_{muera}$$

$$T_{muera} = \frac{\text{Volumen desde nivel de paro hasta nivel de arranque de Bomba 1}}{\text{Caudal mínimo de aguas residuales}}$$

$$T_{muera} = \frac{V_1}{Q_{ent}}$$

$T_{servicio}$ = Tiempo en que Bomba 1 vacía V_1 desde arranque hasta paro

$$T_{servicio} = \frac{V_1}{B_1 - Q_{ent}}$$

Sustituyendo en la primera ecuación se tiene que el tiempo de un ciclo de operación será:

$$T = \frac{V_1}{B_1 - Q_{ent}} + \frac{V_1}{Q_{ent}}$$

$$T = V_1 \left(\frac{1}{B_1 - Q_{ent}} + \frac{1}{Q_{ent}} \right)$$

Derivando el tiempo de un ciclo T con respecto al caudal entrante Q_{ent} e igualando a cero, se obtiene el valor mínimo para un ciclo

$$\frac{dT}{dQ_{ent}} = 0$$



A partir de esta ecuación se llega a la expresión $B_1 = 2 \times Q_{ent}$

Sustituyendo en la penúltima ecuación con $T = T_{mínimo}$

$$T_{mínimo} = I_1 \left(\frac{1}{B_1 - B_2} + \frac{1}{B_1} \right) = I_1 \left(\frac{1}{B_1} + \frac{1}{B_1} \right) = \frac{2I_1}{B_1}$$

$$T_{mínimo} = 4 \times \frac{I_1}{B_1} = 2 \times \frac{I_1}{Q_{cm}}$$

El tiempo mínimo de un ciclo de operación $T_{mínimo}$ se obtiene de las especificaciones del fabricante

El caudal de la bomba 1 (B_1) debe proponerse por encima del caudal mínimo de aguas residuales $Q_{ent} > Q_{min}$

El volumen V_1 se calcula substituyendo el resto de valores conocidos. El nivel de arranque de la bomba 1 se determina proponiendo las dimensiones superficiales del cárcamo.

$$V_1 = T_{mínimo} \times B_1 / 4 = T_{mínimo} \times \frac{Q_{cm}}{2}$$

Cuando el caudal de entrada Q_{ent} sea mayor que la descarga de la bomba 1 B_1 , el nivel de agua seguirá ascendiendo por encima de nivel de arranque de Bomba 1 hasta llegar al nivel de arranque de bomba 2. A partir de este punto ambas bombas permanecerán en operación hasta vaciar el tanque en nivel de paro de bombas.

El volumen V contenido desde nivel de paro de bombas hasta nivel de arranque de bomba 2 se determina multiplicando la suma de la descarga de ambas bombas por el tiempo mínimo recomendado de operación. Por diferencia se obtiene el volumen V_2 por encima de V_1 .

Deberá revisarse que para cualquier combinación de caudales influente y de bombeo no se sobrepase la frecuencia recomendada de arranques y no se retenga por demasiado tiempo el agua en el cárcamo.

10.8 Bombas tipo tornillo o de Arquímedes

Origen, aplicación y ventajas

En el siglo III a. C., el matemático y físico ARQUIMIDES inventó un artificio consistente en un tubo enrollado en espiral sobre un eje inclinado para elevar aguas. Fig. 10.26.

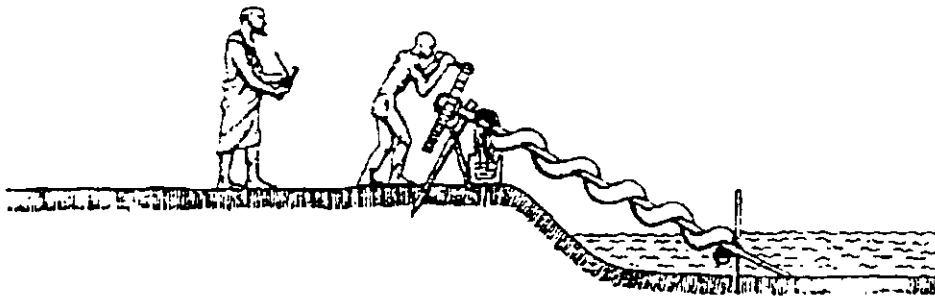


Fig. 10.26 Artificio de Arquímedes

Se sabe que los romanos utilizaron dicha máquina de elevación de aguas en las minas de oro en España.

Hoy en día se sigue utilizando el "Tornillo de Arquímedes" para elevar aguas cargadas de elementos sólidos. Este sistema tiene la ventaja de elevar con un motor de velocidad constante el caudal de agua que llegue al depósito de entrada, desde cero hasta su capacidad máxima.

Su aplicación está en:

- Elevación de aguas residuales en colectores
- Elevación de aguas en entrada y salida de las plantas de tratamiento
- Retorno de lodo decantado al reactor biológico
- Elevación de aguas de escorrentía
- Introducir en las estaciones de tratamiento y depuración un caudal constante, tomando de un depósito de regulación

Las ventajas de este tipo de elevación son:

- a) No precisan rejillas o elementos de desbaste previos.
- b) No requieren un pozo de toma (cárcamo) amplio y profundo.

- c) Tiene un rendimiento alto del 33% al 70%
- d) Funcionan a velocidades relativamente bajas 20 a 120 r p m , reduciéndose el fenómeno de abrasión considerablemente
- e) No precisa regulación ante oscilaciones de caudal
- f) No rompe los lodos activados.
- g) Puede bombear sólidos de gran tamaño sin peligro de atascamiento

La cantidad de agua que transportan estas máquinas, cambia según lo que se sumerja el tornillo. El caudal se puede regular controlando la velocidad de accionamiento de la máquina sin alejar demasiado el rendimiento hidráulico de su caudal máximo

La altura de elevación esta limitada a un máximo de 7.5 a 9 metros, cuando se requiere elevar a una mayor altura, debe instalarse una o vanas etapas de bombeo; el tornillo tiene un ángulo máximo con respecto a la horizontal de 30° a 35°, se construyen con espirales de simple (único), doble y triple paso

En la figura 10.27 aparecen designados los principales elementos del tornillo de Arquímedes y en la figura 10.28 una instalación completa

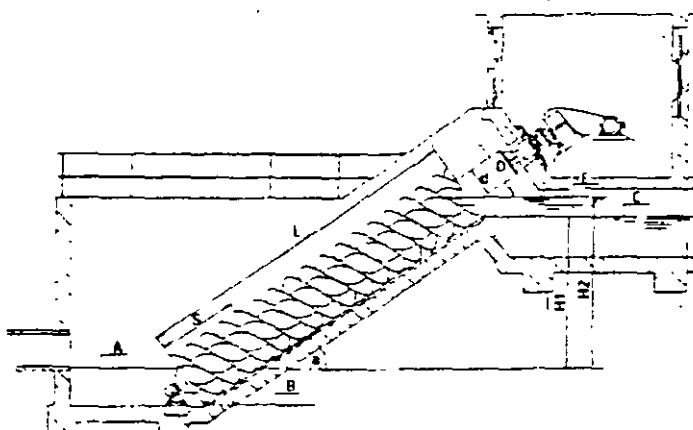


Fig. 10. 27 Componentes de la bomba de tornillo

- A = Máxima cota de llenado en depósito de entrada
- B = Cota de solera del depósito de entrada.
- C = Cota de nivel del vertedero superior



- E = Máximo nivel de descarga.
- a = Angulo de elevación
- D = Diámetro del tornillo.
- d = Diámetro del tubo soporte.
- L = Longitud de las hojas del tornillo.
- S = Paso de la hélice.
- H₁ = Altura del vertedero
- H₂ = Máxima elevación

En la figura 10.28 se ilustra una instalación típica con bombas de tornillo para el manejo de aguas residuales.

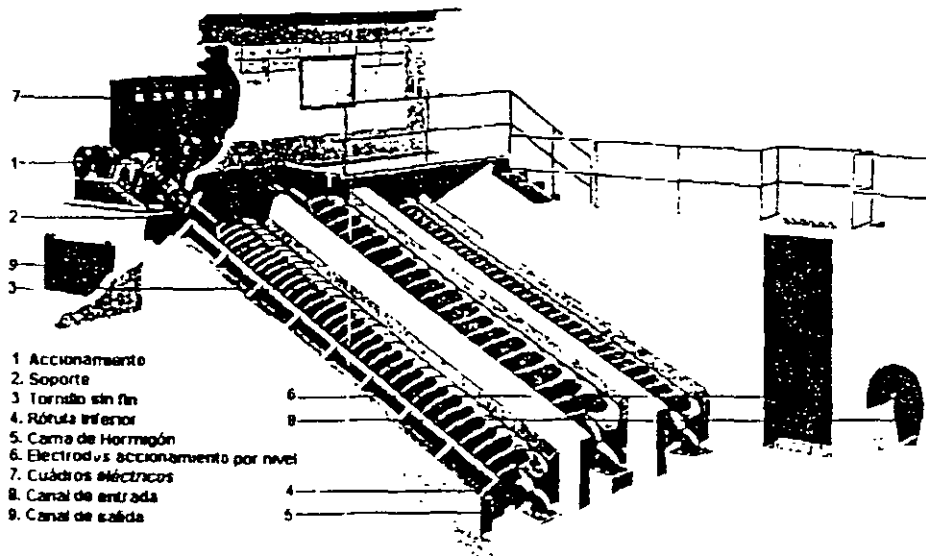
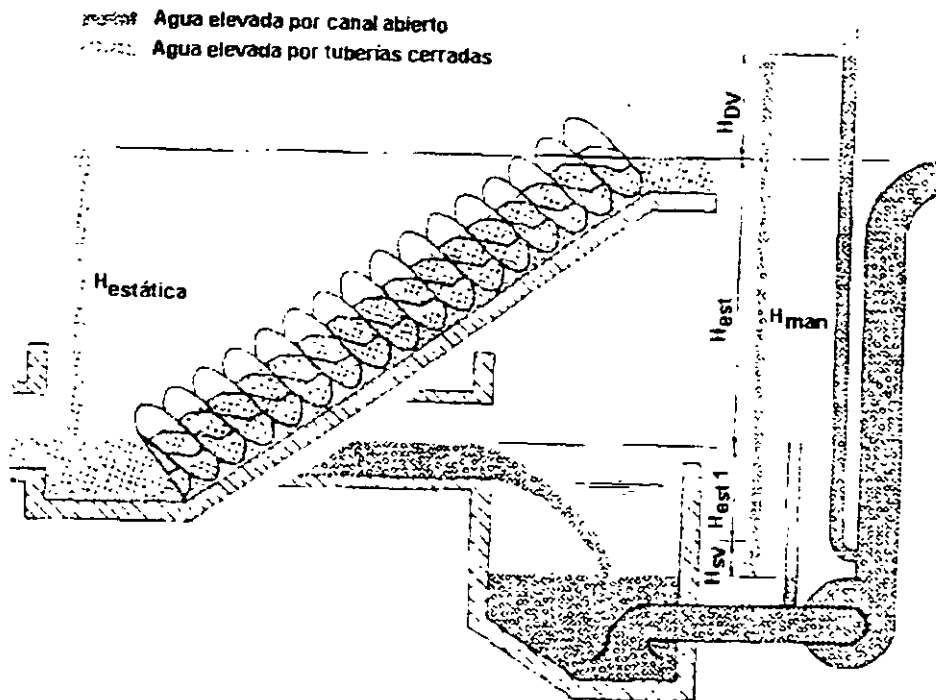


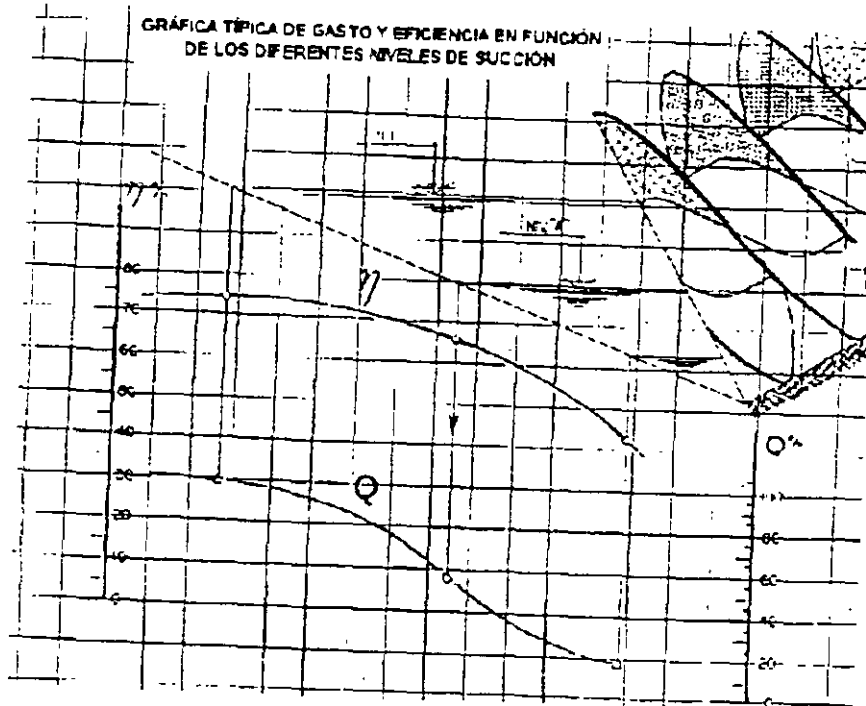
Fig. 10.28 Instalación completa con tornillos de Arquímedes

Una de las ventajas de las bombas tipo tornillo es que no requieren cárcamo, por lo mismo la altura de elevación es menor, debido a que se bombea prácticamente del nivel del canal de llegada, ahorrándose el tramo que las centrífugas eleva desde la succión hasta el motor, además no se consideran pérdidas de carga, tal como se muestra en el siguiente esquema.



- H_{st} = Carga estática igual al desnivel entre espejos de agua
 H_{dv} = Pérdida de carga por fricción y accesorios (codos, válvulas, etc.) en la descarga
 H_{sv} = Idem al anterior pero en la succión
 $H_{est 1}$ = Caída por almacenamiento
 H_{man} = Carga dinámica total = $H_{st} + H_{dv} + H_{est 1} + H_{sv}$

El esquema anterior muestra las ventajas hidráulicas que resultan de eliminar las tuberías de conducción y los requisitos de submergencia con relación a los equipos convencionales. La eliminación por fricción y pérdidas menores en las líneas de conducción (codos, válvulas, inserciones y accesorios vanos) se traduce en la reducción de la potencia y por lo tanto de menor consumo de energía, limitándose esta a la esencialmente requerida para vencer el desnivel de bombeo.



Esta gráfica típica relaciona la eficiencia y el gasto de una bomba tornillo en función del tirante de agua en la succión. Puede observarse que el abatimiento del espejo de agua se traduce en una reducción del gasto bombeado. Con ello se están reproduciendo las condiciones de un sistema funcionando por gravedad, eliminando las pautas impuestas por cualquier otro tipo de bombas.

Por otro lado, la gráfica muestra que la curva de rendimiento es sensiblemente plana, y por tanto un descenso en el nivel y en el caudal del agua por elevar tiene poco efecto en la eficiencia.

Por ejemplo:

Si el nivel de agua en la succión desciende del nivel máximo de diseño (P. LL. = Punto de llenado) hasta el nivel "A" el gasto de bombeo se reduce al 56% del gasto de diseño mientras que la eficiencia varía del 75% al 66%.

Las ventajas de operación que se derivan de este comportamiento son muy importantes:

- a) Mayor rendimiento a caudales variables con menor número de bombas.
- b) Se minimiza la frecuencia de arranques y paros de la unidad motriz.
- c) Gasto de bombeo variable de acuerdo con el caudal del influente, sin que se requiera motor de velocidad variable o cualquier otro dispositivo.

EJEMPLO DEL DIMENSIONAMIENTO DE UNA BOMBA DE TORNILLO**Datos de diseño:**

Gasto. 5,000 gal/mm

Carga estática: 21 ft

Tabla para selección (la proporcionarán los fabricantes)

Empleo de la tabla de selección.

Si no se proporciona la inclinación, nos podemos auxiliar de la tabla que se muestra a continuación, proporcionada por un proveedor de este tipo de bombas, y en la cual podemos observar lo siguiente.

- En la columna de 30°, para un diámetro de 84 in y una sola espiral se tiene un gasto de 14338 gpm y una carga de 21.2 ft, lo que resulta inadecuado.
- En la columna de 38°, para un diámetro de 78 in y una espiral, se tiene un gasto de 5867 gpm y una carga de 26.4 ft.
- En la misma columna de 38° pero ahora con dos espirales se tiene para un diámetro de 60 in, un gasto de 6008 gpm y una carga de 22 ft.
- En la columna de 38° pero ahora con tres espirales se tiene para un diámetro de 54 in un gasto de 5527 gpm y una carga de 21.9 ft.

Análisis

De la tabla de selección, en la columna de 30° el gasto es demasiado grande para la carga de 21 in.

La columna de 38° ofrece tres bombas, así que debe seleccionarse la que resulte mas económica. La solución lógica podría ser la bomba mas pequeña ya que se asocia a costos de construcción menores, pero en algunos casos, bombas de tornillo con dos espirales pueden ser mas baratas que bombas de tornillo con tres espirales.

En este caso se selecciona la bomba de 54 in de diámetro, en la tabla se obtiene una capacidad de 5527 gpm a una velocidad de 40.5 rpm, por lo que se determinara la velocidad requerida para suministrar un gasto de 5000 gpm. La capacidad de bombeo es directamente proporcional a la velocidad.

Determinación de la velocidad

Cuando la bomba de tornillo ha sido adecuadamente seleccionada, se determinará la potencia del motor.

Cálculo de la potencia

La potencia al freno (break horsepower, bhp) se calcula con el gasto (gpm) y la carga (ft) respectivamente:



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS



MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO

La potencia del motor se calcula a partir de la potencia al freno (bhp) tomando en cuenta la eficiencia de la espiral, el motor, la reducción de velocidad por acoplamiento, cadenas o bandas, etc. Para una selección conservadora se considera una eficiencia total (q) del 70 %, y posteriormente se selecciona el motor con la potencia comercial superior mas cercana.

SELECCIÓN DE BOMBAS DE TORNILLO

(Datos proporcionados por fabricantes)

TUBOS ESTANDAR			INCLINACION DE 30°			INCLINACION DE 38°		
DIAMETRO DE TORNILLO	DIAMETRO Y ESPESOR DE PARED	VELOCIDAD RPM	CAPACIDAD (GPM) / CARGA (FT)			CAPACIDAD (GPM) / CARGA (FT)		
			UNA ESPIRAL	DOS ESPIRALES	TRES ESPIRALES	UNA ESPIRAL	DOS ESPIRALES	TRES ESPIRALES
18"	8.625	84.3	377/9.9	532/9.7	638/9.5	187/12.2	362/11.9	425/11.7
21"	10.75	76.1	564/11.5	762/11.2	915/11.0	274/14.1	518/13.8	610/13.5
24"	12.75	69.6	770/12.7	1041/12.4	1249/12.3	375/15.6	708/15.3	833/15.0
27"	14.0	64.3	1014/13.0	1370/12.5	1644/12.2	493/15.9	932/15.4	1096/14.9
30"	16.0	60.0	1297/14.1	1752/13.5	2103/13.2	631/17.2	1192/16.6	1402/16.1
36"	18.0	53.1	1984/14.9	2682/13.9	3218/13.6	965/18.2	1824/17.1	2145/16.6
42"	20.0	47.9	2705/15.3	3843/14.5	4612/14.1	1337/19.1	2613/17.9	3074/17.3
48"	24.0	43.9	3884/16.9	5248/16.2	6298/15.5	1889/20.6	3569/19.9	4199/19.3
54"	30.0	40.5	-	6909/18.2	8291/17.9	2487/23.5	4698/22.5	5527/21.9
60"	30.0	37.8	6533/18.6	8835/17.9	10602/17.1	3181/23.1	6008/22.0	7068/21.4
66"	36.0	35.5	-	11036/19.1	13243/18.5	3973/25.0	7505/23.5	8829/22.9
72"	42.0	33.5	-	13521/20.9	16225/20.3	4868/27.2	9194/25.8	10817/25.1
78"	42.0	33.5	-	16229/20.5	19588/19.9	5867/26.4	11083/25.3	13039/24.6
84"	42.0	31.7	14338/21.2	19376/20.0	23251/19.6	6975/26.1	13176/24.9	15501/23.9
90"	48.0	30.2	16844/22.8	22762/21.7	27314/21.2	8194/28.2	15478/26.9	18209/26.0
96"	54.0	28.9	-	26462/23.2	31745/21.7	9526/29.9	17994/28.7	21170/28.0
102"	54.0	27.6	22558/24.0	30484/22.9	36581/21.4	10974/29.5	20729/28.3	24387/27.6
108"	60.0	26.5	-	34835/22.4	41802/21.8	12540/30.4	23668/28.5	27868/26.2
114"	60.0	24.6	29245/24.6	39500/22.1	47424/21.2	14227/30.1	26874/27.4	31616/25.3
120"	60.0	23.8	32964/23.3	44545/21.8	53455/20.4	16027/25.7	30291/26.8	35637/24.5



BIBLIOGRAFÍA

Libros

- "Bombas Centrífugas", I.J. Karassik y r. Carter, C.E.C.S.A., Mexico, 1966
- "Bombas, teoría, Diseño y Aplicaciones", Manuel Viejo Zubicaray, segunda de., Editorial Limusa, México, 1975
- "Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas", Claudio Metaix, Harper & Row Latincamencana, 1970
- "Metering Pumps", J.P. Poynton, Marcel Dekker, Inc., New York, 1983
- "Pumps for Chemical Processing", J.T. McGuire, Marcel Dekker, Inc., New York 1990
- "Pump Handbook", I.J. Karassik, W.C. Krutzsch, W.H. Fraser, J.P. Messina, McGraw-Hill Book Co., New York, 1986
- "De Laval Engineering Handbook", Editado por H. Gartmann, McGraw-Hill Book Co., New York, 1947
- "Manual del Ingeniero Mecánico Marks", MacGraw-Hill, México, 1982
- "Diseño y Operación Hidráulicos de Conducciones de Agua a Presión", Instituto de Ingeniería de la UNAM, 1985
- "American National Standar for centrifugal Pumps", Hydraulic Institute ANSI/HI 1.1-1.5-1994
- "American National Standar for Pump Intake Design", Hydraulic Institute ANSI/HI 9.8-1996
- "Net Positive Suction Head for Feed Pumps", Dr. D. Florjancic, Sulzer Brothers Limited, Switzerland

Articulos sobre la bomba de estrella

- Chicurel R., Resendiz, R., "Bomba Rotatoria de Desplazamiento Positivo de Concepción Novedosa. Memoria VII Congreso Acad. Nacional de Ingeniería, Oaxaca, Oax., Sept 1981, pp 333-336



Chicurel, R., Reséndiz, R., "Optimized Design of a New Positive Displacement Pump", Artículo No. 82-DE-18 de American Society of Mechanical Engineers 1982.

-43-

Chicurel R., Reséndiz, R "La Bomba de Estrella: una Nueva Alternativa para el Manejo de Combustibles", Revista Ingeniería, Vol. 55. No. 1, 1985, pp. 78-81.

Chicurel, R., León, J., Reséndiz, R., "Applications and Perspectives of a Novel Sprocket Type Pump", Proc. International Conf. Positive Displ Pumps, Chester, Inglaterra, oct. 1986, pp 1-4.

Chicurel, R., León, J., "Modelo para el Cálculo de la Eficiencia Volumétrica de las Bombas de Estrella", Memoria III Congr. Soc. Mex Ing Mec., Morelia, México, 1997, pp 132-137.

Bibliografía sobre bombeo de aguas residuales

López R. Rafael, "Apuntes de Tratamiento de Aguas Residuales", Capítulo 5. Estaciones de Bombeo, Facultad de Ingeniería de la UNAM, 2000.

Fair, Geyer, Okun, "Purificación de Aguas, Tratamiento y Remoción de Aguas Residuales" Limusa—Wiley 1993

Hernández M. Aurelio, "Depuración de Aguas Residuales" Escuela de Ingenieros de Caminos, Colección Senior No 9 Madrid España 1990

Joint Committee of Water Pollution Control Federation, "Wastewater Treatment Plant Design", E.U.A. 1977

Water Pollution Control Federation, "Diseño de Estaciones de Bombeo de Aguas Residuales y Aguas Pluviales" USA, 1984



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

MANUTENIMIENTO A INSTALACIONES II

Del 13 al 14 de Septiembre de 2002

ANEXOS

CI-070

Instructor: M.S.P. Rafael López Ruiz
PEMEX – Villahermosa Tabasco
Septiembre / 2002



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



LEGISLACIÓN SOBRE DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES



Norma Oficial Mexicana

INDICE

NOM-001-ECOL-1996
Norma Oficial Mexicana NOM 002-ECOL-1996
Norma Oficial Mexicana NOM-003-ECOL-1997
Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996

NORMA OFICIAL MEXICANA

NOM-001-ECOL-1996, QUE ESTABLECE LOS LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES EN AGUAS Y BIENES NACIONALES

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

JULIA CARABIAS LILLO, Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 32 Bis fracciones I, IV y V de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 85, 86 fracciones I, III y VII, 92 fracciones II y IV y 119 de la Ley de Aguas Nacionales; 50. fracciones VIII y XV, 80. fracciones II y VII, 36, 37, 117, 118 fracción II, 119 fracción I inciso a), 123, 171 y 173 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 38 fracción II, 40 fracción X, 41, 45, 46 fracción II y 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, he tenido a bien expedir la siguiente Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales; y

CONSIDERANDO

Que en cumplimiento a lo dispuesto en la fracción I del artículo 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, el Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, se publicó en el **Diario Oficial de la Federación** el 24 de junio de 1996, a fin de que los interesados en un plazo de 90 días naturales presentaran sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, sito en avenida Revolución 1425, mezanina planta alta, colonia Tlacopac, código postal 01040, de esta ciudad.

Que durante el plazo a que se refiere el considerando anterior y de conformidad con lo dispuesto en el artículo 45 del ordenamiento legal citado, estuvieron a disposición del público los documentos a que se refiere dicho precepto.

Que de acuerdo con lo que disponen las fracciones II y III del artículo 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, los comentarios presentados por los interesados fueron analizados en el seno del citado Comité, realizándose las modificaciones procedentes a dicha Norma; las respuestas a los comentarios de



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



referencia fueron publicadas en el **Diario Oficial de la Federación** el 24 de diciembre de 1996.

Que habiéndose cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para la elaboración de Normas Oficiales Mexicanas, el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, en sesión de fecha 30 de octubre de 1996, aprobó la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, por lo que he tenido a bien expedir la siguiente:

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-ECOL-1996, QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS

DE AGUAS RESIDUALES EN AGUAS Y BIENES NACIONALES

INDICE

1. Objetivo y campo de aplicación
2. Referencias
3. Definiciones
4. Especificaciones
5. Métodos de prueba
6. Verificación
7. Grado de concordancia con normas y recomendaciones internacionales
8. Bibliografía
9. Observancia de esta Norma
10. Transitorio
11. Anexo I

1. Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, con el objeto de proteger su calidad y posibilitar sus usos, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas. Esta Norma Oficial Mexicana no se aplica a las descargas de aguas provenientes de drenajes separados de aguas pluviales.



2. Referencias

Norma Mexicana NMX-AA-003 Aguas residuales - Muestreo, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 25 de marzo de 1980.

Norma Mexicana NMX-AA-004 Aguas - Determinación de sólidos sedimentables en aguas residuales - Método del cono Imhoff, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 13 de septiembre de 1977.

Norma Mexicana NMX-AA-005 Aguas - Determinación de grasas y aceites - Método de extracción soxhlet, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 8 de agosto de 1980.

Norma Mexicana NMX-AA-006 Aguas - Determinación de materia flotante - Método visual con malla específica, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 5 de diciembre de 1973.

Norma Mexicana NMX-AA-007 Aguas - Determinación de la temperatura - Método visual con termómetro, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 23 de julio de 1980.

Norma Mexicana NMX-AA-008 Aguas - Determinación de pH - Método potenciométrico, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 25 de marzo de 1980.

Norma Mexicana NMX-AA-026 Aguas - Determinación de nitrógeno total - Método Kjeldahl, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 27 de octubre de 1980.

Norma Mexicana NMX-AA-028 Aguas - Determinación de demanda bioquímica de oxígeno - Método de incubación por diluciones, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 6 de julio de 1981.

Norma Mexicana NMX-AA-029 Aguas - Determinación de fósforo total - Métodos espectrofotométricos, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 21 de octubre de 1981.

Norma Mexicana NMX-AA-034 Aguas - Determinación de sólidos en agua - Método gravimétrico, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 3 de julio de 1981.

Norma Mexicana NMX-AA-042 Aguas - Determinación del número más probable de coliformes totales y fecales - Método de tubos múltiples de fermentación, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 22 de junio de 1987.

Norma Mexicana NMX-AA-046 Aguas - Determinación de arsénico en agua - Método espectrofotométrico, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 21 de abril de 1982.

Norma Mexicana NMX-AA-051 Aguas - Determinación de metales - Método



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



espectrofotométrico de absorción atómica, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 22 de febrero de 1982.

Norma Mexicana NMX-AA-057 Aguas - Determinación de plomo - Método de la ditizona, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 29 de septiembre de 1981.

Norma Mexicana NMX-AA-058 Aguas - Determinación de cianuros - Método colorimétrico y titulométrico, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 14 de diciembre de 1982.

Norma Mexicana NMX-AA-060 Aguas - Determinación de cadmio - Método de la ditizona, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 26 de abril de 1982.

Norma Mexicana NMX-AA-064 Aguas - Determinación de mercurio - Método de la ditizona, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 3 de marzo de 1982.

Norma Mexicana NMX-AA-066 Aguas - Determinación de cobre - Método de la neocuproína, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 16 de noviembre de 1981.

Norma Mexicana NMX-AA-078 Aguas - Determinación de zinc - Métodos colorimétricos de la ditizona I, la ditizona II y espectrofotometría de absorción atómica, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 12 de julio de 1982.

Norma Mexicana NMX-AA-079 Aguas Residuales - Determinación de nitrógeno de nitratos (Brucina), publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 14 de abril de 1986.

Norma Mexicana NMX-AA-099 Determinación de nitrógeno de nitritos - Agua potable, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 11 de febrero de 1987.

3. Definiciones

3.1 Aguas costeras

Son las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fija el derecho internacional; así como las aguas marinas interiores, las lagunas y esteros que se comuniquen permanente o intermitentemente con el mar.

3.2 Aguas nacionales

Las aguas propiedad de la Nación, en los términos del párrafo quinto del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

3.3 Aguas residuales



Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas.

3.4 Aguas pluviales

Aquellas que provienen de lluvias, se incluyen las que provienen de nieve y granizo.

3.5 Bienes nacionales

Son los bienes cuya administración está a cargo de la Comisión Nacional del Agua en términos del artículo 113 de la Ley de Aguas Nacionales.

3.6 Carga contaminante

Cantidad de un contaminante expresada en unidades de masa por unidad de tiempo, aportada en una descarga de aguas residuales.

3.7 Condiciones particulares de descarga

El conjunto de parámetros físicos, químicos y biológicos y de sus niveles máximos permitidos en las descargas de agua residual, determinados por la Comisión Nacional del Agua para el responsable o grupo de responsables de la descarga o para un cuerpo receptor específico, con el fin de preservar y controlar la calidad de las aguas conforme a la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.

3.8 Contaminantes básicos

Son aquellos compuestos y parámetros que se presentan en las descargas de aguas residuales y que pueden ser removidos o estabilizados mediante tratamientos convencionales. En lo que corresponde a esta Norma Oficial Mexicana sólo se consideran los siguientes: grasas y aceites, materia flotante, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno, nitrógeno total (suma de las concentraciones de nitrógeno Kjeldahl de nitritos y de nitratos, expresadas como mg/litro de nitrógeno), fósforo total, temperatura y pH.

3.9 Contaminantes patógenos y parasitarios

Son aquellos microorganismos, quistes y huevos de parásitos que pueden estar presentes en las aguas residuales y que representan un riesgo a la salud humana, flora o fauna. En lo que corresponde a esta Norma Oficial Mexicana sólo se consideran los coliformes fecales y los huevos de helminto.

3.10 Cuerpo receptor

Son las corrientes, depósitos naturales de agua, presas, cauces, zonas marítimas



o bienes nacionales donde se descargan aguas residuales, así como los terrenos en donde se infiltran o inyectan dichas aguas cuando puedan contaminar el suelo o los acuíferos.

3.11 Descarga

Acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor en forma continua, intermitente o fortuita, cuando éste es un bien del dominio público de la Nación.

3.12 Embalse artificial

Vaso de formación artificial que se origina por la construcción de un bordo o cortina y que es alimentado por uno o varios ríos o agua subterránea o pluvial.

3.13 Embalse natural

Vaso de formación natural que es alimentado por uno o varios ríos o agua subterránea o pluvial.

3.14 Estuario

Es el tramo del curso de agua bajo la influencia de las mareas que se extiende desde la línea de costa hasta el punto donde la concentración de cloruros en el agua es de 250 mg/l.

3.15 Humedales naturales

Las zonas de transición entre los sistemas acuáticos y terrestres que constituyen áreas de inundación temporal o permanente, sujetas o no a la influencia de mareas, como pantanos, ciénegas y marismas, cuyos límites los constituyen el tipo de vegetación hidrófila de presencia permanente o estacional; las áreas donde el suelo es predominantemente hídrico; y las áreas lacustres o de suelos permanentemente húmedos, originadas por la descarga natural de acuíferos.

3.16 Límite máximo permisible

Valor o rango asignado a un parámetro, el cual no debe ser excedido en la descarga de aguas residuales.

3.17 Metales pesados y cianuros

Son aquéllos que, en concentraciones por encima de determinados límites, pueden producir efectos negativos en la salud humana, flora o fauna. En lo que corresponde a esta Norma Oficial Mexicana sólo se consideran los siguientes: arsénico, cadmio, cobre, cromo, mercurio, níquel, plomo, zinc y cianuros.

3.18 Muestra compuesta

La que resulta de mezclar el número de muestras simples, según lo indicado en la Tabla 1. Para conformar la muestra compuesta, el volumen de cada una de las muestras simples deberá ser proporcional al caudal de la descarga en el momento de su toma.

TABLA 1

HORAS POR DIA QUE OPERA EL PROCESO GENERADOR DE LA DESCARGA	NUMERO DE MUESTRAS SIMPLES	INTERVALO ENTRE TOMA DE MUESTRAS SIMPLES (HORAS)	
		MINIMO	MAXIMO
Menor que 4	Mínimo 2	N.E.	N.E.
De 4 a 8	4	1	2
Mayor que 8 y hasta 12	4	2	3
Mayor que 12 y hasta 18	6	2	3
Mayor que 18 y hasta 24	6	3	4

N.E. = No especificado

3.19 Muestra simple

La que se tome en el punto de descarga, de manera continua, en día normal de operación que refleje cuantitativa y cualitativamente el o los procesos más representativos de las actividades que generan la descarga, durante el tiempo necesario para completar cuando menos, un volumen suficiente para que se lleven a cabo los análisis necesarios para conocer su composición, aforando el caudal descargado en el sitio y en el momento del muestreo.

El volumen de cada muestra simple necesario para formar la muestra compuesta se determina mediante la siguiente ecuación:

$$VMS_i = VMC \times (Q_i / Q_t)$$

Donde

VMS_i = volumen de cada una de las muestras simples "i", litros.

VMC = volumen de la muestra compuesta necesario para realizar la totalidad de los análisis de laboratorio requeridos, litros.

Q_i = caudal medido en la descarga en el momento de tomar la muestra simple, litros por segundo.



$Q_t = \sum_{i=1}^n Q_i$ hasta Q_n , litros por segundo.

3.20 Parámetro

Variable que se utiliza como referencia para determinar la calidad física, química y biológica del agua.

3.21 Promedio diario (P.D.)

Es el valor que resulta del análisis de una muestra compuesta. En el caso del parámetro grasas y aceites, es el promedio ponderado en función del caudal, y la media geométrica para los coliformes fecales, de los valores que resulten del análisis de cada una de las muestras simples tomadas para formar la muestra compuesta. Las unidades de pH no deberán estar fuera del rango permisible, en ninguna de las muestras simples.

3.22 Promedio mensual (P.M.)

Es el valor que resulte de calcular el promedio ponderado en función del caudal, de los valores que resulten del análisis de al menos dos muestras compuestas (Promedio diario).

3.23 Riego no restringido

La utilización del agua residual destinada a la actividad de siembra, cultivo y cosecha de productos agrícolas en forma ilimitada como forrajes, granos, frutas, legumbres y verduras.

3.24 Riego restringido

La utilización del agua residual destinada a la actividad de siembra, cultivo y cosecha de productos agrícolas, excepto legumbres y verduras que se consumen crudas.

3.25 Río

Corriente de agua natural, perenne o intermitente, que desemboca a otras corrientes, o a un embalse natural o artificial, o al mar.

3.26 Suelo

Cuerpo receptor de descargas de aguas residuales que se utiliza para actividades agrícolas.

3.27 Tratamiento convencional

Son los procesos de tratamiento mediante los cuales se remueven o estabilizan los contaminantes básicos presentes en las aguas residuales.

3.28 Uso en riego-agrícola



La utilización del agua destinada a la actividad de siembra, cultivo y cosecha de productos agrícolas y su preparación para la primera enajenación, siempre que los productos no hayan sido objeto de transformación industrial.

3.29 Uso público urbano

La utilización de agua nacional para centros de población o asentamientos humanos, destinada para el uso y consumo humano, previa potabilización.

4. Especificaciones

4.1 La concentración de contaminantes básicos, metales pesados y cianuros para las descargas de aguas residuales a aguas y bienes nacionales, no debe exceder el valor indicado como límite máximo permisible en las Tablas 2 y 3 de esta Norma Oficial Mexicana. El rango permisible del potencial hidrógeno (pH) es de 5 a 10 unidades.

4.2 Para determinar la contaminación por patógenos se tomará como indicador a los coliformes fecales. El límite máximo permisible para las descargas de aguas residuales vertidas a aguas y bienes nacionales, así como las descargas vertidas a suelo (uso en riego agrícola) es de 1,000 y 2,000 como número más probable (NMP) de coliformes fecales por cada 100 ml para el promedio mensual y diario, respectivamente.

4.3 Para determinar la contaminación por parásitos se tomará como indicador los huevos de helminto. El límite máximo permisible para las descargas vertidas a suelo (uso en riego agrícola), es de un huevo de helminto por litro para riego no restringido, y de cinco huevos por litro para riego restringido, lo cual se llevará a cabo de acuerdo a la técnica establecida en el anexo 1 de esta Norma.

4.4. Al responsable de la descarga de aguas residuales que antes de la entrada en vigor de esta Norma Oficial Mexicana se le hayan fijado condiciones particulares de descarga, podrá optar por cumplir los límites máximos permisibles establecidos en esta Norma, previo aviso a la Comisión Nacional del Agua.

4.5. Los responsables de las descargas de aguas residuales vertidas a aguas y bienes nacionales deben cumplir con la presente Norma Oficial Mexicana de acuerdo con lo siguiente:

a) Las descargas municipales tendrán como plazo límite las fechas de cumplimiento establecidas en la Tabla 4. El cumplimiento es gradual y progresivo, conforme a los rangos de población. El número de habitantes corresponde al determinado en el XI Censo Nacional de Población y Vivienda, correspondiente a 1990, publicado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

b) Las descargas no municipales tendrán como plazo límite hasta las fechas de cumplimiento establecidas en la Tabla 5. El cumplimiento es gradual y progresivo, dependiendo de la mayor carga contaminante expresada como



Norma Oficial Mexicana

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-ECOL-1996, QUE ESTABLECE LOS LIMITES MAXIMOS DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES EN AGUAS Y BIENES NACIONALES

4. Especificaciones

4.1 La concentración de contaminantes básicos, metales pesados y cianuros para las descargas de aguas residuales a aguas y bienes nacionales, no debe exceder el valor indicado como límite máximo permisible en las Tablas 2 y 3 de la Norma Oficial Mexicana. El rango permisible del potencial hidrógeno (pH) es de 5 a 10 unidades.

4.2 Para determinar la contaminación por patógenos se tomará como indicador a los coliformes fecal permisible para las descargas de aguas residuales vertidas a aguas y bienes nacionales, así como las (uso en riego agrícola) es de 1,000 y 2,000 como número más probable (NMP) de coliformes fecales promedio mensual y diario, respectivamente.

4.3 Para determinar la contaminación por parásitos se tomará como indicador los huevos de helminto permisible para las descargas vertidas a suelo (uso en riego agrícola), es de un huevo de helminto por litro de agua para riego restringido, y de cinco huevos por litro para riego restringido, lo cual se llevará a cabo de acuerdo a lo establecido en el anexo 1 de esta Norma.

4.4. Al responsable de la descarga de aguas residuales que antes de la entrada en vigor de esta Norma hayan fijado condiciones particulares de descarga, podrá optar por cumplir los límites máximos permisos de esta Norma, previo aviso a la Comisión Nacional del Agua.

4.5. Los responsables de las descargas de aguas residuales vertidas a aguas y bienes nacionales deben cumplir con la Norma Oficial Mexicana de acuerdo con lo siguiente:

TABLA 2

LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES PARA CONTAMINANTES BASICOS																
PARAMETROS (miligramos por litro, excepto cuando se especifique)	RIOS						EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES				AGUAS COSTERAS					
	Uso en riego agrícola (A)		Uso público urbano (B)		Protección de vida acuática (C)		Uso en riego agrícola (B)		Uso público urbano (C)		Explotación pesquera, navegación y otros usos (A)		Recreación (B)		ESTUARIO (B)	
	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.
Temperatura °C (1)	NA	NA	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Grasas y Aceites (2)	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25
Materia Flotante (3)	au	au	au	au	au	au	au	au	au	au	au	au	au	au	au	au
	sen	sen	sen	sen	sen	sen	sen	sen	sen	sen	sen	sen	sen	sen	sen	sen

	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te	te
Sólidos Sedimentables (ml/l)	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Sólidos Suspendidos Totales	150	200	75	125	40	60	75	125	40	60	150	200	75	125	75	125
Demanda Bioquímica de Oxígeno ₅	150	200	75	150	30	60	75	150	30	60	150	200	75	150	75	150
Nitrogeno Total	40	60	40	60	15	25	40	60	15	25	N A	N A	N A	N A	15	25
Fosforo Total	20	30	20	30	5	10	20	30	5	10	N A	N A	N A	N A	5	10

(1) Instantaneo

(2) Muestra Simple Promedio Pondera

(3) Ausente según el Metodo de Prueba definido en la NMX-AA-006

P D = Promedio Diario P M = Promedio Mensual

N A = No es aplicable

(A) (B) y (C) Tipo de Cuerpo Receptor según la Ley Federal de Derechos

TABLA 3

LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES PARA METALES PESADOS Y CIANUROS																
PARAMETROS (*) (miligramos por litro)	RIOS						EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES				AGUAS COSTERAS					
	Uso en riego agrícola (A)		Uso publico urbano (B)		Protec- cion de vida acuatica (C)		Uso en riego agrícola (B)		Uso publico urbano (C)		Explotacion pesquera navegacion y otros usos (A)		Recreacion (B)		ESTUARIS (B)	
	PM	PD	PM	PD	PM	PD	PM	PD	PM	PD	PM	PD	PM	PD	PM	P
Arsenico	02	04	01	02	01	02	02	04	01	02	01	02	02	04	01	0
Calcio	02	04	01	02	01	02	02	04	01	02	01	02	02	04	01	0
Cianuros	10	30	10	20	10	20	20	30	10	20	10	20	20	30	10	2



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO



Cobre	40	60	40	60	40	60	40	60	4	60	4	60	40	60	40	6
Cromo	1	1.5	0.5	1.0	0.5	1.0	1	1.5	0.5	1.0	0.5	1.0	1	1.5	0.5	1.
Mercurio	0.01	0.02	0.005	0.01	0.005	0.01	0.01	0.02	0.005	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0
Niquel	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4
Plomo	0.5	1	0.2	0.4	0.2	0.4	0.5	1	0.2	0.4	0.2	0.4	0.5	1	0.2	0
Zinc	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20

(*) Medidos de manera total

P D = Promedio Diario P M = Promedio Mensual N A = No es aplicable

(A), (B) y (C) Tipo de Cuerpo Receptor segun la Ley Federal de Derechos

Instituto Nacional de Ecologia ---> www.inecologia.gob.mx

demanda bioquímica de oxígeno₅ (DBO₅) o sólidos suspendidos totales (SST), según las cargas del agua residual, manifestadas en la solicitud de permiso de descarga, presentada a la Comisión Nacional del Agua.

TABLA 4

DESCARGAS MUNICIPALES	
FECHA DE CUMPLIMIENTO A PARTIR DE:	RANGO DE POBLACION:
1 de enero de 2000	mayor de 50,000 habitantes
1 de enero de 2005	De 20,001 a 50,000 habitantes
1 de enero de 2010	De 2,501 a 20,000 habitantes

TABLA 5

DESCARGAS NO MUNICIPALES		
FECHA DE CUMPLIMIENTO A PARTIR DE:	CARGA CONTAMINANTE	
	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO ₅ t/d (toneladas/día)	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES t/d (toneladas/día)
1 enero 2000	Mayor de 3.0	mayor de 3.0
1 enero 2005	de 1.2 a 3.0	de 1.2 a 3.0
1 enero 2010	menor de 1.2	menor de 1.2

4.6 Las fechas de cumplimiento establecidas en las Tablas 4 y 5 de esta Norma Oficial Mexicana podran ser adelantadas por la Comisión Nacional del Agua para un cuerpo receptor en específico, siempre y cuando exista el estudio correspondiente que valide tal modificación.

4.7 Los responsables de las descargas de aguas residuales municipales y no municipales, cuya concentración de contaminantes en cualquiera de los parámetros básicos, metales pesados y cianuros, que rebasen los límites máximos permisibles señalados en las Tablas 2 y 3 de esta Norma Oficial Mexicana, multiplicados por cinco, para cuerpos receptores tipo B (rios, uso público urbano), quedan obligados a presentar un programa de las acciones u obras a realizar para el control de la calidad del agua de sus descargas a la Comisión Nacional del Agua, en un plazo no mayor de 180 días naturales, a partir de la publicación de esta Norma en el **Diario Oficial de la Federación**.

Los demás responsables de las descargas de aguas residuales municipales y no municipales, que rebasen los límites máximos permisibles de esta norma, quedan obligados a presentar un programa de las acciones u obras a realizar para el control de la calidad de sus descargas a la Comisión Nacional del Agua.



en los plazos establecidos en las Tablas 6 y 7.

Lo anterior, sin perjuicio del pago de derechos a que se refiere la Ley Federal de Derechos y a las multas y sanciones que establecen las leyes y reglamentos en la materia.

TABLA 6

DESCARGAS MUNICIPALES	
RANGO DE POBLACION	FECHA LIMITE PARA PRESENTAR PROGRAMA DE ACCIONES
Mayor de 50,000 habitantes	30 de junio de 1997
De 20,001 a 50,000 habitantes	31 de diciembre de 1998
De 2,501 a 20,000 habitantes	31 de diciembre de 1999

TABLA 7

CARGA CONTAMINANTE DE LAS DESCARGAS NO MUNICIPALES	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO, Y/O SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES t/d (toneladas/día)	FECHA LIMITE PARA PRESENTAR PROGRAMA DE ACCIONES
Mayor de 3.0	30 de junio de 1997
De 1.2 a 3.0	31 de diciembre de 1998
Menor de 1.2	31 de diciembre de 1999

4.8 El responsable de la descarga queda obligado a realizar el monitoreo de las descargas de aguas residuales para determinar el promedio diario y mensual. La periodicidad de análisis y reportes se indican en la Tabla 8 para descargas de tipo municipal y en la Tabla 9 para descargas no municipales. En situaciones que justifiquen un mayor control, como protección de fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano, emergencias hidroecológicas o procesos productivos fuera de control, la Comisión Nacional del Agua podrá modificar la periodicidad de análisis y reportes. Los registros del monitoreo deberán mantenerse para su consulta por un periodo de tres años posteriores a su realización.

4.9 El responsable de la descarga estará exento de realizar el análisis de alguno o varios de los parámetros que se señalan en la presente Norma Oficial Mexicana, cuando demuestre que, por las características del proceso productivo o el uso que le dé al agua, no genera o concentra los contaminantes a exentar, manifestándolo ante la Comisión Nacional del Agua, por escrito y bajo protesta de decir verdad. La autoridad podrá verificar la veracidad de lo manifestado por el usuario. En caso de falsedad, el responsable quedará sujeto a lo dispuesto en los ordenamientos legales aplicables.

4.10 En el caso de que el agua de abastecimiento registre alguna concentración promedio mensual de los parámetros referidos en los puntos 4.1, 4.2 y 4.3 de la presente Norma Oficial Mexicana, la suma de esta concentración al límite máximo permisible promedio mensual, es el valor que el responsable de la descarga está obligado a cumplir, siempre y cuando lo notifique por escrito a la Comisión Nacional del Agua, para que ésta dictamine lo procedente.

TABLA 8

RANGO DE POBLACION	FRECUENCIA DE MUESTREO Y ANALISIS	FRECUENCIA DE REPORTE
mayor de 50,000 habitantes	MENSUAL	TRIMESTRAL
De 20,001 a 50,000 habitantes	TRIMESTRAL	SEMESTRAL
De 2,501 a 20,000 habitantes	SEMESTRAL	ANUAL

TABLA 9

DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO ₅ t/d (toneladas/día)	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES t/d (toneladas/día)	FRECUENCIA DE MUESTREO Y ANALISIS	FRECUENCIA DE REPORTE
mayor de 3.0	mayor de 3.0	MENSUAL	TRIMESTRAL
de 1.2 a 3.0	de 1.2 a 3.0	TRIMESTRAL	SEMESTRAL
menor de 1.2	menor de 1.2	SEMESTRAL	ANUAL

4.11 Cuando se presenten aguas pluviales en los sistemas de drenaje y alcantarillado combinado, el responsable de la descarga tiene la obligación de operar su planta de tratamiento y cumplir con los límites máximos permisibles de esta Norma Oficial Mexicana, o en su caso con sus condiciones particulares de descarga, y podrá a través de una obra de desvío derivar el caudal excedente. El responsable de la descarga tiene la obligación de reportar a la Comisión Nacional del Agua el caudal derivado.

