

N° 105
2EJ.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**OPERACION Y MANTENIMIENTO DE
SISTEMAS DE ALCANTARILLADO**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :
JESUS MARIA RUIZ ARIAS

MEXICO, D. F.

1992

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

	PAGINA
INDICE	i
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO	
I.1.- Antecedentes	4
I.2.- Tipos de Alcantarillado	5
I.3.- Principales componentes de un sistema de alcantarillado	
I.3.1.- Tuberías o Conductos	6
I.3.2.- Pozos de visita	9
I.3.3.- Pozos de caída	14
I.3.4.- Pozos de absorción	16
I.3.5.- Coladeras	17
I.4.- Estructuras	
I.4.1.- Tanques regularizadores	18
I.4.2.- Tanques lavadores	18
I.4.3.- Regularizadores de gasto	18
I.4.4.- Trampas de grasa	19
I.4.5.- Sifones invertidos	19
I.4.6.- Estaciones de bombeo	21
I.4.7.- Presas y lagunas de regulación	21

CAPITULO II PROBLEMAS MAS FRECUENTES EN LA OPERACIÓN

II.1.- Inundaciones	27
II.1.1.- Insuficiencia de atarjea y/o colector	28
II.1.2.- Escurrimientos superficiales incontrolados	28
II.1.3.- Falta de energía eléctrica	29
II.2.- Explosiones	29
II.3.- Ruptura de tubos	30
II.4.- Fugas	30
II.5.- Sísomos	30
II.6.- Hundimiento y ruptura de brocales	32
II.7.- Falta de refacciones	33
II.8.- Accidentes	33

CAPITULO III PROBLEMAS MAS FRECUENTES EN EL MANTENIMIENTO

III.1.- Azolves	38
III.2.- Reparación y reposición de accesorios y piezas	40
III.3.- Recursos	43
III.3.1.- Economico	43
III.3.2.- Equipo y materiales	43
III.2.2.- Personal	44

CAPITULO IV CONCEPTOS DE MANTENIMIENTO

IV.1.- Mantenimiento	45
IV.2.- Mantenimiento Preventivo	45
IV.3.- Mantenimiento Correctivo	45
IV.4.- Inspección	46
IV.5.- Seguridad	50
IV.6.- Conservación y Limpieza	51
IV.6.1.- Desazolve	52
IV.6.1.1.- Desazolve Manual	53
IV.6.1.2.- Desazolve con equipo Mecánico	53
IV.6.1.3.- Desazolve con equipo Hidroneumático	64
IV.7.- Supervisión	70

CAPITULO V MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

V.1.- Antecedentes	75
V.2.- Especificaciones Generales	76
V.3.- Descripción del sistema	77
V.4.- Organización de la operación y el mantenimiento	78
V.5.- Actividades de la operación	79
V.6.- Actividades del mantenimiento	85
V.7.- Emergencias	88

	PAGINA
V.8.- Seguridad e higiene	89
V.10.- Legislación	94
CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
VI.1.- Conclusiones	96
VI.2.- Recomendaciones	100
ANEXOS	
ANEXO No.1....Reglamento del Servicio de Agua Potable y Drenaje para el D.F. .	102
ANEXO No.2....Reglamento para la prevención y control de la contaminación de aguas	108
ANEXO No.3....Ley Federal de Aguas	109
ANEXO No.4....Cargas sobre Tuberías	110
ANEXO No.5....Corrosión de las alcantarillas	114
ANEXO No.6....Gases, Vapores y Líquidos Nocivos	116
REFERENCIAS	118
BIBLIOGRAFÍA	119

INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los elementos esenciales para la vida y los ecosistemas. El hombre aprovecha este líquido en diversos menesteres y con finalidades diferentes. La requiere para bebida, higiene, como fuente de energía, etc. Para obtener el agua en cantidad suficiente y con calidad adecuada es necesario ejecutar diversas obras, ya sea para su captación en el sitio en que se encuentra en la naturaleza, para su transporte o para modificar su calidad.

En todas las comunidades o asentamientos urbanos se requiere que de manera rápida y eficiente se aleje toda aquella agua utilizada en viviendas, lugares públicos, industrias y otros sitios, debido a que ésta deja de ser potable al entrar en contacto con agentes químicos y sustancias líquidas y sólidas, además de heces fecales que contienen bacterias patógenas riesgosas para la salud, pudiendo incluso llegar a provocar enfermedades diarreicas tales como: enteritis, paratifoideas, disentería bacilar, cólera y fiebre tifoidea entre otras, que en muchos casos pueden ser mortales. De igual manera en las zonas habitables existe la necesidad de desalojar o encauzar el agua de lluvia para evitar inundaciones u otros problemas que esta pueda causar. También puede llegar a presentarse la necesidad de entubar algún canal o río, o controlar una cierta cantidad de agua freática para evitar inundaciones en obras subterráneas permanentes como, pasos a desnivel peatonales o vehiculares o sistemas de transporte subterráneo como el metro de la ciudad de México. La infraestructura que permite dar solución a esta serie de problemas es en su conjunto lo que se denomina Sistema de alcantarillado. La operación y el mantenimiento de estas obras

requiere que desde su planeación cuente con un adecuado programa de OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO del mismo modo que ayude a conservarlo en las condiciones mas óptimas.

Por tal motivo el principal objetivo de esta tesis es el de analizar los problemas más frecuentes que se presentan en la operación y en el mantenimiento de sistemas de alcantarillado y describir los lineamientos generales para la elaboración de manuales de Operación y Mantenimiento para cada caso particular.

Para poder analizar la problemática de los sistemas de alcantarillado en la forma más general se tomó como referencia a la Ciudad de México, por el hecho de ser una de las más grandes del mundo, así como por su topografía, por su tipo de suelo, su clima, etc, de tal forma que su sistema de alcantarillado presenta muchas complejidades en su operación y mantenimiento.

La estructura de este trabajo comprende seis capítulos los cuales se ordenaron de una manera lógica y secuencial. En el primer capítulo se dan algunos antecedentes del surgimiento de importantes sistemas de alcantarillado a nivel mundial y de México. Posteriormente se hace una descripción general de un sistema de alcantarillado y de las partes que lo constituyen; en el segundo capítulo se mencionan los problemas más frecuentes que se pueden presentar en la operación de éstos; en el siguiente punto al igual que en el capítulo anterior se describen los problemas más frecuentes en el mantenimiento; en el capítulo número cuatro se mencionan los conceptos más importantes de mantenimiento; en el quinto se presentan los lineamientos generales para la elaboración de manuales de Operación y Mantenimiento, y en el último se establecen algunas conclusiones y

recomendaciones producto de la investigación realizada.

CAPITULO I

DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO

I.1.- Antecedentes

La historia de los alcantarillados comienza desde tiempos remotos. A nivel mundial se tienen noticias de que algunos pueblos, como los antiguos romanos, construyeron canales en las calles de sus ciudades principalmente para drenar el agua superficial producida por la lluvia. En tiempos más modernos se tiene registrada la construcción del primer colector de gran tamaño para la ciudad de Nueva York en 1805. Posteriormente en Londres y Boston se permite la descarga de excretas en sus alcantarillas y principia la construcción de grandes colectores en París. En 1842 se realiza la construcción del alcantarillado de Hamburgo y en 1857 el diseño del alcantarillado de Brooklyn y Chicago, asimismo en 1915 se termina la construcción del alcantarillado de Baltimore.

De igual manera en la ciudad de México desde la época prehispánica los problemas hidráulicos han adquirido importancia. La ubicación de la gran Tenochtitlan en un valle cerrado de 2,240 m. de altura, con lluvias temporales y en general intensas y de corta duración, ha obligado crear a lo largo de la historia de la ciudad de México grandes obras hidráulicas para evitar las inundaciones.

Estas obras constituyeron verdaderos retos de ingeniería que se caracterizaron por su complejidad técnica y altos costos, para llevarlas a cabo; se requirió del talento y participación de destacados ingenieros.

Así, las primeras obras del sistema de drenaje, se remontan a la época prehispánica como el albaradón de Netzahualcoyotl que fue construido para separar y controlar las aguas dulces y saladas del lago de Texcoco. Posteriormente en el siglo XVIII, Enrrico Martínez realizo el tajo de Nochistongo que destaca por ser la primera salida artificial de aguas residuales del valle de México; a éste siguieron el gran canal del desagüe y los dos túneles de Tequixquiac a principios de este siglo.

Recientemente como producto de un plan general de drenaje de la ciudad, y ante la problemática que representa el hundimiento del subsuelo y la necesidad de contar con un sistema de drenaje más versátil y eficiente, se construyeron las primeras etapas del drenaje profundo, que constituye la cuarta salida artificial del Valle de México.

En cuanto a los alcantarillados para fines sanitarios como actualmente se conocen, estos son de uso muy reciente, pues no fue sino hasta el siglo XIX en que, utilizando tuberías subterráneas, en algunas ciudades Europeas y de los Estados Unidos de Norteamérica, se vertieron las materias fecales de la población para ser conducidas por una corriente de agua y de esta manera alejar de forma segura los desechos domiciliarios.

I.2.- Tipos de alcantarillado

Conociendo la importancia del agua, el hombre ha diseñado notables obras de conducción para llevar el preciado líquido hasta el interior de las viviendas, industrias y lugares públicos entre otros.

El tener que retirar el agua ya utilizada obligó a la creación de obras que en su conjunto integran el Alcantarillado Sanitario el cual permite alejar de las localidades en forma rápida y segura las aguas residuales generadas en distintas actividades humanas.

Con el crecimiento de las poblaciones, para evitar daños en las mismas y las molestias que causan los escurrimientos superficiales motivados por las precipitaciones pluviales, se construyen los alcantarillados que, denominados de forma similar Alcantarillado Pluvial, aleja de las poblaciones con la rapidez descada las aguas de lluvia.

Por razones económicas, en algunos casos se recurre al empleo de alcantarillados combinados, que permiten alejar tanto las aguas negras como las aguas pluviales en forma simultánea.

I.3.-Principales componentes de un sistema de alcantarillado

I.3.1.- Tuberías y conductos

Son la parte medular de un sistema de alcantarillado ya que por medio de éstos elementos es posible desalojar de manera rápida y segura las aguas sucias. Estos reciben diversos nombres a lo largo del sistema (ver figura I.1) como a continuación se mencionan:

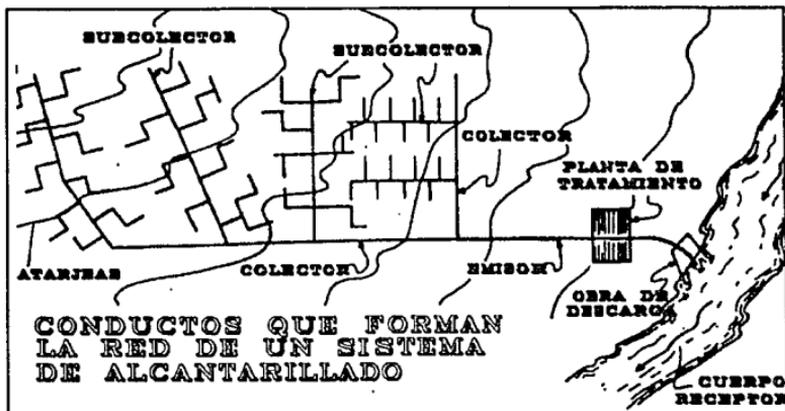


Fig. I.1

Albañal

Conducto que desaloja aguas pluviales y residuales comprendida desde el parámetro o lineamiento del predio, hasta la conexión a la atarjea.

Atarjea

Conductos de menor diámetro en la red, colocados generalmente por el eje de la calle, su diámetro mínimo es de 20 cm.

Subcolector

Tuberías que captan las aguas que llevan las atarjeas, generalmente son de mayor diámetro que las atarjeas.

Colector

Conductos que captan el agua de los subcolectores y atarjeas, por lo cual tienen un diámetro mayor.

Emisor

Es generalmente el conducto al cual ya no se conectan descargas y tiene como objetivo el conducir los volúmenes de agua captados por todo el sistema de tuberías hasta el lugar donde se tratarán o verterán las aguas.

Las tuberías que se utilizan en la actualidad en la construcción de sistemas de alcantarillado se fabrican en forma comercial es decir que se elaboran bajo condiciones estándar con materiales y diámetros específicos. Entre los factores importantes que hay que tomar en cuenta al elegir el material para la construcción de una tubería figuran: la resistencia a la corrosión, la resistencia mecánica, la duración, el peso, la impermeabilidad y el costo.

Los materiales con los que generalmente se construyen son los siguientes: concreto simple y concreto reforzado, asbesto cemento, barro vitrificado o vidriado (casi en desuso), fierro fundido, acero, policloruro de vinilo (PVC) y polivinilo de alta densidad.

En los albañales generalmente se utilizan tuberías de concreto simple, PVC y en ocasiones en las industrias se utilizan otros materiales como barro vidriado y PVC para poder resistir los ataques que pudieran producir las sustancias que son vertidas junto con el agua, o bien de fierro fundido o acero cuando hay tránsito de vehículos pesados y las

tuberías no pueden ser alojadas a mucha profundidad. En las redes de alcantarillado normalmente se utilizan las tuberías de concreto simple y reforzado, usando tuberías de fierro fundido o acero en cruces de ríos, arroyos u otros obstáculos naturales. Los tubos de asbesto y PVC se utilizan generalmente cuando existe un nivel freático alto debido a que su tipo de junta y material reducen notablemente el ingreso del agua al interior. Las tuberías en polivinilo de alta densidad se utilizan generalmente en terrenos muy accidentados topográficamente, rocosos o bien en zonas de nivel freático alto.

Los canales a cielo abierto son conductos superficiales naturales o artificiales que recogen, conducen, transportan y evacuan agua a la intemperie, estos son construidos habriendo una zanja en el terreno natural por el cual pasaran, y dependiendo de las características del suelo pueden o no ser revestidos con diversos materiales.

1.3.2.- Pozos de visita

Son estructuras de acceso que permiten la limpieza e inspección del alcantarillado, y deben tener la sección adecuada que permita el acceso fácil para su limpieza y mantenimiento. Se instalan en el comienzo de las atarjeas, en cambios de dirección y de pendiente a una distancia dependiendo del diámetro de la tubería, para permitir la conexión de otras atarjeas o colectores, y cuando haya necesidad de cambiar de diámetro. Dentro de este tipo de pozos cabe mencionar los siguientes:

Pozos de vista común

Se utilizan para tuberías de 20 a 61 cm. de diámetro (ver fig.1.2)

POZO DE VISITA COMÚN

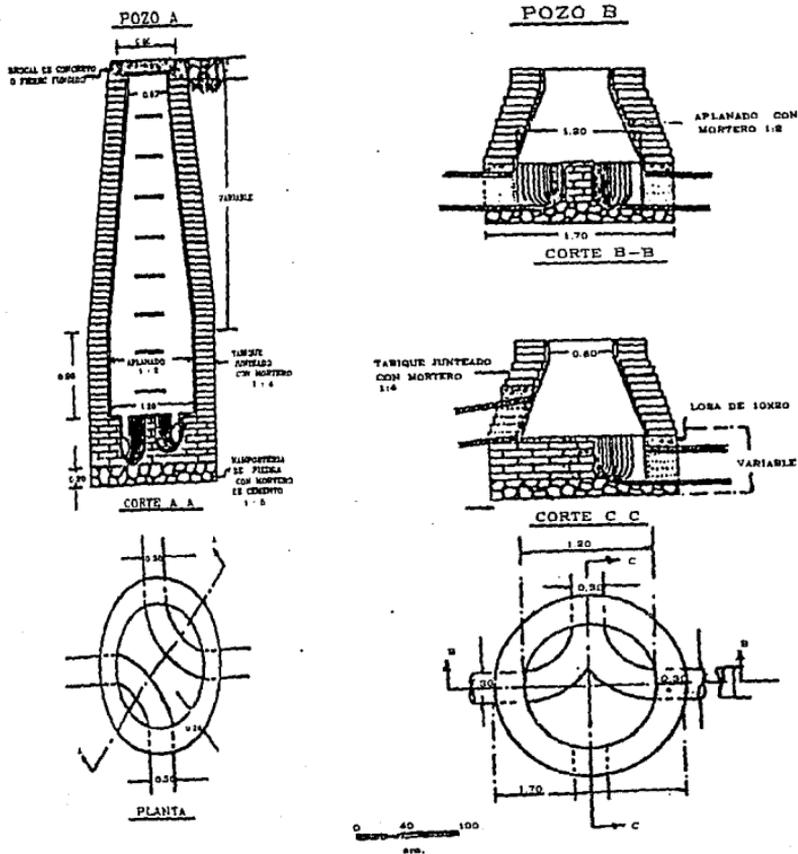


Fig 1.2

Pozos de visita especial

Se utilizan para tuberías de 76 a 106 cm. de diámetro (ver fig. 1.3)

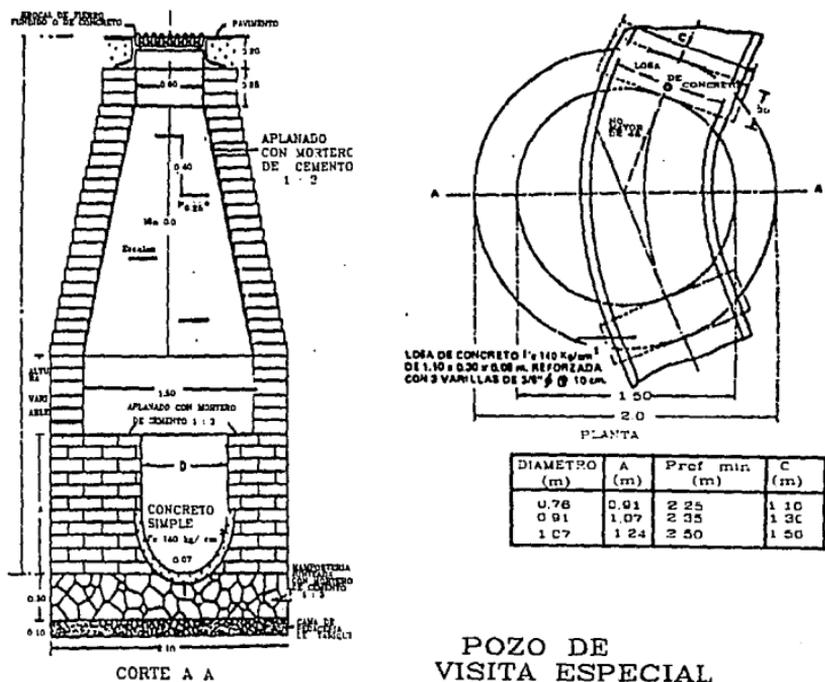


Fig.1.2

Pozos caja de visita

Se construyen para situaciones especiales. (ver fig. 1.4)

POZO CAJA DE VISITA

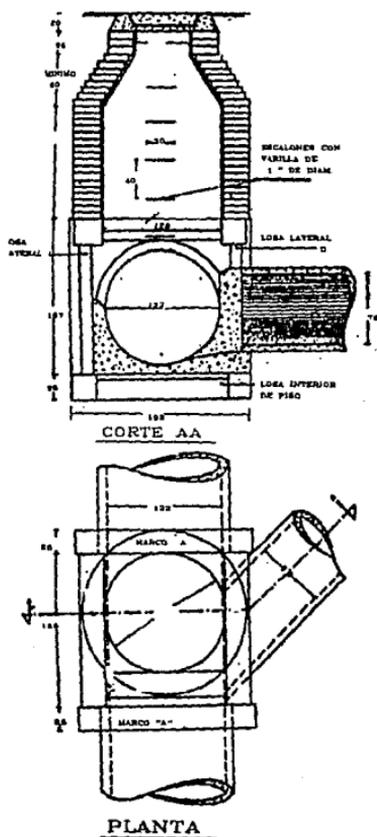


Fig. 1.4

Pozos para conexiones oblicuas

Son idénticos a los pozos de visita común y especial, con la salvedad de que la conexión es en forma oblicua. (ver fig. 1.5)

