

**CONVENIO DE COOPERACION TECNICA NO REEMBOLSABLE ATN/MT-7187-NI
FOMIN**

**MANUAL DE MANTENIMIENTO
DE LOS SISTEMAS DE
ALCANTARILLADO SANITARIO**

**ELABORADO PARA
EL INSTITUTO NICARAGUENSE DE ACUEDUCTOS
Y ALCANTARILLADOS (INAA)**

Por: Ing. Carlos Espinosa Garcia

Enero, 2005.

PROLOGO

Este Manual de Mantenimiento de los Sistemas de Alcantarillado Sanitario fue elaborado para el Instituto Nicaragüense de Acueductos y alcantarillados (INAA), Ente Regulador de la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, con recursos económicos aportados por el **FOMIN** (Fondo Multinacional de Inversiones) **dentro de los términos del Convenio ATN-MT-7187-NI.**, suscrito entre el Gobierno de Nicaragua y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

Este Manual contiene una descripción de las acciones de mantenimiento preventivo que deben realizarse, con la frecuencia indicada, en todos y cada uno de los componentes de los sistemas de alcantarillado sanitario, a fin de conservarlos en óptimas condiciones de operación, y así, evitar molestias a los habitantes de la localidad causadas por malos olores, proliferación de mosquitos, y derrames provocados por obstrucciones.

El propósito fundamental de este documento, es proporcionar a los responsables de la operación y mantenimiento de aquellas Empresas Operadoras de los servicios de agua y alcantarillado del país, un instrumento que puedan aplicar a su debido tiempo para prevenir daños mayores en las instalaciones, reducir costos, proveer un buen servicio a los usuarios y asegurar la no contaminación del ambiente.

**MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE
ALCANTARILLADO SANITARIO**

C O N T E N I D O

	PAGINA
PROLOGO	02
GLOSARIO	15
INTRODUCCION	22
I. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.	23
1.1. Definición de operación.	23
1.2. Definición de mantenimiento.	23
1.3. Clases de mantenimiento.	23
1.4. Analogía entre operación y mantenimiento.	23
1.5. Diferencia entre operación y mantenimiento.	24
1.6. Clasificación de las acciones de inspección y mantenimiento.	24
1.7. Categorización de los trabajos de reparación y rehabilitación.	25
1.8. Notas generales relativas al mantenimiento y reparación.	25
II. SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.	26
2.1. Objetivos.	26
2.2. Componente principales	27
2.3. Elementos de cada uno de estos componentes principales. Breve descripción.	27
2.3.1. Red colectora.	27
2.3.2. Estaciones de bombeo.	28
2.3.3. Unidades de tratamiento de aguas residuales.	28
2.3.4. Unidades de tratamiento de lodos.	31
III. ACCIONES PREVIAS A LA ELABORACION DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.	31
3.1. Generalidades.	31
3.2. Acciones previas.	32
3.2.1. Inventario o catastro técnico.	32
3.2.2. Clasificación por grupos de los elementos que componen un sistema de alcantarillado sanitario.	34

	PAGINA
3.2.3. Clasificación y cuantificación de los elementos del sistema en grupos por localidad o planta.	37
3.2.4. Identificación individual de cada una de las estructuras y equipos que componen un sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales.	40
IV. GUÌAS DE MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO.	45
4.1. Red de recolección.	45
A. Tuberías – Pozos de visita sanitarios. Conexiones domiciliarias.	45
A.1. Estudios de campo previos a la ejecución de acciones de mantenimiento.	45
A.1.1. Diferentes formas de ejecución y objetivos de algunos estudios de campo.	45
A.1.2. Estudios y medios empleados en su ejecución.	47
A.2. Limpieza de tuberías de alcantarillado sanitario.	47
A.2.1. Medios de limpieza.	48
A.2.2. Implementación de las acciones de limpieza.	54
A.2.3. Disposición de la tierra y la arena resultante de la limpieza de la red de alcantarillado.	55
A.3. Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución.	56
B. Válvulas especiales.	62
B.1. Regulador de flujo HIDROVEX	62
B.1.1. Principios de operación.	62
B.1.2. Características hidráulicas.	62
B.1.3. Otras características.	63
B.1.4. Mantenimiento. Generalidades.	63
B.1.5. Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución.	64
B.1.6. Notas de seguridad.	66
B.1.7. Prueba de la unidad.	67

	PAGINA
4.2. Estaciones de bombeo.	67
C. Terrenos y edificios.	
C.1. Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución.	68
D. Bombas.	
D.1. De tornillo.	
D.1.1. Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución.	69
D.2. De pistón.	
D.2.1. Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución.	71
D.3. Sumergibles para aguas residuales.	73
D.3.1. Mantenimiento correctivo. Problema. Causa – Soluciones.	74
E. Motores eléctricos.	
E.1. Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución.	77
E.2. Mantenimiento correctivo. Problema. Causa – Soluciones.	78
F. Motores de combustión interna.	
F.1. Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución. Motor de gasolina.	83
F.2. Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución. Motor diesel.	85
G. Generadores eléctricos.	
G.1. Precauciones para con la seguridad.	88
G.2. Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución.	90

	PAGINA
H. Unidades de arranque.	
H.1. Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución.	95
I. Centro de control de motores.	
I.1. Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución.	96
J. Sub-estación eléctrica. Transformadores.	99
J.1. Observaciones generales relativas al mantenimiento.	99
J.2. Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución. General.	101
J.2.1. Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución.	102
J.3. Mantenimiento correctivo. Problema. Causa– Soluciones.	105
K. Equipos y aparatos accesorios.	
K.1. Válvulas.	
K.1.1. Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución.	110
K.2. Manómetros.	
K.2.1. Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución.	111
4.3. Planta de tratamiento de aguas servidas.	112
4.3.1. Operación y mantenimiento. Generalidades.	112
L. Estructuras de entrada.	
L.1. Sistema de compuertas.	
L.1.1. Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución.	115
L.1.2. Mantenimiento correctivo. Problema – Causa- Soluciones.	116

	PAGINA
M. Estructuras de limpieza -	
M.1. Rejillas.	
M.1.1. Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución.	118
M.2. Sistema de cribas.	
M.2.1. Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución.	119
M.2.2. Mantenimiento correctivo. Problema. Causa– Soluciones.	120
M.3. Tamiz (Step Screen Flexible SSF)	122
M.3.1. Riesgos asociados al incumplimiento de las instrucciones de seguridad.	122
M.3.2. Seguridad en el trabajo.	122
M.3.3. Instrucciones de seguridad para el operador/operario.	122
M.3.4. Instrucciones de seguridad a seguir para la realización de trabajos de instalación, inspección y mantenimiento.	123
M.3.5. Otros peligros.	123
M.3.6. Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución.	125
M.3.7. Mantenimiento correctivo. Problema. Causa– Soluciones.	127
M.4. Tamiz de finos. (HUBER ROTOMAT – Ro 1.)	130
M.4.1. Riesgos asociados al incumplimiento de las instrucciones de seguridad.	130
M.4.2. Seguridad en el trabajo.	130
M.4.3. Instrucciones de seguridad para el operador.	130
M.4.4. Instrucciones de seguridad para los trabajos de instalación, inspección y mantenimiento.	131
M.4.5. Otros peligros.	132
M.4.6. Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución.	133
M.4.7. Mantenimiento correctivo. Problema – Causa - Soluciones.	135
N. Desarenador.	
N.1. Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución.	138

	PAGINA
O. Trampa de grasas y aceites.	
O.1. Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución.	141
P. Dispositivos de medición. Generalidades.	
P.1. Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución.	143
Q. Tornillo compactador.	145
Q.1. Observaciones generales relativas al mantenimiento.	145
Q.1.1. Riesgos asociados al incumplimiento de las instrucciones de seguridad.	145
Q.1.2. Instrucciones de seguridad para el operador.	145
Q.1.3. Instrucciones de seguridad para la ejecución de los trabajos de mantenimiento.	146
Q.1.4. Otros peligros.	147
Q.1.5. Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución.	148
Q.1.6. Mantenimiento correctivo. Problema – Causa - Soluciones.	149
Q.2. Motor.	150
Q.2.1. Inspección y mantenimiento. Generalidades.	150
Q.2.2. Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución.	151
Q.2.3. Mantenimiento correctivo. Problema – Causa - Soluciones.	152
Q.3. Reductor.	156
Q.3.1. Instrucciones generales.	156
Q.3.2. Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución.	157
Q.3.3. Mantenimiento correctivo. Problema – Causa – Soluciones.	158
R. Lagunas de estabilización.	160
R.1. Mantenimiento. Generalidades.	160
R.2. Algunos indicadores físicos del funcionamiento normal de los diferentes tipos de lagunas	160

	PAGINA
R.3. Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución.	162
R.4. Mantenimiento correctivo. Problema - Causa – Soluciones.	164
S. Tanques.	
S.1. Sedimentador.	
S.1.1. Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución.	168
S.1.2. Mantenimiento correctivo. Problema - Causa – Soluciones.	169
S.2. De aireación.	
S.2.1. Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución.	171
S.2.2. Mantenimiento correctivo. Problema - Causa – Soluciones.	172
S.3. Sépticos.	
S.3.1. Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución.	176
S.4. Inmhoff.	
S.4.1. Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución.	178
S.5. Filtros de arena.	
S.5.1. Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución.	181
S.6. Filtro percolador.	
S.6.1. Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución.	183
S.6.2. Mantenimiento correctivo. Problema. Causa– Soluciones.	184
4.4. Tratamiento de lodos.	186
T. Estructuras para el tratamiento de lodos.	
T.1. Digestor.	
T.1.1. Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución.	187

	PAGINA
T.1.2. Mantenimiento correctivo. Problema - Causa – Soluciones.	188
T.2. Filtros de banda.	
T.2.1. Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución.	190
T.2.2. Mantenimiento correctivo. Problema - Causa – Soluciones.	191
T.3. Centrífugas.	
T.3.1. Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución.	193
T.4. Lechos o eras de secado.	
T.4.1. Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución.	194
4.5. Estructuras y equipos varios.	196
U. Instalaciones para desinfección. Generalidades.	196
U.1. Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución. Dosificadores de cloro gaseoso.	197
U.1.1. Mantenimiento correctivo. Problema. Causa– Soluciones. Dosificador de cloro del tipo montado en el cilindro.	199
U.2. Acciones de mantenimiento y frecuencia de ejecución. Hipocloradores.	203
U.2.1. Mantenimiento correctivo. Problema. Causa– Soluciones.	204
U.2.2. Precauciones.	205
V. Estructuras, equipos y dispositivos varios.	206
V.1. Canales de salida.	206
V.2. Instalaciones mecánicas y eléctricas. Generalidades.	206
V.2.1. Lubricación.	207
V.2.2. Bombas.	207
V.3. Mantenimiento del equipo eléctrico generalmente encontrado en una planta de tratamiento de aguas residuales.	207

	PAGINA
V.3.1. Equipo receptor y distribuidor de potencia.	207
V.4. Estructuras de la planta.	210
V.4.1. Limpieza y mantenimiento de edificios.	210
V. PLAN DE MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO	211
5.1 Definición y conceptos.	211
5.2. Elaboración del plan. Criterios usados.	211
5.3. Ejecución del Plan	213
5.4. Control de la ejecución del plan de mantenimiento de los daños ocurridos en las estructuras y equipos que componen el sistema de alcantarillado.	214
5.5. Conformación del archivo técnico de mantenimiento.	216
5.6. Evaluación de la ejecución del plan de mantenimiento.	218
5.7. Beneficios obtenidos de la aplicación del programa de mantenimiento.	219
VI. REQUISITOS DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO. PROCESO DE SELECCIÓN Y CAPACITACIÓN.	220
6.1. Generalidades.	220
6.2. Conocimientos y habilidades que deben tener los profesionales y técnicos a cargo de la operación y mantenimiento de los sistemas de alcantarillado sanitario.	220
6.3. Selección del personal.	223
6.4. Capacitación del personal.	223
6.5. Especialización del personal.	224
VII. MEDIDAS Y EQUIPOS DE PROTECCION RECOMENDADAS PARA TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE REALIZAN LABORES DE MANTENIMIENTO.	224
7.1. Generalidades.	224
7.2. Para el personal de mantenimiento de red de alcantarillado.	225
7.3. Para el personal de mantenimiento de equipo electromecánico.	226

VIII. LISTA DE FIGURAS.

No.1.	Plano típico de un sistema de alcantarillado sanitario.	42
No.2.	Plano típico de planta y perfil de tubería de alcantarillado sanitario.	44
No.3.	Limpieza de tubería con un torno manual.	50
No.4.	Limpieza de tubería por dragado manual.	50
No.5.	Limpieza de tubería con limpiador especial.	50
No.6.	Camión de limpieza con altapresión.	51
No.7.	Camión de limpieza para remoción usando el vacío .	51
No.8.	Camión para limpieza con herramientas de cubo.	53
No.9.	Sistema de limpieza que combina medios manuales y mecánicos.	53
No.10.	Planta de fondo y elevación de pozo de visita.	61
No.11.	Sección de válvula reguladora de flujo HIDROVEX.	65
No.12.	Sección transversal de una bomba de tornillo típica.	70
No.13.	Esquema de bomba de pistón típica para lodos.	72
No.14.	Bombas sumergibles para aguas residuales –	76
No.15.	Instalación estacionaria típica de un generador eléctrico.	94
No.16.	Unidad de arrancador y centro de control de motores.	98
No.17.	Transformadores de potencia.	109
No.18.	Planta de tratamiento de aguas servidas con filtro biológico.	114
No.19.	Compuerta y sistema de rejillas.	117
No.20.	Esquema de dos tipos de rejas y de un triturador.	121
No.21.	Tamiz (Step Screen Flexible SSF)	129
No.22.	Tamiz de finos. HUBER Rotomat – Ro. 1.	137
No.23.	Sección transversal de un desarenador.	140
No.24.	Esquema de una trampa y separador de grasa.	142
No.25.	Planta y secciones de un canal de aforo Palmer – Bowlus.	144
No.26.	Tornillo compactador. Motor y reductor.	149
No.27.	Complejo de lagunas de estabilización.	167
No.28.	Sección de tanque de sedimentación.	170
No.29.	Sección transversal de un tanque de aireación típico.	175
No.30.	Sección de un tanque séptico.	177

	PAGINA
No.31. Planta y sección de un tanque Imhoff.	180
No.32. Planta y sección de un filtro intermitente de arena.	182
No.33. Esquema de un filtro percolador típico.	185
No.34. Sección transversal de un digestor anaeróbico típico convencional.	189
No.35. Esquema de un filtro prensa de banda.	192
No.36. Era de secado de lodos típica.	195
IX. LISTA DE CUADROS.	
No.1. Clasificación por grupo de los componentes de un sistema de alcantarillado sanitario.	35
No.2. Clasificación, localización y número de equipos y estructuras existentes.	39
No.3. Identificación de estructuras y equipos existentes.	41
X. LISTA DE FORMATOS.	229
10.1. Muestra de formatos para registrar las características físico-técnicas de los equipos y estructuras que integran un sistema de alcantarillado sanitario, y para utilizarse en la elaboración y control del plan de mantenimiento.	229
No.1. Registro de bomba de tornillo.	230
No.2. Registro de bomba de pistón	231
No.3. Registro de bomba sumergible para aguas residuales.	232
No.4. Registro de motor eléctrico.	233
No.5. Registro de unidad de arranque de motores.	234
No.6. Registro de control de motores.	235
No.7. Registro de sub-estación eléctrica.	236
No.8. Registro de válvula.	237
No.9. Registro de sistema de rejillas.	238
No.10. Registro de desarenador.	239
No.11. Registro de trampa para grasas y aceites,	240
No.12. Registro de sedimentador.	241
No.13. Registro de tanque de aireación.	242
No.14. Registro de tanque séptico.	243
No.15. Registro de tanque Imhoff.	244
No.16. Registro del filtro intermitente de arena.	245
No.17. Registro de tanque percolador.	246

	PAGINA
No.18. Cálculo de los días hábiles requeridos para implantación del plan de mantenimiento.	247
No.19. Calendario de ejecución del plan de mantenimiento.	248
No.20. Control de mantenimiento y de daños.	249
No.21. Control de mantenimiento y de daños.	250
10.2. Muestra de formatos que pueden ser usados por los operadores para reportar las observaciones y trabajos realizados.	251
No.1. Informe de trabajo – Planta de tratamiento a base de lagunas de estabilización.	252
No.2. Observaciones de campo en lagunas de estabilización.	253
No.3. Registro de caudales.	254
No.4. Informe del estado del tiempo.	255
No.5. Parámetros operacionales diarios / lagunas de estabilización.	256
No.6. Resumen mensual de parámetros operacionales / lagunas de estabilización.	257
No.7. Informe de recorrido de inspección.	258
No.8. Informe de trabajo de limpieza de tubería.	259
No.9. Longitud de tubería existente en la red de alcantarillado sanitario – metros.	260
No.10. Informe de trabajo de instalación de tubería de alcantarillado sanitario.	261
XI. BIBLIOGRAFIA.	262

G L O S A R I O

Absorción.	(1) La toma de una sustancia en el cuerpo de otra. (2) La concentración selectiva de sólidos disueltos en el interior de un material sólido por difusión.
Acometida domiciliar.	Conexión a cada vivienda o establecimiento, y comprende desde la caja de registro, localizada en la acera, hasta la unión con la tubería colectora secundaria.
Aireación.	Transferencia de oxígeno al agua por medios naturales (flujo natural, cascadas, etc.) o artificiales (agitación mecánica o difusión de aire comprimido).
Aireación mecánica.	La introducción de oxígeno del aire en un líquido por acción de un agitador mecánico.
Afluente.	Agua, agua residual u otro líquido que ingrese a un depósito (reservorio), planta de tratamiento o proceso de tratamiento.
Aguas residuales.	El agua luego de ser usada por una comunidad o industria, que contiene material disuelto y en suspensión.
Aguas residuales domésticas.	Agua residual de origen doméstico, comercial o institucional, que contiene desechos humanos.
Anaeróbico.	Condición en la cual hay ausencia de aire u oxígeno libre.
Análisis.	El examen del agua, agua residual o lodos, efectuado por un laboratorio.
Aplicación en el terreno.	El reciclaje de agua residual o lodos parcialmente tratados en el terreno, bajo condiciones controladas.
Bacteria.	Grupo de organismos microscópicos unicelulares, rígidos y carentes de clorofila, que desempeñan una serie de procesos de tratamiento incluyendo: oxidación biológica, digestión, nitrificación y desnitrificación.
Bases de diseño.	Conjunto de datos, que sirven para el dimensionamiento de los procesos de tratamiento.

Biodegradación.	La degradación de la materia orgánica por acción de microorganismos, en el suelo, cuerpos receptores o procesos de tratamiento de aguas residuales.
Biopelícula.	Película biológica adherida a un medio sólido que lleva a cabo la degradación de la materia orgánica.
By-pass.	Conjunto de tuberías, canales, válvulas y compuertas que permiten el paso de un líquido alrededor de un proceso o planta de tratamiento.
Cámara.	Compartimiento con paredes que se usa para un propósito específico.
Clarificador.	Tanque de sedimentación rectangular o circular usado para remover sólidos sedimentables contenidos en el agua residual.
Cloración.	Aplicación de cloro o compuesto de cloro al agua residual, para desinfección y en algunos casos para oxidación química o control de olores.
Colectoras e interceptoras.	Tuberías principales.
Colectora maestra.	Canal o tubería que recibe las aguas residuales de una red de alcantarillado sanitario y las conduce hasta una planta de tratamiento.
Coliformes.	Bacterias gram negativas, de forma alargada, capaces de fermentar lactosa con producción de gas a temperaturas de 35 a 32° C (coliformes totales). Aquellos que tienen las mismas propiedades a la temperatura de 44 ò 44.5°C., se denominan coliformes fecales.
Criba.	Artefacto, generalmente de barras paralelas, utilizado en remover sólidos flotantes.
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO).	Cantidad de oxígeno usado en la estabilización de la materia orgánica bajo condiciones de tiempo y temperatura especificados (generalmente 5 días y 20°C).
Demanda de oxígeno.	Término similar a la demanda bioquímica de oxígeno.

Demanda química de oxígeno (DQO).	Medida de la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación química de la materia orgánica (carbonácea) del agua residual, usando como oxidantes sales inorgánicas de permanganato o dicromato en una prueba que dura dos horas.
Desarenadores.	Cámara diseñada para reducir la velocidad del agua residual y permitir la separación de sólidos minerales (arena), por sedimentación.
Descarga controlada.	Regulación de la descarga del agua residual cruda para eliminar las variaciones violentas de caudal y calidad.
Desechos peligrosos.	Desechos con un potencial dañino para el ambiente, debido a su toxicidad, alta capacidad de combustión, corrosividad, reactividad química u otra razón.
Desechos industriales.	Desechos líquidos originados de la manufactura de un producto específico. Usualmente son más concentrados y tienen mayores variaciones de caudal que los desechos domésticos.
Deshidratación de lodos.	Procesos de remoción del agua de lodos.
Desinfección.	La destrucción de bacterias y virus de origen fecal en las aguas residuales, con el uso de un agente desinfectante.
Difusor.	(1) Placa porosa, tubo u otro artefacto, a través del cual se descarga aire comprimido en burbujas bajo la superficie de un líquido. (2) Facilidad final de descarga en un emisario submarino.
Digestión.	Descomposición biológica de la materia orgánica de un lodo, produciendo una mineralización, licuefacción y gasificación parcial.
Digestión aeróbica.	Descomposición biológica de la materia orgánica de un lodo, en presencia de oxígeno.
Digestión anaeróbica.	Descomposición biológica de la materia orgánica de un lodo, en ausencia de oxígeno.
Disposición final.	Disposición del efluente de una planta de tratamiento o de lodos tratados.

Efluente.	Líquido que sale de un proceso de tratamiento.
Efluente final.	Líquido que sale de una planta de tratamiento de aguas residuales.
Emisario	Conducto que transporta las aguas servidas desde una planta de tratamiento hasta el punto de disposición final.
Estaciones de bombeo.	Comprende edificios y obras accesorias, motores, bombas, arrancadores y controles eléctricos, transformadores de voltaje, unidades de generación, tuberías, medidores de caudal, válvulas y accesorios, pozo de succión, etc. Se utilizan para levantar el agua a una elevación superior.
Examen bacteriano.	Análisis para determinar la presencia y cuantificar el número de bacterias en aguas residuales.
Grado de tratamiento.	(1) Medida de la eficiencia de remoción de una planta de tratamiento de aguas residuales en relación con parámetros como: DBO, bacterias u otro parámetro especificado. (2) Eficiencia de remoción requerida a una planta de tratamiento de aguas residuales para cumplir con los requisitos de calidad del cuerpo receptor.
Impacto ambiental.	Cambio o consecuencia al ambiente que resulta de una acción específica o proyecto.
Impermeable.	Que no permite paso del agua.
Interceptor.	Canal o tubería que recibe el caudal de una serie de descargas transversales al mismo, y las conduce a una planta de tratamiento.
Laguna de estabilización.	Es un estanque construido en tierra diseñado para el tratamiento de aguas residuales por medio de la interacción de la biomasa, la materia orgánica contenida en las aguas servidas, y otros procesos naturales.
Laguna anaeróbica.	Laguna con alta carga orgánica en la cual se efectúa el tratamiento en la ausencia de oxígeno.
Laguna facultativa.	Laguna cuyo contenido de oxígeno varía de acuerdo con la profundidad y hora del día. En el estrato superior de una laguna facultativa existe un comensalismo entre algas y bacterias en la presencia de oxígeno y en los

estratos inferiores se produce una biodegradación anaeróbica de los sólidos sedimentados.

Laguna aireada. Laguna de tratamiento de aguas residuales en la cual se supe el abastecimiento de oxígeno por aireación mecánica o difusión de aire comprimido.

Laguna aeróbica. Término a veces utilizado para significar “Laguna de alta producción de biomasa”. Son estanques de profundidad reducida, lo cual permite la penetración de la luz hasta el fondo, y diseñados para una máxima producción de algas con cortos periodos de retención,

Laguna de maduración. Laguna de estabilización diseñada para tratar efluente secundario o agua residual previamente tratada por un sistema de lagunas (anaeróbica – facultativa, aireada – facultativa o primaria – secundaria). Originalmente concebida para reducir la población bacteriana.

Laguna de lodos. Estanque utilizado para almacenamiento, digestión o remoción del líquido del lodo.

Manejo de aguas residuales. Conjunto de obras de recolección, tratamiento y disposición y acciones de operación, monitoreo, control y vigilancia en relación con aguas residuales.

Metales pesados. Metales que pueden ser precipitados por el hidrógeno sulfurado en solución ácida, por ejemplo: plomo, plata, mercurio, etc.

mm. Milímetro, una milésima parte de un metro.

m. Metro, unidad del sistema métrico.

Nutriente. Cualquier sustancia que al ser asimilada por organismos, promueve su crecimiento.

Obras de llegada. Obras en la planta de tratamiento instaladas inmediatamente después de la colectora maestra y antes de los procesos de tratamiento.

Oxígeno disuelto. Concentración de oxígeno medida en un líquido, por debajo de la saturación, expresada en mg/l.

pH. Medida de la concentración del ion hidrógeno en el agua, expresada como el logaritmo negativo de la concentración molar del ion hidrógeno.

Planta de tratamiento.	Conjunto de obras y equipos, utilizados para el mejoramiento de la calidad de las aguas residuales.
Pretratamiento.	Conjunto de obras y equipos, utilizados para mejoramiento de la calidad física de las aguas residuales. Este proceso de tratamiento está localizado antes del tratamiento primario de las aguas residuales.
Proceso biológico.	Proceso en el cual la materia orgánica de las aguas residuales es asimilada por bacterias y otros microorganismos, para estabilizarlas e incrementar la población de microorganismos (lodos activados, filtros percoladores, digestión, etc.).
PVS.	Pozo de visita sanitario.
Reactor de flujo ascendente.	Proceso continuo de tratamiento anaeróbico de aguas residuales en el cual el desecho circula de abajo hacia arriba a través de un manto de lodos o filtro, para estabilización parcial de la materia orgánica.
Red de colección.	Comprende las acometidas domiciliarias, sub-colectoras, incluyendo cajas o cámaras de registro, pozos de visita, terminal de limpieza.
Reuso de aguas residuales.	Utilización de aguas residuales debidamente tratadas para un propósito específico (reuso agrícola, industrial, etc.).
Sub-colectora.	Tubería secundaria.
Tanque de compensación.	Tanque utilizado para almacenar y homogenizar el efluente, eliminando las descargas violentas.
Tóxicos.	Elementos o compuestos químicos venenosos.
Tratamiento anaeróbico.	Estabilización del agua residual por acción de microorganismos en ausencia de oxígeno.
Tratamiento biológico.	Procesos de tratamiento en los cuales se intensifica la acción de los microorganismos para estabilizar la materia orgánica presente.

Tratamiento convencional.

Procesos de tratamiento bien conocidos y utilizados en la práctica. Generalmente se refiere a procesos de tratamiento primario o secundario. Se excluyen los procesos de tratamiento terciario o avanzado.

Tratamiento de lodos. Procesos de estabilización, acondicionamiento y deshidratación de lodos.

Tratamiento preliminar. Procesos de tratamiento localizados antes del tratamiento primario (desmenuzados, cribas, desarenadores, etc.)

Tratamiento secundario. (1) Nivel de tratamiento por encima de tratamiento primario en donde se alcanzan eficiencias de remoción de DBO del orden del 85%. (2) Tratamiento biológico, generalmente lodos activados o filtros biológicos, con facilidades para manejo de lodos. Se aplica también a lagunas de estabilización con un alto grado de remoción.

Tratamiento terciario. Término que implica tratamiento adicional al secundario y que está siendo reemplazado por tratamiento avanzado de aguas residuales.

INTRODUCCION.

En la administración de los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario, sobre todo en nuestros países, es bastante común prestar mayor atención a la ejecución de proyectos de inversión, que al desarrollo de prácticas adecuadas de operación y mantenimiento de las instalaciones existentes.

En base a lo anterior, el éxito de una administración se mide generalmente por índices tales como: número de proyectos realizados, monto de dólares invertidos, longitud de tubería instalada, etc. Pero poco se mencionan factores tales como: número de interrupciones de servicio experimentadas por año, número de fallas sufridas en el funcionamiento de los equipos, número de medidores sin funcionamiento, calidad del efluente de las plantas de tratamiento en relación a la calidad de diseño, impacto de la operación de los sistemas de alcantarillado sanitario sobre el medio ambiente, y otros.