4.12 El responsable de la descarga de aguas residuales que, como consecuencia de implementar un programa de uso eficiente y/o reciclaje del agua en sus procesos productivos, concentre los contaminantes en su descarga, y en consecuencia rebasa los límites máximos permisibles establecidos en la presente Norma, deberá solicitar ante la Comisión Nacional del Agua se analice su caso particular, a fin de que ésta le fije condiciones particulares de descarga.

5. Métodos de prueba

Para determinar los valores y concentraciones de los parámetros establecidos en esta Norma Oficial Mexicana, se deberán aplicar los métodos de prueba indicados en el punto 2 de esta Norma Oficial Mexicana. El responsable de la descarga podrá solicitar a la Comisión Nacional del Agua, la aprobación de métodos de prueba alternos. En caso de aprobarse, dichos métodos podrán ser



autorizados a otros responsables de descarga en situaciones similares.

Para la determinación de huevos de helminto se deberán aplicar las técnicas de análisis y muestreo que se presentan en el Anexo 1 de esta Norma Oficial Mexicana.

6. Verificación

La Comisión Nacional del Agua llevará a cabo muestreos y análisis de las descargas de aguas residuales, de manera periódica o aleatoria, con objeto de verificar el cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos para los parámetros señalados en la presente Norma Oficial Mexicana.

7. Grado de concordancia con normas y recomendaciones internacionales

7.1 No hay normas equivalentes, las disposiciones de carácter interno que existen en otros países no reúnen los elementos y preceptos de orden técnico y jurídico que en esta Norma Oficial Mexicana se integran y complementan de manera coherente, con base en los fundamentos técnicos y científicos reconocidos internacionalmente.

8. Bibliografía

8.1 APHA, AWWA, WPCF, 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. U.S.A. (Métodos normalizados para el análisis del agua y aguas residuales. 19a. Edición. E.U.A.)

8.2 Code of Federal Regulations. Title 40. Parts 100 to 149; 400 to 424; and 425 to 629. Protection of Environment 1992. USA. (Código de Normas Federales. Título 40. Partes 100 a 149; 400 a 424; y 425 a 629. Protección al Ambiente E.U.A.)

8.3 Ingeniería sanitaria y de aguas residuales, 1988. Gordon M. Fair, John Ch. Geyer, Limusa, México.

8.4 Industrial Water Pollution Control, 1989. 2nd Edition. USA. (Control de la contaminación industrial del agua Eckenfelder W.W. Jr. 2a. Edición McGraw-Hill International Editions. E.U.A.)

8.5 Manual de Agua para Usos Industriales, 1988. Sheppard T. Powell. Ediciones Ciencia y Técnica, S.A. 1a. edición. Volúmenes 1 al 4. México.

8.6 Manual de Agua, 1989. Frank N. Kemmer, John McCallion Ed. McGraw-Hill. Volúmenes 1 al 3. Mexico.

8.7 U.S.E.P.A. Development Document for Effluent Limitation Guidelines And New Source Performance Standard For The 1974 (Documento de Desarrollo de La U.S.E.P.A. para guías de límites de efluentes y estándares de evaluación de nuevas fuentes para 1974).



- 8.8** Water Treatment Chemicals. An Industrial Guide, 1991. (Tratamiento químico del agua. Una guía industrial) Flick, Ernest W. Noyes Publications. E.U.A.
- 8.9** Water Treatment Handbook, 1991. (Manual de tratamiento de agua. Degremont 6a. Edición Vol. I y II. E.U.A.)
- 8.10** Wastewater Engineering Treatment. Disposal, Reuse, 1991. 3rd Edition. U.S.A. (Ingeniería en el tratamiento de aguas residuales. Disposición y reúso. Metcalf And Eddy. Mcgraw-Hill International Editions. 3a. Edición. E.U.A.)
- 8.11** Estudio de Factibilidad del Saneamiento del Valle de México. Informe Final. Dic. 1995. Comisión Nacional del Agua, Departamento del Distrito Federal, Estado de Hidalgo y Estado de México.
- 8.12** Guía Para el Manejo, Tratamiento y Disposición de Lodos Residuales de Plantas de Tratamiento Municipales. Comisión Nacional del Agua, Subdirección General de Infraestructura Hidráulica Urbana e Industrial. México, 1994.
- 8.13** Sistemas Alternativos de Tratamiento de Aguas Residuales y Lodos Producidos. Comisión Nacional del Agua, Subdirección General de Infraestructura Hidráulica Urbana e Industrial. México, 1994.
- 8.14** Impact of Wastewater Reuse on Groundwater In The Mezquital Valley, Hidalgo State, Mexico. Overseas Development Administration. Phase 1, Report - February 1995.
- 8.15** Evaluación de la Toxicidad de Descargas Municipales. Comisión Nacional del Agua. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Noviembre de 1993.
- 8.16** Tratabilidad del Agua Residual Mediante el Proceso Primario Avanzado. Instituto de Ingeniería de la UNAM. 1994-1995.
- 8.17** Estudio de la Desinfección del Efluente Primario Avanzado. Instituto de Ingeniería de la UNAM. 1994-1995.
- 8.18** Formación y Migración de Compuestos Organoclorados a través de Columnas Empaquetadas con Suelo de la Zona de Tula-Mezquital-Actopan. Instituto de Ingeniería de la UNAM. 1995-1996.
- 8.19** Estudio de Calidad y Suministro del Agua para Consumo Doméstico del Valle del Mezquital. Instituto de Ingeniería de la UNAM. 1995-1996.
- 8.20** Estudio de Impacto Ambiental Asociado al Proyecto de Saneamiento del Valle de Mexico. Instituto de Ingeniería de la UNAM. 1995-1996.
- 8.21** Proyecto de Normatividad Integral para Mejorar la Calidad del Agua en México. Instituto de Ingeniería de la UNAM. 1995-1996.
- 8.22** Estudio de Disponibilidad de Agua en México en Función del Uso. Calidad



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



y Cantidad. Instituto de Ingeniería de la UNAM. 1995.

8.23 Cost - Effective Water Pollution Control in The Northern Border Of Mexico. Institute For Applied Environmental Economics (Tme), 1995.

8.24 XI Censo General de Población y Vivienda. INEGI / CONAPO 1990.

8.25 Normas Oficiales Mexicanas para Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores: NOM-001-ECOL/1993 a NOM-033-ECOL/1993, publicadas en el **Diario Oficial de la Federación** el 18 de octubre de 1993; NOM-063-ECOL/1994 a NOM-065-ECOL/1994, publicadas en el **Diario Oficial de la Federación** el 5 de enero de 1995; NOM-066-ECOL/1994 a NOM-068-ECOL-1994, publicadas en el **Diario Oficial de la Federación** el 6 de enero de 1995; NOM-069-ECOL/1994 y NOM-070-ECOL/1994, publicadas en el **Diario Oficial de la Federación** el 9 de enero de 1995; y NOM-071-ECOL-1994 a NOM-073-ECOL-1994, publicadas en el **Diario Oficial de la Federación** el 11 de enero de 1995.

8.26 Criterios Ecológicos de Calidad del Agua. SEMARNAP. Instituto de Ecología. México, D.F.

8.27 Catálogo Oficial de Plaguicidas Control Intersectorial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas. SARH, SEDESOL, SSA y SECOFI. México, D.F. 1994.

8.28 Indicadores Socioeconómicos e Índice de Marginación Municipal 1990. CONAPO/CNA.

8.29 Bases para el Manejo Integral de la Cantidad y Calidad del Agua en México. Instituto de Ingeniería de la UNAM. 1995.

8.30 Manejando las Aguas Residuales en Zonas Urbanas Costeras. Reporte 1993. EUA. Comité Sobre el Manejo de las Aguas Residuales en Zonas Urbanas Costeras. Consejo de Ciencia y Tecnología sobre Agua. Comisión de Sistemas Técnicos e Ingeniería. Consejo Nacional de Investigación.

8.31 NMX-AA-087-1995-SCFI. Análisis de Agua.- Evaluación de Toxicidad Aguda con Daphnia Magna Straus (Crustacea-Cladocera).- Método de Prueba.

8.32 NMX-AA-110-1995-SCFI. Análisis de Agua.- Evaluación de Toxicidad Aguda con Artemia Franciscana Kellogs (Crustacea-Anostraca).- Metodo de Prueba.

8.33 NMX-AA-112-1995-SCFI. Análisis de Agua y Sedimento.- Evaluación de Toxicidad aguda con Photobacterium Phosphoreum.- Método de Prueba.

9. Observancia de esta Norma

9.1 La vigilancia del cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca

por conducto de la Comisión Nacional del Agua, y a la Secretaría de Marina en el ámbito de sus respectivas atribuciones, cuyo personal realizará los trabajos de inspección y vigilancia que sean necesarios. Las violaciones a la misma se sancionarán en los términos de la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

9.2 La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**.

9.3 Se abrogan las normas oficiales mexicanas que a continuación se indican:

Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de las centrales termoeléctricas convencionales.

Norma Oficial Mexicana NOM-002-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria productora de azúcar de caña.

Norma Oficial Mexicana NOM-003-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de refinación de petróleo y petroquímica.

Norma Oficial Mexicana NOM-004-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de fabricación de fertilizantes excepto la que produzca ácido fosfórico como producto intermedio.

Norma Oficial Mexicana NOM-005-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de fabricación de productos plásticos y polímeros sintéticos.

Norma Oficial Mexicana NOM-006-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de fabricación de harinas.

Norma Oficial Mexicana NOM-007-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de la cerveza y de la malta.

Norma Oficial Mexicana NOM-008-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de fabricación de asbestos de construcción.

Norma Oficial Mexicana NOM-009-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



cuerpos receptores, provenientes de la industria elaboradora de leche y sus derivados.

Norma Oficial Mexicana NOM-010-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de las industrias de manufactura de vidrio plano y de fibra de vidrio.

Norma Oficial Mexicana NOM-011-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de productos de vidrio prensado y soplado.

Norma Oficial Mexicana NOM-012-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria huleira.

Norma Oficial Mexicana NOM-013-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria del hierro y del acero.

Norma Oficial Mexicana NOM-014-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria textil.

Norma Oficial Mexicana NOM-015-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de la celulosa y el papel.

Norma Oficial Mexicana NOM-016-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de bebidas gaseosas.

Norma Oficial Mexicana NOM-017-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de acabados metálicos.

Norma Oficial Mexicana NOM-018-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de laminación, extrusión y estiraje de cobre y sus aleaciones.

Norma Oficial Mexicana NOM-019-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de impregnación de productos de aserradero.

Norma Oficial Mexicana NOM-020-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de asbestos textiles, materiales de fricción y selladores.



Norma Oficial Mexicana NOM-021-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria del curtido y acabado en pieles.

Norma Oficial Mexicana NOM-022-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de matanza de animales y empacado de cárnicos.

Norma Oficial Mexicana NOM-023-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de envasado de conservas alimenticias.

Norma Oficial Mexicana NOM-024-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria elaboradora de papel a partir de celulosa virgen.

Norma Oficial Mexicana NOM-025-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria elaboradora de papel a partir de fibra celulósica reciclada.

Norma Oficial Mexicana NOM-026-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de restaurantes o de hoteles.

Norma Oficial Mexicana NOM-027-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria del beneficio del café.

Norma Oficial Mexicana NOM-028-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de preparación y envasado de conservas de pescados y mariscos y de la industria de producción de harina y aceite de pescado.

Norma Oficial Mexicana NOM-029-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de hospitales.

Norma Oficial Mexicana NOM-030-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de jabones y detergentes.

Norma Oficial Mexicana NOM-032-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales de origen urbano o municipal para su disposición mediante riego agrícola.



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



Norma Oficial Mexicana NOM-33-ECOL-1993, que establece las condiciones bacteriológicas para el uso de las aguas residuales de origen urbano o municipal o de la mezcla de éstas con la de los cuerpos de agua, en el riego de hortalizas y productos hortofrutícolas. Publicadas en el **Diario Oficial de la Federación** el 18 de octubre de 1993.

La nomenclatura de las normas oficiales mexicanas antes citadas está en términos del Acuerdo por el que se reforma la nomenclatura de 58 Normas Oficiales Mexicanas en materia de Protección Ambiental, publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 29 de noviembre de 1994.

Asimismo se abrogan las siguientes normas oficiales mexicanas:

Norma Oficial Mexicana NOM-063-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria vinícola.

Norma Oficial Mexicana NOM-064-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de la destilería.

Norma Oficial Mexicana NOM-065-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de las industrias de pigmentos y colorantes, publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 5 de enero de 1995.

Norma Oficial Mexicana NOM-066-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de la galvanoplastia.

Norma Oficial Mexicana NOM-067-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de los sistemas de alcantarillado o drenaje municipal.

Norma Oficial Mexicana NOM-068-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de aceites y grasas comestibles de origen animal y vegetal, publicadas en el **Diario Oficial de la Federación** el 6 de enero de 1995.

Norma Oficial Mexicana NOM-069-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de componentes eléctricos y electrónicos.

Norma Oficial Mexicana NOM-070-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de preparación, conservación y envasado de frutas, verduras y legumbres en fresco y/o congelados, publicadas en el **Diario Oficial de la Federación** el 9 de enero de 1995.



Norma Oficial Mexicana NOM-071-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de la industria de productos químicos inorgánicos.

Norma Oficial Mexicana NOM-072-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de las industrias de fertilizantes fosfatados, fosfatos, polifosfatos, ácido fosfórico, productos químicos inorgánicos fosfatados, exceptuando a los fabricantes de ácido fosfórico por el proceso de vía húmeda.

Norma Oficial Mexicana NOM-073-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores, provenientes de las industrias farmacéutica y farmoquímica, publicadas en el **Diario Oficial de la Federación** el 11 de enero de 1995.

TRANSITORIO

UNICO. A partir de la entrada en vigor de esta Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, el responsable de la descarga de aguas residuales:

1) Que cuente con planta de tratamiento de aguas residuales, está obligado a operar y mantener dicha infraestructura de saneamiento, cuando su descarga no cumpla con los límites máximos permisibles de esta Norma.

Puede optar por cumplir con los límites máximos permisibles establecidos en esta Norma Oficial Mexicana, o los establecidos en sus condiciones particulares de descarga, previa notificación a la Comisión Nacional del Agua.

En el caso de que la calidad de la descarga que se obtenga con dicha infraestructura no cumpla con los límites máximos permisibles establecidos en esta Norma Oficial Mexicana, debe presentar a la Comisión Nacional del Agua, en los plazos establecidos en las Tablas 6 y 7, su programa de acciones u obras a realizar para cumplir en las fechas establecidas en las Tablas 4 y 5, según le corresponda.

Los que no cumplan, quedarán sujetos a lo dispuesto en la Ley Federal de Derechos.

En el caso de que el responsable de la descarga opte por cumplir con los límites máximos permisibles establecidos en esta Norma Oficial Mexicana y que descargue una mejor calidad de agua residual que la establecida en esta Norma, puede gozar de los beneficios e incentivos que para tal efecto establece la Ley Federal de Derechos.

2) Que se hubiere acogido a los Decretos Presidenciales que otorgan facilidades administrativas y fiscales a los usuarios de Aguas Nacionales y sus Bienes Públicos inherentes, publicados en el **Diario Oficial de la Federación** el 11 de octubre de 1995, en la materia, quedará sujeta a lo dispuesto en los



mismos y en lo conducente a la Ley Federal de Derechos.

3) No debe descargar concentraciones de contaminantes mayores a las que descargó durante los últimos tres años o menos, si empezó a descargar posteriormente, de acuerdo con sus registros y/o con los informes presentados ante la Comisión Nacional del Agua en ese periodo si su descarga tiene concentraciones mayores a las establecidas como límite máximo permisible en esta Norma. Los responsables que no cumplan con esta especificación quedarán sujetos a lo dispuesto en la Ley Federal de Derechos.

4) Que establezca una nueva instalación industrial, posterior a la publicación de esta Norma Oficial Mexicana en el **Diario Oficial de la Federación**, no podrá acogerse a las fechas de cumplimiento establecidas en la Tabla 5 de esta Norma y debe cumplir con los límites máximos permisibles para su descarga, 180 días calendario después de iniciar la operación del proceso generador, debiendo notificar a la Comisión Nacional del Agua dicha fecha.

5) Que incremente su capacidad o amplíe sus instalaciones productivas, posterior a la publicación de esta Norma Oficial Mexicana en el **Diario Oficial de la Federación**, éstas nuevas descargas no podrán acogerse a las fechas de cumplimiento establecidas en la Tabla 5 de esta Norma y debe cumplir con los límites máximos permisibles para éstas, 180 días calendario después de iniciar la operación del proceso generador, debiendo notificar a la Comisión Nacional del Agua dicha fecha.

6) - Que no se encuentre en alguno de los supuestos anteriores, deberá cumplir con los límites máximos permisibles establecidos en esta Norma Oficial Mexicana, sujeto a lo dispuesto en la Ley Federal de Derechos, en lo conducente.

México, Distrito Federal, a los once días del mes de diciembre de mil novecientos noventa y seis.- La Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, **Julia Carabias Lillo**.- Rúbrica.

ANEXO 1

TECNICA PARA LA DETERMINACION Y CUANTIFICACION DE HUEVOS DE HELMINTO

1. Objetivo

Determinar y cuantificar huevos de helminto en lodos, afluentes y efluentes tratados.

2. Campo de aplicación

Es aplicable para la cuantificación de huevos de helminto en muestras de lodos, afluentes y efluentes de plantas de tratamiento.

3. Definiciones



3.1 Helminto: término designado a un amplio grupo de organismos que incluye a todos los gusanos parásitos (de humanos, animales y vegetales) y de vida libre, con formas y tamaños variados.

3.2 Platyhelminetos: gusano dorsoventralmente aplanado, algunos de interés médico son: Taenia solium, Hymenolepis nana e H. diminuta, entre otros.

3.3 Nematelminetos: gusanos de cuerpo alargado y forma cilíndrica. Algunas especies enteroparásitas de humanos y animales son: Ascaris lumbricoides, Toxocara canis, Enterobius vermicularis y Trichuris trichiura, entre otros.

3.4 Método difásico: técnica de concentración que utiliza la combinación de dos reactivos no miscibles y donde las partículas (huevos, detritus), se orientan en función de su balance hidrofílico-lipofílico.

3.5 Método de flotación: técnica de concentración donde las partículas de interés permanecen en la superficie de soluciones cuya densidad es mayor. Por ejemplo la densidad de huevos de helminto se encuentra entre 1.05 a 1.18, mientras que los líquidos de flotación se sitúan entre 1.1 a 1.4.

4. Fundamento

Utiliza la combinación de los principios del método difásico y del método de flotación, obteniendo un rendimiento de un 90%, a partir de muestras artificiales contaminadas con huevos de helminto de Ascaris.

5. Equipo

Centrifuga: Con intervalos de operación de 1000 a 2500 revoluciones por minuto

Periodos de operación de 1 a 3 minutos

Temperatura de operación 20 a 28 °C

Bomba de vacío: Adaptada para control de velocidad de succión

1/3 hp

Microscopio óptico: Con iluminación Köheler

Aumentos de 10 a 100X; Platina móvil; Sistema de microfotografía

Agitador de tubos: Automático

Adaptable con control de velocidad

Parrilla eléctrica: Con agitación

Hidrómetro: Con intervalo de medición de 1.1 a 1.4 g/cm³



Temperatura de operación: 0 a 4°C

6. Reactivos

- Sulfato de zinc heptahidratado
- Acido sulfúrico
- Eter etílico
- Etanol
- Agua destilada
- Formaldehído

6.1 Solución de sulfato de zinc, gravedad específica de 1.3

- Fórmula
- Sulfato de zinc 800 g
- Agua destilada 1,000 ml

Preparación

Disolver 800 g de sulfato de zinc en 1,000 ml de agua destilada y agitar en la parrilla eléctrica hasta homogeneizar, medir la densidad con hidrómetro. Para lograr la densidad deseada agregar reactivo o agua, según sea el caso.

6.2 Solución de alcohol-ácido

- Fórmula
- Acido sulfúrico 0.1 N 650 ml
- Etanol 350 ml

Preparación

Homogeneizar 650 ml del ácido sulfúrico al 0.1 N, con 350 ml del etanol para obtener un litro de la solución alcohol-ácida. Almacenarla en recipiente hermético.

7. Material

- Garrafrones de 8 litros
- Tamiz de 160µm (micras) de poro

-
- Probetas graduadas (1 litro y 50 ml)
 - Gradillas para tubos de centrífuga de 50 ml
 - Pipetas de 10 ml de plástico
 - Aplicadores de madera
 - Recipientes de plástico de 2 litros
 - Guantes de plástico
 - Vasos de precipitado de 1 litro
 - Bulbo de goma
 - Magneto
 - Cámara de conteo Doncaster
 - Celda Sedwich-Rafter

8. Condiciones de la muestra

1. Se transportarán al laboratorio en hieleras con bolsas refrigerantes o bolsas de hielo.
2. Los tiempos de conservación en refrigeración y transporte deben reducirse al mínimo
3. Si no es posible refrigerar la muestra líquida, debe fijarse con 10 ml de formaldehído al 4% o procesarse dentro de las 48 horas de su toma.
4. Una muestra sólida debe refrigerarse y procesarse en el menor tiempo posible.

9. Interferencias

La sobreposición de estructuras y/o del detritus no eliminado en el sedimento, puede dificultar su lectura, en especial cuando se trata de muestras de lodo. En tal caso, es importante dividir el volumen en alicuotas que se consideren adecuadas.

10. Precauciones

1. Durante el procesado de la muestra, el analista debe utilizar guantes de plástico para evitar riesgo de infección.
2. Lavar y desinfectar el área de trabajo así como el material utilizado por el



analista.

11. Procedimiento

1. Muestreo.

a) Preparar recipientes de 8 litros, desinfectándolos con cloro, enjuagándolos con agua potable a chorro y con agua destilada.

b) Tomar 5 litros de la muestra (ya sea del afluente o efluente).

c) En el caso de que la muestra se trate de lodo, preparar en las mismas condiciones recipientes de plástico de 1 litro con boca ancha.

d) Tomar X gramos de materia fresca (húmeda) que corresponda a 10 g de materia seca.

2. Concentrado y centrifugado de la muestra.

a). La muestra se deja sedimentar durante 3 horas o toda la noche.

b). El sobrenadante se aspira por vacío sin agitar el sedimento.

c). Filtrar el sedimento sobre un tamiz de 160 mm (micras), enjuagando también el recipiente donde se encontraba originalmente la muestra y lavar enseguida con 5 litros de agua (potable o destilada).

d). Recibir el filtrado en los mismos recipientes de 8 litros.

e). En caso de tratarse de lodos, la muestra se filtrará y enjuagará en las mismas condiciones iniciando a partir del inciso c.

f). Dejar sedimentar durante 3 horas o toda la noche.

g). Aspirar el sobrenadante al máximo y depositar el sedimento en una botella de centrifuga de 250 ml, incluyendo de 2 a 3 enjuagues del recipiente de 8 litros.

h). Centrifugar a 400 g por 3 minutos (1,400 - 2,000 rpm por 3 minutos, según la centrifuga).

i). Decantar el sobrenadante por vacío (asegurarse de que exista la pastilla) y resuspender la pastilla en 150 ml de $ZnSO_4$ con una densidad de 1.3.

j). Homogeneizar la pastilla con el agitador automático, o aplicador de madera.

k). Centrifugar a 400 g por 3 minutos (1,400 - 2,000 rpm por 3 minutos).

-
- l).** Recuperar el sobrenadante vertiéndolo en un frasco de 2 litros y diluir cuando menos en un litro de agua destilada.
- m).** Dejar sedimentar 3 horas o toda la noche.
- n).** Aspirar al máximo el sobrenadante por vacío y resuspender el sedimento agitando, verter el líquido resultante en 2 tubos de centrifuga de 50 ml y lavar de 2 a 3 veces con agua destilada el recipiente de 2 litros.
- ñ).** Centrifugar a 480 g por 3 minutos (2,000 - 2,500 rpm por 3 minutos, según la centrifuga).
- o).** Reagrupar las pastillas en un tubo de 50 ml y centrifugar a 480 g por minutos (2,000 - 2,500 rpm por 3 minutos).
- p).** Resuspender la pastilla en 15 ml de solución de alcohol-ácido (H_2SO_4 0.1 N) + C_2H_5OH a 33-35% y adicionar 10 ml de éter etílico.
- q).** Agitar suavemente y abrir de vez en cuando los tubos para dejar escapar el gas (considerar que el éter es sumamente inflamable y tóxico).
- r).** Centrifugar a 660 g por 3 minutos (2,500 - 3,000 rpm por 3 minutos, según la centrifuga).
- s).** Aspirar al máximo el sobrenadante para dejar menos de 1 ml de líquido, homogeneizar la pastilla y proceder a cuantificar.
- 3.** Identificación y cuantificación de la muestra.
- a)** Distribuir todo el sedimento en una celda de Sedgwich-Rafter o bien en una cámara de conteo de Doncaster.
- b)** Realizar un barrido total al microscopio.

12. Cálculos

1. Para determinar los rpm de la centrifuga utilizada, la fórmula es:

Donde:

g: fuerza relativa de centrifugación

K: constante cuyo valor es 89.456

r: radio de la centrifuga (spindle to the centre of the bracker) en cm

La fórmula para calcular **g** es

Para expresar los resultados en número de bacterias por litro es importante



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



tomar en cuenta el volumen y tipo de la muestra analizada.

13. Formato

No aplica.

14. Bibliografía

1. APHA, AWWA, WPCF, 1992 Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18th ed., Washington.
2. CETESB, São Paulo, 1989 Helminhos e Protozoários Patogênicos Contagem de Ovos e Cistos em Amostras Ambientais.
3. Schwartzbrod, J., 1996 Traitement des Eaux Usees de Mexico en Vue d'une Reutilisation a des Fins Agricoles. Reunión de Expertos para el Análisis del Proyecto de Saneamiento del Valle de México. Instituto de Ingeniería UNAM, 86 p.

Norma Oficial Mexicana

NOM-002-ECOL-1996

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-002-ECOL-1996, QUE ESTABLECE LOS LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES A LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO URBANO O MUNICIPAL

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

JULIA CARABIAS LILLO. Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 32 Bis fracciones I, IV y V de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 5o. fracción V, 6o., 7o., 8o. fracciones II, VII y XII, 36, 37, 37 Bis, 117, 118 fracción II, 119, 119 Bis, 121, 122, 123, 171 y 173 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 38 fracción II, 40 fracción X, 41, 45, 46 y 47 fracciones III y IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, he tenido a bien expedir la siguiente Norma Oficial Mexicana NOM-002-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal; y

CONSIDERANDO

Que con fecha 18 de octubre de 1993, se publicó en el **Diario Oficial de la Federación** la Norma Oficial Mexicana NOM-CCA-031-ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales provenientes de la industria, actividades agroindustriales, de servicios y el tratamiento de aguas residuales a los sistemas de drenaje y



alcantarillado urbano o municipal. De conformidad con el Acuerdo mediante el cual se modifica la nomenclatura de 58 normas oficiales mexicanas en materia de protección ambiental publicado en el referido órgano informativo el 29 de noviembre de 1994, se cambió la nomenclatura de la norma en cuestión, quedando como Norma Oficial Mexicana NOM-031-ECOL-1993.

Que durante la aplicación de la referida norma se detectaron algunos problemas de carácter técnico, por lo que se tuvo la necesidad de llevar a cabo un análisis de la misma por parte del Instituto Nacional de Ecología en coordinación con la Comisión Nacional del Agua, autoridades locales y con los diversos sectores involucrados en su cumplimiento, llegándose a la conclusión de que era necesario reformular la norma en comento procediéndose a elaborar una nueva norma oficial mexicana que la sustituyera, tomando en consideración puntos de vista socio-económicos, la infraestructura existente de los sistemas de alcantarillado, la determinación de parámetros prioritarios, el tamaño de poblaciones y la compatibilidad con otras normas en la materia, y que las disposiciones establecidas sean operativas y su cumplimiento sea gradual y progresivo.

Que en cumplimiento a lo dispuesto en la fracción I del artículo 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, el Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-002-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado, se publicó en el **Diario Oficial de la Federación** el 9 de enero de 1997, a fin de que los interesados, en un plazo de 90 días naturales, presentaran sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, sito en avenida Revolución 1425, mezzanine planta alta, colonia Tlacopac, Delegación Alvaro Obregón, código postal 01040, de esta ciudad.

Que durante el plazo a que se refiere el considerando anterior y de conformidad con lo dispuesto en el artículo 45 del ordenamiento legal citado, estuvieron a disposición del público los documentos a que se refiere dicho precepto.

Que de acuerdo con lo que disponen las fracciones II y III del artículo 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, los comentarios presentados por los interesados fueron analizados en el seno del citado Comité, realizándose las modificaciones procedentes a dicha norma; las respuestas a los comentarios de referencia fueron publicadas en el **Diario Oficial de la Federación** el 3 de abril de 1998.

Que habiéndose cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para la elaboración de normas oficiales mexicanas, el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, en sesión de fecha 9 de diciembre de 1997, aprobó la Norma Oficial Mexicana NOM-002-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, por lo que he tenido a bien expedir la siguiente



**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-002-ECOL-1996, QUE ESTABLECE LOS
LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS
DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES A LOS SISTEMAS DE
ALCANTARILLADO URBANO O MUNICIPAL**

INDICE

1. Objetivo y campo de aplicación
2. Referencias
3. Definiciones
4. Especificaciones
5. Métodos de prueba
6. Grado de concordancia con normas internacionales
7. Bibliografía
8. Observancia de esta Norma
9. Transitorios

1. Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal con el fin de prevenir y controlar la contaminación de las aguas y bienes nacionales, así como proteger la infraestructura de dichos sistemas, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas. Esta Norma no se aplica a la descarga de las aguas residuales domésticas, pluviales, ni a las generadas por la industria, que sean distintas a las aguas residuales de proceso y conducidas por drenaje separado

2. Referencias

Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 6 de enero de 1997.

Norma Mexicana NMX-AA-003 Aguas residuales-Muestreo, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 25 de marzo de 1980.

Norma Mexicana NMX-AA-004 Aguas-Determinación de sólidos sedimentables en aguas residuales-Método del cono Imhoff, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 15 de septiembre de 1977.



Norma Mexicana NMX-AA-005 Aguas-Determinación de grasas y aceites-Método de extracción soxhlet, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 8 de agosto de 1980.

Norma Mexicana NMX-AA-006 Aguas-Determinación de materia flotante-Método visual con malla específica, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 5 de diciembre de 1973.

Norma Mexicana NMX-AA-007 Aguas-Determinación de la temperatura-Método visual con termómetro, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 23 de julio de 1980.

Norma Mexicana NMX-AA-008 Aguas-Determinación de pH-Método potenciométrico, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 27 de octubre de 1980.

Norma Mexicana NMX-AA-044 Aguas-Análisis de agua-Determinación de Cromo Hexavalente-Método colorimétrico, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 6 de enero de 1982.

Norma Mexicana NMX-AA-046 Aguas-Determinación de arsénico en agua, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 21 de abril de 1982.

Norma Mexicana NMX-AA-051 Aguas-Determinación de metales-Método espectrofotométrico de absorción atómica, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 22 de febrero de 1982.

Norma Mexicana NMX-AA-057 Aguas-Determinación de plomo-Método colorimétrico de la ditizona, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 29 de septiembre de 1981.

Norma Mexicana NMX-AA-058 Aguas-Determinación de cianuros-Método colorimétrico y titulométrico, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 14 de diciembre de 1982.

Norma Mexicana NMX-AA-060 Aguas-Determinación de cadmio-Método de la ditizona, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 26 de abril de 1982.

Norma Mexicana NMX-AA-064 Aguas-Determinación de mercurio-Método de la ditizona, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 3 de marzo de 1982.

Norma Mexicana NMX-AA-066 Aguas-Determinación de cobre-Método de la neocuproina, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 10 de marzo de 1982.

Norma Mexicana NMX-AA-076 Aguas-Determinación de níquel, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 4 de mayo de 1982.



Norma Mexicana NMX-AA-078 Aguas-Determinación de zinc, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 7 de diciembre de 1982.

3. Definiciones

3.1 Aguas pluviales

Aquéllas que provienen de las lluvias, se incluyen las que provienen de nieve y el granizo.

3.2 Aguas residuales

Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas.

3.3 Aguas residuales de proceso

Las resultantes de la producción de un bien o servicio comercializable.

3.4 Aguas residuales domésticas

Las provenientes del uso particular de las personas y del hogar.

3.5 Autoridad competente

Los Gobiernos de los Estados, del Distrito Federal, y de los Municipios, por sí o a través de sus organismos públicos que administren el agua.

3.6 Condiciones particulares para descargas al alcantarillado urbano o municipal

El conjunto de parámetros físicos, químicos y biológicos y de sus límites máximos permisibles en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, establecidos por la autoridad competente, previo estudio técnico correspondiente, con el fin de prevenir y controlar la contaminación de las aguas y bienes nacionales, así como proteger la infraestructura de dichos sistemas.

3.7 Contaminantes

Son aquellos parámetros o compuestos que, en determinadas concentraciones, pueden producir efectos negativos en la salud humana y en el medio ambiente, dañar la infraestructura hidráulica o inhibir los procesos de tratamiento de las aguas residuales.

3.8 Descarga

Acción de verter aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o

municipal.

3.9 Instantáneo

Es el valor que resulta del análisis de laboratorio a una muestra de agua residual tomada de manera aleatoria o al azar en la descarga.

3.10 Límite máximo permisible

Valor o rango asignado a un parámetro, el cual no debe ser excedido en la descarga de aguas residuales.

3.11 Muestra compuesta

La que resulta de mezclar el número de muestras simples, según lo indicado en la especificación 4.10 de esta Norma Oficial Mexicana.

3.12 Muestra simple

La que se tome en el punto de descarga, de manera continua, en día normal de operación que refleje cuantitativa y cualitativamente el o los procesos más representativos de las actividades que generan la descarga, durante el tiempo necesario para completar cuando menos, el volumen suficiente para que se lleven a cabo los análisis necesarios para conocer su composición, aforando el caudal descargado en el sitio y en el momento del muestreo.

3.13 Parámetro

Variable que se utiliza como referencia para determinar la calidad física, química y biológica del agua.

3.14 Promedio diario (P.D.)

Es el valor que resulta del análisis de una muestra compuesta, tomada en un día representativo del proceso generador de la descarga.

3.15 Promedio mensual (P.M.)

Es el valor que resulte de calcular el promedio ponderado en función del caudal de los valores que resulten del análisis de laboratorio practicados al menos a dos muestras compuestas, tomadas en días representativos de la descarga en un periodo de un mes.

3.16 Punto de descarga

Es el sitio seleccionado para la toma de muestras, en el que se garantiza que fluye la totalidad de las aguas residuales de la descarga.

3.17 Sistema de alcantarillado urbano o municipal



MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



Es el conjunto de obras y acciones que permiten la prestación de un servicio público de alcantarillado, incluyendo el saneamiento, entendiéndose como tal la conducción, tratamiento, alejamiento y descarga de las aguas residuales.

4. Especificaciones

4.1 Los límites máximos permisibles para contaminantes de las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, no deben ser superiores a los indicados en la Tabla 1. Para las grasas y aceites es el promedio ponderado en función del caudal, resultante de los análisis practicados a cada una de las muestras simples.

4.2 Los límites máximos permisibles establecidos en la columna instantáneo, son únicamente valores de referencia, en el caso de que el valor de cualquier análisis exceda el instantáneo, el responsable de la descarga queda obligado a presentar a la autoridad competente en el tiempo y forma que establezcan los ordenamientos legales locales, los promedios diario y mensual, así como los resultados de laboratorio de los análisis que los respaldan.

4.3 El rango permisible de pH (potencial hidrógeno) en las descargas de aguas residuales es de 10 (diez) y 5.5 (cinco punto cinco) unidades, determinado para cada una de las muestras simples. Las unidades de pH no deberán estar fuera del intervalo permisible, en ninguna de las muestras simples.

TABLA 1

PARAMETROS	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES		
	PROMEDIO MENSUAL	PROMEDIO DIARIO	INSTANTANEO
(miligramos por litro, excepto cuando se especifique otra)			
Grasas y aceites	50	75	100
Sólidos sedimentables (mililitros por litro)	5	7.5	10
Arsénico total	0.5	0.75	1
Cadmio total	0.5	0.75	1
Cianuro total	1	1.5	2
Cobre total	10	15	20
Cromo hexavalente	0.5	0.75	1
Mercurio total	0.01	0.015	0.02
Níquel total	4	6	8
Plomo total	1	1.5	2
Zinc total	6	9	12

4.4 El límite máximo permisible de la temperatura es de 40°C. (cuarenta grados Celsius), medida en forma instantánea a cada una de las muestras simples. Se permitira descargar con temperaturas mayores, siempre y cuando se demuestre a la autoridad competente por medio de un estudio sustentado, que no daña al sistema del mismo.



4.5 La materia flotante debe estar ausente en las descargas de aguas residuales, de acuerdo al método de prueba establecido en la Norma Mexicana NMX-AA-006, referida en el punto 2 de esta Norma Oficial Mexicana.

4.6 Los límites máximos permisibles para los parámetros demanda bioquímica de oxígeno y sólidos suspendidos totales, que debe cumplir el responsable de la descarga a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, son los establecidos en la Tabla 2 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996 referida en el punto 2 de esta Norma, o a las condiciones particulares de descarga que corresponde cumplir a la descarga municipal.

4.7 El responsable de la descarga de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal que no dé cumplimiento a lo establecido en el punto 4.6, podrá optar por remover la demanda bioquímica de oxígeno y sólidos suspendidos totales, mediante el tratamiento conjunto de las aguas residuales en la planta municipal, para lo cual deberá de:

- a) Presentar a la autoridad competente un estudio de viabilidad que asegure que no se generará un perjuicio al sistema de alcantarillado urbano o municipal.
- b) Sufragar los costos de inversión, cuando así se requiera, así como los de operación y mantenimiento que le correspondan de acuerdo con su caudal y carga contaminante de conformidad con los ordenamientos jurídicos locales aplicables.

4.8 No se deben descargar o depositar en los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, materiales o residuos considerados peligrosos, conforme a la regulación vigente en la materia.

4.9 La autoridad competente podrá fijar condiciones particulares de descarga a los responsables de las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado, de manera individual o colectiva, que establezcan lo siguiente:

- a) Nuevos límites máximos permisibles de descarga de contaminantes.
- b) Límites máximos permisibles para parámetros adicionales no contemplados en esta Norma.

Dicha acción deberá estar justificada por medio de un estudio técnicamente sustentado, presentado por la autoridad competente o por los responsables de la descarga.

4.10 Los valores de los parámetros en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal a que se refiere esta Norma, se obtendrán de análisis de muestras compuestas, que resulten de la mezcla de las muestras simples, tomadas éstas en volúmenes proporcionales al caudal medido en el sitio y en el momento del muestreo, de acuerdo con la Tabla 2.

Para conformar la muestra compuesta, el volumen de cada una de las muestras simples debe ser proporcional al caudal de la descarga en el momento de su



toma y se determina mediante la siguiente ecuación:

Donde:

VMS_i = volumen de cada una de las muestras simples "i", litros.

VMC = volumen de la muestra compuesta necesario para realizar la totalidad de los análisis de laboratorio requeridos, litros.

Q_i = caudal medido en la descarga en el momento de tomar la muestra simple, litros por segundo.

Q_t = $\sum Q_i$ hasta Q_n , litros por segundo.

TABLA 2

FRECUENCIA DE MUESTREO

HORAS POR DIA QUE OPERA EL PROCESO GENERADOR DE LA	NUMERO DE MUESTRAS SIMPLES	INTERVALO MAXIMO ENTRE TOMA DE MUESTRAS SIMPLES	
		MINIMO	MAXIMO
Menor que 4	Mínimo 2	-	-
De 4 a 8	4	1	2

En el caso de que en el periodo de operación del proceso o realización de la actividad generadora de la descarga, ésta no se presente en forma continua, el responsable de dicha descarga deberá presentar a consideración de la autoridad competente la información en la que se describa su régimen de operación y el programa de muestreo para la medición de los contaminantes.

4.11 Los responsables de las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal deben cumplir los límites máximos permisibles establecidos en esta Norma, en las fechas establecidas en la Tabla 3. De esta manera, el cumplimiento es gradual y progresivo, conforme al rango de población, tomando como referencia el XI Censo General de Población y Vivienda, 1990.

TABLA 3

**FECHA DE CUMPLIMIENTO****RANGO DE POBLACION****A PARTIR DE:**1 de enero de 1999
1 de enero de 2004
1 de enero de 2009mayor de 50,000 habitantes
De 20,001 a 50,000 habitantes
de 2,501 a 20,000 habitantes

4.12 Las fechas de cumplimiento establecidas en la Tabla 3 de esta Norma, para el o los responsables de descargas individuales o colectivas, pueden ser modificadas por la autoridad competente, cuando:

- a) El sistema de alcantarillado urbano o municipal cuente con una o varias plantas de tratamiento en operación y la o las descargas causen efectos nocivos a la misma, el responsable de la descarga queda obligado a presentar a la autoridad competente, en un plazo no mayor de 180 (ciento ochenta) días a partir de la fecha de publicación de esta Norma, un programa de acciones en el cual se establezca en tiempo y forma el cumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana.
- b) La autoridad competente, previo a la publicación de esta Norma, haya suscrito formalmente compromisos financieros y contractuales para construir y operar la o las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales.
- c) La Comisión Nacional del Agua oficialmente establezca emergencias hidroecológicas o prioridades en materia de saneamiento, y en consecuencia se modifique la fecha de cumplimiento establecida en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, referida en el punto 2 de esta Norma, para su descarga correspondiente.
- d) Exista previo a la publicación de esta Norma, reglamentación local que establezca fechas de cumplimiento para los responsables de las descargas a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.

4.13 Cuando la autoridad competente determine modificar las fechas de cumplimiento, deberá notificarlo a los responsables de las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, conforme a los procedimientos legales locales correspondientes.

4.14 Los responsables de las descargas tienen la obligación de realizar los análisis técnicos de las descargas de aguas residuales, con la finalidad de determinar el promedio diario o el promedio mensual, analizando los parámetros señalados en la Tabla 1 de la presente Norma Oficial Mexicana. Asimismo, deben conservar sus registros de análisis técnicos por lo menos durante tres años posteriores a la toma de muestras.

4.15 El responsable de la descarga podrá quedar exento de realizar el análisis de alguno o varios de los parámetros que se señalan en esta Norma, cuando demuestre a la autoridad competente que, por las características del proceso productivo, actividades que desarrolla o el uso que le dé al agua, no genera o concentra los contaminantes a exentar, manifestándolo ante la autoridad



competente, por escrito y bajo protesta de decir verdad. La autoridad competente podrá verificar la veracidad de lo manifestado por el responsable. En caso de falsedad, el responsable quedará sujeto a lo dispuesto en los ordenamientos legales locales aplicables.

4.16 El responsable de la descarga, en los términos que lo establezca la legislación local, queda obligado a informar a la autoridad competente, de cualquier cambio en sus procesos productivos o actividades, cuando con ello modifique la calidad o el volumen del agua residual que le fueron autorizados en el permiso de descarga correspondiente.

4.17 El responsable de la descarga de aguas residuales que, como consecuencia de implantar o haber implantado un programa de uso eficiente y/o reciclaje del agua en sus procesos productivos, concentre los contaminantes en su descarga, y en consecuencia rebase los límites máximos permisibles establecidos en la presente Norma, deberá solicitar ante la autoridad competente se analice su caso particular, a fin de que ésta le fije condiciones particulares de descarga.

4.18 En el caso de que el agua de abastecimiento registre alguna concentración promedio diario o mensual de los parámetros referidos en el punto 4.1 de esta Norma, la suma de esta concentración al límite máximo permisible correspondiente, es el valor que el responsable de la descarga está obligado a cumplir, siempre y cuando lo demuestre y notifique por escrito a la autoridad competente.

5. Métodos de prueba

Para determinar los valores y concentraciones de los parámetros establecidos en esta Norma, se pueden aplicar los métodos de prueba referidos en las normas mexicanas señaladas en el punto 2 de esta Norma. El responsable de la descarga puede solicitar a la autoridad competente, la aprobación de métodos alternos. En caso de aprobarse, dichos métodos quedarán autorizados para otros responsables de descarga en situaciones similares.

6. Grado de concordancia con normas internacionales

No hay normas equivalentes, las disposiciones de carácter interno que existen en otros países no reúnen los elementos y preceptos de orden técnico y jurídico que en esta Norma se integran y complementan de manera coherente, con base en los fundamentos técnicos y científicos reconocidos internacionalmente.

7. Bibliografía

7.1 APHA, AWWA, WPCF, 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. USA. (Métodos normalizados para el análisis del agua y aguas residuales. 19a. Edición. E.U.A.).

7.2 Code of Federal Regulations. Title 40. Parts 100 to 149; 400 to 424; and 425 to 629. Protection of Environment 1992 . USA. (Código de Normas Federales. Título 40. Partes 100 a 149, 400 a 424, y 425 a 629. Protección al



Ambiente 1993. E.U.A.).

7.3 Ingeniería sanitaria y de aguas residuales, 1988. Gordon M. Fair, John Ch. Geyer, Limusa, México.

7.4 Industrial Water Pollution Control, 1989. 2nd Edition. USA. (Control de la contaminación industrial del agua Eckenfelder W.W. Jr. 2a. Edition Mc Graw-Hill International Editions. E.U.A.).

7.5 Manual de Agua para Usos Industriales, 1988. Sheppard T. Powell. Ediciones Ciencia y Técnica, S.A. 1a. edición. Volúmenes 1 al 4. México.

7.6 Manual de Agua, 1989. Frank N. Kemmer, John McCallion Ed. Mc Graw-Hill. Volúmenes 1 al 3. México.

7.7 U.S.E.P.A. Development Document for Effluent Limitation Guidelines And New Source Performance Standard For The 1974 (Documento de Desarrollo de la U.S.E.P.A. para guías de límites de efluentes y estándares de evaluación de nuevas fuentes para 1974).

7.8 Water Treatment Chemicals. An Industrial Guide, 1991. (Tratamiento químico del agua. Una guía industrial) Flick, Ernest W. Noyes Publications. E.U.A.

7.9 Water Treatment Handbook, 1991. (Manual de tratamiento de agua. Degremont 6a. Edition Vol. I y II. E.U.A.).

7.10 Wastewater Engineering Treatment. Disposal, Reuse, 1991. 3a. Edition. USA. (Ingeniería en el tratamiento de aguas residuales. Disposición y reuso. Metcalf And Eddy. Mc Graw-Hill International Editions. 3a. Edición. E.U.A.).

7.11 Estudio de Factibilidad del Saneamiento del Valle de México. Informe Final. Dic. 1995. Comisión Nacional del Agua, Departamento del Distrito Federal, Estado de Hidalgo y Estado de México.

7.12 Guía Para el Manejo, Tratamiento y Disposición de Lodos Residuales de Plantas de Tratamiento Municipales. Comisión Nacional del Agua, Subdirección General de Infraestructura Hidráulica Urbana e Industrial. México, 1994.

7.13 Sistemas Alternativos de Tratamiento de Aguas Residuales y Lodos Producidos. Comisión Nacional del Agua, Subdirección General de Infraestructura Hidráulica Urbana e Industrial. México, 1994.

7.14 Impact of Wastewater Reuse on Groundwater In The Mezquital Valley, Hidalgo State, Mexico. Overseas Development Administration. Phase 1, Report - February 1995. (Impacto del reuso de las aguas residuales en aguas subterráneas, en el Valle del Mezquital, Estado de Hidalgo, México. Administración para el Desarrollo Exterior. Fase 1, Informe Febrero 1995).

7.15 Evaluación de la Toxicidad de Descargas Municipales. Comisión Nacional



del Agua. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, noviembre de 1993.

7.16 Proyecto de Normatividad Integral para Mejorar la Calidad del Agua en México. Instituto de Ingeniería de la UNAM. 1995-1996.

7.17 Estudio de Disponibilidad de Agua en México en Función del Uso, Calidad y Cantidad. Instituto de Ingeniería de la UNAM. 1995.

7.18 Cost-Effective Water Pollution Control in The Northern Border of Mexico. Institute For Applied Environmental Economics (Tme), 1995. (Costo-efectividad del Control de la Contaminación del Agua en la Frontera Norte de México. Instituto de la Economía Ambiental Aplicada-1995).

7.19 XI Censo General de Población y Vivienda. INEGI/CONAPO 1990.

7.20 Criterios Ecológicos de Calidad del Agua. SEDUE. México, D.F. 1989.

7.21 Catálogo Oficial de Plaguicidas Control Intersectorial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas. SARH, SEDESOL, SSA y SECOFI. México, D.F. 1994.

7.22 Indicadores Socioeconómicos e Índice de Marginación Municipal 1990. CONAPO/CNA.

7.23 Bases para el Manejo Integral de la Cantidad y Calidad del Agua en México. Instituto de Ingeniería, UNAM. 1995.

7.24 Administración de las Aguas Residuales en Zonas Urbanas Costeras. Reporte 1993. EUA. Comité Sobre el Manejo de las Aguas Residuales en Zonas Urbanas Costeras. Consejo de Ciencia y Tecnología sobre Agua. Comisión de Sistemas Técnicos e Ingeniería. Consejo Nacional de Investigación.