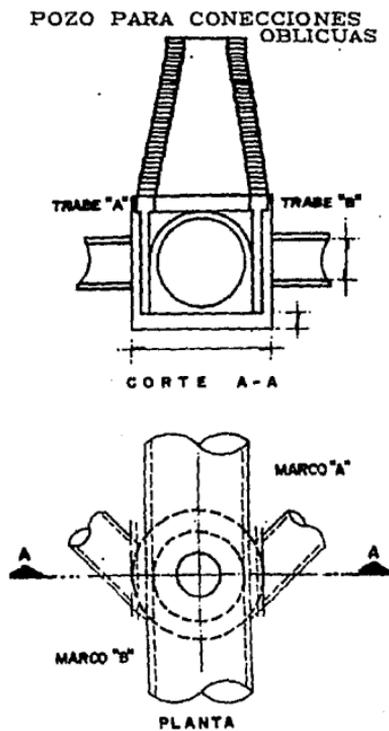
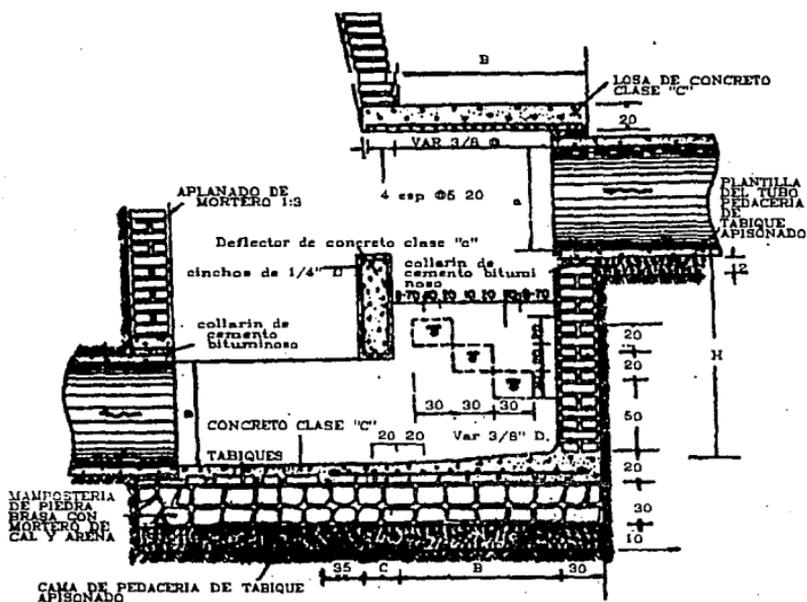


Fig. 1.5

I.3.3.- Pozos de caída

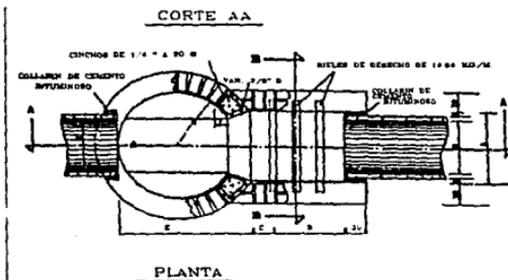
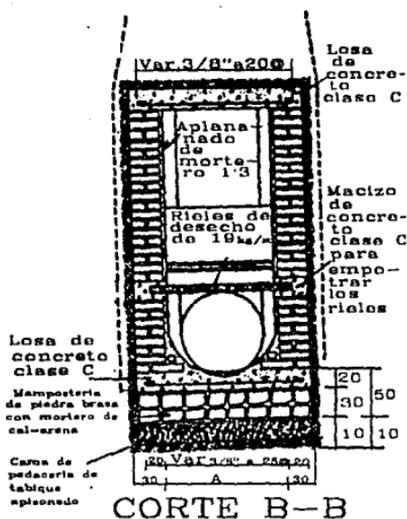
Cuando la topografía del terreno lo exige o por que se tienen que respetar ciertas elevaciones de plantillas de tubo se construyen estructuras especiales que permiten cambios bruscos de nivel. (ver figuras 1.6 y 1.7)

POZO CON CAÍDA



CORTE AA

Fig. I.6



CARACTERISTICAS							
D	R	A	B	C	E	F	G
30 A 60	60	80	110	29	112	15	131
76	75	100	130	28	129	20	137

Fig. 1.7

1.3.4.- Pozos de absorción

En lugares donde se carece de infraestructura de drenaje, se construyen pozos de absorción, con la finalidad de desalojar las aguas pluviales cuando la topografía y la permeabilidad del terreno lo permiten. De manera directa contribuyen también a la recarga del acuífero. (Ver fig 1.8)

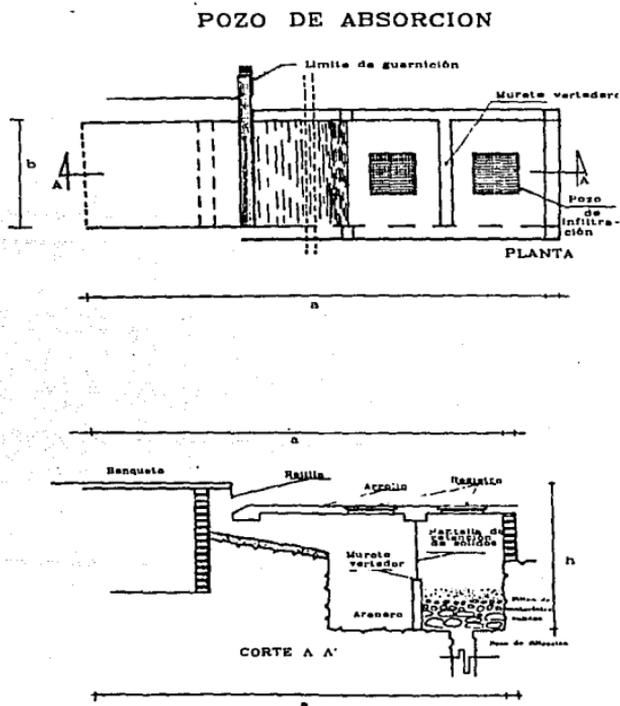


Fig. 1.8

Fig. 1.8

1.3.5.- Coladeras

Son dispositivos que permiten la entrada del agua pluvial al alcantarillado, así como las aguas que escurren por las calles. Las coladeras pueden definirse como coladeras de banqueta, de piso o de piso y banqueta. (ver fig 1.9)

Cuando las vialidades son de pendiente pronunciada, se construyen a lo largo de las mismas coladeras denominadas "Bocas de tormenta", que son capaces de desalojar de manera efectiva el agua pluvial que escurre a gran velocidad.

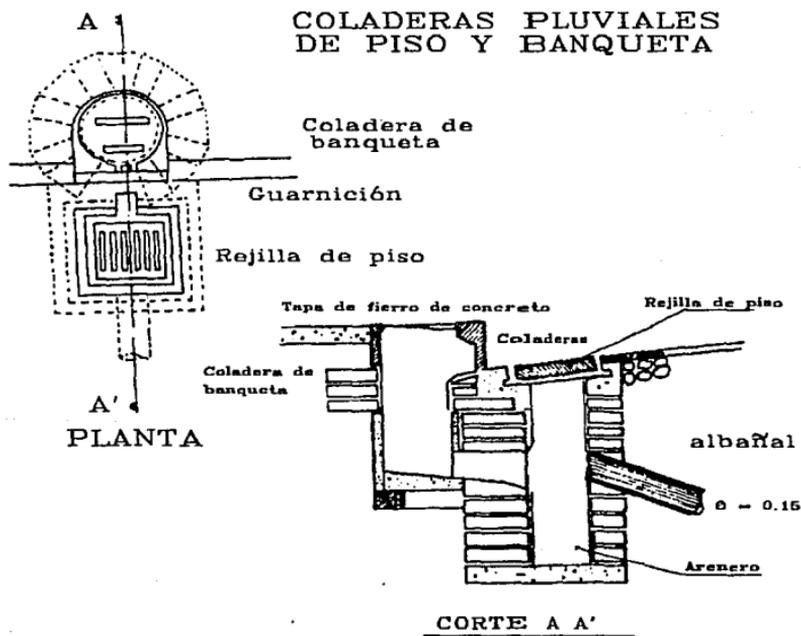


Fig. 1.9

I.4.- Estructuras

I.4.1.- Tanques regularizadores

Los tanques regularizadores para aguas negras no son muy usuales, pero en muchos casos se utilizan los tanques regularizadores de aguas pluviales (Tanques de tormenta) para almacenar temporalmente los escurrimientos producidos por las lluvias.

I.4.2.- Tanques lavadores

Algunos sistemas de alcantarillado son diseñados con tanques que almacenan aguas no potables con el fin de que al descargarlos intermitentemente a velocidades adecuadas proporcionen a la red de alcantarillado una limpieza, sobre todo en los tramos donde no se tiene la pendiente necesaria; estos tanques pueden ser operados de forma manual o de manera automática, en la actualidad con la escasez de agua potable, estos accesorios resultan obsoletos, y en los lugares donde se hacen indispensables, se deben verificar que sean abastecidos con aguas residuales tratadas.

I.4.3.- Regularizadores de gasto

Utilizados comúnmente en sistemas de alcantarillado combinado para desviar caudales y así evitar sobrecargas en tuberías o estaciones de bombeo o derivar caudales para

un uso específico, especialmente para cuando se determina el surtimiento de aguas negras en las plantas de tratamiento o cuando se trata de aliviar algunos conductos para disminuir los gastos que por alguna razón se hallan incrementado.

I.4.4.- Trampas de grasa

Aunque estrictamente hablando las trampas de grasa no forman parte de un sistema de alcantarillado es necesario que se construyan en casos especiales por la retención de grasa y aceites que pueden provocar incrustaciones en las tuberías y reducción de sus diámetros y capacidades, o bien sustancias químicas que pueden producir explosiones o corrosiones en las tuberías, estas estructuras son muy comunes en las zonas fabriles y en las zonas urbanas donde se tienen restaurantes o comercios de este tipo donde son vertidos al alcantarillado gran cantidad de grasas.

I.4.5.- Sifones invertidos

Normalmente a lo largo del trazo de una tubería se presentan obstáculos como arroyos, ríos, pasos a desnivel, etc.. Estas obstrucciones generalmente se salvan pasando la línea de conducción por debajo de los elementos obstaculizantes por medio de cambios de dirección verticales, de tal manera que la tubería vuelva a alcanzar después de cruzar el obstáculo, el nivel que tenía anteriormente. (ver fig. 1.10)

Las tuberías que conforman el sifón trabajan completamente llenas y en consecuencia a presión, dado que se encuentran en un nivel inferior al del gradiente hidráulico.

SIFON INVERTIDO

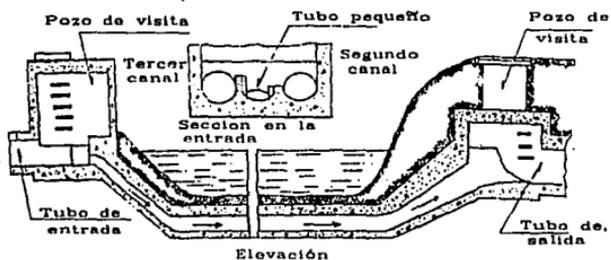
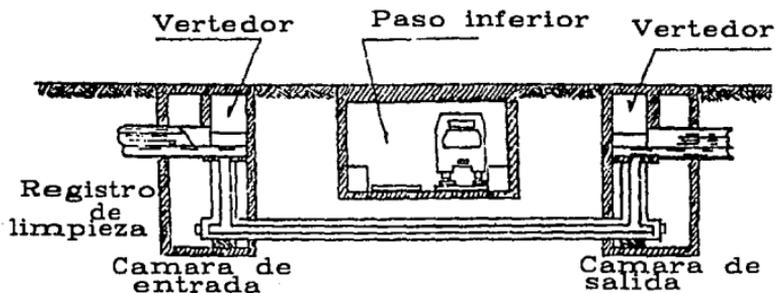


Fig. 1.11

1.4.6.- Estaciones de bombeo

Una estación de bombeo consiste en una obra de ingeniería con instalaciones especiales para recibir un cierto volumen de agua, y mediante un equipo de bombeo se lleva a una cierta altura por encima del nivel donde se localiza la estación y posteriormente verterla a conductos, ya sea colectores o emisores. Estas estaciones son necesarias cuando se requiere dar carga hidráulica al agua a fin de que pueda manejarse adecuadamente en una planta de tratamiento o cuando las condiciones topográficas del terreno lo exigen ya que puede existir alguna depresión o asentamiento de este. También es recomendable cuando los costos de construcción de las redes son muy elevados debido a las profundidades que se necesitan para que las tuberías operen por gravedad.

Además por el rápido crecimiento urbano que se registra en las ciudades y ante la necesidad de mejorar la fluidez de los desplazamientos de los usuarios de un punto a otro de la ciudad se han tenido que construir estructuras de obra civil bajo la superficie como sistemas de transporte, avenidas importantes o pasos peatonales con el fin de evitar congestionamientos tanto viales como peatonales, y dar seguridad a las personas que los utilizan, por las profundidades a las que estos se encuentran regularmente se tiene que abatir el nivel de aguas frías, así como desalojar las pluviales que se concentran en la carpeta asfáltica, estos gastos son conducidos hacia un carcamo y bombeados hacia la red municipal, a fin de mantener la estructura con la mínima humedad posible.

1.4.8.- Presas y Lagunas de Regulación

Son aquellos depósitos destinados a la captación de aguas pluviales y residuales para su almacenamiento temporal con el propósito de regular los excedentes en la red principal de drenaje.

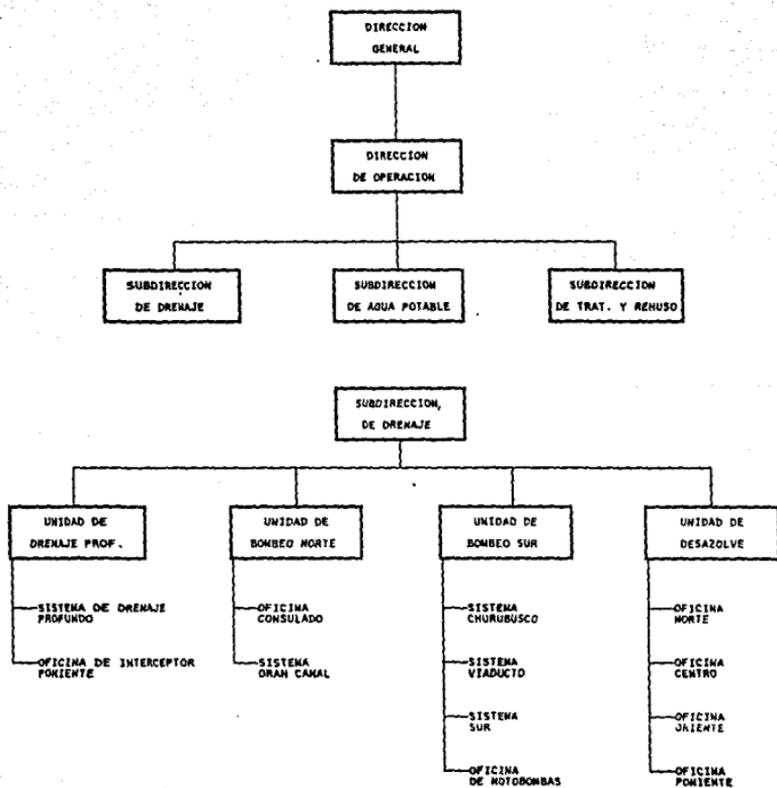
CAPITULO II

PROBLEMAS MAS FRECUENTES EN LA OPERACIÓN

En el aspecto teórico y en términos generales se entiende por operación a la acción o efecto de maniobrar o manejar instrumentos, mecanismos, equipos o artículos propios de una instalación u obra dedicada a la producción o al servicio.

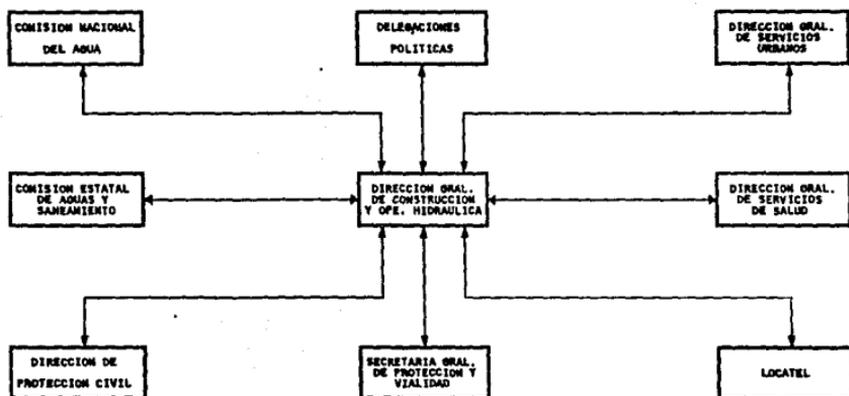
En referencia a los sistemas de alcantarillado la operación de éstos se establece cuando los componentes que lo constituyen están funcionando como fueron diseñados y construidos.

Es muy importante considerar que por el desgaste a través del tiempo de los elementos que componen un sistema de alcantarillado, como tuberías, estructuras, equipos, etc., o por otras razones como sismos (los cuales pueden romper tubos o fracturarlos) y lluvias extraordinarias (que sobrepasen la capacidad del sistema) entre otras el sistema puede no cumplir en un 100% los fines para los cuales fue construido, por tal motivo es indispensable llevar un control permanente de la operación del mismo. Cuando el sistema es grande y complejo conviene dividir por sectores los frentes de trabajo lo cual permite tener una operación más particular e independiente. De esta forma la organización de la operación se facilita y se pueden resolver los problemas que se presentan con mayor prontitud. A modo de ejemplo en el organigrama 2.1 se puede apreciar la organización para la operación del sistema de alcantarillado que existe en la ciudad de México por medio de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (D.G.C.O.H.).



ORGANIGRAMA 2.1

De igual manera cuando los problemas se amplifican, y la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica requiere de ayuda, puede recurrir a las instancias que se muestran en el esquema 2.2



Esquema 2.2

Coordinación para la atención de problemas durante
la temporada de lluvias

La estructuración para el control del Sistema de Drenaje de la ciudad de México ha sido el resultado de la recopilación de experiencias tomadas a lo largo de la historia y que datan desde la época prehispánica, ya que desde entonces se tuvieron que afrontar serios problemas como los que se muestran en la tabla 1.