En parte esto es así, porque la ejecución de proyectos de construcción de obras constituye noticia en los medios de comunicación desde su etapa de concepción, hasta su finalización y puesta en operación.

Como resultado de esta apreciación errónea, en general, no se asignan a operación y sobre todo a mantenimiento, los recursos económicos y de personal necesarios, ni se da a estas labores, el orden de prioridad que le corresponde cuando se trata de repartir los limitados recursos con que se cuenta.

Es por esto que en algunos casos, proyectos bien diseñados y construidos con altos volúmenes de inversión, se han deteriorado completamente en un plazo relativamente corto.

En cambio, cuando se dispone de un programa de mantenimiento preventivo y se desarrollan las acciones propuestas con la frecuencia requerida, se asegura en un alto grado la funcionalidad de los equipos y estructuras, la prestación de un buen servicio a los usuarios, se reducen los gastos debidos a la realización de acciones de mantenimiento con carácter de emergencia, se mantiene la eficiencia en la operación de los equipos y estructuras, se extiende el período de realización de nuevas inversiones por la ampliación de la vida útil de las instalaciones, etc.

I. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO – DEFINICIONES.

1.1. Definición de operación.

Operación es el conjunto de acciones **externas** que se ejecutan en las instalaciones y equipos para lograr el buen funcionamiento de un sistema.

1.2. Definición de mantenimiento.

Mantenimiento es el conjunto de acciones que se ejecutan a lo **interno** de las instalaciones y equipos para prevenir posibles daños o para la reparación de los mismos, cuando éstos ya se hubieren producido, a fin de asegurar el buen funcionamiento de un sistema.

1.3. Clases de mantenimiento.

Hay dos clases diferentes y bien determinadas de mantenimiento.

a. Mantenimiento correctivo o de reparación de daños.

Este consiste en la reparación inmediata y oportuna de cualquier daño que pueda haberse producido en las instalaciones y equipos.

Como los daños y fallas en las instalaciones y equipos son de naturaleza tan variada, como también pueden ocurrir en el momento menos esperado y sin aviso previo, el mantenimiento correctivo no puede programarse y la política razonable es estar preparado para enfrentar esa situación de emergencia, disponiendo de los recursos necesarios para proceder en forma inmediata.

b. Mantenimiento preventivo.

Como su nombre lo indica, consiste en ejecutar en las instalaciones y equipos una serie de acciones de mantenimiento, sin esperar a que se produzcan los daños, y se realizan precisamente para evitar dentro de lo posible que éstos se presenten.

El desarrollo del mantenimiento preventivo, debe programarse en forma calendarizada en todas y cada una de sus acciones, y por este mismo hecho, al practicarlo se obtiene gran economía.

El mantenimiento preventivo, debe ejecutarse en forma ineludible en todos los sistemas, y es la única garantía para asegurar el buen funcionamiento de los mismos a través del tiempo.

1.4. Analogía entre operación y mantenimiento.

Operación y mantenimiento son un conjunto de acciones tan íntimamente relacionadas entre sí, que en la mayoría de los casos es muy difícil diferenciarlas, ya que fundamentalmente, toda la serie de

acciones que se ejecutan en ambos tiene un mismo fin, el cual es conseguir el buen funcionamiento de un sistema.

1.5. Diferencia entre operación y mantenimiento.

Las acciones entre operación y mantenimiento se diferencian entre sí, porque en operación estas acciones son **externas** a las instalaciones y equipos, es decir que no alteran su naturaleza ni sus partes constitutivas; mientras que las acciones que se ejecutan en mantenimiento, son **acciones internas** a las instalaciones y equipos, que de algún modo afectan su naturaleza o sus características internas.

1.6. Clasificación de las acciones de inspección y mantenimiento.

Las acciones de mantenimiento e inspección deberán ser sistemáticamente desarrolladas diariamente o regularmente, a fin de identificar, en una etapa temprana, aquellos equipos e instrumentos que están funcionando de una manera anormal y así prevenir daños mayores. Los tipos y detalles de las acciones de inspección y mantenimiento, serán clasificados como sigue:

a. Inspección diaria:

La inspección diaria es un tipo de inspección que se desarrolla como regla general, más de una vez al día. Esta inspección comprende una revisión de cada equipo y estructura con relación a lectura del medidor, ruido anormal, aumento de temperatura, vibración, filtración de aceite, fuga de agua, olor, fisuras en las estructuras, control sanitario y condiciones de limpieza de la planta.

b. Inspección regular:

La inspección regular es un tipo de inspección que comprende la revisión de secciones que no pueden ser revisadas durante la inspección diaria, secciones importantes y secciones que requieren instrumentos de medición. Esta inspección es ejecutada sistemática y regularmente, por ejemplo, semanal, mensual o anualmente.

c. Inspección de precisión:

La inspección de precisión es un tipo de inspección conducida por ingenieros especialistas. Ellos desarmen los equipos e instrumentos y los inspeccionan cuidadosamente. Las reparaciones completas (overhauls) realizadas por el equipo del fabricante o especialistas son también una forma de inspección de precisión.

d. Inspecciones temporales:

Las inspecciones temporales son un tipo de inspección desarrollada temporalmente para tratar de localizar anomalías identificadas a

través del monitoreo de la operación y de inspecciones diarias o regulares y para investigar la causa y el grado de anormalidad.

1.7. Categorización de los trabajos de reparación y rehabilitación.

Para la debida operación y mantenimiento de un equipo e instalación, es necesario realizar oportunas reparaciones para la recuperación de sus funciones completas. La reparación está categorizada dentro de un trabajo de mantenimiento y un trabajo de rehabilitación. El primero, requiere un trabajo relativamente fácil y que puede ser tratado durante las operaciones de rutina. Mientras que el último requiere los servicios de ingenieros especializados o del equipo de especialistas del contratista.

a. Trabajos de mantenimiento:

Los trabajos de mantenimiento comprenden simples reparaciones, ajustes, y el reemplazo de piezas y partes consumibles, los cuales pueden ser ejecutados durante las operaciones rutinarias. Ello incluye también acciones de emergencia para evitar daños mayores. El reemplazo planificado de partes desgastables, aceites para lubricación, rociado de productos químicos para prevenir la proliferación de moscas y mosquitos, y el recorte de los árboles en una planta, son también considerados como trabajos de mantenimiento.

b. Trabajos de reparación y rehabilitación:

Los trabajos de reparación son desarrollados con el propósito de mantener la función original de un equipo y/o instalación. Tales trabajos son realizados tomando las medidas necesarias para resolver las anormalidades detectadas e identificadas durante las inspecciones de mantenimiento y a través de las acciones de mantenimiento planificadas, de los equipos e instrumentos que han estado operando por cierto período. En muchos casos, estos trabajos son ejecutados por contratistas especializados puesto que requieren tecnología y equipo especial, además de constituir un trabajo pesado.

1.8. Notas generales relativas al mantenimiento y reparación,

Las acciones de mantenimiento y reparación deberán ser desarrolladas cumpliendo con los estándares de mantenimiento e inspección. Cuando se han establecido dichos estándares debe hacerse referencia a los manuales de instrucción del fabricante, el grado de importancia y el rendimiento operativo de la instalación correspondiente, la provisión de regulaciones aplicables, y registro de fallas con respecto a los ítems inspeccionados, ciclo, el criterio de evaluación y el método de conducirlo.

- a. Inspecciones regulares y trabajos sistemáticos de mantenimiento deberán ser programados bajo un plan anual, y ejecutados incorporándolo dentro de los planes mensuales de mantenimiento.
- b. Inspecciones de precisión y trabajos planeados de reparación deberán ser programados anualmente para ejecutarse en los siguientes años y están sujetos a una revisión anual de manera que se le pueda asignar el presupuesto correspondiente.

Los resultados de las acciones de mantenimiento e inspección deben ser registrados y conservados de manera que puedan usarse como referencia para futuros trabajos de mantenimiento y reparación.

- c. Los detalles de todos los trabajos de mantenimiento y reparación deberán ser registrados y conservados en el archivo técnico para futura referencia.
- d. Cuando se efectúen cambios en el sistema, durante la ejecución de trabajos de reparación, cada modificación deberá a su vez, ser hecha en la sección correspondiente de los planos respectivos.
- e. Las partes y materiales usados en la ejecución de trabajos de reparación y mantenimiento, deberán ser restituidos tan pronto como sea posible, a fin de disponer siempre de un stock adecuado.
- f. Una relación de coordinación con las oficinas del fabricante y prestación de servicios de los equipos y aparatos más importantes, debe mantenerse todo el tiempo, para estar preparados ante la presentación de una situación de emergencia.

II. SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

2.1 Objetivos.

Un sistema de alcantarillado sanitario está compuesto de una serie de estructuras, integradas con el propósito de captar las aguas residuales producidas en las viviendas, establecimientos comerciales e industriales, colectarlas y conducir las a una planta de tratamiento, donde son despojadas de sus características indeseables, para que finalmente sean vertidas en un cuerpo receptor o reusadas para diferentes fines.

2.2. Componentes principales.

Para satisfacer sus propósitos, un sistema de alcantarillado sanitario consta de una cantidad de elementos que de acuerdo a su función pueden agruparse en cuatro componentes principales:

- a. Red colectora.
- b. Estaciones de bombeo.
- c. Unidades de tratamiento.
- d. Estructuras para tratamiento y disposición final de lodos.

Se mencionan las estaciones de bombeo como uno de los componentes principales, aunque no es un elemento normal del sistema ya que se construyen cuando por las características topográficas del área es necesario vencer una diferencia de elevación que no se puede lograr por gravedad. Además, cuando existen estaciones de bombeo en el sistema de alcantarillado sanitario es el componente que requiere una operación y mantenimiento más efectivo, puesto que en la estación se concentran la mayor parte de los equipos mecánicos y eléctricos que puedan existir en el sistema.

2.3. Elementos de cada uno de estos componentes principales. Breve descripción.

Cada uno de los componentes del sistema de alcantarillado sanitario antes mencionado, está constituido a su vez, por una cantidad de elementos, algunos de los cuales se mencionan y describen brevemente a continuación:

2.3.1. Red colectora.

La red colectora está constituida por las tuberías, más otras estructuras tales como: pozos de visita de alcantarillado sanitario (PVS), sifones invertidos, conexiones domiciliarias, válvulas especiales, etc., que permiten la recolección de las aguas servidas, provenientes de las viviendas, industrias, establecimientos comerciales e institucionales y su conducción al sitio de tratamiento.

2.3.1.1. Tuberías.

Las tuberías pueden ser de concreto, polivinilo (PVC), polietileno (PE), asbesto cemento (AC) o hierro fundido (HoFo).

De acuerdo a su tamaño, pueden clasificarse como tuberías principales o tuberías secundarias.

2.3.1.2. Pozos de visita sanitarios (PVS)

Constituyen una cámara de inspección, y se construyen en todo cambio de alineación horizontal o vertical, en todo cambio de

diámetro, en la intersección de dos o más alcantarillas y en el extremo de una línea, cuando se prevén futuras ampliaciones aguas arriba de éstas. El PVS es construido totalmente de concreto o con el cuerpo de ladrillo cuarterón, apoyado sobre una plataforma de concreto.

2.3.1.3. Sifones invertidos.

Se utilizan para pasar por debajo de estructuras tales como, otras conducciones, cauces, etc.

Se construyen generalmente con tuberías de hierro fundido, concreto reforzado u otro material resistente a las presiones a que estarán sometidos.

2.3.1.4. Conexiones domiciliarias.

Están constituidas por las tuberías laterales que conducen las descargas de aguas residuales de los edificios, desde la caja de registro hasta las tuberías recolectoras de alcantarillado sanitario.

2.3.2. Estaciones de bombeo.

Esta estructura no es un componente normal de un sistema de alcantarillado sanitario y se construyen cuando por las características topográficas del área, es necesario elevar el caudal a una cota superior.

Forman parte de las estaciones de bombeo, los edificios, estructuras de recolección y succión, equipos de bombeo (bombas, motores, arrancadores y centros de control), tuberías, accesorios, transformadores y generadores eléctricos.

2.3.3. Unidades de tratamiento de aguas residuales.

2.3.3.1. Generalidades.

El sistema de tratamiento de aguas residuales comprende cuatro diferentes niveles de clarificación: preliminar, primario, secundario y terciario.

La selección de un proceso de tratamiento de aguas residuales o de la combinación de ellos, depende principalmente de: las características del agua cruda, la calidad requerida del efluente, la disponibilidad del terreno, los costos de construcción y operación y mantenimiento, la confiabilidad del sistema de tratamiento y la capacidad técnica existente en el país.

A continuación se nombrarán algunas de las diferentes estructuras que pueden integrar un sistema de tratamiento y se describirán muy brevemente sus principales funciones.

2.3.3.2. Estructuras de entrada.

a. Colectora maestra.

Es el conducto que recibe las aguas residuales de una red de alcantarillado sanitario y las conduce hacia la planta de tratamiento.

b. Sistema de compuertas.

Se utilizan para interrumpir el flujo de agua, ajustar el volumen de flujo, o variar su dirección, así como evitar la inundación de las instalaciones.

2.3.3.3. Estructuras para el tratamiento preliminar.

Comprende:

a. Rejillas.

Son estructuras formadas por barras de hierro que retienen materiales tales como, tarros, pedazos de madera, etc. De acuerdo al método utilizado, son de limpieza manual o mecánica.

b. Sistema de cribas.

Se utilizan para remover material extraño que se encuentra en suspensión en las aguas residuales, tales como basura, virutas de madera, etc. Puede ser del tipo estático o de tambor giratorio, provistos de una malla fina de acero inoxidable, o de un material no ferroso.

c. Desarenador.

Remueve la arena, grava, cenizas u otro material sólido pesado. Pueden ser de limpieza manual o mecánica.

d. Trampa para grasas y aceites.

Son tanques pequeños de flotación donde la grasa flota a la superficie y es retenida, mientras el agua ya aclarada sale por una descarga localizada en la parte inferior. No tiene piezas mecánicas y el diseño es parecido al de un tanque séptico.

e. Dispositivos de medición.

Es una estructura que mide o permite conocer en cada instante el volumen de agua servida que pasa por un canal o conducto. Estos dispositivos pueden ser un medidor Parshall, Palmer Bowlus, un vertedero proporcional, etc.

2.3.3.4. Unidades de tratamiento de aguas residuales.

Dentro de estas unidades se incluyen:

a. Tanque de sedimentación.

Es un tanque de forma circular o rectangular, donde se depositan los granos de arena fina y los sólidos suspendidos, mediante el proceso físico de asentamiento. Puede usarse en la fase de tratamiento primario, secundario y terciario.

b. Tanque Imhoff.

Es una unidad en la cual se han integrado el tanque de sedimentación y el tanque de digestión. El tanque Imhoff se divide en tres cámaras:

1. La sección superior que se conoce como cámara de sedimentación.
2. La sección inferior conocida como cámara de digestión de lodos.
3. El respiradero y cámara de natas o área de ventilación de gas.

c. Filtro de arena.

Remueve los sólidos suspendidos y produce agua tratada clarificada. La remoción de la materia suspendida se realiza principalmente adhiriéndolas al medio filtrante, o pasándolas a través de una cama filtrante. La cama filtrante consiste de un medio granular, tal como antracita, arena y grava.

d. Tanque de aireación.

En este tanque los elementos contaminantes que se encuentran en las aguas servidas, tales como sólidos suspendidos y sustancias solubles, son transformados en lodos, los cuales precipitan fácilmente, y son removidos a través del proceso de lodos activados.

e. Filtro percolador.

Tiene por objeto reducir la carga orgánica existente en las aguas residuales domésticas e industriales. Consiste en un lecho de piedras u otro material natural o sintético, sobre el cual se hacen pasar las aguas residuales con el consecuente crecimiento sobre el lecho de microorganismos, lamas o películas microbiales. En un filtro percolador, las aguas residuales se riegan sobre el lecho filtrante por medio de brazos distribuidores fijos o móviles. El lecho del filtro percolador consiste en un medio permeable, al cual se adhieren los microorganismos y a través del cual el residuo líquido se infiltra. Cada filtro tiene un sistema de drenaje inferior para recoger el agua

residual tratada y los sólidos biológicos que se desprenden del medio.

f. Lagunas de estabilización.

Son estanques construidos de tierra, de poca profundidad, diseñados para el tratamiento de aguas residuales por medio de la interacción de la biomasa (algas, bacterias, protozoarios, etc.), la materia orgánica de desecho, y otros procesos naturales (factores físicos, químicos y meteorológicos).

De acuerdo al contenido de oxígeno, las lagunas de estabilización se clasifican como:

Anaeróbicas.

Facultativas.

Aeróbicas.

2.3.4. Unidades de tratamiento de lodos.

a. Digestores. (Tratamiento de lodos).

Son tanques circulares o rectangulares donde se produce la digestión de los lodos provenientes de la planta de tratamiento de aguas servidas, para producir un compuesto final más estable, y eliminar microorganismos patógenos presentes en el lodo crudo.

b. Filtros al vacío .

Consiste básicamente en un tambor cilíndrico que rota parcialmente sumergido en una cubeta de lodo, previamente acondicionada.

c. Centrifugación.

Es un proceso en el cual se aplica al lodo la fuerza centrífuga para separar la fracción sólida de la fracción líquida.

d. Lechos o eras de secado.

Se utilizan normalmente para la deshidratación de los lodos digeridos. La era típica de arena para secado de lodos, es un lecho de forma rectangular poco profundo, con fondo poroso colocado sobre un sistema de drenaje.

III. ACCIONES PREVIAS A LA ELABORACION DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.

3.1. Generalidades.

Para la elaboración, planificación, programación, ejecución y control de un programa de mantenimiento, es necesario conocer previamente la naturaleza y número de los diferentes componentes

del sistema, en este caso de alcantarillado sanitario, así como la ubicación geográfica de cada uno de ellos, junto con sus características físicas y técnicas.

3.2. Acciones previas.

Para obtener y aplicar la información anterior se requiere la realización de las acciones siguientes:

- a. Realizar un inventario o catastro técnico de todos los componentes del sistema.
- b. Clasificar estos componentes y sus elementos, y reunirlos en grupos homogéneos.
- c. Particularizar cada uno de los elementos que se encuentren dentro de un mismo plantel a fin de que puedan ser fácilmente identificados.

A continuación se describen los objetivos y alcances de cada una de estas acciones:

3.2.1. Inventario o catastro técnico.

Inventario o catastro técnico es la identificación, ubicación y registro individual de todos y cada uno de los elementos que componen un sistema.

En un sistema nuevo, recién construido, es posible que toda la información mencionada, requerida para la elaboración y ejecución de un programa de mantenimiento, sea obtenida muy fácilmente, puesto que la documentación puede encontrarse a mano.

Sin embargo, cuando se trata de sistemas que tienen muchos años de haber sido construidos, esta información no existe o existe parcialmente, por lo que para obtenerla habrá que realizar un levantamiento de la misma en el campo.

En el caso de una **red colectora** de aguas servidas, el catastro deberá obtener, entre otros, los siguientes datos: ubicación de pozos de visita con la distinción de si se trata de cámara de limpieza con o sin caída o terminal, forma y dimensiones del pozo, material de construcción incluyendo datos de la tapa, diámetro, material y pendiente de tubería.

Cuando se trata de una estación de bombeo, se deberá lograr la siguiente información: ubicación, dimensiones, materiales de construcción, etc., del edificio de la estación. Forma, dimensiones y

tipo (seco o húmedo) del foso de succión y estructuras de alivio. Características técnicas de los motores, bombas, tuberías, válvulas y otros accesorios, arrancadores y centros de control de motores, medidores de flujo, generadores y sub-estación eléctrica.

En el caso de las unidades de procesos de tratamiento, el inventario deberá obtener los siguientes datos: tipo y características de las estructuras de entrada y tratamiento preliminar (rejillas, trituradores, desarenadores, trampa de grasa, artificios de medición, estructuras de alivio, etc.), dimensiones y material de los tanques de procesos (preaireación y floculación, sedimentadores, tanques sépticos, Imhoff y otros). Además, en el caso de lagunas de estabilización, habrá que determinar si se trata de lagunas en serie o en paralelo, aeróbicas, anaeróbicas o facultativas, si tienen o no aireación, y otros.

Finalmente, en el catastro del componente de tratamiento del lodos, debe lograrse la información siguiente: características de los tanques digestores, filtros, tamaño y tipo de las eras (lechos) de secado, tipo y características del dispositivo de descarga, naturaleza del cuerpo receptor, estructuras y naturaleza de los procesos de reuso, si éste es el caso.

Cuando se trata de estructuras y equipos que se encuentran sobre el terreno, el catastro se limita a realizar observaciones y mediciones de campo. Los datos logrados pueden completarse recurriendo a los planos a como fueron construidos e instalados, si es que existen. En el caso de equipos y accesorios, la información técnica aparece en la placa del fabricante, que generalmente se encuentra pegada al cuerpo de dicho equipo. Los datos que puedan encontrarse en dicha placa, pueden completarse con la información contenida en los catálogos descriptivos correspondientes.

En cambio, en el caso de la tubería que está enterrada, y de pozos de visita que puedan encontrarse cubiertos por pavimento, habrá que realizar excavaciones y verificación de campo.

Para desarrollar el inventario técnico, en la forma descrita anteriormente, se propone el uso de una serie de formatos que se utilizarán para registrar la información obtenida y conformar posteriormente el archivo correspondiente. En la Sección No.X., numeral 10.1. se presentan a manera de ejemplo, algunos modelos de hojas de registro conteniendo la información mínima necesaria para llegar a constituir el archivo técnico. Además, el archivo técnico debe comprender los documentos de diseño, memorias de cálculo y planos finales a como fueron construidas, cuando se trate de estructuras. En el caso de equipos, el archivo debe contener los catálogos descriptivos suministrados por el fabricante, de la unidad

correspondiente, tales como, manual de instalación y montaje, manual de operación y mantenimiento y lista de partes de repuesto.

En ambos casos, es conveniente mantener el nombre y dirección de la compañía constructora o del fabricante, así como la fecha de finalización de la obra o de adquisición del bien.

La información contenida en el archivo técnico es de enorme utilidad en la planificación y ejecución de acciones de operación y mantenimiento, realización de ampliaciones y mejoras, adquisición de partes de repuesto o unidades completas para reemplazo, etc.

Sin embargo, aún cuando se haya realizado un inventario completo y exacto de todos los elementos que componen un sistema, y se haya montado un eficiente archivo técnico, su utilización no será totalmente beneficiosa, si no se toman las medidas necesarias para mantenerlo continuamente actualizado.

3.2.2. Clasificación por grupos de los elementos que componen un sistema de alcantarillado sanitario.

Terminado el inventario es necesario ordenar toda la información obtenida clasificándola por grupos de naturaleza homogénea. Por ejemplo, podrán constituir un grupo todos los motores, porque independientemente de su tipo, marca y tamaño, se puede decir que constituyen una sola familia, a la cual puede dársele el mismo tratamiento, en lo que respecta a su operación y mantenimiento.

Las lagunas de estabilización podrán conformar un grupo, pues en lo referente a las condiciones de descarga y otros, las acciones de operación y mantenimiento son prácticamente las mismas, aunque según su diseño varían en relación a su función específica. El propósito de agrupar todos estos componentes, que tienen condiciones muy similares de operación y mantenimiento, es que hace innecesario establecer guías de mantenimiento para cada uno de ellos separadamente, sino tan sólo por grupos.

En el Cuadro No.1 se presenta un ejemplo de lo que podría constituir una agrupación de los componentes y elementos homogéneos que conforman un sistema de alcantarillado sanitario. Este Cuadro muestra la identificación del Grupo por letras y los elementos que conforman cada Grupo.

**CLASIFICACION POR GRUPO DE LOS COMPONENTES
DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

<u>GRUPO</u>	<u>COMPONENTE</u>
	<u>1- Red de colección de aguas servidas</u>
A	Tuberías Acometidas domiciliarias Sub-colectoras Colectoras Interceptoras Pozos de visita sanitarios (Pvs)
B	Válvulas especiales
	2- Estaciones de bombeo
C	Terrenos y edificios
D	Bombas De pistón De tornillo De emulsión por aire (air lift) De diafragma Sumergible
E	Motores eléctricos Eje vertical Eje horizontal Sumergido
F	Motores de combustión interna
G	Generadores eléctricos
H	Unidades de arranque
I	Centro de control de motores
J	Sub-estación eléctrica
K	Equipos y aparatos accesorios
	<u>3- Unidades de procesos de tratamiento</u>
	3.1. <u>Pretratamiento</u>

L	Estructuras de entrada Colectora maestra Sistema de compuertas
M	Estructuras de limpieza Rejillas Cribas
N	Desarenadores
O	Trampa de grasas y aceites
P	Dispositivos de medición Parshall Palmer-Bowlus Proporcional
Q	Compactador
	<u>3.2. Estructuras para el tratamiento</u>
R	Lagunas de estabilización Facultativas Anaeróbicas Aeróbicas
S	Tanques De sedimentación Sépticos Imhoff Filtro de arena De aireación Percolador
T	Estructuras para el tratamiento de lodos. Digestores Filtros Centrífugas Eras de secado
U	Instalaciones de desinfección Dosificadores de cloro Hipocloradores
V	Estructuras, equipos y dispositivos varios.

Esta agrupación facilitará la elaboración posterior de un programa de mantenimiento.

Cuando se trate de una Empresa que opera varios sistemas de alcantarillado sanitario en un área extensa, es conveniente dividir todo el conjunto por zonas. Se deberá diseñar una ruta de recorrido y distribuir los equipos de trabajo de manera que no se produzcan cruces y duplicaciones. Lo anterior a fin de organizar la ejecución del programa de mantenimiento y llevarlo a cabo eficientemente.

3.2.3. Clasificación y cuantificación de los elementos del sistema en grupos por localidad o planta.

Una vez terminado el inventario técnico y clasificados todos los elementos del sistema de alcantarillado sanitario, por grupos de naturaleza y función homogénea según se propone en el numeral 3.2.2. anterior, el siguiente paso es cuantificar el número de unidades del mismo Grupo que se encuentran en una determinada localidad o plantel e identificar cada uno de ellos. Para esto, se deberá proceder de la forma siguiente:

- a. Clasificar los elementos ya inventariados por planta o por localidad, según sea el caso, dividiendo las hojas de inventario por grupos, conteniendo cada grupo todos los elementos (estructuras y equipos) que existen en una misma planta y/o localidad.
- b. Luego, se ordenarán las plantas y/o localidades por rutas, es decir, que éstas se ordenarán de tal manera, que se garantice un fácil y rápido recorrido de una a otra, en función de las vías de comunicación entre y hacia ellas. Este orden de recorrido es el que seguirán posteriormente los equipos para la ejecución del programa de mantenimiento.

Este ordenamiento por rutas no tiene razón de ser, cuando se trata de un sistema sencillo de alcantarillado sanitario, ubicado íntegramente en una misma ciudad. Sin embargo, es de mucha importancia cuando el sistema consta de varias plantas o se trata de los sistemas de varias localidades distantes entre sí. Este sería el caso de una Empresa Operadora que administre los servicios de alcantarillado de una región o del país entero. En este último caso un buen ordenamiento se traducirá en una ejecución eficiente del programa de mantenimiento.

- c. Para hacer factible la realización práctica del trabajo de clasificación de las estructuras y equipos que componen un sistema de alcantarillado sanitario, por grupos y por plantas y/o localidad, se ha preparado el Cuadro No.2.
- d. Forma de llenar el Cuadro No.2.
 - 1. En la primera columna del Cuadro deberá colocarse el nombre de la localidad o planta que corresponda, según el ordenamiento por zonas y rutas de recorrido.
 - 2. En la línea con el nombre de la planta o localidad que se está clasificando se anotará bajo la columna correspondiente el número de unidades existentes, de ese determinado grupo, en esa particular localidad o planta.

Los datos correspondientes a la columna No.2, tubería, pueden obtenerse, con bastante aproximación, usando los planos generales de planta y los planos constructivos de la red de alcantarillado sanitario, que aparecen como Figura No.1 y Figura No.2 respectivamente. Su grado de exactitud será mayor en cuanto más actualizados se encuentren estos planos. Pero también estos datos pueden lograrse, si cuadros semejantes a los que constituyen los Formatos No.9 y No.10 del numeral 10.2 son parte del archivo técnico de la Empresa.

En la columna 3 (B) Válvulas, debe anotarse el número de estas unidades, de los diferentes tipos existentes en las estaciones de bombeo y en la red de colección.

Proceder de igual forma con las columnas restantes.