7.25 NMX-AA-087-1995-SCFI. Análisis de Agua.- Evaluación de Toxicidad Aguda con Daphnia Magna Straus (Crustacea-Cladocera).- Método de Prueba.

7.26 NMX-AA-110-1995-SCFI. Análisis de Agua.- Evaluación de Toxicidad aguda con Artemia Franciscana Kellogs (Crustacea-Anostraca).- Método de Prueba.

7.27 NMX-AA-112-1995-SCFI. Análisis de Agua y Sedimento.- Evaluación de Toxicidad aguda con Photobacterium Phosphoreum.- Método de Prueba.

7.28 Operation of Wastewater Treatment Plants.- Manual of Practice No. 11.- Second Printing 1985. Water Pollution Control Federation. Washington. D.C. (Operación de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.- Manual de Prácticas No. 11.- Segunda Edición 1985). Federación del Control de la Contaminación del Agua

8. Observancia de esta Norma

8.1 La vigilancia del cumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana corresponde a los Gobiernos Estatales, Municipales y del Distrito Federal, en el ámbito de sus respectivas competencias, cuyo personal realizará los trabajos de verificación, inspección y vigilancia que sean necesarios. Las violaciones a la misma se sancionarán en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

8.2 La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**.

La presente Norma Oficial Mexicana abroga a su similar NOM-CCA-031-ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales provenientes de la industria, actividades agroindustriales, de servicios y el tratamiento de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado urbano o municipal, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 18 de octubre de 1993.

TRANSITORIOS

PRIMERO.- A partir de la fecha de entrada en vigor de esta Norma Oficial Mexicana NOM-002-ECOL-1996, el responsable de la descarga a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal que cuente con planta de tratamiento de aguas residuales está obligado a operar y mantener dicha infraestructura de saneamiento; cuando su descarga no cumpla con los límites máximos permisibles de esta Norma.

En el caso de que la calidad de la descarga que se obtenga con dicha infraestructura no cumpla con los límites máximos permisibles de esta Norma, el responsable de la descarga debe presentar a la autoridad competente su programa de acciones u obras a realizar para cumplir en las fechas establecidas en el punto 4.11 de esta Norma, según le corresponda.

SEGUNDO.- Las fechas de cumplimiento establecidas en la Tabla 3 de esta Norma Oficial Mexicana, no serán aplicables cuando se trate de instalaciones nuevas o de incrementos en la capacidad o ampliación de las instalaciones existentes en fecha posterior a la entrada en vigor del presente instrumento, el responsable de la descarga deberá cumplir con los límites máximos permisibles establecidos en la presente Norma Oficial Mexicana, en un periodo no mayor de 180 (ciento ochenta) días naturales posteriores al inicio de la actividad u operación del proceso generador, debiendo notificar a la autoridad competente dicha fecha.

TERCERO.- En tanto se alcanzan las fechas de cumplimiento establecidas en la Tabla 3 y en el caso de que las descargas a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal contengan concentraciones de contaminantes superiores a los límites máximos permisibles establecidos en la presente Norma Oficial Mexicana, el responsable de la descarga no podrá descargar concentraciones de contaminantes mayores a las que descargó durante los últimos tres años, de acuerdo con sus registros y los informes presentados ante la autoridad competente.



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



México, Distrito Federal, a los seis días del mes de abril de mil novecientos noventa y ocho.- La Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, **Julia Carabias Lillo**.- Rúbrica.

Norma Oficial Mexicana NOM-003-ECOL-1997 NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-003-ECOL-1997, QUE ESTABLECE LOS LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES PARA LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS QUE SE REUSEN EN SERVICIOS AL PUBLICO.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

JULIA CARABIAS LILLO, Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, con fundamento en lo dispuesto en los artículos 32 Bis fracciones I, IV y V de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 5o. fracciones V y XI, 6o., 36, 37, 37 Bis, 117, 118 fracción I, 119, 121, 126, 171 y 173 la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 118 fracción III y 122 de la Ley General de Salud; 38 fracción II, 40 fracción X, 41, 45, 46 y 47 fracciones III y IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, y

CONSIDERANDO

Que en cumplimiento a lo dispuesto en la fracción I del artículo 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, el Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-003-ECOL-1997, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público, se publicó en el **Diario Oficial de la Federación** el 14 de enero de 1998, a fin de que los interesados, en un plazo de 60 días naturales, presentaran sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, sito en avenida Revolución 1425, mezzanine planta alta, colonia Tlacopac, Delegación Alvaro Obregón, código postal 01040, de esta ciudad.

Que durante el plazo a que se refiere el considerando anterior y de conformidad con lo dispuesto en el artículo 45 del ordenamiento legal citado, estuvieron a disposición del público los documentos a que se refiere dicho precepto.

Que de acuerdo con lo que disponen las fracciones II y III del artículo 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, los comentarios presentados por los interesados fueron analizados en el seno del citado Comité, realizándose las modificaciones procedentes a dicha Norma; las respuestas a los comentarios de referencia fueron publicadas en el **Diario Oficial de la Federación** el 14 de agosto de 1998.

Que habiéndose cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para la elaboración de normas oficiales mexicanas, el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, en sesión de fecha 22 de abril de 1998, aprobó la Norma Oficial Mexicana NOM-003-ECOL-1997 que establece los límites máximos permisibles de

contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público, por lo que he tenido a bien expedir la siguiente:

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-003-ECOL-1997, QUE ESTABLECE LOS
LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES PARA LAS
AGUAS RESIDUALES TRATADAS QUE SE REUSEN EN SERVICIOS AL
PUBLICO**

INDICE

1. Objetivo y campo de aplicación
2. Referencias
3. Definiciones
4. Especificaciones
5. Muestreo
6. Métodos de prueba
7. Grado de concordancia con normas y recomendaciones internacionales y con las normas mexicanas tomadas como base para su elaboración
8. Bibliografía
9. Observancia de esta Norma

1. Objetivo y campo de aplicación

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público, con el objeto de proteger el medio ambiente y la salud de la población, y es de observancia obligatoria para las entidades públicas responsables de su tratamiento y reuso.

En el caso de que el servicio al público se realice por terceros, éstos serán responsables del cumplimiento de la presente Norma, desde la producción del agua tratada hasta su reuso o entrega, incluyendo la conducción o transporte de la misma.

2. Referencias

Norma Mexicana NMX-AA-003 Aguas residuales-Muestreo, publicada en el **Diario**

Oficial de la Federación el 25 de marzo de 1980.

Norma Mexicana NMY-AA-005 Aguas-Determinación de grasas y



aceites-Método de extracción Solhlet, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 8 de agosto de 1980.

Norma Mexicana NMX-AA-006 Aguas-Determinación de materia flotante-Método visual con malla específica, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 5 de diciembre de 1973.

Norma Mexicana NMX-AA-028 Aguas-Determinación de demanda bioquímica de oxígeno.- Método de incubación por diluciones, publicada en **Diario Oficial de la Federación** el 6 de julio de 1981.

Norma Mexicana NMX-AA-034 Aguas-Determinación de sólidos en agua.- Método gravimétrico, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 3 de julio de 1981.

Norma Mexicana NMX-AA-42 Aguas-Determinación del número más probable de coliformes totales y fecales.- Método de tubos múltiples de fermentación, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 22 de junio de 1987.

Norma Mexicana
NMX-AA-102-1987 Calidad del Agua-Detección y enumeración de organismos coliformes. organismos coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* presuntiva.- Método de filtración en membrana. publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 28 de agosto de 1987.

Norma Oficial Mexicana
NOM-001-ECOL-1996 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 6 de enero de 1997 y su aclaración. publicada en el citado órgano informativo el 30 de abril de 1997

3. Definiciones

3.1 Aguas residuales

Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas.

3.2 Aguas crudas

Son las aguas residuales sin tratamiento.

3.3 Aguas residuales tratadas



Son aquellas que mediante procesos individuales o combinados de tipo físicos, químicos, biológicos u otros, se han adecuado para hacerlas aptas para su reuso en servicios al público.

3.4 Contaminantes básicos

Son aquellos compuestos o parámetros que pueden ser removidos o estabilizados mediante procesos convencionales. En lo que corresponde a esta Norma Oficial Mexicana sólo se consideran los siguientes: grasas y aceites, materia flotante, demanda bioquímica de oxígeno₅ y sólidos suspendidos totales.

3.5 Contaminantes patógenos y parasitarios

Son los microorganismos, quistes y huevos de parásitos que pueden estar presentes en las aguas residuales y que representan un riesgo a la salud humana, flora o fauna. En lo que corresponde a esta Norma Oficial Mexicana sólo se consideran los coliformes fecales medidos como NMP o UFC/100 ml (número más probable o unidades formadoras de colonias por cada 100 mililitros) y los huevos de helminto medidos como h/l (huevos por litro).

3.6 Entidad pública

Los Gobiernos de los Estados, del Distrito Federal, y de los Municipios, por sí o a través de sus organismos públicos que administren el agua.

3.7 Lago artificial recreativo

Es el vaso de formación artificial alimentado con aguas residuales tratadas con acceso al público para paseos en lancha, prácticas de remo y canotaje donde el usuario tenga contacto directo con el agua.

3.8 Lago artificial no recreativo

Es el vaso de formación artificial alimentado con aguas residuales tratadas que sirve únicamente de ornato, como lagos en campos de golf y parques a los que no tiene acceso el público.

3.9 Limite máximo permisible

Valor o rango asignado a un parámetro, que no debe ser excedido por el responsable del suministro de agua residual tratada.

3.10 Promedio mensual (P.M.)

Es el valor que resulta del promedio de los resultados de los análisis practicados a por lo menos dos muestras simples en un mes.

Para los coliformes fecales es la media geométrica; y para los huevos de helminto, demanda bioquímica de oxígeno, sólidos suspendidos totales



metales pesados y cianuros y grasas y aceites, es la media aritmética.

3.11 Reuso en servicios al público con contacto directo

Es el que se destina a actividades donde el público usuario esté expuesto directamente o en contacto físico. En lo que corresponde a esta Norma Oficial Mexicana se consideran los siguientes reusos: llenado de lagos y canales artificiales recreativos con paseos en lancha, remo, canotaje y esquí; fuentes de ornato, lavado de vehículos, riego de parques y jardines.

3.12 Reuso en servicios al público con contacto indirecto u ocasional

Es el que se destina a actividades donde el público en general esté expuesto indirectamente o en contacto físico incidental y que su acceso es restringido, ya sea por barreras físicas o personal de vigilancia. En lo que corresponde a esta Norma Oficial Mexicana se consideran los siguientes reusos: riego de jardines y camellones en autopistas, camellones en avenidas, fuentes de ornato, campos de golf, abastecimiento de hidrantes de sistemas contra incendio, lagos artificiales no recreativos, barreras hidráulicas de seguridad y panteones.

4. Especificaciones

4.1 Los límites máximos permisibles de contaminantes en aguas residuales tratadas son los establecidos en la Tabla 1 de esta Norma Oficial Mexicana.

TABLA 1

LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES

TIPO DE REUSO	PROMEDIO MENSUAL				
	Coliformes fecales NMP/100 ml	Huevos de helminto (h/l)	Grasas y aceites mg/l	DBO ₅ mg/l	SST mg/l
SERVICIOS AL PUBLICO CON CONTACTO DIRECTO	240	{1	15	20	20
SERVICIOS AL PUBLICO CON CONTACTO INDIRECTO U OCASIONAL	1,000	{5	15	30	30

4.2 La materia flotante debe estar ausente en el agua residual tratada, de acuerdo al método de prueba establecido en la Norma Mexicana NMX-AA-006, referida en el punto 2 de esta Norma Oficial Mexicana.

4.3 El agua residual tratada reusada en servicios al público, no deberá contener concentraciones de metales pesados y cianuros mayores a los límites máximos permisibles establecidos en la columna que corresponde a embalses naturales y artificiales con uso en riego agrícola de la Tabla 3 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, referida en el punto 2 de esta Norma.

4.4 Las entidades públicas responsables del tratamiento de las aguas residuales que reusen en servicios al público, tienen la obligación de realizar el monitoreo de las aguas tratadas en los términos de la presente Norma Oficial Mexicana y de conservar al menos durante los últimos tres años los registros de la información resultante del muestreo y análisis, al momento en que la información sea requerida por la autoridad competente.

5. Muestreo

Los responsables del tratamiento y reuso de las aguas residuales tratadas, tienen la obligación de realizar los muestreos como se establece en la Norma Mexicana NMX-AA-003, referida en el punto 2 de esta Norma Oficial Mexicana. La periodicidad y número de muestras será:

5.1 Para los coliformes fecales, materia flotante, demanda bioquímica de oxígeno, sólidos suspendidos totales y grasa y aceites, al menos 4 (cuatro) muestras simples tomadas en días representativos mensualmente.

5.2 Para los huevos de helminto, al menos 2 (dos) muestras compuestas tomadas en días representativos mensualmente.

5.3 Para los metales pesados y cianuros, al menos 2 (dos) muestras simples tomadas en días representativos anualmente.

6. Métodos de prueba

Para determinar los valores y concentraciones de los parámetros establecidos en esta Norma Oficial Mexicana, se deben aplicar los métodos de prueba indicados en las normas mexicanas a que se refiere el punto 2 de esta Norma. Para coliformes fecales, el responsable del tratamiento y reuso del agua residual, podrá realizar los análisis de laboratorio de acuerdo con la NMX-AA-102-1987, siempre y cuando demuestre a la autoridad competente que los resultados de las pruebas guardan una estrecha correlación o son equivalentes a los obtenidos mediante el método de tubos múltiples que se establece en la NMX-AA-42-1987. El responsable del tratamiento y reuso del agua residual, puede solicitar a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, la aprobación de métodos de prueba alternos. En caso de aprobarse, éstos pueden ser aplicados por otros responsables en situaciones similares. Para la determinación de huevos de helminto se deben aplicar las técnicas de análisis que se señalan en el anexo 1 de esta Norma.

7. Grado de concordancia con normas y lineamientos internacionales y con las normas mexicanas tomadas como base para su elaboración

7.1 No hay normas equivalentes, las disposiciones de carácter interno que existen en otros países no reúnen los elementos y preceptos de orden técnico y jurídico que en esta Norma Oficial Mexicana se integran y complementan de manera coherente, con base en los fundamentos técnicos y científicos reconocidos internacionalmente; tampoco existen normas mexicanas que hayan servido de base para su elaboración.



8. Bibliografía

- 8.1** APHA, AWWA, WPCF, 1994. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 19th Edition. U.S.A. (Métodos normalizados para el análisis del agua y aguas residuales 19a. Edición. E.U.A.).
- 8.2** Code of Federal Regulations 40. Protection of Environmental 1992. (Código de Normas Federales 40. Protección al Ambiente) E.U.A.
- 8.3** Ingeniería sanitaria y de aguas residuales, 1988. Gordon M. Fair, John Ch. Gerey, Limusa, México.
- 8.4** Manual de agua, 1989. Frank N. Kemmer, John McCallion Ed. McGraw-Hill. Volúmenes 1 al 3. México.
- 8.5** Development Document for Effluent Limitation Guidelines and New Source Performance Standard for the 1974. (Documento de desarrollo de la U.S.E.P.A. para guías de límites de efluentes y estándares de evaluación de nuevas fuentes para 1974).
- 8.6** Water Treatment Handbook, 1991. Degremont 6th Edition Vol. I y II. U.S.A. (Manual de tratamiento de agua 1991) 6a. Edición Vols. I y II. E.U.A.
- 8.7** Wastewater Engineering Treatment. Disposal and Reuse, 1991. 3rd. Edition. U.S.A. (Ingeniería en el tratamiento de aguas residuales. Disposición y reuso) Metcalf and Eddy. McGraw-Hill International Editions. 3a. Edición. E.U.A.
- 8.8** Municipal Wastewater Reuse-Selected Readings on Water Reuse-United States Environmental Protection Agency-EPA 430/09-91-022 September, 1991. (Reuso de aguas residuales municipales-lecturas selectivas sobre el reuso del agua-Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América- EPA 430/09-91-022 septiembre 1991).

9. Observancia de esta Norma

- 9.1** La vigilancia del cumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, a través de la Comisión Nacional del Agua, y a la Secretaría de Salud, en el ámbito de sus respectivas atribuciones, cuyo personal realizará los trabajos de inspección y vigilancia que sean necesarios. Las violaciones a la misma se sancionarán en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley General de Salud y demás ordenamientos jurídicos aplicables.
- 9.2** La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**. Las plantas de tratamiento de aguas residuales referidas en esta Norma que antes de su entrada en vigor ya estuvieran en servicio y que no cumplan con los límites máximos permisibles de contaminantes establecidos en ella, tendrán un plazo de un año para cumplir con los lineamientos establecidos en la presente Norma.



México, Distrito Federal, a los diecisiete días del mes de julio de mil novecientos noventa y ocho.- La Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, **Julia Carabias Lillo**.- Rúbrica.

ANEXO 1

TECNICA PARA LA DETERMINACION Y CUANTIFICACION DE HUEVOS DE HELMINTO

1. Objetivo

Determinar y cuantificar huevos de helminto en lodos, afluentes y efluentes tratados.

2. Campo de aplicación

Es aplicable para la cuantificación de huevos de helminto en muestras de lodos, afluentes y efluentes de plantas de tratamiento.

3. Definiciones

3.1 Helminto: término designado a un amplio grupo de organismos que incluye a todos los gusanos parásitos (de humanos, animales y vegetales) y de vida libre, con formas y tamaños variados.

3.2 Platyhelminetos: gusano dorsoventralmente aplanado, algunos de interés médico son: *Taenia solium*, *Hymenolepis nana* e *II. diminuta*, entre otros.

3.3 Nematelmintos: gusanos de cuerpo alargado y forma cilíndrica. Algunas especies enteroparásitas de humanos y animales son: *Ascaris lumbricoides*, *Toxocara canis*, *Enterobius vermicularis* y *Trichuris trichiura*, entre otros.

3.4 Método difásico: técnica de concentración que utiliza la combinación de dos reactivos no miscibles y donde las partículas (huevos, detritus), se orientan en función de su balance hidrofílico-lipofílico.

3.5 Método de flotación: técnica de concentración donde las partículas de interés permanecen en la superficie de soluciones cuya densidad es mayor. Por ejemplo, la densidad de huevos de helminto se encuentra entre 1.05 a 1.18, mientras que los líquidos de flotación se sitúan entre 1.1 a 1.4.

4. Fundamento

Utiliza la combinación de los principios del método difásico y del método de flotación, obteniendo un rendimiento de un 90%, a partir de muestras artificiales contaminadas con huevos de helminto de ascaris.

5. Equipo

Centrífuga: con intervalos de operación de 1 000 a 2 500 revoluciones por



minuto

Periodos de operación de 1 a 3 minutos

Temperatura de operación 20 a 28 °C

Bomba de vacío: adaptada para control de velocidad de succión 1/3 hp

Microscopio óptico: con iluminación Köheler

Aumentos de 10 a 100X; platina móvil; sistema de microfotografía

Agitador de tubos: automático, adaptable con control de velocidad

Parrilla eléctrica: con agitación

Hidrómetro: con intervalo de medición de 1.1 a 1.4 g/cm³

Temperatura de operación: 0 a 4°C

6. Reactivos

- Sulfato de zinc heptahidratado
- Acido sulfúrico
- Eter etílico
- Etanol
- Agua destilada
- Formaldehido

6.1 Solución de sulfato de zinc, gravedad específica de 1.3

- Formula
- Sulfato de zinc 800 g
- Agua destilada 1,000 ml

PREPARACION

Disolver 800 g de sulfato de zinc en 1,000 ml de agua destilada y agitar en la parrilla eléctrica hasta homogeneizar, medir la densidad con hidrómetro. Para lograr la densidad deseada agregar reactivo o agua, según sea el caso.

6.2 Solución de alcohol-ácido



-
- Fórmula
 - Acido sulfúrico 0.1 N 650 ml
 - Etanol 350 ml

PREPARACION

Homogeneizar 650 ml del ácido sulfúrico al 0.1 N, con 350 ml del etanol para obtener un litro de la solución alcohol-ácida. Almacenarla en recipiente hermético.

7. Material

- Garrafrones de 8 litros
- Tamiz de 160 mm (micras) de poro
- Probetas graduadas (1 litro y 50 ml)
- Gradillas para tubos de centrifuga de 50 ml
- Pipetas de 10 ml de plástico
- Aplicadores de madera
- Recipientes de plástico de 2 litros
- Guantes de plástico
- Vasos de precipitado de 1 litro
- Bulbo de goma
- Magneto
- Cámara de conteo Doncaster
- Celda Sedgwich-Rafter

8. Condiciones de la muestra

- 1 Se transportarán al laboratorio en hieleras con bolsas refrigerantes o bolsas de hielo.
- 2 Los tiempos de conservacion en refrigeración y transporte deben reducirse al mínimo.
- 3 Si no es posible refrigerar la muestra líquida, debe fijarse con 10 ml de



formaldehído al 4% o procesarse dentro de las 48 horas de su toma.

4 Una muestra sólida debe refrigerarse y procesarse en el menor tiempo posible.

9. Interferencias

La sobreposición de estructuras y/o del detritus no eliminado en el sedimento, puede dificultar su lectura, en especial cuando se trata de muestras de lodo. En tal caso, es importante dividir el volumen en alícuotas que se consideren adecuadas.

10. Precauciones

1 Durante el procesado de la muestra, el analista debe utilizar guantes de plástico para evitar riesgo de infección.

2 Lavar y desinfectar el área de trabajo, así como el material utilizado por el analista.

11. Procedimiento

1 Muestreo

a) Preparar recipientes de 8 litros, desinfectándolos con cloro, enjuagándolos con agua potable a chorro y con agua destilada.

b) Tomar 5 litros de la muestra (ya sea del afluente o efluente).

c) En el caso de que la muestra se trate de lodo, preparar en las mismas condiciones recipientes de plástico de 1 litro con boca ancha.

d) Tomar X gramos de materia fresca (húmeda) que corresponda a 10 g de materia seca.

2 Concentrado y centrifugado de la muestra

a) La muestra se deja sedimentar durante 3 horas o toda la noche.

b) El sobrenadante se aspira por vacío sin agitar el sedimento.

c) Filtrar el sedimento sobre un tamiz de 160 mm (micras), enjuagando también el recipiente donde se encontraba originalmente la muestra y lavar enseguida con 5 litros de agua (potable o destilada).

d) Recibir el filtrado en los mismos recipientes de 8 litros.

e) En caso de tratarse de lodos, la muestra se filtrará y enjuagará en las mismas condiciones iniciando a partir del inciso c.

-
- f) Dejar sedimentar durante 3 horas o toda la noche.
 - g) Aspirar el sobrenadante al máximo y depositar el sedimento en una botella de centrifuga de 250 ml, incluyendo de 2 a 3 enjuagues del recipiente de 8 litros.
 - h) Centrifugar a 400 g por 3 minutos (1,400-2,000 rpm por 3 minutos, según la centrifuga).
 - i) Decantar el sobrenadante por vacío (asegurarse de que exista la pastilla) y resuspender la pastilla en 150 ml de $ZnSO_4$ con una densidad de 1.3.
 - j) Homogeneizar la pastilla con el agitador automático, o aplicador de madera.
 - k) Centrifugar a 400 g por 3 minutos (1,400-2,000 rpm por 3 minutos).
 - l) Recuperar el sobrenadantevirtiéndolo en un frasco de 2 litros y diluir cuando menos en un litro de agua destilada.
 - m) Dejar sedimentar 3 horas o toda la noche.
 - n) Aspirar al máximo el sobrenadante por vacío y resuspender el sedimento agitando, vertir el líquido resultante en 2 tubos de centrifuga de 50 ml y lavar de 2 a 3 veces con agua destilada el recipiente de 2 litros.
 - o) Centrifugar a 480 g por 3 minutos (2,000-2,500 rpm por 3 minutos, según la centrifuga).
 - p) Reagrupar las pastillas en un tubo de 50 ml y centrifugar a 480 g por minutos (2,000-2,500 rpm por 3 minutos).
 - q) Resuspender la pastilla en 15 ml de solución de alcohol-ácido (H_2SO_4 0.1 N) + C_2H_5OH a 33-35% y adicionar 10 ml de éter etílico.
 - r) Agitar suavemente y abrir de vez en cuando los tubos para dejar escapar el gas (considerar que el éter es sumamente inflamable y tóxico).
 - s) Centrifugar a 660 g por 3 minutos (2,500-3,000 rpm por 3 minutos, según la centrifuga).
 - t) Aspirar al máximo el sobrenadante para dejar menos de 1 ml de líquido, homogeneizar la pastilla y proceder a cuantificar.
- 3** Identificación y cuantificación de la muestra
- a) Distribuir todo el sedimento en una celda de Sedgwich-Rafter o bien en una cámara de conteo de Doncaster.
 - b) Realizar un barrido total al microscopio.
-



12. Cálculos

1 Para determinar los rpm de la centrífuga utilizada, la fórmula es:

Donde:

g: fuerza relativa de centrifugación

K: constante cuyo valor es 89,456

r: radio de la centrífuga (spindle to the centre of the bracker) en cm

La fórmula para calcular g es:

2 Para expresar los resultados en número de huevecillos por litro, es importante tomar en cuenta el volumen y tipo de la muestra analizada.

13. Formato

No aplica.

14. Bibliografía

1 APHA, AWWA, WPCF, 1992 Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19a. ed., Washington. (Métodos normalizados para el análisis del agua y aguas residuales, 19a. Edición E.U.A.)

2 CETESB, São Paulo, 1989 Helmintos e Protozoários Patogénicos Contagem de Ovos e Cistos em Amostras Ambientais.

3 Schwartzbrod, J., 1996 Traitement des Eaux Usees de Mexico en Vue d'une Reutilisation a des Fins Agricoles. Reunión de Expertos para el Análisis del Proyecto de Saneamiento del Valle de México. Instituto de Ingeniería UNAM, 86 p.

Instituto Nacional de Ecología --->



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

MANUTENIMIENTO A INSTALACIONES III

Del 13 al 14 de Septiembre de 2002

ANEXOS

CI-070

Instructor: M.S.P. Rafael López Ruiz
PEMEX – Villahermosa Tabasco
Septiembre / 2002



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-004-ECOL-2001, Protección ambiental.- Lodos y biosólidos.- Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA PROY-NOM-004-ECOL-2001, PROTECCION AMBIENTAL.- LODOS Y BIOSOLIDOS.- ESPECIFICACIONES Y LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES PARA SU APROVECHAMIENTO Y DISPOSICION FINAL.

CASSIO LUISELLI FERNANDEZ, Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, con fundamento en lo dispuesto en el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, ordena la publicación del siguiente Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-004-ECOL-2001, Protección Ambiental.- Lodos y biosólidos - Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final, mismo que fue aprobado por el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, en sesión celebrada el 8 de febrero de 2000; el que se expide para consulta pública, de conformidad con el precepto legal antes invocado, a efecto de que los interesados, dentro de los 60 días naturales siguientes a la fecha de su publicación en el Diario Oficial de la Federación presenten sus comentarios ante el citado Comité, sito en bulevar Adolfo Ruiz Cortines número 4209 piso 5o., colonia Jardines en la Montaña; código postal 14210, Delegación Tlalpan, para que en los términos de la citada ley sean considerados.

Durante este lapso la Manifestación de Impacto Regulatorio a que se refiere el artículo 45 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización estará a disposición del público para su consulta en el domicilio antes citado.

PREFACIO

Por acuerdo del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental; se constituyó el Grupo de Trabajo para el manejo de lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales, para coadyuvar en la formulación del anteproyecto de norma oficial mexicana que regula los lodos y biosólidos, estableciendo los límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final, el cual estuvo integrado por personal técnico de las dependencias, instituciones y empresas que se enlistan a continuación:

SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
PROCURADURIA FEDERAL DE PROTECCION AL AMBIENTE
COMISION NACIONAL DE AGUA

GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL
SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE
DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION HIDRAULICA

SECRETARIA DE ENERGIA

SECRETARIA DE ECOLOGIA DEL GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO

GOBIERNO DEL ESTADO LIBRE Y SOBERANO DE BAJA CALIFORNIA

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



PETROLEOS MEXICANOS
DIRECCION CORPORATIVA DE ADMINISTRACION

PROGRAMA UNIVERSITARIO DE MEDIO AMBIENTE (PUMA)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
INSTITUTO DE INGENIERIA

CONFEDERACION PATRONAL DE LA REPUBLICA MEXICANA

CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DEL HIERRO Y EL ACERO

CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE ACEITES, GRASAS, JABONES Y
DETERGENTES

CONFEDERACION DE CAMARAS INDUSTRIALES
COMISION DE ECOLOGIA

ASOCIACION NACIONAL DE LA INDUSTRIA QUIMICA, A.C. (ANIQ)

ASOCIACION NACIONAL DE PRODUCTORES DE REFRESCOS Y AGUAS
CARBONATADAS, A.C. (ANPRAC)

ASOCIACION MEXICANA DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ (AMIA)

EMPRESAS DE AGUA Y SANEAMIENTO DE MEXICO, A.C

EMPRESAS DE CONTROL DE CONTAMINACION DE AGUA, CIVAC.

SISTEMA ECOLOGICO DE REGENERACION DE AGUAS RESIDUALES
INDUSTRIALES, S.A. DE C.V.

SISTEMA INTERMUNICIPAL DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y
ALCANTARILLADO (GUADALAJARA, JAL.)

SERVICIOS DE AGUA Y DRENAJE DE MONTERREY, N.L.

COMISION ESTATAL DE SERVICIOS PUBLICOS DE TIJUANA, B.C.

SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LEON, GTO.

JUNTA CENTRAL DE AGUA Y SANEAMIENTO DE CHIHUAHUA

SISTEMA OPERADOR DE LOS SERVICIOS DE A.P.A. DEL MUNICIPIO DE PUEBLA

SAFMEX, S.A. DE C.V

OPERADORA DE ECOSISTEMAS, S.A. DE C.V.

WEELABRATOR BIO GRO



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



BASURTO, SANTILLANA Y ARGUIJO, S.C.

BLACK & VEATCH

ASOCIACION DE LA INDUSTRIA DEL ESTADO DE MEXICO

ASOCIACION NACIONAL DE FABRICANTES DE CAL (ANFACAL)

FEDERACION MEXICANA DE INGENIERIA SANITARIA Y CIENCIAS AMBIENTALES,
A.C.

ELI LILLY Y COMPAÑIA DE MEXICO, S.A. DE C.V.

ASOCIACION MEXICANA DE RIEGO, A.C.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-004-ECOL-2001, PROTECCION AMBIENTAL.- LODOS Y BIOSOLIDOS.-ESPECIFICACIONES Y LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES PARA SU APROVECHAMIENTO Y DISPOSICION FINAL

CASIO LUISELLI FERNANDEZ, Subsecretario de Fomento y Normatividad Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con fundamento en lo dispuesto en los artículos 32 bis fracciones I, II y IV de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, 6o. fracción VIII del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; 5o. fracciones V y VI, 36, 37, 37 Bis, 119, 139 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 38 fracción II, 40 fracción X, 46 y 47 fracción IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28 y 33 de su Reglamento, expide la siguiente Norma Oficial Mexicana NOM-004-ECOL-2001, Protección ambiental.- Lodos y biosólidos.- Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.

INDICE

0. Introducción
1. Objetivo y campo de aplicación
2. Referencias
3. Definiciones
4. Especificaciones
5. Métodos de prueba
6. Evaluación de la conformidad
7. Concordancia con normas y lineamientos internacionales y con las normas mexicanas tomadas como base para su elaboración
8. Bibliografía
9. Observancia de esta Norma



ANEXOS

- I Opciones para la reducción de atracción de vectores
- II Método para la Cuantificación de Coliformes Fecales en lodos
- III Método para la Cuantificación de *Salmonella* en lodos
- IV Método para la Cuantificación de Huevos de Helminto en lodos

0. Introducción

En las actividades de desazolve de los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales y plantas potabilizadoras se generan una serie de lodos y biosólidos que en caso de no dárles una disposición final adecuada, contribuyen de manera importante en la contaminación de la atmósfera, de las aguas y de los suelos, afectando los ecosistemas del área donde se depositen. En relación a estos lodos y biosólidos previo a los estudios correspondientes, se ha considerado que por sus características o por las adquiridas después de un proceso de estabilización, pueden ser susceptibles de su aprovechamiento más aún, cuando se sometan a un tratamiento y cumplan con los límites máximos permisibles de contaminantes establecidos en la presente Norma Oficial Mexicana o, en su caso, disponer en forma definitiva como residuos no peligrosos; consecuentemente atenuar sus efectos contaminantes para el medio ambiente y proteger a la población en general.

1. Objetivo y campo de aplicación**1.1 Objetivo**

Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones y los límites máximos permisibles de contaminantes en los lodos y biosólidos provenientes del desazolve de los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, de las plantas potabilizadoras y de las plantas de tratamiento de aguas residuales, con el fin de posibilitar su aprovechamiento o disposición final y proteger el medio ambiente y la salud humana.

1.2 Campo de aplicación

Es de observancia obligatoria para todas las personas físicas y morales que generen lodos y biosólidos, provenientes del desazolve de los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, de las plantas potabilizadoras y de las plantas de tratamiento de aguas residuales.

2. Referencias

NOM-052-ECOL-1993, Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 22 de octubre de 1993.

NOM-053-ECOL-1993, Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 22 de octubre de 1993.

(Las dos normas oficiales mexicanas antes señaladas contienen la nomenclatura en términos del Acuerdo Secretanal publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 29 de noviembre de 1994, por el cual se actualizó la nomenclatura de 58 normas oficiales mexicanas).



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



NOM-001-ECOL-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 6 de enero de 1997.

NMX-AA-003-1980, Aguas residuales-Muestreo, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 25 de marzo de 1980.

NMX-BB-014-1973, Clasificación y tamaños nominales para utensilios de vidrio usados en laboratorio, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 24 de agosto de 1973.

NMX-AA-042-1987, Calidad del agua-Determinación del número más probable NMP de coliformes totales, coliformes fecales (termotolerantes) y *Escherichia coli* presuntiva, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 22 de junio de 1987.

NMX-AA-113-SCFI-1999, Análisis de agua-Determinación de huevos de helminto- Método de prueba, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 5 de agosto de 1999.

3. Definiciones

3.1 Aguas residuales

Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, agrícolas, pecuarios, domésticos, y en general de cualquier otro uso.

3.2 Alcantarillado

Sistema completo de tuberías, bombas, lagunas, tanques, procesos unitarios y accesorios para la recolección, transporte, tratamiento y descarga de aguas residuales, de tipo municipal o urbano.

3.3 Almacenamiento

Mantener en un sitio los lodos y biosólidos, cuando no es posible su aprovechamiento o disposición final, excluyéndose el uso de esta práctica como método de estabilización complementario de los lodos y biosólidos.

3.4 Aprovechamiento

Es el uso de los biosólidos como mejoradores o acondicionadores de los suelos por su contenido de materia orgánica y nutrientes

3.5 Atracción de vectores

Es la característica de los lodos y biosólidos para atraer vectores como roedores, moscas, mosquitos u otros organismos capaces de transportar agentes infecciosos.

3.6 Azolves

Lodos y/o basura acarreados por actividad tanto fluvial como pluvial, que se depositan en el fondo de los cuerpos de agua e infraestructura de conducción y almacenamiento, ocasionando problemas de obstrucción y disminución de capacidades.

3.7 Biosólidos



Lodos provenientes de las plantas de tratamiento de aguas residuales, que por su contenido de nutrientes y por sus propias características o por las adquiridas después de un proceso de estabilización, pueden ser susceptibles de aprovecharse.

3.8 Coliformes fecales

Bacilos cortos gram negativos no esporulados, también conocidos como coliformes termotolerantes. Tienen la capacidad de fermentar la lactosa a temperatura de 44,5°C. Incluyen al género *Escherichia coli* y algunas especies de *Klebsiella*.

3.9 Daños a tejidos

Se refiere a la inflamación, a causa de las galerías que abren los helmintos, generando la formación de tumores y excrecencias carcinógenas, al bloqueo de ciertos conductos (por ejemplo, los biliares), al provocar obstrucción intestinal o la perforación de las paredes del conducto digestivo y desarrollar una peritonitis. Adicionalmente, pueden provocar una intensa irritación de los tejidos, al depositar huevos entre los mismos.

3.10 Desazolve

Son los materiales sólidos provenientes de los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, no incluye los provenientes de las presas o vasos de regulación.

3.11 Detenoro mecánico

Se refiere a la acción de los parásitos de roer la pared intestinal ocasionando hemorragias, mismas que se ven intensificadas por una secreción que impide la coagulación de la sangre

3.12 Digestión aerobia

Es la descomposición bioquímica de la materia orgánica presente en los lodos, que es transformada en bióxido de carbono y agua por los microorganismos en presencia de oxígeno.

3.13 Digestión anaerobia

Es la descomposición bioquímica de la materia orgánica presente en los lodos, que es transformada en gas metano y bióxido de carbono y agua por los microorganismos en ausencia de oxígeno

3.14 Disposición final

La acción de depositar de manera permanente lodos y biosólidos en sitios adecuados para evitar daños al ambiente.

3.15 Enterocolitis

Inflamación del intestino delgado y colon

3.16 Estabilización

Son los procesos físicos, químicos y biológicos a los que se someten los lodos provenientes del desazolve de los sistemas de alcantarillado urbano, de las plantas potabilizadoras y de las plantas



de tratamiento de aguas residuales, para acondicionarlos para su aprovechamiento o disposición final.

3.17 Estabilización alcalina

Es el proceso mediante el cual se añade suficiente cal viva (óxido de calcio CaO) o cal hidratada (hidróxido de calcio Ca(OH)_2) o equivalentes, a la masa de lodos y biosólidos.

3.18 Fiebre tifoidea

Infección aguda generalizada, causada por *Salmonella typhosa*; se caracteriza por fiebre, cefalea, tos, toxemia, pulso anormal, manchas rosadas en la piel, desde el punto de vista patológico se manifiesta por incremento del tamaño (hiperplasia) y ulceración de los ganglios linfáticos intestinales.

3.19 Helminto

Término designado a un amplio grupo de gusanos parásitos (de humanos, animales y vegetales) y de vida libre, con forma y tamaños variados. Poseen órganos diferenciados, y sus ciclos vitales comprenden la producción de huevos o larvas, infecciosas o no, y la alternancia compleja de generaciones que incluye hasta tres huéspedes diferentes. Ocasionan deterioro mecánico, daños a tejidos, efectos tóxicos y pérdida de sangre.

3.20 Límite máximo permisible

Valor asignado a un parámetro, el cual no debe ser excedido por los lodos y biosólidos para que puedan ser dispuestos o aprovechados.

3.21 Lixiviado

Líquido proveniente de los lodos y biosólidos, el cual se forma por reacción o percolación y que contiene disueltos o en suspensión contaminantes que se encuentran presentes en los mismos.

3.22 Lodos

Son sólidos con un contenido variable de humedad, provenientes del desazolve de los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, de las plantas potabilizadoras y del tratamiento de aguas residuales.

3.23 Muestra compuesta

La mezcla representativa del volumen de los biosólidos que se pretenden aprovechar suficientemente para que se realicen los análisis para determinar su contenido de metales pesados.

3.24 Muestra simple

La cantidad suficiente de lodos y biosólidos para que se realicen los análisis para determinar el contenido de patógenos y parásitos, la cual debe ser representativa del volumen.

3.25 Mejoramiento de suelos

ES la aplicación de los biosólidos en terrenos degradados para mejorar sus características.

3.26 Patógeno

Microorganismo capaz de causar enfermedad.

3.27 Restauración de paisajes

Es la aplicación de los biosólidos en terrenos públicos y privados para mejorar sus características estéticas.

3.28 Sólidos Totales (ST)

Son los materiales que permanecen en los lodos como residuo cuando aquéllos son secados de 103 a 105°C.

3.29 Sólidos Volátiles (SV)

Es la cantidad de sólidos orgánicos totales presentes en los lodos, que se volatiliza cuando éstos se queman a 550°C en presencia de aire en exceso.

3.30 *Salmonella*

Bacilos móviles debido a sus flagelos peritricos fermentan de manera característica glucosa y manosa sin producir gas, pero no fermentan lactosa ni sacarosa y la mayoría produce sulfuro de hidrógeno H₂S. A menudo, son patógenas para el hombre y los animales cuando se ingieren, ocasionando fiebre tifoidea y enterocolitis (conocida también como gastroenteritis).

3.31 Tasa específica de absorción de oxígeno

Es la masa de oxígeno consumida por unidad de tiempo y por unidad de masa de los sólidos totales en los lodos y biosólidos, en base a peso seco.

3.32 Terrenos con fines agrícolas

Son las superficies sobre las cuales se pueden cultivar productos agrícolas para consumo humano y animal, incluyendo los pastizales.

3.33 Viabilidad

Que es capaz o apto para vivir.

4. Especificaciones

4.1 Para que los lodos y biosólidos se puedan aprovechar o disponer se debe demostrar, cada dos años, que éstos no son corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos o inflamables de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993, referida en el punto 2 de esta Norma.

Los responsables podrán quedar exentos de dicha prueba, siempre que por las características del proceso generador de los lodos y biosólidos, el contenido de los patógenos, parásitos y metales pesados sea homogéneo o no presenten variaciones significativas; manifestándolo ante la autoridad competente, por escrito y bajo protesta de decir verdad.

4.2 Los lodos y biosólidos que cumplan con lo establecido en la especificación 4.1, pueden ser manejados y aprovechados o dispuestos en forma final como residuos no peligrosos.

4.3 Para que los biosólidos puedan ser aprovechados, deben cumplir con la especificación 4.4 y lo establecido en las tablas 1 y 2

4.4 Los generadores de biosólidos deben controlar la atracción de vectores, demostrando su efectividad. Para tal efecto se pueden utilizar cualquiera de las opciones descritas, de manera enunciativa pero no limitativa, en el Anexo 1.

4.5 Para efectos de esta Norma Oficial Mexicana los biosólidos se clasifican en tipo: Excelente y Bueno con base en su contenido de metales pesados; y en clase: A y B en función de su contenido de patógenos y parásitos.

4.6 Los límites máximos permisibles de metales pesados en los biosólidos se establecen en la Tabla 1

TABLA 1
LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES PARA METALES
PESADOS EN BIOSOLIDOS

CONTAMINANTE (determinados en forma total)	Excelente g/kg en base seca	Bueno g/kg en base seca
Arsénico	41	75
Cadmio	39	85
Cromo	1 200	3 000
Cobre	1 500	4 300
Plomo	300	840
Mercurio	17	57
Níquel	420	420
Zinc	2 800	7 500

4.7 Los límites máximos permisibles de patógenos y parásitos en los biosólidos se establecen en la Tabla 2.

TABLA 2
LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES PARA PATOGENOS
Y PARASITOS EN BIOSOLIDOS

	PATOGENOS		PARASITOS
	Coliformes fecales	<i>Salmonella sp</i>	Huevos de helminto/g
CLASE	NMP/g en base seca	NMP/g en base seca	en base seca



A	Menor de 1 000	Menor de 3	Menor de 10
B	Menor de 2 000 000	Menor de 300	Menor de 35

4.8 Para el aprovechamiento de los biosólidos en jardines, macetas de casas habitación y edificios públicos y privados, áreas verdes para recreación pública y privada con contacto directo humano, viveros y campos deportivos, camellones urbanos y en vías de comunicación, panteones y bosques, la calidad debe ser Excelente, clase A, su contenido de humedad debe ser de 70% o menor.

4.9 Los biosólidos clasificados en el punto 4.5 que se pretendan aprovechar en terrenos con fines agrícolas, mejoramiento de suelos y restauración de paisajes, no deben aplicarse si los suelos están congelados; inundados; cubiertos por nieve o con un pH de 5 o menor.

4.10 La aplicación de biosólidos en terrenos con fines agrícolas, mejoramiento de suelos y restauración de paisajes, se sujetará a lo establecido en la Ley Federal de Sanidad Vegetal.

4.11 El aprovechamiento de biosólidos en terrenos comprendidos en zonas declaradas como áreas naturales protegidas, sólo podrá realizarse previa autorización de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

4.12 Para la disposición final de los lodos y biosólidos, se deberá cumplir con la especificación 4.1 y con los límites máximos permisibles para el contenido de patógenos y parásitos establecidos en la Tabla 3.

**TABLA 3
LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PATÓGENOS
Y PARÁSITOS PARA LODOS Y BIOSÓLIDOS**

PATÓGENOS		PARÁSITOS
Coliformes fecales NMP/g en base seca	<i>Salmonella sp</i> NMP/g en base seca	Huevos de helminto/g en base seca
Menor de 2 000 000	Menor de 300	Menor de 35

4.13 Los sitios para su disposición final serán los que disponga o autorice la autoridad local competente.

4.14 Los lodos y biosólidos que cumplan con lo establecido en la presente Norma Oficial Mexicana pueden ser almacenados hasta por un periodo de 2 años. El predio en donde se almacenen, debe contar con sistema de recolección de lixiviados.

4.15 Se permite la mezcla de dos o más lotes de lodos o biosólidos, siempre y cuando ninguno de ellos esté clasificado como residuo peligroso y su mezcla resultante cumpla con lo establecido en la presente Norma Oficial Mexicana.

4.16 Muestreo y análisis de lodos y biosólidos.

El generador de lodos y biosólidos, debe realizar el muestreo y análisis para demostrar el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana y conservar los registros por lo menos durante los últimos 5 años posteriores a su realización.



4.17 La frecuencia de muestreo y análisis para los lodos y biosólidos se establecen en función de su aprovechamiento y disposición final en la Tabla 4.

**TABLA 4
FRECUENCIA DE MUESTREO Y ANALISIS
PARA LODOS Y BIOSOLIDOS**

APROVECHAMIENTO Y DISPOSICION FINAL	FRECUENCIA	MUESTREO Y ANALISIS
- Jardines y macetas de casas habitación y edificios públicos y privados, áreas verdes para recreación pública y privada con contacto directo humano, viveros y campos deportivos.	Semestral	metales pesados.
	Bimestral	patógenos y parásitos.
- Camellones urbanos y en vías de comunicación, panteones y bosques.		
- Terrenos con fines agrícolas, restauración de suelos y de paisajes.	Semestral	metales pesados. patógenos y parásitos.
	Trimestral	
- Disposición final.	Trimestral	patógenos y parásitos.

4.18 El muestreo y análisis para determinar el contenido de patógenos y parásitos, constará de cuando menos 7 (siete) muestras simples. Los resultados se informarán como la media geométrica para los coliformes fecales y *Salmonella* y la media aritmética para los huevos de helminto.

4.19 El muestreo y análisis para determinar el contenido de metales pesados, constará de una muestra compuesta y se reportará para dos o más resultados la media aritmética

4.20 Podrán quedar exentos de realizar el muestreo y análisis de alguno o varios de los parámetros establecidos en la presente Norma Oficial Mexicana, cuando por su procedencia o invariabilidad en el contenido de los lodos y biosólidos no concentra los contaminantes a exentar, manifestándolo ante la Comisión Nacional del Agua, por escrito y bajo protesta de decir verdad.

5. Métodos de prueba

Para determinar los valores y concentraciones de los parámetros establecidos en esta Norma Oficial Mexicana, se deberán aplicar los métodos de prueba establecidos en los anexos 2, 3 y 4 de la presente Norma Oficial Mexicana. El responsable podrá solicitar autorización a la Comisión Nacional del Agua para la aplicación de métodos de prueba alternos, y podrán ser autorizados a otros responsables en situaciones similares.

6. Evaluación de la conformidad

La evaluación de la conformidad de la presente Norma Oficial Mexicana se llevará a cabo por las personas acreditadas y aprobadas en términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

7. Concordancia con normas y lineamientos internacionales y con las normas mexicanas tomadas como base para su elaboración



Esta Norma Oficial Mexicana no concuerda con ninguna norma o lineamiento internacional, tampoco existen normas mexicanas que hayan servido de base para su elaboración.

8. Bibliografía

- 8.1** A Guide to the Biosolids Risk Assessments for the EPA Part 503 Rule. EPA 832-B-93-005. Environmental Protection Agency USA. September 1995. (Guía para la evaluación de riesgos en los biosólidos por la EPA. Parte 503, Reglamento EPA 832-B-93-005.- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de América. Septiembre 1995.).
- 8.2** A Plain English Guide to the EPA Part 503 Biosolids Rule. EPA/832/R-93/003. Environmental Protection Agency USA. September 1994. (Guía sencilla de la EPA. Parte 503 Biosólidos Reglamento EPA/832/R-93/003.- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de América Septiembre 1994.).
- 8.3** APHA, AWWA, WPCF. 1992 Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18 th Ed. American Public Health Association Washington, D.C. (Métodos establecidos para el análisis de agua y agua residual. 18ava. Edición. Asociación Americana de Salud Pública Washington, D.C.).
- 8.4** Biosolids Treatment and Management. Processes for Beneficial Use. Marcel Dekker, Inc. 1996. (Tratamiento y Manejo de los Biosólidos.- Procesos para Uso Benéfico - Marcel Dekker, Inc 1996)
- 8.5** Campos R., Maya C. y Jiménez B. "Estabilización Térmica Alcalina de Lodos Químicos con un Alto Contenido de Microorganismos Patógenos". XIX Encuentro Nacional AMIDIQ, Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química, A C., Memorias pp. 365-366. Ixtapa-Zihuatanejo, Gro.Del 13 al 15 de mayo de 1998.
- 8.6** Environmental Regulations and Technology Use And Disposal Of Municipal Wastewater Sludge EPA 625/10-84-003. Environmental Protection Agency USA. September 1984 (Tecnologías y Regulaciones Ambientales.- Uso y disposición de lodos de aguas municipales. EPA 625/10-84-003. Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de América. Septiembre 1984.)
- 8.7** Environmental Regulations and Technology Control of Pathogens in Municipal Wastewater Sludge. EPA/625/10-89/006. Environmental Protection Agency USA. September 1989 (Tecnologías y Regulaciones Ambientales - Control de Patógenos en lodos de aguas municipales. EPA/625/10-89/006 Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de América. Septiembre 1989).
- 8.8** Fundamento técnico para la elaboración de la Norma Oficial Mexicana en matena de estabilización, manejo y aprovechamiento de lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas municipales e industriales Instituto de Ingeniería de la UNAM. 1997.
- 8.9** Geochemistry, Groundwater and Pollution. C.A.J. Appelo y D. Postma - A A. Balkema/Rotterdam/Brookfield/1996. (Geoquímica, aguas subterráneas y contaminación. C.A.J. Appelo y D. Postma.- A.A.Balkema/Rotterdam/Brookfield/1996.).
- 8.10** Goepfert J., Olson N. and Marth E., 1968. Behavior of *Salmonella typhimurium* During Manufacture and Curing of Cheddar Cheese. Applied Microbiology. 16: 862-866. (Comportamiento de la *Salmonella typhimurium* durante el procesamiento y curado del queso Cheddar Microbiología aplicada 16: 862-866.).