CRONOLOGÍA DE INUNDACIONES Y OBRAS DE DRENAJE EN LA CIUDAD DE MÉXICO					
EPOCA	AÑO	CAUSA	CONSECUENCIA	OBRA	
PREHISPANICA	1450	Insuficiencia del lago de Texcoco	Inundación de toda la ciudad	Albarradon de Netzahuicoyotl	
	1499	Ruptura de Acueducto de Coyoacán	Inundación de toda la ciudad		
COLONIAL	1555	Falta de acequias y canales	Inundación de toda la ciudad	Albarradon de San Lázaro	
	1580	Falta de diques e insuficiencia del lago	Inundación de toda la ciudad		
	1607	Insuficiencia del lago de Méx	Inundación de toda la ciudad		
	1629	Insuficiencia del Albarradon de San Lázaro y Presa Acolman	Inundación de toda la ciudad	Socavón de Nochistongo Tajo de Nochistongo	
	1707	Falta de capacidad del lago de Texcoco	Se inunda la zona Norte		
	1714	Un temblor hace fallar la estructura del lago de México	Se inunda la zona Norte		
INDEPENDIENTE	1866	Insuficiencia de infraestructura de drenaje	Inundación de varias zonas de la ciudad	Túnel de Tequiquiac Gran canal de desagüe Primer drenaje gral.	
	1885				
	1900				
MODERNO	1940	El sistema de drenaje se torna insuficiente	Inundación de las zonas bajas de la ciudad	Ampliación de la infraestructura de drenaje general	
	1941	Surgen desbordamientos en los rios del Ote	Inundación de la red, poca altura de agua		
	1950	Debido al aumento de población se torna insuficiente el sistema de drenaje	Se inundan las 2/3 partes de la ciudad		
	1960	insuficiencia del sistema de drenaje	Encharcamientos en varios puntos de la ciudad		Interceptor de Pie. Ampliación de rehabilitación del gran canal Drenaje profundo Drenaje gral.
	1968				
1975					
1980					
1981					

Tabla No. 1

La descripción de la operación de los componentes que integran los Sistemas de Alcantarillado se tratarán con mayor detalle en el capítulo número cinco, y en éste únicamente se describen los problemas más frecuentes que normalmente se presentan en la operación de éstos y que básicamente son los siguientes:

- Inundaciones
- Explosiones
- Ruptura de tubos
- Fugas
- Sismos
- Hundimiento y ruptura de brocales
- Refacciones
- Accidentes

II.1.- Inundaciones

Este problema puede presentarse en cualquier época del año ya sea por el desbordamiento de algún río o por el azolvamiento total de algún pozo, pero generalmente se presenta en época de lluvias ya que el gasto de agua a manejar se incrementa de manera considerable y las causas son las siguientes:

- Insuficiencia de atarjea y/o colector
- Escurrimientos superficiales incontrolados
- Falta de energía eléctrica

II.1.1.- Insuficiencia de atarjea y/o colector

Normalmente en las zonas urbanas se llegan a presentar asentamientos no planeados los cuales requieren de todos los servicios razón por la que llegan a conectarse a la red mas próxima incrementando la aportación para la que inicialmente fue diseñada; aunado a esto también es importante considerar que la basura y sedimentos que se depositan en el fondo reducen la capacidad de la atarjea y/o colector, por estas razones en el alcantarillado pluvial o combinado en la temporada de lluvias, frecuentemente el diámetro de los conductos no es suficiente y da lugar a inundaciones. Además cabe también la posibilidad de que se presente una lluvia de corta duración pero de gran intensidad que obligue operar a los conductos a tubo lleno, muchas veces a tal grado que el agua llega a salir por los pozos no permitiendo además el acceso de las aguas que aportan a éstos, provocándose de esta manera inundaciones.

II.1.2.- Escurrimientos superficiales incontrolados

Normalmente una red de alcantarillado combinado o pluvial contempla tanto zonas altas como bajas y además las lluvias no se presentan con la misma intensidad y duración a la vez, por tal motivo cuando los pozos de aguas arriba llegan a tener una gran aportación de agua de lluvia, puede repercutir en los pozos aguas abajo ya que el tubo probablemente esté operando lleno no permitiendo el acceso de agua a

estos pozos.

II.1.3.- Falta de energía eléctrica

La falta de energía eléctrica provoca grandes problemas en las plantas de bombeo así como en los pasos a desnivel peatonales y vehiculares, ya que sin ésta los equipos de bombeo dejan de trabajar, y de esta manera al no poder bombear el agua en las plantas de bombeo podemos afectar a la red de alcantarillado aguas arriba de igual manera en los pasos a desnivel se presentan inundaciones al no poder abatir el nivel de aguas freáticas. Por esta razón en las estructuras anteriormente citadas se debe contar con el respaldo de una planta de energía eléctrica de emergencia.

II.2.- Explosiones

Las explosiones son un problema muy común en los Sistemas de Alcantarillado Sanitario por los gases que se producen en las aguas residuales y muchas veces no encuentran la forma de salir a la atmósfera por diversas razones, entre estas podemos citar el sellado de los pozos ya sea por que el pozo no tiene la ventilación adecuada o bien porque fue repavimentado, o en otros casos porque alguna industria este vertiendo a la red sustancias sumamente reactivas que pueden reaccionar y provocar alguna explosión, como en el caso de refinерías.

II.3.- Ruptura de tubos

Este problema se puede presentar cuando se tiene una explosión dentro de la red, o cuando se presenta algún movimiento del terreno ya sea sísmico o algún asentamiento que se este produciendo a través del tiempo por muy pequeño que este sea puede afectar, así como también los esfuerzos que el suelo transmita al tubo ya sea por peso propio o carga accidental como vehículos terrestres. También es importante señalar que las raíces de algunos árboles pueden llegar a la profundidad a la que se encuentre algún tubo y romperlo.

II.4.- Fugas

Las fugas normalmente no se presentan en los carcamos ya que estos deben estar debidamente impermeabilizados, pero estas fugas son comunes en las tuberías y sifones ya que a través del tiempo o por asentamientos del suelo las juntas de estos llegan a tener movimientos que provocan separación parcial de los tubos.

II.5.- Sísmos ⁽¹⁾

" Los daños más frecuentes en tuberías por efecto de los sísmos se pueden clasificar en seis tipos:

1.- Daños por falla de terreno. Este es el caso en el que la tubería pasa por una falla

geológica que experimenta movimientos durante el sismo o existe un rompimiento brusco del terreno por efecto de bombeo de aguas subterráneas

2.- Daños por desplazamientos de taludes o laderas naturales. Cuando esta clase de movimientos ocurre durante el temblor, se originan además de los desplazamientos del terreno, agrietamientos y asentamientos diferenciales del suelo; estos movimientos producen daños severos en las tuberías que se encuentran cercanas a sus áreas de ocurrencia.

3.- Daños causados por licuación o deformación cíclica de depósitos de arena. Este fenómeno es muy común en las zonas costeras, en los depósitos fluviales y en las áreas cercanas a los ríos, donde el nivel freático es somero. El daño se debe a los movimientos permanentes que el terreno experimenta por la reducción brusca en su capacidad de carga, originando fuertes asentamientos si la tubería está llena, o levantamientos (flotación), si la tubería está total o parcialmente vacía .

4.- Daños ocasionados por vibraciones sísmicas: Las deformaciones y esfuerzos ocasionados por las deformaciones del terreno en las tuberías enterradas como consecuencia de la propagación de las ondas sísmicas que ocurren durante los temblores, pueden causar fallas en dichas tuberías si rebasan los límites permisibles de esfuerzo o deformación. Estas fallas son más comunes si las juntas en las tuberías son rígidas, o si el material es poco dúctil o poco resistente.

5.- Daño causado por la incompatibilidad de las deformaciones: Cuando las tuberías tienen ciertas restricciones a las deformaciones que durante el sismo trata de inducirles el suelo que las rodea, se pueden dañar seriamente. Tales restricciones ocurren por ejemplo, cuando la tubería entra en un marco o en un registro después de venir enterrada. Otro

ejemplo de restricción o cambio de rigidez ocurre en las conexiones con piezas especiales tales como codos, tes y cruceros de varias tuberías, en las cuales se producen concentraciones de esfuerzos durante las vibraciones que producen los sismos.

6.- Daños causados por corrosión: Esta clase de daños pueden ocurrir tanto en tuberías de acero y fierro fundido, como en tuberías de concreto cuyo acero de refuerzo ha sido atacado por la corrosión; es obvio que cuando dicha corrosión ocurre, la sección transversal efectiva se ve disminuida y por tanto los esfuerzos permisibles.

Los factores que mas daños producen en las tuberías son:

- La intensidad de los Sismos
- Las condiciones locales del suelo
- El tipo de junta o material de la tubería
- El diámetro de la tubería. "

II.6.- Hundimiento y ruptura de brocales

Este es un problema muy común ya que por cargas muy grandes que se llegan a concentrar en los brocales estos no llegan a resistir y tienden a hundirse o fracturarse, también suelen hundirse o fracturarse los brocales por ser más pequeños que el marco donde se asientan.

ejemplo de restricción o cambio de rigidez ocurre en las conexiones con piezas especiales tales como codos, tes y cruceros de varias tuberías, en las cuales se producen concentraciones de esfuerzos durante las vibraciones que producen los sismos.

6.- Daños causados por corrosión: Esta clase de daños pueden ocurrir tanto en tuberías de acero y fierro fundido, como en tuberías de concreto cuyo acero de refuerzo ha sido atacado por la corrosión; es obvio que cuando dicha corrosión ocurre, la sección transversal efectiva se ve disminuida y por tanto los esfuerzos permisibles.

Los factores que mas daños producen en las tuberías son:

- La intensidad de los Sismos
- Las condiciones locales del suelo
- El tipo de junta o material de la tubería
- El diámetro de la tubería. "

II.6.- Hundimiento y ruptura de brocales

Este es un problema muy común ya que por cargas muy grandes que se llegan a concentrar en los brocales estos no llegan a resistir y tienden a hundirse o fracturarse, también suelen hundirse o fracturarse los brocales por ser más pequeños que el marco donde se asientan.

II.7.- Refacciones

Las refacciones son un punto importante a considerar en toda la red pero principalmente en las plantas de bombeo ya que en cualquier momento se pueden llegar a necesitar y la falta de éstas puede provocar serios problemas.

II.8.- Accidentes

Estos suelen llegar a presentarse por diversas razones, siendo las causas más comunes la falta de capacitación en los trabajadores además de que frecuentemente no se cuenta con un reglamento de seguridad para los diferentes puestos. Los accidentes varían y desafortunadamente pueden llegar a ser mortales.

La forma de resolver los problemas existentes en los sistemas de alcantarillado puede variar de acuerdo a las condiciones particulares de cada sistema. Como ejemplo de la forma de organización para solucionar estos problemas, se presentan a continuación un cuestionario que utiliza la D.G.C.O.H. para ser llenados por los operadores y que están orientados al mejoramiento de las actividades de operación y mantenimiento.

DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL
SECRETARÍA GENERAL DE OBRAS
DIRECCIÓN GENERAL DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN HIDRÁULICA

EXPERIENCIAS OBTENIDAS EN EMERGENCIAS PRESENTADAS

Responsable: _____
Cargo: _____
Dirección: _____
Fecha de llenado: _____

1.-GENERALES

Nombre de la emergencia: _____
Delegación: _____ Fecha: _____
Hora en que se presentó: _____ Duración en horas: _____
Como se enteró de la emergencia: Radio__ Tel. __ Instrucc Super __
Quién se la reportó _____
Describa la falta presentada _____

Tubo usted alguna reunión previa entre usted y su personal para organizar los trabajos a realizar: si__ no__. Existe dentro de su área una organización y quienes la conforman: _____

2.-VERIFICACIÓN DE LOS DANOS:

Una vez que se enteró de la emergencia que procedió a hacer: _____

3.-ATENCIÓN DE LA EMERGENCIA

En que tiempo llegó el personal al lugar: _____ hrs. Quien estaba al mando _____ Cargo _____
Qué maquinaria, material y equipo utilizó (describa cantidad y tipo) _____

De igual manera señale usted que personal intervino directamente en la reparación de del daño: No _____, categorías _____

En que tiempo fue reparado el daño _____ hrs. El personal que usted _____

requirió de que sistema fue llamado _____

Durante la emergencia tomo usted algunas otras decisiones operativas para reducir los efectos de la falla (describa el porque y cuales fueron las decisiones _____

Podría usted señalar si las acciones tomadas fueron adecuadas y el porque: _____

4.-REQUERIMIENTOS DE MATERIALES

Requirió material de los almacenes si _____ no _____
Si contesto afirmativamente responda lo siguiente:
Qué requirió _____

El material de que almacén se surtió _____
Se entrego rápidamente este, en que tiempo _____ hrs.. Hubo la totalidad del material, si _____ parcialmente _____ nada _____.
Cuando usted lleo al lugar encontró personal de otra área apoyándolo: si _____ no _____. Si era interno de que área _____
Describa en que lo apoyo, material, equipo, personal, proyectos _____

5.- APOYO DE PERSONAL

Si el personal que estaba de apoyo era externo indique de que dependencia o empresa era y cual fue el apoyo brindado. _____

La experiencia obtenida permitirá a usted mejorar la atención de emergencias posteriores: si ___ no ___. Indique en cada caso el porque (y de que manera ayudara):

6.-LLENADO DE INFORMES

Durante o después de la emergencia lleno usted algún informe: si ___ no ___. Este es un informe interno de su área si ___ no ___. Este es un informe interno de su área si ___ no ___. Además de este, lleno usted algunos otros, si ___ no ___. Sabe usted cual es su utilidad _____

que área lo entregó, a quién se lo pidió _____ ^A

Qué información contenía (describa detalladamente) :

Esta información que entrego usted, la recopiló a su vez de otros reportes, indique usted cuales fueron:

De igual forma señale en que etapa de la emergencia fueron llenados y por quien:

Firma del responsable del llenado
del formato

CAPITULO III

PROBLEMAS MAS FRECUENTES EN EL MANTENIMIENTO

Por lo que respecta a las operaciones de mantenimiento cabe señalar que más adelante, en el capítulo número cuatro, se definirá este concepto y se describirán las actividades más generales que normalmente se llevan en el mantenimiento de un sistema de alcantarillado. En este capítulo únicamente se mencionarán los problemas más comunes que se presentan en el mantenimiento, aunque estos pueden variar dependiendo de la estructura u obra de que se trate y de la época del año. Al respecto se presentan básicamente dos temporadas: la de estiaje y la de lluvias, las cuales se diferencian por los gastos que se presentan.

Haciendo mención de los diferentes tipos de alcantarillado que existen se puede decir que en época de estiaje en el alcantarillado combinado el gasto que se presenta es reducido mientras que en la temporada de lluvias se incrementa de manera considerable. Asimismo en el alcantarillado separado por lo que respecta a la red pluvial ésta solamente trabaja a su máxima capacidad en la época de lluvias. Por tal razón es importante señalar que en cada temporada se lleva a cabo un diferente tipo de mantenimiento y los problemas que se presentan varían en los diferentes sistemas.

Después de haber mencionado lo anterior se puede decir que los problemas más frecuentes que se presentan en el mantenimiento se reducen a los siguientes casos:

- Azolves
- Reparación y reposición de accesorios

- Recursos

Los cuales se describen a continuación.

III.1.- Azolves

Los azolves se presentan en todas las estructuras u obras que componen un sistema de alcantarillado ya que los sólidos que transportan las aguas que por ellas circulan tienden a depositarse en el fondo, estos azolves al ocupar un lugar reducen en forma considerable la capacidad de conducción de los sistemas de alcantarillado.

Por lo que respecta al azolvamiento en las coladeras generalmente es debido a las causas que a continuación se enumeran:

- 1.- Las coladeras instaladas en las calles que carecen de pavimento y banquetas, se azolvan fácilmente por el arrastre de piedras y tierra al interior de éstas; no se recomienda instalarlas en estos casos.
- 2.- El pasto que se corta en las áreas verdes, al no recolectarse, obstruye fácilmente las coladeras pluviales.
- 3.- Las hojas secas de los árboles al caer taponan estos accesorios.
- 4.- La gente hace mal uso del alcantarillado arrojando basura y toda clase de desperdicios a éste (papel, bolsas de plástico, hotes de cerveza, etc.)

5.- En las colonias donde el servicio de limpia es deficiente, los habitantes tiran su basura en la calle y finalmente se depositan en las coladeras.

6.- El paso de vehículos sobrecargados con cascajo , basura, tierra u otros elementos de este tipo, lo van tirando en su recorrido, depositandose posteriormente en estos accesorios

7.- También los trabajadores de limpia en ocasiones contribuyen a la obstrucción de las coladeras ya que llegan a dejar parte de la basura acumulada en el barrido de las calles en sitios cercanos a las coladeras.

8.- Los edificios en construcción tiran cascajo, concreto y desperdicios de materiales al interior de las coladeras, así también los camiones denominados ollas que transportan concreto.

9.- En algunas zonas se llega a dar el caso de hurto de las tapas de las coladeras pluviales de banqueta, para utilizarlas como el firme de pisos o en otros usos, provocando que éstos funcionen como receptores de basura. En otros casos por acciones bandálicas se llegan a romper estas tapas permitiendo con ello el ingreso de basura.

10.- Los puestos ambulantes de comida arrojan de manera intencional o por

descuido todos sus desperdicios sólidos a estos accesorios.

11.- En los mercados las coladeras pluviales se azolvan muy fácilmente, por todos los desperdicios que le tiran.

12.- las lluvias precedidas de granizo provocan grandes problemas de encharcamiento.

De igual forma es importante mencionar que en todos los conductos que comprenden la red, en los sifones y en las estructuras que integran el sistema de alcantarillado el principal problema en el mantenimiento de éstos es el de retirar el azolve concentrado en el fondo de los mismos. Así tenemos el caso de las presas o lagunas de regulación en las cuales la infraestructura requerida para retirar el azolve es de gran magnitud puesto que este es bastante. De igual manera en los carcamos de bombeo el principal problema en el mantenimiento de éstos es el de retirar el azolve el cual muchas veces puede llegar a ocasionar problemas secundarios de gran importancia, sobre todo en los equipos de bombeo.

III.2.- Reparación y reposición de accesorios y piezas

La reparación es la solución a un problema que, independientemente de como fue producido el daño , es importante solucionarlo para que el sistema funcione

satisfactoriamente.

Los trabajos que normalmente se realizan en la reparación de los sistemas de alcantarillado se pueden resumir en:

1.- Reconstrucción total o parcial de alcantarillas (albañales domiciliarios, albañales pluviales, atarjeas, subcolectores, colectores e interceptores).

2.- Reconstrucción total o parcial de accesorios y obras complementarias (coladeras pluviales, pozos de visita, pozos especiales, rejillas de piso y compuertas).

Dentro de las causas más comunes que provocan daños a los sistemas y que obligan a realizar reparaciones de los mismos, se pueden enumerar las siguientes:

- Sobrecarga y vibración por el tránsito de vehículos
- Corrosión provocada por la descarga de gases, grasas, ácidos y solventes
- Sismos
- Mala cimentación
- Terrenos falsos
- Explosiones
- Mala calidad de las tuberías
- Capas mal compactadas
- Instalaciones de gas, luz y teléfono.
- Mal uso del sistema
- Fugas de la red de agua potable
- Desgaste natural
- Construcción y conservación de áreas pavimentadas

- Trabajo a presión en las alcantarillas
- Reparación de otras estructuras
- Ruptura de las tuberías debido al crecimiento de raíces de los árboles

Asimismo para lograr una adecuada operación de un sistema de alcantarillado, es necesario mantener sus elementos en buen estado, es decir que sus componentes estén completos: así tenemos el caso de pozos de visita o coladeras pluviales, a las cuales les falta la tapa, lo menos que podría suceder es que arrojaran dentro de estos la basura, o que un vehículo se dañara, pero han sucedido accidentes fatales, por tal motivo es de vital importancia su conservación.

Los trabajos de reposición más frecuentes son los siguientes:

- Reposición total de coladeras pluviales, brocales de los pozos de visita y rejillas de piso.
- Reposición de tapas de pozos de visita y coladeras pluviales.

También cabe señalar que los conductos que comprenden la red de alcantarillado por diversas razones se ve la necesidad de reemplazarlos ya sea por desgaste o por insuficiencia de capacidad, de igual manera las piezas o elementos que constituyen las plantas de bombeo, pasos a desnivel con el constante uso tienden a deteriorarse razón por la cual frecuentemente hay que reemplazarlas.

III.3.- Recursos

Los recursos con los cuales se cuentan para afrontar el mantenimiento en los sistemas de alcantarillado es un punto importante a considerar ya que sin estos no se efectúa un mantenimiento adecuado. Los recursos a contemplar son los siguientes:

- Económico
- Equipo y materiales
- Personal

Los cuales se describen a continuación;

III.3.1.- Económico

Al no contar con un presupuesto que permita llevar a cabo un mantenimiento adecuado los problemas se acrecientan ya que el personal que está laborando en la atención a éstos es el primer afectado al no contar con la ayuda necesaria tanto física como mecánica que requiera para llevar a cabo un buen mantenimiento.