- 3. Luego se sumarán separadamente todas y cada una de las columnas del cuadro, a fin de conocer el número total de unidades de cada grupo existentes en el sistema. Haciendo una gran suma de todos estos totales, se conocerá el total de estructuras y equipos que existen en el sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad o en todos los sistemas del país.

El conocimiento del número de unidades de cada uno de los grupos en que se han clasificado las diferentes estructuras y equipos que componen el sistema de alcantarillado sanitario y su ubicación, es el primer paso para la organización de un programa de mantenimiento.

3.2.4. Identificación individual de cada una de las estructuras y equipos que componen un sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales.

El **Cuadro No.2, Clasificación, localización y número de estructuras y equipos existentes**, indica el número de estas unidades, clasificadas por grupo, que se encuentran instaladas en cada una de las plantas o localidades que administra la Empresa. Sin embargo, hasta ahora no se identifican individualmente cada una de éstas unidades, lo cual es necesario para distinguirlas dentro del mismo grupo y aún dentro de la misma planta.

Para efectuar esta identificación debe usarse el **Cuadro No.3 Identificación de estructuras y equipos (presentado en página siguiente)**.

Con este propósito, a la letra con que se ha clasificado cada estructura o equipo, componente del sistema de alcantarillado sanitario se le coloca un número por delante, en orden creciente, para representar el número que le corresponde dentro del total de unidades del mismo Grupo existente en la planta. Por ejemplo, Estación de Bombeo Acahualinca, las tres bombas instaladas se identifican así: 1D, 2D, y 3D que corresponde al número de la unidad dentro de la estación y a la letra del Grupo, según se ha propuesto en el Cuadro No.1.

Esta clave, usada para identificar individualmente cada uno de los elementos que componen un sistema de alcantarillado sanitario, será incorporada en la hoja de registro correspondiente a ese determinado equipo o estructura para su identificación en el archivo técnico. Este mismo número de identificación debe grabarse de una manera visible y segura en un costado de los equipos, y mediante una señal, si fuere necesario, en el caso de estructuras.

Los pozos de visita, columna 2, se identifican en el plano general de la red de alcantarillado sanitario, usando los cuadrantes obtenidos de las coordenadas e identificándolos por números sucesivos siguiendo un orden determinado. Ver plano en Figura No.1.

Las tuberías pueden identificarse por tramos comprendidos entre dos pozos de visita. Ver ejemplo en plano en Figura No.2.

Es importante contar con información referente a la ubicación de las conexiones domiciliarias. Esta información es particularmente útil cuando se realizan trabajos de excavación en las calles, pues ayudan a reducir los daños ocasionados en estas instalaciones. Las conexiones domiciliarias pueden señalarse en uno de los planos de la red de mayor escala e identificarse con el número correspondiente a la cuenta por servicio de agua potable.

Los Cuadros No.2. y No.3, constituyen la base para planificar y organizar las acciones de mantenimiento de las estructuras y equipos que componen un sistema de alcantarillado sanitario. Además, estos cuadros tienen un doble propósito:

- a. Sirven para conocer el número y características de los elementos que se encuentran en una determinada planta o localidad. Para esto, basta ubicar en la primera columna del Cuadro el nombre de la planta o localidad, y en la línea correspondiente se encontrará la cantidad de unidades existentes en ésta y su clasificación e identificación, según se trate del Cuadro No.2 ó Cuadro No.3. Si se desea además, conocer los datos técnicos completos de cada una de estas estructuras y equipos, habrá que referirse al archivo técnico y localizar la hoja de registro correspondiente.
- b. Además, estos cuadros de identificación sirven para localizar, en forma completa, los datos y demás características de cualquier estructura y equipo cuando solo se conoce su **Número de identificación**. Para ello, y haciendo uso del Cuadro No.3, localizar dicho número, y en el encabezamiento de la columna en donde fue ubicado, se encuentra el nombre del grupo al que pertenece, y en el extremo izquierdo de la línea correspondiente se encuentra el nombre de la planta o localidad donde dicho equipo, identificado por esa clave, se encuentra.

Si se quieren conocer los datos técnicos del elemento identificado por dicho número, basta localizar su hoja de registro en el archivo técnico.

IV. GUÍAS DE MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO.

4.1. Red de recolección.

A. Tuberías – pozos de visita sanitarios – conexiones domiciliarias.

A.1. Estudios de campo previos a la ejecución de acciones de mantenimiento.

Si se ha identificado a través de una inspección la acumulación de tierra o arena, es necesario desarrollar un estudio para conocer más precisamente las condiciones existentes, a fin de confirmar la causa de este material acumulado, y analizar las acciones correctivas a tomar.

Es por ello que, aunque la inspección visual es vital para el debido mantenimiento y manejo de las instalaciones, la inspección sola no es suficiente algunas veces. Cuando la revisión sola, demuestra no ser suficiente, se requieren estudios de campo para examinar en detalle el estado de las tuberías.

A.1.1. Diferentes formas de ejecución y objetivos de algunos estudios de campo.

Los estudios de campo pueden ser desarrollados de forma visual o con el uso de cámaras de televisión (TV). La selección del método depende del objetivo del estudio, de la situación económica de la empresa y de las condiciones de las instalaciones. Una cámara de TV se usa para investigar tuberías de alcantarillado de pequeño diámetro, cuando la inspección visual no es práctica.

a. Inspección visual.

El estado de los pozos de visita y de tuberías de gran diámetro se inspeccionan visualmente desde el interior.

b. Inspección con cámaras de TV.

El uso de una cámara de TV., para inspeccionar el estado de las tuberías de pequeño diámetro, las cuales no pueden ser examinadas visualmente, implica la realización de un examen remoto desde un monitor.

La inspección con cámara de TV., brinda abundante información, de alta precisión y registrada fácilmente, por lo que este tipo de estudio es apropiado para la realización de análisis repetitivos.

A continuación se numeran los objetivos de la investigación de algunos estudios de campo.

a. Infiltración de agua de lluvia.

El agua de infiltración tiene una mala influencia sobre el mantenimiento y operación de una red de alcantarillado sanitario, pues reduce la capacidad de flujo de las tuberías, deteriora la calidad del agua tratada, incrementa los costos de mantenimiento, ocasiona un hundimiento del terreno, etc. Es por ello que es vital monitorear continuamente la presencia de infiltración de agua.

b. Capacidad de flujo.

La capacidad de flujo de una tubería de alcantarillado sanitario puede ser reducida por varios factores. Es por lo tanto importante, confirmar la capacidad de flujo realizando aforos periódicos.

c. Progreso de envejecimiento.

A fin de planificar la sustitución o rehabilitación de una tubería por efecto del envejecimiento, es importante conocer el progreso del mismo.

d. Infiltración de otras aguas residuales.

La migración de gas combustible o aceite y sustancias tóxicas dentro de las tuberías de la red de alcantarillado sanitario, puede resultar en un deterioro de las instalaciones, afectación en la capacidad de la planta de tratamiento, generación de olores repugnantes, contaminación de cuerpos de agua públicos y provocar un accidente y aún un desastre. Es por lo tanto, sumamente importante, confirmar la causa y la procedencia de esta entrada de agua residual indeseable.

e. Existencia de malos olores.

Se debe investigar y precisar la fuente del agua residual que produce malos olores, que no son característicos de las aguas residuales. Estos malos olores, generados en las tuberías, no sólo ocasionan malestares a los residentes en las áreas vecinas, sino que también pueden causar accidentes en el personal de mantenimiento, si llegan a generarse gases peligrosos. La migración de aceites, aguas residuales entrampadas, descarga de fosos de los edificios y descarga de aguas residuales de actividades comerciales e industriales, son algunas de las causas de malos olores.

f. Migración de aceite.

La infiltración de aceites dentro de las tuberías debe investigarse, estudiar el recorrido de los mismos, para determinar su origen y la fuente responsable.

A.1.2. Estudios y medios empleados en su ejecución.

Los siguientes estudios son desarrollados, ya sea solos o en combinación, con el objetivo de confirmar la causa y conocer el estado de las instalaciones.

a. Estudio del nivel del agua subterránea.

Con el propósito de confirmar el nivel del agua subterránea. Este estudio es realizado en conjunto con los pozos de producción, pozos de observación y pozos de visita y con referencia a datos geológicos.

b. Investigación de conexiones ilegales.

Estudio para confirmar el uso debido de las instalaciones de alcantarillado sanitario. Las pruebas desarrolladas son a base de bombas de humo, colorante o medios acústicos.

c. Estudio de cambio de gradientes.

Estudio para confirmar cambios en la gradiente a fin de comprender la razón del flujo actual. El estudio es desarrollado usando sensor de nivel y cámara de TV.

d. Estudio de caudal.

Este estudio es para comparar la razón de flujo actual y la capacidad nominal de la tubería de alcantarillado. El estudio se realiza a través de medidas del nivel de las aguas residuales y de la velocidad del flujo.

e. Estudio de la calidad del agua.

Investigación para detectar la entrada de agua de calidad dañina.

f. Estudio de la hermeticidad de las instalaciones.

Estudio para confirmar la hermeticidad de las tuberías y evitar la infiltración del agua subterránea. Esta investigación es desarrollada realizando pruebas de bombeo, pruebas de inyección de agua y pruebas a base de aire comprimido.

g. Estudio para confirmar la elevación del nivel de las tuberías.

Comprende la realización de trabajos topográficos para confirmar la elevación del borde inferior de las tuberías (invert), profundidad de pozos de visita, nivel del terreno y condiciones periféricas.

A.2. Limpieza de tuberías de alcantarillado.

Las tuberías de alcantarillado deben limpiarse periódicamente y de una forma apropiada, a fin de mantener su funcionamiento normal. Tierra, arena, aceites y grasas, pueden acumularse en las tuberías de alcantarillado sanitario, y reducir su sección transversal, dando

como resultado una disminución de su capacidad de flujo hasta producir un bloqueo de las mismas.

La acumulación de tierra y arena no es uniforme a través de una zona y puede variar por las características de área y por la edad de las instalaciones. El alcance y la frecuencia con que debe realizarse la limpieza, están determinados por los resultados de las inspecciones e investigaciones previamente realizadas, por los registros de limpiezas anteriores, y por las condiciones locales, a fin de desarrollar una limpieza eficiente bajo las condiciones existentes.

La limpieza de las tuberías produce los efectos positivos siguientes:

- a. Preservación de su capacidad de flujo, por la remoción de la tierra y arena acumulada.
- b. Extensión de la vida de las alcantarillas cuando éstas son limpiadas regularmente.
- c. Prevención de olores desagradables y preservación de un ambiente placentero.

A.2.1. Medios de limpieza.

La limpieza puede ser realizada por medios manuales, por medios mecánicos o por una combinación de ambos.

a. Medios manuales.

1. Limpieza por raspadura manual.

Un alambre o una cuerda se introduce dentro y a lo largo de la tubería entre dos pozos de visita adyacentes, y un cubo se mueve hacia delante y hacia atrás rascando y removiendo la tierra y la arena acumulada.

2. Limpieza con un balón de acero.

Consiste en la introducción de un balón de acero, cuyo diámetro es ligeramente inferior al diámetro interior de la tubería; el balón es asegurado con una cadena, un cable o un mecate, y es colocado dentro de un pozo de visita con agua. El agua forzaría al balón a desplazarse en la tubería de alcantarillado. Cuando se regule la velocidad de avance del balón, la velocidad del agua que pasa alrededor del balón irá incrementándose y desalojará los sólidos adheridos y los pondrá en suspensión. Un tapón o dique colocado en el pozo de visita aguas abajo, permitirá recolectar y remover los residuos.

3. Con un torno manual. (Figura No.3).

El torno manual usa el mismo mecanismos que emplea el camión de limpieza con herramienta de cubo (bucket-machine cleaning truck). Las máquinas son instaladas en ambos extremos del tramo de tubería que va a ser limpiado.

4. Dragado manual (para entradas). Figura No.4.

La draga manual está construida para raspar desde una entrada la tierra acumulada, manipulando una manivela. Una draga manual puede ser del tipo de caja o del tipo de pala.

5. Limpiador especial (para conexiones domiciliarias). (Figura No.5).

Es un limpiador unido a la punta de una barra, que movido hacia delante y hacia atrás, con un movimiento simultáneo de rotación, remueve la tierra y arena acumulada.

b. Medios mecánicos.

• **Camión de limpieza por medio de alta presión. (Figura No.6).**

Una bomba y un tanque de agua están montados en un camión. El agua impulsada a alta presión por la bomba, es inyectada a través de una boquilla especial, para remover la tierra acumulada y desplazarla hacia un pozo de visita. La limpieza por medio de alta presión, es apropiada para limpiar tuberías de pequeño diámetro.

La manguera de alta presión se alimenta a través de un tubo en la dirección aguas arriba. La tierra y la arena acumuladas son empujadas por la corriente de agua a alta presión, en dirección aguas abajo hacia un pozo de visita abierto. Un medio de cierre, ya sea un tapón o sacos de arena, debe usarse para detener la corriente de lodo suelto que fluye aguas abajo.

- **Camión para remover lodos usando el vacío. (Figura No.7)**

Una bomba al vacío y un tanque de almacenamiento se montan en un camión. Manteniendo el tanque al vacío, el lodo es succionado dentro del tanque como resultado de la diferencia de presión. La eficiencia de remoción de lodos se reduce cuando la altura de succión es mayor de los 5 a 6 metros. Una manguera de vacío con tubo metálico en la punta se inserta en el lodo acumulado en el pozo de visita.

- **Camión para limpieza con herramientas de cubo (bucket-machine cleaning truck). (Figura No.8).**

Un torno movido con un motor y una estructura provista con una polea, están montados en un camión, o en un remolque tipo tractor. Un par de camiones de limpieza son utilizados para hacer correr una cuerda de alambres entre dos pozos de visita adyacentes, a través de la sección de la tubería que se está limpiando. Los cubos están sujetos a la cuerda de alambre con el fin de desalojar la tierra y arena acumulada, trasladándola a la superficie.

c. Sistema que combina los medios mecánicos con los medios manuales. (Figura No.9).

Se introducen directamente dentro del tubo, una pistola de alta presión, accionada desde un camión de limpieza, y una manguera de succión, desde un camión de limpieza a base de succión. La tierra acumulada es aflojada con la pistola o manualmente, luego es removida hacia el exterior, a través de la manguera de succión.

A.2.2. Implementación de las acciones de limpieza.

a. Limpieza de tuberías.

La limpieza de tubería de pequeño diámetro generalmente se logra con el uso combinado de un camión de limpieza por medio de alta presión, un camión para remoción de lodos usando el vacío y un tanque de agua.

El sedimento depositado en las conexiones domiciliarias debe removerse mediante chorro de agua a presión, o usando una sonda manual o una rosonda.

Agua a alta presión se inyecta a través de una boquilla especial usando el camión correspondiente, desplazando de esta manera la tierra y la arena acumulada, y conduciéndolas aguas abajo hacia un pozo de visita cercano. El lodo así colectado se succiona directamente empleando el camión dotado con el equipo succionador o un camión con un equipo de alto poder de succión.

En el caso de tubería de gran diámetro, el personal de mantenimiento debe introducirse en el conducto, manipulando la boquilla de succión conectada al camión de alto poder de succión, a fin de aspirar el lodo.

El uso del camión de limpieza con herramienta de cubo, el cual es capaz de remover tierra y arena en una operación sencilla de una sola etapa, es más eficiente en lugares donde las calles no son suficientemente amplias para permitir estacionamiento de vehículos de trabajo o donde el volumen de flujo es demasiado alto para instalar un tapón o donde la cantidad de arena acumulada es excesiva.

b. Limpieza de sifones invertidos y de cámaras de rebose de agua de lluvia.

La tierra y la arena es más probable que se acumulen y obstruyan estas estructuras. Es por esta razón que se requiere que sean limpiadas regularmente. La tierra y arena acumulada en el fondo de un sifón invertido, puede ser removida manualmente o usando un camión dotado con un equipo con alto poder de succión.

En un sifón invertido es muy probable que haya deficiencia de oxígeno o se genere sulfuro de hidrógeno, es por ello, que deben tomarse precauciones adicionales para asegurar una ventilación completa, mientras se está trabajando.

A.2.3. Disposición de la tierra y la arena resultante de la limpieza de la red de alcantarillado.

La tierra y la arena resultante de la limpieza del alcantarillado sanitario debe disponerse apropiadamente a fin de no provocar problemas ambientales.

a. Colección y transporte.

Debe tenerse mucho cuidado para evitar la dispersión de la tierra y arena colectada y la propagación de malos olores durante la colección y transporte.

b. Disposición.

La tierra y arena colectadas deben disponerse utilizando cualquiera de los métodos siguientes y de una manera que sea apropiada a las circunstancias prevalecientes: relleno sanitario, y cualquier tipo de tratamiento de lodos.

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo A: **Tuberías**
 y Pozos de Visita.

Integrantes **Acometidas Domiciliares**
del Grupo: **Colectoras, Sub-Colectoras**
 Interceptoras
 Pozos de Visita

Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas Mínimos Requeridos
<p align="center">Periódicamente</p> <p>-Realizar recorridos de inspección, particularmente a lo largo de colectoras e interceptoras, con el fin de:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Detectar cualquier derrame a través de los pozos de visita, debido a obstrucción en la tubería. 2. Comprobar el estado de los pozos de visita, terminales y cajas de registro. 3. Revisar los cauces para investigar cualquier corriente de agua a lo largo de éstos. 4. Determinar las construcciones que se están llevando a cabo en las calles y que puedan ocasionar daños en las tuberías o que modifiquen la sección de la vía, de manera que obligue a replantear la localización de la línea, con el uso de nuevos puntos de referencia, a fin de actualizar los planos correspondientes. <p>-En estos recorridos se debe prestar atención a la existencia de hundimientos y huecos en el pavimento, sobre todo a lo largo de la tubería o dentro del área vecina. También conviene observar el interior de los pozos de visita, pues con frecuencia el agua proveniente de una filtración en el tubo para agua potable corre hacia éstos.</p> <p>-Es conveniente montar y desarrollar un programa de detección de conexiones ilegales de aguas pluviales domiciliarias, al sistema de alcantarillado sanitario.</p>	<p>-Vehículo.</p> <p>-Formato No.7. – Sección 10.2.</p> <p>-Herramientas para levantar tapa de los pozos de visita y descubrirlas si están enterradas. Guantes.</p> <p>-Bomba de humo. -Candelas.</p>

Continuación...Tuberías/2	A.3.
<p>-Igualmente es muy importante llevar a cabo un programa de investigaciones acerca del estado físico de las tuberías principales, haciendo uso de una cámara de televisión. También se podrá descubrir la introducción de raíces de árboles en las paredes de la tubería, rebabas de concreto de la conexiones domiciliarias, desplazamiento de los tubos, etc., así como los niveles de sedimentos depositados en el fondo de la misma.</p> <p>-Igualmente es necesario mantener un control efectivo sobre el volumen y calidad de las aguas residuales de las industrias, y que ingresan al sistema de alcantarillado sanitario.</p> <p>-También debe establecerse un procedimiento para la revisión y aprobación de planos y procesos de tratamiento propuestos para nuevas industrias, así como para lograr que las industrias ya en operación y cuyos efluentes no satisfagan los parámetros de calidad requeridos, construyan las unidades de procesos necesarias para tratar sus aguas residuales.</p> <p>-Es necesario mantener comunicación constante con las Alcaldías, para coordinar la ejecución de los trabajos que ambas instituciones realizan (Empresa Operadora y Alcaldías). Un inspector de la Empresa Operadora deberá dar seguimiento a las obras de excavación, pavimento y recarpeteo de calles, para evitar que se ocasionen daños a las tuberías y que las cajas de registro y pozos de visita, queden cubiertos por el recubrimiento.</p> <p>-Cuando se trata de atravesar cauces profundos, algunas veces la tubería se instala en forma expuesta apoyada sobre una estructura propia o sobre un puente existente. En estos casos, se debe revisar el estado de la estructura soporte. Si se observa oxidación, removerla y recubrir toda la estructura empleando la pintura apropiada. Revisar y ajustar si es necesario, las bridas y pernos de anclaje.</p>	<p>-Cámara de televisión y cintas de video.</p> <p>-Instrumento de medición de caudales. -Cristalería de laboratorio para toma de muestras para análisis de calidad de agua.</p> <p>-Herramientas para limpiar herrumbre, como cepillo de alambre, esmeril. -Pintura anticorrosiva, brochas.</p>

Continuación.... Tuberías/3	A.3.
<p style="text-align: center;">Canales Abiertos</p> <p style="text-align: center;">Anual</p> <p>-Inspección para investigar posible:</p> <p style="padding-left: 40px;">Acumulación de tierra y otras suciedades que puedan ocasionar obstrucciones.</p> <p style="padding-left: 40px;">Crecimiento de árboles y plantas.</p> <p style="padding-left: 40px;">Fractura, deterioro, corrosión de paredes laterales.</p> <p style="padding-left: 40px;">Rotura, atascamiento del tamiz o pantalla.</p>	<p>-Vehículo.</p> <p>-Herramientas de limpieza, como palas, rastrillos, carretillas de mano.</p> <p>-Cepillos de alambre, cemento, suministro de agua.</p> <p>-Cepillos de alambre.</p>
<p style="text-align: center;">Tubería Aérea</p> <p style="text-align: center;">Anual</p> <p>-Inspección para investigar posible:</p> <p style="padding-left: 40px;">Rotura, fisura, corrosión en la tubería.</p> <p style="padding-left: 40px;">Tuercas y pernos flojos.</p> <p style="padding-left: 40px;">Daño del material de recubrimiento.</p> <p style="padding-left: 40px;">Presencia de filtración de agua.</p> <p style="padding-left: 40px;">Junta flexible, floja.</p>	<p>-Vehículo.</p> <p>-Herramientas para limpieza y reparación, como cepillos de alambre, esmeril, pintura anticorrosiva.</p> <p>-Llaves fijas y de tamaño variable.</p> <p>-Pintura anticorrosiva.</p> <p>-Materiales para reparación.</p> <p>-Llaves apropiadas.</p>
<p style="text-align: center;">Tubería</p> <p style="text-align: center;">Tri-anual</p> <p>-Investigar para determinar:</p> <p style="padding-left: 40px;">Condición de la conexión al pozo de visita.</p> <p style="padding-left: 40px;">Volumen de tierra acumulada.</p> <p style="padding-left: 40px;">Asentamiento, atascamiento, serpenteo, rotura.</p> <p style="padding-left: 40px;">Abrasión, corrosión, fractura del interior del tubo.</p> <p style="padding-left: 40px;">Unión discontinua o dislocada.</p>	<p>-Vehículo.</p> <p>-Herramientas para levantar tapa del pozo de visita o descubrirla si está enterrada.</p> <p>-Linterna de mano.</p> <p>-Máscara protectora contra gases. Escalera, cuerda, guantes.</p> <p>-Detector de gases.</p>

Continuación.....Tubería/4	A.3.
<p>Deslizamiento del tubo fuera de la junta.</p> <p>Intrusión de estructura dentro del tubo.</p> <p>Condición de la superficie del terreno encima del tubo.</p> <p>Infiltración de agua residual de calidad indeseable.</p>	<p>-Tubería, cemento, agua.</p>
<p style="text-align: center;">Pozos de Visita (Figura No.10)</p> <p style="text-align: center;">Tri-anual</p> <p>-Inspección para determinar posible:</p> <p>Abrasión, rotura, distorsión de la tapa y de la estructura metálica.</p> <p>Abrasión, rotura, deslizamiento del bloque.</p> <p>Fisura en la plancha del fondo.</p> <p>Diferencia de nivel con la superficie de la calle.</p> <p>Corrosión o ausencia de los peldaños de la escalera.</p> <p>Rotura del borde inferior de la tubería (invert.)</p> <p>Infiltración de agua subterránea.</p> <p>Asentamiento diferencial.</p> <p>Presencia de material causante de obstrucciones.</p> <p>Infiltración de agua residual de calidad indeseable.</p>	<p>-Vehículo.</p> <p>-Herramientas para levantar tapa del pozo de visita o descubrirla si está enterrada.</p> <p>-Linterna de mano.</p> <p>-Máscara protectora contra gases.</p> <p>-Escalera, cuerda, guantes.</p> <p>-Detector de gases.</p> <p>-Peldaños, cemento, agua, cuchara de albañilería.</p> <p>-Equipo de limpieza, como rotonda o camión con equipo de succión.</p>

Continuación.....Tubería/5	A.3.
<p style="text-align: center;">Sifón Invertido</p> <p style="text-align: center;">Anual</p> <p>-Inspección para investigar posible:</p> <p style="padding-left: 40px;">Corrosión, deterioro, rotura.</p> <p style="padding-left: 40px;">Formación de gas</p>	<p>-Vehículo.</p> <p>-Pintura anticorrosivo, brochas, cepillos de alambre.</p> <p>-Detector de gases.</p> <p>-Máscara protectora contra gases.</p>
<p style="text-align: center;">Conexiones Domiciliares</p> <p style="text-align: center;">Periódicamente</p> <p>-Inspección para tratar de localizar posible:</p> <p style="padding-left: 40px;">Grietas y roturas en la tapa de la caja de registro, o falta de la misma.</p> <p style="padding-left: 40px;">Abrasión, rotura y/o dislocación de los bloques.</p> <p style="padding-left: 40px;">Irregularidad con el nivel del terreno que rodea la caja.</p> <p style="padding-left: 40px;">Estado de la conexión domiciliar.</p> <p style="padding-left: 40px;">Socavación, rotura en la parte inferior del tubo (invert.).</p> <p style="padding-left: 40px;">Acumulación de tierra y/o arena.</p> <p style="padding-left: 40px;">Conexión indebida de tubería en un sistema del tipo separado.</p> <p style="padding-left: 40px;">Infiltración de agua residual de calidad indeseable.</p> <p style="padding-left: 40px;">Rotura, agrietamiento y desviación en la tubería.</p> <p style="padding-left: 40px;">Abrasión, corrosión, agrietamiento en la parte interna de la tubería.</p> <p style="padding-left: 40px;">Infiltración de agua subterránea.</p> <p style="padding-left: 40px;">Rotura, agrietamiento en la campana de la tubería.</p>	<p>-Vehículo.</p> <p>-Herramientas (pala, barra, piocha).</p> <p>-Bloques, agua, cemento, cuchara de albañilería.</p> <p>-Tierra.</p> <p>-Pala, carretillas.</p> <p>-Tubería, agua, cemento, balde, cuchara de albañilería.</p> <p>-Cemento, agua, cuchara de albañilería, balde.</p>

B. Válvulas especiales

B.1. Regulador de flujo “HIDROVEX” (Figura No.11).

B.1.1. Principios de operación.

La válvula reguladora tipo vortice está diseñada para limitar el flujo hacia un rebosadero de agua de lluvia, tanques de retención y sistema combinado de alcantarillado.

La válvula HIDROVEX tiene un bastidor rígido, sin ninguna parte móvil. El agua entra tangencialmente dentro de la cámara. En condición de flujo bajo, la corriente es flexionada en un arco suave y el regulador prácticamente no presenta resistencia al flujo.

A medida que el flujo aumenta, las velocidades tangenciales en el regulador se incrementan y eventualmente conduce a la formación de un núcleo con un vortice lleno de aire. El último obstruye a la mayor parte de los orificios de salida sin reducir prácticamente su tamaño. La HIDROVEX se convierte ahora en un estrangulador ideal.

La resistencia al flujo se compara al de una placa de orificio de un diámetro tan pequeño como de 1/6. La probabilidad de bloqueo se reduce grandemente. Ver Figura No.11.

B.1.2. Características hidráulicas.

La válvula reguladora de vortice tiene una curva de flujo en forma de S. La curva inferior indica curva de tiempo seco, la curva pronunciada indica el flujo vortice. Las características de flujo del regulador de vortice son el producto de la presión en el lado de entrada más los siguientes parámetros:

- Diámetro de entrada (DN).
- Diámetro del bastidor o tazón.
- Angulo de inclinación y forma del recipiente.
- Diámetro de salida (D.O).

Cualquier modificación de estos parámetros produce una familia entera de reguladores.

B.1.3. Otras características.

- No hay partes móviles.
- No hay desgaste.
- Gran entrada y salida.
- Construcción libre de corrosión.
- Preciso estrangulamiento.
- Pequeña pérdida de carga durante el flujo de tiempo seco.
- Fácil de modificar el estrangulamiento.
- Simple y rápida de instalar.
- Mínimo mantenimiento.
- No se requiere una fuente auxiliar de energía .

B.1.4. Mantenimiento. Generalidades.