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



8.11 Ground Water, Quality Protección. Larry W. Canter, Robert C. Knox y Deborah M. Fairchild. Lewis Publishers, Inc. 1987. (Aguas subterráneas, características de protección.- Larry W. Canter, Robert C. Knox y Deborah M. Fairchild. Lewis Publishers, Inc. 1987.).

8.12 Guía para el manejo, tratamiento y aprovechamiento de lodos residuales de plantas de tratamiento municipales. Comisión Nacional del Agua. SGIHUI. 1994.

8.13 Guía para el manejo, estabilización y disposición de lodos químicos. Tema Potabilización. Comisión Nacional del Agua. SGIHUI. 1994.

8.14 Jawetz E., Melnick J. y Adelberg E., 1995. Microbiología Médica. Ed. Manual Moderno. México. pp. 803

8.15 Jiménez B., Barrios J.A. and Maya C. 1999. Class B Biosolids Production from Wastewater Sludge with High Pathogenic Content Generated in an Advanced Primary Treatment. Disposal and Utilisation of Sewage Sludge: Treatment Methods and Application Modalities. Water Resources, Hydraulics and Maritime Engineering NTUA Athens, Greece 13-15 October 1999 (Producción de biosólidos clase "B" de los lodos de aguas residuales con alto contenido patógeno generados en un tratamiento primario avanzado. Disposición y utilización de lodos residuales. Métodos de tratamiento y técnicas de aplicación. Recursos de agua, Ingeniería Marítima e hidráulica NTUA. Atenas, Grecia, 13-15 octubre 1999).

8.16 Jiménez C. B., Muñoz C. A. M. y Barrios Pérez J. A., 1997. Fundamento Técnico para la Elaboración de la Norma Oficial Mexicana en Matena de Estabilización, Manejo y Aprovechamiento de Lodos Provenientes de Plantas de Tratamiento de Aguas Municipales e Industriales Elaborado para la Comisión Nacional del Agua (CNA) por el Instituto de Ingeniería, UNAM. Proyecto 8313, pp. 107 (diciembre, 1997).

8.17 Jiménez B., Chávez A., Barrios J.A., Maya C. y Salgado G., 1998. Manual "Curso: Determinación y Cuantificación de Huevos de Helminto Norma Mexicana NMX-AA-113-SCFI/992". Grupo Tratamiento y Reuso, Instituto de Ingeniería UNAM. pp 160

8.18 Jiménez B., Maya C y Pulido M., 1996. Evaluación de las Diversas Técnicas para la Detección de los Huevos de Helminto, y Selección de una para Conformar la NMX Correspondiente. Instituto de Ingeniería, UNAM México. pp. 52

8.19 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. 1996.

8.20 Manual of good practice for utilisation of sewage sludge in agriculture. 2nd. Revision October 1991. Anglian Water (Manual de buenas prácticas para la utilización de lodos residuales en la Agricultura.- 2a. Revision Octubre 1991. Agua).

8.21 Miller V and Banwart G , 1965. Effect of Various Concentration of Brilliant Green and Bile Salts on *Salmonellae* and Other Microorganisms Applied Microbiology 13. 77-80. (Efecto de varias concentraciones de sales de Verde brillante y biliares en la *Salmonella* y otros microorganismos. Microbiología aplicada. 13: 77-80).

8.22 Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL/1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. (DOF 6 de enero de 1997).

8.23 Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI/1993, Sistema General de Unidades de Medida.



-
- 8.24** Norma Mexicana NMX-AA-113-SCFI/1999, Análisis de Agua.- Determinación de Huevos de Helminto. Método de Prueba.
- 8.25** Reglamento de lodos de clarificación. Alemania. 15 de abril de 1992.
- 8.26** Reglamentación de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (U.S.E.P.A.) para el Uso o Aplicación de Lodos de Drenaje, Parte 503 del 40 CFR, publicada en el Registro Federal el 19 de febrero de 1993.
- 8.27** Santos Mendoza Salvador. "Estabilización con Cal de Lodos de la Planta Piloto del Tratamiento Primario Avanzado". Ingeniería Ambiental- DEPTI- UNAM. 15 de junio de 1998. Tesis de Maestría.
- 8.28** Santos M. S., Campos M. R. y Jiménez C. B. "Una Opción de Manejo para el Lodo Generado al Tratar el Agua Residual del Gran Canal de la Ciudad de México. 1er. Simposio Latinoamericano de Tratamiento y Reuso del Agua y Residuos Industriales. Memorias Tomo I, pp. 28-1-28-10, del 25 al 29 de mayo de 1998, México, D.F.
- 8.29** Satchwell, G.M., 1986. An Adaptation of Concentration Techniques for the Enumeration of Parasitic Helminth Eggs from Sewage Sludge (Adaptación de la Técnica de Concentración para la Enumeración de Huevos de Helminto Parásitos Provenientes de Lodos Residuales) *Water Res.* 20. 813-816.
- 8.30** Schaffner C., Mosbach K., Bibit V. and Watson C., 1967. Coconut and *Salmonella* Infection *Applied Microbiology.* 15. 471-475 (Infección de la *Salmonella* y coco. *Microbiología aplicada.* 15: 471-475).
- 8.31** Shiflett M., Lee J and Sinnhuber R , 1967. Effect of Food Additives and Irradiation on Survival of *Salmonella* in Oysters. *Applied Microbiology* 15. 476-479. (Efecto de aditivos alimenticios e irradiación en la supervivencia de la *Salmonella* en ostras. *Microbiología aplicada.* 15: 476-479).
- 8.32** Silliker J. Deibel R. and Chiu J., 1964. Occurrence of Gram-Positive Organisms Possessing Characteristics Similar to Those of *Salmonella* and the Practical Problem of Rapid and Definitive *Salmonella* Identification. *Applied Microbiology* 12: 395-399 (Aparición de organismos Gram positivos, poseyendo características similares a la *Salmonella*, y el problema práctico de identificación rápida y definitiva de *Salmonella*. *Microbiología aplicada.* 12: 395-399).
- 8.33** Silliker J , Deibel R and Fagan P., 1964. Isolation of *Salmonella* from Food Samples: VI Comparison of Methods for the Isolation of *Salmonella* from Egg Products. *Applied Microbiology.* 12: 224-228 (Aislamiento de la *Salmonella* de muestras alimenticias: VI Comparación de métodos para el aislamiento de la *Salmonella* desde productos de huevo. *Microbiología aplicada.* 12: 224-228)
- 8.34** Sludge Management & Disposal. For The Practicing Engineer. P.A. Vesilind, G.C. Hartman y E.T. Skene. Lewis Publishers, Inc 1986 (Manejo y disposición de lodos. Para Ingenieros Profesionales. P.A. Vesilind, G.C Hartman y E.T. Skene. Lewis Publishers, Inc 1986.)
- 8.35** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th. Edition. American Public Health Association. American Water Works Association Water Environment Federation, 1995 (Métodos Estandar para la examinación del agua y aguas residuales, 19th Edición Asociación Americana de salud pública. Asociación Americana de aguas tratadas Federación Ambiental del Agua 1995).
-



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



8.36 Sludge Stabilization Manual of Practice FD-9. Facilities Development. Water Environment Federation 1993. (Estabilización de lodos Manual de prácticas FD-9. Facilidades de Desarrollo. Federación Ambiental del Agua 1993.).

8.37 Standards for the Use or Disposal of Sewage Sludge; Final Rules. 40 CFR Parts 257, 403 and 503. Environmental Protection Agency. USA Federal Register Friday February 19, 1993. (Estandares para el Uso o Disposición de lodos residuales. Reglamento 40 CFR Parte 257, 403 y 503. Agencia de Protección Ambiental de E.U.A. Registro Federal 19 de febrero de 1993.).

8.38 Sludge Conditioning. Manual of Practice FD-14. Water Pollution Control Federation. 1988. Alexandria, VA. (Manual de prácticas de acondicionamiento de lodos FD-14. Federación para el control de la contaminación en el agua. 1988.) y Alejandria, V.A.

8.39 Stuart P. and Pivnick H., 1965. Isolation of *Salmonellae* by Selective Motility Systems Applied Microbiology 13: 365-372 (Aislamiento de la *Salmonella* por selectos sistemas de motilidad. Microbiología aplicada 13: 365-372).

8.40 Taylor W., Betty C. and Muriel E., 1964. Companson of Two Methods for Isolation of *Salmonella* from Imported Foods Applied Microbiology 12. 53-56. (Comparación de dos Métodos para el aislamiento de *Salmonella* de alimentos importados Microbiología aplicada 12: 53-56).

8.41 US EPA 1994, Land Application of Sewage Sludge: A Guide for Land Appliers on the Requirements of the Federal Standards for the Use of Disposal of Sewage Sluge, 40 CFR Part 503. Water Environment Federation. USA. pp. 62. (Aplicación de lodos residuales al suelo: una Guia para aplicadores al suelo en los requerimientos de las normas federales para el uso y disposición de lodos residuales, 40 CFR Parte 503. Federación Ambiental del Agua. EUA pp. 62).

8.42 US EPA/625/R92/013 1992, Environmental Regulation and Technology, Control of Pathogens and Vector Attraction in Sewage Sludge pp. 152. (Tecnología y Regulación Ambiental. Control de patógenos y atracción de vectores en lodos residuales).

9. Observancia de esta Norma

9.1 La vigilancia del cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana corresponde a la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por conducto de la Comisión Nacional del Agua y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, así como a los gobiernos estatales, municipales y del Distrito Federal, en el ámbito de su respectivas competencias. Las violaciones a la misma se sancionarán en los terminos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley de Aguas Nacionales, su Reglamento y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

La Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por conducto de la Comisión Nacional del Agua y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, así como los gobiernos estatales, municipales y del Distrito Federal, en el ambito de su respectiva competencia, llevarán a cabo de manera periódica o aleatoria los muestreos y analisis de los biosólidos y lodos, con objeto de verificar el cumplimiento de los límites maximos permisibles de contaminantes establecidos en la presente Norma Oficial Mexicana.

TRANSITORIOS

PRIMERO.- Provéase la publicación de esta Norma Oficial Mexicana en el Diario Oficial de la Federación.



SEGUNDO.- La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor a los 60 días posteriores al de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**.

México, Distrito Federal, a los cuatro días del mes de febrero de dos mil dos.- El Subsecretario de Fomento y Normatividad Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, **Cassio Luiselli Fernández**.- Rúbrica.

Con fundamento en lo dispuesto en el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, provéase la publicación de este proyecto en el **Diario Oficial de la Federación**.

México, Distrito Federal, a quince de enero de dos mil dos.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, **Cassio Luiselli Fernández** - Rúbrica.

ANEXO I

OPCIONES PARA LA REDUCCION DE ATRACCION DE VECTORES

Opción 1: Reducción del contenido de sólidos volátiles

Reducir a un 38% el contenido de sólidos volátiles en los biosólidos, mediante digestión aeróbica o anaeróbica.

Opción 2: Digestión adicional de los biosólidos digeridos anaeróticamente

En el caso de que no resulte factible reducir al 38% el contenido de sólidos volátiles mediante la Opción 1. Se deberá demostrar en una unidad a escala de laboratorio, que una porción de los biosólidos, que previamente fueron digeridos, con una digestión anaeróbica por 40 días adicionales, a una temperatura entre 30°C y 37°C, su reducción del contenido de sólidos volátiles es menor de 17%.

Opción 3: Digestión adicional de los biosólidos digeridos aeróticamente

Esta prueba solamente es aplicable a los biosólidos líquidos digeridos aeróticamente. Se considera que los biosólidos digeridos aeróticamente con 2% de sólidos o menos, han logrado la reducción de atracción de vectores si después de 30 días de digestión aeróbica en una prueba de laboratorio a 20°C, su reducción del contenido de sólidos volátiles es menor de 15%

Opción 4: Tasa específica de absorción de oxígeno (TEAO) para biosólidos digeridos aeróticamente

Esta prueba solamente es aplicable a los biosólidos líquidos digeridos aeróticamente. Se demuestra si la TEAO de los biosólidos que son aplicados, determinada a 20°C, es igual o menor de 1.5 mg de O₂/h/g de sólidos totales (peso seco).

Opción 5: Procesos aeróbicos a más de 40°C

Aplica primordialmente a biosólidos composteados que contienen agentes abultadores orgánicos parcialmente descompuestos. Los biosólidos deben ser tratados aeróticamente por 14 días o más, tiempo durante el cual la temperatura deberá rebasar siempre los 40°C y el promedio deberá ser mayor de 45°C.

Opción 6: Adición de materia alcalina



Adicionar suficiente matena alcalina para:

- Elevar el pH hasta por lo menos 12 unidades, a 25°C, y, sin añadir más materia alcalina, mantenerlo por 2 horas; y
- Mantener un pH de al menos 11,5 unidades, sin la adición de más materia alcalina durante otras 22 horas.

Opción 7: Reducción del contenido de humedad en biosólidos que no contienen sólidos sin estabilizar

Incrementar el contenido de sólidos al 75% en los biosólidos, lo cual debe conseguirse removiéndoles agua y no mediante la dilución con sólidos inertes. Se debe prevenir que los biosólidos se manejen secos, incluyendo su almacenamiento antes de la aplicación.

Opción 8: Reducción del contenido de humedad en biosólidos que contienen sólidos no estabilizados

Incrementar el contenido de sólidos al 90% en los biosólidos, lo cual debe conseguirse removiéndoles agua y no mediante la dilución con sólidos inertes. Se debe prevenir que los biosólidos se manejen secos, incluyendo su almacenamiento antes de la aplicación.

Opción 9: Inyección de biosólidos al suelo

Inyectar los biosólidos por debajo de la superficie del terreno, de tal manera que ninguna cantidad significativa esté presente sobre la superficie durante 1 hora después de la inyección y, si los biosólidos son clase A con respecto a patógenos, deben ser inyectados dentro de las 8 horas posteriores a su salida del proceso reductor de patógenos

Opción 10: Incorporación de biosólidos al suelo

Incorporar al suelo los biosólidos dentro de las 6 horas posteriores a su aplicación sobre el terreno. La incorporación se consigue arando o mediante algún otro método que mezcle los biosólidos con el suelo y, si los biosólidos son clase A con respecto a patógenos, el tiempo entre la aplicación y el procesado no debe exceder de 8 horas al igual que en el caso de la inyeccion.

ANEXO II

METODO PARA LA CUANTIFICACION DE COLIFORMES FECALIS EN LODOS

1. El presente método establece la técnica para llevar a cabo la cuantificación del grupo coliforme fecal en lodos, con el fin de evaluar la calidad y la eficiencia de los diferentes tratamientos de los mismos, y es aplicable para la evaluación de la calidad de lodo residual y lodo estabilizado.

2. Principio del método

Este método de análisis se basa en que:

2.1 Las bacterias presentes en una muestra pueden ser separadas por agitación, dando por resultado una suspensión de células bacterianas, uniformemente distribuidas.



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

MANUTENIMIENTO A INSTALACIONES III

Del 13 al 14 de Septiembre de 2002

ANEXOS

CI-070

Instructor: M.S.P. Rafael López Ruiz
PEMEX – Villahermosa Tabasco
Septiembre / 2002



8.0. CARACTERIZACIÓN DE LAS DESCARGAS.

Un estudio para conocer las características de las descargas de agua residual en una industria incluye diversas actividades como son: hacer una inspección global de la industria, establecer los sitios de muestreo, medir los gastos de las descargas, coleccionar muestras de agua y analizarias.

Inspección global de la industria. Al hacer un reconocimiento de la industria se deberá poner especial atención a los siguiente aspectos:

- a) Los usos que se le da al agua de abastecimiento, así como la cantidad y calidad de la misma. Esto permitirá tener en cuenta, al final del estudio, la posibilidad de usar el agua residual tratada.
- b) Los sitios en que se generan descargas de agua residual, para establecer en ellos los puntos de muestreo.
- c) Los productos elaborados en cada proceso y las materias primas. Esto dará una idea de los contaminantes que se pueden encontrar en las aguas residuales, y se podrán incluir en los parámetros a analizar.
- d) Los períodos de trabajo en la industria, que pueden ser por turnos de 8 horas, o continuos las 24 horas; esto es con el fin de determinar las variaciones de flujo en las descargas, algunas pueden ser intermitentes o casuales, y se deberán tomar en cuenta al establecer el programa de monitoreo.
- e) Investigar si los productos elaborados son siempre los mismos, o si se cambia la producción, como en el caso de la industria de enlatado de productos naturales, que van de acuerdo a la época de su cosecha. Esto indicará la necesidad de ampliar el tiempo de muestreo para abarcar otras condiciones de trabajo en la industria.

Al evaluar los resultados de las características de las aguas residuales, y antes de decidir el tipo de tratamiento conviene saber si la industria tiene planes de expansión o de renovación de equipo para actualizar la tecnología de sus procesos, pues estos cambios pueden influir tanto en el volumen como en la calidad de las aguas residuales.

8.1. TÉCNICAS DE MUESTREO

Cuando se desea realizar un estudio de las aguas residuales de una industria, es necesario hacer una planificación y selección adecuada de los puntos de muestreo; elegir la frecuencia para la toma de muestras, el tipo de muestras, establecer aforos, decidir los análisis a realizar y los métodos de conservación de las muestras. De acuerdo a estos puntos, se elabora un programa de monitoreo que satisfaga los



objetivos del estudio; además, debe de estar dentro de las limitaciones de tiempo, dinero y potencial humano disponible.

Con el programa de monitoreo se pretende obtener las características de flujo y calidad de las aguas residuales, así como sus variaciones con respecto al tiempo.

En los estudios se debe emplear el número mínimo de muestras que representen adecuadamente las características de las aguas residuales

El periodo, la frecuencia y el tipo de muestras del monitoreo, debe de ser establecido de acuerdo a la finalidad del estudio, del tipo de industria, el número de descargas, la capacidad de análisis del laboratorio y la operación de los procesos.

Tipo de muestras. Las muestras que serán tomadas durante el monitoreo pueden ser simples o compuestas. Muestra simple es una cantidad de agua residual representativa (2.5 litros) del total, tomada a determinado momento durante un mínimo periodo de tiempo, necesario para obtener el volumen adecuado, conocer sus características en ese momento.

Una muestra compuesta se forma por varias muestras simples tomadas a diferentes tiempos. Estas muestras se obtienen mezclando muestras simples en volúmenes proporcionales al gasto o flujo de descarga medido en el sitio y momento de muestreo.

El intervalo entre la toma de cada muestra simple, para formar una muestra compuesta debe ser el suficiente para determinar la variación de los contaminantes del agua residual durante 24 horas, para poder obtener el promedio de las variaciones de los contaminantes.

Ejemplo En una descarga de aguas residuales se colectaron muestras simples e instantaneas cada 4 horas durante un periodo de 24 horas, y se desea preparar una muestra compuesta.

Los datos de los caudales en cada muestreo son los siguientes.

No de muestra	Tiempo (h)	Caudal (Ips)
1	4	5
2	8	10
3	12	15
4	16	17
5	20	4

Solución:

suma de caudales $Q_T = 63$ Ips



Se calcula el porcentaje de caudales para cada tiempo con respecto al caudal total.

La muestra compuesta se prepara con volúmenes de cada muestra simple, en una cantidad proporcional al gasto. Por ejemplo, si se desea preparar un litro de muestra se tomarán de cada muestra simple las siguientes cantidades.

Para $t = 4$ h, $Q_1 = 5$ 1ps, % de $Q_T = 7.94$, y % $V = 79.40$ ml

Los resultados obtenidos son los siguientes:

No. de muestra	Tiempo (h)	Q (1ps)	%QT	Volumen (ml) muestra compuesta*
1	4	5	7.84	79.40
2	8	10	15.88	158.80
3	12	15	23.81	238.10
4	16	17	26.98	269.80
5	20	14	22.2	222.20
6	24	2	3.17	31.70

* Muestra compuesta de 1000 (ml)

Material y equipo para muestreo. Los recipientes empleados para las muestras deben ser de un material inerte al contenido del agua residual, se recomiendan los de polietileno o vidrio, deben tener una capacidad mínima de 2 litros; sus tapas deben ser de material afín a ellos y proporcionarles un cierre hermético

Los volúmenes de muestra usuales para los análisis fisicoquímicos varían entre 2 y 5 litros y para los bacteriológicos con 100 ml es suficiente.

Los recipientes utilizados para muestras de análisis bacteriológicos además de las características mencionadas, deben ser de boca ancha y resistentes a las temperaturas de esterización (160-170 °C)

En general el equipo usual para muestrear comprende lo siguiente:

- Muestreador manual o automático
- Muestreador para oxígeno disuelto
- Caja de madera para reactivos.
- Medidor de oxígeno de campo o reactivos y botellas para la determinación de oxígeno disuelto
- Potenciómetro de campo o papel pH
- Conductímetro de campo
- Termómetro con cubierta metálica
- Pipetas graduadas de 10 ml
- Pipetas volumétricas de 100 ml.



- Bureta de 15 ml.
- 3 matraces Erlenmeyer de 250 ml.
- Pizeta con agua destilada.
- Soporte universal.
- Botellas de plástico de 2 a 5 litros de capacidad para muestras de análisis fisicoquímicos.
- Botellas de vidrio ambar con tapón esmerilado o de plástico, de 125 ml. con boca ancha, estériles, para muestras de análisis bacteriológicos.
- Frascos de vidrio de boca ancha, de un litro de capacidad para muestra de grasas y aceites.
- Embudos de plástico.
- Cubetas de plástico.
- Cable para los muestreadores.
- Hielera y hielo.
- Guantes y botas de hules
- Conservadores químicos específicos

Preparación de los recipientes. Los recipientes para las muestras de análisis fisicoquímicos deben estar perfectamente limpios. La limpieza puede hacerse utilizando mezcla crómica o con detergente, cuidando de enjuagarlos bien. En caso de emergencia bastara con enjuagar varias veces el recipiente con el agua residual que se va a muestrear.

Algunos envases requerirán de tratamiento especial, como es el caso de los de grasas y aceites, que además de estar limpios se deben de enjuagar con un solvente y secarlos con aire; para fosfatos, el recipiente se debe de enjuagar con agua acidulada caliente y posteriormente con agua destilada

Los recipientes para las muestras de analisis bacteriológicos deben de estar bien lavados, enjuagándolos posteriormente con agua caliente para remover las trazas de compuestos residuales de lavado y finalmente enjuagarlos con agua destilada varias veces. Al final del lavado el material debe de estar libre de alcalinidad o acidez para lo cual se aconseja el uso del papel pH para comprobarlo. Las botellas de vidrio se deben esterilizar a una temperatura de 170 °C durante una hora, o en autoclave a 121 °C por 15 minutos. si el tapon es de vidrio esmerilado se le coloca una tirita de papel para facilitar la apertura. Encima de la tapa cubriendo a su vez el cuello del frasco, se le coloca un capuchon de papel aluminio o kraft

Muestreo para análisis fisicoquímicos. Se muestrea según sean las condiciones del lugar, sumergiendo el envase en el sitio de muestreo o si es necesario se puede utilizar algun muestreador y verter su contenido en la botella o directamente según el tipo de muestreador. Es importante que los recipientes estén limpios en su exterior y procurar muestrear a contracorriente para evitar adulterar la muestra con contaminantes externos a la descarga.



En el caso de descargas de aguas residuales que fluyan libremente, en forma de chorro, se toma la muestra directamente en la descarga. Si la descarga fluye en canales o colectores, se recomienda tomar la muestra en el centro del canal o colector, de preferencia en lugares donde el flujo sea turbulento, a fin de asegurar un buen mezclado.

La elección de los puntos de muestreo está en función de los objetivos del estudio y la experiencia de quien lo realice.

Oxígeno disuelto. La toma de muestras para la determinación de oxígeno disuelto deberá efectuarse con cuidado evitando el burbujeo o agitación. En aguas poco profundas se puede muestrear directamente con una botella de boca angosta con tapón esmerilado. En el caso de muestrear a más de un metro de profundidad existen los muestreadores Winkler (específicos para oxígeno disuelto) y el Kemmerer tomando las precauciones debidas para evitar burbujeos al introducir la muestra a la botella de DBO de 300 ml, donde se realizará el análisis. Es recomendable registrar la temperatura de la muestra lo más preciso posible en el momento de tomarla y efectuar el análisis inmediatamente, por lo menos fijar el oxígeno y después realizar la titulación con los reactivos químicos del método empleado.

Actualmente existen en el mercado medidores de oxígeno analógicos o digitales, que bien calibrados y tomando las precauciones adecuadas, permiten realizar las determinaciones de este parámetro sin complicaciones.

Grasas y aceites. Es muy importante cuidar que la muestra sea representativa, ya que una característica de las grasas y aceites que se agrupan en la superficie de los cuerpos de agua, formando natas en determinadas zonas, por lo cual la muestra se toma superficialmente en frascos de un litro evitando derramarlos. En caso de aceites emulsionados la muestra se toma a 20 ó 30 cm de profundidad, cuando no haya mucha turbulencia para asegurar una mayor representatividad

Cuando el análisis no puede efectuarse inmediatamente, se conserva la muestra a un pH de 2 o menos adicionando 5 ml de HCl concentrado y refrigerándola a 4 °C, se recomienda no almacenarla por más de 24 horas.

Muestreo para análisis bacteriológicos. Cuando se toma la muestra directamente, se procede de la siguiente manera Tomar la botella cerca de su base, aflojar ligeramente el tapón, sumergirla cerrada (15-20 cm), con el cuello hacia abajo, colocándolo finalmente en sentido contrario a la corriente para evitar que el agua que entre a la botella toque primero las manos, después se destapa la botella y se gira de modo que el cuello quede ligeramente más elevado que la base, se deja que se llene, las 3/4 partes, dejando un espacio suficiente para facilitar el mezclado previo al análisis



Identificación de las muestras y registro de campo. Después de coleccionar la muestra, es necesario tomar las precauciones necesarias para que en cualquier momento sea posible identificarlas. Se deben identificar con una etiqueta pegada o colgada, o numerar y anotar la fecha en los frascos con un material que no sufra alteraciones con el agua (marcadores comerciales) anotando la información en una hoja de registro.

En el caso de utilizar etiquetas, éstas deben ser de papel que no sufra alteraciones con el agua y llevar anotada con tinta indeleble la siguiente información

- Identificación de la descarga
- Número de la muestra.
- Fecha y hora de muestreo.
- Análisis a efectuar

Durante el muestreo se debe llevar una hoja de registro con la suficiente información que permita identificar el sitio de toma de la muestra, condiciones en que se efectuó el muestreo, observaciones, etc. Esta hoja debe de contener la siguiente información:

- Resultados de los análisis de campo realizados en el sitio
- Temperatura ambiental y del agua, gasto, pH.
- Localización de la estación de muestreo.
- Descripción cualitativa de olor y color de las aguas residuales al momento del muestreo.
- Observaciones generales.

Conservación de las muestras. Las técnicas de conservación de las muestras retardan durante cierto tiempo los cambios químicos y biológicos que se producen después de su toma. En general, mientras más corto sea el tiempo que transcurra entre la toma de la muestra y su análisis más confiables serán los resultados

En la tabla 8.1, se presenta una lista de conservadores que se usan comúnmente en muestras de agua, se indica su acción, y a que tipo de análisis son aplicables

En la tabla 8.2, se enlistan los parámetros más frecuentes en los análisis de agua y aguas residuales, tipo de envase que debe utilizarse para la muestra, volumen mínimo requerido para cada análisis, conservación de la muestra y tiempo máximo de almacenamiento recomendado.

Transporte y almacenamiento de las muestras. Las muestras deben conservarse durante el muestreo en una hilera y transportarse al laboratorio debidamente etiquetadas o marcadas, acompañadas de su registro de campo.

En el laboratorio las muestras se conservarán en refrigeración a 4 °C, hasta haberseles efectuado los análisis correspondientes



Se recomienda que el tiempo de almacenamiento de las muestras para análisis fisicoquímicos y bacteriológicos sea el mínimo posible y no exceda de los límites indicados en la Tabla 8.2.

Tabla 8.1
Acción y aplicación de algunos de los conservadores
usados más comúnmente en el muestreo de aguas residuales

Conservador	Acción	Aplicable a
HgCl ₂	Inhibidor bacteriano	Nitrógeno y fósforo en todas sus formas
Acido (HNO ₃)	Solvente de metales Prevenir la precipitación	Metales
Acido (H ₂ SO ₄)	Inhibidor bacteriano o Formador de sales con bases orgánicas	Muestras orgánicas (DQO, aceites, grasas y carbón orgánico)
Alcali (NAOH)	Formador de sales con compuestos	Cianuro, acidos orgánicos.
Refrigeración	Inhibidor bacteriano	Acidez, alcalinidad material orgánico, DBO, color, análisis bacteriológicos, fósforo y nitrógeno orgánico, carbono y microorganismos.

Tabla 8.2
Recomendaciones para el muestreo de aguas residuales

Parámetros	Tipo de envases	Volumen mínimo requerido ml.	Conservador	Tiempo máximo de almacenamiento recomendado
Acidez	Vb. P	100	Refrigerar	24 h
Alcalinidad	V.P	200	Refrigerar	24 h
Análisis				
Bacteriológicos	V. Pr	100	Refrigerar	6 H
COT	V	100	Analizar inmediatamente	7 días



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



			o refrigerar y acidular a pH<2 con H ₂ SO ₄	
Cianuro total	V, P	500	Añadir NaOH hasta pH>12, refrigerar en la obscuridad	24 h
Cloro Residual	V, P	500	Analizar inmediatamente	0.5 h
Conductividad	V, P	500	Refrigerar	28 días
DBO	V, P	1000	Refrigerar	6 h
DQO	V, P	100	Analizar tan pronto como sea posible o añadir H ₂ SO ₄ hasta pH<2	7 días
Dureza	V, P	100	Refrigerar	48 h
Fenoles	V	500	Refrigerar añadir H ₂ SO ₄ hasta pH<2	6 meses
Fluoruros	P	300	No requiere preservación	28 días
Fosfatos	Va	100	Para disolver fosfatos filtrar inmediatamente refrigerar; congelar (-10°C)	48 horas
Grasas y aceites	VS frascos de boca ancha	1000	Añadir H ₂ SO ₄ <2, refrigerar	28 días
Metales	Va Pa Vp	-	Para disolver metales filtrar inmediatamente y añadir HNO ₃ hasta pH<2	6 meses pero varia en ciertos metales
Nitrogeno Amoniacal y organico	V, P	500	Analizar tan pronto como sea posible acidular H ₂ SO ₄ hasta pH<2; refrigerar	7 días
Nitratos	V, P	100	Acidular H ₂ SO ₄ hasta pH<2; refrigerar	48 horas
Nitritos	V, P	100	Analizar tan pronto como sea posible acidular H ₂ SO ₄ hasta pH<2; refrigerar	Ninguno



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



			pronto como sea posible o congelar a (-20°C)	
Material sedimentable	V, P	-	Refrigerar	7 días
Olor	V	500	Analizar tan pronto como sea posible; refrigerar	6 h
Oxígeno disuelto	V, envase para O.D. es un frasco especial de vidrio; con tapón cónico y cuello esmerilado, de un volumen determinado conocido como botella DBO.	300	Analizar de inmediato o fijar el Od y luego titular	8 horas
PH	V, P		Inmediato análisis	2 horas
Compuestos Organicos	VS, TFE		Refrigerar, adicionar 100mg de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ /mg de cloro residual presente	7 días
Sulfatos	V, P	500	Refrigerar	28 días
Sulfitos	V, P	100	Refrigerar, adicionar 4 gotas de acetato de zinc 2N/100 ml	28 días
Temperatura	P, V	-	Inmediato análisis	-
Turbiedad	V, P	-	Analice el mismo día; refrigerar en oscuridad	24 horas
Sólidos	V, P	1000	Refrigeración en la oscuridad.	7 días

V - Vidrio



P - Plástico (polietileno o equivalente)
Pr - Plástico resistente al calor, esterilizado y de una capacidad de 120 ml.
Va - Pa - Enjuagado con una solución de HNO_3 1:1
Vb - Vidrio Boro silicato
Vs - Vidrio enjuagado con solventes orgánicos
Refrigerar - Almacenamiento a 4°C
Refrigeración - Almacenamiento a 4°C en la obscuridad
TFE - Tetra fluoro etileno

8.2 MEDICIÓN DE GASTOS

Cuando se colectan las muestras en los sitios de muestreo uno de los parámetros a medir en ese momento es el gasto de la descarga, sin ese dato prácticamente son inútiles los datos que reporte el laboratorio al analizar las muestras, porque la concentración de los contaminantes generalmente se reporta en mg/l y sin el flujo de la descarga no se podrá calcular la carga total de contaminantes.

En el mercado se puede obtener una variedad de equipos para la Medición de gastos, sin embargo, es importante referirse a los métodos más sencillos y económicos para medir caudales como son el uso de vertedores y la hidráulica de los conductos tubulares

Vertedores. Se le llama vertedor a un dispositivo hidráulico que consiste en una escotadura a través de la cual se hace circular el agua. Hay diferentes clases de vertedores según la forma que adopte la vena líquida siendo los más comunes: rectangular, trapecial, triangular y circulares

Los vertedores que se usan para medir descargas o flujos relativamente pequeños son de pared delgada cuando la longitud de la cresta del vertedor en dirección a la corriente es apreciable, se denominan vertedores de las presas para control de avenidas.

Para conocer el gasto que circula por estos dispositivos se miden los siguientes parámetros

- Cresta Es la pared horizontal de la escotadura en contacto con el líquido, su longitud se denomina L
- Carga La carga del vertedor es la altura del chorro del agua desde el nivel de la cresta hasta la superficie medida a una distancia mínima d antes de la cresta, para evitar que la medida esté afectada por el abatimiento del manto sobre la cresta. Esta distancia d puede variar entre 0.6 y 1.0 metros (de 5 a 10 veces la carga)



- Carga sobre la cresta. Es el espesor del chorro medido sobre la cresta en el plano del vertedor. La diferencia entre la carga sobre la cresta y la carga del vertedor tiene un valor aproximado de 31 % de la carga del vertedor
- Cuando la longitud de la cresta L es relativamente pequeña comparada con el ancho B del canal de conducción, la vena del chorro sufre contracciones laterales que no se presentan cuando la longitud de la cresta es igual al ancho del canal.

Las fórmulas para el cálculo de caudales en vertedores tienen origen empírico, en esta ocasión, se presentan algunas de las fórmulas más comunes para calcular el caudal en vertedores

Vertedor rectangular. En la Figura. 8.1 se presenta un vertedor rectangular. La fórmula de Francis (1852) para calcular el caudal es la siguiente:

Fórmula general:

$$Q = \alpha(L - n\beta H) H^{3/2} \text{ en el sistema inglés.}$$

Siendo $\alpha = 3.33$

$$\beta = 0.1$$

n = número de contracciones (en un lado o en los dos).

L = longitud de la cresta del vertedor

H = Carga del vertedor

Cuando el chorro no tiene contracciones laterales ($n = 0$) se tiene:

$$Q = \alpha L H^{3/2}$$

En el sistema métrico la fórmula general es:

$$Q = 1.84(L - 0.1nH)H^{3/2}$$

Cuando el chorro no tiene contracciones

$$Q = 1.84LH^{3/2} \text{ en el sistema métrico}$$

Otro factor que puede influir en el gasto es la velocidad de llegada (v), lo cual origina un aumento en la carga del vertedor, denominada carga de presión (H_0). La ecuación general del gasto en este caso es la siguiente

$$Q = 1.84(L - 0.1nH)(H + H_0)^{3/2}$$

siendo $H_0 = (v^2) / (2g)$.

Estos problemas se resuelven por tanteos hasta lograr dos resultados consecutivos lo suficientemente próximos para aceptar como buena la solución

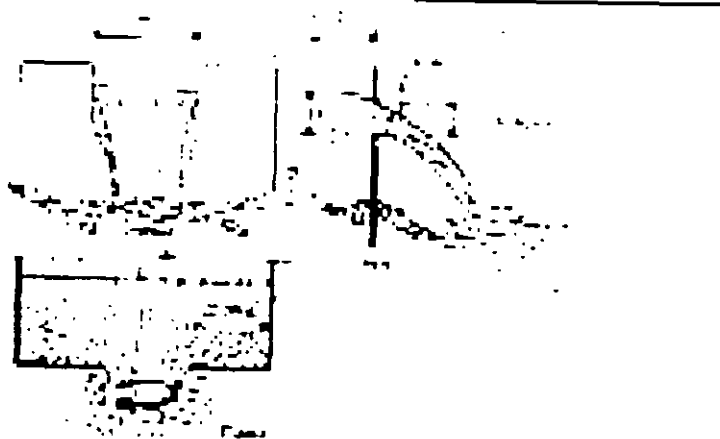


Figura 8.1. Vertedor rectangular.

Ejemplo 1. En un curso de agua está colocado un vertedor rectangular con dos contracciones laterales, con una longitud de cresta de 1.20 m y una carga de 0.40 m. Calcule el gasto

Solución

Los datos son:

$$\begin{aligned} L &= 1.20 \text{ m} \\ H &= 0.40 \text{ m} \\ n &= 2 \end{aligned}$$

aplicando la ecuación $Q = 1.84(L - 0.1nH)H^{3/2}$

se tiene:

$$Q = 1.84(1.20 - 0.1 \cdot 2 \cdot 0.4)(0.4)^{3/2} = 0.521 \text{ m}^3/\text{s}$$

Ejemplo 2. Determine el gasto de un vertedor rectangular sin contracciones laterales con una longitud de cresta de 1.20 m y una carga de 0.40 m

Solución:

Los datos son $L = 1.20 \text{ m}$
 $H = 0.40 \text{ m}$



$$\alpha = 1.84$$

sustituyendo los valores en la ecuación

$$Q = 1.84 LH^{3/2}$$

$$Q = 1.84 \cdot 1.20 \cdot 0.40^{3/2} = 559 \text{ m}^3/\text{s}$$

Los resultados de estos dos ejemplos muestran que en dos vertedores con igual longitud de cresta e igual carga, tiene mayor gasto el que no tenga contracciones laterales.

Vertedor triangular. La Figura 8.2 muestra un vertedor triangular de cresta delgada. El caudal para este tipo de vertedor considera los siguientes parámetros:

El ángulo del vertedor es igual a 2α

La carga del vertedor es la distancia del vértice del ángulo hasta la superficie libre del líquido

En este caso el gasto está dado por la siguiente fórmula.

$$Q = C \text{tg} \alpha H^{5/2}$$

Si el ángulo formado por los lados del vertedor es igual a 90 grados se tiene $\text{tg } 45^\circ = 1.0$ y la fórmula se reduce a

$$Q = 2.54 H^{5/2} \text{ en el sistema ingles.}$$

$$Q = 1.40 H^{5/2} \text{ en el sistema metrico}$$

Estos vertedores son los mas usados y proporcionan un excelente método para medir gastos pequeños.

El efecto de la velocidad de llegada es similar a los vertedores rectangulares, sin embargo se ha comprobado experimentalmente que el error cometido al despreciar la velocidad de llegada es en la mayoría de las veces poco importante.

Ejemplo 3 Calcular el gasto de un vertedor triangular de pared delgada, con escotadura en ángulo recto y una carga de 38 cm

Solución. De acuerdo a la fórmula

$$Q = 1.40 H^{5/2}$$

$$\text{Tenemos } 1.40 \cdot 0.38^{5/2} = 0.125 \text{ m}^3/\text{s}$$



Ejemplo 4. Calcular el gasto en un vertedor de pared delgada, cuyo ángulo en la escotadura es de 60° y tiene una carga de 0.40 m

Solución: Aplicando la ecuación:

$$Q = 1.40 \text{tg} 30 H^{5/2}$$

se tiene. $Q = 1.40 \text{tg} 30 \cdot (0.44)^{5/2} = 104 \text{ m}^3/\text{s}$

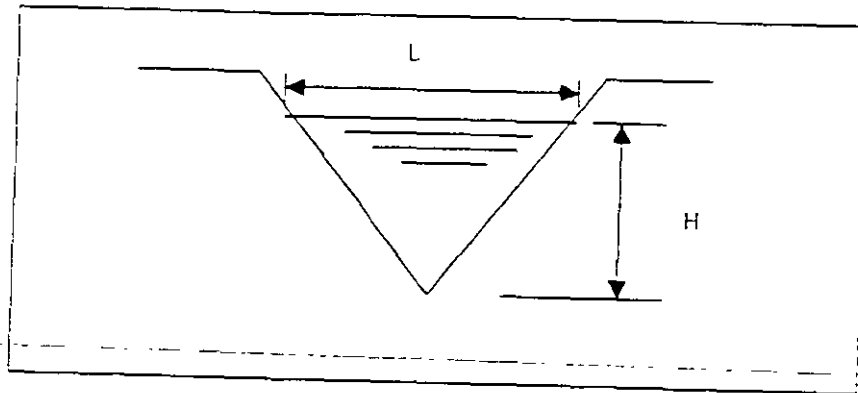


Figura 8. 2 Vertedor triangular de ángulo recto

Vertedor de Cipolletti Es de forma trapezoidal, se caracteriza porque sus paredes laterales tienen una inclinación tal que sus proyecciones son 1 horizontal por 4 vertical, como se muestra en la Figura 8.3 El gasto se calcula por la fórmula:

$$Q = 3.367 L H^{3/2} \text{ en el sistema ingles}$$

$$Q = 1.859 L H^{3/2} \text{ en el sistema metrico}$$

Ejemplo 5 Determinar el gasto de un vertedor Cipolletti que tiene una longitud de cresta de 1.85 m y trabaja con una carga de 0.62 m

Solución. Sustituyendo los valores en la fórmula del gasto tenemos:

$$Q = 1.86 \cdot 1.85 \cdot 0.62^{3/2} = 1.68 \text{ m}^3/\text{s}$$

Ejemplo 6 Qué longitud de cresta deberá darsele a un vertedor Cipolletti para que descargue hasta 1500 l/s. con una carga máxima de 40 cm?

Solucion Despejando L de la ecuacion del gasto y sustituyendo los valores tenemos:

$$L = \frac{Q}{1.859 H^{3/2}}$$



$$L = \frac{1.5}{(1.86 \cdot 0.40)^{3/2}} = 3.19 \text{ m}$$

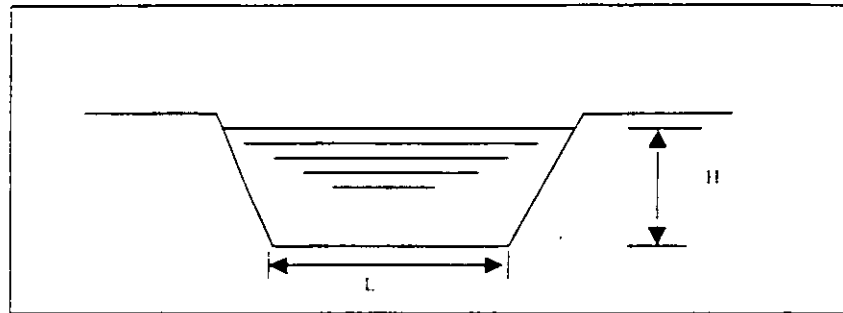


Figura 8.3 Vertedor de Cipolletti.

Flujo en alcantarillas.

Los principios hidráulicos que se aplican al flujo en alcantarillas y al flujo en tuberías de agua son los mismos. Sin embargo, las alcantarillas rara vez trabajan a tubo lleno y para cualquier alcantarilla circular, el área recta del flujo, la velocidad de flujo y la descarga varían con la altura de las aguas negras en la tubería.

Fórmula de Manning Una fórmula sencilla que proporciona resultados exactos es la fórmula de Manning. En su forma general es:

$$V = (1.486/n) \cdot r^{2/3} \cdot s^{1/2}$$

siendo:

- V = velocidad de flujo, en pies por segundo.
- n = coeficiente de rugosidad
- r = radio hidráulico, en pies
- s = pendiente (diferencia de altura por cada n-iii unidades).

Conociendo la velocidad con la fórmula de Manning se calcula el gasto con la ecuación

$$Q = V/A$$

Donde A es el área transversal del chorro y se calcula midiendo la altura del nivel del agua en el tubo.



Los valores de n utilizados comúnmente son los siguientes: para tubería de arcilla vitrificada bien tendida, conductos de concreto terminados suavemente, tubos de hierro fundido y tuberías de asbesto-cemento, 0.013. Arcilla vitrificada tendida pobremente, tubos de hierro fundido, alcantarillas de tabique bien tendidas y conductos de concreto comunes, 0.015. Tubería de metal corrugado, 0.021. Zanjas, 0.020. Canales recubiertos con piedra, 0.030.

El nomograma de la Figura 3.4, está basado en la fórmula de Manning en la que $n = 0.013$. Los valores están dados para tuberías trabajando a tubo llano.



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

MANUTENIMIENTO A INSTALACIONES III

Del 13 al 14 de Septiembre de 2002

ANEXOS



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



SEPARACION DE PARTICULAS EN SUSPENSION POR FLOTACION ASISTIDA EN LA INDUSTRIA DEL PETROLEO.

Por Pedro Martínez Pereda* y
Enrique Garduño Navarro**.

PREAMBULO

Entre las estrategias de largo plazo para el logro de un ambiente sostenible en materia de control de la contaminación del agua, el gobierno estableció, a partir de las primeras leyes y reglamentos para la prevención y el control de la calidad del agua en cuerpos receptores, emitidos en los primeros años de la década de los años setentas, la remoción de los materiales flotantes, principalmente grasas y aceites.

La industria del petróleo es un gran generador de este tipo de contaminantes y en los últimos años ha hecho grandes esfuerzos para remediar este problema en la mayoría de sus instalaciones.

Una de las operaciones fundamentales de la ingeniería ambiental consiste en la flotación asistida, con aire disuelto en las aguas residuales, para la remoción de aceites y partículas fugitivas y dispersas producto de derrames y de operaciones como el manejo de la producción primaria en la superficie, la refinación, el almacenamiento, el transporte, y otros procesos.

En este artículo se hace una presentación sintetizada de los fundamentos de la flotación asistida con aire disuelto para la flotación de aceites dispersos, y partículas en suspensión en las aguas residuales de la industria petrolera. Finalmente, los aspectos teóricos se consideran en el desarrollo de un ejemplo práctico de aplicación inmediata, que puede servir de modelo metodológico para quienes tienen la responsabilidad de tratar aguas residuales que contienen impurezas susceptibles de ser removidas del seno del líquido mediante la aplicación de esta sencilla operación unitaria.

El Dr. Pedro Martínez Pereda obtuvo su Ph.D. de la Universidad de Texas en Austin. Fue jefe del Centro de Educación Continua y de la División de Estudios Superiores de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, actualmente es investigador Titular "C" en la División de estudios de Posgrado de la Fac. de Ing. de la UNAM..

El Ing. Petrolero Enrique Garduño Navarro es egresado de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, y actualmente está a cargo de la comercialización de crudo interorganismos, como especialista técnico de la Subgerencia de Contratos e Investigación de Mercados.

ANTECEDENTES.

Cuando se habla de separadores API (American Petroleum Institute) en la industria petrolera, viene a la mente la imagen de los tanques cerrados que separan en sus fases las corrientes de petróleo que surgen de la tierra por los pozos y llegan a las baterías por las líneas de descarga o escurrimiento. Sin embargo, existen otros tanques, cerrados o a cielo abierto, que sirven para separar, ya sea de las aguas congénitas de producción o residuales de refinerías, el crudo que en ocasiones es arrastrado desde el separador de producción, tanques de deshidratación, o diferentes procesos de refinado. Estos tanques también fueron y son llamados separadores API, puesto que también los diseñó el Instituto Americano del Petróleo.

Los primeros tanques construidos con el fin de recuperar el aceite residual o fugitivo, de las diferentes operaciones petroleras, se les llamó separadores por gravedad o "Separadores API tradicionales", como tenían gran longitud ocupaban una gran área; más tarde se desarrollaron nuevos modelos, mejor fundamentados, científica y técnicamente, conocidos como "Separadores (cor Paquete) de Placas Paralelas", o de placas acanaladas y finalmente se diseñaron los tanques o equipos de separación por aire disuelto.

El Principio de Flotación.

Las partículas de impurezas pueden ser separadas por sedimentación si su peso es suficientemente mayor que su empuje o fuerza de flotación; pero cuando la densidad de las partículas es muy cercana a la del agua en la cual están en suspensión, la velocidad de sedimentación puede ser muy lenta y el tiempo requerido para sedimentar es entonces imprácticamente largo. En tales circunstancias, la separación puede ser acelerada si se añaden pequeñas burbujas de gas a las partículas, de tal manera que la densidad de la partícula compuesta (impureza más gas), es apreciablemente menor que la del agua. La partícula flotará entonces a la superficie. De ahí, que los métodos de flotación por aire puedan ser usados en el tratamiento del agua y de las aguas residuales para la separación de las partículas que son demasiado ligeras para sedimentar efectivamente pero demasiado pesadas para flotar sin ayuda.