III.3.1.- Equipo y materiales.-

Es este un problema muy común en la etapa de mantenimiento ya que por no contar muchas veces con el equipo adecuado en cuanto a la seguridad del trabajador propiciando de esta manera serios accidentes o porque el problema al que nos enfrentamos

va mas allá del alcance de nuestro equipo. Por esto es muy conveniente proporcionar al trabajador el equipo de trabajo adecuado de acuerdo a sus funciones, así como contar con el apoyo de otras instancias para que la falta de equipo no sea una disculpa a la no solución de los problemas.

III.3.2.- Personal

La adecuada selección del personal que da mantenimiento a las obras o estructuras que integran un sistema de alcantarillado es lo mas aconsejable así como una constante capacitación al mismo, con el fin de concientizarlo y hacerlo mas responsable, ya que de esta manera podemos evitar accidentes y dar mantenimiento de la forma más eficientemente posible.

Dentro de este punto es importante señalar que la concientización que el trabajador tome de su trabajo se refleja inmediatamente en su actitud hacia el mismo ya que muchas veces por la experiencia con la que cuenta y ha adquirido a través del tiempo puede ayudar a que el mismo proponga el momento adecuado para dar mantenimiento a una determinada zona que lo necesite contemplando factores externos a los que se podría afectar, y de esta manera realizar estas actividades de la manera más segura para el trabajador y menos molesta para el usuario.

CAPITULO IV

CONCEPTOS DE MANTENIMIENTO

IV.1.- Mantenimiento

El mantenimiento, son todas aquellas actividades que se ejecutan al sistema de drenaje, con el objeto de prevenir averías prematuras en sus instalaciones y accesorios, o para repararlos cuando se han llegado a deteriorar con el fin de lograr su adecuado funcionamiento.

Se consideran principalmente dos tipos de mantenimiento: el preventivo y el correctivo.

IV.2.- Mantenimiento Preventivo

Es el conjunto de actividades programadas que se realizan al sistema de drenaje, con objeto de mantenerlo en condiciones de operación y evitar que se presenten daños que tengan como consecuencia discontinuidad en el servicio, así como problemas técnico-operacionales y una vida útil corta de las obras.

IV.3.- Mantenimiento Correctivo

Es consecuencia de un mal o escaso mantenimiento preventivo y de los incidentes que

ocurren en la operación debido a fallas de los equipos y materiales de los elementos del sistema o bien debido a una inadecuada operación o por eventos contingentes. Consistiendo por tanto en la reparación del daño, el cual podrá ser solucionado por personal capacitado, equipo, materiales y las condiciones económicas de que se disponga.

Por lo anterior, se puede afirmar que para que el Sistema de Drenaje cumpla con su objetivo con el menor costo, se deberá contar con el mantenimiento preventivo y correctivo.

Las principales actividades de mantenimiento, resultan de la observación directa y de los reportes de los problemas operativos, además de las quejas que los usuarios reportan a los responsables de la operación del sistema de drenaje: Estas actividades se pueden clasificar para su descripción en los siguientes grupos generales.

- Inspección
- Seguridad
- Conservación y Limpieza
- Supervisión

IV.4.- Inspección

Es una actividad básica para detectar las necesidades de mantenimiento, ya que dependiendo de los reportes de las fallas operativas y de los datos obtenidos en la inspección se determinará el tipo de trabajo que se tenga que realizar.

Para mejorar la eficiencia de las inspecciones, así como en las demás etapas de conservación, es necesario contar con un plano actualizado de la red que facilite la rápida localización de las alcantarillas, sus accesorios y demás obras auxiliares, porque en la etapa

de la construcción se cuenta con planos que son reflejo de los cálculos de gabinete y en la mayoría de los casos, las obras sufren modificaciones durante los procesos de ejecución, operación y conservación. Por lo tanto, reviste gran importancia tener los planos de la red actualizados con los datos reales .

Posteriormente, estando en operación el sistema, se deben señalar con claridad en los citados planos las zonas en donde se hayan presentado problemas, indicando en los informes correspondientes la fecha, clase, magnitud, motivo y frecuencia del problema, trabajos realizados, procedimientos empleados, resultados obtenidos, herramientas, maquinaria y equipo, materiales, número de personas empleadas con sus respectivas categorías, importe de gastos y cualquier otro dato que se juzgue importante.

Como resultado de la inspección, se puede detectar cualquier anomalía que exista en la red y con los datos obtenidos iniciar los trabajos necesarios para su reparación. Es de recomendarse una inspección antes de decidir cualquier trabajo de conservación, esto produce, lógicamente, una reducción en el empleo de recursos humanos y materiales lo que se convierte en un ahorro para el organismo operador.

La inspección se puede realizar en forma visual. Cabe mencionar que uno de los métodos más modernos para efectuar inspecciones en cuanto a la red secundaria, es por medio de una cámara de televisión , que consiste en grabar en un videocasete el recorrido efectuado y así poder revisarlo posteriormente, cuantas veces sea necesario.

Las inspecciones que se llevan a cabo en las partes o estructuras que integran un sistema de alcantarillado varían dependiendo de cual de ellas se trate, ya que para algunas de éstas como es el caso de los sifones invertidos, estaciones de bombeo, etc., es necesaria

la intervención de dos o mas obreros, mientras que en otras simplemente en forma visual se puede detectar cualquier anomalía.

Las inspecciones se llevan a cabo generalmente en:

- 1.- Albañales
- 2.- Atarjeas
- 3.- Colectores
- 4.- Pozos de visita
- 5.- Registros sobre colectores
- 6.- Coladeras pluviales
- 7.- Pozos de absorción
- 8.- Obras de descarga
- 9.- Bordos de ríos y canales
- 10.- Fosas sépticas
- 11.- Sifones
- 12.- Tanques de tormenta
- 13.- Cunetas
- 14.- Zanjias
- 15.- Vasos reguladores
- 16.- Presas de regulación
- 17.- Canales
- 18.- Rejillas

19.- Plantas de bombeo

20.- Drenaje Profundo

21.- Predios que solicitan el servicio de alcantarillado

A manera de ejemplo a continuación se mencionan algunas actividades que se llevan a cabo en la inspección del Sistema de Drenaje Profundo en el Distrito Federal.

En el Drenaje Profundo una de las acciones fundamentales es la inspección anual interior a todos los túneles en operación, para su realización, se cierran todas las incorporaciones, se sellan fugas, se deja ventilar y en otros casos, se instalan extractores de aire para forzar la ventilación dentro del túnel; una vez bien ventilado y seco, se procede a introducir un tractor con un remolque adaptado para recorrer toda extensión de los diferentes túneles. En algunos casos, estos recorridos de inspección se realizan en lancha.

Durante la época de estiaje se realizan una serie de trabajos de mantenimiento a mecanismos, compuertas y fundamentalmente se inspecciona el interior de los túneles.

El objetivo de estos recorridos, es observar el estado físico interior de los túneles, evaluando filtraciones de agua, fisuras si las hubiese, volúmenes de azolve y en general, el estado del concreto del túnel.

Dependiendo del resultado de los recorridos, se elabora un reporte y posteriormente se programan los trabajos necesarios por realizar; desazolve de algún tramo o lanzamiento de concreto en zonas dañadas por gases que en su conjunto contienen amoníaco, dióxido de carbono, ácido sulfúrico y metano entre otros.

IV.5.- Seguridad

Todo sistema independientemente de su tamaño, deberá contar con un plan de seguridad.

Generalmente los trabajadores esperan que el nivel superior tenga a su cargo la iniciativa y responsabilidad de establecer, dirigir y controlar dicho plano; pero en la estructura organizacional de los servicios de alcantarillado, la seguridad es responsabilidad de cada empleado desde el director, hasta los trabajadores del último nivel, siendo la responsabilidad primaria la del mismo trabajador, sin embargo para que el plan pueda desarrollarse de acuerdo con sus objetivos, se necesita una infraestructura bien establecida, siendo la dirección quien lleve el liderazgo del plan.

Cuando un programa de seguridad se aplica correctamente, además de disminuir los accidentes, se estimula la eficiencia del trabajador y se reducen pérdidas. Por otra parte se puede decir que cada accidente que ocurre significa que algo irregular sucede en la operación, esto quiere decir que existen fallas en el diseño, en el equipo o herramienta, en el procedimiento, en la acción, en el lugar de trabajo o en el individuo. En el cuerpo directivo, la prevención de accidentes consistirá en establecer programas de seguridad que brinden buenos resultados, esto es que en un programa planificado, organizado, puesto en funcionamiento, evaluado en forma continua y apoyado técnica y financieramente reduzca efectivamente los accidentes.

Por tales motivos es necesario la creación de una oficina de higiene y seguridad, cuyo objetivo principal sea la de facilitar la adaptación del trabajo al hombre y del hombre al

trabajo, además de estudiar métodos y prácticas de trabajo en cualquier área del sistema y recomendar, asistir y aconsejar al siguiente nivel operativo, en todo lo relacionado con las medidas de seguridad en especial las de tipo preventivo.

Finalmente, se creará un comité interdisciplinario encargado de investigar accidentes, establecer responsabilidades y hacer recomendaciones efectivas para la eliminación de riesgos.

Todo lo anteriormente mencionado es muy importante tomarlo en cuenta ya que un reglamento de seguridad e higiene para los trabajadores que laboran en los Sistemas de Alcantarillado ayudaría al bienestar de éstos.

Por nombrar un caso tenemos el ejemplo de la red de alcantarillado en la cual se concentran gases peligrosos para la salud por tal razón es importante que los trabajadores que tiene que introducirse en ésta estén debidamente protegidos.

IV.6.- Conservación y Limpieza

Es una actividad dentro del mantenimiento de gran importancia ya que el conservar las partes que integran un sistema de alcantarillado en óptimas condiciones ayuda a tener una mayor eficiencia en éstas, así como el prolongar lo más posible su período de vida útil.

La forma de conservar los elementos que integran un sistema de alcantarillado varían dependiendo de la obra o estructura de que se trate ya que por ejemplo los elementos que contienen acero o metal como son las bombas, brocales, escaleras marinas, etc., requieren estar bien pintados para evitar su oxidación. De igual forma es importante llevar un control

exhaustivo de los equipos de bombeo en cuanto a las partes que los integran.

Por lo que respecta a las partes que integran los sistemas de alcantarillado es importante dependiendo de cual se trate, conservarlas limpias.

Las estructuras como coladeras, rejillas, trampas de grasa, etc., tienen como función retener las partes sólidas que se encuentran en el agua residual, por tal razón es importante limpiarlas periódicamente para que sigan cumpliendo con el fin para el cual fueron instaladas

IV.6.1.- Desazolve

En forma general el Desazolve consiste en extraer de los conductos, obras o estructuras que integran la red de alcantarillado los residuos que se asientan en el fondo de éstos ocupando un volumen que se va incrementando y por lo tanto haciendo menos eficiente el funcionamiento de éstos, razón por la cual es muy importante retirar estos residuos lo más pronto posible para evitar problemas posteriores.

Los trabajos de desazolve y limpieza de una red de alcantarillado se llevan a cabo por los siguientes procedimientos:

- Desazolve Manual
- Desazolve con equipo Mecánico
- Desazolve con equipo Hidroneumático

IV.6.1.1.- Desazolve manual

Este tipo de limpieza se realiza mediante la utilización de herramientas y equipo operados manualmente. Este tipo de desazolve es usado cuando los recursos económicos son escasos o cuando las condiciones de urbanización (falta de pavimentación) o topografía no permiten el acceso de otra clase de equipo. Existen dos formas de desazolve manual y son las siguientes:

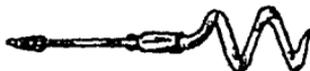
- Desazolve con varilla flexible empalmable
- Desazolve con malacate manual.

Desazolve con varilla flexible.-

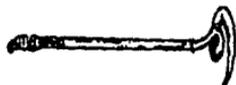
Se usa cuando las obstrucciones en las atarjeas, son fáciles de remover, y que además pueden ser arrastrados por el escurrimiento de la corriente o en su defecto, se recojan en el pozo de visita aguas abajo con herramientas tales como el cucharón denominado pata de caballo, botes y cubetas o carretillas, las cuales depositan el azolve recogido en alguna zona adecuada, donde se escurren y airean, para finalmente ser retirados del lugar mediante camiones de volteo. En casos extremos las varillas se pueden introducir en las atarjeas de grandes longitudes, pero el trabajo es mas eficaz cuando las distancias son cortas. Ahora bien, para un sondeo correcto con varillas flexibles se necesita una guía para que estas

pueden colocarse en la punta delantera de la varilla, como se muestran en la figura IV.1

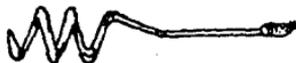
ACCESORIOS DE VARILLAS PARA DESAZOLVE



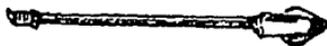
TIRABUZON BARRA CUADRADA
SE USA EN LUGARES QUE CONTIENEN GRASA DURA Y PAPEL
TIRABUZON B/ CUADRADA DE= 3", 4", 5", 8", 10"



RECUPERADOR DE VARILLAS
UTIL PARA RECUPERAR VARILLAS QUE SE PIERDEN A LA MITAD DE LA LINEA



TIRABUZON BARRA REDONDA
HERRAMIENTAS DE MEDIDAS PEQUEÑAS SON UTILES DONDE EL FANCO DURO NO SE PUEDE MOVER
TIRABUZON B/ REDONDA DE= 1 1/2", 2", 2 1/2" y 3"



PUNTA DE CORTADORA
HERRAMIENTA USADA EN DESMENUZAR BOTELLAS O PERFORAR LATAS, PARA TUBOS PEQUEÑOS CON DESECHOS Duros
MEDIDAS= 1 7/8" y 4"



TIRABUZON BARRA REDONDA DOBLE
UTIL PARA ATRAPAR Y SACAR RAICES LATAS Y OTRAS OBSTRUCCIONES
TIRABUZON DOBLE DE= 3, 4 y 5"



PUNTA DE LANZA ARENERA
UTIL PARA PERFORAR TAPONAMIENTOS DE ARENA
LANZA ARENERA DE 3"



TIRABUZON NAVAJA
MEDIDAS = 3", 4", 5", 8" y 10"

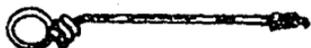
Fig. IV.1

Además existen herramientas que sirven para el armado e introducción de las varillas, y para que los accesorios mencionados anteriormente desempeñen con el óptimo rendimiento su labor de desazolve, tales como las que se muestran en la figura IV.2

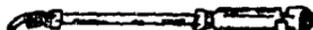
ACCESORIOS DE VARILLAS PARA DESAZOLVE



BARRA PARA GIRAR
PARA VOLTEAR SUAVEMENTE
QUIEN REALIZA UN ACOPLA-
MIENTO DIFÍCIL PREPARANDO
O DESMONTANDO UNIONES



LASO PARA JALAR EL
CABLE DE PREPARACION



HERRAMIENTA PILOTO
PARA UNA RAPIDA INTRODUCCION
Y DESPLAZAMIENTO DEL CABLE
EN LAS MANGUERAS



GUIA PARA
INTRODUCIR VARILLA



LLAVE PARA SACAR
GIRANDO
HERRAMIENTA QUE PERMITE
AL GRIFADOR PODER EMPUJAR
O JALAR



LLAVE PARA EMPUJAR
SE USA PARA EMPUJAR LA
VARILLA EN EL INTERIOR DE LA
LINEA



LLAVE PARA ARMAR



SOPORTE PARA GUIA

Fig. IV.2

Desazolve con malacate manual.-

El malacate manual es un equipo que se utiliza en el desazolve principalmente de atarjeas y esta colocado sobre un chasis montado sobre cuatro ruedas, el cual tiene un tambor que recibe la transmisión por medio de dos engranes. Para su operación se complementa con un tramo de cable de acero de 1/4" de diámetro, así como una draga tipo pescado o un bote tipo cepillo; las primeras tienen la particularidad de abrirse, cuando en el pozo aguas arriba se inicia la operación de desazolve, siendo jalado por otro malacate manual desde el pozo de visita opuesto y posteriormente de cerrarse para iniciar una nueva operación. Cabe hacer mención que en cada llegada al pozo de visitas aguas arriba, la draga es descargada del desazolve reunido al finalizar la operación (Ver Fig. IV.3)

MALACATE PARA
DESAZOLVE DE
OPERACION
MANUAL

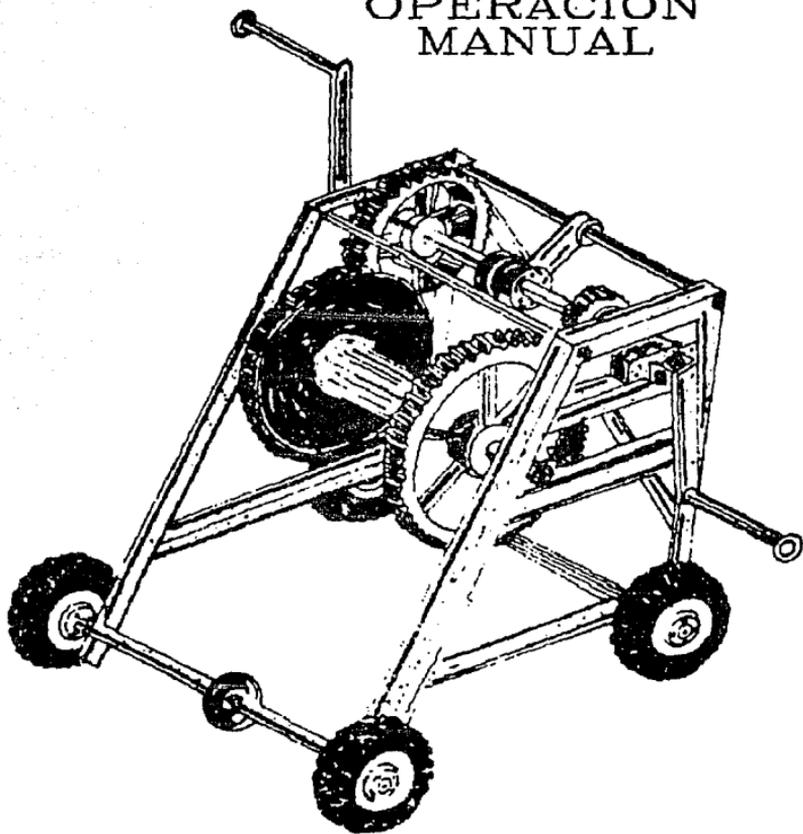


Fig. IV.3

Además existen accesorios adicionales para evitar el rozamiento del cable con las estructuras de alcantarillado, como son la plataforma de superficie, el yugo con carretilla interior, que es introducido en el pozo de visita (Ver Fig. IV.4).