El regulador HIDROVEX cambia automáticamente entre la modalidad de orificio y la velocidad de flujo de vórtice dependiendo del nivel de agua en el tanque aguas arriba o del canal de entrada, es por ello que no se requiere una operación manual. **Se recomienda la realización de una inspección visual regular, particularmente en el período de inicio de operaciones o después de que se hayan terminado los trabajos de construcción ejecutados aguas arriba de la cámara.**

La válvula de compuerta instalada aguas arriba del regulador no es una válvula de control. Ella debe estar siempre totalmente abierta o totalmente cerrada, puesto que al estar en posición intermedia cambia las características de flujo del regulador. Durante la inspección visual, se recomienda operar la válvula de compuerta para asegurarse que está en condiciones de operación. La válvula HIDROVEX no es una máquina trituradora de desechos. Desechos como madera, palos, mangos de escoba, etc., pueden entrar al cuerpo de la válvula y no salir debido a su longitud. Cuando se detectan, tales residuos deben removerse a mano. Estos desechos pueden ocasionar un mal funcionamiento de la válvula.

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo B: Válvulas especiales

Integrantes del Grupo: Válvula reguladora de flujo, tipo vòrtice.

Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas Mínimos Requeridos
<p align="center">Trimestral</p> <p>Después de iniciada la operación y después de la primera lluvia fuerte:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Revisión visual. -Inspeccionar la entrada y salida de la válvula; abrir el bastidor o cámara y remover los residuos gruesos, si los hay. -Limpie el asiento del sello y el anillo "O" antes de reinstalar la cubierta. <p align="center">Anual</p> <ul style="list-style-type: none"> -Inspección completa de la unidad, incluyendo remoción de la cubierta de acceso, limpieza del área, inspección visual para descubrir anormalidades como filtraciones y grietas en la unidad y en la cámara. 	<ul style="list-style-type: none"> Llave para operar la válvula de compuerta. -Llaves y herramientas para quitar y reinstalar la cubierta. -Cepillo y tela. Anillo "O". -Equipo y herramientas para remover la cubierta del acceso. -Utensilios de limpieza. -Detector de gases.

B.1.6. Notas de seguridad.

Peligros.

- 1. Mientras esté operando nunca abra la cubierta de acceso de la válvula reguladora de flujo HIDROVEX. Antes de remover la cubierta asegúrese de que la válvula de compuerta localizada aguas arriba, esté totalmente cerrada. Existe siempre el riesgo de inundación de la cámara. Por ello, es obligatorio disponer de una escalera sólida, preferiblemente que esté anclada a la pared de la fosa, en la proximidad de la válvula reguladora, que sirva para una salida de emergencia.**
- 2. Después de varias horas de operación el regulador de flujo puede estar bajo presión y gases peligrosos pueden aparecer en la cámara.**

Por esta razón, debe tenerse mucho cuidado cuando se activa el tubo de desviación (by-pass pipe). Si no se detectan gases en la cámara, antes de activar la línea de derivación, la abertura de la válvula puede liberarlos. Deben tomarse las debidas precauciones cuando se tiene acceso a la cámara. Es obligatorio contar con un detector de gases cada vez que debe realizarse una operación en la cámara de válvula.

- 3. Una válvula totalmente bloqueada representa una unidad bajo presión. Bajo estas condiciones las consecuencias de una mala operación pueden ser extremadamente peligrosas. Antes de penetrar al foso donde la válvula reguladora está localizada, verifique el nivel de agua en la cámara aguas arriba. Si este nivel está anormalmente alto, la válvula reguladora está bajo presión. La válvula de compuerta que controla la tubería de derivación, debe estar totalmente abierta, para aliviar la presión aguas arriba de la unidad reguladora de flujo. Una vez que se haya escapado la presión, el personal puede con seguridad tener acceso a la cámara.**
- 4. Girar la volante de la válvula de compuerta no significa necesariamente que la válvula vortex esté totalmente cerrada. Residuos en la cámara de la compuerta pueden hacer que esta no cierre completamente. Es necesario marcar la válvula de una manera tal, que pueda visualmente verificarse que ésta se encuentra totalmente cerrada.**

B.1.7. Prueba de la unidad.

El procedimiento recomendado es cerrar la válvula de compuerta aguas arriba, y dejar que el nivel de agua, en la cámara aguas arriba, se eleve hasta una altura máxima. Deben revisarse las uniones por cualquier filtración. La válvula de compuerta se abre entonces completamente. En este punto, la válvula reguladora debería estar funcionando con flujo vòrtice. La forma sencilla para verificar la condición vòrtice es escuchar el sonido del aire que está siendo succionado del interior de la válvula a través de la ventilación. En algunos casos, la unidad no opera en condición vòrtice aún cuando haya una carga máxima en la cámara. En este caso, revise el flujo de agua que sale de la unidad. Si se remueve el bloqueo, el flujo debería ser importante y rápido. Si todavía pareciera que la unidad está aún bloqueada, revise la entrada aguas arriba y el bastidor ante cualquier posible obstrucción. Si se encuentra alguna obstrucción, remuévala y repita el procedimiento.

4.2. Estaciones de bombeo.

Bajo este concepto se han integrado las estructuras y equipos que componen los grupos siguientes:

- C. Terrenos y edificios.
- D. Bombas.
- E. Motores eléctricos.
- F. Motores de combustión interna.
- G. Generadores eléctricos.
- H. Unidades de arranque.
- I. Centro de control de motores.
- J. Sub-estación eléctrica. Transformadores.
- K. Equipos y aparatos accesorios.

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo C: Terrenos y edificios

**Integrantes
del Grupo:**

Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas Mínimos Requeridos
<p align="center">Permanente</p> <p>-El área interior de las estaciones de bombeo, incluyendo el cuarto de control y la oficina del operador, debe mantenerse limpia y en orden. Las bombas, motores, accesorios y paneles de control, deben igualmente conservarse limpios y libres de telarañas y otros animales extraños.</p> <p>-En general, los edificios y el terreno circundante deben mantenerse limpios y con buen aspecto. La maleza debe estar recortada y la basura recogida y eliminada convencionalmente.</p> <p>-Las estaciones de bombeo alojan en su interior equipo eléctrico, por tanto deberán tomarse las medidas necesarias para protegerlo del agua de lluvia y de las inundaciones provocadas por ésta. Inmediatamente que se observa una posible vía de intrusión de agua, deberán emprenderse las reparaciones requeridas.</p> <p>-Antes de la llegada del invierno (época lluviosa) deberá inspeccionarse el techo de los edificios, los canales y bajantes, así como el drenaje del terreno y el estado de las cajas de registro, a fin de evitar obstrucciones a las corrientes de agua de lluvia.</p> <p>-En el caso de estaciones de bombeo, las puertas deben mantenerse cerradas y las ventanas deben forrarse con malla para evitar la entrada de insectos y pequeños animales, que puedan afectar el funcionamiento y/o deteriorar los motores y centros de control</p> <p>-El área de los terrenos debe estar total y debidamente cercado para resguardo de las instalaciones y no permitir el acceso de animales y de personas no autorizadas.</p> <p>-Además del buen aspecto en que deben mantenerse los predios y edificios, una parte importante es la instalación y conservación de un buen sistema de iluminación y vigilancia.</p>	<p>-Material y utensilios de limpieza.</p> <p>-Pintura, brocha, rodillos, escaleras. -Machete, máquina cortadora de césped.</p> <p>-Láminas del tejado. -Escobas, cepillos.</p> <p>-Malla.</p> <p>-Postes, alambre o malla. -Rótulos de aviso.</p> <p>-Lámparas y bujías de repuesto.</p>

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo D: Bombas **Integrantes** **Bombas de Tornillo (Figura No.12).**
del Grupo:

Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas Mínimos Requeridos
<p align="center">Diario</p> <p>-Reporte de alturas piezométricas o niveles del pozo húmedo, según el caso, y presiones de descarga.</p> <p>-Control del sistema de lubricación.</p> <p align="center">Anual</p> <p>-Desmontaje total del sistema y limpieza completa de todas las partes.</p> <p>-Inspección de todos los elementos de fricción con el eje. Cambio en las partes defectuosas.</p> <p>-Revisión del tornillo de impulsión y anillos de fricción. Cambio de las partes dañadas.</p> <p>-Limpieza del pascón de succión.</p> <p>-Revisión y comprobación del funcionamiento de las válvulas. Realizar las reparaciones y cambios requeridos.</p>	<p>-Formatos especiales. Aceite. Manómetros.</p> <p>-Tubería de columna con uniones.</p> <p>-Guías, ejes, Bushing de caucho y bronce.</p> <p>-Anillos de desgaste. Tornillo de impulsión.</p> <p>-Prensa estopa.</p> <p>Válvulas, empaques, pernos y tuercas. Partes de válvulas. Herramientas y equipo de izado.</p>

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo D: Bombas **Integrantes** **Bombas de Pistón.**
del Grupo:

Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas Mínimos Requeridos
<p align="center">Diario</p> <p>-Revisión de las condiciones generales de la unidad. -Engrasar si es necesario.</p> <p align="center">Trimestral</p> <p>-Extracción y revisión del émbolo, barra de conexión y cruceta. -Revisión, ajuste o cambio de los empaques del prensaestopa. -Revisión y control de las válvulas. -Revisión de la camisa y del cojinete. -Limpieza de la cámara de aire.</p> <p align="center">Anual</p> <p>-Desmontaje y limpieza total del equipo. -Revisión y limpieza general del cilindro. -Cambio de los empaques del pistón y control de las válvulas de retención. Reemplazar si es necesario. -Revisión y limpieza del motor reductor.</p>	<p>-Embolo, barra de conexión, cruceta. -Empaques. -Válvula. -Camisa, cojinete. -Fuente de abastecimiento de agua. -Compresor. -Llaves fijas y ajustables, martillo, desarmadores, equipo de izado. -Cilindros completos. -Empaques del pistón. Empaques de las válvulas de retención. -Válvulas de lodo, de macho, cojinetes, camisas. Pintura, grasa.</p>

**D.3. Bombas sumergibles para aguas residuales. (PUMPEX).
Generalidades. (Figura No.14).**

Son bombas centrífugas sumergibles, inatascables y capaces de bombear agua residual bruta. Pueden operar de manera continua en instalación sumergida, o en cámara seca sin sufrir efectos adversos debido al calor generado. Los impulsores son intercambiables, de tipo inatascable o de tipo vortex, capaces de bombear material sólido. Estos pueden ser construidos de hierro fundido o bronce. El eje está soportado sobre dos rodamientos de bolas, los cuales son lubricados de por vida.

Las bombas de gran tamaño están provistas normalmente de anillos de desgaste de bronce, localizados en el lado de la succión del impulsor. Anillos de acero inoxidable pueden obtenerse si se requieren. Bombas en tamaños menores de diez pulgadas son usualmente suministradas sin anillos de desgaste, o con anillos de desgaste en la carcasa solamente.

El motor cuenta con una carcasa aireada, resistente al agua. El estator está montado en caliente en la carcasa. La carcasa del motor y la válvula de la bomba son fabricados de fundición gris, con el recubrimiento adecuado para evitar la corrosión y para protegerlos del líquido bombeado. Todos los tornillos y tuercas son de acero inoxidable.

El sellado a la entrada de los cables no requerirá epoxies, silicones, o ningún otro sistema de cierre secundario. Los cables eléctricos son para aplicaciones duras, adecuados para bombas sumergibles.

EQUIPO DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES

MANTENIMIENTO CORRECTIVO. – GENERALES

Problema	Causa	Soluciones
<p>-Material sólido se ha asentado y descompuesto, o cambiado dentro de la capa de suciedad</p> <p>-No bombea agua.</p> <p>-Volumen entregado es menor que volumen especificado.</p>	<p>Entrada de la Bomba</p> <p>-Tiempo de retención es demasiado largo.</p> <p>Bomba</p> <p>-Carga de bombeo excesiva.</p> <p>-Nivel de agua deficiente en la bomba.,</p> <p>-Válvula de succión o válvula de descarga, cerrada.</p> <p>-Bloqueo del impulsor por acumulación de material extraño.</p> <p>-Entrada de aire.</p> <p>-Profundidad insuficiente del tubo de succión debido a un nivel bajo del agua.</p> <p>-Bloqueo del impulsor por acumulación de material extraño.</p> <p>-Desgaste del anillo y del impulsor.</p>	<p>-Operar la bomba a un nivel de agua más bajo.</p> <p>-Confirmar nivel de agua.</p> <p>-Cebiar la bomba de nuevo.</p> <p>-Revisar posible introducción de aire en el tubo de succión.</p> <p>-Revisar y abrir totalmente la válvula de succión y de descarga.</p> <p>-Desarmar y remover el material extraño.</p> <p>-Revisar por posible entrada de aire en tubo de succión.</p> <p>-Operar dentro del rango especificado de nivel de agua.</p> <p>-Desarmar y remover el material extraño.</p> <p>-Reemplazar.</p>

Continuación..... Equipo de bombeo de aguas residuales/2.		D.3.1.
-Sobrecarga del motor.	<ul style="list-style-type: none"> -Operación fuera de la carga y volumen de agua especificado. -Contacto entre el impulsor y la carcasa. -Arrastre de lodo y material extraño. -Demasiada comprensión de la glándula de empaquetadura. -Bajo voltaje. -Cojinetes quemados. 	<ul style="list-style-type: none"> -Ajustar abertura de la válvula de descarga. -Desarmar y reparar. -Limpiar la entrada de la bomba y prevenir el arrastre de material extraño. -Ajustar la presión. -Revisar voltaje -Desarmar, reparar o reemplazar.
-Vibración y ruido anormal.	<ul style="list-style-type: none"> -Bloqueo del impulsor por acumulación de material extraño. -Entrada de aire y cavitación. -Desviación del centro del eje. -Pernos de fundación flojos. -Insuficiente resistencia del piso. -Volumen de entrega excesivamente grande o excesivamente pequeño. 	<ul style="list-style-type: none"> -Desarmar y remover el material extraño. -Confirmar la posición de la succión. -Reposicionar el tubo de succión. -Ajustar la válvula de descarga. -Operar la bomba en un punto cercano al volumen de entrega especificado. -Inspeccionar y reparar. -Apretar. -Reforzar el piso. -Operar en un punto cercano al volumen especificado.

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo E:	Motores eléctricos	Integrantes del Grupo:	Eje vertical. Eje horizontal.
-----------------	--------------------	-----------------------------------	----------------------------------

Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas Mínimos Requeridos
<p style="text-align: center;">Diario</p> <ul style="list-style-type: none"> -Verificación de voltaje, amperaje y potencia. -Revisión de la temperatura de las balineras. -Comprobación y reporte de vibraciones o estabilidad en el funcionamiento del equipo y sus condiciones generales de trabajo. -Comprobación visual del nivel de aceite de las balineras, si fuese el caso. <p style="text-align: center;">Semestral</p> <ul style="list-style-type: none"> -Cambio de grasa de las balineras, sin desmontaje del motor, expulsando por presión la grasa vieja. -Arranque del equipo para detectar aumento de temperatura de balineras posible exceso de grasa, y control de condiciones eléctricas en general. -Comprobación de las condiciones generales de trabajo. <p style="text-align: center;">Anual</p> <ul style="list-style-type: none"> -Desmontaje completo del motor sacando las balineras y el rotor. .Lavado de balineras, inspección cuidadosa de las mismas. Cambio de aceite y grasa, según el caso, y reemplazo de balineras si fuese necesario. -Comprobación eléctrica de las bobinas, limpieza exterior con aire comprimido y solvente industrial y recubrimiento con barniz dieléctrico, si fuera necesario. -Montaje, alineamiento y pruebas completas de funcionamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> -Formatos correspondientes. -Termómetro. Grasa. <ul style="list-style-type: none"> -Engrasadora. Grasa. <ul style="list-style-type: none"> -Equipo de izado. Balineras. -Grasa solvente industrial. -Barniz dieléctrico. Cinta aislante eléctrica. -Lainas. Cables y terminales eléctricas. Compresor de aire completo. Herramientas.

MOTOR ELECTRICO DE INDUCCION
MANTENIMIENTO CORRECTIVO. – GENERALES

Problema	Causa	Soluciones
<p>-El motor no arranca.</p>	<p>-Dispositivo de sobrecarga disparado.</p> <p>-Línea desconectada.</p> <p>-Fusibles defectuosos (abiertos o quemados).</p> <p>-Voltaje demasiado bajo.</p> <p>-Conexiones del aparato de control equivocadas.</p> <p>-Conexiones flojas entre bornes y conductores.</p> <p>-La máquina impulsada está atascada.</p> <p>-Circuito abierto en los devanados del rotor o del estator.</p> <p>-Cortocircuito en el devanado del estator.</p> <p>-Contacto a tierra en el devanado.</p> <p>-Cojinetes duros.</p>	<p>-Esperar a que se enfríe el dispositivo de sobrecarga y volver a ensayar el arranque. Si el motor no arrancase, compruébese las causas indicadas más abajo.</p> <p>-Conectar la línea al aparato de control y éste al motor. Comprobar que los contactos no estén flojos.</p> <p>-Comprobar los fusibles.</p> <p>-Comprobar si las características del motor corresponden a las de la línea de alimentación. Medir el voltaje en los bornes del motor, con la carga conectada, para ver si el diámetro del alambre es el debido y no se produce excesiva caída de tensión en ellos.</p> <p>-Comprobar las conexiones realizadas con el esquema de conexiones del aparato de control.</p> <p>-Apretar las conexiones.</p> <p>Desconectar el motor de la carga. Si el motor no arranca bien, examínese la máquina impulsada para comprobar si no está atascada mecánicamente.</p> <p>-Localizar los circuitos abiertos valiéndose de una lámpara piloto de un Megger o de una campanilla eléctrica.</p> <p>-Localizar la bobina en cortocircuito.</p> <p>-Localizar el devanado con el contacto a tierra.</p> <p>-Arreglar la falla o cambiar el cojinete.</p>

Continuación..... Motores de inducción/2.		E.2.
<p>-Motor ruidoso.</p> <p>-El motor se recalienta o humea.</p>	<p>-Grasa demasiado dura.</p> <p>-Aparato de control defectuoso.</p> <p>-Sobrecarga.</p> <p>-El motor funciona con una sola fase.</p> <p>-Carga eléctrica desequilibrada.</p> <p>-Bamboleo del eje (en los motores con cojinetes de deslizamiento).</p> <p>-Trepidación.</p> <p>-Entrehierro desigual.</p> <p>-Cojinetes de bolas ruidosas.</p> <p>-Paquetes de láminas flojas o rotor flojo en el eje.</p> <p>-El motor roza con el estator.</p> <p>-Objetos presionados entre el ventilador y la tapa posterior.</p> <p>El motor se ha aflojado de su base.</p> <p>-Acoplamiento flojo.</p> <p>-Sobrecarga.</p> <p>-Desequilibrio eléctrico.</p>	<p>-Emplear lubricante apropiado para la condición especial.</p> <p>-Revisar el aparato de control.</p> <p>-Reducir la carga.</p> <p>-Parar el motor y probar arrancar de nuevo. El arranque no podrá realizarse si el motor estuvo funcionando con una sola fase.</p> <p>-Comprobar y corregir el equilibrio.</p> <p>-Revisar el alineamiento y estado de la correa. En los motores con cojinetes de pedestal comprobar el juego de la correa y el alineamiento axial del rotor.</p> <p>-La máquina impulsada está desequilibrada dinámicamente. Desconéctese el motor de la carga. Si el motor siguiera haciendo ruido, equilibrarlo.</p> <p>-Alinear el rotor o reemplazar los cojinetes gastados.</p> <p>-Comprobar la lubricación. Reemplazar los cojinetes si el ruido es persistente y excesivo.</p> <p>-Apretar todos los pernos de sujeción.</p> <p>-Centrar el rotor y reemplazar los cojinetes, si fuera necesario.</p> <p>-Desmontar el motor y limpiarlo. Eliminar cualquier suciedad o basura alrededor del motor.</p> <p>-Apretar los pernos de sujeción. Puede ser necesario alinear el motor.</p> <p>-Insertar láminas calibradoras, entre cuatro puntos opuestos en cruz, en la junta del acoplamiento, antes de apretar los pernos para comprobar el alineamiento del mismo. Ajustar bien los pernos.</p> <p>-Medir la carga con el amperímetro. Reducir la carga.</p> <p>-Comprobar si existe desequilibrio del voltaje o si el motor trabaja con una sola fase.</p>

Continuación.... Motores inducción/3	de	E.2.
	<ul style="list-style-type: none"> -Fusible quemado, aparato de control defectuoso, etc. -Ventilación defectuosa. -Voltaje y frecuencia inadecuados. -Motor parado por la máquina impulsada por cojinetes demasiado apretados. -Devanado del estator en cortocircuito. -Devanado del estator a tierra. -Conexiones flojas en los devanados del rotor. 	<ul style="list-style-type: none"> -Ver si existe desequilibrio por algún circuito abierto en las líneas o circuitos internos del aparato de control. -Limpiar los conductos de ventilación y los devanados. -Comprobar los datos de la placa de características con los de la línea de alimentación. Comprobar también el voltaje en los bornes del motor durante la marcha a plena carga. -Desconectar el motor de la línea de alimentación. Comprobar también la causa de la parada de la máquina impulsada. -Comprobar si esto ocurre, midiendo y comparando las resistencias de los otros devanados con las del defectuoso. Comprobarlo con el Megger, el timbre eléctrico o con la lámpara piloto. -Apretarlas si fuera posible, o rebobinar el rotor.
Recalentamiento los cojinetes.	<ul style="list-style-type: none"> -Correa demasiado templada. -Empleo del motor para servicio de rápida inversión de la rotación. 	<ul style="list-style-type: none"> -Eliminar la presión excesiva de los cojinetes. -Reemplazar el motor por otro apropiado para este servicio.
-Cojinetes deslizamiento.	<ul style="list-style-type: none"> -Escudos laterales flojos o mal montados. -Exceso de tensión de la correa o empuje lateral del engranaje. -Eje torcido. -Insuficiente aceite. -El aceite contiene materias extrañas o es de mala calidad. 	<ul style="list-style-type: none"> -Ver si los escudos ajustan perpendicularmente y están bien. -Reducir la tensión de la correa o la presión del engranaje, y alinear los ejes. Evitar la transmisión del empuje al cojinete. -Enderezar el eje. -Añadir aceite. Si el nivel estuviera muy bajo vaciarlo, limpiar el depósito de aceite y volver a llenarlo. -Vaciar el aceite, limpiar el depósito y volverlo a llenar con un lubricante industrial de confianza.

Continuación..... Motores de inducción/4		E.2.
	<ul style="list-style-type: none"> -Los anillos de lubricación no giran o giran muy lentamente. -Motor demasiado inclinado. -Anillos torcidos o deteriorados al montarlos. -Anillo fuera de su ranura (sujetador del anillo fuera de su sitio). -Empuje axial debido a inclinación del motor. -Cojinetes defectuosos o eje áspero 	<ul style="list-style-type: none"> -Aceite demasiado espeso. Vaciar el depósito y volver a llenarlo con el adecuado. El anillo de lubricación tiene algún punto desgastado. Instalar un anillo nuevo. -Nivelar o reducir la inclinación y realinear el motor si fuera necesario. -Reemplazarlos. -Ajustarlo o colocar el sujetador. -Nivelar el motor, reducir el empuje o emplear un motor adecuado para el caso. -Reemplazar los cojinetes. Alisar el eje.
Cojinetes de bolas.	<ul style="list-style-type: none"> -Grasa excesiva. -Clase de grasa inadecuada. -Grasa insuficiente. -La grasa contiene materias extrañas. -Cojinetes desalineados. 	<ul style="list-style-type: none"> -Quitar el tapón de descarga y poner el motor en marcha. Si el exceso de grasa no saliese, enjuagar con aceite ligero y volver a lubricar. -Sustituirla por grasa apropiada. -Quitar el tapón de descarga y añadir grasa al cojinete por el tapón de llenado. -Lavar los cojinetes con aceite ligero y volver a engrasarlos; comprobar que la grasa esté limpia (mantener la lata tapada cuando no se usa). -Alinear el motor y revisar el montaje de la caja del cojinete. Ver si los anillos de guía están exactamente en ángulo recto con el eje.
-El motor marcha a baja velocidad con la resistencia externa desconectada (motores con rotor devanado).	<ul style="list-style-type: none"> -Cojinetes deteriorados. -Los cables de conexión al aparato de control son de diámetro insuficiente. -Aparato de control situado demasiado lejos. -Las escobillas chispean. 	<ul style="list-style-type: none"> -Reemplazar los cojinetes. -Emplear conductores de sección mayor. -Acercar el aparato de control. -Asentarlas y ajustarlas correctamente.

<p>Continuación..... Motores de inducción/5</p>	<p>-Suciedad entre las escobillas y los anillos.</p> <p>-Escobillas trabadas en los portaescobillas.</p> <p>-Ajuste inadecuado de la tensión de las escobillas.</p> <p>-Anillos colectores ásperos.</p> <p>-Anillos excéntricos.</p> <p>-Vibración excesiva.</p> <p>Exceso de corriente en las escobillas (sobrecarga)</p>	<p style="text-align: right;">E.2.</p> <p>-Limpiar los anillos y las escobillas.</p> <p>-Emplear escobillas de tamaño adecuado.</p> <p>-Comprobar el ajuste y corregirlo.</p> <p>-Limarlos, pulirlos o retorrearlos.</p> <p>-Retorrearlos o redondearlos por medio de las herramientas portátiles adecuadas sin desmontar el motor.</p> <p>-Equilibrar motor.</p> <p>-Reducir la carga si las escobillas hubiesen sido reemplazadas, comprobar que son de la misma clase que las suministradas con el motor.</p>
---	--	---

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo F: **Motores de** **Integrantes** **Motores con combustible**
 combustión interna **del Grupo:** **de gasolina .**

Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas Mínimos Requeridos
<p align="center">Diario</p> <p>-Verificación de niveles de agua, aceite y combustible antes de arrancar el equipo.</p> <p>-Lectura de presión de aceite, temperatura, amperaje, revoluciones por minuto y registro de las mismas durante el período de trabajo.</p> <p>-Verificación de las condiciones generales de trabajo del equipo.</p> <p>-Cálculo del número de horas de trabajo a partir del último cambio de aceite, y cambio de aceite y filtro cuando se acumulen 150 horas de trabajo cuando no se indique un número especial de horas para cada motor en particular.</p> <p align="center">Mensual</p> <p>-Limpieza de las bujías sin alterar la calibración de las mismas, drenaje y lavado del tanque de combustible, drenaje y reposición del agua del radiador con el motor en frío. Lavado del filtro de aire cuando exista.</p> <p align="center">Trimestral</p> <p>-Limpieza y calibración de bujías, asentada y calibración de los platinos, limpieza, chequeo y calibración del carburador, regulación y afinamiento del motor, incluyendo el cambio de todas las partes que fueren necesarias a juicio del mecánico reparador.</p> <p>NOTA: Siempre que se cambien los platinos, obligatoriamente se cambiará el condensador.</p> <p>-Chequeo integral del sistema eléctrico.</p>	<p>-Formularios.</p> <p>-Aceite.</p> <p>-Filtros de aceite.</p> <p>-Combustible.</p> <p>-Filtro de aire.</p> <p>-Bujías.</p> <p>-Platinos.</p> <p>-Condensador.</p> <p>-Juego de ahiglores,</p> <p>-Juego de juntas del carburador.</p> <p>-Aguja del carburador y su asiento.</p> <p>-Cables de la ignición.</p> <p>Terminales de los cables.</p> <p>Escobillas del generador eléctrico.</p>

<p>Continuación... Motores con combustible de gasolina/2</p> <p style="text-align: center;">Anual</p> <p>-Inspección y reparación completa de la máquina incluyendo el cambio de todas las partes que se consideren necesarias. (OVERHAUL).</p>	<p style="text-align: right;">F.1.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Bujías. -Platinos. -Condensadores. -Juego de chicleros o ahiglores. -Juego de juntas del carburador. -Aguja del carburador y su asiento. -Cable de la ignición. -Terminales de los cables. -Juego de cojinetes de bancada y biela. -Juego de anillos de compresión y aceite. -Juego de bushings para la biela. -Conjunto de la bomba de agua. -Conjunto de juntas y sellos para OVERHAUL. -Permatex.
---	--

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo F: **Motores de** **Integrantes** **Motores con combustible**
 combustión interna **del Grupo:** **de diesel.**

Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas Mínimos Requeridos
Diario	
-Verificación de niveles de agua, aceite y combustible antes de arrancar el equipo.	-Aceite.
-Lubricación de las puntas de engrase.	-Grasa.
-Lecturas de presión de aceite, temperatura, amperaje y revoluciones por minuto y registro de las mismas durante el período de trabajo.	-Filtros de aceite.
-Verificación de las condiciones generales de trabajo del equipo.	-Formularios.
-Cálculo del número de horas de trabajo a partir del último cambio de aceite y cambio del aceite y filtro cuando se acumulen el número de horas que se especificarán para cada unidad en particular.	
Semanal	
-Limpieza y lavado del filtro de aire.	
Mensual	
-Drenaje y lavado del tanque de combustible, drenaje y reposición del agua del radiador con el motor en frío cuando fuere del tipo de refrigeración por agua. Lavado de filtros de combustible cuando sean de tipo metálico.	-Combustible, agua para el radiador.
-Chequeo de la tensión de las correas del ventilador.	-Llaves, y correas del ventilador.