El funcionamiento de los tanques de flotación, que forman parte del sistema de tratamiento por aire disuelto, para la separación agua - aceite, se basan en el principio de flotación por diferencia de densidades entre las fase

asociadas, las cuales son principalmente una función de las características de la fase dispersa y de la temperatura del líquido que conforma la fase continua.

Del fenómeno de flotación, puede decirse entonces que, en general, es una operación unitaria empleada en la separación mecánica de partículas sólidas o líquidas de una fase líquida continua. Esta operación se logra de dos diferentes maneras: la más sencilla es por la simple acción de la fuerza de gravedad, para ello se utilizan los separadores tradicionales y los de placa paralela o acanalada; y la más sofisticada, por la introducción de burbujas de aire muy pequeñas, en el seno del líquido a procesar contenido en un tanque, especialmente diseñado para ello.

En este segundo caso, que se describe de manera breve en este artículo, al elevarse lentamente hacia la superficie las burbujas de aire se adhieren o son atrapadas por las partículas sólidas o por los glóbulos dispersos de aceite, de densidad ligeramente distinta a la fase líquida continua, en que se encuentran en suspensión. El incremento en la fuerza de flotación originado por las burbujas, provoca que la materia en suspensión se desplace hacia la superficie del líquido, donde se remueve mediante un proceso de desnatado.

Tipos de flotación.

En general, la flotación puede ser de tres tipos:

(a) **Flotación por espumación.** Esta operación se utiliza ampliamente en la industria procesadora de minerales. Consiste en la introducción de soluciones químicas apropiadas y su dispersión mediante mezcladores mecánicos instalados en los tanques de separación que ocasionan la espumación y la adhesión a las partículas minerales y que se desplazan a la superficie del tanque donde son recuperadas junto con las espumas los minerales en suspensión. Este tipo de flotación no se analizará en este artículo.

(b) **Flotación libre.**

El funcionamiento de los separadores API, es fundamentalmente una función de la gravedad, de la diferencia de densidades entre las partículas o



impurezas y el agua residual, y sus temperaturas respectivas. Otros factores que afectan la eficiencia son la presencia de emulsiones, el tamaño de las gotas, la concentración del aceite o tipo de material en suspensión, la velocidad de flujo a través del separador o dicho de otra forma, el tiempo de retención y diseño del separador.

(c) **Flotación por aire disuelto.** Esta operación se basa en el cambio que experimenta un gas al pasar, de un estado disuelto en un líquido presurizado, a otro libre, debido a una rápida reducción de la presión. Las pequeñas burbujas de gas que se producen por el drástico cambio de presión, se adhieren a las partículas en suspensión en el líquido y son arrastradas lentamente a la superficie del tanque. Este tipo de flotación para la separación agua aceite se analiza a continuación.

Mecanismos de flotación.

El contacto de las burbujas con la materia en suspensión básicamente se logra de dos maneras:

(a) **Por atrapamiento.** Ocurre cuando la burbuja del gas es físicamente capturada por la estructura de un flóculo. Estas estructuras se forman por el uso de ciertos productos químicos que se agregan al caudal influente, para crear los flóculos y lograr tal atrapamiento. Por lo general, se utilizan soluciones de sulfato de aluminio, cloruro férrico, sílice activada, etc.

(b) **Por adhesión.** Esta clase de captura se debe al contacto entre cuerpos con fuerzas de tensión superficial diferentes, la dirección de la fuerza resultante, define el equilibrio y es fundamentalmente un problema de química de superficie. Ocurre más en la flotación por espumación.

METODOS DE REDUCCION DE LA PRESION.

(a) **Flotación por vacío.** En este proceso el tanque de presión está cerrado, y se mantiene un vacío sobre la superficie del líquido. El influente, a presión atmosférica, se introduce por el fondo del tanque. A medida que el líquido entra, la presión se reduce súbitamente provocando la liberación de burbujas de aire de pequeño diámetro. El proceso tiene algunas desventajas: el



tanque debe estar absolutamente cerrado para mantener el vacío; este, está limitado al teórico máximo de una atmósfera. En la práctica, por lo general, las instalaciones operan a una presión baja, alrededor de 25 cm de columna de mercurio de presión manométrica.

(b) **Flotación presurizada.** En este proceso el tanque de presión tampoco está expuesto a la atmósfera. El influente se mantiene a presión de tres a cinco atmósferas por medio de una bomba, hasta que pasa a través de una válvula reductora de presión inmediatamente aguas arriba del tanque. La reducción de la presión genera las burbujas de aire. Este método de operación produce mejores resultados que la operación a vacío.

Prácticamente, en todos los casos, el gas que se utiliza para producir las burbujas es aire. Los tanques de flotación, a cielo abierto, ubicados al final del proceso unitario normalmente son de planta rectangular o circular.

Metodos de operación.

La operación de los sistemas de flotación es de dos tipos:

(a) **Influente presurizado** En este método todo o una parte del influente se presuriza y satura con aire. La ventaja de este método es que el gasto a través del tanque de flotación es el mismo que el del influente. Esto es, no se recircula líquido y permite dimensiones mínimas para el tanque de flotación. Sin embargo hay algunas desventajas: si todo o parte del influente se presuriza, los flóculos creados por la introducción de productos químicos se pueden desintegrar, a medida que el líquido pasa a través de la bomba; también, si el aire se inyecta en agua residual cruda se tiene una disolución considerablemente menor que cuando el aire se inyecta en un efluente relativamente limpio.

(b) **Efluente presurizado** Si una fracción del efluente del tanque de flotación se recircula, se presuriza y se satura con aire, se pueden evitar las desventajas mencionadas en el punto (a) anterior. Sin embargo, el gasto que pasa a través del tanque de flotación es mayor, incrementándose por lo tanto el tamaño del tanque y la inversión. Aún así, se considera que éste método de operación es mejor que el de presurización del influente.

Consideraciones prácticas para proyecto.

- (a) **Aplicación de productos químicos.** De las pruebas de laboratorio y estudios piloto, que deben realizarse con cada tipo de agua residual previamente, para conocer las posibilidades de separación, puede resultar que se necesite aplicar algún coagulante para desarrollar los flóculos y controlar el pH, para lo cual es necesario instalar un tanque mezclador aguas arriba del tanque de presurización.
- (b) **Inyección de aire.** No hay un acuerdo generalizado acerca del punto donde debe inyectarse el aire. Si es en la succión de la bomba, se requerirá una presión mínima. También la bomba acelerará el proceso de saturación diluyendo el aire que pasa a través del impulsor. La desventaja es que la mezcla agua - aire a través de la bomba reduce la eficiencia de esta, y los costos de energía llegan a ser más altos. La inyección del aire en la descarga de la bomba elimina esta desventaja pero, en este caso, se requiere energía adicional para la inyección. Aunque la localización del punto de inyección de aire no es totalmente fundamental, parece preferible tenerla del lado de la succión de la bomba.
- (c) **Bomba de presurización.** Normalmente se usan bombas centrífugas. Las presiones de operación se encuentran en el rango de 3 a 5 atmósferas.
- (d) **Tanque de saturación.** El proceso de disolución del aire en el agua no se logra de forma instantánea. Por lo tanto, se debe incluir en el sistema un tanque de contacto aire-agua para un tiempo de residencia de uno a dos minutos.
- (e) **Válvula aliviadora de presión.** Esta válvula es un componente vital de la instalación. Se debe localizar entre el tanque de saturación y el de flotación, y deberá poder operarse manual o automáticamente para lograr la reducción deseada de presión. Las burbujas que se crean súbitamente, por el cambio de presión, tienen diámetros entre 0.03 y 0.015 mm.
- (f) **Tanque de flotación.** El tiempo de retención práctico varía de 20 a 30 minutos para el proceso de clarificación; mientras que para el proceso de espesamiento de las natas se especifica de 100 a 120 minutos. Las cargas superficiales se encuentran en el ámbito de 86 a 230 m³ / m²-día, dependiendo del tipo particular de desecho por tratar. De esta manera, por



ejemplo, una carga de $115 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{-día}$ y un tiempo de retención de 25 minutos requiere de un tirante hidráulico (profundidad) de 2 metros.

Para retirar la nata de la superficie del tanque se utiliza normalmente equipo mecánico. Por lo tanto, se instalan rastras para remover los depósitos del fondo y paletas para las natas de la parte superior. El efluente del tanque se extrae de la región más baja del tanque.

Fundamentos teóricos.

El proceso de flotación puede describirse, teóricamente, por medio de la ecuación o Ley de Stokes; sin embargo, en muchos casos se requiere investigar, para conocer las variables y parámetros para el caso de un agua residual determinada, y así, poder aplicar la fórmula para la solución de problemas prácticos.

El tipo de flujo, caracterizado por el Número de Reynolds (R), determina que el tipo de régimen: laminar, de transición o turbulento, sea un factor de diseño importante, y juegue un papel primordial en la separación de las fases libres en el agua residual. Si consideramos que se requiere mantener flujo laminar, es decir valores de $R \leq 1.0$, se tendría entonces la expresión clásica, conocida como Ley de Stokes, que se indica en la Ec. 1:

$$V = \frac{g(\rho - \rho')D^2}{18\mu} \quad \text{Ec. 1}$$

D	Diámetro de la burbuja de gas o partícula,	cm
V	Velocidad de ascenso de la burbuja o impureza,	cm/seg
μ	Viscosidad absoluta del líquido en fase continua,	poises
μ'	Viscosidad de la burbuja o partícula,	poises
g	Aceleración de la gravedad,	cm/seg ²
ρ	Densidad del líquido,	g/cm ³
ρ'	Densidad de la burbuja de gas o partícula,	g/cm ³
R	Número de Reynolds,	adim.

Teóricamente, esta ecuación es aplicable sólo cuando la partícula o impureza es un sólido (partículas discretas). Cuando la partícula es un gas,



por ejemplo aire o un glóbulo de aceite, puede ocurrir circulación interna adentro de la burbuja. En este caso, Landau y Lifschitz establecieron una ecuación más general a partir de la Ley de Stokes, como indica la Ec. 2:

$$V = \frac{g(\rho - \rho')D^2(3\mu + 3\mu')}{18\mu(2\mu + 3\mu')} \quad \text{Ec. 2}$$

En esta ecuación, μ' es la viscosidad de la partícula y cuando la relación μ'/μ es muy grande la Ec. 2 se transforma en la Ec. 1. Pero si μ'/μ es muy pequeña, entonces la Ec. 2 es similar a la Ec. 1 solo que en el denominador se reemplaza el número 18 por el número 12. En este caso la velocidad se incrementa en 50%.

Este resultado teórico se basa en la consideración de que se tiene un líquido libre de impurezas. Algunos autores sugieren que las impurezas que contienen las aguas residuales evitan la circulación interna y por tanto la burbuja de aire se puede comportar como una partícula sólida.

Otros experimentos han confirmado que, una burbuja de aire obedece la Ley de Stokes en las aguas residuales, cuando el número de Reynolds es pequeño (flujo laminar).

Para grandes valores del número de Reynolds, $R > 10000$, la ecuación se transforma (según Fair & Geyer) en la Ec.3:

$$V = \sqrt{\frac{4g(\rho - \rho')D}{3C_D\rho}} \quad \text{Ec. 3}$$

donde C_D es un coeficiente de arrastre o fricción que puede determinarse con pruebas de laboratorio.

La Ley de Henry.

Esta Ley establece que la cantidad de un gas que puede disolverse en un líquido, es directamente proporcional a la presión parcial que el gas ejerza sobre el líquido, y se expresa de la siguiente manera:

$$P = K_H * X \quad \text{Ec. 4}$$

donde:

P, es la presión parcial ejercida por el gas, en atmósferas.
X, es la fracción molar del gas disuelto en el líquido, en porcentaje.
K_H, es la constante de Henry, adimensional.

El valor de K_H, varía en función del tipo de gas y de la temperatura. Para aire seco a nivel del mar, es decir a 1 atm de presión, se tienen los siguientes valores para K_H:

Tabla 1. Variación de la K_H con la temperatura para aire a 1 atm de presión.

Temperatura T, °C	0	10	20	30	40
K _H (Atm/frac.molar)	43.200	54.900	66.400	77.100	87.000

Tabla 2. Composición del aire seco a nivel del mar.

Componente	Porcentaje en volumen	Peso Molecular
Nitrogeno	78.08	28
Oxigeno	20.95	32
Argon	0.93	40
Bioxido de carbono	0.03	44
Otros	0.01	-
Total	100.00	29



Cargas superficiales o tasas de derrame.

En el sistema de flotación por aire presurizado es difícil establecer con precisión cuál es el diámetro y la densidad de un **flóculo** en el cual se adhieren algunas burbujas de aire. Asimismo, es difícil determinar la viscosidad y densidad de la fase líquida que se altera significativamente por la presencia de una fase dispersa compleja. Por todo esto, es necesario llevar a cabo pruebas experimentales a nivel laboratorio o de planta piloto, para determinar la tasa de ascenso de las impurezas en el desecho particular que va a tratarse. En la Tabla 3 se presenta información al respecto.

Eficiencia de operación.

En la Tabla 4 se presenta información acerca de las eficiencias de remoción de Sólidos Suspendidos y de la Demanda Bioquímica de Oxígeno, para diversos tipos de desechos.

Ejemplo práctico de aplicación.

Se desea tratar las aguas residuales de una refinería de petróleo, por medio de un sistema de flotación con aire disuelto. Se efectuaron pruebas en una planta piloto, que proporcionaron suficiente información para proceder con el diseño del prototipo. En la figura siguiente se esquematiza el sistema piloto.

a) Condiciones de las pruebas a nivel piloto

Temperatura del agua residual	$T = 15 \text{ }^\circ\text{C}$;
Gasto o caudal del agua residual	$Q_1 = 189 \text{ lpm}$
Concentración de sólidos en suspensión	$C_1 = 500 \text{ ppm}$

Presión atmosférica = $P_a = 1.033 \text{ kg/cm}^2 = 1 \text{ atm.}$

Presión manométrica = $P_m = 3.8665 \text{ kg/cm}^2$

Presión absoluta = $P_m + P_a = P_1 = 4.8995 \text{ kg/cm}^2 = 4.7429 \text{ atm}$

Presión hidráulica = $P_2 = \gamma Z = 999.12 (1.2) = 1198.944 \text{ kg/m}^2$
 $= 0.12 \text{ kg/cm}^2$

Donde Z es el tirante hidráulico en metros.



Así, la presión hidráulica absoluta es:

$$P_2(\text{a nivel del mar}) = 0.12 + 1.033 = 1.153 \text{ kg/cm}^2 = 1.116 = 1.12 \text{ atm}$$

En condiciones normales o estándar de presión y temperatura, es decir, una atmósfera (1.033 Kg/cm^2) y 60°F (15.5°C), el valor de la constante de Henry para el aire se obtiene interpolando entre los valores de la constante para los 10 y 20°C que se presentan en la tabla 1. De esta manera se tiene:

$$K_H = 60,650 \text{ atm / frac. molar};$$

Puesto que los pesos moleculares del aire y del agua son respectivamente $m_G = 29$, y $m_L = 18$, entonces, del balance de masa que se presenta en el anexo 2, ecuación 14, que relaciona el peso del gas con respecto al peso del líquido que entra al sistema por unidad de tiempo, se tiene:

$$r = \frac{W_G}{W_L} = \frac{(4.743 - 1.12)}{(60650)(500 \cdot 10^{-6})} \cdot \frac{29}{18} \cdot \frac{Q_R}{189} = 0.001018 Q_R$$

donde W_G representa el peso del gas, y
 W_L representa el peso del líquido

Los datos experimentales encontrados en el estudio piloto se resumen en la tabla 5, que se presenta a continuación:

Tabla 5. Datos experimentales obtenidos del estudio piloto.

Q_R (l/min)	C_2 (ppm)	$C_{2,}$ (% en peso)	r (W_G / W_L)
19	82	1.8	0.019
38	45	2.2	0.039
57	34	2.5	0.058
76	28	2.5	0.071
95	25	2.6	0.097
114	24	2.6	0.116
133	22	2.7	0.135
152	21	2.7	0.155



También, del balance de masa, que se presenta en el anexo 2, ecuación 17, se tiene que:

$$Q_s = Q_1 (C_1 - C_2) / C_s$$

y sustituyendo valores:

$$Q_s = 189(500-25)/(26400) = 3.41 \text{ l/min}$$

Por lo tanto, el gasto efluente real es aproximadamente de 186 l / min.

b) Diseño del sistema Prototipo

Condiciones:

Gasto del influente	$Q_1 = 100 \text{ l/seg}$
Sólidos Suspendidos en el influente	$C_1 = 400 \text{ ppm}$
Temperatura del aire	$T = 30 \text{ °C}$
Relación aire / sólidos	$r = 0.1$
Gasto del efluente a recircular	$Q_R = 52 \text{ l/seg}$
Carga superficial	$v = 175 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ d}$

Cálculos principales:

El diseño de los tanques de flotación o separadores, se basa en ocho importantes consideraciones: tres cálculos principales y cinco reglas deducidas con base en la investigación y la experiencia. En seguida se mencionan cada una de ellas.

Paso 1. Calculo del área mínima horizontal.

$$A_h = F \left(\frac{Q_m}{V_t} \right) \quad \text{Ec. 5}$$

Donde A_h , representa el área horizontal mínima, m^2

F , es un coeficiente adimensional que toma en cuenta los efectos de turbulencia y corto circuito hidráulico.

V_t , es la velocidad ascensional, m/h

Q_m , es el caudal, m^3/h



Paso 2. Cálculo de la sección transversal.

$$A_t = \frac{Q_m}{V_h} \quad \text{Ec. 6}$$

Donde V_h , es la velocidad horizontal que no deberá ser mayor de quince veces la velocidad ascensional, pero sin exceder 90 cm /min, y A_t , es el área transversal, m^2 .

Paso 3. Cálculo de la longitud del separador

El área horizontal es:

$$A_h = LB = F \left(\frac{Q_m}{V_i} \right) \text{ y entonces,}$$

$$L = F \left(\frac{V_n}{V_i} \right) \left(\frac{A_t}{B} \right) = F \left(\frac{V_n}{V_i} \right) \frac{BZ}{B}$$

y por lo tanto, la longitud es:

$$L = F \left(\frac{V_n}{V_i} \right) Z \quad \text{Ec. 7}$$

Paso 4. Selección de los valores prácticos recomendados para el factor de turbulencia F_t se indican en función de la relación V_h / V_t , ver tabla 6.

TABLA 6. Valores recomendados para el factor de turbulencia.

V_h / V_t	F_t
20	1.45
15	1.37
10	1.27
6	1.14
3	1.07

Paso 5. Utilización de un factor de seguridad F_s ; para corto circuito hidráulico, se ha encontrado experimentalmente un valor de 1.2

Paso 6. Mantenimiento de la relación entre la profundidad, Z , y el ancho B , la cual debe oscilar entre 0.3 mínimo y 0.5 máximo.

Paso 7. Elección del ancho B, el cual debe variar de 1.8 m como mínimo, a 6.0 como máximo.

Paso 8. Selección de la profundidad Z, la cual debe variar de 0.9 m mínimo a 2.4 m máximo.

Características del tanque de flotación.

$$A_n = \frac{Q_1 + Q_2}{T} = \frac{0.1 + 0.052}{0.00202} = 75.25 \text{ m}^2$$

A. Para el caso de seleccionar un tanque con planta rectangular:

$$\text{Si } L/B = 5, A_n = 5B^2 = 75.25 \text{ m}^2$$

$$B = 3.88 \text{ m}, L = 19.40 \text{ m} \text{ y } A_n = 75.27 \text{ m}^2$$

Con un tiempo de retención de 20 minutos:

$$\text{Volumen : } 0.152 \text{ m}^3/\text{s} * 1200 \text{ seg.} = 182.4 \text{ m}^3$$

$$\text{Tirante : } z = 182.4 \text{ m}^3 / 75.27 \text{ m}^2 = 2.42 \text{ m}$$

Con sección circular :

$$\pi R^2 = \pi D^2 / 4 = 0.7854 D^2 = 75.25 \text{ m}^2 ; D^2 = 75.25 / 0.7854 = 95.81 ; D = 9.788$$

$$D = 9.79 \text{ m}, \text{ Se deja } D = 10 \text{ m}, \text{ con lo que } A_n = 78.54 \text{ m}^2 \text{ y por tanto}$$

$$Z = 2.32 \text{ m} \text{ Se deja } Z = 2.5 \text{ m}$$

Tanque de saturación de aire

Tiempo de contacto: 2 minutos

$$\text{Volumen : } Q_R, t_c = 0.052 * 120 = 6.24 \text{ m}^3$$

$$\text{Se recomienda si } Z = 4D, V = \pi D^2 * z / 4 = \pi D^3 = 6.24 \text{ m}^3$$

$$D = 1.26 \text{ m}, z = 5.04 \text{ m}$$

$$\text{Se deja } D = 1.3 \text{ m} \text{ y } Z = 5 \text{ m}$$

Comportamiento esperado del sistema

De acuerdo con los resultados de la prueba piloto se puede esperar lo siguiente:

$$C_2 = 25 \text{ ppm}, C_s = 2.6 \%$$

Gasto de agua que se pierde con la nata o espuma:

$$Q_s = Q_1(C_1 - C_2) / C_s$$

$$Q_s = 0.1(400 - 25) / 26000 = 0.00144 \text{ m}^3/\text{seg} = (1.5 \text{ lps})$$



Condiciones de presión

Kh a 30°C: 77,100 atm/frac. molar

$$P_2 = P_{atm} + \gamma Z = 10,330 + 1000 \cdot 2.5 = 1230 \text{ kg/m}^2$$

$$P_2 = 1.242 \text{ atm. } \gamma = 1.2, m_G = 29, m_L = 18$$

Con la ec. (11):

$$0.1 = \frac{(P_1 - 1.24)(29)(0.052)}{(77,100)(400 \cdot 10^{-6})(18)(0.1)}$$

$$P_1 = 4.92 \text{ atm}$$

$$P_1 = 4.92 \cdot 10330 = 50824 \text{ kg/m}^2 \text{ (abs)} = 5.08 \text{ kg/cm}^2$$

Bombeo

$$\text{Potencia} = Q_R (P_1 - P_0) / 76$$

$$\text{Potencia} = 0.052(50,824 - 10330) / 76 = 27.71 \text{ HP}$$

$$\text{Seleccionando un equipo con 75\% de eficiencia : } 27.71 / 0.75 = 36.946$$

$$P = 36.95 \text{ HP, se selecciona un motor de 40 HP}$$

Requisitos de aire

De la ec (10):

$$W_G = (4.92 - 1.24) / 77,100 \cdot 29 / 28 \cdot 1000 \cdot 0.052$$

$$W_G = 0.004 \text{ kg/seg}$$

Si $\gamma' = 1.2 \text{ kg/m}^3$, entonces

$$Q_G = W_G / \gamma' = 0.004 / 1.2 = 0.00333 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$Q_G = 200 \text{ l/min.}$$



Anexo 1. Marco conceptual.

Para analizar este fenómeno de naturaleza físico - química, estableceremos las siguientes condiciones como puede verse en el diagrama de definiciones

Diámetro de la burbuja de gas	D	en	cm
Velocidad de ascenso de la burbuja	V	en	cm/seg
Viscosidad del gas	μ'	en	poises
Peso específico del gas	γ''	en	g/cm ³
Viscosidad del líquido	μ	en	poises
Peso específico del líquido	γ	en	g/cm ³
Densidad de masa del gas	$\rho' = \frac{\gamma'}{g}$	en	g
Densidad de masa del líquido	$\rho = \frac{\gamma}{g}$	en	g
Fuerza de flotación	$\gamma = \frac{\pi D^3}{6}$	en	g/cm ³
Fuerza debida al peso de la burbuja	$\gamma' = \frac{\pi D^3}{6}$	en	g/cm ³
Fuerza de arrastre o de fricción	$3\pi\mu V D$	en	g cm/seg ²

ANEXO 2. Balance de masa.

El peso de sólidos suspendidos que entra al sistema por unidad de tiempo, puede establecerse como.

$$w_1 \left[\frac{\text{grsólidos}}{\text{seg}} \right] = C_1 \left[\frac{\text{grsólidos}}{\text{grlíquidos}} \right] \times \gamma \left[\frac{\text{grlíquido}}{\text{cm}^3} \right] \times Q_1 \left[\frac{\text{cm}^3}{\text{seg}} \right] \quad \text{Ec. 8}$$



Por otra parte, de la ec. (4), se tiene:

$$X = \frac{P}{K_H} \quad \text{Ec. 9}$$

Donde X, es el número de moles de aire por mole de agua o, en otra forma, es la relación entre el peso del aire con respecto al peso del agua:

$$X = \frac{29P}{18K_H} \quad \text{Ec. 10}$$

Para cualquier otro sistema gas-líquido, se emplea la ecuación general

$$X = \frac{Pm_g}{K_H m_l} \quad \text{Ec. 11}$$

Donde m_g y m_l son los pesos moleculares del gas y del líquido, respectivamente.

De acuerdo con esto, la cantidad de gas que se inyecta es :

$$W_{ig} = \left[\frac{\text{grgas}}{\text{seg}} \right] = \frac{p_1 m_g}{k_H m_l} \left[\frac{\text{grgas}}{\text{grliquido}} \right] * \gamma \left[\frac{\text{grliquido}}{\text{cm}^3} \right] Q_R \left[\frac{\text{cm}^3}{\text{seg}} \right] \quad \text{Ec. 12}$$

Donde:

Q_R Es el gasto de recirculación, y

p_1 Es la presión de descarga de la bomba, en atm.

Como hay un represionamiento en el sistema debido a la presión atmosférica y a la carga hidrostática del tanque de flotación, no todo el gas disuelto está disponible para liberarse. Por lo tanto, se reemplaza p_1 por $(p_1 - p_2)$ en la ec. (9), obteniéndose:

$$W_{ig} = \frac{p_1 - p_2}{K_H} \frac{M_g}{m_l} \gamma Q_R \quad \text{Ec. 13}$$



Donde p_2 es la presión aguas abajo de la válvula aliviadora, en atm

$$r = \frac{W_2}{W_1} = \frac{(P_1 - P_2) m_c Q_r}{K_H C_1 \cdot m_L W_1} \quad \text{Ec. 14}$$

Balance de masa :

Si se considera que $W_1 = W_2 + W_S$ Ec. 15

Se tendría entonces:

$$C_1 \gamma_1 Q_1 = C_2 \gamma_2 Q_2 + C_S \gamma_S Q_S \quad \text{Ec. 16}$$

Pero ya que durante el tratamiento: $Q_2 \approx Q_1$ y además $\gamma_S \approx \gamma_1 \approx \gamma_2$ se obtiene:

$$Q_S = Q_1 (C_1 - C_2) / C_S \quad \text{Ec. 17}$$

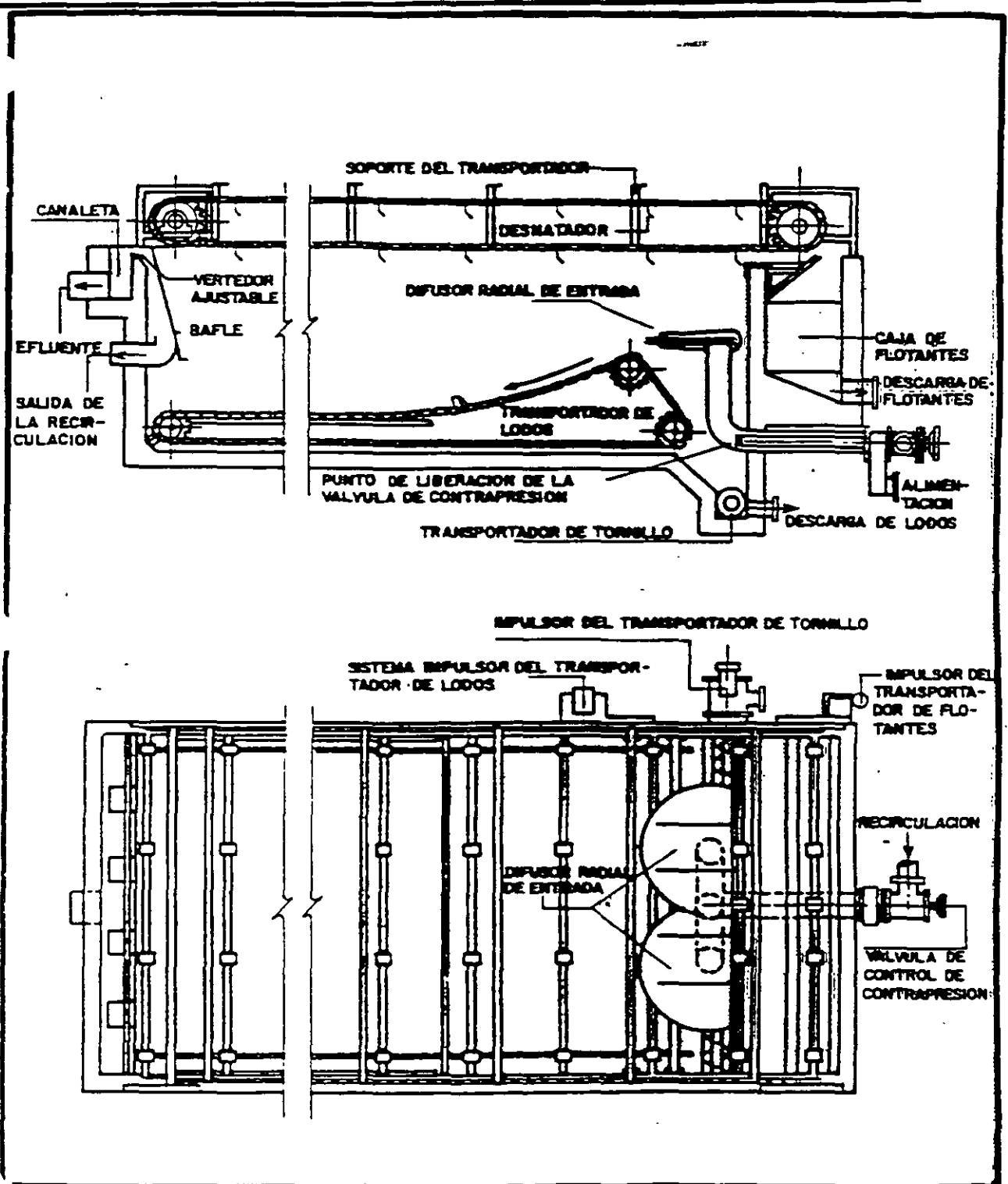
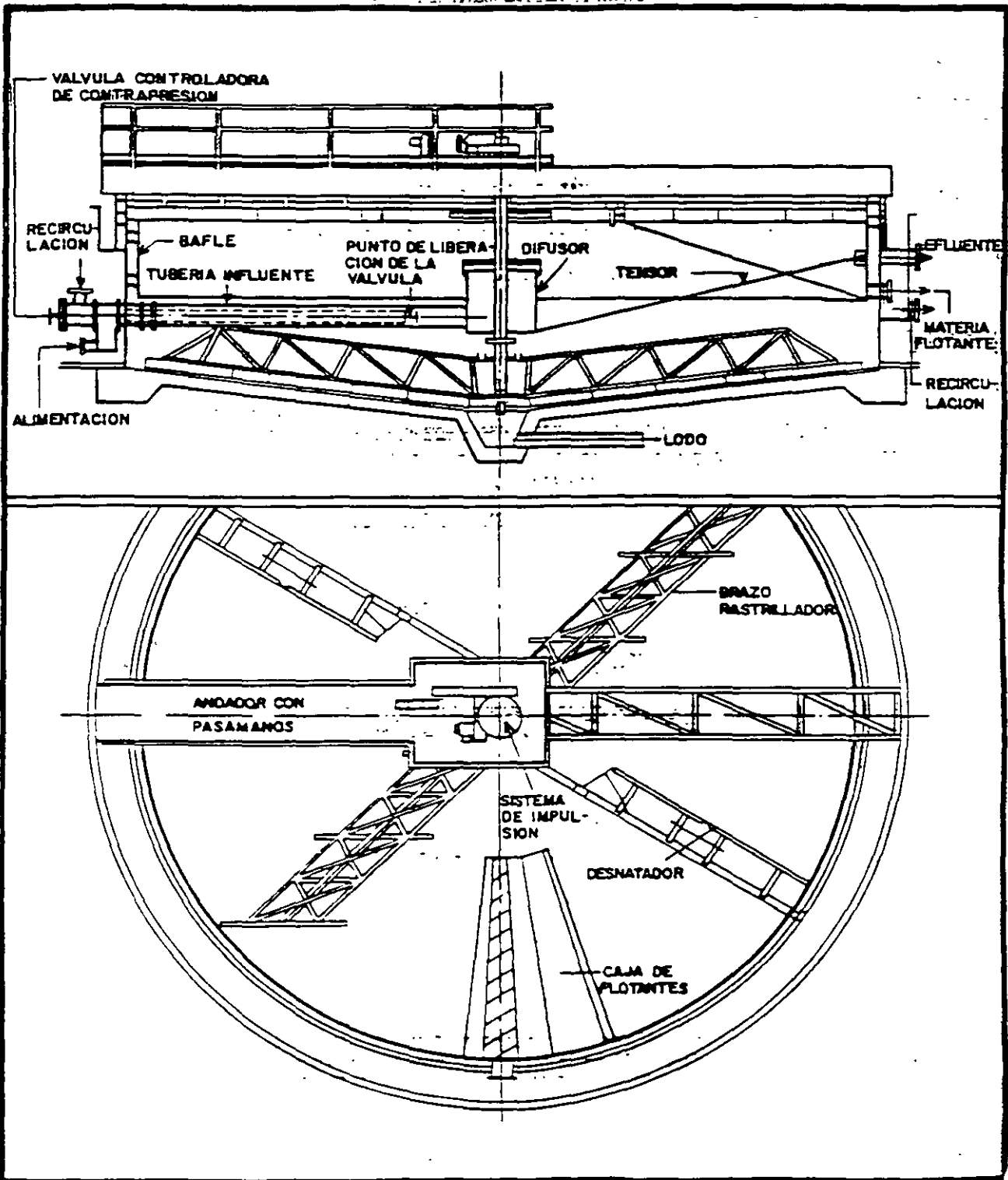


Fig 1. TANQUE DE FLOTACION - SECCION RECTANGULAR
ESTRUCTURA DE CONCRETO REFORZADO



**FIG. 2. TANQUE DE FLOTACION-SECCION CIRCULAR
SISTEMA SOPORTADO POR EL PUENTE**

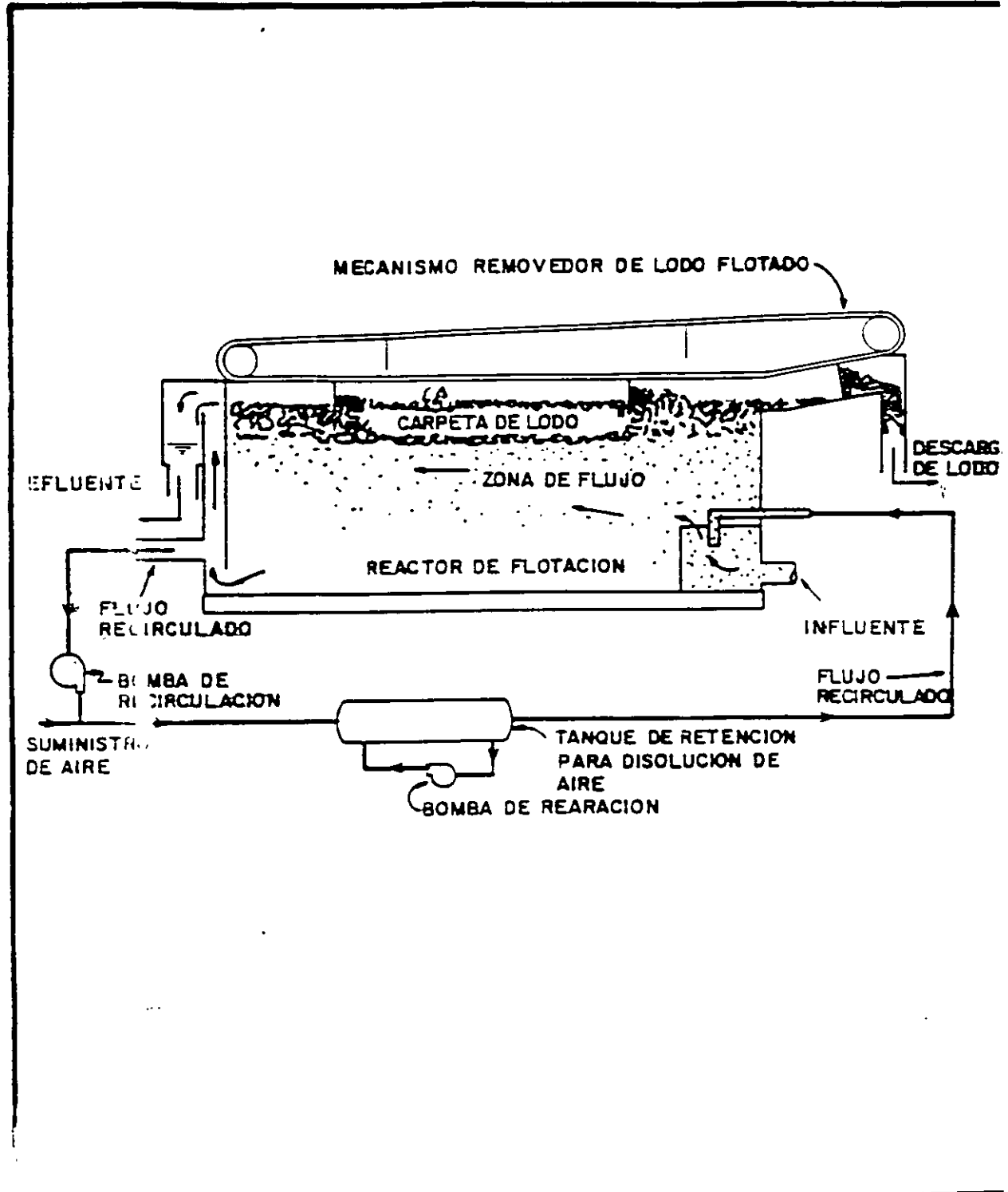
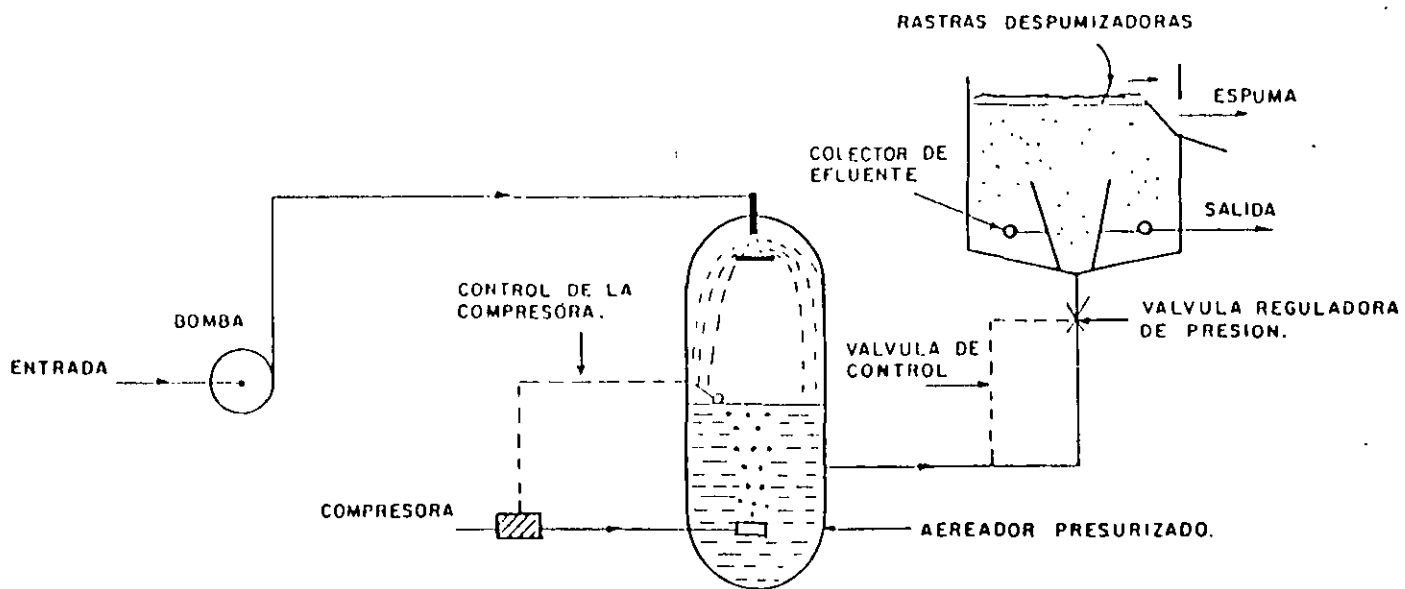


Fig. 5 SISTEMA DE FLOTACION CON AIRE DISUELT

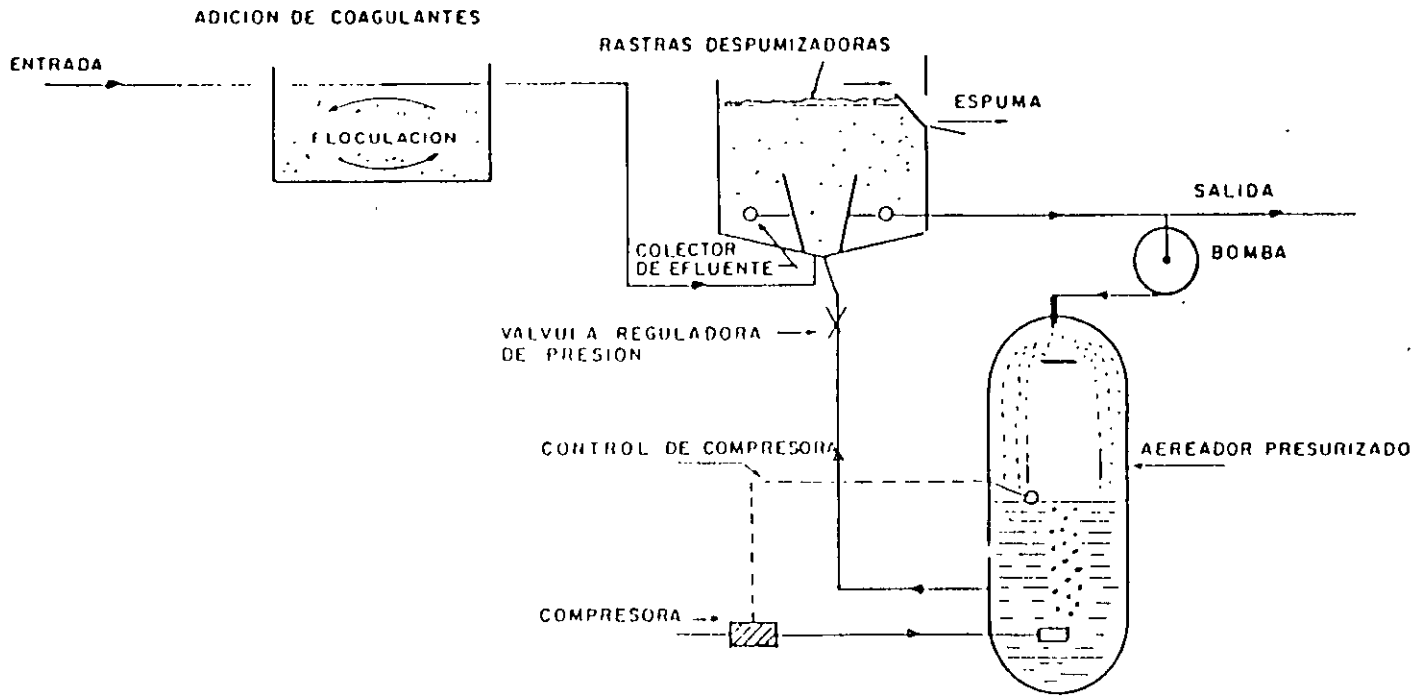


SISTEMA DE FLOTACION DE FLUJO TOTAL





SISTEMA DE FLOTACION CON RECIRCULACION





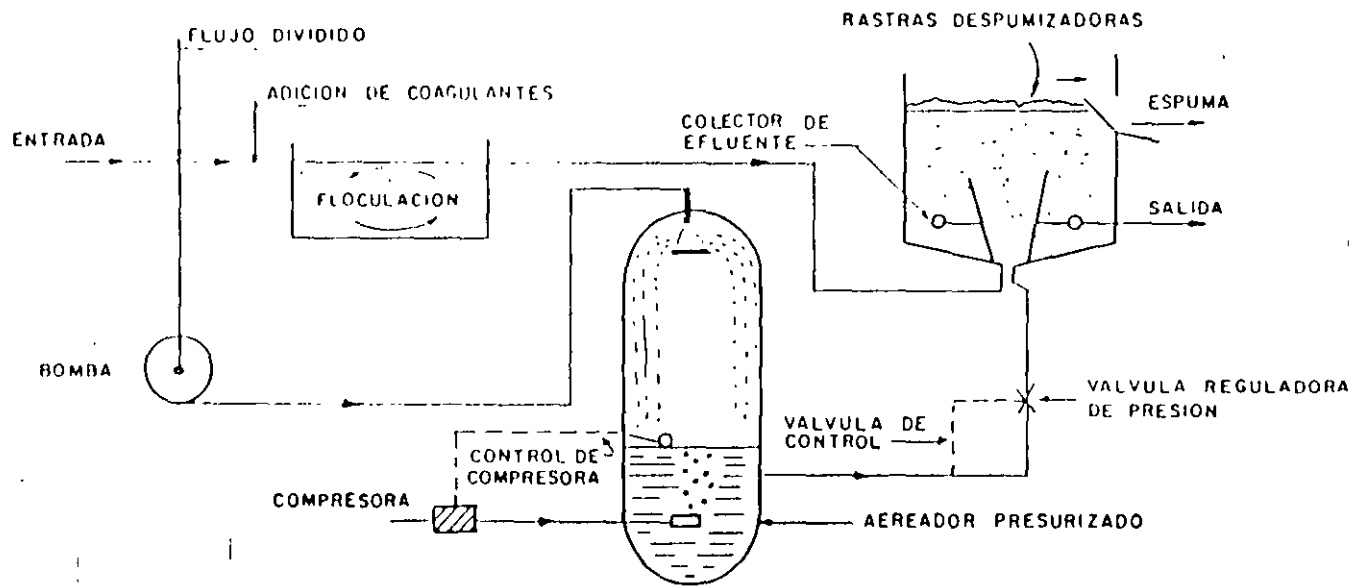
PEMEX

EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO



SISTEMA DE FLOTACION DE FLUJO DIVIDIDO



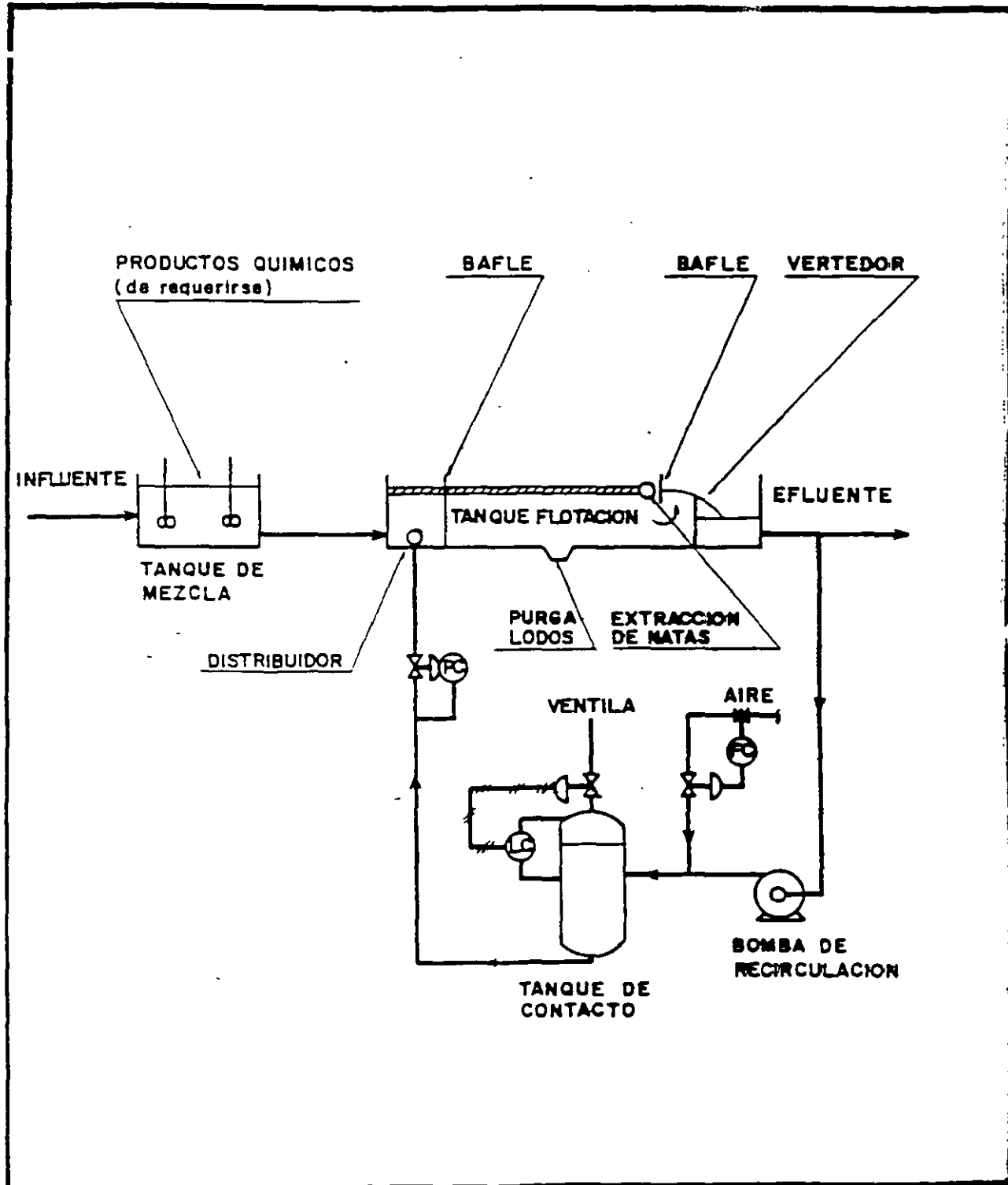
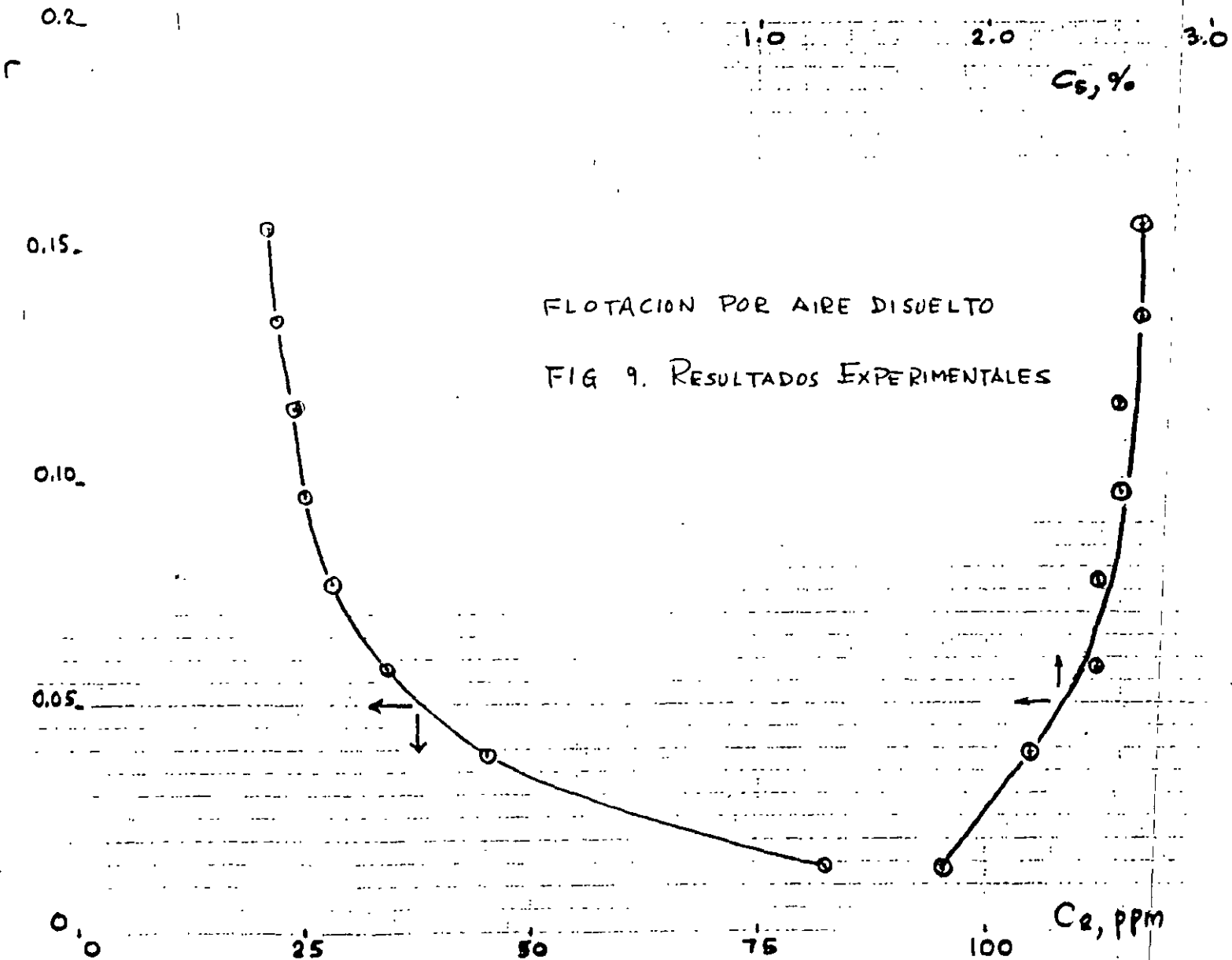