Características de los accesorios recolectores

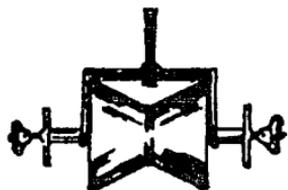
DRAGA AUTOMÁTICA TIPO PESCADO (Ver Fig. IV.5)

Diámetro (m)	Tubo en el que debe usarse Diámetro (m)
0.10	0.15
0.15	0.20
0.20	0.25
0.25	0.30
0.30	0.38
0.38	0.45

BOTE CEPILLO

Diámetro (m)	Para usarse en tubos de Diámetro (m)
0.15	0.20
0.20	0.25
0.25	0.30
0.30	0.38

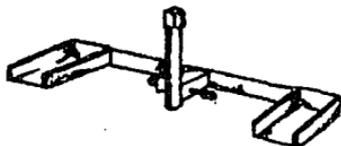
ACCESORIOS PARA MALACATE



CARRETILLA PARA REGISTRO



MANIVELA
DE
EMERGENCIA



PLATAFORMA
DE
SUPERFICIE

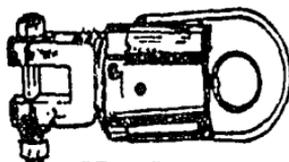


GANCHO
CORTO

GANCHO LARGO



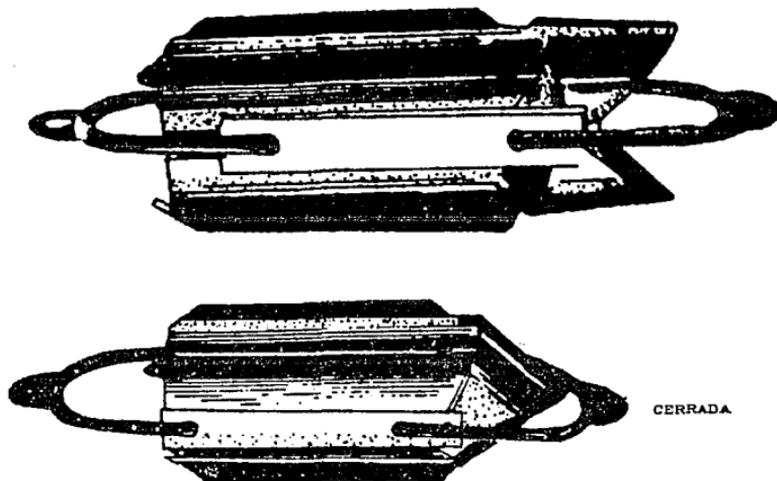
VASO CON CARRETILLA
INTERIOR



DESTORCEDOR

Fig. IV.4

DRAGAS TIPO PESCADO



ESPECIFICACIONES

No.	DIAMETRO TUBO		A cm	B cm	C cm
	Pulg	cm			
MMD-01	4	10	7	9	51
MMD-02	6	15	11	14	73
MMD-03	8	20	15	19	75
MMD-04	10	25	18	24	87
MMD-05	12	30	25	29	90
MMD-06	15	38	29	34	100
MMD-07	16	45	33	39	110
MMD-08	22	55	40	46	120
MMD-09	24	60	47	54	130
MMD-10	30	76	55	65	150
MMD-11	36	91	62	71	165

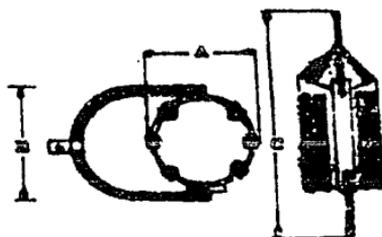


Fig. IV.5

Finalmente se utiliza el cepillo de alambres siendo prescindible que sea de la medida exacta de los conductos.

IV.6.1.2.- Desazolve con equipo Mecánico

Se emplea en cualquiera de los diámetros de las alcantarillas que conforman la red de drenaje, siempre y cuando no existan problemas de acceso para el equipo en el lugar de trabajo.

Para su ejecución se puede optar por alguno de los procedimientos siguientes:

Rotosonda para introducir varillas flexibles.-

Consta de un motor, generalmente de arranque manual tipo resorte y de una palanca de control de rotación que sirve para hacer girar las varillas a diversas velocidades, todo esto formando parte de un chasis montado sobre tres ruedas de hule solido, además de los accesorios para el aflojamiento del azolve y de las herramientas para el armado y el movimiento de giro manual ya antes mencionado (Ver Fig. IV.6).

Aunque este aparato es de gran utilidad, tiene el inconveniente de que si el tirabuzón se llegara a atorar, el equipo no lo detectaría y seguiría trabajando, provocando con esto que se tuerza la varilla en el interior de la tubería, formando una espiral y finalmente enroscándose o como generalmente sucede, llegar a romper la varilla, lo cual provoca retrasos en la operación y gastos de reposición.

ROTONSONDA

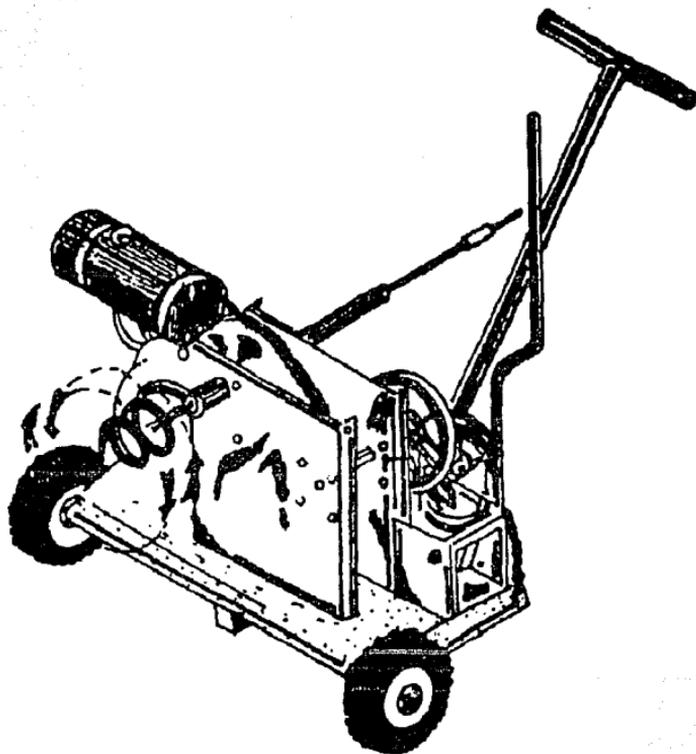


Fig. IV.6

Malacate Mecánico.-

El Malacate Mecánico se utiliza cuando se tienen que limpiar tuberías con alto grado de azolvamiento y en conductos de cualquier diámetro.

Esta compuesto de un chasis de acero montado sobre dos llantas neumáticas y una rueda de carretilla en la parte posterior, soportando tanto al motor (ya sea de gasolina o diesel), así como a dos tambores, uno para enrollar el cable de acero de 1/2" con el que se mueve a los botes y dragas, y otro para recoger el cable de acero de 1/4" de diámetro que se utiliza para la preparación.

Primeramente se colocan un par de malacates en los pozos de visita que forman los extremos del tramo por limpiar, para que sean unidos por medio del cable de preparación. Después se procede a enganchar el cable de 1/2" de diámetro al colector de azolve que se vaya a utilizar, ya sea la draga automática tipo pescado o el bote cepillo.

Como complemento, para la labor de desazolve, se acopla al chasis un bastón cuyo extremo inferior sostiene un puente con polea, el cual al ser introducido en el pozo de visita evita rozamientos entre el cable y la estructura, previniendo así que alguna de ellas o ambas se puedan deteriorar. Además en la parte superior del chasis, existe un gancho donde se atrancan los botes y dragas, para que se descarguen en carretillas los desechos recogidos. Finalmente se deberá tener mucho cuidado que el destorcedor cumpla con su buen funcionamiento, que es el de proteger el cable, no permitiéndole que, como un proceso natural por el constante uso, se enrosque y se rompa, alargando así la vida útil.

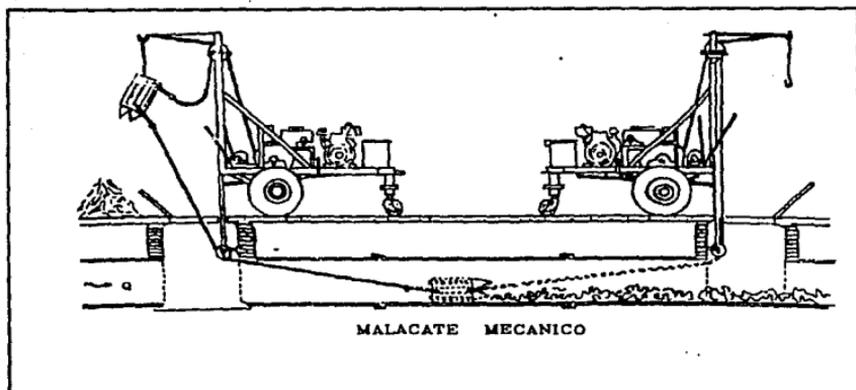


Fig. IV.7

IV.6.1.3.- Desazolve con equipo hidroneumático

Debido a la gran cantidad de azolve que existe generalmente en las redes de alcantarillado y a la gran necesidad que se tiene de mantener a estas en las mejores condiciones en el menor tiempo posible la tecnología ha creado camiones capaces de llevar consigo todo un equipo por demás un tanto complejo capaz de resolver problemas como: Desazolve de drenaje industrial y municipal, evacuaciones de sedimentos en fosas sépticas, carcamos, sumideros, pozos de absorción, desincrustación y lavado de pisos, techos, paredes exteriores y depósitos entre otros.

En la actualidad existen diferentes marcas y modelos pero en casi todos constan de las siguientes partes (Ver Fig. IV.8):

- Motor principal
- Deposito de desperdicios
- Tanque de agua
- Bomba de agua o sistema de alta presión
- Mecanismo para la manguera de sondeo del sistema de alta presión
- Sistema de transportación neumática o turbinas (succión)
- Motor auxiliar o motor para el sistema de succión.

La unidad Hidroneumática es capaz de remover arena, piedras, botellas, latas, grasa, lodo y cualquier tipo de desperdicios tanto del drenaje sanitario como el pluvial, usando para este efecto descargas de agua a presión en forma de chorro a través de una boquilla con la que se puede regular el ángulo de dirección del agua y que tiene efecto percutor para desbaratar obstrucciones en forma de taponés. La bomba de alta presión es accionada hidráulicamente por medio de un motor de combustión interna.

Deposito de desperdicios.-

Las capacidades varían pero pueden almacenar alrededor de 12.25 m³. Están fabricados tanto en el piso como en las paredes y techo con placas de acero de alta resistencia tipo "corten", resistencia tanto en la corrosión como en la abrasión.

El interior está cubierto con grafito para retardar la corrosión. El depósito de desperdicios cuenta con una compuerta para descargar los mismos del tamaño de toda la pared trasera. Cuenta con un sistema hidráulico de volteo que le permite levantar la caja hasta 50 grados para que se pueda llevar a cabo un vaciado completo.

Tiene un dren con válvula de paso y manguera de plástico que permite efectuar el drenado de agua succionada. El equipo cuenta con un sistema de control de polvos capaz de retener partículas de 50 micras o mayores, de tal forma que la descarga de aire, producto de la operación, no contamine el ambiente.

Tanque de agua.-

El recipiente de agua para operar el sistema de alta presión es de acero y tiene una capacidad aproximada de 5,000 litros, y está recubierto en su interior con una capa anticorrosiva a base de asfalto. Cuenta además con un medidor de nivel de fácil visibilidad para el operador.

Sistema de alta presión.-

Es de pistón y capaz de suministrar un mínimo de 190 litros por minuto y una presión de operación de 175 kilos por cm² la bomba cuenta con un sistema que le permite al operador variar el flujo de agua desde el tablero de control. Tiene un sistema de alarma que marca cuando se está operando con un gasto mayor que el normal.

Los controles están diseñados de tal forma que el operador puede arrancar y parar la bomba desde el tablero de control sin necesidad de cambiar la velocidad del motor.

Mecanismo para la manguera de bombeo de alta presión.-

La manguera del sistema de alta presión viene montada en un carrete y marco de acero, que puede ser fácilmente desmontada de la parte delantera del chasis del camión

al cual viene anclado.

El carrete puede enrollar como desenrollar la manguera por medio de un motor hidráulico con velocidad regulable en ambos sentidos. El carrete tiene una capacidad para un máximo de 185 m. de manguera de 0.025 m. de diámetro. La manguera tiene una resistencia al estallamiento de 350 kg. por cm, es de una sola pieza y cuenta con boquillas intercambiables.

Sistema de Transportación Neumática.-

Este sistema consta de un compresor centrífugo de dos fases con dos turbinas neumáticas fabricadas en aluminio anodizado de 0.0965 m. de diámetro de alta presión y baja velocidad, las turbinas estáticamente y dinámicamente balanceadas, giran dentro de una carcasa hermética, fabricada con una lamina de acero, de 6.35 mm. de espesor con ventanillas de inspección.

Motor para el Sistema de Succión.-

El motor que acciona el compresor es de combustible diesel enfriado por agua, tipo industrial para trabajo pesado

Manguera para el Sistema de Succión.-

Tiene un diámetro de 20 cm. y una longitud mínima de 6 m. Fabricada de hule reforzado con alambre de acero y/o anillos de acero que la hacen flexible y tiene extensiones de tubo de aluminio con acopladores instantáneos que permiten alargarla de acuerdo a las

al cual viene anclado.

El carrete puede enrollar como desenrollar la manguera por medio de un motor hidráulico con velocidad regulable en ambos sentidos. El carrete tiene una capacidad para un máximo de 185 m. de manguera de 0.025 m. de diámetro. La manguera tiene una resistencia al estallamiento de 350 kg. por cm , es de una sola pieza y cuenta con boquillas intercambiables.

Sistema de Transportación Neumática.-

Este sistema consta de un compresor centrífugo de dos fases con dos turbinas neumáticas fabricadas en aluminio anodizado de 0.0965 m. de diámetro de alta presión y baja velocidad, las turbinas estáticamente y dinámicamente balanceadas, giran dentro de una carcasa hermética, fabricada con una lamina de acero de 6.35 mm. de espesor con ventanillas de inspección.

Motor para el Sistema de Succión.-

El motor que acciona el compresor es de combustible diesel enfriado por agua, tipo industrial para trabajo pesado

Manguera para el Sistema de Succión.-

Tiene un diámetro de 20 cm. y una longitud mínima de 6 m. Fabricada de hule reforzado con alambre de acero y/o anillos de acero que la hacen flexible y tiene extensiones de tubo de aluminio con acopladores instantáneos que permiten alargarla de acuerdo a las

necesidades que se requieran.

Sistema para lavado a Presión.-

El equipo Hidroneumático cuenta con un sistema de autolavado con agua a presión, el cual se efectúa por medio de una pistola de mano, misma que es utilizada para el lavado de accesorios de drenaje. La presión de operación promedio es de 40 kg/cm con un gasto de 75 litros por minuto.

Fig. IV.8

Sistema de control de polvos capaz de retener particulas de 50 micras o mayores. de tal forma que la descarga de aire a la atmosfera no contamine

Tiene un cuerpo filtrante que separa el agua de los solidos, drenando unicamente el agua succionada

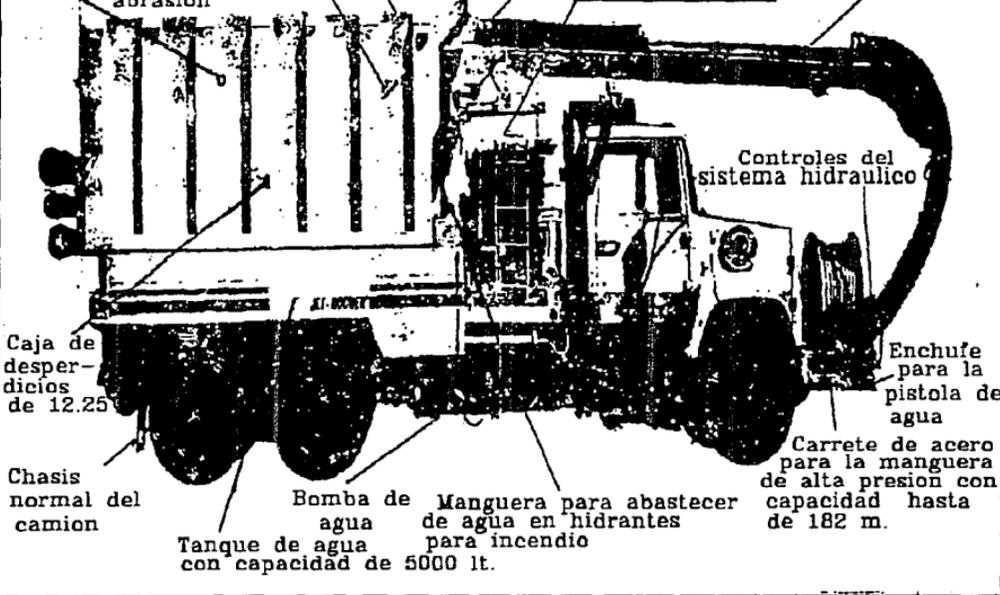
Flotador con indicador visual indica el nivel de la caja de desperdicios

Nada se desconecta cuando se efectua la descarga por volteo

Moderno compresor centrifugo de dos fases quipado con turbina neumatica

Manguera de succion

La caja de desperdicios es ligera y resistente a la corrosión y abrasion



Controles del sistema hidraulico

Caja de desperdicios de 12.25

Enchufe para la pistola de agua

Chasis normal del camion

Carrete de acero para la manguera de alta presion con capacidad hasta de 182 m.

Bomba de agua para abastecer de agua en hidrantes para incendios
Manguera para abastecer de agua en hidrantes para incendios
Tanque de agua con capacidad de 5000 lt.

IV.7.- Supervisión

La supervisión se ha formado de la necesidad de crear un eslabón entre el mando y el ejecutante, así también por la necesidad de mantener las instalaciones en las mejores condiciones posibles.

En lo que respecta a la supervisión en el mantenimiento de los sistemas de alcantarillado consiste en llevar un control del trabajo del personal así como encaminar o dar soluciones a diferentes problemas que se presentan en la realización de este con el fin de obtener un resultado satisfactorio ya que de esta manera todos los elementos que constituyen el sistema trabajaran de la manera mas óptima.

Se puede decir que un Supervisor es la persona que dirige el trabajo de otros y obtiene resultados a través de ellos.

Normalmente existen 4 tipos de supervisores los cuales se describen a continuación mencionando algunas de sus características.

1.- El Autócrata Consumado

Para dirigir al grupo, se apoya éste únicamente en la autoridad que le da la organización formal; no busca la fuente de su autoridad en su propia persona, por derecho propio, sino precisamente por sentirse capaz de ser obedecido, utiliza en forma irracional la autoridad, que le da su puesto. Supone que precisa forzar a la gente a hacer lo que desean: trabajar. Además el autócrata siente el trabajo como un castigo para él y para todos

los demás. Este tipo de supervisor no prepara no capacita a su gente.

Posibles reacciones del grupo:

- A) Sumisión y resentimiento
- B) Aceptación mínima de responsabilidad
- C) Irritabilidad
- D) La gran satisfacción es hacer "tonto" al supervisor

2.- El Autócrata Benévolo

Se le ha llamado "Supervisor Paternalista", porque trata a sus empleados como si fueran sus hijos; se conduce con ellos con la misma suavidad, cariño, dominio y control con que lo hace con su propia familia. Se le ha llamado también "Manipulador". El autócrata benévolo trata de usar no la autoridad sino la relación amistosa con sus subordinados como instrumentos de influencia, se reúnen para tomar decisiones, aunque el sea siempre el que dice la última palabra.

Posibles reacciones del grupo:

- A) La mayoría siente simpatía por el supervisor pero algunos detectan su verdadera actitud y le sienten profunda antipatía.
- B) La iniciativa permanece estática en espera de la reacción del supervisor
- C) Se registrara también sumisión, y falta de desarrollo personal
- D) Nadie desarrolla ideas positivas.

3.- El Indiferente

Los dos supervisores anteriores tienden a hacer irresponsable al trabajador. El supervisor indiferente en cambio, es un individuo que no toma responsabilidad alguna, ni la suya ni la de sus empleados. Es un jefe que no quiere serlo; en cada ocasión que puede da la responsabilidad al primero que se le acerque.

Posibles reacciones del grupo:

- A) La moral de trabajo y la productividad al mínimo
- B) Descuido en el trabajo, rendimiento bajo.
- C) El empleado tiene poco interés en el trabajo o en mejorar
- D) No hay espíritu de grupo, ni trabajo en grupo.
- E) Nadie sabe que hacer ni que esperar.

4.- El Demócrata

El supervisor demócrata, es aquella persona que dirige al grupo no basándose en la autoridad formal, que se deriva de su persona; sabe que el proceso de influir en la relación, y comparte con el manipulador una fuerte consideración y sensibilidad a las necesidades y sentimientos humanos. Si los autócratas despojan al empleado de su responsabilidad y el indiferente regresa hasta la suya propia. El demócrata es una persona que toma lo suyo y da a cada quien lo que le corresponde, es decir, afronta su responsabilidad y respeta la de sus trabajadores.