Continuación..... Motores con combustible de diesel/2	F.2.
<p style="text-align: center;">Trimestral</p> <ul style="list-style-type: none"> -Limpieza y calibración de inyectores y válvulas. -Cambio de filtros de (combustible). -Limpieza de los purificadores de aire. -Revisión del sistema del embrague. -Revisión del sistema auxiliar de arranque. -Reajuste de pernos y tuercas del motor. -Revisión del ajuste y estado de las bandas o correas. 	<ul style="list-style-type: none"> -Juego de pulverizadores de los inyectores. -Filtros de combustible. -Juego de cables y terminales. -Agua destilada. -Correas.
<p style="text-align: center;">Anual</p> <ul style="list-style-type: none"> -Mantenimiento trimestral correspondiente, y lo siguiente: -Esmerilado de las válvulas. -Descarbonización de los cilindros y pistones. -Chequeo del cilindro, limpieza de los orificios de lubricación del pistón y cambio de anillos O rines, si fuere necesario. -Desmontaje y chequeo del sistema del embrague. -Chequeo o cambio del conjunto de la bomba de agua. -Cambio de correas. -Cambio de filtro de aire. 	<ul style="list-style-type: none"> -Juego de pulverizadores de los inyectores: -Filtros de combustible. -Juego de cables y terminales. -Agua destilada. -Juntas de la culata. -Juntas de los balancines. -Juego de anillos O rines. -Disco del embrague. -Collarín del embrague. -Conjunto para bomba de agua. -Correas. -Filtro de aire.
<p style="text-align: center;">Bi-Anual</p> <ul style="list-style-type: none"> -Inspección y reparación completa de la máquina incluyendo el cambio de las partes que se consideren necesarias 	<ul style="list-style-type: none"> -Juego de bushings o cojinetes de bancada y de biela. -Cigüeñal nuevo, o rectificación del cigüeñal si fuere necesario. -Juego de cojinetes de bushings para las bielas. -Juego de pistones. -Juego de anillos O rines.

<p>Continuación..... Motores con combustible de diesel/3.</p>	<p style="text-align: right;">F.2.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Juego de camisas para los cilindros. -Juego de válvulas de escape y rectificación de las culatas. -Juego de cojinetes del eje de levas. -Juego de émbolos para la bomba de inyección. -Juego de pulverizadores de los inyectores. -Filtros de combustible. -Filtros de aceite. -Conjunto para la bomba de agua. -Conjunto para la bomba de barrido. -Disco del embrague. -Caja de bolas del embrague. -Sistema de embrague. -Conjunto de sellos y juntas para OVERHAUL. -Permatex.
--	--

G. Generadores eléctricos. (Figura No.15).

G.1. Precauciones para la seguridad.

La seguridad está integrada dentro de cada motor que mueve un generador, sin embargo, como cualquier otro equipo electromecánico, el puede constituir una seria amenaza a la vida y a la conservación de un miembro, si es mantenido y operado imprudentemente. Recordar que la mejor garantía contra accidentes es estar consciente del peligro potencial que existe y hacer siempre uso del sentido común.

Advertencia:

No opere el equipo con los paneles o cubiertas, removidos.

Advertencia – Alto Voltaje.

Recuerde que la función de un conjunto de generación es producir electricidad y siempre que la energía eléctrica está presente, hay un peligro potencial de electrocutarse. **Mantenga a todas las personas, especialmente a niños, lejos de los equipos generadores mientras estos están funcionando, y tome las precauciones necesarias para evitar que personal no calificado manipule o intente operar estos equipos. El conjunto de generación y los circuitos eléctricos solo pueden ser atendidos por técnicos calificados. El sistema eléctrico debe ser inspeccionado frecuentemente – reemplace las correas o bandas que se encuentren deshilachadas o en condición muy pobre. Tenga especial cuidado de no entrar en contacto con el equipo eléctrico cuando se encuentre parado en agua, o sobre un piso húmedo o con sus manos húmedas.**

Advertencia – Escape de gases letales.

La máquina que impulsa el generador, descarga como parte de los gases de escape, cuando está operando, monóxido de carbono el cual es mortal. **El monóxido de carbono es particularmente peligroso porque no tiene olor, pero debe tenerse en mente que puede causar la muerte si es inhalado aún en períodos cortos. Nunca opere el equipo de generación dentro de un edificio cerrado, a menos que los gases del escape sean conducidos con seguridad hacia el exterior, no opere el equipo en áreas donde los gases del escape puedan acumularse y filtrarse dentro de un edificio ocupado. Evite aspirar los gases de escape cuando se está trabajando o se encuentre cerca del generador.**

Advertencia. – Combustible peligroso-

Precauciones extremas deben tomarse cuando se maneje, almacene y use combustible, ellos son altamente volátiles y explosivos en su estado de vapor. **Almacene gasolina solamente en recipientes rojos previamente aprobados y marcados -GASOLINA-** almacenados en áreas ventiladas, fuera del alcance de los niños y lejos de cualquier llama o de cualquier equipo que pueda producir chispas. No almacene gasolina en viviendas o en edificios ocupados.

Nunca adicione combustible al tanque mientras esté funcionando a fin de evitar que el combustible que pueda derramarse entre en contacto con partes calientes o con chispas del encendido. Es obligatorio proveer ventilación adecuada para el gas propano, y para el gas natural. Deben instalarse detectores. El gas propano es más pesado que el aire, por tanto los detectores deben instalarse en la sección baja del cuarto. El gas natural tiende a elevarse, por tanto, los detectores deben instalarse en la parte alta del cuarto. Inspeccione a menudo el estado de los detectores.

Advertencia – Interruptor automático de transferencia.

Unidades con interruptor automático de transferencia (Automatic Transfer Switch) arrancan automáticamente. Antes de trabajar en un equipo conectado a un generador, éste debe ser desconectado.

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo G: Generador eléctrico

**Integrantes
del Grupo:**

Elemento	Trabajo a realizar	Materiales, equipos y herramientas mínimos requeridos
-Combustible.	<p align="center">Semanal</p> <ul style="list-style-type: none"> -Revisar nivel del tanque principal. -Revisar e inspeccionar visualmente el nivel tanque de suministro diario. -Inspeccionar y probar la operación de la válvula de solenoide. -Revisar, limpiar y remover el agua en el sistema. Inspeccionar y reemplazar si es necesario las líneas flexibles y conectoras. 	
-Lubricación.	<ul style="list-style-type: none"> -Revisar el nivel de aceite. 	-Aceite.
Enfriamiento.	<ul style="list-style-type: none"> -Revisar el nivel de refrigerante. -Revisar la ventilación del cuarto. -Inspeccionar visualmente la bomba de agua. -Inspeccionar las mangueras flexibles y conectores. -Revisar la operación del bloque calentador. 	-Refrigerante. -Mangueras. Conectores.
-Línea de escape.	<ul style="list-style-type: none"> -Revisar por posible filtración. -Revisar la trampa del drenaje. 	

		G.2.
Continuación Generador/2.		
-Sistema eléctrico A.C.	-Revisión general. -Prueba de la lámpara de control. -Reemplazar si es necesario.	-Lámpara de control.
-Motor.	-Inspección general.	
-Generador.	-Inspección general.	
-Condición general del equipo.	-Revisar para detectar vibración, fuga, ruido, temperatura o deterioro anormal. -Limpieza del espacio interior y del área exterior circundante.	
Mensual		
-Enfriamiento.	-Revise la banda del abanico y del alternador. Reemplace si es necesario.	-Banda del abanico y del alternador.
Sistema de baterías.	-Revise nivel del electrolito. -Remueva la corrosión, limpie y seque el exterior de la caja. -Pruebe la gravedad específica y el estado de la carga. -Revise la operación del cargador y la razón de carga. Revise la recarga después de que arranque el equipo.	-Electrolito. -Cepillo de alambre.
-Sistema eléctrico.	-Revise, pruebe, limpie, o reemplace si es necesario los fusibles del interruptor de circuitos.	-Fusibles.
-Motor.	-Revise la lubricación y la operación del gobernador.	-Lubricantes.

Continuación... Generador/3.		G.2.
-Combustible. -Lubricación. -Línea de escape. -Sistema de baterías. -Sistema eléctrico A.C.	<p style="text-align: center;">Trimestral</p> -Reemplazar los filtros -Revisar y cambiar el respirador de la caja de engranaje. -Inspeccionar por cualquier falla en el aislamiento y riesgo de incendio. -Revisar, limpiar y apretar terminales. -Revisar por cualquier abrasión en el alambrado donde éste está sujeto a movimiento.	-Filtros. -Respirador de caja de engranaje.
-Combustible. Enfriamiento. -Línea de escape. -Sistema eléctrico A.C. Motor.	<p style="text-align: center;">Semestral</p> -Cambio en el suministro de gasolina. -Probar el nivel de protección del anticongelante. -Revisar los conectores flexibles. -Revisar y probar el funcionamiento de los aparatos de alarma y seguridad. -Revisar y limpiar el filtro de aire. -Revisar y ajustar el estrangulador del carburador.	-Combustible. -Anticongelante. -Conectores. -Filtro de aire.
-Combustible. -Lubricación.	<p style="text-align: center;">Anual</p> -Revisar por posible obstrucción la ventilación del tanque y las líneas de retorno. -Revisar las líneas de combustible. -Cambio de aceite. -Cambio de filtro.	-Aceite. -Filtro.

Continuación... Generadores/4		G.2.
-Enfriamiento.	<ul style="list-style-type: none"> -Cambio de refrigerante. -Revisar intercambiador de agua a calor. -Limpiar el intercambiador de calor. -Limpiar el exterior del radiador. -Limpiar los ductos y persianas. -Revisar, limpiar y probar los controles y persianas de los motores. 	-Refrigerante.
-Líneas de escape.	<ul style="list-style-type: none"> -Probar la presión. -Revisar los colgadores y soportes. 	
-Sistema eléctrico A.C.	<ul style="list-style-type: none"> -Revisar la presión de las conexiones. -Revisar y limpiar los contactos del interruptor de transferencia. -Revisar, probar y ajustar los instrumentos sensores de voltaje. 	
Motor.	<ul style="list-style-type: none"> -Revisar el gobernador de aceite. -Revisar y limpiar los componentes del encendido. -Revisar la bomba de inyección, la razón de inyección, la presión, el patrón de rociado. 	
-Generador.	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión y limpieza del rotor y estator. -Revisión, lubricación y reemplazo si es necesario de los cojinetes. -Revisión y limpieza del excitador. -Revisión y limpieza del regulador de voltaje. -Medición y registro de las lecturas de resistencia de las bobinas. 	<ul style="list-style-type: none"> -Cojinetes. -Instrumento para medir la resistencia de las bobinas.

H.1.

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo H: Unidades de Arranque.

Integrantes del Grupo:

Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas Mínimos Requeridos
<p align="center">Diario</p> <p>-Revisión del nivel de aceite, si es del tipo de baño de aceite.</p> <p>-Revisión de fusibles del interruptor (switch) de seguridad.</p> <p align="center">Semestral</p> <p>-Revisión de contactos.</p> <p>-Revisión de elementos térmicos y cambio, si es necesario.</p> <p>-Revisión de bobinas.</p> <p>-Revisión del sistema mecánico.</p> <p>-Cambio opcional del aceite dieléctrico.</p> <p>-Regulación del tiempo de arranque.</p> <p>-Revisión del interruptor (switch) de seguridad, reajuste y cambio de fusibles, cuando fuera necesario.</p> <p>-Revisión del estado de los cables de entrada y salida.</p> <p>-Limpieza con chorro de aire.</p> <p align="center">Anual</p> <p>-Mantenimiento semestral correspondiente, más cambio obligatorio del aceite dieléctrico.</p>	<p>-Aceite dieléctrico (de transformador).</p> <p>-Contactos.</p> <p>-Elementos térmicos.</p> <p>-Relay de tiempo.</p> <p>-Aceite dieléctrico.</p> <p>-Fusibles.</p> <p>-Cables.</p> <p>-Compresor.</p> <p>-Aceite dieléctrico.</p>

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo I: Centro de control de motores.

Integrantes del Grupo:

Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas Mínimos Requeridos
<p align="center">Trimestral</p> <p>-Revisar el tablero eléctrico de control.</p> <p>-Acciones por componentes.</p> <p>Disyuntores</p> <ol style="list-style-type: none"> Mediante la palanca frontal, accionar el mecanismo de disparo. Comprobar que no existan conexiones de potencia, flojas. Revisar las cajas moldeadas. <p>Contactores.</p> <ol style="list-style-type: none"> Revisar el estado de los contactores. Revisar el desgaste de las caras de los polos magnéticos en el núcleo. Comprobar que no existan conexiones tanto de potencia como de control, flojas. <p>Reles Térmicos</p> <ol style="list-style-type: none"> Revisar el mecanismo de desenganche. Revisar el ajuste o la capacidad de las bobinas térmicas. 	<p>-Herramientas apropiadas, como destornilladores, llaves fijas y llaves de abertura variable.</p> <p>-Llaves fijas de diferentes tamaños para apretar conectores.</p> <p>-Contactores</p> <p>-Llaves de diferentes tamaños para apretar conectores.</p> <p>-Reles.</p>

<p>Continuación..... Centro de control de motores/2.</p> <p style="text-align: center;">General</p> <p>Después de quitar la energía al equipo.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Remueva el polvo y suciedad acumulada. Use un cepillo, un trapo suave o una aspiradora. 2. Limpie todos los aisladores y barras verticales colectivas. 3. Inspeccione las unidades principales y uniones verticales y soportes colectivos y apriételos si es necesario. 4. Inspeccione todo el alambrado de las unidades por posible deterioro del aislamiento. 5. Revise todos los contactos. Ellos sólo necesitan ser reemplazados cuando casi toda la punta de plata haya desaparecido y el soporte del punto de contacto está expuesto. No lime el contacto. Limar el contacto sólo puede resultar en pérdida del material y en la reducción de la vida de la unidad. 6. Revise todos los alambres ante posible deterioro del aislamiento y apriete las conexiones. 7. Revise visualmente los medidores e instrumentos y verifique la calibración de aquellos críticos. 8. Revise los enganches o unidades de cierre de la puerta para su debida operación. 9. Revise las luces indicadoras y reemplácelas, si fuese necesario. 10. Si un cambio de fusibles es necesario, siempre instale otro del mismo tipo y rango del original que fue suministrado con el centro de control. La evolución en el diseño de los fusibles, ha producido fusibles que son mecánicamente equivalentes pero no eléctricamente equivalentes. Ellos pueden no tener la misma resistencia a los corto circuitos y habilidad para limitar la corriente. 	<p style="text-align: right;">I.1.</p> <p>-Cepillo, trapo, aspiradora, brocha.</p> <p>-Contactos.</p> <p>-Llaves apropiadas. -Alambre.</p> <p>-Instrumento para calibración de medidores y otros aparatos.</p> <p>-Bujías.</p> <p>-Fusibles.</p>
---	---

J. Sub-estación eléctrica – Transformadores. (Figura No. 17).

J.1. Observaciones generales relativas al mantenimiento.

Un transformador es una pieza importante del sistema eléctrico. Como su nombre lo indica, transforma el voltaje de un nivel a otro de un circuito principal.

La temperatura del aceite (cuando el transformador es del tipo de inyección) o la temperatura de la unidad principal (cuando es del tipo seco) deben ser revisados frecuentemente para detectar cualquier situación anormal, basados en la temperatura ambiente y en las condiciones de carga. Si la temperatura del transformador es notablemente diferente a la normal, se puede asumir que la unidad principal está funcionando mal. En tales casos, inmediatamente alivie la carga o abra el interruptor del lado de la carga. Investigue y encuentre la causa.

Asegúrese de que el nivel de aceite es el correcto, que no hay filtraciones, ni ruidos anormales, ni tampoco malos olores.

Si un transformador parece que funciona deficientemente, en la mayoría de los casos es lógico asumir que el transformador mismo ha sido dañado de alguna manera. Sin embargo, algunas veces una indicación de falla en el transformador se debe más bien a un mal funcionamiento del detector. Por esta razón es necesario saber distinguir entre estas dos posibilidades.

En comparación con la mayoría de los aparatos eléctricos, los transformadores requieren relativamente poca atención. La minuciosidad de la inspección y atención necesarias se determinará por el tamaño de los transformadores, el punto de la red en que estén instalados, la importancia de un servicio sin interrupciones y las condiciones del servicio, tales como temperatura y poca limpieza del ambiente, condensación de la humedad y suministro de agua (en los casos de instalaciones enfriadas por agua).

Los transformadores de distribución y los de potencia de pequeña capacidad, ordinariamente requieren y reciben menos atención que los transformadores de gran capacidad que representan una inversión mayor. Sin embargo, los transformadores pequeños suministran a veces energía para consumo en la planta donde un servicio sin interrupciones es de gran importancia. En tales casos, se justifica un mayor grado de atención.

Transformadores de repuesto.

Si los transformadores de repuesto no se encuentran listos en todo momento para ser puestos en servicio inmediatamente, se pierde tiempo y puede ocasionarse la paralización de la planta. Por otro lado, es evidente que si no se le presta la debida atención mientras no están en uso, pueden fallar al ponérseles en servicio. **Por lo tanto, los transformadores de repuesto deben recibir la misma atención que los transformadores que se encuentran en servicio.**

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo J: Sub-estación eléctrica. Integrantes Transformadores del Grupo:

Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas Mínimos Requeridos
<p align="center">General</p> <p align="center">Semestral</p> <p>-Comprobación dieléctrica del aceite.</p> <p>-Revisión de polo a tierra.</p> <p>-Revisión del deshidratador.</p> <p>Revisión de los cepos de conexión y limpieza si es necesario.</p> <p>-Prueba de aislamiento de los transformadores.</p> <p>-Revisión y limpieza de cajas de cortocircuito y pararrayos.</p> <p>-Revisión y limpieza de las líneas de transmisión eléctrica.</p> <p align="center">Anual</p> <p>-Mantenimiento semestral correspondiente, más cambio de aceite dieléctrico, si fuere necesario.</p>	<p>-Aceite de transformador.</p> <p>-Deshidratador.</p> <p>-Terminales.</p> <p>-Fusibles.</p> <p>-Herramientas.</p>

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo J: Sub-estación eléctrica. Integrantes Transformadores del Grupo:

....Continuación ... Transformadores/2

Elemento	Trabajo a realizar y frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas mínimos requeridos
<p>-Indicador de Nivel de líquido; indicadores de temperatura del líquido y de los devanados.</p> <p>-Carga (amperios) -Tensión (voltaje)</p> <p>-Relevadores.</p> <p>-Dispositivos de protección contra sobretensión.</p>	<p align="center">Cada Turno</p> <p>-Ver que las lecturas no excedan los límites de seguridad y anotarlas junto con la temperatura del ambiente. Un registro bien llevado es el mejor índice de la calidad del funcionamiento.</p> <p>-Compruebe con los instrumentos de medición del tablero la intensidad de la carga de los transformadores. Los registros en kilovatios no son satisfactorios dado que el calentamiento es determinado por la corriente y el voltaje de la carga y no por la potencia de salida, a menos que el factor de potencia de la carga sea de 100%. Compruebe el voltaje para cerciorarse de que el transformador esté conectado correctamente. La sobretensión causa excesivas pérdidas en vacío.</p> <p align="center">Cada Tres Meses</p> <p>-Vea que los relevadores funcionen correctamente para asegurar la protección que les está asignada.</p> <p align="center">Cada Seis Meses</p> <p>-Los dispositivos de protección contra sobretensión se utilizan para limitar los impulsos de voltaje, que pueden llegar al transformador, a un valor igual o inferior al límite para el cual ha sido construido el transformador. Su buena conservación es muy necesaria.</p>	

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo J: Sub-estación eléctrica. Integrantes Transformadores del Grupo:

....Continuación ... Transformadores/3

Elemento	Trabajo a realizar y frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas mínimos requeridos
<p>-Conexiones y resistencia a tierra.</p> <p>-Ventilación.</p> <p>-Estado del aceite.</p>	<p>-Cerciórese de que las conexiones a tierra estén en buenas condiciones. Es importante que la resistencia a tierra sea baja para asegurar un funcionamiento satisfactorio de los pararrayos y de los relevadores en las redes con neutro a tierra.</p> <p align="center">Cada Tres Meses</p> <p>-En los transformadores del tipo abierto, la libre circulación del aire a través de dos o más respiraderos mantiene el espacio sobre el nivel del aceite relativamente sin humedad. Los respiraderos deben estar libres de obstáculos. Si el transformador está provisto de respiraderos con cloruro de calcio, asegúrese que el cloruro no se haya saturado de humedad y limite la ventilación. Es recomendable reemplazar estos respiraderos por otros del tipo abierto o por los provistos de gel de sílice.</p> <p>-Verifique el estado del aceite.</p> <p>-Una resistencia dieléctrica (ensayo normal) de 25 Kv o más, es adecuada para los transformadores del tipo abierto. No es necesario filtrar el aceite hasta que su tensión disruptiva baje a 20 Kv, salvo que al inspeccionar debajo de la tapa se encuentren señales de condensación de humedad que requieran medidas correctivas.</p>	<p>-Aceite.</p>

<p>Continuación... Transformadores/4</p> <p>-Debajo de la tapa.</p> <p>-Parte superior del núcleo.</p> <p>-Inspección general.</p>	<p style="text-align: center;">Cada Seis Meses</p> <p>-Compruebe si hay humedad debajo de la tapa principal, tapa de inspección y soportes de los aisladores. Durante los seis primeros meses de servicio es recomendable una inspección mensual. Inspeccione el aceite del fondo para ver si hay acumulación de agua. Las tres causas más comunes de condensación son: (1) uniones defectuosas, (2) aisladores rajados y averiados, y (3) ventilación limitada.</p> <p style="text-align: center;">Cada Dos Años</p> <p>-Verifique si hay acumulación de sedimentos o señales de humedad, lo cual puede practicarse fácilmente vaciando el tanque hasta el extremo superior del núcleo. Compruebe si hay agua acumulada en el fondo; esto puede hacerse mediante la observación de las muestras de aceite extraídas del fondo.</p> <p style="text-align: center;">Cada Cinco Años</p> <p>-Si a consecuencia de altas temperaturas de funcionamiento se ha depositado una pequeña cantidad de sedimento, deberá levantarse la parte del transformador dentro del tanque y lavarse con aceite nuevo de alta resistencia dieléctrica. Si se lava con una manguera de boquilla pequeña, a una presión de aproximadamente 5 a 6 kg/cm², el chorro de aceite aflojará y desprenderá los sedimentos acumulados entre los conductos y otras superficies. Después de este lavado, deje escurrir el aceite y luego extráigase al tanque. Vuelva a filtrar el aceite viejo antes de reintegrarlo al tanque, o si el análisis del laboratorio indica que el aceite no puede purificarse por medio de la filtración, reemplácese con aceite nuevo. Antes de añadir aceite nuevo o filtrado, límpiase cuidadosamente el tanque. Examínense las piezas internas por si se hubiesen movido o desplazado por anomalía en el servicio.</p>	<p style="text-align: right;">J.2.1.</p> <p>-Uniones. -Aisladores.</p> <p>-Herramientas, como llaves fijas y ajustables. -Aceite nuevo de alta resistencia dieléctrica. -Compresores. -Mangueras y boquillas para aspersión de aceite. -Recipiente para toma de muestras del aceite y análisis de laboratorio.</p>
---	---	---

SUB-ESTACIÓN ELECTRICA
TRANSFORMADORES EN GENERAL
MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

Problema	Causa	Soluciones
<p>-Altas temperaturas.</p>	<p>-Sobretensión. -Sobreintensidad. -Alta temperatura ambiente -Enfriamiento deficiente. -Bajo nivel de líquido. -Aceite sucio. -Núcleo con cortocircuito.</p> <p align="center">Defectos Eléctricos</p>	<p>-Reducir el voltaje de entrada o cambiar las conexiones del transformador para evitar la sobreexcitación. -Reducir la carga, si fuera posible. Generalmente el calentamiento puede reducirse mejorando el factor de potencia de la carga. Comprobar los circuitos en paralelo para ver si existen corrientes de Foucault producidas por relación de voltaje o impedancia indebidas. Ver "Defectos eléctricos". -Mejorar la ventilación o colocar el transformador en otro lugar de temperatura más baja. -Si el transformador es enfriado artificialmente, cerciorarse de que el enfriamiento es adecuado. -Llenar hasta el nivel apropiado. -Usar un filtro prensa para limpiar el núcleo y las bobinas. Filtrar el aceite para eliminar las impurezas. -Comprobar la corriente de excitación y las pérdidas en vacío. Si fueran altas, inspeccionar el núcleo y repararlo.</p>
<p>-Fallas de los devanados.</p>	<p>-Descargas de origen atmosférico. Cortocircuito. Sobrecarga. Baja resistencia dieléctrica del aceite. Materias extrañas.</p>	

Continuación... Transformadores/2		J.3.
-Falla del núcleo.	-Deterioro del aislamiento del núcleo o de los pernos, grapas o láminas intermedias del mismo.	
-Alta corriente de excitación.	-Cortocircuito en el núcleo.	-Comprobar las pérdidas en el núcleo. Si fuesen altas, probablemente se deberá a un cortocircuito en el núcleo. Comprobar el aislamiento del núcleo y repararlo, si estuviera averiado.
-Voltaje indebido.	-Uniones del núcleo flojas.	-Al comprobar las pérdidas en el núcleo, no se notará aumento apreciable. Juntar las uniones golpeándolas y volver a apretar las grapas.
	-Relación inapropiada.	-Cambiar la conexión en el tablero de tomas o la posición del conmutador de relación para obtener el voltaje apropiado.
-Ruido de arcos internos e interferencia de radio.	-Voltaje de entrada anormal.	-Cambiar las conexiones de las tomas o ajustar el voltaje de entrada.
	-Pieza metálica separada.	-Buscar la causa inmediatamente. Comprobar que todas las piezas que deben estar conectadas a tierra, tales como las grapas y el núcleo, lo están efectivamente.
	-Conexiones flojas.	-Seguir la indicación anterior. Apretar todas las conexiones.
	-Bajo nivel del líquido dejando al descubierto las piezas bajo tensión.	-Mantener el líquido al nivel adecuado.
-Descarga en los aisladores de paso.	-Descargas atmosféricas.	-Instalar equipo adecuado de protección contra rayos.
	-Suciedad en los aisladores.	-Limpiar las porcelanas de los aisladores de paso con tanta frecuencia como lo requiera la acumulación de suciedad.
	Defectos Mecánicos	
-Escapes por las uniones roscadas.	-Materias extrañas en las roscas.	-Limpiarlas y ajustarlas.
	Tubo perforado.	-Obturar el escape con masilla a prueba de aceite.
	-Rosca estropeada.	-Reparar la rosca y sellarla.
	-Masilla o pasta inadecuada.	-Usar masilla G.E. No.880 ò No.11201.
	-Mal montaje.	-Montar las uniones correctamente.