FIG. 4. SISTEMA DE FLOTACION POR PRESURIZACION DEL EFLUENTE
METODO DE OPERACION



FLOTACION POR AIRE DISUELTO

FIG 9. RESULTADOS EXPERIMENTALES





EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO



TABLA 1
CARGAS SUPERFICIALES PARA VARIOS TIPOS DE DESECHOS

DESECHO	CARGA SUPERFICIAL m^3/m^2-d
Lodos activados de aguas negras	
$r = 0.015$	70
$r = 0.06$	180
Empacadora de alimentos	76
Refinería de petróleo	175
Talleres líneas férreas	205
Lodos activados de Pulpa y Papel	
$r = 0.15$	293
$r = 0.25$	363

12

TABLA 2
COMPORTAMIENTO DEL PROCESO DE FLOTACION CON AIRE PRESURIZADO

DESECHO	SOLIDOS SUSPENDIDOS		DBOs	
	Influyente (mg/l)	Remoción (%)	Influyente (mg/l)	Remoción (%)
Refinería de petróleo	440	95	-	-
Empacadora de carne	1400	86	1225	67
Manufactura de papel	1180	98	210	63
Procesamiento de aceite vegetal	890	95	3048	92
Enlatado de frutas y verduras	1350	80	790	60
Manufactura de jabón	392	92	309	92
Efluente tratamiento primario	252	69	325	49
Manufactura de pegamentos	542	94	1822	92

13

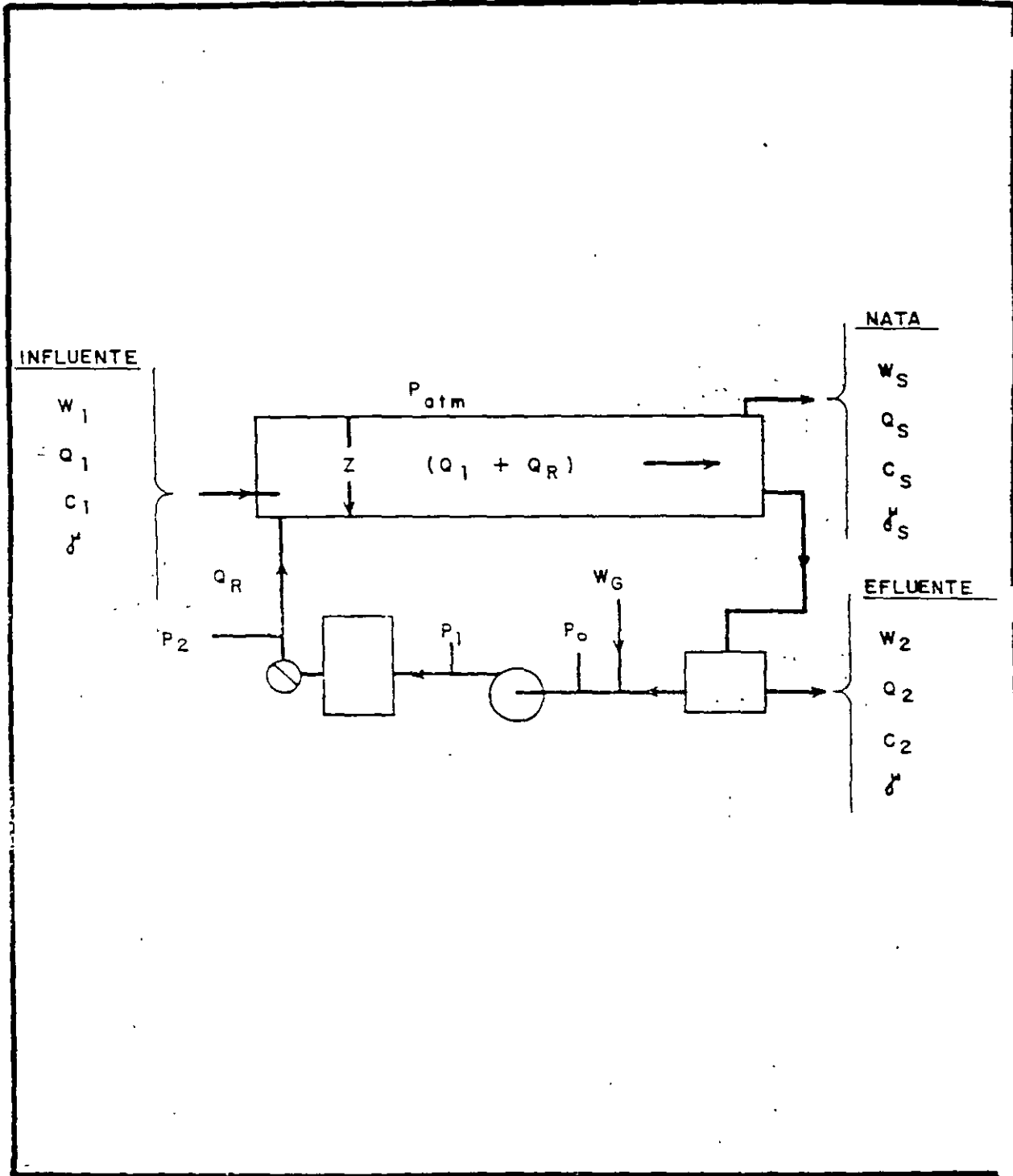


FIG 6 DIAGRAMA PARA EL ANÁLISIS DEL SISTEMA DE FLOTACION POR PRESURIZACIÓN DEL EFLUENTE



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN
ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO



APPENDIX I

TABLE OF OIL-DENSITY VARIATION WITH TEMPERATURE (15.0 TO 35.0 DEG API)

Deg F	15 Deg API	16 Deg API	17 Deg API	18 Deg API	19 Deg API	20 Deg API	21 Deg API	22 Deg API	23 Deg API	24 Deg API
40	0.9730	0.9664	0.9600	0.9536	0.9473	0.9411	0.9350	0.9289	0.9230	0.9171
41	0.9726	0.9660	0.9596	0.9533	0.9470	0.9408	0.9347	0.9286	0.9227	0.9168
42	0.9723	0.9657	0.9593	0.9530	0.9466	0.9404	0.9343	0.9282	0.9223	0.9164
43	0.9719	0.9653	0.9589	0.9525	0.9462	0.9400	0.9339	0.9278	0.9219	0.9160
44	0.9716	0.9650	0.9586	0.9522	0.9459	0.9397	0.9336	0.9275	0.9216	0.9157
45	0.9712	0.9646	0.9582	0.9518	0.9455	0.9393	0.9332	0.9271	0.9212	0.9153
46	0.9709	0.9643	0.9579	0.9515	0.9452	0.9390	0.9329	0.9268	0.9209	0.9150
47	0.9705	0.9639	0.9575	0.9511	0.9448	0.9386	0.9325	0.9264	0.9205	0.9146
48	0.9702	0.9636	0.9572	0.9508	0.9445	0.9383	0.9322	0.9261	0.9202	0.9143
49	0.9698	0.9632	0.9568	0.9504	0.9441	0.9379	0.9318	0.9257	0.9198	0.9139
50	0.9694	0.9628	0.9564	0.9500	0.9437	0.9375	0.9315	0.9254	0.9195	0.9136
51	0.9691	0.9625	0.9561	0.9497	0.9434	0.9372	0.9311	0.9250	0.9191	0.9132
52	0.9687	0.9621	0.9557	0.9493	0.9430	0.9368	0.9307	0.9246	0.9187	0.9128
53	0.9684	0.9618	0.9554	0.9490	0.9427	0.9365	0.9304	0.9243	0.9184	0.9125
54	0.9680	0.9614	0.9550	0.9486	0.9423	0.9361	0.9300	0.9239	0.9180	0.9121
55	0.9677	0.9611	0.9547	0.9483	0.9420	0.9358	0.9297	0.9236	0.9177	0.9118
56	0.9673	0.9607	0.9543	0.9479	0.9416	0.9354	0.9293	0.9232	0.9173	0.9114
57	0.9669	0.9603	0.9539	0.9475	0.9412	0.9350	0.9289	0.9228	0.9169	0.9110
58	0.9666	0.9600	0.9536	0.9472	0.9409	0.9347	0.9286	0.9225	0.9166	0.9107
59	0.9662	0.9596	0.9532	0.9468	0.9405	0.9343	0.9282	0.9221	0.9162	0.9103
60	0.9659	0.9593	0.9529	0.9465	0.9402	0.9340	0.9279	0.9218	0.9159	0.9100
61	0.9655	0.9589	0.9525	0.9461	0.9398	0.9336	0.9275	0.9214	0.9155	0.9096
62	0.9652	0.9586	0.9522	0.9458	0.9395	0.9333	0.9272	0.9211	0.9152	0.9093
63	0.9649	0.9583	0.9519	0.9455	0.9392	0.9330	0.9269	0.9208	0.9149	0.9090
64	0.9645	0.9579	0.9515	0.9451	0.9388	0.9326	0.9265	0.9204	0.9145	0.9086
65	0.9641	0.9575	0.9511	0.9447	0.9384	0.9322	0.9261	0.9200	0.9141	0.9082
66	0.9638	0.9572	0.9508	0.9444	0.9381	0.9319	0.9258	0.9197	0.9138	0.9079
67	0.9634	0.9568	0.9504	0.9440	0.9377	0.9315	0.9254	0.9193	0.9134	0.9075
68	0.9631	0.9565	0.9501	0.9437	0.9374	0.9312	0.9251	0.9190	0.9131	0.9072
69	0.9628	0.9562	0.9498	0.9433	0.9370	0.9308	0.9247	0.9186	0.9127	0.9068
70	0.9624	0.9558	0.9494	0.9430	0.9367	0.9305	0.9244	0.9183	0.9124	0.9065
71	0.9621	0.9555	0.9491	0.9426	0.9363	0.9301	0.9240	0.9179	0.9120	0.9061
72	0.9617	0.9551	0.9487	0.9423	0.9360	0.9298	0.9237	0.9176	0.9116	0.9057
73	0.9614	0.9548	0.9484	0.9419	0.9356	0.9294	0.9233	0.9172	0.9112	0.9053
74	0.9610	0.9544	0.9480	0.9415	0.9352	0.9290	0.9229	0.9168	0.9109	0.9050
75	0.9606	0.9540	0.9476	0.9412	0.9349	0.9287	0.9226	0.9165	0.9105	0.9046
76	0.9603	0.9537	0.9473	0.9409	0.9345	0.9283	0.9222	0.9161	0.9102	0.9043
77	0.9599	0.9533	0.9469	0.9405	0.9342	0.9280	0.9219	0.9158	0.9099	0.9040
78	0.9596	0.9530	0.9466	0.9402	0.9338	0.9276	0.9215	0.9154	0.9095	0.9036
79	0.9593	0.9527	0.9463	0.9399	0.9335	0.9273	0.9211	0.9150	0.9091	0.9032
80	0.9589	0.9523	0.9459	0.9395	0.9332	0.9270	0.9208	0.9147	0.9088	0.9029
81	0.9585	0.9519	0.9455	0.9391	0.9328	0.9266	0.9204	0.9143	0.9084	0.9025
82	0.9582	0.9516	0.9452	0.9388	0.9324	0.9262	0.9200	0.9139	0.9080	0.9021
83	0.9578	0.9512	0.9448	0.9384	0.9321	0.9259	0.9197	0.9136	0.9077	0.9018
84	0.9575	0.9509	0.9444	0.9380	0.9317	0.9255	0.9194	0.9133	0.9074	0.9015
85	0.9572	0.9506	0.9441	0.9377	0.9313	0.9251	0.9190	0.9129	0.9070	0.9011
86	0.9568	0.9502	0.9438	0.9374	0.9310	0.9248	0.9187	0.9126	0.9067	0.9008
87	0.9565	0.9499	0.9434	0.9370	0.9306	0.9244	0.9183	0.9122	0.9063	0.9004
88	0.9561	0.9495	0.9430	0.9366	0.9303	0.9241	0.9180	0.9119	0.9060	0.9001
89	0.9558	0.9491	0.9427	0.9363	0.9299	0.9237	0.9176	0.9115	0.9056	0.8997
90	0.9555	0.9488	0.9424	0.9360	0.9296	0.9234	0.9173	0.9112	0.9053	0.8994
91	0.9551	0.9484	0.9420	0.9356	0.9292	0.9230	0.9169	0.9108	0.9049	0.8990
92	0.9547	0.9481	0.9416	0.9352	0.9288	0.9226	0.9165	0.9104	0.9045	0.8986
93	0.9544	0.9478	0.9413	0.9349	0.9285	0.9223	0.9162	0.9101	0.9042	0.8983
94	0.9541	0.9475	0.9410	0.9346	0.9282	0.9220	0.9159	0.9098	0.9039	0.8980
95	0.9537	0.9471	0.9406	0.9342	0.9278	0.9217	0.9156	0.9095	0.9036	0.8977
96	0.9534	0.9468	0.9403	0.9339	0.9275	0.9213	0.9152	0.9091	0.9032	0.8973
97	0.9530	0.9464	0.9400	0.9336	0.9272	0.9210	0.9149	0.9088	0.9029	0.8970
98	0.9526	0.9460	0.9396	0.9332	0.9268	0.9206	0.9145	0.9084	0.9025	0.8966
99	0.9523	0.9457	0.9393	0.9329	0.9265	0.9203	0.9142	0.9081	0.9022	0.8963
100	0.9520	0.9454	0.9390	0.9326	0.9262	0.9200	0.9138	0.9077	0.9018	0.8959
101	0.9516	0.9450	0.9386	0.9321	0.9257	0.9195	0.9135	0.9074	0.9015	0.8956
102	0.9513	0.9447	0.9383	0.9318	0.9254	0.9193	0.9132	0.9071	0.9012	0.8953
103	0.9510	0.9443	0.9379	0.9315	0.9252	0.9190	0.9128	0.9067	0.9008	0.8949
104	0.9506	0.9439	0.9375	0.9311	0.9248	0.9186	0.9124	0.9063	0.9004	0.8945
105	0.9502	0.9436	0.9372	0.9308	0.9245	0.9183	0.9121	0.9060	0.9000	0.8941
106	0.9500	0.9433	0.9369	0.9305	0.9242	0.9180	0.9118	0.9057	0.8997	0.8938
107	0.9496	0.9430	0.9366	0.9302	0.9239	0.9177	0.9115	0.9054	0.8994	0.8935
108	0.9493	0.9426	0.9362	0.9298	0.9235	0.9173	0.9111	0.9050	0.8990	0.8931
109	0.9489	0.9423	0.9359	0.9295	0.9231	0.9169	0.9107	0.9046	0.8986	0.8927
110	0.9486	0.9419	0.9355	0.9291	0.9228	0.9166	0.9104	0.9043	0.8983	0.8924
111	0.9483	0.9416	0.9352	0.9288	0.9225	0.9163	0.9101	0.9040	0.8980	0.8921
112	0.9479	0.9412	0.9348	0.9284	0.9221	0.9159	0.9097	0.9035	0.8976	0.8917
113	0.9475	0.9409	0.9344	0.9280	0.9217	0.9155	0.9093	0.9032	0.8973	0.8914
114	0.9472	0.9406	0.9341	0.9277	0.9214	0.9152	0.9090	0.9029	0.8969	0.8910
115	0.9469	0.9403	0.9338	0.9274	0.9211	0.9148	0.9087	0.9025	0.8966	0.8907
116	0.9465	0.9399	0.9335	0.9271	0.9208	0.9145	0.9084	0.9022	0.8963	0.8904
117	0.9462	0.9396	0.9332	0.9268	0.9205	0.9142	0.9081	0.9019	0.8960	0.8901
118	0.9459	0.9393	0.9329	0.9265	0.9201	0.9138	0.9077	0.9016	0.8956	0.8897
119	0.9455	0.9389	0.9325	0.9261	0.9198	0.9135	0.9074	0.9012	0.8953	0.8894
120	0.9452	0.9386	0.9321	0.9257	0.9194	0.9131	0.9070	0.9008	0.8949	0.8890



MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO

EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN

UNIDAD DE PERFORACIÓN

Y MANTTO. DE POZOS

TABLE OF OIL DENSITY VARIATION WITH TEMPERATURE (15.0 TO 35.0 DEG API)—Continued

25 Deg API	26 Deg API	27 Deg API	28 Deg API	29 Deg API	30 Deg API	31 Deg API	32 Deg API	33 Deg API	34 Deg API	35 Deg API	Deg F
0.9113	0.9055	0.8998	0.8943	0.8888	0.8834	0.8780	0.8726	0.8674	0.8623	0.8571	40
0.9110	0.9052	0.8995	0.8939	0.8884	0.8831	0.8777	0.8723	0.8671	0.8620	0.8568	41
0.9106	0.9048	0.8991	0.8936	0.8881	0.8827	0.8773	0.8719	0.8667	0.8616	0.8564	42
0.9102	0.9044	0.8987	0.8932	0.8877	0.8823	0.8769	0.8715	0.8663	0.8612	0.8560	43
0.9099	0.9041	0.8984	0.8928	0.8873	0.8819	0.8765	0.8712	0.8660	0.8609	0.8557	44
0.9095	0.9037	0.8980	0.8924	0.8869	0.8815	0.8761	0.8708	0.8656	0.8605	0.8553	45
0.9092	0.9034	0.8977	0.8921	0.8866	0.8812	0.8758	0.8704	0.8652	0.8601	0.8549	46
0.9088	0.9030	0.8973	0.8917	0.8862	0.8808	0.8754	0.8701	0.8649	0.8598	0.8546	47
0.9085	0.9027	0.8970	0.8914	0.8859	0.8805	0.8751	0.8697	0.8645	0.8594	0.8543	48
0.9081	0.9023	0.8966	0.8910	0.8855	0.8801	0.8747	0.8694	0.8643	0.8591	0.8539	49
0.9078	0.9020	0.8963	0.8907	0.8852	0.8798	0.8744	0.8690	0.8639	0.8587	0.8535	50
0.9074	0.9016	0.8959	0.8903	0.8848	0.8794	0.8741	0.8687	0.8636	0.8584	0.8532	51
0.9070	0.9012	0.8955	0.8899	0.8844	0.8790	0.8737	0.8683	0.8632	0.8580	0.8528	52
0.9067	0.9009	0.8952	0.8896	0.8841	0.8787	0.8733	0.8679	0.8628	0.8576	0.8524	53
0.9063	0.9005	0.8948	0.8892	0.8837	0.8783	0.8729	0.8675	0.8624	0.8572	0.8520	54
0.9060	0.9002	0.8945	0.8889	0.8834	0.8780	0.8726	0.8672	0.8621	0.8569	0.8517	55
0.9056	0.8998	0.8941	0.8885	0.8830	0.8776	0.8722	0.8668	0.8617	0.8565	0.8513	56
0.9052	0.8994	0.8937	0.8881	0.8826	0.8772	0.8718	0.8664	0.8613	0.8561	0.8509	57
0.9049	0.8991	0.8934	0.8878	0.8823	0.8769	0.8715	0.8661	0.8609	0.8557	0.8505	58
0.9045	0.8987	0.8930	0.8874	0.8819	0.8765	0.8711	0.8657	0.8606	0.8554	0.8502	59
0.9042	0.8984	0.8927	0.8871	0.8816	0.8762	0.8708	0.8654	0.8602	0.8550	0.8498	60
0.9038	0.8980	0.8923	0.8867	0.8812	0.8758	0.8704	0.8650	0.8598	0.8546	0.8494	61
0.9035	0.8977	0.8920	0.8864	0.8809	0.8755	0.8701	0.8647	0.8595	0.8543	0.8491	62
0.9032	0.8974	0.8917	0.8861	0.8806	0.8752	0.8698	0.8644	0.8592	0.8540	0.8488	63
0.9028	0.8970	0.8913	0.8857	0.8802	0.8748	0.8694	0.8640	0.8588	0.8536	0.8484	64
0.9024	0.8966	0.8909	0.8853	0.8798	0.8744	0.8690	0.8636	0.8584	0.8532	0.8480	65
0.9020	0.8962	0.8905	0.8849	0.8794	0.8740	0.8686	0.8632	0.8580	0.8528	0.8476	66
0.9017	0.8959	0.8902	0.8846	0.8791	0.8736	0.8682	0.8629	0.8577	0.8525	0.8473	67
0.9013	0.8955	0.8898	0.8842	0.8787	0.8733	0.8679	0.8624	0.8573	0.8521	0.8469	68
0.9010	0.8952	0.8895	0.8839	0.8784	0.8729	0.8675	0.8621	0.8569	0.8517	0.8465	69
0.9006	0.8948	0.8891	0.8835	0.8780	0.8725	0.8671	0.8617	0.8565	0.8513	0.8461	70
0.9003	0.8945	0.8888	0.8831	0.8776	0.8722	0.8668	0.8614	0.8562	0.8510	0.8458	71
0.8999	0.8941	0.8884	0.8828	0.8773	0.8718	0.8664	0.8610	0.8558	0.8506	0.8454	72
0.8995	0.8937	0.8880	0.8824	0.8769	0.8714	0.8660	0.8606	0.8554	0.8502	0.8450	73
0.8992	0.8934	0.8877	0.8820	0.8765	0.8710	0.8656	0.8602	0.8550	0.8498	0.8446	74
0.8988	0.8930	0.8873	0.8817	0.8762	0.8707	0.8653	0.8599	0.8547	0.8495	0.8443	75
0.8985	0.8927	0.8870	0.8813	0.8758	0.8704	0.8650	0.8596	0.8543	0.8491	0.8439	76
0.8982	0.8923	0.8866	0.8810	0.8755	0.8701	0.8647	0.8592	0.8540	0.8488	0.8435	77
0.8978	0.8919	0.8862	0.8806	0.8751	0.8697	0.8642	0.8588	0.8536	0.8484	0.8432	78
0.8974	0.8916	0.8859	0.8802	0.8747	0.8693	0.8638	0.8584	0.8532	0.8480	0.8428	79
0.8970	0.8912	0.8855	0.8799	0.8743	0.8689	0.8635	0.8581	0.8529	0.8477	0.8424	80
0.8967	0.8909	0.8852	0.8795	0.8740	0.8686	0.8631	0.8577	0.8525	0.8473	0.8420	81
0.8963	0.8905	0.8848	0.8791	0.8736	0.8682	0.8628	0.8574	0.8521	0.8469	0.8416	82
0.8960	0.8901	0.8844	0.8788	0.8733	0.8679	0.8624	0.8570	0.8518	0.8466	0.8413	83
0.8957	0.8898	0.8841	0.8784	0.8729	0.8675	0.8620	0.8566	0.8514	0.8462	0.8409	84
0.8953	0.8894	0.8837	0.8781	0.8726	0.8672	0.8617	0.8563	0.8510	0.8458	0.8405	85
0.8950	0.8891	0.8834	0.8778	0.8722	0.8668	0.8613	0.8559	0.8506	0.8454	0.8401	86
0.8946	0.8887	0.8830	0.8774	0.8719	0.8665	0.8610	0.8556	0.8503	0.8451	0.8398	87
0.8942	0.8884	0.8827	0.8771	0.8715	0.8661	0.8606	0.8552	0.8499	0.8447	0.8395	88
0.8938	0.8880	0.8823	0.8767	0.8712	0.8658	0.8603	0.8549	0.8496	0.8443	0.8391	89
0.8935	0.8877	0.8820	0.8764	0.8708	0.8654	0.8599	0.8544	0.8492	0.8440	0.8388	90
0.8931	0.8873	0.8816	0.8760	0.8704	0.8650	0.8595	0.8540	0.8488	0.8436	0.8384	91
0.8928	0.8870	0.8813	0.8757	0.8701	0.8647	0.8592	0.8537	0.8485	0.8432	0.8380	92
0.8925	0.8867	0.8810	0.8754	0.8698	0.8644	0.8589	0.8534	0.8482	0.8429	0.8377	93
0.8922	0.8864	0.8807	0.8751	0.8695	0.8641	0.8586	0.8531	0.8478	0.8426	0.8374	94
0.8918	0.8860	0.8803	0.8747	0.8691	0.8637	0.8582	0.8527	0.8475	0.8422	0.8370	95
0.8915	0.8857	0.8800	0.8744	0.8688	0.8634	0.8579	0.8524	0.8472	0.8419	0.8367	96
0.8911	0.8853	0.8796	0.8740	0.8684	0.8629	0.8574	0.8519	0.8466	0.8413	0.8361	97
0.8907	0.8849	0.8792	0.8736	0.8680	0.8625	0.8571	0.8517	0.8465	0.8412	0.8360	98
0.8904	0.8846	0.8789	0.8733	0.8677	0.8622	0.8568	0.8514	0.8462	0.8409	0.8357	99
0.8900	0.8842	0.8785	0.8729	0.8673	0.8619	0.8565	0.8511	0.8458	0.8405	0.8353	100
0.8897	0.8839	0.8782	0.8726	0.8670	0.8615	0.8561	0.8506	0.8454	0.8401	0.8349	101
0.8893	0.8835	0.8778	0.8722	0.8666	0.8611	0.8557	0.8502	0.8450	0.8397	0.8344	102
0.8890	0.8832	0.8775	0.8719	0.8663	0.8608	0.8553	0.8498	0.8446	0.8393	0.8340	103
0.8886	0.8828	0.8771	0.8714	0.8658	0.8604	0.8550	0.8495	0.8442	0.8389	0.8336	104
0.8882	0.8824	0.8767	0.8710	0.8654	0.8600	0.8546	0.8491	0.8438	0.8386	0.8333	105
0.8879	0.8821	0.8764	0.8707	0.8651	0.8597	0.8542	0.8488	0.8435	0.8383	0.8330	106
0.8875	0.8817	0.8760	0.8703	0.8647	0.8593	0.8538	0.8484	0.8431	0.8379	0.8326	107
0.8872	0.8814	0.8757	0.8700	0.8644	0.8590	0.8535	0.8481	0.8428	0.8376	0.8322	108
0.8868	0.8810	0.8753	0.8696	0.8640	0.8586	0.8531	0.8477	0.8424	0.8371	0.8318	109
0.8865	0.8807	0.8750	0.8693	0.8637	0.8583	0.8528	0.8474	0.8421	0.8368	0.8315	110
0.8862	0.8804	0.8747	0.8690	0.8633	0.8579	0.8524	0.8470	0.8417	0.8364	0.8311	111
0.8858	0.8800	0.8743	0.8686	0.8630	0.8576	0.8521	0.8466	0.8413	0.8360	0.8307	112
0.8855	0.8797	0.8740	0.8682	0.8626	0.8572	0.8517	0.8462	0.8409	0.8356	0.8303	113
0.8851	0.8792	0.8735	0.8677	0.8621	0.8567	0.8512	0.8457	0.8404	0.8351	0.8298	114
0.8848	0.8790	0.8732	0.8674	0.8618	0.8564	0.8509	0.8454	0.8401	0.8348	0.8295	115
0.8844	0.8786	0.8729	0.8671	0.8615	0.8561	0.8506	0.8452	0.8399	0.8346	0.8293	116
0.8841	0.8783	0.8725	0.8667	0.8611	0.8557	0.8502	0.8448	0.8395	0.8342	0.8289	117
0.8837	0.8779	0.8722	0.8664	0.8608	0.8554	0.8500	0.8446	0.8393	0.8340	0.8287	118
0.8834	0.8776	0.8718	0.8660	0.8604	0.8550	0.8496	0.8441	0.8388	0.8335	0.8282	119
0.8830	0.8772	0.8714	0.8656	0.8600	0.8546	0.8493	0.8438	0.8385	0.8332	0.8279	120



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



DENSITIES OF PURE SUBSTANCES 3-71

DENSITIES OF PURE SUBSTANCES†

Table 3-28. Density of Pure Water Free from Air, 0° to 41°C.*

Temp., °C.	Tenths of degrees										Mean differences
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	+59
1	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	+41
2	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	+24
3	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	+8
4	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	-8
5	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	-24
6	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	-39
7	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	-53
8	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	-67
9	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	-81
10	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	-95
11	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	-108
12	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	-121
13	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	-133
14	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	-145
15	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	-156
16	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	-168
17	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	-178
18	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	-190
19	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	-200
20	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	-211
21	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	-221
22	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	-232
23	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	-242
24	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	-252
25	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	-261
26	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	-271
27	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	-280
28	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	-289
29	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	-298
30	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	-307
31	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	-315
32	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	-324
33	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	-332
34	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	-340
35	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	-347
36	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	-355
37	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	-362
38	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	-370
39	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	-377
40	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	-384
41	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	999.866	

*According to P. Chappuis, Bureau International des Poids et Mesures, under standard pressure (760 mm Hg) at every tenth part of a degree from 0° to 41°C, in g/ml. Extracted from Table 287, Smithsonian Physical Tables, 9th rev. ed., Washington, D.C., 1954. Colby, Habenschon, and Stocking, J. Chem. Eng. Data, 17, 402 (1972) critically review this and similar tables and present another tabulation to 40°C.

Table 3-29. Density and Volume of Water - 10° to +250°C.*

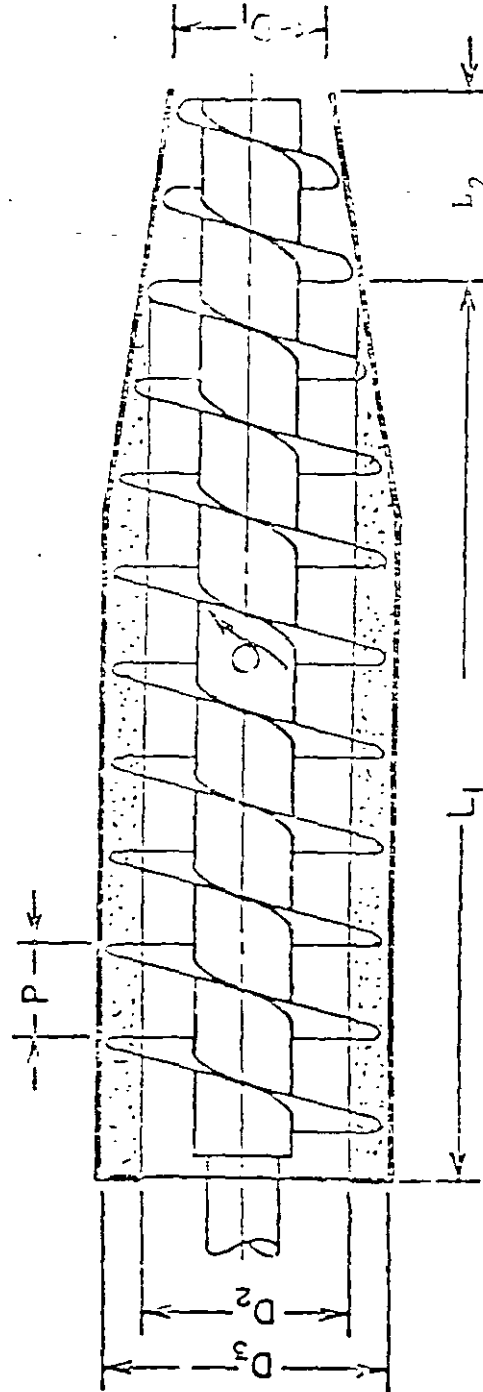
Temp., °C.	Density		Volume		Temp., °C.	Density		Volume	
	g/cm ³	lb/ft ³	cm ³ /g	ft ³ /lb		g/cm ³	lb/ft ³	cm ³ /g	ft ³ /lb
-10	0.9998	62.42	1.0018	16.018	20	0.99823	62.177	1.00177	16.0177
-9	0.9998	62.42	1.0018	16.018	21	0.99822	62.176	1.00178	16.0176
-8	0.9998	62.42	1.0018	16.018	22	0.99821	62.175	1.00179	16.0175
-7	0.9998	62.42	1.0018	16.018	23	0.99820	62.174	1.00180	16.0174
-6	0.9998	62.42	1.0018	16.018	24	0.99819	62.173	1.00181	16.0173
-5	0.9998	62.42	1.0018	16.018	25	0.99818	62.172	1.00182	16.0172
-4	0.9998	62.42	1.0018	16.018	26	0.99817	62.171	1.00183	16.0171
-3	0.9998	62.42	1.0018	16.018	27	0.99816	62.170	1.00184	16.0170
-2	0.9998	62.42	1.0018	16.018	28	0.99815	62.169	1.00185	16.0169
-1	0.9998	62.42	1.0018	16.018	29	0.99814	62.168	1.00186	16.0168
0	0.9998	62.42	1.0018	16.018	30	0.99813	62.167	1.00187	16.0167
1	0.9998	62.42	1.0018	16.018	31	0.99812	62.166	1.00188	16.0166
2	0.9998	62.42	1.0018	16.018	32	0.99811	62.165	1.00189	16.0165
3	0.9998	62.42	1.0018	16.018	33	0.99810	62.164	1.00190	16.0164
4	0.9998	62.42	1.0018	16.018	34	0.99809	62.163	1.00191	16.0163
5	0.9998	62.42	1.0018	16.018	35	0.99808	62.162	1.00192	16.0162
6	0.9998	62.42	1.0018	16.018	36	0.99807	62.161	1.00193	16.0161
7	0.9998	62.42	1.0018	16.018	37	0.99806	62.160	1.00194	16.0160
8	0.9998	62.42	1.0018	16.018	38	0.99805	62.159	1.00195	16.0159
9	0.9998	62.42	1.0018	16.018	39	0.99804	62.158	1.00196	16.0158
10	0.9998	62.42	1.0018	16.018	40	0.99803	62.157	1.00197	16.0157
11	0.9998	62.42	1.0018	16.018	41	0.99802	62.156	1.00198	16.0156
12	0.9998	62.42	1.0018	16.018	42	0.99801	62.155	1.00199	16.0155
13	0.9998	62.42	1.0018	16.018	43	0.99800	62.154	1.00200	16.0154
14	0.9998	62.42	1.0018	16.018	44	0.99799	62.153	1.00201	16.0153
15	0.9998	62.42	1.0018	16.018	45	0.99798	62.152	1.00202	16.0152
16	0.9998	62.42	1.0018	16.018	46	0.99797	62.151	1.00203	16.0151
17	0.9998	62.42	1.0018	16.018	47	0.99796	62.150	1.00204	16.0150
18	0.9998	62.42	1.0018	16.018	48	0.99795	62.149	1.00205	16.0149
19	0.9998	62.42	1.0018	16.018	49	0.99794	62.148	1.00206	16.0148

*The mass of 1 cc. at 4°C. is taken as unity. Extracted from Table 290, Smithsonian Physical Tables, 9th rev. ed., Washington, D.C., 1954.

Gases have been listed in Table 3-31 only for 0°C. and 1 atm pressure. For all other temperatures we tabulated compressibility and volume data together with $\rho = MZ/V$ to obtain density data. For liquid air, argon, carbon monoxide, helium, methane, neon, nitrogen, and oxygen see Johnson (ed.) WADC-TR-56-1060. Extensive data for cryogenic fluids are given in Lewis, Low Temperature Cooling, Part II, McGraw-Hill, 1949. Data on liquid helium and hydrogen are also given by Scott, Cryogenic Engineering, Van Nostrand, Princeton, N.J., 1959. For liquid coolants see Weatherford, Tyler, and Ku, WADC-TR-59-598, 1959.



FIG. 10 CENTRIFUGA ESQUEMATIZADA



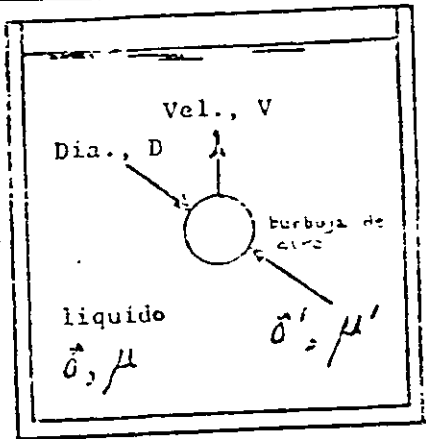


FIG. 6 DIAGRAMA DE DEFINICIONES
PARA LA DERIVACION DE LA
LEY DE STOKES

RELACION, R, AIRE A SOLIDOS
CONTRA LA CONCENTRACION DE
SOLIDOS SUSPENDIDOS EN EL
EFLUENTE, C_2
REFERENCE: ECKENFELDER AND
O' CONNOR.

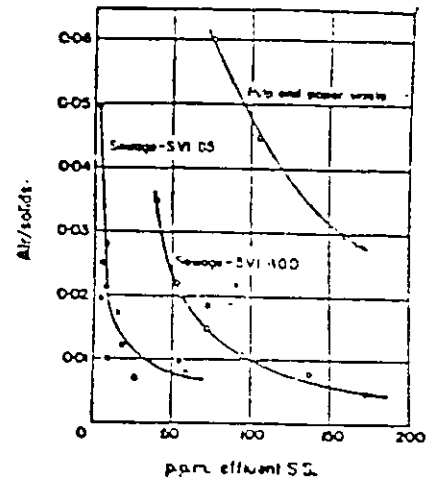


FIG. 7

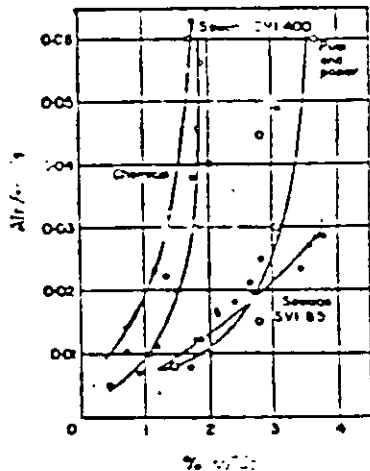


FIG. 8

RELACION AIRE SOLIDOS, R, CONTRA
CONCENTRACION DE SOLIDOS C_s .



Physical Treatment Processes 193

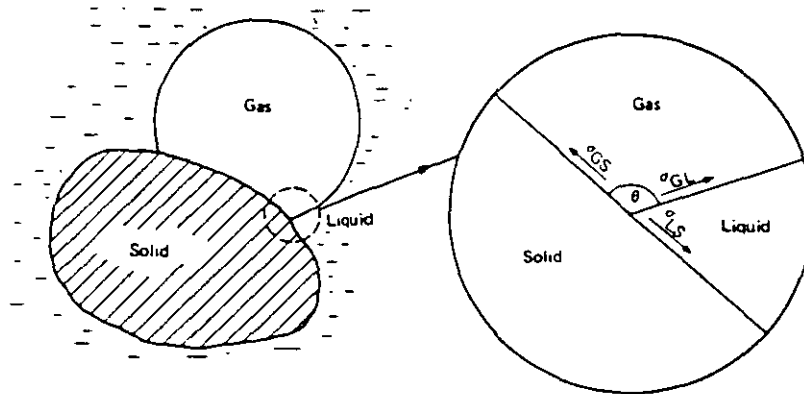


Fig 8.11 Surface tension relationships — definition diagram



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

MANTENIMIENTO A INSTALACIONES III

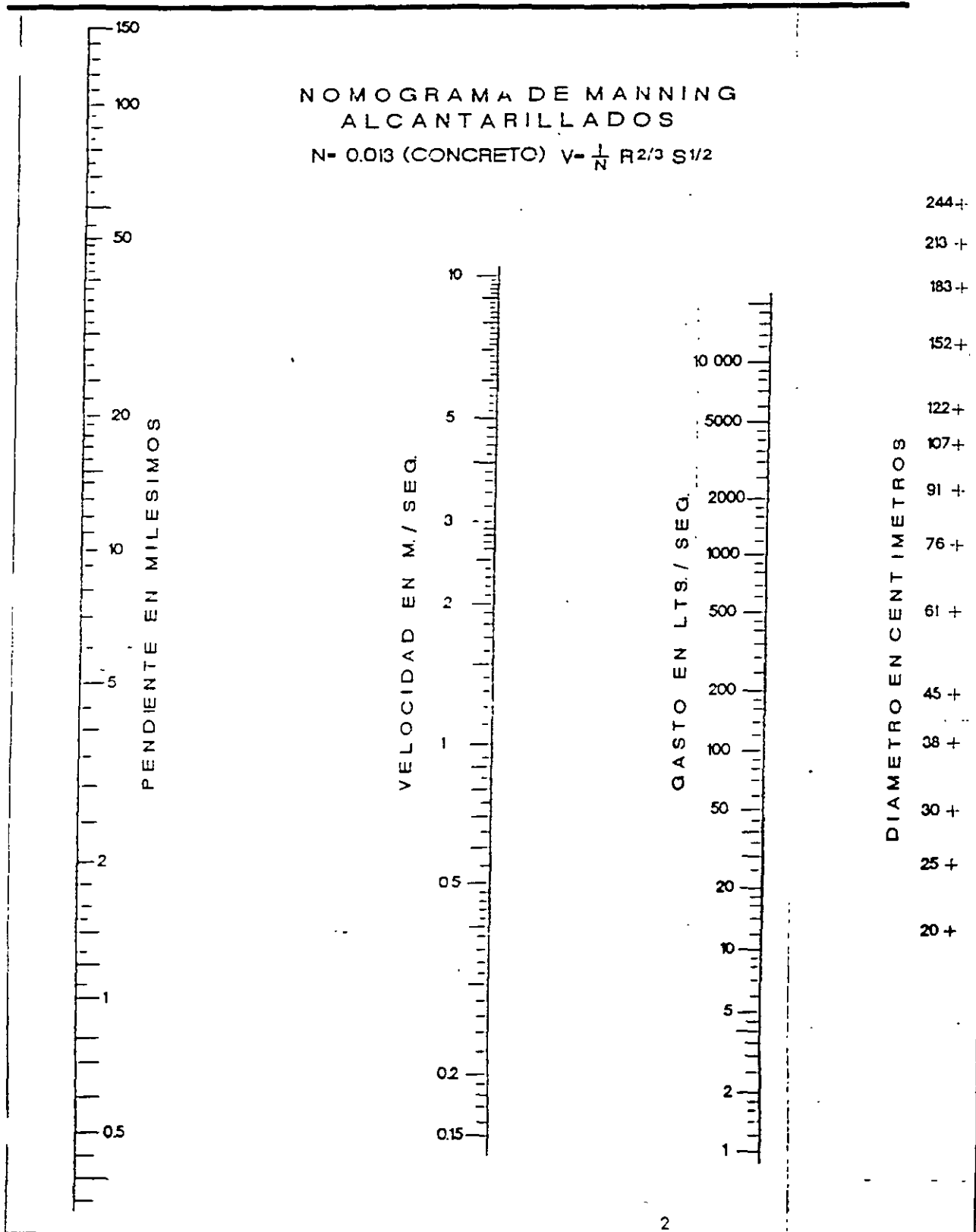
Del 13 al 14 de Septiembre de 2002

ANEXOS



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO





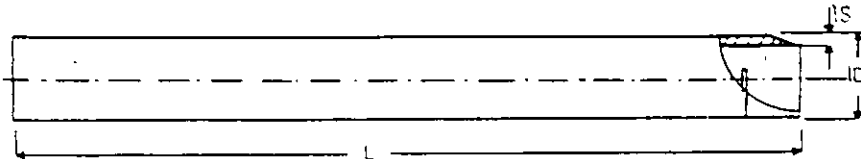
EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

Dimensiones

Tubería SANITARIA-REXOLIT

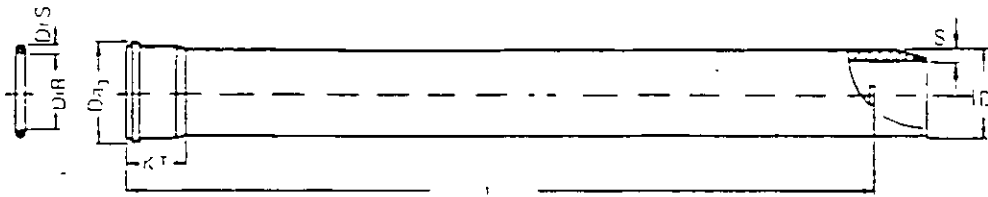


TUBO SANITARIO CON EXTREMOS LISOS



Código	DN	D	S	L
10115-9	40	40.0	1.8	6000
10116-1	50	50.0	1.9	6000
10117-3	75	75.0	1.8	6000
10118-5	100	110.0	2.3	6000
10119-7	150	160.0	3.3	6000

TUBO SANITARIO CON UNA CÁMPANA TIPO ANGER



Código	DN	D	S	DA _j	KT	DiR	DRS	L
10202-4	40	40.0	1.8	53.2	41.0	39.0	6.0	1000
10203-6	40	40.0	1.8	53.2	41.0	39.0	6.0	1500
10204-8	40	40.0	1.8	53.2	41.0	39.0	6.0	2000
10205-0	40	40.0	1.8	53.2	41.0	39.0	6.0	3000
10207-4	50	50.0	1.8	62.7	41.0	49.0	6.0	1000
10208-6	50	50.0	1.8	62.7	41.0	49.0	6.0	1500
10209-8	50	50.0	1.8	62.7	41.0	49.0	6.0	2000
10210-3	50	50.0	1.8	62.7	41.0	49.0	6.0	3000
10212-7	75	75.0	1.8	87.6	55.0	74.0	6.0	1000
10213-9	75	75.0	1.8	87.6	55.0	74.0	6.0	1500
10214-1	75	75.0	1.8	87.6	55.0	74.0	6.0	2000
10215-3	75	75.0	1.8	87.6	55.0	74.0	6.0	3000
10217-7	100	110.0	2.3	125.3	74.0	109.0	7.0	1000
10218-9	100	110.0	2.3	125.3	74.0	109.0	7.0	1500
10219-1	100	110.0	2.3	125.3	74.0	109.0	7.0	2000
10220-6	100	110.0	2.3	125.3	74.0	109.0	7.0	3000
10221-8	150	160.0	3.3	180.8	101.0	159.0	9.0	1500
10222-0	150	160.0	3.3	180.8	101.0	159.0	9.0	3000