El demócrata proporciona a sus subordinados el medio para que puedan mejorarse, pero piensa que los demás dependen de ellos mismos. Sabe que un supervisor puede lograr que sus subordinados quieran reconocer sus problemas, aumentando la responsabilidad de éstos, dándoles más autoridad y autonomía, exponiéndolos así más y más a sentirse sus propios jefes.

Posibles reacciones de grupo:

- A) Un alto índice de entusiasmo hacia el trabajo.
- B) Producción de excelente calidad y cantidad
- C) Excelente trabajo en grupo
- D) Siente que hay éxito en el trabajo
- E) Menos problemas de rendimiento
- F) El supervisor está más descansado y puede planear el tiempo que ejerce su dirección constructiva.
- G) Los empleados se sienten satisfechos en sus necesidades básicas.
- H) Sienten que pertenecen a un todo, despliegan comprensión y participación a través de las decisiones a que llega el grupo.

Resulta muy frecuente caer en el error de pensar que siempre y en todas las circunstancias, el supervisor demócrata es el más efectivo, sin embargo, esto depende de los subordinados. Si todos aceptan su responsabilidad y todos tienen iniciativa, el supervisor demócrata será el más adecuado; en cambio, si todos o algunos subordinados por alguna circunstancia no despliegan su responsabilidad y su iniciativa, estos se sentirán incómodos

ante este tipo de supervisor, y esto no resultara adecuado.

Características de un buen Supervisor:

- Conocimiento del trabajo
- Conocimiento de sus responsabilidades
- Capacidad para instruir
- Capacidad para mejorar métodos
- Capacidad para dirigir
- Tener apoyo superior

Responsabilidades del Supervisor:

Entre otras están:

- Bajar los costos de producción
- Lograr la calidad exigida
- Adiestrar a su personal
- Establecer un sistema de seguridad industrial
- Apoyar el mantenimiento preventivo
- En suma, administrar su sección.

CAPITULO V

MANUALES DE OPERACION Y MANTENIMIENTO

V.1.-Antecedentes

Al elaborar un manual referente a la operación y el mantenimiento de un sistema de alcantarillado se debe considerar si este es nuevo o tiene tiempo operando. Si el sistema apenas va a entrar en operación es importante considerar los siguientes puntos: Que se cuente con especificaciones precisas de la operación y el mantenimiento del mismo; se debe elaborar el manual de acuerdo al proyecto ejecutivo; Se deben tomar las características del sistema; Debe contemplarse la organización de la operación y el mantenimiento y considerar la estimación de sus costos entre otros puntos.

En cambio si se requiere elaborar el manual de operación y mantenimiento de un sistema de alcantarillado ya existente, lo primero que se debe hacer es una evaluación del estado en que se encuentra el sistema además de un levantamiento físico y determinar su vida útil, también es importante hacer pruebas a los equipos electromecánicos como bombas o estaciones eléctricas para conocer el estado en que se encuentran. La recopilación de información habida del mismo ayuda a conocer datos anteriores a la elaboración del manual ya que estos sirven de apoyo para entender o conocer de manera más directa el sistema. Dentro de la información recopilada es importante conocer la fecha en que se realizó el proyecto, la fecha en que se construyó el sistema, el número de integrantes en la operación y el mantenimiento del sistema así como la organización que atendía antes al sistema y la

que lo atiende hoy en día, los problemas más frecuentes en el mantenimiento y en la operación del mismo. la periodicidad del mantenimiento, las modificaciones hechas, el conocer las zonas críticas, el saber la cantidad de accidentes ocurridos y el porqué, además de otros datos estadísticos recopilados a través del tiempo (entre estos gastos pluviales y residuales) para valuar de manera más precisa las condiciones en las que se encuentra el sistema en el momento de la elaboración del manual y poder así justificar anomalías acarreadas de antaño.

V.2.- Especificaciones Generales

Es importante que el manual de operación y mantenimiento de un Sistema de Alcantarillado en particular pueda consultarlo y comprenderlo de igual manera todo el personal que labora en el mismo, por tal razón es necesario que el lenguaje empleado sea lo más sencillo posible, también es importante que cuente con fotografías, ilustraciones y esquemas ya que estos son un gran apoyo para el entendimiento y para lograr una mejor interpretación.

De igual manera es importante que el tamaño sea lo más reducido con el fin de poderlo manejar con la mayor facilidad posible así como también procurar que cada miembro o trabajador que interviene en el sistema cuente con su propio manual.

Entre otros puntos también se debe tomar en cuenta que el manual esté encuadernado de tal manera que sea posible intercambiar o agregar nuevas hojas con el fin de actualizarlo, que la pasta y el papel sean de la mejor calidad posible para garantizar una

mayor durabilidad, y que el contenido esté perfectamente estructurado, desglosado y claro en un índice que permita encontrar la información lo más rápido posible.

V.3.- Descripción del Sistema

En un manual de operación y mantenimiento de un sistema de alcantarillado se deben describir los elementos y accesorios que lo constituyen para de esta manera saber que es lo que se va a mantener y operar. Para poder hacer una buena descripción del sistema se necesita contar con un inventario actualizado que permita conocer la capacidad y las limitaciones, ya que de esta manera se puede llegar a elaborar un manual de operación y mantenimiento lo más completo posible. Cabe mencionar que al estar haciendo la descripción del sistema es importante anexar la mayor cantidad de fotografías, esquemas, tablas y planos ya que por medio de estos se puede identificar de manera más precisa la ubicación, el dimensionamiento y otros aspectos de las estructuras como pueden ser: Instalaciones eléctricas; Los diámetros y profundidades de la tubería que integra la red entre otros.

V.4.- Organización de la operación y el mantenimiento.

Una adecuada operación y un buen mantenimiento para un sistema de alcantarillado puede lograrse como resultado de una organización bien planeada en la cual cada trabajador realice sus propias funciones. Por tal razón es importante que se respete la jerarquía de cada elemento y no permitir que ésta se rompa. Por ejemplo una persona que se encuentra en el primer nivel debe entenderse con la que se encuentra en el segundo y esta a su vez con la que se encuentra en el tercero, y así sucesivamente, pero no se debe dar el caso de que quien se encuentre en el primer nivel se entienda con quien esta en el cuarto, administrativamente hablando.

Por lo que respecta a la organización de la operación y el mantenimiento ésta se puede estructurar dependiendo de las obras con las que se cuente, del tamaño de las mismas, de los recursos económicos y materiales, del número de trabajadores, de los horarios de trabajo y otros aspectos que dependeran del sistema de que se trate. Para lograr una organización lo más completa posible es importante conocer quien opera el sistema, que es lo que se está operando y como y con qué ya que conociendo estos puntos podemos organizar la operación y el mantenimiento de manera más global. Por todo lo anteriormente mencionado es necesario estructurar un organigrama en el cual se puedan observar los niveles y funciones existentes así como la interrelación que existe entre los mismos ya sea en forma global considerando todo el sistema o de manera particular por departamentos. Se pueden crear varias oficinas y dependiendo de cual se trate describir sus funciones como podría ser el caso de una oficina de desazolve en la cual sus funciones podrían ser:

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- Realizar la limpieza de colectores de la red primaria y de la red secundaria.
- Limpieza de fosas sépticas publicas (escuelas por ejemplo)
- Atención de problemas de encharcamientos en la ciudad.
- Conexión de Albañales autorizados y reconstrucciones del sistema de drenaje
- Limpieza de pozos de absorción.
- Operación y mantenimiento preventivo de equipos de bombeo en pasos a desnivel (peatonales y vehiculares) y tanques de tormenta.

El manual también debe hacer referencia de la operación y el mantenimiento de los equipos mecánicos, electromecánicos o de cualquier otra índole (equipos de T.V.) a manejar con el fin de mantenerlos en las mejores condiciones posibles y de esta manera alargar su tiempo de vida útil.

V.5.- Actividades en la operación

En el manual deben indicarse de manera detallada y secuencial todas las actividades a desarrollarse en la operación de las obras que constituyen al sistema ya que este debe servir de guía y como consulta al operador.

Los sistemas de alcantarillado, construidos expreso para los fines determinados, tendrán una operación tan eficiente en la medida que en el proyecto de su construcción se hayan tomado en cuenta todas las condiciones a las que estará sujeto, así como la calidad

de los materiales especificados y secciones de sus conductos.

La operación de los conductos se reducen a la actividad de una vigilancia extrema en cuanto a las conexiones de los albañales. Cuando se trata de alcantarillados pluviales, se deben evitar las conexiones en las descargas sanitarias a ellas, ya que durante su funcionamiento pueden ocurrir derrames.

La conservación de la red depende en gran medida de la calidad de las descargas domiciliarias, pues si a tales descargas se le conectan descargas pluviales y estas son conectadas a las coladeras de patio, se introduce en la red de atarjeas objetos extraños que producen que estos se atoren y provoquen taponamientos en algunos tramos de la red, que pueden hacerla trabajar a presión con derrames de aguas negras, o en el peor de los casos provocar rompimientos en las tuberías. Las actividades de operación en estos casos se dirigen hacia una vigilancia del funcionamiento de las tuberías, inspeccionandolas visualmente con relativa periodicidad, y programando su limpieza constantemente por medio de programas de desazolve con equipos manuales, mecánicos o equipos de presión hidroneumáticos, según la economía de que se cuente en el sistema de que se trate, estos trabajos permitirán corregir cualquier deficiencia que se presente. El mismo cuidado se debe prestar a los colectores y subcolectores empleando para su limpieza y conservación los equipos adecuados a las dimensiones de sus secciones. La elección y el diseño de los equipos para la limpieza y el mantenimiento de las redes de alcantarillado, depende de las secciones de los conductos, ya que en algunos casos se puede hablar de colectores de 0.30 m de diámetro, pero para otros determinados sistemas estos conductos pueden ser de hasta más de tres metros.

Los equipos de bombeo son necesarios en drenaje, para elevar las aguas negras de un colector que por causa de asentamientos diferenciales del suelo han quedado por debajo del conducto de descarga.

Una estación de bombeo para aguas negras consiste generalmente en un cárcamo de captación, una o más bombas y un mecanismo de control apropiado para arrancar y parar las bombas.

El cárcamo consiste en un tanque cuya finalidad es almacenar las aguas residuales de los colectores que descargan en él. Sus dimensiones dependen de la profundidad a la que se encuentren los colectores, de las necesidades de almacenamiento, y de los volúmenes de agua que reciba.

Una característica importante de un bombeo de aguas negras es operar sin obstrucciones, ya que normalmente estas contienen muchos materiales que dificultan el bombeo.

Para evitar el paso de objetos flotantes se utiliza un sistema de rejillas accionadas con un pequeño motor polipasto para efectuar su limpieza o bien se pueden utilizar rejillas con limpieza manual.

La potencia de las bombas deberá ser suficiente para vencer la carga dinámica, la cual se define como la suma de:

- a) La carga que se espera, es decir la distancia vertical del centro de la bomba al nivel que se va a elevar el agua.
- b) La carga de succión o distancia vertical del nivel de la fuente de agua que se bombea, al centro de la bomba.

- c) La carga de fricción y las pérdidas de carga en las líneas de descarga y de succión
- d) La carga de velocidad para mantener al flujo.

Las bombas para su funcionamiento necesitan de potencia, la cual puede estar dada mediante un motor accionado por energía eléctrica, o bien en casos de emergencia mediante alguna generadora que generalmente es de gasolina-diesel. También existen equipos de bombeo de combustión interna.

Los operadores en la planta están obligados a marcar o respetar los niveles de seguridad en el cárcamo, que son el mínimo de succión y el mínimo de sumergencia. El primero se marca cuando se presenta el momento oportuno de accionar la bomba. El nivel mínimo de sumergencia indica hasta donde puede o debe bajar el agua para evitar que la bomba aspire cierta cantidad de aire, ya que de lo contrario se producirá cavitación la cual destruirá los alabes de la bomba al instante.

Es conveniente que los equipos instalados en los cárcamos de bombeo, sean diseñados con diferentes capacidades con objeto que durante su operación se puedan alternar gastos que no obliguen a paros y arranques continuos de los equipos. La operación de una planta de bombeo requiere de una vigilancia extrema por parte de su equipo operador, se podrían indicar muchas acciones importantes a seguir para la operación de esas estructuras, pero la consideración principal es que deberá operarse de acuerdo a las especificaciones de los equipos de bombeo instalados, teniendo en cuenta que la mayor importancia de éstas, será la de vigilar el caudal a manejar en condiciones extremas, y los niveles en las diferentes condiciones de operación del cárcamo.

Las estrategias de operación en las plantas de bombeo dependen del nivel de operación con el cual se trabaja para evitar inundaciones en la zona.

El nivel de operación en las plantas de bombeo se refiere al nivel mínimo para el cual la bomba puede funcionar sin producir cavitación, lo anterior se logra fijando el nivel de acuerdo al tubo de succión de la bomba que sea más corto. Debido a las similitudes existentes entre las plantas de bombeo que componen el sistema que aquí nos ocupa describiremos la operación más común que se lleva a cabo.

Antes de llegar al cárcamo de bombeo, el agua es cribada por medio de un sistema de rejillas que impide el paso de sólidos mayores de 20 cm. Este sistema está compuesto de dos sistemas de rejillas paralelas; las primeras realizan la acción principal de cribado, mientras que las segundas son de apoyo, en especial cuando las rejillas de la primera sección son elevadas para su limpieza la cual se hace de forma manual.

Estas rejillas son operadas por mecanismos elevadores de acción eléctrica. El cárcamo de bombeo tiene instalado un indicador de nivel, el cual es utilizado por el operador de la planta para accionar las bombas de acuerdo con un plan de operación establecido. Las plantas tienen capacidad de descarga definida.

Con el fin de lograr que las bombas sean utilizadas uniformemente y evitar así que unas trabajen continuamente mientras que otras no se utilizan, actualmente el operador de la planta lleva un registro de tiempos con base en el cual se seleccionan las bombas que deben ponerse en funcionamiento. En la planta se recibe también la información sobre lluvias proporcionada por personal de la oficina de Drenaje. La que se utiliza en combinación con el conocimiento de las zonas tributarias que corresponden a la planta para

decidir estrategias especiales de operación en el caso de lluvias intensas o de larga duración. En general una vez establecidos el gasto y el nivel de operación, el operador decide cuantas y cuales bombas pone a funcionar, tomando en cuenta el nivel mínimo de operación de cada una de ellas, la bitacora de tiempos, y las bombas en reparación.

En todas las plantas del sistema se llevan registros y se generan gráficas mensuales de las aportaciones a la planta.

Esta información además de servir para generar archivos históricos y datos estadísticos es utilizada para calibrar o modificar convenientemente las estrategias de operación correspondientes. Cabe mencionar que los gastos registrados son los nominales o de placa.

Existen dos operadores de operación el de la subestación y el que se encarga de operar las bombas, siguiendo como instrucción operar dependiendo el nivel de agua que se tenga.

Existen tolerancias y medidas preventivas; estas dependerán de la temporada y sobre todo si es sequía o tiempos de lluvia. Cuando existe sequía se puede mantener el nivel fijo cuando es tiempo de lluvias se procura mantener abajo el nivel.

En los pasos a desnivel existen equipos de bombeo localizados en puntos estratégicos que permite desalojar el agua en los diferentes túneles del paso. Cada bomba tiene diferente capacidad y puede ser accionada por un motor eléctrico bajo condiciones normales de operación o por un motor de combustión interna en casos de falla de suministro de energía eléctrica.

Para operar los equipos de bombeo de los pasos de desnivel se encuentran asignados dos

operadores por paso o varios pasos, el cual utiliza su criterio, experiencia e instrucciones de sus superiores para operarlas. La estrategia de operación depende básicamente del nivel del agua en el colector, el cual, al absorber más caudal del debido, crea problemas en dicho paso, y si estos niveles de agua se detectan peligrosos, se hace necesario el cierre al tránsito de vehículos; posteriormente se empieza a abatir al máximo el nivel de agua en el cárcamo de bombeo.

Dentro de estos carcamos existen unas marcas que indican el nivel de agua para el cual las unidades de bombeo deben apagarse y así evitar que se operen en vacío.

El grado de eficiencia en los equipos de bombeo en los pasos a desnivel para vehículos tiene gran importancia porque repercute considerablemente en el tránsito de vehículos.

V.6.- Actividades en el mantenimiento

En lo que respecta a las actividades en el mantenimiento, el manual debe considerar lo siguiente:

Si el mantenimiento es preventivo debe existir un calendario para el mismo así como la asignación de recursos para cada caso en particular. Y se debe explicar detalladamente la manera de realizarlo.

En el mantenimiento correctivo se deben dar varias alternativas para poder efectuarlo, así como también explicarlas de manera detallada. A manera de ejemplo

tenemos el caso del desazolve con malacate mecánico para el cual es necesario realizar un trabajo preliminar denominado preparación. Siendo este la base para la operación de dragado en las tuberías, consiste fundamentalmente en lograr la comunicación entre dos pozos de visita teniéndose varios métodos de preparación según las condiciones de trabajo.

A continuación se describen algunos de los métodos de preparación mas comunes:

En el caso de el método Piola y Flotador para que este sea utilizado, será necesario como mínima condición, que exista un escurrimiento adecuado tal, que pueda transportar al flotador, utensilio que varia en forma y tipo de acuerdo a las condiciones en que se encuentre la superficie del agua. Para una superficie libre se tendrá como material flotante, pedazos de madera, ramas o algún producto plástico; y cuando en la superficie del escurrimiento haya grasas, se usara un envase lastrado de madera que se desplace entre el azolve y las natas.

Este tipo de preparación se realiza de la manera siguiente:

En un extremo de la piola de nylon del No. 15, se amarra el flotador que se vaya a utilizar, el cual se dejará arrastrar libremente por la corriente de agua hasta llegar al pozo de visitas localizado aguas abajo, en donde se enlazará a otra piola de nylon del No. 120, para ser jalada al pozo de visitas aguas arriba. Recuperada esta, se le amarra a un cable de acero de 1/4" de diámetro, el cual será jalado al pozo de visitas aguas abajo, dando así por terminada la preparación por este método.

El método Tramos de Madera Curada es un procedimiento que se deberá utilizar en

tuberías con aguas estancadas, mediante tramos de madera de aproximadamente un metro de longitud, cuatro centímetros de ancho y dos centímetros de espesor, empalmados con tornillos. Dichos tramos serán empujados hasta alcanzar el siguiente pozo de visita donde serán recibidos, teniendo en cuenta que el último tramo de madera deberá llevar atada una piola de nylon del No. 120, a la cual se le amarrará en la punta de un cable de acero de 1/4" de diámetro para ser jalado al pozo inicial, finalizando así este método de preparación.

Cuando la cantidad de azolves en la red de drenaje, no nos permite utilizar ninguno de los procedimientos antes mencionados recurrimos al método de Varillas Flexibles Empalmables en el cual mediante un dispositivo de rosca llamado barril o mazorca las varillas son empalmadas para que posteriormente, sean introducidas en la tubería a través de una gufa. A las varillas se les empalma en el extremo de avance de la fisga o punta de ataque, la cual le facilitará el paso dentro del azolve, hasta ser recogidas en el pozo de visita aguas abajo, en el que saldrán ayudadas con el cucharón pata de caballo. Aquí se le amarra directamente el cable de acero de 1/4" de diámetro para ser jalado al pozo de partida, quedando así terminado este método de preparación.

Por último la Preparación Mediante Personal es la opción que se utiliza en tuberías donde además de que el diámetro lo permita, la cantidad de escurrimientos es mínima y las condiciones de seguridad son máximas.

La persona a introducirse deberá estar provista del equipo adecuado de protección, una vez estando en el fondo del pozo de visita se encaminará al siguiente. Llevará amarrada a él una soga que servirá para la preparación, y en caso supuesto de peligro, como medida de ayuda. Ya en el siguiente pozo de visita, se amarrará a la soga un cable de acero de 1/4"

de diámetro, el cual será jalado al primer pozo de visita quedando listo para preparación.