Continuación... Transformadores/3		J.3.
-Escape por las juntas.	-Empalmes incorrectos de las juntas. -Compresión insuficiente o desigual. -Mala preparación de las juntas y sus superficies.	-Empalmar traslapando las juntas en chaflán. -Ajustar los pernos en orden diametralmente opuesta y con la misma compresión. -Preparar las juntas con esmero.
-Escapes por las soldaduras.	-Averías durante el transporte o soldaduras mal hechas.	-Transportar el transformador con cuidado. Obturar el escape con masilla G.E. No.880 ó epòxica.
-Escapes en las piezas de fundición.	-Orificios pequeños en las piezas de fundición.	-Barrenar la pieza, roscar el agujero y atornillar un tapón de tubería de ½ pulgada, cubierto previamente con pasta G.E. No 1201.
-Grietas en el diafragma de alivio de presión.	-Montaje defectuoso. Avería mecánica.	-Reemplazar el diafragma. Revisar el interior de la tubería Por si estuviera oxidada o húmeda. Si hubiera sospecha de que se hubieran depositado gotas de agua directamente en los devanados o en otros sitios vulnerables, el transformador debe secarse bien, ya que la prueba del aceite no siempre revela la presencia del agua.
-Rotura del diafragma de alivio de presión.	-Defecto interno. -En los transformadores con conservador de aceite: Obstrucción de la circulación del aceite o del aire. -En los transformadores con cierre de gas: Obstrucción de la válvula de alivio de presión. -En los transformadores con cierre hermético: Nivel del líquido demasiado alto.	-Ver "Procedimiento a seguir en caso de fallas". -Cerciorarse de que la llave de paso entre el conservador y el tanque esté abierta y que la válvula de aire no esté obstruida. -Cerciorarse de que la válvula de alivio funciona. y de que las llaves en la tubería de alivio de presión estén abiertas. -Ajustar el nivel a la altura apropiada de acuerdo con la temperatura del líquido, a fin de que haya espacio suficiente para permitir su dilatación.
-Condensación de la humedad en los transformadores de tipo abierto y en los compartimientos de aire.	-Entrada de aire deficiente.	-Cerciorarse de que todas las aberturas de entrada de aire estén libres de obstáculos.
-Condensación de la humedad en los transformadores con cierre hermético.	-Rotura del diafragma. -Humedad en el aceite.	-Ver los remedios anteriores para diafragmas rajados o rotos. -Filtrar aceite.

Continuación.... Transformadores/4		J.3.
	-Escapes por las juntas y uniones.	-Cerciorarse de que todas las uniones estén apretadas.
-Ruido anormal.	-Los accesorios o elementos externos vibran a la frecuencia de resonancia y producen gran ruido.	-Apretar las piezas flojas. En algunos casos la frecuencia de resonancia se debe a que las piezas están demasiado apretadas. En tal caso el defecto puede corregirse aflojándolas o intercalando calces o cuñas.
-Herrumbre y deterioro de la pintura.	-Desgaste por el roce o deterioro por la acción de la intemperie.	-Cubrir con grasa el metal expuesto a la intemperie.
-Rotura del metal o porcelana de aisladores de paso.	-Esfuerzo mecánico excesivo ejercido en las conexiones de los bornes.	-Los cables y barras colectoras conectadas a los bornes del transformador deben tener soporte adecuado. Si se trata de conductores pesados, deben proveerse conexiones flexibles para evitar esfuerzos excesivos sobre los bornes y la porcelana de los aisladores.
Deficiencias del Aceite		
-Baja resistencia dieléctrica.	-Condensación en los transformadores del tipo abierto debido a ventilación defectuosa.	-Asegurarse de que las aberturas de ventilación no estén obstruidas.
	-Rotura del diafragma de alivio de presión.	-Reemplazar el diafragma.
	-Escapes por las uniones de los accesorios de la tapa.	-Reemplazar la junta, si fuese necesario.
	-Escapes en el serpentín de enfriamiento.	-Reparar el serpentín. En cualquier caso, filtrar el aceite o secar el transformador aplicando calor, o hacer ambas cosas a fin de restituir la resistencia dieléctrica.
-Aceite muy oscurecido.	-Contaminación por el barniz.	-El aceite puede aprovecharse si su resistencia dieléctrica es satisfactoria.
	-Fallas de los devanados o del núcleo.	
-Oxidación (suciedad o acidez).	-Contacto con el aire.	-Quitar el aceite, limpiar el núcleo, las bobinas y el tanque. El aceite puede aprovecharse filtrándolo o reemplazarse por aceite nuevo.
	-Altas temperaturas de funcionamiento.	-Remediar en la misma forma que el caso del párrafo anterior. Para corregir la causa, redúzcase la carga o mejórese el sistema de enfriamiento.

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo K: Equipos y aparatos accesorios. **Integrantes del Grupo:** Válvulas de compuerta.

Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas Mínimos Requeridos
<p>-Comprobar el estado y ajuste adecuado de las empaquetaduras.</p> <p>-Lubricar periódicamente la rosca exterior de los vástagos.</p> <p>-Mantener ajustados los dados de los vástagos. La llave para dados debe ajustarse correctamente al tamaño del dado de modo que este no se deforme con el uso.</p> <p>-Mantener ajustados los manubrios. Un manubrio flojo va redondeando el terminal trapezoidal del vástago dejándolo inutilizable.</p> <p>-Engrasar el gusano y la caja terminal en los pedestales de maniobra.</p> <p>-Mantener limpias y perfectamente pintadas todas las partes metálicas, sobre todo aquellas expuestas a la intemperie.</p> <p>-Evitar esfuerzos en las bridas, manteniendo siempre las tuberías alineadas.</p> <p>NOTA: Aplicable a válvulas de compuerta expuestas.</p>	<p>-Lubricantes.</p> <p>-Llaves para operar la válvula.</p> <p>-Llaves fijas y ajustables de diferentes tamaños.</p> <p>-Pistola de engrase y grasa.</p> <p>-Pintura anticorrosiva, brochas.</p> <p>-Llaves fijas y ajustables de diferentes tamaños.</p>

K.2.1.

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo K: Equipos y aparatos accesorios. Integrantes del Grupo: Manómetro.

Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas Mínimos Requeridos
<p style="text-align: center;">Inicialmente</p> <p>-Instalar su respectiva válvula de cierre, en cada instrumento en servicio, que no la tenga.</p> <p>-Instalar amortiguadores adecuados, en los lugares donde se producen fuertes oscilaciones de presión, que pueden originar daños a los instrumentos.</p> <p style="text-align: center;">Anualmente</p> <p>-Retirar el instrumento para calibrarlo en el banco de pruebas.</p> <p style="text-align: center;">Cada vez que se repara un equipo</p> <p>-Revisar y calibrar todos los instrumentos, antes de poner en servicio un equipo de bombeo que haya sido previamente reparado.</p>	<p>-Válvulas.</p> <p>-Amortiguadores de presión.</p> <p>-Banco de prueba para calibración.</p> <p>-Equipos de calibración.</p>

4.3. Planta de tratamiento de aguas residuales. (Figura No.18).

Dentro de este concepto se integran los grupos siguientes:

- L. Estructuras de entrada.
- M. Estructuras de limpieza.
- N. Desarenador.
- O. Trampa de grasas y aceites.
- P. Dispositivos de medición.
- Q. Tornillo compactador.
- R. Lagunas de estabilización.
- S. Tanques.

4.3.1. Operación y mantenimiento. Generalidades.

Una planta de tratamiento de aguas servidas sólo puede cumplir sus objetivos si se opera en forma apropiada y se le somete periódicamente a un mantenimiento efectivo, realizado por personal calificado. La frecuencia y la magnitud de este mantenimiento depende del tipo y tamaño de la planta. La operación y el mantenimiento, incluida la apropiada disposición de los lodos, deben seguir las instrucciones formuladas por el diseñador y el fabricante del equipo. Estas instrucciones deben ser detalladas, de fácil comprensión, describir la frecuencia y el alcance de los trabajos de rutina, así como las medidas necesarias para el mantenimiento de todos los componentes de la planta, incluyendo el control de su grado de rendimiento.

El operador de las instalaciones debe llevar un diario de la operación, usando los formatos correspondientes, en los cuales deben anotarse los trabajos, observaciones y mediciones rutinarias efectuadas, las acciones de mantenimiento realizadas, los resultados obtenidos de cada uno de los procesos de tratamiento, y los sucesos específicos acaecidos.

Debe disponerse en todo momento del personal, materiales, equipos y herramientas para efectuar el mantenimiento requerido. Cuando se presenten obstrucciones, se observe la formación de nudos y se detecten hundimientos, fugas, grietas y cualquier otro daño en las estructuras y equipos, éstas deben eliminarse de inmediato. La operación y mantenimiento de la planta deben ejecutarse de tal modo, que no representen ningún peligro o molestia para el personal, ni para el ambiente. Esto se aplica en especial, a la extracción, transporte y disposición final de lodos, de las natas y del material retenido en las rejillas. Debe mantenerse una reserva adecuada de piezas de repuesto.

A continuación se señalan algunas medidas, que deben cumplirse para asegurar la conservación y el funcionamiento apropiado de una planta de tratamiento:

- a. Asignar para operación de la planta a personal calificado, y debidamente entrenado.
- b. Conservar la planta perfectamente limpia y ordenada.
- c. Establecer un plan sistemático para la ejecución de las operaciones.
- d. Establecer un programa rutinario de inspección y lubricación.
- e. Registrar los datos operativos de cada equipo, enfatizando en lo relativo a incidentes poco usuales, y condiciones de funcionamiento anormales.
- f. Observar las medidas de seguridad establecidas.
- g. Establecer y desarrollar un programa de mantenimiento de los equipos, siguiendo las recomendaciones de los fabricantes,

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo L: Estructuras de entrada.

Integrantes Compuertas.
del Grupo:

Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas Mínimos Requeridos
<p align="center">Periódicamente</p> <ul style="list-style-type: none"> -Abrir y cerrar las compuertas. -Limpiar el material que puede haberse adherido, principalmente en el marco guía del movimiento de la compuerta. -Limpiar y engrasar el tornillo que acciona el movimiento. -Revisar por cualquier daño o desgaste. 	<ul style="list-style-type: none"> -Llaves adecuadas. -Herramientas y medios de limpieza, como cepillos de alambre, esmeril, suministro de agua. -Grasa, cepillo de alambre.

ESTRUCTURAS DE ENTRADA

COMPUERTAS

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Elemento	Problema	Causa	Soluciones
-Compuerta del impulsor motor.	-Incapaz de abrir y cerrar.	-Depósito de material extraño, deformación de la guía de la compuerta, engrosamiento de la compuerta.	-Proceder de acuerdo a la causa.
	-Incapaz de parar el agua.	-Depósito de material extraño, deformación de la guía de la compuerta, rotura del empaque de hule.	-Proceder de acuerdo a la causa respectiva.
	-Corriente eléctrica demasiado alta.	-Huso doblado, falla en el engranaje reductor.	-Revisar.
	-Interruptor, torsión y otros dispositivos de protección activados.	-Existencia de material extraño.	-Remover material extraño.
	-Compuerta no abre ni cierra.	-Herrumbre en el liberador del freno.	-Revisar.
	-Compuerta no abre ni cierra, aún cuando el motor eléctrico ha sido rearrancado.	-Rotura o daño de tornillo hembra.	-Reemplazar tornillo hembra.

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo M: Estructuras de limpieza.

Integrantes del Grupo: Rejillas.

Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas Mínimos Requeridos
<p align="center">Cuando se trate de rejillas de limpieza manual</p> <p align="center">Diario</p> <p>-Inspeccionar.</p> <p>-Limpiar y lavar cuantas veces sea necesario.</p> <p>Cualquier residuo sólido de gran tamaño, como piezas de madera, plástico, etc., deberá ser eliminado mediante el uso de una malla similar a la que se emplea para limpiar piscinas.</p> <p align="center">Cuando se trate de rejillas de limpieza mecánica</p> <p align="center">General</p> <p>-Limpiar los controles y mantenerlos funcionando apropiadamente.</p> <p>El motor y la caja de marcha serán revisados para comprobar su operación normal: temperatura, ruidos y vibraciones. La caja de cambios será inspeccionada visualmente para detectar cualquier fuga de aceite. El área alrededor de las rejillas será limpiada y lavada cuando sea necesario. El volumen de sólidos gruesos eliminados (basura) en los contenedores, será inspeccionado y el contenedor trasladado a su lugar de tratamiento final.</p>	<p>-Utensilios de limpieza, como cepillos de alambre, agua limpia, pala, rastrillo.</p> <p>-Medios para coleccionar y transportar el material residual hasta el sitio de disposición final. Malla.</p> <p>-Medios para la limpieza, tales como aire a presión, trapos, brochas, suministro de agua.</p>

M.2.1.

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo M: Estructuras de limpieza.

Integrantes Cribas.
del Grupo:

Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas Mínimos Requeridos
<p style="text-align: center;">Generales</p> <p>-Los tamices deben mantenerse siempre limpios.</p> <p>NOTAS:</p> <p>-El material retenido en la criba y la arena precipitada deben ser trasladados prontamente fuera de la planta y disponer de ellos apropiadamente.</p> <p>-Cuando por circunstancias especiales, se está obligado a mantener por un largo período la tolva en las mismas condiciones, es necesario tomar medidas especiales relacionadas al saneamiento del ambiente.</p>	<p>-Herramientas y medios de limpieza, tales como cepillos de alambre, palas, suministro de agua.</p> <p>-Medio de transporte apropiado para trasladar el material.</p>

ESTRUCTURAS DE LIMPIEZA
SISTEMA DE CRIBAS
MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Elemento	Problema	Causa	Soluciones
<p>-Sistema continuo. Rastrillo de cadena.</p>	<p>-Operan varios dispositivos de seguridad y el aparato está parado.</p> <p>-El aparato no arranca.</p>	<p>-Existencia de material extraño entre el rastrillo y el tamiz.</p> <p>-Daños mecánicos en la cadena.</p> <p>-Dispositivo de seguridad eléctrico tal como el cubilete o el relè de impacto, no está recubierto.</p> <p>-Falla del equipo eléctrico, tal como el interruptor.</p>	<p>-Dar rotación en reversa para remover el material extraño.</p> <p>-Proceder de acuerdo a la causa correspondiente.</p> <p>-Reajustar (reset).</p> <p>-Proceder de acuerdo a la causa correspondiente.</p>

M.3. Tamiz (Step Screen Flexible SSF) (Figura No. 21).

Este tamiz tiene por objeto la separación de sólidos en aguas residuales y en el transporte de éstos hacia el correspondiente tornillo transportador o prensa.

M.3.1. Riesgos asociados al incumplimiento de las instrucciones de seguridad.

Ignorar las instrucciones de seguridad puede poner en peligro a las personas, el medio ambiente y las instalaciones.

Ignorar las instrucciones de seguridad conlleva los siguientes peligros:

- Falla de importantes funciones de la máquina/planta.
- Daños fuera del mantenimiento/repación.
- Peligro para las personas debido a efectos eléctricos, mecánicos, químicos y/o bioquímicos.
- Peligro para el medio ambiente debido a la filtración de sustancias peligrosas.

M.3.2. Seguridad en el trabajo.

Para trabajar de forma segura se requieren los siguientes conocimientos:

- Las instrucciones de seguridad mencionadas en este manual de instrucciones.
- La normativa nacional sobre prevención de accidentes.
- Normativa de seguridad, trabajo y funcionamiento especificadas/establecidas por el operador.

M.3.3. Instrucciones de seguridad para el operador/operario.

- **Un resguardo** ofrece protección frente a los componentes móviles, siempre y cuando se encuentre en su posición correcta (p.e. cubierta de protección de la descarga). Nunca abrirla mientras la máquina esté en movimiento o conectada.
- **Deben evitarse los riesgos debidos al suministro eléctrico.** (ver normas generales de seguridad eléctricas y reglamentos del suministrador de energía local).

- **Para protección personal** vestir equipos de protección de acuerdo con la actividad específica que se desarrolle (chaqueta protectora, protección para la cara, gafas, etc.).
- **Evitar riesgos de infección** lavando las manos previamente a la ingestión de comidas y bebidas.
- **En caso de heridas, accidentes o irritaciones de la piel consultar inmediatamente con un médico.**

M.3.4. Instrucciones de seguridad a seguir, para la realización de trabajos de instalación, inspección y mantenimiento.

Todos los trabajos de mantenimiento solamente deben ser llevados a cabo por personal **calificado**.

Todos los trabajos de instalación e inspección solamente pueden ser llevados a cabo por personal **calificado y autorizado**.

Los trabajos en la máquina solamente pueden realizarse **cuando la máquina haya sido desconectada**.

- **Desconexión de la máquina:** Desconectar el interruptor y bloquearlo con llave.
- Cada una de las personas encargadas de realizar trabajos de mantenimiento en la máquina debe tener su propio candado.
- La máquina se puede poner de nuevo en marcha una vez que todos los candados se hayan retirado del interruptor principal.

No poner la máquina de nuevo en funcionamiento inmediatamente si la causa que originó su parada no está clara. Alguien podría haber parado la máquina para realizar algún ajuste manual y haber olvidado asegurarla. Los arranques inesperados pueden causar daños a personas.

Limpiar la máquina antes de empezar a trabajar con el fin de evitar infecciones.

M.3.5. Otros peligros.

Otros peligros se refieren a riesgos potenciales, no aparentes.

A pesar de todas las precauciones tomadas, existen otros peligros como:

- **Riesgo de ser atrapado** por movimientos no intencionados del tamiz.
- **Deslizamientos** en pisos húmedos o sucios.

- **Peligro de caídas** frente al tamiz durante los trabajos de mantenimiento.
- **Funcionamiento defectuoso del control.**
- **Alergias e irritaciones** causadas por el contacto con agua residual o residuos.
- **Infecciones** ocasionadas por bacterias o microorganismos, así como por la contaminación.
- **Explosiones** o incendios causados por gas o fugas.
- **Elevado incremento del caudal** debido a un aumento en las precipitaciones.

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo M: Estructuras de limpieza. **Integrantes del Grupo:** Tamiz (Step Screen Flexible SSF)

Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas Mínimos Requeridos
<p align="center">Diario</p> <p>-Revisar el contenedor de residuos, cambiarlo y vaciarlo, si es necesario.</p> <p align="center">Semanal</p> <p>-Comprobar las tuberías de inyección de aire y limpiar los huecos con una manguera con agua a presión, si es necesario.</p> <p>-Retirar los depósitos eventuales y el material atascado en las fijaciones de las láminas.</p> <p>-Remover la arena depositada frente al tamiz.</p> <p align="center">Mensual</p> <p>-Limpiar el equipo completo con agua (también el interior de la cubierta) a fin de evitar depósitos y acumulación de cloruros.</p> <p>-Verificar que todos los separadores de plástico estén en el paquete fijo y reemplazarlos si es necesario.</p> <p align="center">Anual</p> <p>-Limpiar minuciosamente el equipo.</p> <p>-En caso de inyección de aire: sustituir la membrana y el filtro de aire del mini-compresor (cada tres años).</p> <p>-Comprobar la holgura del rodamiento del sistema director. Reemplazarlo si esta holgura es del orden de 1mm.</p> <p>-Comprobar si los tornillos de la excéntrica, de la fijación del motor y del soporte de las láminas se encuentran fijados correctamente.</p>	<p>-Herramientas y equipo para remoción de residuos y transporte al sitio de disposición final.</p> <p>-Fuente de agua a presión.</p> <p>-Herramientas y medios para limpieza, tales como cepillos, palas, suministro de agua.</p> <p>-Abastecimiento de agua.</p> <p>-Separadores de plástico.</p> <p>-Membrana y filtro de aire.</p> <p>-Instrumentos de calibración para medir la holgura del rodamiento.</p> <p>-Rodamiento.</p> <p>-Llaves fijas y ajustables para soltar las tuercas de fijación, desarmadores de diferentes tamaños.</p>

<p>Continuación... Estructuras de limpieza/2.</p> <p>-Engrasar cojinetes.</p> <p>-Después de 10,000 horas de funcionamiento:</p> <p style="padding-left: 40px;">Cambiar el aceite del reductor. Eliminar el aceite usado</p>	<p style="text-align: right;">M.3.6.</p> <p>-Grasa y engrasadores.</p> <p>-Aceite apropiado.</p>
--	---

TAMIZ (STEP SCREEN FLEXIBLE SSF)

MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

Problema	Causa	Soluciones
<p>-El tamiz no funciona a pesar de que el piloto de avería está apagado.</p>	<p>-Interruptor principal desconectado.</p> <p>El selector está en la posición "O" o en modo inverso.</p> <p>-Está pulsada la parada de emergencia.</p> <p>-Fusible fundido.</p> <p>-Membrana del minicompresor rasgada.</p>	<p>-Conectar el interruptor principal.</p> <p>-Colocar el selector en la posición "Manual" o "Automático".</p> <p>-Desbloquear la parada de emergencia y pulsar el botón de "Reset".</p> <p>-Cambiar fusible.</p> <p>-Comprobar que el compresor está funcionando, retirar la manguera, comprobar que sale aire a presión, cambiar la membrana si es necesario y limpiar el filtro. Comprobar si los tubos están doblados.</p>
<p>-Piloto de avería encendido o texto en el display.</p>	<p>-Interruptor de protección del motor activado.</p> <p>-Relè de corriente activado.</p> <p>Rotura de fase</p>	<p>a) Desconectar interruptor principal</p> <p>b) Comprobar:</p> <p>-Si hay muchos residuos entre las láminas y en tal caso retirarlos.</p> <p>-Si hay alguna lámina doblada, enderezarla si es posible, o sustituirla.</p> <p>c) Conectar el interruptor de protección del motor y pulsar el botón de Reset.</p> <p>d) Conectar interruptor principal.</p> <p>a), b), d) Como antes.</p> <p>a) Comprobar los fusibles en el panel de control.</p> <p>b) Comprobar el fusible anterior.</p>

Continuación.... Tamiz (Step Flexible SSF)/2 Screen		M.3.7.
<p>-Funcionamiento en la posición "Automático".</p>	<p>-Sonda de nivel activada continuamente debido a:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Se ha movido la zona de salida de aire de los tubos sumergidos. 2) Manguera doblada. 3) Condensación en el interior de la manguera. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Limpiar los canales donde están alojados los tubos- -Antes desconectar el interruptor principal. 2) Retirar la dobléz. 3) Soplar la manguera, moviéndola si es necesario.
<p>-El tamiz no transporta el residuo o este cae fuera de la lámina.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) El paquete de láminas fijas no coincide con el de láminas móviles en la posición inicial. 2) El paquete de láminas móviles no sobresale lo suficiente del paquete de láminas fijas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Se ha cambiado el ajuste básico de las láminas; Volver a ajustar. 2) Apoyo del sistema director desgastado; Sustituirlo.

M.4. Tamiz de finos HUBER ROTOMAT – Ro 1 . (Figura No.22).

El tamiz de finos ROTOMAT Ro 1 está destinado a la separación de sólidos del agua residual, incluyendo (según el equipamiento elegido), el lavado y prensado del residuo.

M.4.1. Riesgos asociados al incumplimiento de las instrucciones de seguridad.

Ignorar las instrucciones de seguridad puede poner en peligro a las personas, el medio ambiente y las instalaciones.

Ignorar las instrucciones de seguridad conlleva los siguientes peligros:

- Fallo de importantes funciones de la máquina/planta.
- Daños fuera del mantenimiento/repación.
- Peligro para las personas debido a efectos eléctricos, mecánicos, químicos y/o bioquímicos.
- Peligro para el medio ambiente debido a la filtración de sustancias peligrosas.

M.4.2. Seguridad en el trabajo.

Para trabajar de forma segura se requieren los siguientes conocimientos:

- Las instrucciones de seguridad mencionadas en este manual de instrucciones.
- La normativa nacional sobre prevención de accidentes.
- Normativa de seguridad, trabajo y funcionamiento especificadas/establecidas por el operador.

M.4.3. Instrucciones de seguridad para el operador.

- **Un resguardo** ofrece protección frente a los componentes móviles, siempre y cuando se encuentre en su posición correcta (p.ej. cesta del tamiz, cubierta de protección de la descarga). No abrirla nunca mientras la máquina esté en movimiento o conectada.
- **Los riesgos debidos al suministro eléctrico** deben ser anulados (ver normas generales de seguridad eléctricas y reglamentos del suministrador de energía local).

- **Para protección personal** vestir equipos de protección de acuerdo con la actividad específica que se desarrolle (chaqueta protectora, protección para la cara, gafas, etc.).
- **Evitar riesgos de infección** lavando las manos previamente a la ingestión de comidas y bebidas.
- **En caso de heridas, accidentes o irritaciones de la piel consultar inmediatamente con un médico.**

M.4.4. Instrucciones de seguridad para los trabajos de instalación, inspección y mantenimiento.

Todos los trabajos de mantenimiento solamente pueden ser llevados a cabo por personal **calificado**.

Todos los trabajos de instalación e inspección solamente pueden ser llevados a cabo por personal **calificado y autorizado**.

Los trabajos en la máquina solamente pueden realizarse **cuando la máquina haya sido desconectada**.

- **Desconexión de la máquina:** Desconectar el interruptor y bloquearlo con llave.
- Cada una de las personas encargadas de realizar trabajos de mantenimiento en la máquina debe tener su propio candado.
- La máquina se puede poner de nuevo en marcha una vez que todos los candados se hayan retirado del interruptor principal.

No poner la máquina de nuevo en funcionamiento inmediatamente si la causa que originó su parada no está clara. Alguien podría haber parado la máquina para realizar algún ajuste manual y haber olvidado asegurarla. Los arranques inesperados pueden causar daño a personas.

Limpiar la máquina antes de empezar a trabajar con el fin de evitar infecciones.

Siempre usar protección por medio de equipos de protección resistentes al agua, botas, gafas y, si es posible, también con protecciones para la cara durante los trabajos de limpieza de la máquina -especialmente si se usa un aparato de limpieza a alta presión- para evitar ser alcanzado por el agua residual, materia orgánica, etc.

El equipo protector puede limpiarse fácilmente con agua a presión después de finalizar el trabajo con el objetivo de evitar las incrustaciones de suciedad.

Después de terminar el trabajo se debe volver a **poner en su posición original todo el equipamiento de seguridad, pantallas y rejillas de protección** y asegurarse de que están en condiciones de ser usado.

M.4.5. Otros peligros.

Otros peligros se refieren a riesgos potenciales, no aparentes.

A pesar de todas las precauciones tomadas, existen otros peligros como:

- **Atrapamientos** por movimientos no intencionados del tamiz.
- **Escurecimiento** en pisos húmedos o sucios.
- **Peligro de caídas** frente al tamiz durante los trabajos de mantenimiento.
- **Funcionamiento defectuoso del control.**
- **Alergias e irritaciones** causadas por el contacto con agua residual o residuos.
- **Infecciones** ocasionadas por bacterias o microorganismos así como por la contaminación.
- **Explosiones** o incendios causados por gas o fugas.
- **Elevado incremento del caudal debido a un aumento en las precipitaciones.**

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo M: Estructuras de limpieza. **Integrantes del Grupo:** Tamiz de Finos HUBER ROTOMAT – Ro 1

Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas Mínimos Requeridos
<p align="center">Diario</p> <p>-Revisar el contenido de residuos, cambiarlo o vaciarlo si es necesario.</p> <p align="center">Semanal</p> <p>-Comprobar las tuberías de inyección de aire y limpiar los huecos con una manguera de agua a presión, si es necesario.</p> <p>-Abrir la válvula de lavado de la zona de prensado y limpiar con agua hasta que fluya limpia al canal a través de la manguera transparente (solamente en caso de la versión manual).</p> <p>-Retirar el material sedimentado o que obstruye la cesta del tamiz, y/o el brazo del peine.</p> <p align="center">Mensual</p> <p>-Limpiar filtros (si existen) frente a las válvulas solenoides. En caso de aguas servidas con una carga contaminante elevada, será necesario realizar una limpieza más a menudo.</p> <p>-Eliminar, si es necesario, las obstrucciones del tornillo en la zona de descarga, causados por textiles o fibras.</p> <p>-Rellenar el depósito de la bomba de engrase.</p> <p align="center">Anual</p> <p>-Limpiar el equipo minuciosamente.</p> <p>-En caso de inyección de aire: sustituir la membrana y el filtro de aire del mini-compresor (cada tres años)</p>	<p>Herramientas y medios de limpieza, tales como suministro de agua, cepillos, palas.</p> <p>-Fuente de agua a presión.</p> <p>-Llave adecuada para operar la válvula de lavado, y suministro de agua.</p> <p>-Cepillo de alambre, pala, suministro de agua.</p> <p>-Herramientas de limpieza, tales como cepillos y suministro de agua.</p> <p>-Grasa.</p> <p>-Herramientas y medios de limpieza, tales como trapos, cepillos, suministro de agua.</p> <p>-Membrana y filtro.</p>

<p>Continuación ... Estructuras de limpieza Tamiz de Finos -HUBER ROTOMAT/2</p> <p>-Comprobar la holgura del rodamiento de la cesta. Si es más de 0.5 mm., solicitar información sobre como reemplazarla.</p> <p>-Comprobar si los tornillos de la parte superior en el motor y en la base del peine se encuentran fijados correctamente.</p> <p>-Después de 10,000 horas de funcionamiento o de acuerdo con las normas del fabricante del reductor o del aceite:</p> <p style="padding-left: 40px;">Cambiar el aceite del reductor de engranajes.</p>	<p style="text-align: right;">M.4.6.</p> <p>-Instrumento de medición apropiado, para calibrar la holgura del rodamiento. -Rodamiento.</p> <p>-Llaves fijas y ajustables, adecuadas.</p> <p>-Aceite.</p>
---	---

**TAMIZ DE FINOS
HUBER ROTOMAT – Ro 1**

MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

Problema	Causa	Soluciones
<p>-El tamiz no funciona aunque el piloto de avería no está encendido.</p> <p>-Piloto de avería encendido o texto en el display.</p>	<p>-Interruptor principal desconectado</p> <p>-El selector está en la posición “O” o en funcionamiento inverso.</p> <p>-Está pulsado el interruptor de emergencia.</p> <p>-Fusible fundido.</p> <p>-La membrana del mini-compresor está rasgada.</p> <p>-Protección del motor activada.</p> <p>-Relè de corriente activado.</p> <p>-Ruptura de fase</p> <p>-Sequedad del residuo elevada.</p> <p>-Freno motor defectuoso.</p>	<p>-Conectar interruptor principal.</p> <p>-Girar el selector a la posición manual o automático.</p> <p>-Desbloquear el corte de emergencia y presionar el botón “RESET”.</p> <p>-Cambiar el fusible.</p> <p>-Comprobar que el compresor está funcionando, retirar la manguera, comprobar que expulsa aire a presión, cambiar la membrana si es necesario, limpiar el filtro, comprobar que las tuberías de aire están intactas.</p> <p>a) Desconectar interruptor principal. b) Inspeccionar la cesta para determinar si hay un trozo de madera o una piedra -Primero desconectar interruptor principal. c) Conectar la protección del motor y presionar el botón “RESET”. d) Conectar interruptor principal.</p> <p>-a), b), d) como antes.</p> <p>a) Comprobar fusibles del panel de control. b) Comprobar fusibles precedentes.</p> <p>-Retirar extensión de la zona de prensado o bajar compuerta de zona de prensado.</p> <p>-Reemplazar freno o reparar.</p>

Continuación... Tamiz de finos- HUBER ROTOMAT Ro 1 -/2		M.4.7.
-Funcionamiento continuo en la posición "AUTOMATICO".	-Sonda de nivel activada permanentemente debido a: 1) Se ha taponado el escape de aire en las tuberías sumergidas. 2) Manguera doblada. 3) Agua de condensación en la manguera. -Distancia elevada entre el transmisor de impulsos e interruptor. -Sensor dañado.	1) Limpiar huecos de tubos sumergidos en pared de canal. -antes desconectar interruptor principal. 2) Eliminar la doblez. 3) Soplar la manguera, removerla si es necesario. -Acortar la distancia hasta que sea de 2 mm. -Interruptor principal desconectado >retirar interruptor> interruptor conectado, poner equipo en automático si es necesario instalar un interruptor nuevo.
-Válvula solenoide no cierra.	1) Servos sucios. 2) Membrana rasgada.	1) Desmontar la válvula y limpiar las piezas; instalar filtro si es necesario. 2) Instalar una membrana nueva.