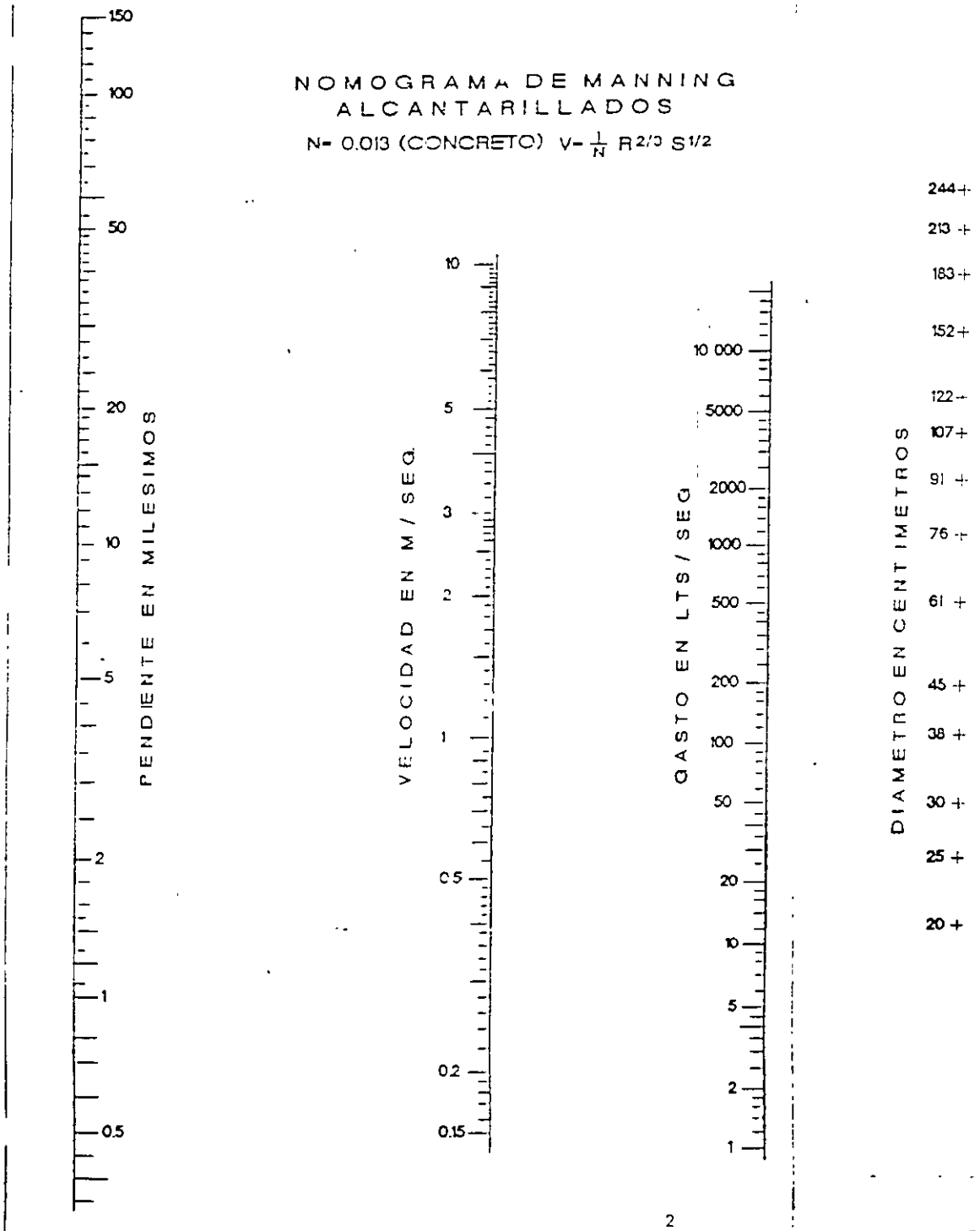
Dimensiones en MM.
DN = Diámetro Nominal
DiN = Diámetro Nominal

Fabricación de acuerdo con la norma oficial NOM-E-12-1978
Contamos con el sello oficial de garantía NOM-47-I



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



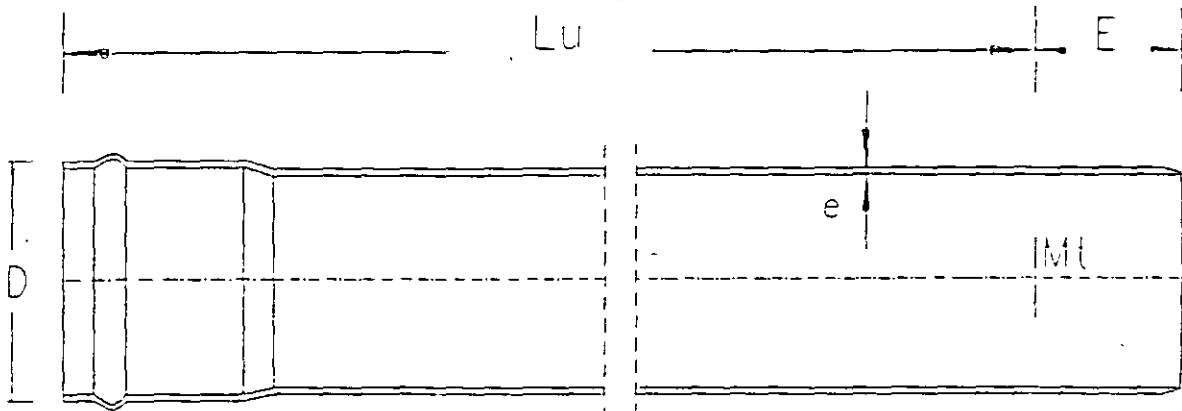


EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO. DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



LÍNEA ALCANTARILLADO SERIE METRICA



DIAMETRO Y ESPESORES PROMEDIO

DIAMETRO NOMINAL mm	SERIE 25			SERIE 20			SERIE 16.5		
	NUMERO DE ARTICULO	ESPESOR mm e	DIAMETRO INTERIOR mm	NUMERO DE ARTICULO	ESPESOR mm e	DIAMETRO INTERIOR mm	NUMERO DE ARTICULO	ESPESOR mm e	DIAMETRO INTERIOR mm
160	3000108	3.2	153.6	3000201	4.0	152.0	3000304	4.7	150.6
200	3000110	3.9	192.2	3000213	4.9	190.2	3000316	5.9	188.2
250	3000122	4.9	240.2	3000225	6.2	237.6	3000320	7.3	235.4
315	3000134	6.2	302.6	3000237	7.7	299.6	3000330	9.2	295.6

NUM DE ARTICULO	DIAM NOMINAL mm	mm	ADAPTADOR CONCRETO-PVC	CODO 90°	NUM DE ARTICULO	DIAM NOMINAL mm
3000011	220 (15 cm)	160			3003124	160

Cydsa **PLASTICOS REX, S.A. DE C.V.**

Instalación y Pruebas

- 3) Deslice la abrazadera para que cubra completamente la junta de neopreno y conecte en forma alternada los tornillos según Ver figura No. 31

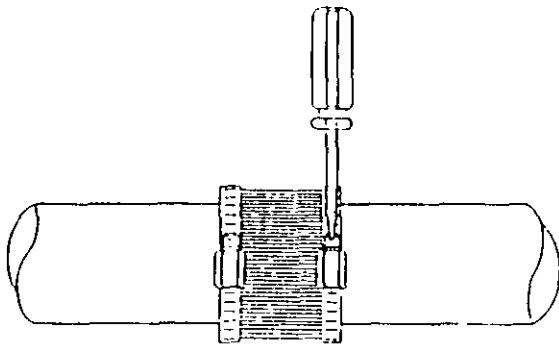


Figura No. 31

Los tres pasos anteriores sustituyen al procedimiento utilizado en la tubería tradicional que consiste en insertar la espiga dentro de la campana, frenarla en el paso claustrado, introducir el centro de la campana, espaciarla homogéneamente, fundir, verificar y retocar el plano.

3.5.1 CARACTERÍSTICAS DEL CABLE

Siendo el cable un elemento nuevo dentro de las instalaciones sanitarias con fierro vaciado, es conveniente analizar las razones utilizadas en la selección de los materiales de sus diversos componentes.

3.5.1.1 JUNTA DE NEOPRENO

La combinación balanceada de sus propiedades sobresalientes hacen del neopreno un producto resistente a la abrasión, aceites, grasas, agentes químicos, altas temperaturas, ozono, etc. Este producto, desarrollado por Du Pont, ha sido utilizado con éxito en plomería durante muchos años.

Instalación y Pruebas

3.5.1.2 ABRAZADERA DE ACERO INOXIDABLE

La abrazadera está compuesta de una carcasa de lámina conugada que protege mecánicamente a la junta, y dos cintos que al apretarse por medio de tornillos sellan la unión para evitar fugas. Esta abrazadera se fabrica de acero inoxidable serie 304, con características de alta resistencia a la corrosión. Esto ha sido demostrado mediante las pruebas bajo tierra, efectuadas por la Oficina de Estándares del Departamento de Comercio de los Estados Unidos.

3.5.2 VENTAJAS PRINCIPALES DE TAR-TISA

3.5.2.1 RAPIDEZ DE INSTALACION

La eliminación de los trabajos tradicionales desarrollados en las uniones tipo campana, se refleja en un ahorro significativo del tiempo empleado en las instalaciones de tubería y conexiones de fierro vaciado, a manera de ejemplo, realizar una unión con TAR-TISA toma aproximadamente un minuto contra aproximadamente 15 minutos en una junta tipo campana.

3.5.2.2 CORRECCIONES DE TENDIDO SIN COSTO EXTRA DE MATERIAL

Es muy común que habiéndose efectuado una instalación se tengan que desarmar algunos tramos para reubicarlos, debido a cambios posteriores en el diseño. El hacerlo con tubería de campana implica desacoplar las uniones fundiendo de nuevo el plomo para extraerlo junto con la estopa, proceso que resulta incómodo ante la posibilidad de roturas en las campanas.

Utilizando TAR-TISA, todo se reduce a desarmar los cables, desensamblar los tramos, efectuar el nuevo tendido y colocar los mismos cables que se hubieren quitado. Todas las piezas se reutilizan, reduciendo al mínimo el tiempo requerido, sin gasto extra de nuevo material de calentado.

3.5.2.3 ELIMINACION DE DESPERDICIOS

En todas las instalaciones al cortar tubos con campana para adecuarlos al tamaño requerido, sobre una gran cantidad de tramos de esaga sin campana, los cuales ya no tienen utilización y por lo tanto, se tienen que desechar como chatarra. TAR-TISA, es totalmente recuperable, todo tramo que se corta puede usarse de nuevo por medio de un cable.

3.5.2.4 FACILIDAD DE INSTALACION

A diferencia de otras tuberías de fierro vaciado, TAR-TISA se puede instalar directamente en el lugar definitivo. Su estructura flexible permite efectuar las uniones aun en los lugares de difícil acceso.





Instalación y Pruebas

La marmita para derretir es una de las posibles causas de dificultades si no se mantiene limpia. Toda escoria, óxido de plomo o costra de suciedad deben eliminarse del interior de la marmita limpiándola con un cepillo de alambre. El óxido de plomo se forma rápidamente cuando el plomo se calienta en exceso por lo tanto se debe tener regulada la flama, de manera que el plomo se derrita, pero no hierva al grado de oxidación.

El plomo deberá fundirse gradualmente, incorporándose a la marmita en pequeñas cantidades conforme se vaya fundiendo. Deberá tenerse especial cuidado en verificar que cada pedazo que se agregue esté completamente seco. Es conveniente colocar el cucharón cerca de la marmita con el objeto de que se seque y caliente. Antes de usar el plomo derretido no la agite porque esto favorece la oxidación excesiva.

Para sacar el cucharón lleno de plomo solamente es necesario desanar con el mismo la escoria que siempre se forma en la superficie y sumergirlo en el plomo limpio. Use el reverso del cucharón para desanar y luego, ladéandolo, sumergirlo lo necesario para que se llene. Mantenga siempre las manos alejadas del recipiente.

3.5. INSTALACION DE TUBERIA DE ACOPLAMIENTO RAPIDO TAR-IISA

TAR-IISA es un nuevo concepto de ingeniería soviética. Su diseño permite unir la tubería y las diversas conexiones mediante un acoplamiento especial por medio del cual se efectúan instalaciones en menor tiempo, más compactas, flexibles, silenciosas y económicas. Ver figura No. 27.

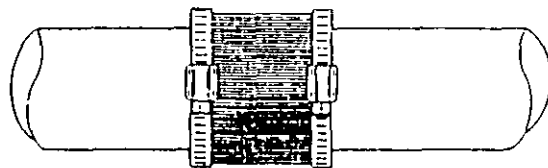


Figura No. 27 INSTALACION DE TUBERIA DE ACOPLAMIENTO RAPIDO TAR-IISA

En esta nueva versión de la tubería y conexiones de fierro vaciado ISA se elimina la campana, terminando en todos sus extremos, incluso en conexiones de varios tamaños en forma de espiga.

Estos extremos de espiga se unen por medio de un cable que consta de dos elementos: una junta de neopreno y una coraza con cinchos fabricada en acero inoxidable, deno la abrazadera. Ver figura No. 28.

Instalación y Pruebas

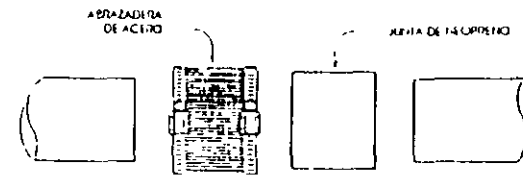


Figura No. 28

La forma como se efectúa la unión de dos tramos de tubería o conexiones es la siguiente:

- 1) Coloque la junta de neopreno en una de las espigas por unir y deslice la coraza de acero inoxidable sobre la otra espiga que desea unir. Ver figura No. 29.

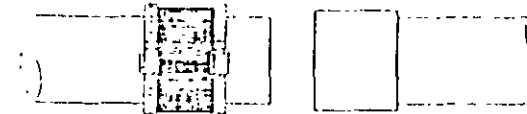


Figura No. 29

- 2) Tire la espiga que tiene la abrazadera dentro de la junta de neopreno colocada en la otra espiga. Ver figura No. 30.

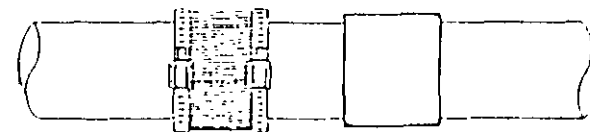


Figura No. 30

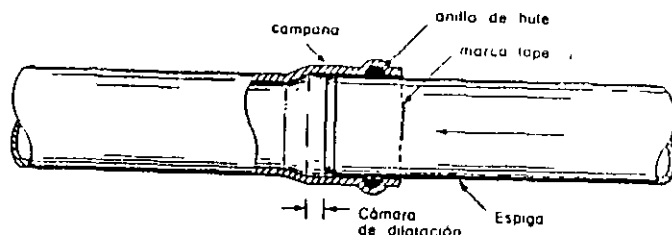


Figura 32

Nota 1. Si el tubo no entra en la campana puede deberse a una de dos razones que la campana o la espiga se hayan deformado por manejo inapropiado (ver: Transporte y almacenamiento, capítulo 2), o que las dimensiones no sean las debidas, entonces debe reclamarse al fabricante con base en las dimensiones establecidas para tubos y conexiones en la Norma NOM-E-22 vigente (1) pag. 85, para que este haga la sustitución correspondiente

8.2. Acoplamiento cementado

8.2.1. Recomendaciones

Aun cuando usted ya haya instalado tubería de PVC, lea este instructivo. Las técnicas descritas aquí son las adecuadas para hacer uniones fuertes y herméticas entre tubos y conexiones de PVC, sin embargo, es necesario que el operario tenga habilidad y práctica para que haga una unión de buena calidad. Esta habilidad la puede obtener haciendo uniones bajo la dirección de operarios experimentados y probando una y otra vez hasta que obtenga los resultados deseados.

Es importante que la unión cementada se realice, hasta donde sea posible, bajo techo y con buena ventilación.

8.2.2. Materiales y equipo necesario

- Tubos con extremos lisos.
- Conexiones con casquillo para cementar.
- Cemento solvente especial para tuberías de PVC, que cumpla con la norma NOME E-30 vigente (13) pag. 36.

Un cemento que está en buenas condiciones debe fluir libremente de la brocha, y no debe presentar grumos, floculos o partículas no disueltas.

Cuando los cementos no se almacenan en recipientes herméticamente sellados, tienen una vida útil muy limitada. Los frascos con tapa de rosca no se consideran herméticos para este tipo de materiales. Consulte al fabricante del cemento en cuanto a la vida útil de acuerdo con su envase.

Por ningún motivo se debe tratar de restaurar la viscosidad original del cemento ni eliminar grumos o floculos mediante la adición de disolventes.

- Limpiador recomendado por el fabricante. Estas sustancias presentan cierto grado de toxicidad, por lo que se recomienda trabajar con ellas en un lugar bien ventilado, no ponerlas en contacto directo con la piel y usar mascarilla cuando se usen por un tiempo prolongado.
- Brocha de cerda natural, con ancho de aproximadamente la mitad del diámetro del tubo.
- Caja de ingleses o guía de corte adecuada.
- Herramienta de corte (serrucho de diente fino o segueta).
- Trapos de algodón o papel absorbente.

8.2.3. Procedimiento

8.2.3.1. Corte de los tubos

Ver inciso 10.1, Corte de los tubos

8.2.3.2. Marcado de la profundidad del casquillo

Se toma la medida de la profundidad del casquillo, esta medida se marca en el extremo del tubo (ver figura 33)

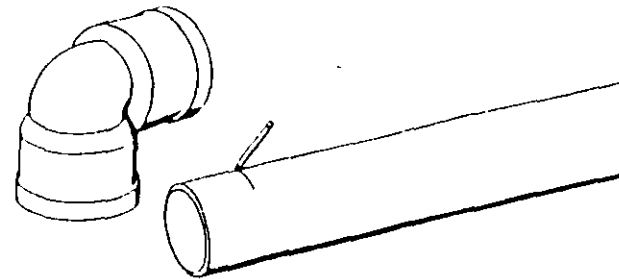
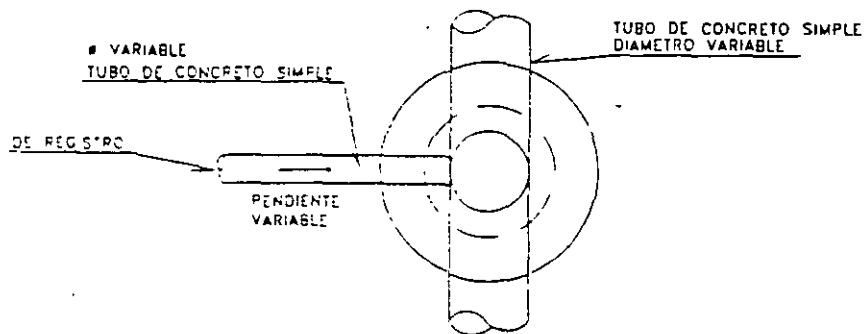
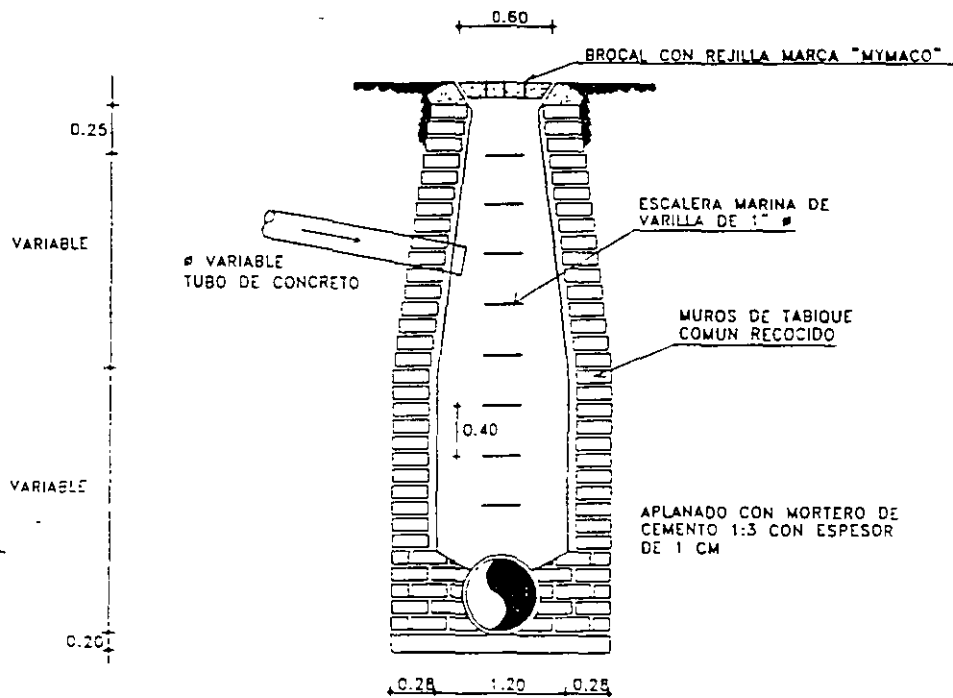


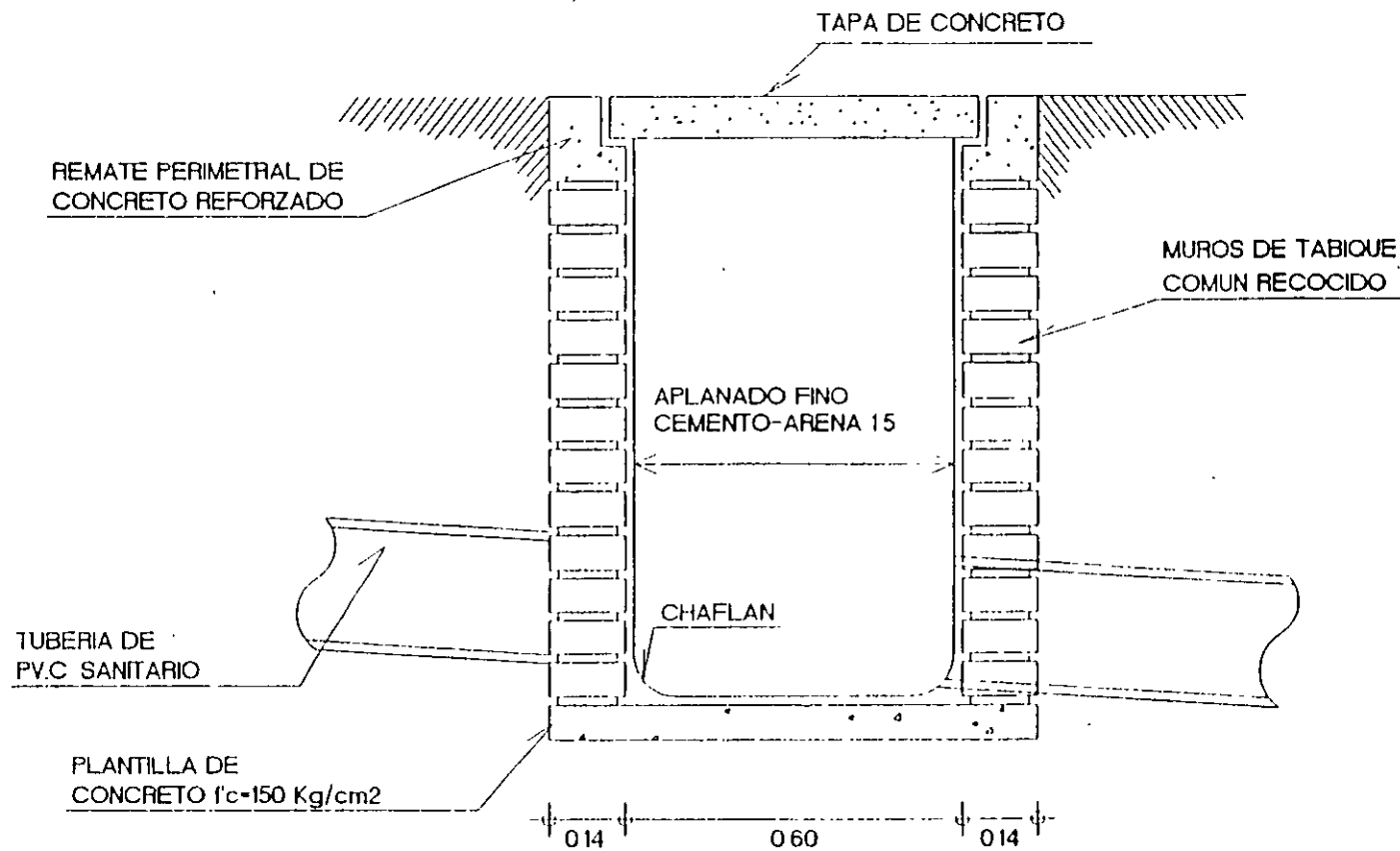
Figura 33

8.2.3.3. Prueba de ajuste de la junta

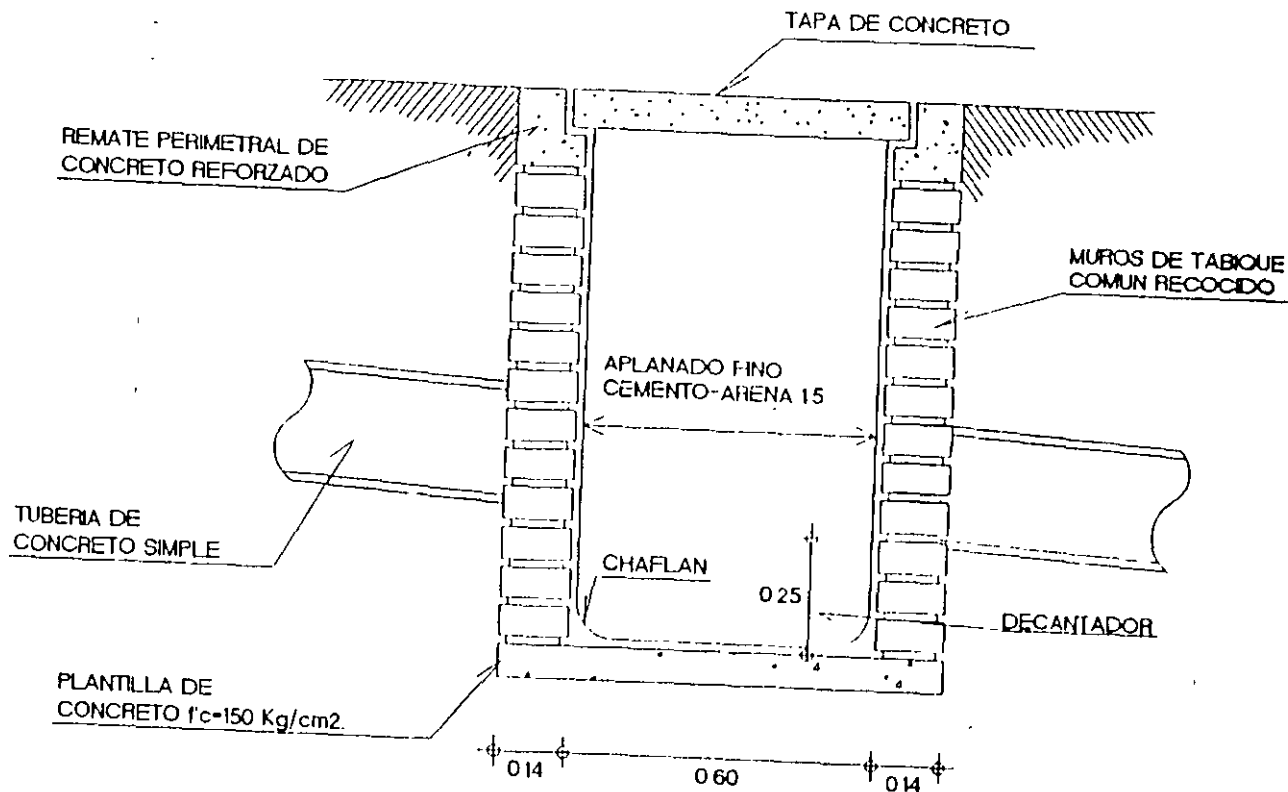
Con un trapo limpio y seco se quita la tierra y humedad del interior y exterior del tubo o conexión a unir.

Se insertan las dos partes sin cemento, el tubo debe penetrar en el casquillo, sin forzarlo, por lo menos en tercio de su profundidad (ver figura 34)

**DETALLE POZO DE VISITA**



DETALLE DE REGISTRO AGUAS NEGRAS



DETALLE DE REGISTRO CON DECANTADOR
PARA AGUAS PLUVIALES



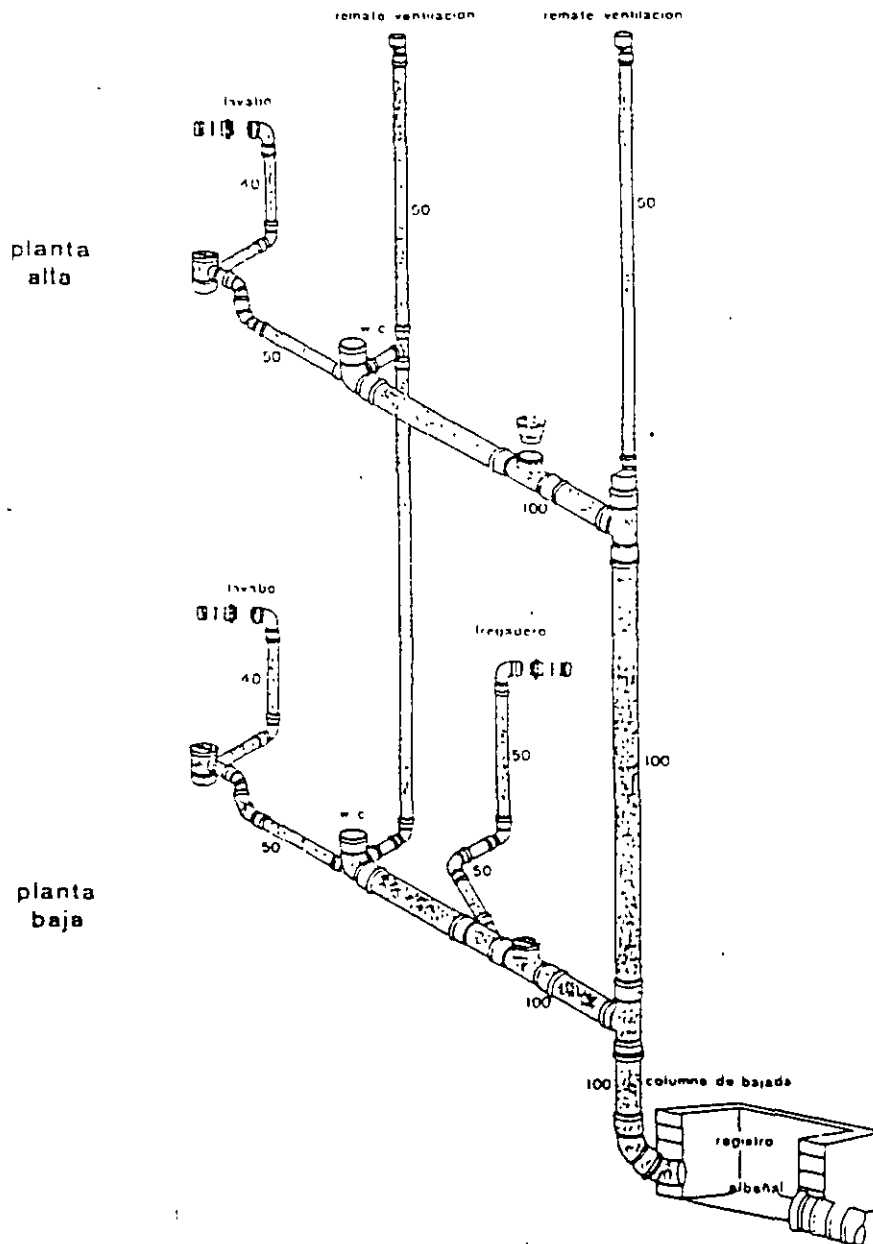
Diseño

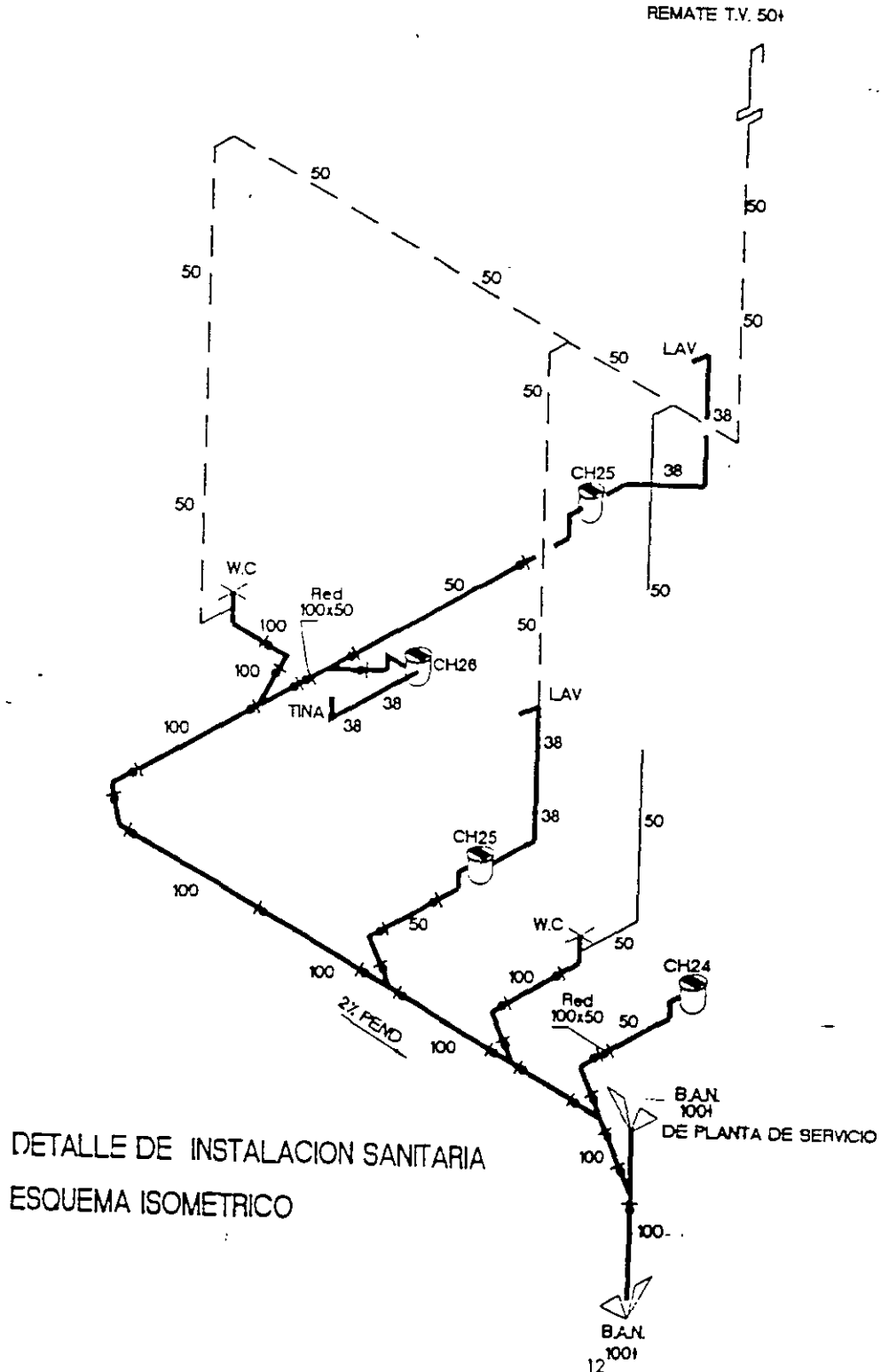
REXOLIT

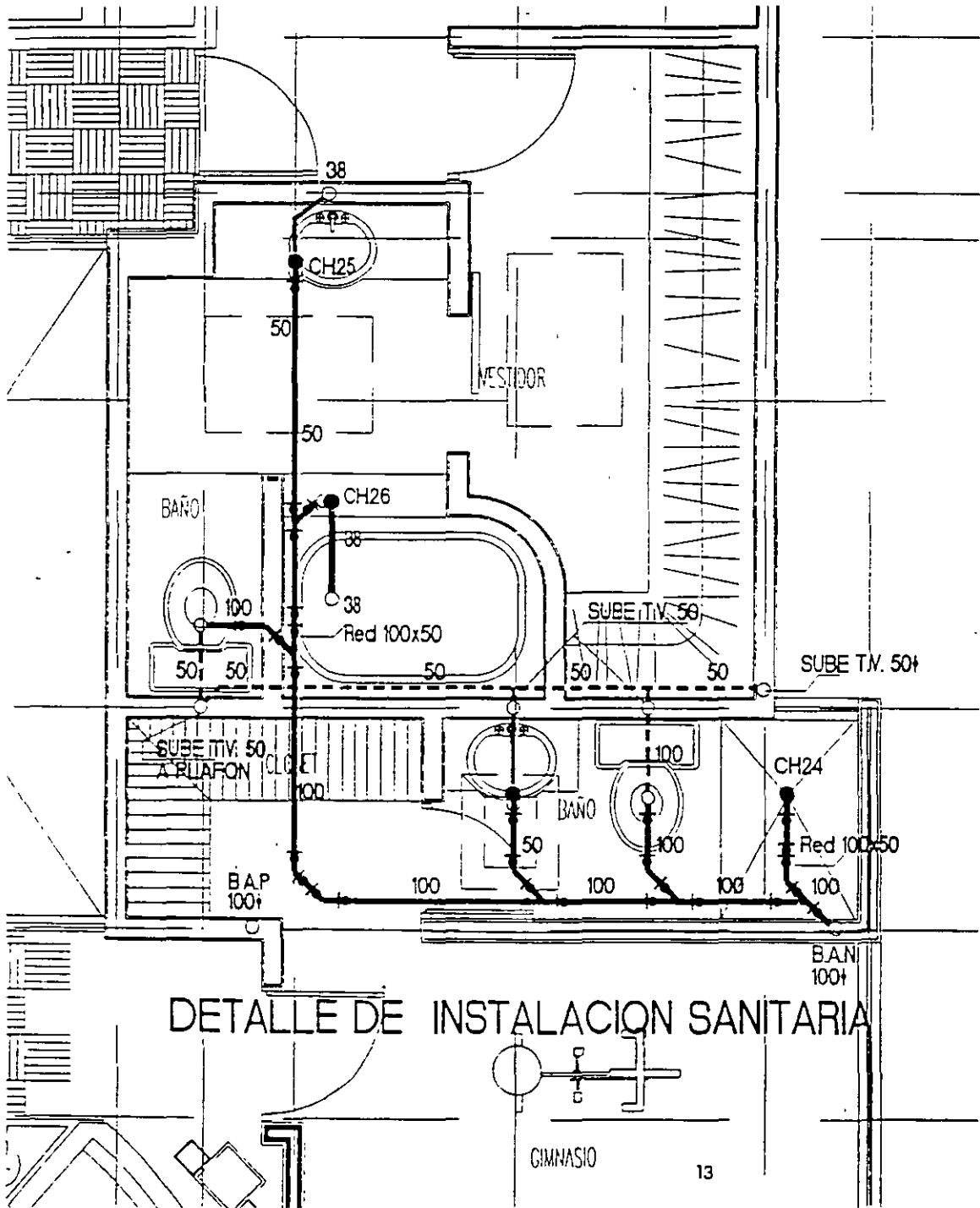
La ventilación en las instalaciones sanitarias, es el sistema que permite dar salida a los gases nocivos y malolientes de los albañales y otros conductos

Además favorece las funciones del silón de la descarga de los muebles sanitarios, facilitando el equilibrio hidrostático y evitando que se pierda el sello hidráulico. figura 8

Figura 8









Mod. 1342- H

Rejilla desmontable redonda de acero inoxidable y cuerpo
a 3 conexiones estándar para tubo de 50 mm (2").

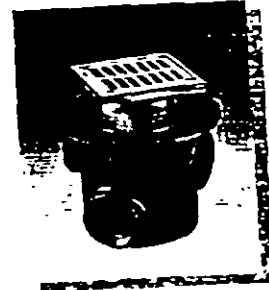
Por su gran capacidad, permite obtener un mayor sello
hidráulico, ideal para baños, regaderas, vesúbulos y en
general cualquier lugar donde el mantenimiento está pro-
gramado a tiempos más espaciados o lugares que por su
temperatura o clima se evapora más rápidamente el agua,
eliminando así su sello hidráulico contra los malos olores.

Dimensiones en Centímetros

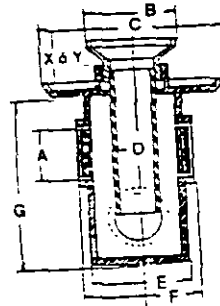
A	B	C	D	E	F	G	X	Y
5.0	13.0	20.0	8.2	14.3	15.8	14.0	1.5	3.5



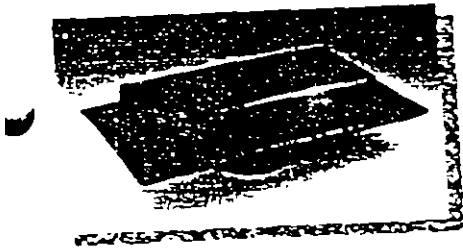
Mod. 1342- H



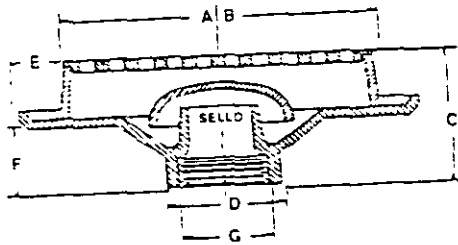
Mod. 1342-35 C/H



Coladeras para piso en Exteriores



Mod. 2714



Especificaciones: Cuerpo de hierro fundido y pintura
especial anticorrosiva. plato de doble drenaje con pequeños
agujeros conectados al interior de la coladera, con sello
hidraulico de campana para evitar el paso de malos olores y
gases de las líneas de drenaje al lugar donde la coladera esté
colocada

Idoneas para instalarse en patios, terrazas, fábricas, plantas
industriales, garages, cubos de elevator, lavanderías y en
general en aquellos lugares que requieran de coladeras de
gran capacidad de drenado

Mod. 2714 -

Coladera rectangular con rejilla removible para tránsito
pesado y sello hidráulico de campana, fabricada en hierro
fundido y terminada con pintura anticorrosiva. Conexión
inferior roscada para tubo de 10 cm. (4")

Dimensiones en Centímetros

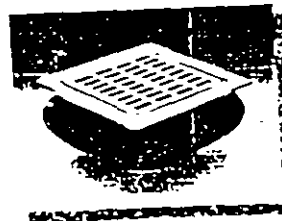
A	B	C	D	E	F	G
38.5	19.5	14.0	13.0	5.9	7.5	10.1

Mod. 2584

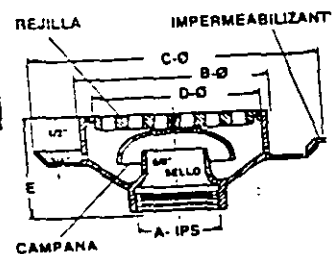
Coladera con rejilla removible cuadrada, niquelada y
cromada, con conexión inferior roscada para tubo de 10
cm (4"). Por su rejilla cromada, puede utilizarse también en
interiores sin problemas de malos olores, gracias a su
campana interior que realiza un sello hidráulico

Dimensiones en Centímetros

A	B	C	D	E
10.1	22.4	34.1	20.0	12



Mod. 2584

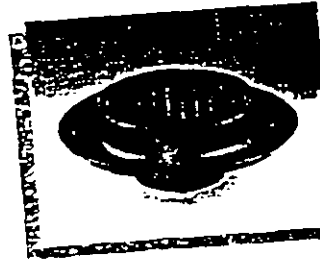




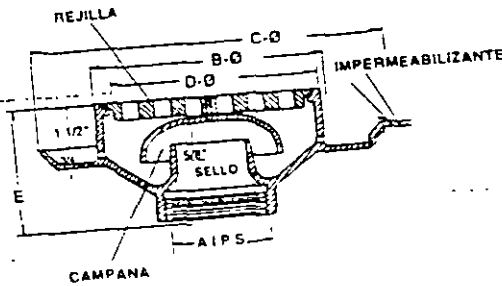
Mod. 2514
Coladera redonda con rejilla removible y plato de doble drenaje para tránsito pesado, fabricada en hierro fundido y terminada con pintura anticorrosiva. Conexión inferior roscada para tubo de 10 cm. (4").

Dimensiones en Centímetros

A	B	C	D	E
101	22.4	34.1	20.0	12



Mod. 2514



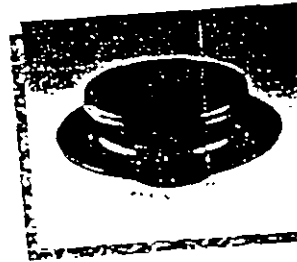
Mod. 5424
Coladera especial de triple drenaje y canastilla removible para sedimentos, su triple drenaje funciona a través de:

- Drenaje por los agujeros de la canastilla de sedimentos que impiden el paso de partículas que pudieran obstruir la línea.
- Plato de doble drenaje con agujeros conectados al interior de la coladera para evitar que el agua que penece por la junta de la coladera y el piso produzca humedades en el piso inferior.
- Drenaje por una serie de agujeros situados en la periferia rodeando a la rejilla y que por tener un camino independiente al drenaje, trabajan aun cuando la canastilla esté completamente llena, impidiendo así que el agua se acumule en el área por drenar. El drenaje por estos agujeros es sin embargo más lento, indicando así que debe limpiarse la canastilla.

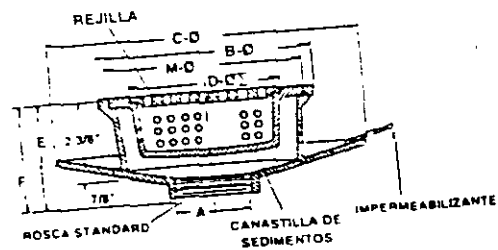
Como seguridad, para su mantenimiento óptimo funcionamiento de su triple drenaje, la rejilla superior no puede colocarse sin la canastilla de sedimentos, evitando así que por descuido se use la coladera sin canastilla. Conexión inferior roscada para tubo de 10 cm. (4").

Dimensiones en Centímetros

A	B	C	D	E	M	P	R
101	23.1	32.0	16.4	12.7	2.0	14.6	6.3



Mod. 5424



Especialmente recomendada para lugares abiertos y ventados donde el agua que va al drenaje arrastre sedimentos o sustancias extrañas que puedan obstruir las líneas de drenaje.

Recomendable para usarse en fábricas, plantas industriales, terrazas, bajadas pluviales, garages, lavanderías, cocinas industriales y en general cuando exista tránsito en el piso donde se encuentre una bajada.



Coladeras para piso en Interiores

Especificaciones: Cuerpo de hierro fundido y pintura especial anti-corrosiva, plato de doble drenaje con pequeños agujeros conectados al interior que sirven para recibir el impermeabilizante y para evitar que el agua que penece por la junta de la rejilla y el piso, produzca humedades en el piso inferior.

- Su rejilla ajustable permite colocarla a diferentes alturas según el nivel del piso
- Su tapa o rejilla y su casquillo removible, facilitan su mantenimiento y limpieza.
- Con cespel integral que evita y elimina los malos olores hacia el interior de las habitaciones
- Su diseño permite que funcione como trampa de sólidos, que evita una obstrucción del drenaje en algún otro punto.

Mod. 24

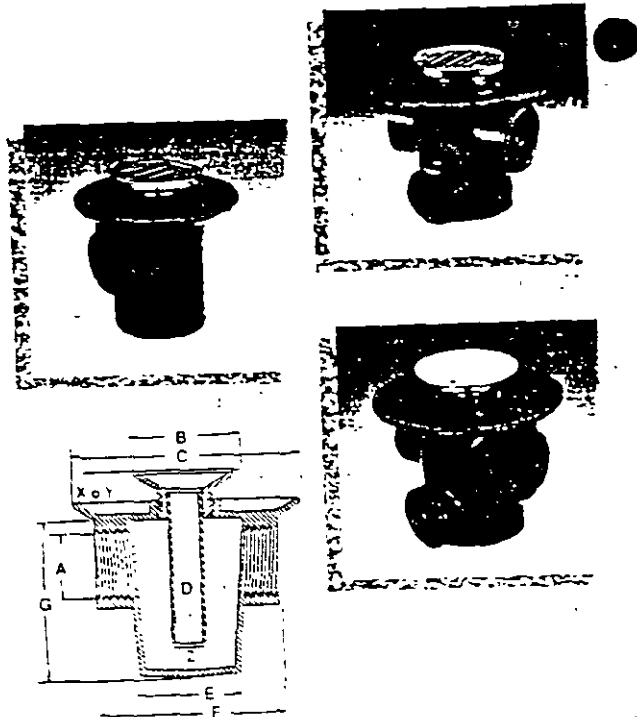
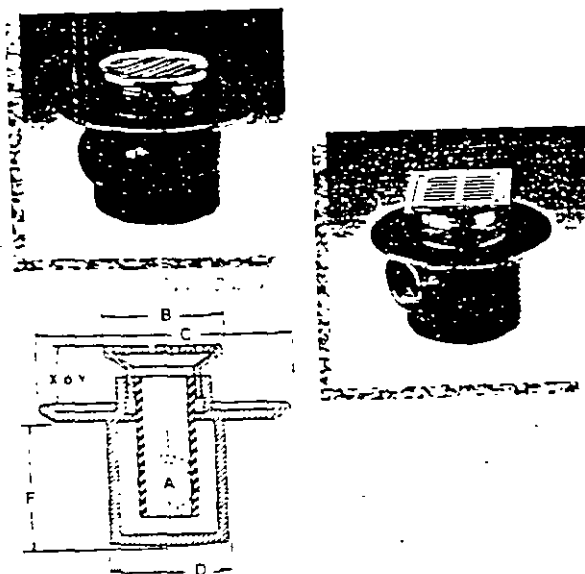
Rejilla redonda desmontable de acero inoxidable, con conexión roscada para tubo de 50 mm (2") - recomendable para baños, área de regaderas y vestíbulos.