V.7.- Emergencias

Un buen manual de operación y mantenimiento se deben contemplar las emergencias ya que estas suelen presentarse con frecuencia en la operación del sistema

La operación de los sistemas de alcantarillado se realiza en dos fases, una que es la de estiaje y la otra que es la de lluvia. En la primera se tiene solamente control en todos los puntos de la red, y se realizan trabajos de revisión y reparación de los elementos dañados.

En la fase de lluvias, cuando se generan avenidas que pueden ser conducidas a través de la red, las actividades que se realizan, se concentran en la detección de tormentas y manejo de los escurrimientos, mediante los elementos del sistema (Obras de toma, Obras de captación, Plantas de bombeo, etc.). En esta fase pueden presentarse emergencias debido a la falla en el sistema o a la presencia de una tormenta extraordinaria, que pueden ocasionar grandes inundaciones. Las actividades que se realizan deben ser de coordinación con la Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos para controlar avenidas e inundaciones, y con la Secretaria de la Defensa Nacional cuando la situación amerite su intervención.

V.8.- Seguridad e higiene

En cualquier manual de operación y mantenimiento de sistemas de alcantarillado es importante contemplar como medida primordial la seguridad e higiene del trabajador ya que por las condiciones en las que trabaja su salud corre peligro.

En todos los trabajos de conservación en donde se realizan inspecciones, desazolve y reparaciones de la red, el personal esta en peligro de sufrir accidentes, daños físicos, infecciones, envenenamiento con gases, asfixia. Todas estas tareas se ejecutan en la vía pública, donde el tránsito de vehículos representa un problema ahora bien, si observamos el interior de las alcantarillas y carcamos encontramos aguas residuales con gran cantidad de sólidos y microorganismos, ácidos y gases explosivos, venenosos y corrosivos.

De lo anterior se desprende que el medio donde se desarrollan estas actividades es muy peligroso y dañino a la salud e integridad física del hombre: por tanto, es justo humano y obligatorio proporcionar a estos trabajadores toda la protección necesaria.

Entre las precauciones que se deben tomar en consideración para no exponer al personal a estos peligros se cuentan: la ventilación natural o artificial, la detención de gases peligrosos, el uso de equipos protectores y evitar chispas del equipo eléctrico o de las herramientas.

La determinación de productos combustibles, que pueden llegar a provocar una explosión, se obtiene con el uso de detectores especializados, los cuales a pesar de que la gran mayoría están calibrados para vapores de petróleo y por consiguiente, no igualmente precisos para otros elementos, tienen la aproximación suficiente para proporcionar la medida

adecuada para una más satisfactoria seguridad del personal.

Al introducir una manguera al alcantarillado a la profundidad deseada con un bulbo succionador se toma la mezcla a identificar para que se oxide o se quemé al entrar en contacto con un filamento catalítico caliente que forma parte de un circuito eléctrico compensado.

Los gases o vapores contenidos en la muestra, descompensarán el circuito, obligando a una aguja indicadora a señalar la concentración sobre una escala graduada en porcentajes del límite inferior de explosión.

La prueba para sustancias venenosas se lleva a cabo al romper dentro del alcantarillado una ampolleta protegida por una malla de algodón, la cual adquirirá un determinado color después de un tiempo de exposición, cuando el compuesto contenido reacciona con el producto a identificar

Comunmente se realizan dos pruebas fundamentales: para detectar el ácido sulfhídrico y monóxido de carbono.

Para la primera, se hará combinar con acetato de plomo provocándose el teñido de algodón con un color entre amarillo y café, para poder obtener así la concentración al compararlo con un colorímetro de 5 a 25 partes por millón.

Para el segundo, se combinará con cloruro de paladio teniendo el algodón con un color que varía del amarillo al gris oscuro, para también así, al compararlo con un colorímetro, obtener la concentración del gas hasta de 0.1% en volumen.

Para conocer la deficiencia de oxígeno se aspira una muestra de atmósfera del alcantarillado mediante un tubo que la conducirá hasta una llama en un indicador de

concentración de oxígeno; mostrándose su eficiencia al extinguirse la flama, sabiendo que esto sucede cuando la cantidad es menor del 16% en volumen.

Claro está, que las variaciones en contenido de oxígeno están determinadas por las sustancias combustibles con que venga mezclado. Es así, que en proporciones suficientes la llama crecerá.

También es importante que en el manual se de una guía de las medidas preventivas que se deben de seguir en algunos puestos operativos en los sistemas de alcantarillado como las que se mencionan a continuación:

Proporcionar equipo de protección al personal dependiendo de la labor que desarrolle y este puede ser el siguiente; botas de caucho especiales para alta tensión, zapatos con suela o goma de hule para aislar las corrientes electricas (construido sin partes metálicas, excepto el casquillo que esta aislando el resto del zapato), overol, impermeables, guantes de hule para electricista, guantes de carnaza, casco, mascarillas entre otros. También es importante que el personal cuente con la herramienta necesaria para desarrollar sus actividades, estas herramientas pueden ser pinzas, desarmadores, llaves (toda la herramienta debe de tener aislante), lamparas, voltímetros, amperímetros, tacómetros, etc. Además es importante que existan letreros prohibitivos en los lugares que se requieran a fin de recordar al trabajador de las acciones peligrosas que debe evitar.

Algunos de los puestos operativos y de mantenimiento que existen en un sistema de alcantarillado y para los cuales se deben considerar los aspectos anteriormente mencionados son los siguientes:

- Electricista automotriz
- Electro mecánico
- Electricista de arrancadores
- Electricista de corriente directa:
- Aforador
- Albañil
- Ayudante de laboratorio
- Cadenero
- Carpintero
- Chofer
- Desazolvador
- Electricista de potencia
- Fontanero
- Maquinista o tablerista
- Mecánico de bombas
- Mecánico de malacates
- Mecánico montador de bombas
- Mecánico de motobombas
- Mecánico de rejillas
- Operador de grúa
- Operador de bombas
- Operador de planta

- **Operador de generadores**
- **Operador de malacate**
- **Operador de motor eléctrico**
- **Operador de rejillas.**
- **Operador de subestación**
- **Operador de tablero**

V. 9.- Legislación

En todo manual de operación y mantenimiento de un sistema de alcantarillado es importante que se considere un apartado en el cual se establezcan reglamentos internos que por un lado, orienten a todos los trabajadores, sin importar su rango, a realizar de manera eficiente su trabajo y por el otro, eviten anomalías que perjudiquen a la comunidad. El no contar con un reglamento origina que en la operación y/o en el mantenimiento del alcantarillado, se llegue a proceder de manera incorrecta en las actividades rutinarias poniendo en riesgo los equipos y demás bienes materiales y más grave aun la seguridad del propio personal de operación y de la comunidad a quien se sirve.

También es importante que el manual mencione las leyes y los reglamentos y los reglamentos vigentes que de una u otra forma estén relacionados con las actividades de operación y mantenimiento y cuyo desconocimiento a su incumplimiento puede provocar daños al ambiente al estar emitiendo contaminantes tales como gases, azolves, ruidos, etc. o causando daños a la vialidad o en fin afectando a terceros por desconocer tales leyes o reglamentos.

Por poner un ejemplo, al realizarse el desazolve en algún tramo de la red de alcantarillado se llega a dejar en ocasiones el azolve durante varios días, en la calle o la banqueta más cercana, ocasionando problemas de vialidad y contaminando la zona donde se ubica además de violar algunos reglamentos o leyes vigentes. Casos como este existen muchos que por desidia o falta de planeación se dan.

Algunos de estos ordenamientos son: Ley general de equilibrio ecologico y de protección al ambiente, Reglamento de la ley general de equilibrio ecologico y de protección al ambiente en materia de impacto ambiental, Reglamento de la ley general de equilibrio ecologico y de protección al ambiente en materia de residuos peligrosos, Reglamento para prevenir y controlar la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias, Reglamento de servicio de agua y drenaje para el Distrito Federal, Reglamento para la prevención y control de la contaminación de aguas y la Ley federal de aguas, entre otros. De todas las leyes y reglamentos anteriormente nombrados se anexan en esta tesis los últimos tres como complemento mencionando solo los artículos que tienen que ver con el alcantarillado.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación se presentan las principales conclusiones que se obtuvieron en la elaboración del presente trabajo y posteriormente se plantean algunas recomendaciones que se consideran importantes para tomarse en cuenta en la operación y el mantenimiento de los sistemas de alcantarillado.

VI.1.- Conclusiones.

1.- Uno de los principales obstáculos para la realización del presente trabajo fue la escasa bibliografía relativa a las condiciones nacionales existentes sobre el tema en particular, para complementar el trabajo se hicieron algunas visitas a la D.G.C.O.H con el fin de entrevistar a las personas que de una u otra manera intervienen en la operación y el mantenimiento de los sistemas de alcantarillado y recopilar la mayor información posible al respecto.

2.- La operación de un sistema de drenaje requiere, sin duda, de acciones que deben realizarse en el momento oportuno para garantizar el buen funcionamiento de la red y la tranquilidad de los habitantes que viven en las zonas que drena el sistema, eliminando el temor de inundaciones que podrían ser catastróficas.

Por ello, es indispensable que las acciones por realizar estén contenidas en un documento, para que todo el personal que interviene directa e indirectamente en la

operación conozca el funcionamiento de la red y las actividades que deben realizar cuando sea necesaria su intervención.

3.- Una operación eficiente de un sistema de alcantarillado, no se puede contemplar sin contar con un inventario de las obras y de las instalaciones que lo constituyen. Este inventario debe ser actualizado periódicamente, tanto, como el desarrollo urbano que acuse la población a la que sirve.

4.-El desconocimiento de alguna de las partes del sistema conduce a errores operacionales. Para la operación de cualquier sistema se tiene la necesidad de contar con los planos de ubicación de las estructuras, del equipamiento de la red, de la indicación exacta de las zonas servidas, con los diámetros de los conductos y dimensionamiento de los accesorios, en cuanto a las plantas de bombeo, se debe de contar con los planos de instalaciones señalando las capacidades de los equipos de bombeo y sobre todo, los niveles mínimos de sumergencia, para garantizar que durante la operación de los mismos no se vayan a provocar esfuerzos adicionales a los equipos ni turbulencias que reduzcan las capacidades de bombeo, así como cavitaciones que desgasten innecesariamente a los impulsores de las bombas.

5.- Las situaciones de emergencia, son casos que se presentan con relativa frecuencia en los sistemas de alcantarillado, sobre todo en las épocas del lluvias, pues difícilmente un sistema estará sobradamente diseñado para estas ocasiones, ya que resultaría extremadamente cara su construcción, es por esto que estas situaciones son de esperarse, por lo mismo el equipo

operativo debe estar preparado para su intervención en el momento preciso, dotado de la herramienta y maquinaria necesaria para su solución inmediata asegurando que los efectos no pasen de ser exclusivamente derrames y no se tengan afectaciones en las edificaciones y bienes particulares.

6.- La operación y el mantenimiento eficientes de un sistema de alcantarillado redituará en el aprovechamiento al máximo de las instalaciones y equipos del sistema y en el beneficio de los usuarios del servicio para el cual fue construido pero no se logrará la eficiencia deseada si no se contempla lo siguiente:

- a) Contar con los planos de la red
- b) Conocer las estructuras que la integran
- c) Contar con los manuales de operación y mantenimiento del sistema y todos los equipos que lo integren.
- d) Conocer los puntos críticos de operación y mantenimiento.
- e) Contar con plantillas de personal suficiente para la supervisión, para la operación de las plantas de bombeo, y para la limpieza de los conductos (desazolve) y atención de emergencias entre otros.
- f) Elaborar los programas de desazolve y mantenimiento en general
- g) Disponer de la herramienta y equipo necesarios para el desarrollo de las actividades de limpieza y mantenimiento preventivo.

- h) Mantener el stock de refacciones suficiente en sus almacenes cuidando que los intervalos de los mismos sean adecuados a las necesidades del sistema.**
- i) Programar oportunamente el suministro de materiales y combustibles adecuados a la logística operativa.**
- j) Llevar el registro de operación de los equipos (malacates mecánicos, malacates manuales, equipos hidroneumáticos, vehículos, etc.).**

7.- Es importante que se tengan detectadas en el manual y se lleve un control exhaustivo en las industrias, fabricas, restaurantes entre otros de las sustancias que arrojan al sistema de alcantarillado con el fin de evitar explosiones al tener una alta concentración de sustancias volátiles.

8.- Con el fin de dar un mejor servicio en la operación y el mantenimiento de los sistemas de alcantarillado debe darse seguridad y capacitación al personal que labora en el mismo.

VI.2.- Recomendaciones

Considerando la importancia que implica para los organismos operadores de los sistemas de alcantarillado contar con procedimientos técnicos y administrativos que apoyen las actividades de operación y mantenimiento, enseguida se enlistan algunas recomendaciones al respecto.

- 1.- Es necesario que todos los organismos operadores de sistemas de alcantarillado cuente con un manual de operación y mantenimiento específico a las características, condiciones, necesidades y recursos para cada caso en particular
- 2.- Se debe de cuidar que además de contar con el manual de operación y mantenimiento, éste se aplique verdaderamente, se adecue y actualice cuando sea requerido.
- 3.- Es conveniente que la aplicación del manual de operación y mantenimiento la coordinen personas que conozcan y estén enteradas del sistema.
- 4.- Se recomienda que se amplie la información a nivel nacional relacionada con la elaboración de manuales de operación y mantenimiento para sistemas de alcantarillado. Esta información podría ser proporcionada a través de

publicaciones técnicas de organizaciones federales como la Comisión Nacional del Agua (C.N.A.), la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (S.E.D.U.E.), y asociaciones civiles tales como la Asociación Nacional de Operación de Agua Potable y Alcantarillado (A.N.O.A.P.A), la Asociación Mexicana del Agua, el Colegio de Ingenieros Civiles de México (C.I.C.M), la Sociedad de Ingeniería Sanitaria y Ambiental o bien instituciones educativas como Universidades o mediante cursos cortos como los que ofrece la División de Educación Continua de la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M.

ANEXO No. 1

REGLAMENTO DEL SERVICIO DE AGUA Y DRENAJE PARA EL DISTRITO FEDERAL

LA ASAMBLEA DE REPRESENTANTES DEL DISTRITO FEDERAL, EN EJERCICIO DE LA FACULTAD QUE LE CONFIERE EL ARTICULO 73, FRACCIÓN VI BASE 3a., INCISO A) DE LA CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, EXPIDE:

REGLAMENTO DEL SERVICIO DE AGUA Y DRENAJE PARA EL DISTRITO FEDERAL.

TITULO SEXTO

DEL SISTEMA DE DRENAJE Y ALCANTARILLADO

CAPITULO I

DISPOSICIONES PRELIMINARES

ARTICULO 89.-

El sistema de drenaje será de dos tipos:

- a).-El combinado ,para recibir en una misma red de alcantarillado el agua residual y pluvial conjuntamente, y
- b).-El separado ,con una red exclusiva para la descarga residual y otra red para conducir el agua pluvial .

ARTICULO 90 .-

Conforme al tipo de alcantarillado , los usuarios deberán contar con las instalaciones adecuadas en el interior de sus predios antes de la conexión de la descarga de las aguas residuales y pluviales. Cuando el sistema sea separado, las instalaciones interiores del predio estarán dispuestas también separadamente , de manera que no se mezclan las aguas residuales con las pluviales y puedan llegar a su respectivo albañal interior.

ARTICULO 91.-

Los nuevos desarrollos urbanos deberán incluir la construcción de sistemas separados por el drenaje de aguas residuales y pluviales, y podrán optar por la perforación de posos de infiltración con capacidades para captar los escurrimientos pluviales sobre las superficies cubiertas, previa aprobación del departamento.

Todas las calles secundarias, pasillos, andadores, patios y banquetas, deberán ser construidas con adoquines, concreto hidráulico o de algún material que permita la infiltración de las aguas pluviales. Las banquetas deberán contar en toda su extensión con jardineras de un ancho mínimo de cuarenta centímetros a partir de la guarnición.

ARTICULO 92.-

Las aguas residuales y pluviales se deberán conducir de los previos edificados a las atarjeas instaladas con tal objeto en las vía pública. En los previos no edificados será obligatorio la conexión al servicio de alcantarillado cuando sea indispensable o así lo determine el departamento previo dictamen técnico.

ARTICULO 93.-

En las zonas donde no exista el servicio de drenaje, los propietarios o poseedores de los predios deberán construir la fosas sépticas y obras necesarias para eliminar las aguas residuales y pluviales con base en proyectos que al efecto apruebe el departamento, o participar en los programas que para tal objeto implemente el propio departamento.

ARTICULO 94.-

Al instalarse el sistema de alcantarillado, se hará del conocimiento del los habitantes beneficiados por medio de avisos colocados en las calles correspondientes.

ARTICULO 95.-

Los propietarios, poseedores del predio, casa habitación y titulares de establecimientos, giros mercantiles o industrias, están obligadas a solicitar las instalaciones para sus descargas dentro de los tres meses siguientes a la fecha en que se colocaron los avisos a que se refiere el artículo anterior.

Una vez efectuados las conexiones necesarias al sistema de alcantarillado, los interesados deberán clausurar las obras que se hayan realizado para la disposición de las aguas residuales en términos del artículo 93 del presente ordenamiento.

ARTICULO 96.-

Cuando el albañal interior se localice a nivel inferior de la atarjea y se haya dispuesto la descarga por bombeo para elevar el agua, deberán instalarse cárcamos, motobombas y además elementos necesarios para evitar interrupciones en su operación los que deberán ser proyectados, construidos, operados y conservados por el usuario, previa aprobación del departamento.

ARTICULO 97.-

En las construcciones en ejecución cuando haya necesidad de bombear el agua fría durante el proceso de cimentación, o con motivo de cualquier desagüe se requiera, se descargará el agua en un decantador para evitar que sólidos en suspensión azoven la red de alcantarillado.

Queda prohibido desalojar el agua al arrollo de la calle o a la coladera pluvial, y se deberá instalar el albañal autorizado desde el principio de la construcción, que se

conecta con el drenaje.

ARTICULO 98.-

Queda prohibido realizar conexiones interiores entre predios para desaguar por el albañal de uno de ellos.

ARTICULO 99.-

Quando se requiera mayor capacidad en el sistema de alcantarillado , el usuario deberá presentar al departamento el proyecto de ampliación ,en el concepto de que sea a su cargo el costo de las obras e instalaciones que se requieran hasta el punto donde el sistema cuente con las capacidad necesaria para el aumento de caudal de la descarga que se origine con el nuevo uso.

ARTICULO 100.-

Se prohíbe arrojar dentro de sistema de alcantarillado desechos solidos susceptibles de sedimentarse y de obstruir los conductos ;grasas,líquidos ,o sustancias inflamables , tóxicas ,corrosivas y en general, cualquier desecho ,objeto o sustancias que puedan alterar los conductos ,estructura o funcionamiento del sistema ,afectar las condiciones ambientales , sanitarias , causar daños a la población , o que haga económicamente incosteable su tratamiento ulterior.

A fin de dar cumplimiento a lo prescrito en el párrafo anterior los propietarios o encargados y poseedores del establecimiento industrias y giros mercantiles que manejen este tipo de desechos deberán contar con los dispositivos necesarios que marquen las normas técnicas ecológicas o el dictamen que disponga la autoridad competente.

Los usuarios del sistema del alcantarillado solo utilizarán éste ,para los fines al que esta destinado ,y deberán cuidar y respetar bajo su responsabilidad que no se arrojen dentro de él materiales que perjudiquen su estructura o funcionamiento.

Asimismo, queda prohibido arrojar cualquier desecho sólido que pueda obstruir las coladeras pluviales instadas en la vía pública , destapar brocales viales instalados de acceso y ventilación de los conductos del sistema de alcantarillado ,y dañar directa o indirectamente cualquier instalación que sea parte del sistema .

ARTICULO 101.-

Quando el departamento detecte anomalías o desperfectos que impidan la correcta aparición del sistema de drenaje , requerirán para que en el termino que determinen realicen las obras o composturas correspondientes ,a sus instalaciones interiores.