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo N: Desarenadores.

**Integrantes
del Grupo:**

Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas Mínimos Requeridos
<p>NOTA: Se recomienda que los desarenadores con un caudal inferior a 50 L/s, sean limpiados manualmente; para caudales mayores a 150 L/s, se recomienda una limpieza mecánica. Para caudales en 50 L/s y 150 L/s la selección realizada debe justificarse.</p>	
<p>Desarenadores de limpieza manual. Procedimiento.</p>	
1. Medición periódica del lecho de arena acumulada.	-Regla graduada.
2. Aislamiento del desarenador en el momento en que la arena ocupe 2/3 del volumen.	-Regla graduada.
3. Drenaje del agua residual en la cámara. Este puede realizarse, en algunas instalaciones, por medio de canalizaciones que devuelven el líquido drenado al efluente o a una unidad del sistema de tratamiento.	
4. Remoción de arena.	-Palas y carretillas para transporte de arena.
5. Estimación de la cantidad de arena removida para los registros en las fichas de operación.	-Medio para medición de la arena, como un cubo calibrado.
6. Transporte del material removido hacia el sitio de disposición.	-Carretilla.
7. Lavado del desarenador para ser puesto nuevamente en operación.	-Agua a presión, pala, cepillos.
8. Análisis de una muestra de la arena removida para determinación de sólidos volátiles. Adopción de medidas correctivas para las muestras que presenten alto contenido de éstos.	-Aparatos para toma de muestras. -Servicios de laboratorio.
9. Verificación de la cantidad de arena en las unidades de tratamiento subsecuentes.	-Regla graduada.
10. Remoción de la arena, si fuere el caso, acumulada en las demás unidades de tratamiento.	-Palas, cubos, cepillos, agua a presión.

<p>Continuación....Desarenador/2</p> <p>NOTA: Para los desarenadores de limpieza mecánica, la operación es similar a los de limpieza manual, cumpliendo además lo siguiente:</p> <p style="text-align: center;">General</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mantenimiento de los equipos de acuerdo con el manual de instrucciones del fabricante. 2. Mantenimiento del movimiento del equipo libre de obstrucciones. <p style="text-align: center;">Diario</p> <p>-Lavado de las paredes y de los raspadores con chorro de agua.</p> <p style="text-align: center;">Anual</p> <p>Vaciado y revisión de las unidades. Inspeccionar el equipo que se encuentra sumergido, así como la condición de la estructura.</p> <p style="text-align: center;">Producción y almacenamiento de arenas. General.</p> <p>-La producción de arena varía de acuerdo a la localidad, el tipo de sistema de alcantarillado, las características del área de drenaje, la condición del alcantarillado y la cantidad de material arenoso en el área. Cuando no sea posible remover la arena por carga hidráulica, debe observarse que la canaleta tenga por lo menos espacio suficiente para su evacuación por medio de palas u otro tipo de herramienta usada para este fin. Las áreas donde se manejan las arenas, deben tener superficies impermeables y antideslizantes, y drenajes adecuados. Los medios para el acarreo de las arenas deben ser de tal forma que no permitan pérdidas del material.</p>	<p style="text-align: right;">N.1.</p> <p>-Manual de mantenimiento del fabricante.</p> <p>-Agua a presión, cepillos, palas, carretillas.</p> <p>-Área previamente acondicionada, adecuada para el almacenamiento y manejo de la arena.</p>
---	---

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo O: Trampa de grasas y aceites.

**Integrantes
del Grupo:**

Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas Mínimos Requeridos
<p align="center">Generales</p> <p>-Las trampas de grasa deben limpiarse regularmente para prevenir el paso a través de la trampa, de apreciables cantidades de grasas y la generación de malos olores.</p> <p>-La frecuencia de limpieza se determina con base en la observación.</p> <p>-Generalmente, la limpieza se hace cada vez que se alcance el 75% de la capacidad de retención como mínimo.</p>	<p>-Bomba adecuada para la extracción de grasa.</p> <p>-Fuente de agua a presión.</p> <p>-Cepillos y útiles de limpieza, tales como, carretillas, palas, agua a presión.</p>

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo P: Dispositivos de medición.

**Integrantes
del Grupo:**

Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas Mínimos Requeridos
<p align="center">Generales</p> <p>-En los canales y estructuras de medición deben eliminarse depósitos y costras, los electrodos deben limpiarse con regularidad, de ser posible a diario.</p>	<p>-Cepillos de alambre, palas, agua a presión, pintura.</p>

Q. Tornillo Compactador (Figura No.26).

Q.1. Observaciones generales relativas al mantenimiento.

Es un equipo para capturar, compactar y expulsar material grueso que se encuentre flotando en las aguas servidas. Dependiendo del tamaño de la máquina, para limpieza de la zona de prensado, habrá que quitar primero la trampa de inspección o la cámara de plástico. Una vez desmontada la cubierta de inspección del tubo ascendente, proceder a la limpieza.

Después del proceso de limpieza asegurarse de que la superficie del tubo ascendente esté limpia y proceder a engrasar los puntos de sellado al frente, con el fin de mejorar la capacidad de deslizamiento durante la instalación. Hay una zona peligrosa entre el tornillo y la abertura de inspección, proceder cautelosamente, pues puede quedar atrapado.

Apagar el interruptor principal y bloquearlo antes de realizar cualquier tipo de inspección.

Q.1.1. Riesgos asociados al incumplimiento de las instrucciones de seguridad.

Ignorar las instrucciones de seguridad puede poner en riesgo a las personas, el medio ambiente y las instalaciones, y conlleva los siguientes peligros:

- Falla de importantes funciones de la máquina y planta.
- Daños fuera del mantenimiento / reparación.
- Peligro para las personas debido a efectos eléctricos, mecánicos, químicos y/o bioquímicos.
- Peligro para el medio ambiente debido a la filtración de sustancias peligrosas.

Q.1.2. Instrucciones de seguridad para el operador.

- Una cubierta ofrece protección frente a los componentes móviles, siempre y cuando se encuentre en su posición correcta. **No abrirla mientras la máquina está en movimiento o conectada.**
- Los riesgos debido al suministro eléctrico deben ser anulados.

- **Para seguridad personal vestir equipos de protección de acuerdo con la actividad específica que se desarrolla** (chaqueta protectora, protección para la cara, gafas, etc.).
- **Evitar riesgos de infección lavándose las manos antes de la ingestión de comidas y bebidas.**
- En caso de heridas, accidentes o irritaciones de la piel, consultar inmediatamente con un médico.

Q.1.3. Instrucciones de seguridad par la ejecución de los trabajos de mantenimiento.

- **Todos los trabajos de mantenimiento sólo deben ser realizados por personal calificado.**
- **Los trabajos en la máquina sólo deben ejecutarse cuando la máquina haya sido desconectada.**
- **Desconexión de la máquina:** Abrir el interruptor y bloquearla con un candado. **No poner la máquina de nuevo en funcionamiento si la causa que originó la parada no está debidamente aclarada.**
- **Los arranques inesperados pueden causar daños a las personas.** Limpiar la máquina antes de empezar a trabajar con el fin de evitar infecciones.
- **Siempre usar equipos de protección resistentes al agua, botas, gafas, y si es posible también, con protección para la cara** durante los trabajos de limpieza de la máquina, especialmente si se usa equipo de limpieza a alta presión, para evitar ser alcanzado por el agua residual, materia orgánica, etc.
- El equipo protector debe limpiarse fácilmente con agua a presión después de finalizar el trabajo con el fin de evitar las incrustaciones de suciedad.

Después de terminar el trabajo se debe volver a colocar en su posición original todo el equipamiento de seguridad, pantallas y rejillas de protección y asegurarse que están en condiciones de volver a ser usados.

Q.1.4. Otros peligros.

Otros peligros se refieren a riesgos potenciales, no aparentes. A pesar de todas las precauciones tomadas, existen otros peligros como:

- Atrapamiento por movimientos no intencionados del tamiz.
- Escurrimientos en pisos húmedos o sucios.
- Peligro de caída frente al tamiz durante los trabajos de mantenimiento.
- Funcionamiento defectuoso del control.
- Alergias e irritaciones causadas por el contacto con agua residual o residuos.
- Infecciones ocasionadas por bacterias o microorganismos, axial como por la contaminación.
- Explosiones o incendios causados por gases.
- Elevado incremento del caudal debido a un aumento de la precipitación pluvial.

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

TORNILLO COMPACTADOR HUBER-ROTOMAT Ro. 7

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo Q:

**Integrantes del Grupo: Tornillo compactador
HUBER-ROTOMAT Ro. 7**

Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas Mínimos Requeridos
<p align="center">Diario</p> <p>-Comprobar el contenedor de residuos, cambiarlo o vaciarlo, si es necesario.</p> <p align="center">Semanal</p> <p>-Abrir la válvula de agua de limpieza, de la zona de prensado, limpiarla hasta que el agua fluya clara por las tuberías transparentes dentro del canal.</p> <p>-Retirar depósitos eventuales y el material atascado en la tolva.</p> <p align="center">Mensual</p> <p>-Limpiar los restos de suciedad atascados frente a la válvula solenoide del sistema de lavado de residuos o en el sistema de limpieza automática de la zona de prensado; si se requiere, esta limpieza debe hacerse más a menudo.</p> <p>-Retirar cualquier obstrucción producida por fibras o textiles arrollados en el eje del tornillo.</p> <p align="center">Anual</p> <p>-Limpiar la máquina minuciosamente.</p> <p>-Comprobar la holgura del rodamiento del sistema director. Reemplazarlo si ésta excede de 0.5mm.</p> <p align="center">Después de 10,000 horas</p> <p>-Reemplazar el aceite del motor-reductor.</p> <p>-Eliminar adecuadamente el aceite usado.</p>	<p>-Palas, cubos, carretilla.</p> <p>-Manguera, fuente de agua a presión.</p> <p>-Palas, cubos, carretillas.</p> <p>-Cepillos de alambre, agua a presión.</p> <p>-Cepillos.</p> <p>Rodamiento. Aparato calibrador para determinar holgura del rodamiento.</p> <p>-Aceite indicado.</p> <p>Cubos.</p>

TORNILLO COMPACTADOR HUBER ROTAMAT RO 7

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Problema	Causa	Soluciones
<p>-El equipo no funciona a pesar de que no hay señal de falla.</p> <p>-Piloto de avería encendido o texto en el display.</p> <p>-Texto en el display.</p>	<p>-Interruptor principal en posición OFF.</p> <p>-El selector se encuentra en posición "O" o "INVERSO"</p> <p>-Está pulsada la parada de emergencia.</p> <p>-Fusible fundido.</p> <p>-Protección contra sobrecarga activada.</p> <p>-Relè de corriente activado.</p>	<p>-Conectar el interruptor principal.</p> <p>-Colocar el selector en la posición "MANUAL" o "AUTO".</p> <p>-Desbloquear la parada de emergencia y pulsar el botón de "RESET".</p> <p>-Cambiar fusible.</p> <p>a) Desconectar interruptor principal.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprobar si hay algún elemento en la tolva de entrada (como piedras o piezas de madera). <p>b) Conectar el interruptor de protección del motor y pulsar el botón de Reset.</p> <p>c) Conectar interruptor principal.</p> <p>-a), b), c), Ídem anterior.</p>

Q.2. Motor.

Q.2.1. Inspección y mantenimiento. Generalidades.

- Cuando se sustituya la bobina del freno, instalar en todos los casos un nuevo mando de freno.
- Los motores pueden calentarse mucho durante su funcionamiento. Tenga cuidado para evitar una quemadura.
- Bloquear o bajar los accionamientos de elevación (peligro de caída).
- Antes de comenzar a trabajar, aislar el motor y el freno de la alimentación y protegerlos ante posibles arranques involuntarios.

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

MOTOR

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo Q: Tornillo compactador.

**Integrantes
del Grupo:** Motor

Equipo / Componente	Trabajo a realizar y frecuencia	Materiales, equipos y herramientas mínimos requeridos
-Freno. -Motor. -Motor con antirretorno. -Tacogenerador. -Accionamiento.	-Si se usa como freno de trabajo. Cada 3,000 horas. -Si se usa como freno de retención. Cada 2 ò 4 años. -Inspección del freno: <ul style="list-style-type: none"> • Medir y ajustar el entrehierro. • Disco ferado. • Disco de freno. • Moyu de arrastre / dentadura. • Anillos de presión. • Extraer el elemento desgastado. • Inspeccionar los elementos del interruptor y sustituirlo en caso necesario. Cada 10,000 horas -Inspeccionar el motor. <ul style="list-style-type: none"> • Comprobar los rodamientos y sustituirlos en caso necesario. • Cambiar el retén. • Limpiar los conductos de ventilación. <ul style="list-style-type: none"> • Cambiar la grasa de baja viscosidad del antirretorno. <ul style="list-style-type: none"> • Inspección y mantenimiento. <ul style="list-style-type: none"> • Retocar o renovar el recubrimiento de superficie / anticorrosión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Instrumentos de medición. • Disco ferado. • Disco de freno. <ul style="list-style-type: none"> • Anillos de presión. • Elementos del interruptor. <ul style="list-style-type: none"> • Rodamientos. • Retén. • Material y herramientas de limpieza. <ul style="list-style-type: none"> • Grasa

TORNILLO COMPACTADOR
MOTOR ELECTRICO
MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

Problema	Causa	Soluciones
-El motor no arranca.	<ul style="list-style-type: none"> -Alimentación cortada. -Freno bloqueado. -Fusible fundido. -Se ha disparado la protección del motor. -La protección del motor no se conmuta, falla en el mando. 	<ul style="list-style-type: none"> -Comprobar las conexiones, corregirlas. -Instalar un fusible nuevo. -Comprobar que la protección del motor esté ajustada correctamente, corregir si hay fallas. -Comprobar el control de la protección del motor, rectificar si hay fallas.
-El motor no arranca o lo hace con dificultad.	<ul style="list-style-type: none"> -Motor diseñado para conexión en triángulo, pero se usa en conexión en estrella. -La tensión y la frecuencia varían mucho en relación con la consigna, por lo menos durante el arranque. 	<ul style="list-style-type: none"> -Corregir el circuito. -Proporcionar un sistema de alimentación mejor; comprobar la sección de los cables de conexión.
-El motor no arranca cuando se conecta en estrella, sólo con la conexión en triángulo.	<ul style="list-style-type: none"> -Par insuficiente en conexión en estrella. -Falla en el conmutador triángulo / estrella. 	<ul style="list-style-type: none"> -Arrancar directamente si la corriente de entrada en triángulo no es muy alta; en caso contrario, usar un motor mayor o una versión especial. -Corregir la falla.
-Sentido de giro incorrecto.	<ul style="list-style-type: none"> -Motor conectado de forma incorrecta. 	<ul style="list-style-type: none"> -Intercambiar dos fases.
-El motor produce un zumbido y consume demasiada corriente.	<ul style="list-style-type: none"> -El freno no se desbloquea. -Bobinado defectuoso. -El rotor roza. 	<ul style="list-style-type: none"> -Enviar el motor a un taller especializado para su reparación.

Continuación... Motor/2		Q.2.3.
<p>-Los fusibles se funden o la protección del motor se dispara inmediatamente.</p>	<p>-Cortocircuito en la línea. -Cortocircuito en el motor. -Líneas conectadas de forma incorrecta. -Falla en la toma de tierra del motor.</p>	<p>-Corregir el cortocircuito. -Enviar el motor a un taller especializado para su reparación. -Corregir el circuito. -Enviar el motor a un taller especializado para su reparación.</p>
<p>-Gran pérdida de velocidad bajo carga.</p>	<p>-Sobrecarga. -Caída en la tensión.</p>	<p>-Medir la potencia, y, si es necesario, utilizar un motor mayor o reducir la carga. -Aumentar la sección del cable de alimentación.</p>
<p>-El motor se calienta en exceso. (medir la temperatura).</p>	<p>-Sobrecarga. -Ventilación inadecuada. -Temperatura ambiente demasiado alta. -Usar conexión en triángulo para el motor en lugar de la conexión en estrella suministrada. -Contacto flojo en el cable de alimentación (falta una fase) -Fusible fundido. -La tensión se aparta de la tensión nominal del motor en más del $\pm 5\%$. Las tensiones superiores ejercen un efecto especialmente desfavorable en los motores con bobinado de baja velocidad ya que en éstos la corriente de no carga se aproxima a la corriente nominal incluso cuando la tensión es normal.</p>	<p>-Medir la potencia, y, si es necesario utilizar un motor mayor o reducir la carga. -Corregir la entrada de aire de ventilación o limpiar los conductos de aire de ventilación; si es necesario, adaptar una ventilación forzada. -Respetar el rango de temperatura permitido. -Corregir circuito. -Corregir contacto flojo. -Buscar la causa y corregirla (ver arriba), instalar fusible nuevo. -Adaptar motor a la tensión de alimentación.</p>

Continuación.... Motor/3		Q.2.3.
<p>-Ruido excesivo.</p> <p>-El freno no se desbloquea.</p>	<p>-Modo de funcionamiento nominal excedido; por ejemplo, debido a una frecuencia de arranque excesiva.</p> <p>-Rodamiento de bolas comprimido, sucio o dañado.</p> <p>-Vibración de las piezas giratorias.</p> <p>-Cuerpos extraños en los pasos de aire de refrigeración.</p> <p>-Tensión incorrecta al nivel del rectificador.</p> <p>-Falla en el rectificador.</p> <p>-Se ha superado en entrehierro máximo de trabajo permitido debido al desgaste del ferodo del freno.</p> <p>-Caída de tensión a lo largo del cable de alimentación >10%.</p> <p>-Refrigeración inadecuada, el freno se sobrecalienta.</p> <p>-La bobina del freno presenta un defecto de entretorno o un cortocircuito a masa o entre espiras.</p>	<p>-Adaptar el modo de funcionamiento nominal del motor a las condiciones de funcionamiento requeridas; si es necesario, llamar a un especialista para que determine el accionamiento correcto.</p> <p>-Volver a alinear el motor, inspeccionar el rodamiento de bolas, engrasarlo, si es necesario, sustituirlo.</p> <p>-Corregir la causa, posiblemente descompensación.</p> <p>-Limpiar los conductos de ventilación.</p> <p>-Aplicar la tensión correcta.</p> <p>-Instalar un nuevo rectificador, comprobar la resistencia interna y el aislamiento de la bobina del freno, comprobar el interruptor.</p> <p>-Medir y ajustar el entrehierro.</p> <p>-Suministrar la tensión de conexión correcta. Comprobar la sección del cable.</p> <p>-Sustituir el rectificador de freno tipo BG por el tipo BGE.</p> <p>-Sustituir el freno completamente y el rectificador del freno (taller especializado), comprobar el interruptor.</p>
<p>-El motor no frena.</p>	<p>-El entrehierro no es correcto.</p> <p>-El ferodo del freno está gastado.</p> <p>-Par de frenado incorrecto</p>	<p>-Medir y ajustar el entrehierro.</p> <p>-Sustituir el disco ferodo.</p> <p>Cambiar el par de frenado.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Por el tipo y cantidad de muelles de freno. • Freno BMG 05: instalando el mismo diseño de cuerpo de bobina de freno que en el freno BMG 1. • Freno BMG 2: instalando el mismo diseño de cuerpo de bobina de freno que en el freno BMG 4.

Continuación.... Motor/4.		Q.2.3.
<p>-El freno se acciona con retraso.</p> <p>-Ruidos en la zona del freno.</p>	<p>-Sólo BM(G): El entrehierro es tan grande que las tuercas de reglaje entran en contacto.</p> <p>-Sólo BR03, BM(G): El desbloqueo manual del freno no está ajustado correctamente.</p> <p>-El freno está conmutado en el lado de tensión CA.</p> <p>-Desgaste de los dientes causado por arranques bruscos.</p> <p>-Movimientos de balanceo debido a un convertidor de frecuencia mal regulado.</p>	<p>-Comprobación el entrehierro.</p> <p>-Ajustar las tuercas de reglaje correctamente.</p> <p>-Conmutar los lados de tensión CC y CA (p. ej. BSR); consultar el esquema de conexión.</p> <p>-Comprobar la planificación del proyecto.</p> <p>-Comprobar / corregir el ajuste del convertidor de frecuencia según las instrucciones de funcionamiento.</p>

Q.3. Reductor.

Q.3.1. Instrucciones generales.

Durante el funcionamiento, y después del mismo, los motorreductores y los reductores tienen piezas con tensión y movimiento y sus superficies pueden estar calientes. Pueden ocasionarse lesiones graves o daños en las instalaciones por las causas siguientes:

- Uso incorrecto.
- Instalación o manejo incorrecto.
- Extracción de las tapas de protección o de la carcasa, sin autorización.
- No mezclar lubricantes sintéticos entre sí o con lubricantes minerales.
- El cambio de aceite sólo debe realizarse cuando el reductor esté a la temperatura de trabajo. Esperar a que el reductor se enfríe para evitar el riesgo de quemaduras.

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo Q: Tornillo compactador.

**Integrantes
del Grupo:** Reductor

Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas Mínimos Requeridos
<p align="center">Semestral ò 3,000 horas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprobar el aceite <p align="center">Tri-Anual</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambiar el aceite mineral. • Reemplazar la grasa de rodamiento. <p align="center">Quinquenal</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambiar el aceite sintético. • Sustituir la grasa de rodamiento. <p>NOTA: Los reductores R/RF 17/27 y los Spiroplan están lubricados de por vida y no requieren mantenimiento.</p>	<p>-Aceite.</p> <p>-Aceite sintético. -Grasa de rodamiento.</p> <p>-Aceite sintético. -Grasa de rodamiento.</p>

TORNILLO COMPACTADOR
REDUCTOR
MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

Problema	Causa	Soluciones
-Ruido de funcionamiento inusual y continuo.	-Ruido de roces o chirridos: Rodamiento dañado. -Ruido de golpeteo: Irregularidad en los engranajes.	-Comprobar el aceite. -Contactar con el servicio al cliente.
-Ruido de funcionamiento inusual y discontinuo.	-Cuerpos extraños en el aceite.	-Comprobar el aceite. -Parar el accionamiento, contactar con el servicio al cliente.
-Fugas de aceite: 1) Por la brida del motor. Por el retén del motor. Por la brida del reductor. Por el retén del eje de salida.	-Junta defectuosa. -Reductor sin aireación.	-Llamar al servicio al cliente. -Airear el reductor
-Fuga de aceite por la válvula de aireación.	-Demasiado aceite. -La válvula de aireación no está bien ajustada. -Arranques en frío frecuentes (espuma) y/o nivel de aceite excesivo.	-Corregir el nivel de aceite. -Ajustar correctamente la válvula de aireación.
-El eje de salida no gira a pesar de que el motor funciona o el eje de entrada gira.	-Unión entre ejes y engranes interrumpida en el reductor.	-Enviar el reductor o motorreductor para repararlo.

- 1). **Es normal que durante la fase de rodaje (24 horas de rodaje), hayan fugas de pequeñas cantidades de aceite o grasa por los retenes.**

R. Lagunas de estabilización (Figura No.27).

R.1. Mantenimiento. Generalidades.

De los sistemas de tratamiento de aguas residuales existentes, el mantenimiento de las lagunas de estabilización es el menos problemático y el menos costoso. El reducido número de equipos existentes en la planta no amerita que se realice un programa de mantenimiento preventivo detallado.

R.2. Algunos indicadores físicos del funcionamiento normal de los diferentes tipos de lagunas.

1. Anaeróbicas.

- Taludes internos libres de maleza.
- Superficie del agua cubierta total o parcialmente por una capa de nata flotante.
- Ausencia de filtraciones en los diques.
- No hay arrastre de nata hacia las lagunas facultativas a través de la caja de salida.
- Distribución uniforme del flujo de entrada hacia las lagunas.
- Ausencia de olores ofensivos.
- Ausencia de mosquitos u otros insectos.
- No hay crecimiento de plantas.

2. Facultativas y de Maduración,

- Efluente tiene un color verde intenso y casi no se observan sólidos suspendidos sedimentables.
- Ausencia de hierbas y plantas acuáticas en el interior.
- Ausencia de coloración azul verdosa.
- Ausencia de una apariencia lechosa.
- Ausencia de natas flotantes.

- Ausencia de malos olores.
- No hay proliferación de insectos.
- Ausencia de vegetación.

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo R: **Lagunas de Estabilización.**

Integrantes del Grupo: **Lagunas Aeróbicas
Anaeróbicas
Facultativas**

Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas Mínimos Requeridos
<p align="center">Diario</p> <ul style="list-style-type: none"> -Control del nivel del agua. -Verificar la distribución del flujo a las lagunas. -Medición del caudal de entrada al sistema. Formato No. 3. (10.2). -Medición del efluente. Formato No.3. (10.2). -Medición de temperatura en la estructura de entrada. -Observación y registro del estado de las lagunas. Formato No.2. (10.2). (Coloración, lodos flotantes, olores, natas vegetales, vegetación en los diques, suciedad en canales). -Medición de p.H. -Estado del día. Formato No 4. (10.2). -Limpieza de rejas (tanto como sea necesario). -Remoción del material flotante (Lagunas aeróbicas y facultativas). -Eliminación de maleza. -Observación del estado de los taludes. -Limpieza del desarenador (dos veces al día). -Limpieza de canales. -Disposición de residuos producto de las acciones de limpieza. <p align="center">Semanal</p> <ul style="list-style-type: none"> -Revisar el estado de los cercos, señales de aviso o rótulos y otras estructuras existentes en el área. 	<ul style="list-style-type: none"> -Regla graduada. -Formato correspondiente. -Formato correspondiente. -Termómetro. -Formato correspondiente. -Medidor de p.H. -Formato correspondiente. -Cepillos, palas, agua a presión. -Cesta al final de una vara. -Machetes, rastrillos, carretillas. -Cepillos, agua a presión, palas, carretillas. -Cepillos, agua a presión, palas, carretillas. -Carretillas. -Señales de aviso, malla metálica o alambre de púas, según sea el caso.