Mod. 25

Rejilla redonda desmontable de acero inoxidable y cuerpo con tres conexiones con rosca estándar, dos superiores para tubo de 50 mm (2") y una inferior de 38 mm (1 1/2"), que sirve para recibir el drenaje de la tina o el bidet haciendo sello hidráulico, las dos superiores sirven para escoger la que más convenga y conectar por ella la coladera al drenaje

Mod. 26

Con tapa ciega de acero inoxidable y cuerpo similar a la coladera Mod. 25. Ideal para usarse como trampa de sólidos de olores o para utilizarse en tinas, bidets o como registro para sondear las líneas de drenaje.



Dimensiones en Centímetros

A	B	C	D	E	F	G	X	Y	Z
50	90	180	53	10	143	130	16	35	38

Mod. 282-H

Rejilla desmontable redonda, de acero inoxidable y cuerpo con conexión de rosca estándar para tubo de 50 mm (2"); por su gran capacidad, permite tener un mayor sello hidráulico, ideal para baños, regaderas, vestíbulos y en general cualquier lugar de uso intensivo y donde el mantenimiento de esos lugares sea muy distanciado o lugares que por su temperatura o clima es por en más rápidamente el agua, eliminando así su sello hidráulico

Mod. 282-35CH

Rejilla desmontable cuadrada de bronce fundido en acabado cromo y cuerpo similar a la coladera 282-H

Dimensiones en Centímetros

A	B	C	D	F	X	Y	
50	130	23	15	3	12	1.5	45



Coladeras

CUADRO DE ESPECIFICACIONES TECNICAS

MELVEX	COLADERAS PARA PISO				
	MOD. 24	MOD. 25	MOD. 26	MOD. 282-H	MOD. 282-35-CH
APLICACIONES	PARA COLOCARSE EN BAÑOS, REGADERAS Y VESTIBULOS.	PARA COLOCARSE EN TINAS Y PISO.		PARA COLOCARSE EN BAÑOS, REGADERAS Y VESTIBULOS. DE USO INTENSIVO Y DONDE EL MANTENIMIENTO SEA MUY DISTANCIADO.	
ESPECIFICACION	PLATO DE DOBLE DRENAJE, Y REJILLA REDONDA.	LA CONEXION INFERIOR RECIBE EL DRENAJE DE LA TINA Y UNA DE LAS SUPERIORES SIRVE PARA CONECTAR POR ELLA LA COLADERA AL DRENAJE	IGUAL A LA No. 25 PERO CON TAPA CIEGA Y REJILLA REDONDA.	PLATO DE DOBLE DRENAJE, Y REJILLA REDONDA.	PLATO DE DOBLE DRENAJE Y REJILLA CUADRADA
INSTALACION	DE UNA SOLA CONEXION DE ROSCA ESTANDAR PARA TUBO DE 50 MM (2")	DE TRES CONEXIONES CON ROSCA ESTANDAR LAS DOS SUPERIORES PARA TUBO DE 50 MM (2") Y LA INFERIOR DE 38 MM (1 1/2").		DE UNA SOLA CONEXION DE ROSCA ESTANDAR PARA TUBO DE 50 MM (2").	
OPERACION	DISEÑADA PARA RECIBIR EL IMPERMEABILIZANTE Y EVITAR QUE SE PRODUZCAN HUMEDADES EN EL PISO INFERIOR	RECIBE EL DRENAJE DE LA TINA HACIENDO UN SELLO HIDRAULICO	LA TAPA CIEGA FUNCIONA COMO TRAMPA	DISEÑADA PARA RECIBIR EL IMPERMEABILIZANTE Y EVITAR QUE SE PRODUZCAN HUMEDADES EN EL PISO INFERIOR.	
MATERIAL	CUERPO DE HIERRO FUNDIDO, CON ALEACIONES UTILIZADAS EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ CONTRA DE REJILLA EN BRONCE Y REJILLA DE ACERO INOXIDABLE TIPO T-304-2B.				
MANTENIMIENTO	LA TAPA Y EL CASQUILLO SON REMOVIBLES CON CONTRA REJILLA AJUSTABLE				
ACABADO	PINTURA ESPECIAL ANTICORROSIVA				

Calidad que se nota

Calidad que se nota

17

Calidad que se nota

Calidad que se nota

Coladeras para piso en Interiores

Especificaciones: Cuerpo de hierro fundido y pintura especial anti corrosiva, plato de doble drenaje con pequeños agujeros conectados al interior que sirven para recibir el impermeabilizante y para evitar que el agua que pene e por la junta de la rejilla y el piso, produzca humedades en el piso inferior.

- Su rejilla ajustable permite colocarla a diferentes alturas según el nivel del piso
- Su tapa o rejilla y su casquillo removible, facilitan su mantenimiento y limpieza.
- Con cespel integral que evita y elimina los malos olores hacia el interior de las habitaciones
- Su diseño permite que funcione como trampa de sólidos, que evita una obstrucción del drenaje en algún otro punto.

Mod. 24

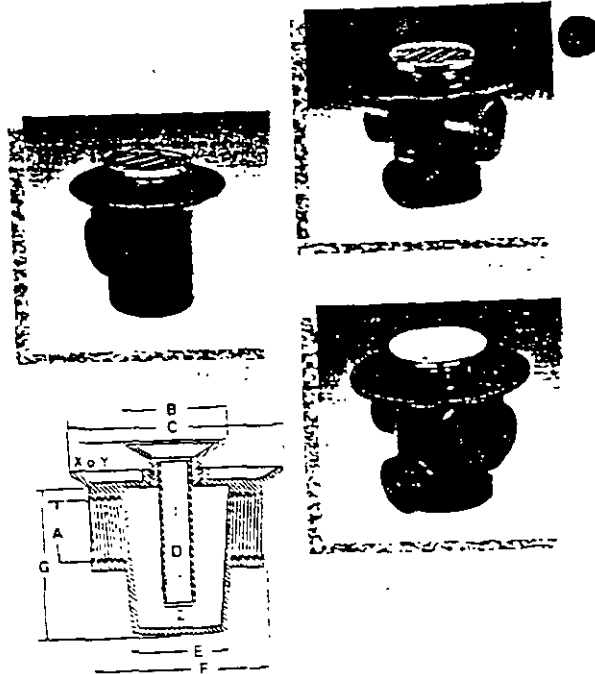
Rejilla redonda desmontable de acero inoxidable, con conexión roscada para tubo de 50 mm (2"); recomendable para baños, área de regaderas y vestíbulos

Mod. 25

Rejilla redonda desmontable de acero inoxidable y cuerpo con tres conexiones con rosca estándar, dos superiores para tubo de 50 mm (2") y una inferior de 38 mm (1 1/2") que sirve para recibir el drenaje de la una o el bidet haciendo sello hidráulico, las dos superiores sirven para escoger la que más convenga y conectar por ella la coladera al drenaje

Mod. 26

Con tapa ciega de acero inoxidable y cuerpo similar a la coladera Mod. 25. Ideal para usarse como trampa de sólidos de olores o para utilizarse en tinajas, bidets o como registro para sondear las líneas de drenaje



Dimensiones en Centímetros

A	B	C	D	E	F	G	X	Y	Z
50	90	160	53	12	143	130	16	35	3E

Mod. 282-H

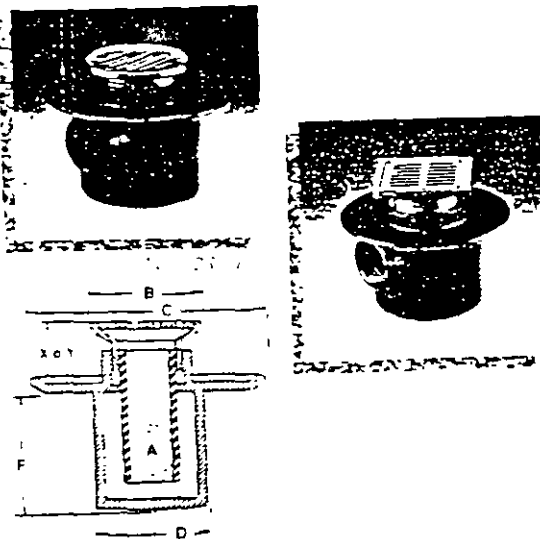
Rejilla desmontable redonda, de acero inoxidable y cuerpo con conexión de rosca estándar para tubo de 50 mm (2"); por su gran capacidad, permite tener un mayor sello hidráulico, ideal para baños, regaderas, vestíbulos y en general cualquier lugar de uso intenso y donde el mantenimiento de esos lugares sea muy distanciado o lugares que por su temperatura o clima evaporen más rápidamente el agua eliminando así su sello hidráulico

Mod. 282-35CH

Rejilla desmontable cuadrada de bronce fundido en acabado cromo y cuerpo similar a la coladera 282-H

Dimensiones en Centímetros

A	B	C	D	F	X	Y
50	130	235	153	12	15	45

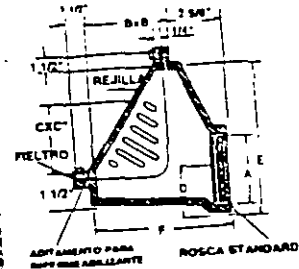
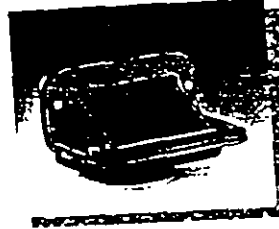




Coladera para Azotea Mod. 4954

Coladera con rejilla removible y adujamiento especial para colocación de impermeabilizante, salida lateral con rosca para tubo de 10 cm. (4")

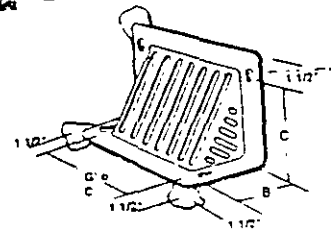
Recomendada para colocarse en todas las bajadas pluviales situadas en el pretil o esquina de las azoteas, terrazas o cuando el tubo de bajada atraviesa la pared para colocarse en el exterior de la construcción con el empleo de un codn de 90°



Dimensiones en Centímetros

A	B	C	D	E	F	G	X	Y
10.1	8.0	13.6	6.5	14.5	14.5	18.4	3.5	5.7

Mod. 4954



Diámetro de bajada en mm	Intensidad media máxima anual para aguaceros de 5 min. expresada en mm/hora.				
	50	75	100	125	150
50	50	35	30	25	19
63	91	68	55	46	34
75	148	111	89	74	56
100	320	240	192	160	120
125	980	435	348	290	217
150	943	707	565	471	354
200	2030	1523	1216	1015	761

Potencial de la precipitación del agua				
75	100	125	150	200

Coladera para Azotea

Especificaciones: Coladera con cúpula y canastilla de sedimentos en una sola pieza removible

Anillo especial para la colocación del impermeabilizante

Se ofrecen varios modelos con distinta conexión inferior:

Mod. 444 Conexión roscada para tubo de 10 cm. (4")

Mod. 444-X Conexión de retacar para tubo de 10 cm. (4")

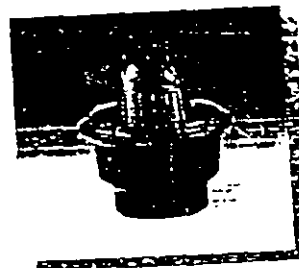
Mod. 446-X Conexión de retacar para tubo de 10 cm. (4")

Recomendada para colocarse en todas anueallas bajadas pluviales que drenen superficies en donde no existe tránsito sobre la coladera, es decir, que permita la instalación de la cúpula y la rejilla de sedimentos

El diseño y altura de su cúpula aseguran el drenado aún cuando en su parte inferior se encuentre obstruida de hojas o basuras que pudieran acumularse

Dimensiones en Centímetros

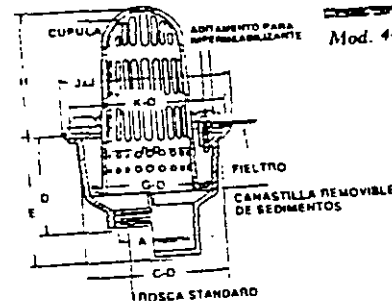
Nc.	A	B	C	D	E	K	G	H	J
444	10.1	9.3	11.1	12.1		19.7	15.2	11.0	20.7
446	14.1	12.3	23.4		21.6	25	122.7	14.5	27.5

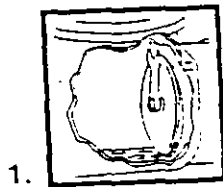
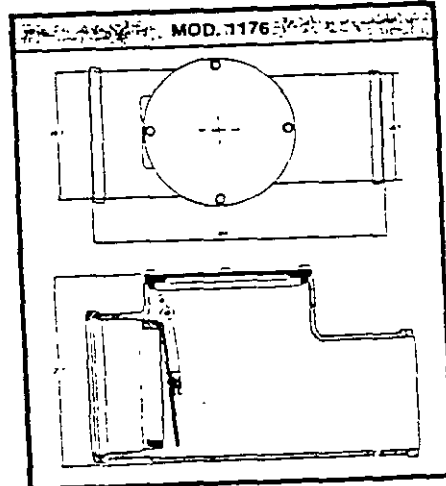
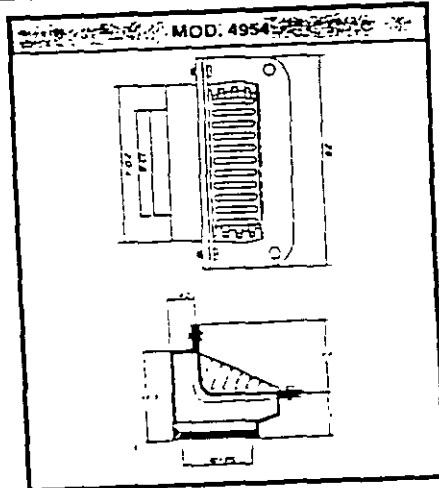
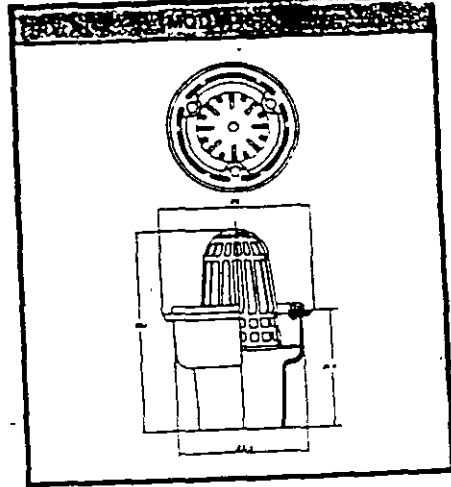
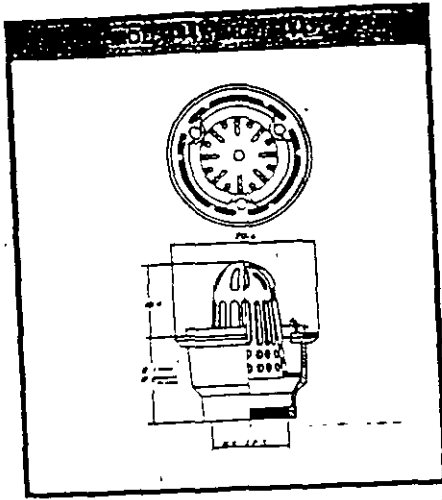


Mod. 444

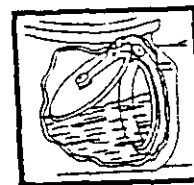


Mod. 446-X

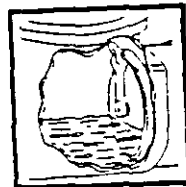




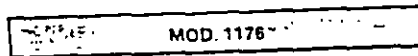
- 1 - Posicion Normal
- 2.- Compuerta Abierta
- 3.- Compuerta Cerrada



2.



3.



Calidad que se nota

Calidad que se nota

Calidad que se nota

Calidad que se nota



EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



PEMEX	PARA AZOTEA DE CUPULA Y PRETIL			VALVULA
	MOD. 444 MOD. 444-X	MOD. 446-X	MOD. 4954	MOD. 1176
APLICACIONES	COLADERAS PARA AZOTEA Y PARA BAJADAS PLUVIALES QUE DRENEN SUPERFICIES EN DONDE NO EXISTA TRANSITO.		PARA COLOCARSE EN TODAS LAS BAJADAS PLUVIALES SITUADAS EN EL PRETIL O ESQUINA DE LAS AZOTEAS, TERRAZAS, ETC	PARA COLOCARSE EN TODAS SUS CONSTRUCCIONES CON LA CUAL OBTENDRA UNA PROTECCION CONTRA LAS INUNDACIONES DE AGUAS NEGRAS
ESPECIFICACION	CUPULA Y CANASTILLA PARA SEDIMENTOS EN UNA SOLA PIEZA REMOVIBLE Y ANILLO ESPECIAL PARA LA COLOCACION DEL IMPERMEABILIZANTE.		COLADERA PARA PRETIL CON REJILLA REMOVIBLE ADITAMENTO ESPECIAL PARA LA COLOCACION DE IMPERMEABILIZANTE	TAPA DE REGISTRO REMOVIBLE APOYOS DE NIVELACION CONEXIONES DE CAMPANA Y ESPIGA COMPUERTA Y ASIEN TO UNIDOS POR UNA BISAGRA DOBLE ESPECIAL
INSTALACION	SALIDA CON ROSCA 4" (1444) C ESPECIAL PARA RETACAR (444-X) PARA TUBO DE 10 CM (4")	ESPECIAL PARA RETACAR PARA TUBO DE 15 CM (6")	SALIDA LATERAL CON ROSCA 9 TUBO DE 10 CM (4") PARA COLOCARSE EN EL EXTERIOR DE LA FACHADA CON EL TUBO DE BAJADA QUE ATRAVIESA LA PARED EMPLEE UN CODO DE 90°	CONEXIONES DE CAMPANA Y ESPIGA PARA QUE LA VALVULA PUEDA INSTALARSE EN TUBERIA DE DRENAJE DE CUALQUIER MATERIA; CON UN DIAMETRO INTERIOR DE 15 CM (6")
OPERACION	EL DISEÑO DE LA CUPULA PERMITEN EL DRENADO AUN CUANDO SU PARTE INFERIOR SE ENCUENTRE OBSTRUIDA CON BASURA QUE PUDIERA ACUMULARSE		SU DISEÑO ESPECIAL PERMITE EL DRENADO EN ESQUINAS	LA COMPUERTA CIERRA A LA MENOR PRESION EN SENTIDO CONTRARIO IMPIDIENDO EL REGRESO DE AGUAS NEGRAS Y PUEDEN ABRIRSE TOTALMENTE PERMITIENDO QUE EL DRENAJE TRABAJE CORRECTAMENTE
MATERIAL	CUERPO Y REJILLA DE HIERRO FUNDIDO CON ALEACIONES UTILIZADAS EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ.			CUERPO DE HIERRO FUNDIDO CON ALEACIONES UTILIZADAS EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ COMPUERTA DE BRONCE FUNDIDO
MANTENIMIENTO	LA CUPULA Y LA CANASTILLA DE UNA SOLA PIEZA SON REMOVIBLES. LO CUAL PERMITE UNA RAPIDA LIMPIEZA.		LA REJILLA ES REMOVIBLE PARA FACILITAR SU MANTENIMIENTO	LA TAPA DE REGISTRO ES FACILMENTE REMOVIBLE. LA COMPUERTA Y EL ASIEN TO UNIDOS POR UNA BISAGRA DOBLE PERMITE UNA LIMPIEZA AUTOMATICA
ACABADO	PINTURA ESPECIAL ANTICORROSIVA			



	COLADERAS PARA PISO EN EXTERIORES			
	MOD. 2714	MOD. 2514	MOD 5424	MOD. 2584
APLICACIONES	PARA INSTALARSE EN PATIOS, TERRAZAS, FABRICAS, Y PLANTAS INDUSTRIALES. AUN EN AQUELLOS LUGARES DE TRANSITO PESADO.		PARA INSTALARSE EN FABRICAS Y PLANTAS INDUSTRIALES, TERRAZAS BAJADAS PLUVIALES, GARAGES, LAVANDERIAS Y COCINAS	PARA INSTALARSE EN LUGARES DONDE SE NECESITE UNA COLADERA DE GRAN CAPACIDAD DE DRENAJE.
ESPECIFICACION	COLADERA RECTANGULAR PLATO DE DOBLE DRENAJE CAMPANA INTEGRAL PARA PRODUCIR SELLO HIDRAULICO REJILLA ESPECIAL PARA TRANSITO PESADO	COLADERA CIRCULAR PLATO DE DOBLE DRENAJE CAMPANA INTEGRAL PARA PRODUCIR SELLO HIDRAULICO REJILLA ESPECIAL PARA TRABAJO PESADO	CANASTILLA DE SEDIMENTOS REMOVIBLE, CON TRIPLE DRENAJE	PLATO DOBLE DRENAJE CAMPANA INTEGRAL REJILLA CUADRADA
INSTALACION	SALIDA CON ROSCA PARA TUBO DE 10 CM (4")			
OPERACION	DISEÑADA PARA RECIBIR EL IMPERMEABILIZANTE EL SELLO HIDRAULICO DE CAMPANA, EVITA QUE LOS MALOS OLORES DEL DRENAJE SALGAN AL LUGAR EN DONDE ESTE INSTALADA LA COLADERA		EL TRIPLE DRENAJE PERMITE QUE LA COLADERA SIGA FUNCIONANDO AUNQUE LA CANASTILLA DE SEDIMENTOS SE ENCUENTRE LLENA, LO CUAL INDICA QUE NECESITA MANTENIMIENTO	EL SELLO HIDRAULICO DE CAMPANA EVITA QUE LOS MALOS OLORES DEL DRENAJE SALGA AL LUGAR EN DONDE ESTE INSTALADA LA COLADERA
MATERIAL	CUERPO Y REJILLA DE HIERRO FUNDIDO CON ALEACIONES UTILIZADAS EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ			CUERPO DE HIERRO FUNDIDO Y REJILLA DE BRONCE
MANTENIMIENTO	LAS REJILLAS SON REMOVIBLES PARA FACILITAR SU MANTENIMIENTO		LA CANASTILLA DE SEDIMENTOS ES REMOVIBLE, LO CUAL PERMITE UN RAPIDO MANTENIMIENTO	LA REJILLA ES REMOVIBLE PARA FACILITAR SU MANTENIMIENTO
ACABADO	PINTURA ESPECIAL ANTICORROSIVA			PINTURA ESPECIAL ANTICORROSIVA Y REJILLA CROMADA



COLUMNAS DE DOBLE VENTILACION

COLUMNA DESAGUE Ø	U M conectadas	CDV 32 Ø	CDV 38 Ø	CDV 50 Ø	CDV 64 Ø	CDV 75 Ø	CDV 100 Ø	CDV 125 Ø	CDV 150 Ø	CDV 200 Ø
32 mm	2 U M	3 pisos	.	.	.	.	.	.	.	.
40	8	5 *	15 p	.	.	.	.	.	.	.
50	10	3 *	10 *	.	.	.	.	.	.	.
50	12	3 *	7 *	20 p	.	.	.	.	.	.
50	20	2 *	5 *	15 *	.	.	.	.	.	.
60	42	.	3 *	10 *	30 p	.	.	.	.	.
75	10	.	3 *	10 *	20 *	60 p	.	.	.	.
75	30	.	.	6 *	20 *	50 *	.	.	.	.
75	60	.	.	5 *	8 *	40 *	.	.	.	.
100	100	.	.	3 *	10 *	26 *	100 p	.	.	.
100	200	.	.	3 *	9 *	25 *	90 *	.	.	.
100	500	.	.	2 *	7 *	18 *	70 *	.	.	.
125	1100	.	.	.	2 *	5 *	20 *	70 p	.	.
150	350	.	.	.	2 *	5 *	20 *	40 *	130 p	.
150	1900	.	.	.	.	2 *	7 *	20 *	70 *	.
200	600	.	.	.	.	.	5 *	15 *	50 *	130 p
200	3600	.	.	.	.	.	2 *	6 *	25 *	60 *
250	1000	.	.	.	.	.	.	7 *	12 *	100 *
250	5600	.	.	.	.	.	.	2 *	6 *	25 *



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

CURSOS INSTITUCIONALES

MANUTENIMIENTO A INSTALACIONES III

Del 13 al 14 de Septiembre de 2002

ANEXOS

CI-070

Instructor: M.S.P. Rafael López Ruiz
PEMEX – Villahermosa Tabasco
Septiembre / 2002



EXPLORACIÓN Y PRODUCCION
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



MODIFICACION a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice. Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Salud

MODIFICACION A LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994, SALUD AMBIENTAL. AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO. LIMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS A QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACION.

JAVIER CASTELLANOS COUTIÑO, Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, con fundamento en los artículos 39 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 4o. y 69-H de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, 13, apartado A) fracción I, 118, fracción II y 119, fracción II de la Ley General de Salud, 41, 43, 45, 46, fracción II, y 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, 214, fracción IV y 225 del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios, y 7, fracciones V y XIX y 25, fracción IV del Reglamento Interior de la Secretaría de Salud, y

CONSIDERANDO

Que con fecha 16 de diciembre de 1999, en cumplimiento del acuerdo del Comité y de lo previsto en el artículo 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el proyecto de la presente Norma Oficial Mexicana a efecto que dentro de los sesenta días naturales posteriores a dicha publicación, los interesados presentaran sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario

Que con fecha 20 de junio de 2000, fueron publicadas en el Diario Oficial de la Federación las respuestas a los comentarios recibidos por el mencionado Comité, en términos del artículo 47 fracción III de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización

Que en atención a las anteriores consideraciones, contando con la aprobación del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, se expide la siguiente

MODIFICACION A LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994, SALUD AMBIENTAL. AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO. LIMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS A QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACION

INDICE

0. Introducción
1. Objetivo y campo de aplicación
2. Referencias
3. Definiciones
4. Límites permisibles de calidad del agua
5. Tratamientos para la potabilización del agua
6. Métodos de prueba
7. Concordancia con normas internacionales y mexicanas
8. Bibliografía
9. Observancia de la Norma
10. Vigencia
0. Introducción

El abastecimiento de agua para uso y consumo humano con calidad adecuada es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales y otras, para lo cual se requiere establecer límites permisibles en cuanto a sus características microbiológicas, físicas, organolépticas, químicas y radiactivas, con el fin de asegurar y preservar la calidad del agua en los sistemas, hasta la entrega al consumidor.



MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



Por tales razones la Secretaría de Salud, propone la modificación a la presente Norma Oficial Mexicana, con la finalidad de establecer un eficaz control sanitario del agua que se somete a tratamientos de potabilización a efecto de hacerla apta para uso y consumo humano, acorde a las necesidades actuales

1. Objetivo y campo de aplicación

1.1 Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites permisibles de calidad y los tratamientos de potabilización del agua para uso y consumo humano.

1.2 Esta Norma Oficial Mexicana es aplicable a todos los sistemas de abastecimiento públicos y privados y a cualquier persona física o moral que la distribuya, en todo el territorio nacional.

2. Referencias

- | | |
|-----------------------|---|
| 2.1 NOM-008-SCF1-1993 | Sistema General de Unidades de Medida. |
| 2.2 NOM-012-SSA1-1993 | Requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano públicos y privados. |
| 2.3 NOM-013-SSA1-1993 | Requisitos sanitarios que debe cumplir la cisterna de un vehículo para el transporte y distribución de agua para uso y consumo |
| 2.4 NOM-014-SSA1-1993 | Procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano, en sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados |
| 2.5 NOM-112-SSA1-1994 | Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable |
| 2.6 NOM-117-SSA1-1994 | Bienes y Servicios Metodo de prueba para la determinación de cadmio, arsenico, plomo, estaño, cobre, fierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometria de absorción atómica |

3. Definiciones

Para los efectos de esta Norma Oficial Mexicana se entiende por:

3.1 **Ablandamiento**, proceso de remoción de los iones calcio y magnesio, principales causantes de la dureza del agua

3.2 **Adsorción**, remoción de iones y moléculas de una solución que presentan afinidad a un medio sólido adecuado, de forma tal que son separadas de la solución.

3.3 **Agua para uso y consumo humano**, agua que no contiene contaminantes objetables, ya sean químicos o agentes infecciosos y que no causa efectos nocivos para la salud. También se denomina como agua potable.

3.4 **Características microbiológicas**, debidas a microorganismos nocivos a la salud humana. Para efectos de control sanitario se determina el contenido de indicadores generales de contaminación microbiológica, específicamente organismos coliformes totales y *Escherichia coli* o coliformes fecales.

3.5 **Características físicas y organolepticas**, las que se detectan sensorialmente. Para efectos de evaluación, el sabor y olor se ponderan por medio de los sentidos y el color y la turbiedad se determinan por medio de métodos analíticos de laboratorio

3.6 **Características químicas**, las debidas a elementos o compuestos químicos, que como resultado de investigación científica se ha comprobado que pueden causar efectos nocivos a la salud humana.

3.7 **Características radiactivas**, aquellas resultantes de la presencia de elementos radiactivos

3.8 **Coagulación química**, adición de compuestos químicos al agua, para alterar el estado físico de los sólidos disueltos, coloidales o suspendidos, a fin de facilitar su remoción por precipitación o filtración

3.9 **Contingencia**, situación de cambio imprevisto en las características del agua por contaminación externa que ponga en riesgo la salud humana

3.10 **Desinfección**, destrucción de organismos patógenos por medio de la aplicación de productos químicos o procesos físicos

3.11 **Evaporación**, separación del agua de los sólidos disueltos, utilizando calor como agente de separación, condensando finalmente el agua para su aprovechamiento

3.12 **Filtración**, remoción de partículas suspendidas en el agua, haciéndola fluir a través de un medio filtrante de porosidad adecuada

3.13 **Floculación**, aglomeración de partículas desestabilizadas en el proceso de coagulación química, a través de medios mecánicos o hidráulicos



MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



3.14 Intercambio iónico, proceso de remoción de aniones o cationes específicos disueltos en el agua, a través de su reemplazo por aniones o cationes provenientes de un medio de intercambio, natural o sintético, con el que se pone en contacto.

3.15 Límite permisible, concentración o contenido máximo o intervalo de valores de un componente, que no causará efectos nocivos a la salud del consumidor.

3.16 Neutralización, adición de sustancias básicas o ácidas al agua para obtener un pH neutro

3.16.1 Estabilización, obtención de determinada concentración de sales y pH del agua, para evitar la incrustación o corrosión de los materiales con que se fabrican los elementos que la conducen o contienen

3.17 Osmosis inversa, proceso esencialmente físico para remoción de iones y moléculas disueltos en el agua, en el cual por medio de altas presiones se fuerza el paso de ella a través de una membrana semipermeable de porosidad específica, reteniéndose en dicha membrana los iones y moléculas de mayor tamaño.

3.18 Oxidación, pérdida de electrones de un elemento, ion o compuesto por la acción del oxígeno u otro agente oxidante.

3.19 Potabilización, conjunto de operaciones y procesos, físicos y/o químicos que se aplican al agua en los sistemas de abastecimiento públicos o privados, a fin de hacerla apta para uso y consumo humano.

3.20 Sedimentación, proceso físico que consiste en la separación de las partículas suspendidas en el agua, por efecto gravitacional.

3.21 Sistema de abastecimiento de agua, conjunto de elementos integrados por las obras hidráulicas de captación, conducción, potabilización, desinfección, almacenamiento o regulación y distribución.

4. Límites permisibles de calidad del agua

4.1 Límites permisibles de características microbiológicas

4.1.1 El contenido de organismos resultante del examen de una muestra simple de agua, debe ajustarse a lo establecido en la Tabla 1

TABLA 1

CARACTERÍSTICA	LÍMITE PERMISIBLE
Organismos coliformes totales	Ausencia o no detectables
<i>E. coli</i> o coliformes fecales u organismos termotolerantes	Ausencia o no detectables

4.1.2 Bajo situaciones de emergencia, las autoridades competentes podrán establecer los agentes biológicos nocivos a la salud que se deban investigar

4.1.3 Las unidades de medida deberán reportarse de acuerdo a la metodología empleada

4.1.4 El agua abastecida por el sistema de distribución no debe contener *E. coli* o coliformes fecales u organismos termotolerantes en ninguna muestra de 100 ml. Los organismos coliformes totales no deben ser detectables en ninguna muestra de 100 ml, en sistemas de abastecimiento de localidades con una población mayor de 50 000 habitantes, estos organismos deberán estar ausentes en el 95% de las muestras tomadas en un mismo sitio de la red de distribución, durante un periodo de doce meses de un mismo año

4.2 Límites permisibles de características físicas y organolépticas

4.2.1 Las características físicas y organolépticas deberán ajustarse a lo establecido en la Tabla 2.

TABLA 2

CARACTERÍSTICA	LÍMITE PERMISIBLE
Color	20 unidades de color verdadero en la escala de platino-cobalto
Olor y sabor	Agradable (se aceptarán aquellos que sean tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultado de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o químico)
Turbiedad	5 unidades de turbiedad nefelométricas (UTN) o su equivalente en otro método.


4.3 Límites permisibles de características químicas

4.3.1 El contenido de constituyentes químicos deberá ajustarse a lo establecido en la Tabla 3. Los límites se expresan en mg/l, excepto cuando se indique otra unidad.

TABLA 3

CARACTERÍSTICA	LÍMITE PERMISIBLE
Aluminio	0,20
Arsénico (Nota 2)	0,05
Bario	0,70
Cadmio	0,005
Cianuros (como CN ⁻)	0,07
Cloro residual libre	0,2-1,50
Cloruros (como Cl ⁻)	250,00
Cobre	2,00
Cromo total	0,05
Dureza total (como CaCO ₃)	500,00
Fenoles o compuestos fenólicos	0,3
Hierro	0,30
Fluoruros (como F ⁻)	1,50
Hidrocarburos aromáticos en microgramos/l.	
Benceno	10,00
Etilbenceno	300,00
Tolueno	700,00
Xileno (tres isómeros)	500,00
Manganeso	0,15
Mercurio	0,001
Nitratos (como N)	10,00
Nitritos (como N)	1,00
Nitrógeno amoniacal (como N)	0,50
pH (potencial de hidrogeno) en unidades de pH	6,5-8,5
Plaguicidas en microgramos/l.	
Aldrin y dieldrin (separados o combinados)	0,03
Clordano (total de isómeros)	0,20
DDT (total de isómeros)	1,00
Gamma-HCH (lindano)	2,00
Hexaclorobenceno	1,00
Heptacloro y epóxido de heptacloro	0,03
Metoxicloro	20,00
2,4 - D	30,00
Plomo	0,01
Sodio	200,00
Sólidos disueltos totales	1000,00
Sulfatos (como SO ₄ ⁼)	400,00
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	0,50
Trihalometanos totales	0,20
Yodo residual libre	0,2-0,5
Zinc	5,00

Nota 1. Los límites permisibles de metales se refieren a su concentración total en el agua, la cual incluye los suspendidos y los disueltos

Nota 2. El límite permisible para arsénico se ajustará anualmente, de conformidad con la siguiente tabla de cumplimiento gradual



MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



TABLA DE CUMPLIMIENTO GRADUAL

Límite permisible mg/l	Año
0,045	2001
0,040	2002
0,035	2003
0,030	2004
0,025	2005

4.3.2 En caso de que en el sistema de abastecimiento se utilicen para la desinfección del agua, métodos que no incluyan cloro o sus derivados, la autoridad sanitaria determinará los casos en que adicionalmente deberá dosificarse cloro al agua distribuida, para mantener la concentración de cloro residual libre dentro del límite permisible establecido en la Tabla 3 de esta Norma

4.4 Límites permisibles de características radiactivas.

El contenido de constituyentes radiactivos deberá ajustarse a lo establecido en la Tabla 4. Los límites se expresan en Bq/l (Becquerel por litro)

TABLA 4

CARACTERÍSTICA	LÍMITE PERMISIBLE Bq/l
Radiactividad alfa global	0,56
Radiactividad beta global	1,85

5. Tratamientos para la potabilización del agua

La potabilización del agua proveniente de una fuente en particular, debe justificarse con estudios de calidad y pruebas de tratabilidad a nivel de laboratorio para asegurar su efectividad

Se deben aplicar los tratamientos específicos siguientes o los que resulten de las pruebas de tratabilidad, cuando los contaminantes microbiológicos, las características físicas y los constituyentes químicos del agua listados a continuación, excedan los límites permisibles establecidos en el apartado 4 de esta Norma.

5.1 Contaminación microbiológica

5.1.1 Bacterias, helmintos, protozoarios y virus. Deben desinfectarse con cloro, compuestos de cloro, yodo¹, ozono, luz ultravioleta, plata iónica o coloidal, coagulación-sedimentación-filtración; filtración en múltiples etapas

5.2 Características físicas y organolépticas

5.2.1 Color, olor, sabor y turbiedad - Oxidación-coagulación-floculación-sedimentación-filtración, adsorción en carbón activado.

5.3 Constituyentes químicos.

5.3.1 Arsénico. Coagulación-floculación-sedimentación-filtración, intercambio iónico u ósmosis inversa.

5.3.2 Aluminio, bario, cadmio, cianuros, cobre, cromo total y plomo. Coagulación-floculación-sedimentación-filtración, intercambio iónico u ósmosis inversa.

5.3.3 Cloruros. Intercambio iónico, ósmosis inversa o evaporación

5.3.4 Dureza. Ablandamiento químico o intercambio iónico.

5.3.5 Fenoles o compuestos fenólicos. Oxidación-coagulación-floculación-sedimentación-filtración; adsorción en carbón activado u oxidación con ozono

¹ El cumplimiento del límite permisible de yodo residual libre, es de observancia obligatoria para los responsables de los sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados, en los que se utilice yodo como método de desinfección. La aplicación de yodo como alternativa de desinfección, deberá ser aprobada por la autoridad sanitaria correspondiente.



5.3.6 Hierro y/o manganeso. Oxidación-filtración, intercambio iónico u ósmosis inversa.

5.3.7 Fluoruros. Alúmina activada, carbón de hueso u ósmosis inversa.

5.3.8 Hidrocarburos aromáticos. Oxidación-filtración o adsorción en carbón activado.

5.3.9 Mercurio. Coagulación-floculación-sedimentación-filtración; adsorción en carbón activado granular u ósmosis inversa cuando la fuente de abastecimiento contenga hasta 10 microgramos/l. Adsorción en carbón activado en polvo cuando la fuente de abastecimiento contenga más de 10 microgramos/l.

5.3.10 Nitratos y nitritos. Intercambio iónico o coagulación-floculación-sedimentación-filtración.

5.3.11 Nitrógeno amoniacal. Coagulación-floculación-sedimentación-filtración, desgasificación o desorción en columna.

5.3.12 pH (potencial de hidrógeno). Neutralización.

5.3.13 Plaguicidas. Adsorción en carbón activado granular

5.3.14 Sodio. Intercambio iónico.

5.3.15 Sólidos disueltos totales. Coagulación-floculación-sedimentación-filtración y/o intercambio iónico.

5.3.16 Sulfatos Intercambio iónico u ósmosis inversa

5.3.17 Sustancias activas al azul de metileno. Adsorción en carbón activado.

5.3.18 Trihalometanos. Oxidación con aireación u ozono y adsorción en carbón activado granular

5.3.19 Zinc. Evaporación o intercambio iónico.

5.4 En el caso de contingencia, resultado de la presencia de sustancias especificadas o no especificadas en el apartado 4, las autoridades locales, la Comisión Nacional del Agua, los responsables del abastecimiento y los particulares, instituciones públicas o empresas privadas, involucrados en la contingencia, deben coordinarse con la autoridad sanitaria competente, para determinar las acciones que se deben realizar con relación al abastecimiento de agua a la población

6. Métodos de prueba

La selección de los métodos de prueba para la determinación de los parámetros definidos en esta Norma, es responsabilidad de los organismos operadores de los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano, y serán aprobados por la Secretaría de Salud a través del área correspondiente. Deben establecerse en un Programa de Control de Calidad Analítica del Agua, y estar a disposición de la autoridad competente, cuando ésta lo solicite, para su evaluación correspondiente.

7. Concordancia con normas internacionales y nacionales

Esta Norma Oficial Mexicana no es equivalente a ninguna norma internacional.

8. Bibliografía

8.1 Directrices Canadienses para la Calidad del Agua Potable 6ta. edición. Ministerio de Salud 1996.

8.2 Desinfección del Agua Oscar Cáceres López Lima, Perú Ministerio de Salud Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud 1990.

8.3 Guías para la Calidad del Agua Potable. Volumen 1 Recomendaciones. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud 1985

8.4 Guías para la Calidad del Agua Potable. Volumen 1. Recomendaciones. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud. 1995.

8.5 Guías para la Calidad del Agua Potable Volumen 2. Criterios relativos a la salud y otra información de base. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud 1987.

8.6 Guía para la Redacción, Estructuración y Presentación de las Normas Oficiales Mexicanas. Proyecto de Revisión. SECOFI 1992.

8.7 Guías para la selección y aplicación de tecnologías de desinfección del agua para consumo humano en pueblos pequeños y comunidades rurales en América Latina y el Caribe. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud 1995.



PEMEX

EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN
UNIDAD DE PERFORACIÓN
Y MANTTO DE POZOS

MANUAL DEL DIPLOMADO EN ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO



- 8.8 Guide to Selection of Water Treatment Processes. Carl L. Hamann Jr., P.E. J. Brock Mc. Ewen, P.E. Anthony G. Meyers, P.E.
- 8.9 Ingeniería Ambiental. Revista No. 23. Año 7. 1994.
- 8.10 Ingeniería Sanitaria Aplicada a la Salud Pública. Francisco Unda Opazo. UTEHA 1969.
- 8.11 Ingeniería Sanitaria y de Aguas Residuales Purificación de Aguas y Tratamiento y Remoción de Aguas Residuales. Gordon M. Fair, John C. Geyer, Daniel A. Okun. Limusa Wiley. 1971.
- 8.12 Instructivo para la Vigilancia y Certificación de la Calidad Sanitaria del Agua para Consumo Humano Comisión Interna de Salud Ambiental y Ocupacional. Secretaría de Salud 1987.
- 8.13 Importancia para la Salud Pública de los Indicadores Bacterianos que se Encuentran en el Agua Potable. Martín J. Allen. Organización Panamericana de la Salud, OMS. Lima Perú, 1996.
- 8.14 Integrated Design of Water Treatment Facilities Susumu Kawamura. John Willey and Sons, Inc. 1991.
- 8.15 Manual de Normas de Calidad para Agua Potable Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas. 1982.
- 8.16 Manual de Normas Técnicas para el Proyecto de Plantas Potabilizadoras Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas 1979
- 8.17 Manual de Técnicas Analíticas del Laboratorio Nacional de Salud Pública. Secretaría de Salud.
- 8.18 Método de Tecnología de Substrato Definida para el Conteo Simultáneo Rápido y Específico de los Coliformes Totales y la *Escherichia coli* del agua Stephen C. Edberg, Martin J. Allen & Darrell B. Smith Journal Association Official Analytical Chemists (Vol. 74 No. 3, 1991)
- 8.19 Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM- -SSA1- 1996 Vigilancia y evaluación del control de la calidad del agua para uso y consumo humano, distribuidas por sistemas de abastecimiento público
- 8.20 Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios. Diario Oficial de la Federación 18 de enero de 1988
- 8.21 Regulaciones Nacionales Primarias del Agua Potable, Técnicas Analíticas bacteria coliforme. Agencia de Protección Ambiental (USA) 1992
- 8.22 Revision of the WHO Guidelines for Drinking-Water Quality IPS International Programme on Chemical Safety United Nations Environment Programme International Labour Organization World Health Organization 1991.
- 8.23 WHO Guidelines for Drinking-Water Quality Volume 1 Recommendations World Health Organization 1992
- 8.24 Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 19th Edition American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation 1995
- 8.25 WHO Guidelines for Drinking-Water Quality. Volume 2. Health Criteria and Other Supporting Information Chapter 1 Microbiological Aspects United Nations Environment Programme International Labour Organization World Health Organization 1992

9. Observancia de la Norma

La vigilancia del cumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana corresponde a la Secretaría de Salud en coordinación con los gobiernos estatales, municipales, el Gobierno del Distrito Federal, las Comisiones Estatales de Agua y Saneamiento y la Comisión Nacional del Agua, en sus respectivos ámbitos de competencia

10. Vigencia

La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor a los noventa días de su publicación en el Diario Oficial de la Federación

Sufragio Efectivo No Reelección

México, D.F., a 20 de octubre de 2000 - El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, Javier Castellanos Coutiño - Rúbrica

Cuadro 7-2 Metodos de tratamiento más efectivos para la remocion de contaminantes inorgánicos.

<i>Contaminante</i>	<i>Metodos mas efectivos</i>
Arsénico: As ⁺³	Coagulación con sulfato férrico, pH 6-8 Coagulación con sulfato de aluminio, pH 6-7 Ablandamiento mediante cal-sosa sobrante Oxidación antes del tratamiento requerido
As ⁺⁵	Coagulación con sulfato férrico, pH 6-8 Coagulación con sulfato de aluminio, pH 6-7 Ablandamiento mediante cal-sosa sobrante
Bario	Ablandamiento mediante cal-sosa, pH 10-11 Intercambio iónico
Cadmio Cd ⁺²	Coagulación con sulfato férrico, pH por encima de 8 Ablandamiento mediante cal-sosa Ablandamiento mediante cal-sosa sobrante
Cromo: Cr ⁺³	Coagulación con sulfato férrico, pH 6-9 Coagulación con sulfato de aluminio, pH 7-9 Ablandamiento mediante cal-sosa sobrante
Cr ⁶	Coagulación con sulfato ferroso, pH 7-9.5
Fluoruros	Intercambio iónico con alúmina activada o substratos de carbón de hueso
Plomo	Coagulación con sulfato férrico, pH 6-9 Coagulación con sulfato de aluminio, pH 6-9 Ablandamiento mediante cal-sosa Ablandamiento mediante cal-sosa sobrante
Mercurio: Inorgánico Orgánico	Coagulación con sulfato férrico, pH 7-8 Carbón granular activado
Nitratos	Intercambio iónico
Selemio: Se ⁺⁴	Coagulación con sulfato férrico, pH 6-7 Intercambio iónico Osmosis inversa
Se ⁺⁶	Intercambio iónico Osmosis inversa
Plata	Coagulación con sulfato férrico, pH 7-9 Coagulación con sulfato de aluminio, pH 6-8 Ablandamiento mediante cal-sosa Ablandamiento mediante cal-sosa sobrante

Cuadro 7-3 Porcentaje de remoción de sustancias orgánicas mediante procesos de tratamiento de agua.

	Reduc. Edrin %	Reduc. Lindane %	Reduc. Toxaphene %	2,4-D. % de reducción			
				Sal de sodio	Ester Isoprop	Ester Butilo	Ester Isooct
Coagulación, filtración y adsorción con:	35	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Carbón activado en polvo, mg/l:							
5-9	85	30	93				
10-19	92						
20-29	80	55			90	90	90
30-39	94	80-90		90			
40-49					97	97	
50-59	98						97
70-79		99			98		
Carbón activado granular, 7-5 minutos de contacto	> 99	> 99					
Oxidación:							
Cloro, mg/l:							
5	< 10	< 10					
8		< 10					
50		< 10					
100			< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Ozono, mg/l:							
11		< 10					
38		5.5					
Permanganato de potasio, mg/l:							
10		< 10		< 10	< 10	< 10	< 10
40		< 10					

su costo generalmente es superior al de una remoción equivalente usando carbón activado.

En general, se considera que las columnas de carbón granular activado brindan el tratamiento más estable y confiable. Ellas pueden usarse sin necesidad de pretratamiento en aguas subterráneas y otros abastecimientos con baja turbidez. Cuando el agua cruda contiene una turbidez significativa, generalmente es necesario aplicar un tratamiento convencional antes de usar las columnas de carbón granular. De otra manera, se producen altos niveles de obstrucción, lo que causa un prematuro agotamiento de carbón y, por consiguiente, compras más frecuentes de este costoso insumo.

Remoción de precursores

Se ha mencionado anteriormente que un tópico de gran preocupación en algunas naciones indus-

trializadas, es actualmente la formación de hidrocarburos clorados como resultado de las reacciones entre el cloro y los ácidos húmicos u otras sustancias orgánicas presentes en el agua cruda. Esta situación es algo irónica, pues estas sustancias químicas que podrían ser potencialmente dañinas se forman mediante la reacción entre sustancias orgánicas inocuas que se presentan en forma natural en el agua cruda y el cloro que se añade para proteger la salud pública mediante la desinfección de dicha agua.

La preocupación respecto a los hidrocarburos clorados resultantes se basa en que se ha demostrado, o se sospecha, que algunos de ellos pueden causar cáncer en los humanos cuando se les aplica en altas dosis. Aquí, la cuestión de importancia crucial es el riesgo (de existir alguno) a que está expuesta una población que consuma durante muchos años agua potable con una concentración muy baja de hidrocarburos clorados. Actualmente, existe una