ARTICULO 102.-

El departamento podrá suspender las autorizaciones de descarga de agua residual por el período que requiera la acción para evitar una amenaza a la salud pública,cuidar la seguridad y bienestar de la vecindad circundante o cuando las condiciones prevalecientes en el sistema de drenaje impidan recibirla descarga.

Lo anterior será sin perjuicio de las sanciones a que se haga acreedor el usuario.

ARTICULO 103.-

Quando se demuestre que por imprudencia o culpa de los usuarios , los albañales, red de alcantarillado o drenaje queden obstruidos o deteriorados , el departamento realizara las obras necesarias de separación con cargo a los propietarios o poseedores de los previos involucrados en los daños.

ARTICULO 104.-

El departamento tendrá la obligación de realizar las obras de separación y desazolve en la red de drenaje de la vía pública cuando se vea destruida o deteriorada por desechos generados a causa de la prestación de servicios públicos.

Cuando se realicen tareas de desazolve ,el departamento deberá recoger los desechos extraídos.

CAPITULO II

DE LA CONEXIÓN DE DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES

ARTICULO 105.-

Corresponde al departamento realizar las conexiones de albañales exteriores para conexión de aguas residuales y pluviales de predios unifamiliares ,edificios multifamiliares de departamentos ,condominios ,conjuntos habitacionales ,comerciales e industriales y edificios de servicios administrativos, de reunión públicos y privados.

ARTICULO 106.-

Los interesados que requieran la conexión al sistema de alcantarillado ,deberán presentar solicitud por escrito, que deberá contener los siguientes datos:

- I.- Nombre y domicilio del solicitante;
- II.- Ubicación del predio y destino;
- III.-Croquis de localización del predio;
- IV.- Diámetro del albañal solicitado con la justificación correspondiente;
- V.- Especificar si el predio está o no edificado , y
- VI.- Los demás que en cada caso se requieran .

A la solicitud deberá acompañarse la copia de la licencia de construcción o autorización correspondiente, y demás documentos que se señalen en este ordenamiento y otras disposiciones aplicables.

ARTICULO 107.-

Recibida la solicitud ,el departamento comprobará la veracidad de los datos y documentos que acompañan dentro de los 15 días hábiles siguientes y en su caso,determinara la procedencia de la conexión solicitada. En caso de que el departamento no compruebe al termino de los siguientes quince días hábiles la veracidad de los datos,estos se darán por buenos.

Al respecto , el departamento formulará el presupuesto de las obras de conexión ,en los términos que establece la ley de hacienda del departamento del distrito federal,mismo que comunicará al interesado para que en un termino que no exceda de siete días , contados a partir del siguiente al de la notificación ,cubra su importe en la tesorería a efecto de que se proceda la ejecución.

ARTICULO 108.-

Los albañales interiores deberán instalarse como continuación del albañal exterior, el interior contará con una caja o registro colocada a un metro de distancia de

alineamiento

hacia dentro del predio, en lugar de fácil acceso para su limpieza, reparación o reposición, debiendo dejar el eje del albañal a la salida y perpendicular al eje de la atarjea donde se conectará.

CAPITULO III

DE LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES DE LAS INDUSTRIAS

ARTICULO 109.-

La descarga de agua residual proveniente de procesos industriales que requiera conectarse al sistema de alcantarillado y drenaje, deberá sujetarse a los límites máximos permisibles y al procedimiento para la determinación de contaminantes en las descargas de agua residual previstos en las normas técnicas ecológicas o al dictamen que le formulen por la autoridad competente.

ARTICULO 110.-

Los interesados en establecer las nuevas industrias o giros mercantiles ,deberán solicitar al departamento , previamente a su apertura , la conexión de las descargas al sistema de alcantarillado y drenaje.

ARTICULO 111.-

La autorización de descargas residuales a que se refiere el artículo anterior se otorgara previa presentación de una manifestación de impacto ambiental ,tomando en cuenta la capacidad de capacitación de la red .

En la solicitud para la conexión de descargas de agua residual que se presenta al departamento ,además de expresar los datos que se enuncian e el artículo 106 del presente ordenamiento, se acompañan los planos de las instalaciones hidráulicas y de los procesos de tratamiento ,así como las características físicas ,químicas y Biológicas del agua residual resultante , tanto en el proceso como después del tratamiento a que se someta ,sin mezclarse con las descargas provenientes de las instalaciones de los servicios sanitarios de limpieza y de cocinas.

El departamento podrá requerir información complementaria para la solicitud de conexión y en su caso , ordenar al usuario el tratamiento de aguas residuales que dañen el sistema de alcantarillado y drenaje.

ARTICULO 112.-

La descarga de aguas residuales provenientes de los procesos industriales no deberán exceder el caudal autorizado o las tolerancias que se establecen en las normas técnicas ecológicas o en el dictamen que formulen la autoridad competente .Cuando algún usuario requiera cambios en el proceso industrial o en el tratamiento de aguas residuales , deberá solicitar al departamento ,la autorización correspondiente.

ARTICULO 113.-

Procederá la solicitud de conexión de las descargas si el interesado satisface los requisitos que al respecto señala el siguiente reglamento, siempre que el sistema de

alcantarillado tenga capacidad para recibir las descargas debiendo respetarse en su caso ,lo previsto en el artículo 100 del propio ordenamiento.

ARTICULO 114.-

El departamento resolverá en cada caso sobre la aceptación del agua residual de las industrias o giros mercantiles atendiendo a los caudales con sus fluctuaciones ;condiciones físicas ,químicas y biológicas , y a las instalaciones de recolección ,tratamiento y descarga conforme a las normas técnicas ecológicas y al dictamen que sobre el particular rinda la autoridad competente ,debiendo el departamento señalar el lugar de descarga.

ARTICULO 115.-

Los usuarios garantizarán permanentemente el cumplimiento de las normas Técnicas Ecológicas o el dictamen que al efecto emita la autoridad competente.

El Departamento verificará el cumplimiento de las Normas Técnicas Ecológicas aleatoriamente o cuando se presenten anomalías en el funcionamiento del sistema de alcantarillado y drenaje.

ARTICULO 116.-

Las técnicas para el aforo del caudal de las descargas y la toma de muestras, así como su conservación, manejo y transporte adecuado para practicar los análisis físicos, químicos y biológicos, o a los dictámenes que formule la autoridad competente. Los análisis se harán en laboratorios que autorice el Departamento o en sus laboratorios previo pago que haga el usuario.

ARTICULO 117.-

Los sitios de muestreo y aforo deberán ser construidos por los usuarios, en lugares accesibles que determine el Departamento de tal manera que se asegure un mantenimiento constante por parte del usuario y que la operación de muestreo y aforo sea representativa y de fácil realización.

ARTICULO 118.-

El Departamento podrá inspeccionar en cualquier momento el aforo, muestreo o análisis físicos, químicos o biológicos de las aguas residuales que efectúan los usuarios, debiendo permitirse, por éstos, la entrada, acceso y manejo de documentos al personal que para tal efecto designe el Departamento, fijando en cada caso el análisis que deban efectuarse para comprobar el cumplimiento de las Normas Técnicas Ecológicas o el dictamen formulado por la autoridad competente.

ARTICULO 119.-

Los propietarios o encargados de industrias que deban operar plantas de tratamiento de aguas residuales, estarán obligados a observar en sus descargas los parámetros previstos en las Normas Técnicas Ecológicas o el dictamen correspondiente por

ANEXO No. 2

REGLAMENTO PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE AGUAS

Enseguida se citan los reglamentos de dicho Reglamento que contienen las principales estipulaciones respecto a las descargas de los sistemas de alcantarillado.

ARTICULO 7.- Las descargas de aguas residuales, con excepción de las provenientes de usos puramente domésticos, deberán registrarse en la secretaría de Recursos Hidráulicos.

ARTICULO 12.- El registro de las descargas de aguas residuales, tendrán por objeto contribuir a los estudios para determinar la calidad de los cuerpos receptores y las condiciones particulares que deban cumplir las propias descargas; así como la programación a corto plazo, mediano y largo plazo, de acción para prevenir, controlar y abatir la contaminación de las aguas.

ARTICULO 13.- Los responsables de las descargas de aguas residuales que no sean arrojadas en el alcantarillado de las poblaciones, deberán dentro de un plazo de tres años contados apartir de la fecha de registro de la descarga, ajustarla a la siguiente:

TABLA DE MÁXIMOS TOLERABLES

1.- Sólidos sedimentales	1.0 ml/l
2.- Grasa y aceites	70 mg/l
3.-Materia flotante	Ninguna que pueda ser retenida por malla de 3 mm de claro libre cuadrado.
4.- Temperatura	35 C
5.- Potencial hidrógeno (P.H.)	4.5 - 10.0

ANEXO No.3

LEY FEDERAL DE AGUAS

Los puntos de mayor interés que trata la Ley Federal de Aguas respecto a los sistemas de alcantarillado son los siguientes:

CAPITULO SEGUNDO

DEL RÉGIMEN LEGAL DE LOS BIENES

OBJETO DE ESTA LEY

ARTICULO 8.- Las aguas residuales provenientes del uso a que se refiere el artículo 5.- de esta Ley son propiedad de la Nación.

ARTICULO 5.- Son aguas propiedad de la nación.

TITULO QUINTO

DE LAS FALTAS Y DELITOS

CAPITULO I

DE LAS FALTAS

ARTICULO 175.- La Secretaría sancionará conforme a lo previsto por esta Ley las siguientes faltas:

1.- Arrojar sin permiso a los cauces o vasos de propiedad nacional, aguas de desecho o industriales.

ANEXO No.4

CARGAS SOBRE TUBERIAS (2)

" Las cargas o las condiciones que determinan los esfuerzos en las tuberías de los sistemas de alcantarillado son: las cargas externas, la temperatura y las presiones internas. La primera es la más importante y puede ser el único esfuerzo que se tenga en cuenta en los proyectos, pues suelen regular el diseño de las tuberías.

Cualquier tubo en una zanja está sujeto debido a la carga debida al relleno que la cubre; ordinariamente este no es un problema para las tuberías debido a que no están tendidos muy profundamente y los materiales de que están hechos (concreto y acero de refuerzo) son resistentes a la carga producida por la carga de relleno. Sin embargo existen ciertos valores que influyen en las cargas que actúan en las tuberías y son los siguientes:

- Ancho de la zanja en el nivel de la parte superior del tubo (ver tabla)
- Peso del relleno
- Profundidad de instalación del producto

Diametro del tubo	Ancho de la zanja (cm)
20	65
25	70
30	80
38	90
45	100
61	120
76	140
91	175
107	195
122	215
152	250
183	285
213	320
244	355

Para calcular la carga que soportan las tuberías debido al peso del material de relleno, MARSTON desarrolló una serie de fórmulas empíricas, de las cuales la fórmula general es la siguiente:

$$W = C_1 \cdot w \cdot B^2$$

Donde:

W : Carga vertical total sobre el tubo

C_1 : Un coeficiente que varía de acuerdo al material de relleno y con la relación h/B (profundidad de la zanja entre el ancho de la misma)

w : Peso volumétrico del material de relleno.

B : Ancho de la zanja (el ancho de la zanja no debe ser mayor de una y media veces el diámetro del tubo).

Para poder aplicar la fórmula de Marston se necesita garantizar la verticalidad de las

paredes de la zanja por lo menos hasta el lomo de la tubería. A continuación aparecen las tablas para conocer los valores de W y C, para distintos materiales de terreno.

Peso Volumetrico Del Material De Relleno

Tipos de Material	w(kg/m³)
Arena seca	1,600.0
Arena húmeda	1,920.0
Arcilla húmeda	1,600.0
Arcilla saturada	2,080.0
Tierra vegetal húmeda	1,440.0
Tierra vegetal saturada	1,760.0

Ver valores del coeficiente "C₁" para cargas sobre tubos, debido al material de relleno para diferentes valores de H/B en la siguiente tabla"

H/B	Arena seca o tierra vegetal humeda	Arena húmeda o tierra vegetal saturada	Arcilla húmeda	Arcilla saturada
0.5	0.46	0.47	0.47	0.48
1.0	0.85	0.86	0.88	0.90
1.5	1.18	1.21	1.25	1.27
2.0	1.47	1.51	1.56	1.62
2.5	1.70	1.77	1.83	1.91
3.0	1.90	1.99	2.08	2.19
3.5	2.08	2.18	2.28	2.43
4.0	2.22	2.35	2.47	2.65
4.5	2.34	2.49	2.63	2.85
5.0	2.45	2.61	2.78	3.02
5.5	2.54	2.72	2.90	3.18
6.0	2.61	2.81	3.01	3.32
6.5	2.68	2.89	3.11	3.44
7.0	2.73	2.95	3.19	3.55
7.5	2.78	3.01	3.27	3.65
8.0	2.82	3.06	3.33	3.74
8.5	2.85	3.10	3.39	3.82
9.0	2.88	3.14	3.44	3.89
9.5	2.90	3.18	3.48	3.96
10.0	2.92	3.20	3.52	4.01
11.0	2.95	3.25	3.58	4.11
12.0	2.97	3.28	3.63	4.19
13.0	2.99	3.31	3.67	4.25
14.0	3.00	3.33	3.70	4.30
15.0	3.01	3.34	3.72	4.34

ANEXO No. 5

CORROSION DE LAS ALCANTARILLAS (3)

" En las alcantarillas hay una tendencia a la acumulación de materia orgánica como consecuencia de su deposición cuando las velocidades son pequeñas, o por coagulación de grasa en la superficie del agua, esta materia sufre una descomposición y, en las condiciones que suelen existir en la mayoría de las alcantarillas de aguas residuales, la degradación de la misma va acompañada de la reducción bacteriana de los sulfatos presentes en el agua .

La oxidación anaeróbica de la materia orgánica esta acompañada por la formación de ácidos grasos de cadena corta que tienden a rebajar el pH del agua. La combinación de ambas secciones, reducción de sulfatos y disminución del pH, pueden dar lugar a la producción de sulfuro de hidrógeno y su acumulación en el ambiente de la alcantarilla, el cual puede volver a disolverse en la humedad producida por la condensación en la parte superior del conducto en donde la bacteria thiobacillus puede oxidarlos a ácido sulfúrico .

En las alcantarillas construidas con materiales susceptibles de solubilizarse en ácidos, tales como el concreto, hierro o acero, esta formación de ácidos puede dar lugar a la corrosión de la bóveda y a la ruina de la estructura .

La corrosión de las estructuras se puede combatir por cloración, creación de ventilación forzada y revestimiento con materiales inertes. La cloración suspende la acción biológica, al menos temporalmente. La ventilación forzada reduce la condensación en la bóveda, arrastra el H_2S de la atmósfera de la alcantarilla y puede suministrar oxígeno suficiente al agua para interrumpir la acción anaeróbica.

En las alcantarillas en las que fluye a sección llena, no se dan las condiciones para

se produzca la corrosión. Las alcantarillas normales se suelen construir de gres ya que éste es el único material que ha demostrado ser resistente a la corrosión a largo plazo. Para las alcantarillas de nueva construcción, especialmente en aquellos casos en donde las condiciones de cimentación sean malas, o la capa freática sea alta, debe de considerarse la utilización de conducciones de plástico sólido o reforzado, para diámetros de hasta 380 mm. En conductos de impulsión y emisarios se suelen emplear tuberías de hierro, concreto y fibrocemento.

Cuando se necesitan diámetros superiores a 1070 mm se suele utilizar concreto. Si se prevé que puedan presentarse condiciones tendientes a la producción de corrosión, las alcantarillas deben revestirse, bien en la construcción de las mismas o in situ por medio de plástico, gres o compuestos asfálticos. "

ANEXO No. 6

GASES, VAPORES Y LIQUIDOS NOCIVOS

A fin de tener una idea de las causas que originan problemas en algunos tramos de tubos del alcantarillado, a continuación se describen algunos gases, vapores y líquidos nocivos y sus posibles procedencias.

Gasolina, Aceites, Solventes.....Estacionamientos, gasolineras, talleres mecánicos, refineras e industrias aceiteras.

Jabones, Detergentes, Grasa.....Lavanderias, fábricas de jabones, hoteles, domicilios, hospitales

Colorantes, Pinturas, Aceites, Solventes.....Talleres de artes gráficas, fabrica de pintura, industria textil

Alcohol.....Industria de fermentación (cerveceras, destilerías, etc.)
Industria farmacéutica.

Colorantes en altas concentraciones y
sustancias cementantes.....Industria papelera.

Acidos.....Industria textil, curtidurias, refineras, industria del acabado
de metales

Alcalis.....Industria textil, tenerías, refineras

Cianuros.....Talleres de electrodispositivos, industrias de acabados de
metales, industrias de gas y coque.

Amoníacos..... Curtidurías, Industrias de gas y coque
Fenoles..... Refinerías, Industrias de gas y coque
Cresoles..... Industria de gas y coque.
Cromatos..... Industria del acabado de metales
Compuestos de azufre..... Industria papelera, refinerías, industria de gas y coque.
Grasas, restos Alimenticios..... Domicilios particulares y comunales.
Excremento y estiércol..... Hoteles, restaurantes, taquerías y torterías, rastros.
Metano..... Gas de alcantarilla, gas combustible elaborado.
Etano..... Gas natural.
Nitrógeno..... Gas de alcantarilla.
Hidrógeno..... Gas combustible elaborado
Cloro..... Dosis excesiva, fugas.

REFERENCIAS

- (1) **INGENIERIA**
Vol. LXI Núm.3 Julio - Septiembre 1991
Revista de la Ingeniería Mexicana publicada por la Facultad de Ingeniería, UNAM

- (2) **ALCANTARILLADO (pags. 135,136,137)**
Jorge Lara González
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ingeniería
División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica
Departamento de Ingeniería Sanitaria
1990.

- (3) **ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO (pags. 375,376)**
Steel, E.W y Steel, Terence J. McGhee
Ed. Gustavo Gili, S.A.
Barcelona, 1981

BIBLIOGRAFÍA

- **CONOCIMIENTOS BÁSICOS PARA SUPERVISORES DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO**
República Peruana
Banco Interamericano de Desarrollo
Organización Panamericana de la Salud
Organización Mundial de la Salud
Lima, Perú, Agosto de 1984.
- **MANUAL DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE;**
TOMOS: I, II, III, IV y V.
Drenaje-Cd. de México
Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica
del Distrito Federal.
- **PLAN MAESTRO DE DRENAJE DEL DISTRITO FEDERAL**
TOMOS: I Y II
Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica
del Distrito Federal.
- **PLAN MAESTRO DE MANTENIMIENTO DEL DISTRITO FEDERAL**
Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica
del Distrito Federal.

- **MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE DRENAJE PROFUNDO.**

Dirección General de Obras Hidráulicas.

- **ALCANTARILLADO**

Jorge Lara González

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ingeniería

División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica

Departamento de Ingeniería Sanitaria

1990

- **ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO**

Steel, E.W y Steel, Terence J. McGhee

Ed. Gustavo Gili, S.A.

Barcelona, 1981

- **HIDRÁULICA DE ALCANTARILLADO**

ING. Anastasio Guzmán Mardueño

Asesor de la S.R.H.

- **ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS**

Harold E. Babbit y E. Robert Baumann

Ed. C.E.C.S.A., 1980

- **SISTEMA DE DESAZOLVE DE LA RED PRIMARIA Y SECUNDARIA DEL DRENAJE DE LA CIUDAD DE MÉXICO**

Tesis profesional 1990

Abelino Morales Luna

Manuel Carlos Hernández Rodríguez

Facultad de Ingeniería U.N.A.M.

- **NORMAS DE PROYECTO PARA OBRAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LOCALIDADES URBANAS DE LA REPÚBLICA MEXICANA.**

División de Ingeniería Civil, Topográfica y geodesica de la

U.N.A.M.

- **INGENIERIA**

Vol. LXI Núm.3 Julio - Septiembre 1991

Revista de la Ingeniería Mexicana publicada por la Facultad de Ingeniería, UNAM