<p>Continuación..... Lagunas de estabilización/2.</p> <p style="text-align: center;">Mensual</p> <p>-Determinación de oxígeno disuelto. (O.D).</p> <p style="text-align: center;">Semestral</p> <p>-Determinación de parámetros operacionales O.D – D.B.O. – D.Q.O – Sólidos disueltos – Nitrógeno Kjldahiçl – Fósforo total – Coliformes totales – Coniformes fecales.</p> <p>-Comparación de los resultados con el valor de los parámetros establecidos en la norma correspondiente.</p> <p style="text-align: center;">Anual</p> <p>-Medición del espesor de lodos sedimentados (lagunas anaeróbicas).</p> <p style="text-align: center;">Quinquenal</p> <p>-Extracción de lodos. Debe realizarse cuando se determine una disminución en la capacidad de la laguna.</p> <p>-Esta extracción debe efectuarse generalmente en más o menos cinco años.</p>	<p style="text-align: right;">R.3.</p> <p>-Cristalería para toma de muestras. Servicios de laboratorio.</p> <p>-Cristalería para toma de muestras. Servicios de laboratorio.</p> <p>-Vara de madera de unos seis metros de largo, pintada de blanco.</p> <p>-Equipo de remoción y movimiento de tierra, y camiones para trasladar el lodo al sitio de su disposición final.</p>
---	--

LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN
MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

Problema	Causa	Soluciones
<p>-Desarrollo de maleza.</p> <p>-Formación de natas y material flotante acumulado en las esquinas de las lagunas.</p> <p>-Condiciones anaeróbicas en la laguna facultativa, dando como resultado altas concentraciones de DBO en el efluente, natas en el efluente, malos olores, presencia de organismos filamentosos con color que varía entre amarillento a gris, cambio de color en la laguna.</p>	<p>-Mantenimiento pobre.</p> <p>-Excesiva acumulación de lodos en el fondo de las lagunas.</p> <p>-Descarga excesiva de grasas y aceites.</p> <p>-Pobre circulación de aire.</p> <p>-Mantenimiento pobre.</p> <p>-Sobrecarga orgánica debido a incremento del número de usuarios, y de instalaciones comerciales e industriales. Registros de carga orgánica a través del tiempo, confirman incremento de carga orgánica.</p>	<p>-Reforzar programa de mantenimiento.</p> <p>-Remover hierbas y arbustos periódicamente con equipo mecánico o con herramientas manuales.</p> <p>-Rociar con herbicida, aprobado.</p> <p>-Remover lodos del fondo.</p> <p>-Usa bomba portátil con rociador a presión (aspersor) o un bote pequeño para dispersar la nata. La nata dispersada usualmente se hunde.</p> <p>-Remover la nata con un desnatador manual (tipo rastrillo con el desnatador en un extremo) y disponerla en el sitio adecuado.</p> <p>-Basado en registros de carga orgánica, planificar con tiempo futura ampliación de la planta. No se debe permitir una sobrecarga de las lagunas para evitar medidas de emergencia costosas o que puedan dañar el ambiente.</p>

Continuación Lagunas de estabilización/2		R.4.
	<p>-Funcionamiento inadecuado de la laguna, circulación pobre.</p>	<p>-Agregar como medida de emergencia aireación superficial con equipo mecánico para mientras se construye la ampliación.</p> <p>-Verificar la circulación del agua en las lagunas para evitar cortocircuitos. En caso de cortocircuitos revisar el flujo en las tuberías de entrada y salida, atascamiento, acumulación, de sólidos de gran tamaño. En caso de mala circulación interna en las lagunas, colocar pantallas para normalizar el flujo.</p> <p>-Verificar si el volumen de lodos acumulados en el fondo de las lagunas es excesivo, y está produciendo cortocircuitos. Proceder a remover los lodos.</p> <p>-Revisar las cargas industriales y forzar a las industrias al tratamiento de sus aguas residuales.</p>
<p>-Presencia de malos olores</p>	<p>-Condición anaeróbica -Circulación pobre en la laguna. -Acumulación de materia en esquinas de la laguna y natas.</p> <p>-Acumulación de materia y natas en maleza dentro de la laguna.</p> <p>-Descargas puntuales excesivas de desechos industriales como suero, sangre, productos orgánicos descompuestos, etc.</p>	<p>-Seguir instrucciones anteriores para la eliminación de natas, malezas y condiciones anaeróbicas.</p> <p>-Romper natas de algas con un bote de motor.</p> <p>-Revisar descarga de residuos industriales y establecer tarifas penalizantes para aquellas industrias que descargan productos puros.</p>
<p>-Presencia de algas azuladas.</p>	<p>-La presencia de algas azuladas es un indicador de tratamiento incompleto, sobrecarga orgánica súbita o desbalance de nutrientes y se presenta más en lagunas de tratamiento de residuos industriales.</p>	<p>-Usar tres aplicaciones de sulfato de cobre.</p> <p>-Mantener las lagunas libres de maleza.</p> <p>-Mantener las lagunas libres de natas y materia flotante.</p>
<p>-Presencia de vectores.</p>	<p>-Mantenimiento pobre.</p>	<p>-Usar larvicidas.</p>
<p>-Concentraciones altas de DBOs soluble en el afluente.</p>	<p>-Sistema está sobrecargado.</p>	<p>-Referirse a medidas sugeridas para cuando se presentan condiciones anaeróbicas.</p>

Continuación ... Laguna de estabilización/3		R.4.
<p>-Baja remoción bacteriana.</p> <p>-Acumulación de lodos.</p> <p>-Causa de cortocircuitos, desarrollo de natas, y disminución del tiempo de retención.</p> <p>-Cambio de color, acumulación repentina de grasas y aceites.</p>	<p>-Tiempo de retención corto debido a una acumulación excesiva de lodos.</p> <p>-Incremento de flujo en el afluente.</p> <p>-Circulación pobre debido a cortocircuitos.</p> <p>-Mantenimiento pobre.</p> <p>-Descargas industriales ilegales.</p>	<p>-Revisar altura de lodos y proceder a removerlos.</p> <p>-Revisar si caudales medidos exceden el caudal de diseño, debido al incremento en el número de usuarios en el sistema. De ser así, planificar la construcción de ampliación de la planta.</p> <p>-Remoción de lodos.</p> <p>-Los lodos no deben acumularse tanto como para influir en el tiempo de retención. El nivel de lodos debe medirse anualmente, usando una vara de madera pintada de blanco.</p> <p>-Revisar programa de vigilancia de las descargas industriales.</p>

NOTA: La mayor parte de los problemas y su solución antes señalada, son aplicables, tanto a lagunas del tipo anaeróbico como del tipo facultativo. Otros son referidos a lagunas anaeróbicas o del tipo facultativo, en este caso proceder de acuerdo

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo S: Tanques. **Integrantes** Tanques de sedimentación
del Grupo:

Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas Mínimos Requeridos
<p align="center">Diario</p> <p>-Retiro de lodos (3 ò 4 veces).</p> <p>-Remover las natas y todo material flotante.</p> <p>NOTA: Debe evitarse una acumulación excesiva de lodos ya que estos pueden descomponerse y crear gases y olores desagradables.</p> <p align="center">Anual</p> <p>-Vaciar el tanque e inspeccionar, buscando cualquier señal de desgaste y corrosión. Las piezas que se encuentren corroídas y/o desgastadas deben ser reemplazadas. Las partes metálicas deben ser recubiertas con capa de anticorrosivo.</p> <p>-En caso un tanque se ponga fuera de servicio por uno o dos días, se debe drenar su contenido y limpiar luego su interior. Si el tanque sale de servicio de forma permanente se debe llenar con agua químicamente tratada, (generalmente con cloro) para prevenir el crecimiento de algas o bacterias.</p> <p>-Limpiar el vertedero de rebose, eliminando todo material extraño que se le pueda haber adherido.</p> <p>-Investigar cualquier posible daño en el revestimiento. Verificar por cualquier asentamiento desigual y hacer los ajustes que fueren necesarios.</p>	<p>-Bombas apropiadas para la extracción de lodos.</p> <p>-Cesta al final de una vara.</p> <p>-Piezas de repuesto.</p> <p>-Equipo de limpieza, tales como cepillos, palas, baldes, carretillas, agua a presión.</p> <p>-Pintura anticorrosiva.</p> <p>-Cepillo.</p> <p>-Material de revestimiento del vertedero.</p>
<p>NOTA: Una vez removidas las natas, éstas deben ser transportadas y dispuestas de la misma manera como se dispone el material removido de las cribas y rejillas, es decir, de una forma que no afecte el medio ambiente.</p>	

TANQUES DE SEDIMENTACIÓN
MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Problema	Soluciones
-Formación de lodos flotantes.	-Para evitar su formación: <ol style="list-style-type: none"> 1. Aumentar el retorno al sitio donde se han generado y para disminuir el tiempo de permanencia de los lodos en el clarificador. <ul style="list-style-type: none"> • Disminuir la entrada de flujo al clarificador con problemas de lodos en el fondo. • Mejorar la colección de lodos en el fondo. • Disminuir la edad de lodos del sistema.
-Abultamiento de lodos	-Para evitar el abultamiento, investigar los siguientes parámetros, y corregirlos en caso de encontrarlos inadecuados: <ol style="list-style-type: none"> 1. Características del residuo líquido. 2. Contenido de O.D. 3. Carga orgánica 4. Retorno de lodos. 5. Contenido de nutrientes. 6. Operación del clarificador.

S.2.1.

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo S: Tanques.

**Integrantes
del Grupo:**

Tanque de aireación.
Lodos activados.

Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas Mínimos Requeridos
<p style="text-align: center;">Diario</p> <p>-Determinar el índice volumétrico de lodos después de un período de decantación de media hora.</p> <p>-Medir la concentración de oxígeno.</p> <p>-Determinar el contenido de sólidos y el índice volumétrico de lodos, cuando se requiera.</p>	<p>-Medidor de oxígeno.</p> <p>-Aparatos, cristalería y servicios de laboratorio.</p>

TANQUES DE AIREACION

MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

SISTEMA DE AIREACIÓN
(Lodos Activados)

Problema	Causa	Soluciones
<p>Aireación de burbuja fina.</p> <p>-Aumento de presión en el sistema.</p> <p>-Distribución irregular de aire.</p> <p>-Salidas fuertes y aisladas de aire.</p> <p>-Consumo excesivo de electricidad.</p> <p>Comportamiento irregular (oscilaciones de la estructura de soporte).</p> <p>-Depósitos.</p> <p>-Suministro de oxígeno.</p>	<p>-Obstrucción de los elementos de aireación.</p> <p>-Aireadores averiados.</p> <p>-Los depósitos en el tanque de aireación pueden ocurrir cuando la turbulencia, y por tanto, la velocidad mínima en el fondo es muy baja.</p> <p>La causa de los depósitos también puede ser una remoción previa poco eficaz de las partículas rápidamente sedimentables (por ejemplo, arena).</p> <p>-La concentración de oxígeno disuelto no debe ser menor de 1.0 mg/l., incluso en plantas grandes con buena operación. Si el contenido mínimo de oxígeno en el tanque de aireación baja de este valor, pueden esperarse trastornos en el proceso de degradación biológica.</p>	<p>-Desmontar y limpiar los elementos.</p> <p>-Abrir las válvulas de bloqueo de aire antes de volver a sumergir el difusor en el tanque lleno.</p> <p>-En caso necesario reemplazar los elementos de aireación (boquillas).</p> <p>-Los aireadores de superficie deben sacarse de operación en forma inmediata, para determinar la causa del problema y proceder de acuerdo al mismo.</p> <p>-Controlar el accionamiento eléctrico.</p> <p>-Bajar el nivel del agua y revisar el aireador (daños de las espas, desequilibrio por depósitos no uniforme).</p> <p>-Mejorar las instalaciones mecánicas de decantación (desarenadores, tanques de tratamientos primarios).</p> <p>-Aumentar la turbulencia mínima, eventualmente independizando la mezcla y la aireación.</p> <p>-Revisar detalladamente los medidores de oxígeno en aquellas plantas que lo posean, y en caso necesario, cambiar los electrodos.</p> <p>-Aumentar la entrada de oxígeno con más aireación.</p> <p>-Limpiar, reparar o reemplazar las instalaciones de aireación.</p>

Continuación Tanques de aireación/2		S.2.2.
<p>-Formación de espuma en el tanque de aireación.</p> <p>-Lodo abultado.</p>	<p>-La formación de espuma puede producirse cuando una instalación de aireación se pone en marcha, debido a su bajo contenido de lodos, pero a menudo también, por una composición de las aguas en la cual predomina una sustancia, o por la existencia de sustancias especiales en las aguas residuales (detergentes, grasas, aceites).</p> <p>-El lodo abultado surge por un desarrollo excesivo de organismos filamentosos. El lodo activado se hace muy voluminoso y la velocidad de sedimentación baja considerablemente; con esto, la sedimentación y el espesamiento de la mezcla del lodo activado se reduce en forma marcada en el sedimentador secundario. Como consecuencia, el lodo activado puede pasar al rebosadero del sedimentador secundario y reducir la calidad del efluente.</p> <p>-A menudo, el lodo abultado se debe a que el agua residual tiene una composición homogénea, rica en nutrientes, y un alto contenido de sustancias orgánicas disueltas, fácilmente degradables.</p>	<p>-Aumentar rápidamente el contenido de lodos cuando la instalación se ponga en marcha.</p> <p>-Disminuir las sustancias de las aguas residuales que formen espuma, impidiendo las descargas no permitidas del sector industrial.</p> <p>-Eliminar las estructuras internas en los tanques (por ejemplo, columna sumergible), que eviten que la espuma fluya del tanque de aireación.</p> <p>-Eliminar mecánicamente la espuma, por medio de un chorro de agua (sólo como una medida de emergencia).</p> <p>-Aspirar la espuma pasándola directamente al digestor.</p> <p>-Transformar la técnica de tratamiento, introduciendo una etapa previa con una alta carga, como pretratamiento.</p> <p>-Utilizar antiespumantes biológicos no nocivos.</p> <p>-Cargar el lodo activado (una parte de las aguas residuales son evacuadas directamente en el tanque de aireación, sin pasar por el tanque de tratamiento primario).</p> <p>-Agregar productos químicos, bajo dirección técnica, en la corriente de lodo de recirculación.</p> <p>-Pueden utilizarse agentes coagulantes, como en el caso de la precipitación del fósforo o compuestos clorados, para bloquear o eliminar la formación de los organismos filamentosos.</p> <p>-En caso de carencia de nitrógeno, introducirlo y hacer recircular lodos que la contengan, del digestor al tanque de aireación.</p> <p>-Mejorar la recirculación del lodo del sedimentador secundario, aumentando la velocidad de los raspadores de lodos a la altura de los dientes de los raspadores.</p> <p>-Cuando la instalación lo permita, conectar en serie un tanque de aireación con una alta carga como etapa previa, para mejorar el desarrollo de bacterias floculantes.</p>

<p>Continuación ... Tanques de aireación/3.</p> <p>-Formación de lodos flotantes en el sedimentador secundario.</p>	<p>-El lodo flotante en los sedimentadores secundarios se desarrolla por la suspensión de partículas o también por aglutinaciones completas de lodos. A menudo se forma procesos de flotación debido a la llamada desnitrificación espontánea o desgasificación deficiente, o debido a períodos demasiado largos de permanencia de lodos en el sedimentador secundario.</p>	<p style="text-align: right;">S.2.2.</p> <p>-Si existieran varios tanques de aireación, cambiar el régimen del funcionamiento en paralelo al funcionamiento en serie.</p> <p>-No existe una solución generalizada para todos los casos posibles. Antes de tomar una medida, se recomienda realizar un análisis microscópico, con el fin de determinar qué tipo de organismo filamentoso es el causante del desarrollo del lodo abultado.</p> <p>-Evitar procesos de desnitrificación espontánea, introduciendo procesos planeados de desnitrificación (cambio de procedimiento).</p> <p>-Establecer zonas de desgasificación entre el tanque de aireación y el sedimentador secundario.</p> <p>-Remover rápidamente el lodo decantado del sedimentador secundario.</p> <p>-En lugar de la destrucción mecánica de la espuma, aspirarla por medio de un chorro de agua y eliminarla del ciclo aeróbico de lodos.</p>
--	---	--

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo S: Tanques.

Integrantes del Grupo: Tanque séptico.

Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas Mínimos Requeridos
<p align="center">General</p> <p>-Los lodos y espumas acumulados, deben ser removidos en intervalos de uno a cinco años.</p> <p>-Este intervalo se puede ampliar o disminuir, siempre que esta modificación sea justificada y no afecte el rendimiento de operación del tanque, ni se presenten olores indeseables.</p> <p>-La remoción de lodos debe ser realizada por personal capacitado, que disponga del equipo adecuado para garantizar que no haya contacto entre el lodo y las personas.</p> <p>-Antes de cualquier operación, en el interior del tanque, la cubierta debe mantenerse abierta durante un tiempo suficiente (>15 minutos) para permitir la expulsión de gases tóxicos o explosivos.</p> <p>-En ningún caso los lodos removidos pueden arrojarse a cuerpos de agua.</p> <p>-En zonas aisladas, los lodos previamente tratados pueden disponerse en eras o lechos de secado.</p> <p>-Los lodos pueden disponerse en rellenos sanitarios o en campos agrícolas, cuando estos últimos no estén dedicados al cultivo de hortalizas, frutas o legumbres que se consumen crudos.</p> <p>-Rastrillar o cambiar la capa superior del filtro, en intervalos que pueden variar entre 30 a 150 días, dependiendo del tamaño efectivo del material granular.</p>	<p>-Bomba de lodos y sus accesorios.</p> <p>-Equipo adecuado para protección del personal.</p>

S.4.1.

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo S: **Tanques.** **Integrantes** **Tanque Imhoff.**
del Grupo:

Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas Mínimos Requeridos
<p style="text-align: center;">Diario</p> <p>-Eliminar las grasas, natas y sólidos flotantes, del compartimiento de sedimentación.</p> <p style="text-align: center;">Semanal</p> <p>-Raspar los lodos de las paredes y fondos inclinados del compartimiento de sedimentación, para quitar los sólidos que se hayan adherido y que pueden descomponerse.</p> <p>-Limpiar la ranura del compartimiento de sedimentación.</p> <p style="text-align: center;">Mensual</p> <p>-Cambiar el sentido del flujo, cuando así esté previsto en el diseño del tanque.</p> <p>-Determinar el nivel de los lodos en su compartimiento. La descarga de lodos debe hacerse antes de que su nivel llegue a estar cerca de 45 cm., de distancia de la ranura del compartimiento de sedimentación. Es mejor descargar pequeñas cantidades con frecuencia, que grandes cantidades en períodos largos. Los lodos deben descargarse a una velocidad moderada y regular, para que no se forme un canal a través de los lodos, que deje descargar lodos parcialmente digeridos y parte del líquido que se encuentre sobre éstos.</p> <p>-Después de cada descarga de lodos, las líneas de descarga deben escurrirse y llenarse con agua o con aguas servidas, para impedir que los lodos se endurezcan y obstruyan las tuberías.</p>	<p>-Canasta metálica o plástica al extremo de una vara.</p> <p>-Cepillo de alambre.</p> <p>-Rastrillo de cadena.</p> <p>-Regla graduada en cms.</p> <p>-Fuente de abastecimiento de agua.</p>

<p>Continuación..... Tanque Imhoff/2</p> <p style="text-align: center;">Periódicamente</p> <p>-Controlar la nata en la cámara de natas, rompiéndola por medio de chorros de agua a presión, manteniéndola húmeda con aguas negras provenientes del compartimiento de sedimentación y quitándola cuando su espesor llegue a unos 60 a 90 cm.</p> <p>-Prevención de la formación de espumas. Debe hacerse todo lo posible para impedir la formación de espumas, debido a que a veces es muy difícil corregir esta situación una vez que se presenta. La formación de espuma va generalmente asociada con una condición de acidez en los lodos y puede prevenirse en tales casos, o corregirse, mediante un tratamiento con cal, para contrarrestarla.</p> <p>NOTA: Es necesario puntualizar que nunca debe retirarse la totalidad de los lodos digeridos, a fin de no prolongar innecesariamente el período de digestión de los lodos crudos que llegan al tanque.</p>	<p style="text-align: right;">S.4.1.</p> <p>-Manguera, fuente de agua a presión.</p> <p>-Cal.</p>
---	--

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo S: **Tanques.**

**Integrantes
del Grupo:**

**Filtro intermitente
de arena.**

Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas Mínimos Requeridos
<p align="center">General</p> <p>-Para realizar el mantenimiento es necesario proceder en la forma siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Suspender la operación por un tiempo. 2. Realizar el rastrillado de la superficie para remover la costra que se forma y actúa como inhibidora del proceso. 3. Reemplazar la capa superior con material limpio. <p>-La aplicación del agua residual debe detenerse en el momento en que el nivel de encharcamiento o esté por encima de los 30 cms., de la superficie.</p> <p>-En filtros con material granular de tamaño efectivo entre 0.2mm y 0.6 mm., que reciben el efluente de tanques sépticos, debe rastrillarse o cambiarse la capa superior en intervalos de 30 a 150 días, respectivamente.</p> <p>-En filtros recirculantes, como medio filtrante grueso (1.0 mm a 1.5 mm) la capa superior debe rastrillarse o cambiarse, con la frecuencia de un año.</p> <p>6</p>	<p>-Rastrillo y otras herramientas. -Carretillas.</p> <p>-Arena o grava para reposición del lecho.</p>

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo S: Tanques.

**Integrantes
del Grupo:**

Filtro percolador.
Lodos activados.

Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas Mínimos Requeridos
<p style="text-align: center;">Periódicamente</p> <p>-Revisar los tubos de la regadera y sus boquillas para asegurarse que no están bloqueados. Limpiar si es necesario.</p> <p>-Revisar el estado de los canales recolectores, localizados en el fondo del filtro, a fin de mantenerlos limpios. Enjuagar, si es necesario.</p> <p>-Vaciar los desarenadores y limpiar las aberturas de ventilación a fin de mantenerlos siempre limpios.</p> <p>-Limpiar la superficie del filtro, al menos una vez por mes.</p>	<p>-Fuente de suministro de agua. Cepillos.</p> <p>-Bomba para extracción de arena. -Fuente de agua a presión.</p> <p>-Rastrillo. -Material filtrante de graduación requerida.</p>
<p>NOTA:</p> <p>Al entrar a un filtro percolador cerrado es conveniente observar si el ventilador funciona, y si hay entrada de sustancias explosivas o cambio de color en la superficie del material de relleno. Si se diera alguna de estas situaciones debe reportarse inmediatamente al supervisor.</p> <p>A un filtro percolador sólo puede entrarse cuando la regadera giratoria esté detenida y haya seguridad de que no se pondrá en marcha de modo involuntario. En un filtro percolador cerrado, el ventilador no debe desconectarse, ni siquiera en el caso de que la regadera giratoria esté detenida. El material plástico de relleno de los filtros sólo debe pisarse sobre parrillas protectoras. Si hay problemas en la planta de tratamiento, no sólo deben eliminarse sus efectos, sino también sus causas.</p>	

**FILTRO PERCOLADOR
(Lodos Activados)**

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Problema	Soluciones
-Obstrucciones y acumulaciones de agua.	<p>-Reforzar la fuerza de empuje aumentando la carga del filtro.</p> <p>-Enjuagar la superficie del filtro con un chorro de agua con alta presión, o con una regadera giratoria en reposo que se accione sobre las áreas obstruidas.</p> <p>-Aflojar el material de relleno en la superficie con un rastrillo o con una herramienta similar (que no sea pesada).</p> <p>-Cargar el filtro percolador con productos químicos adecuados. Al final enjuagar completamente.</p> <p>-Si ninguna de estas medidas da resultado, primero es necesario sacar una parte del material de relleno, lavarlo y colocarlo nuevamente. Antes de volver a colocarlo hay que repetir varias veces el enjuague del filtro.</p> <p>-Si es necesario, se saca todo el material de relleno, se lava y se vuelve a colocar. En este caso debe revisarse la forma y el tamaño de los granos. El material inservible debe ser reemplazado.</p>
-Moscas en los filtros.	<p>-Cargar en forma continua, y en caso necesario aumentar la carga.</p> <p>-Lavar la superficie con chorros de agua para disminuir la acumulación de biomasa.</p> <p>-Lavar fuertemente las superficies libres, internas de las paredes del filtro.</p> <p>-Aplicar productos químicos adecuados. Eventualmente, repetir la aplicación para matar las larvas.</p> <p>-Aplicar insecticidas en la superficie del filtro y en las paredes, bajo dirección técnica.</p> <p>NOTA:</p> <p>-El uso de sustancias químicas puede producir efectos secundarios perjudiciales sobre la biomasa del filtro y del cuerpo receptor. Por tal razón, deben preferirse las primeras medidas mencionadas.</p> <p>-Al sembrar árboles en la zona del filtro pueden reducirse las molestias causadas por las moscas. Es conveniente no plantar árboles con copa ancha, sino árboles bajos por la caída de las hojas y el peligro subsiguiente de formación de acumulaciones de agua u obstrucciones en la superficie del filtro.</p>

4.4. Tratamiento de lodos.

Este Grupo comprende las siguientes estructuras y equipos:

Digestores.

Filtros de bandas.

Centrífugas.

Lechos o eras de secado.

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo T: Estructura para tratamiento de lodos . **Integrantes del Grupo:** .Digestor.

Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas Mínimos Requeridos
<p align="center">Diario</p> <p>-El digestor será revisado varias veces al día para comprobar su correcta operación.</p> <p>-Inspeccionar los dispositivos de seguridad, como válvulas de alivio de presión, para verificar su correcto estado de funcionamiento.</p> <p>-Revisar el sistema de extracción de gases y el quemador de gas para comprobar su correcta operación. Cualquier anomalía que se encuentre debe ser atendida inmediatamente.</p> <p>-Los equipos de seguridad asociados al sistema de extracción de gases deben ser revisados para asegurar su estado de funcionamiento.</p> <p align="center">Semanal</p> <p>-Al menos dos veces por semana el sistema de mezcla deberá revisarse para asegurar su correcta operación.</p>	<p>-Válvulas de alivio de presión.</p> <p>-Gas. -Quemador.</p> <p>-Dispositivos de seguridad.</p>

TANQUE DIGESTOR DE LODOS

MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

Problema	Causa	Soluciones
-Caída anormal en la cantidad de gas producido.	<p>Reducción en el número de días de digestión.</p> <p>-Generación de exceso de ácido.</p> <p>-Caída de la temperatura de digestión.</p> <p>-Entrada de material venenoso o de otro inhibidor o exceso de carga.</p> <p>-Remoción excesiva del lodo digerido.</p>	<p>-Incrementar la concentración del lodo que entra y reducir la cantidad.</p> <p>-Ajustar la cantidad del influente y la cantidad removida.</p> <p>-Inspeccionar el intercambiador de calor de la caldera y elevar la temperatura de digestión.</p> <p>-Si fluye material venenoso dentro del tanque, encontrar y monitorear la fuente del veneno.</p>
-Desmejoramiento de la calidad del agua de licor sobrenadante.	<p>-Las mismas causas que las señaladas para la caída anormal de la cantidad de gas producido.</p> <p>-Agitación excesiva.</p> <p>-Mezcla del lodo digerido.</p>	<p>-Tomar las mismas acciones correctivas anteriores.</p> <p>-Reexaminar el método de agitación y el tiempo.</p> <p>-Ajustar la posición y cantidad de remoción del lodo digerido para evitar que este se mezcle.</p>
-Burbuja anormal (espuma).	<p>-Incremento en la carga de materia orgánica.</p> <p>-Caída en la temperatura de digestión.</p> <p>-Pérdida de balance entre la fermentación ácida y la fermentación de metano.</p> <p>-Insuficiente agitación en el tanque primario.</p> <p>-Remoción excesiva del lodo digerido</p> <p>Acumulación de sedimento.</p>	<p>-Reducir la cantidad de entrada de lodos.</p> <p>-Aumentar la temperatura de digestión.</p> <p>-Usar suficiente agitación en el tanque primario.</p> <p>-Reducir o parar temporalmente la remoción del lodo digerido.</p> <p>-Destruir y remover la capa de sedimento.</p>

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo T: Estructura para tratamiento de lodos . **Integrantes del Grupo:** Filtro de banda.

Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas Mínimos Requeridos
<p align="center">Continuamente</p> <p>-Para evitar el atascamiento de la tela filtrante ésta es lavada continuamente con agua a presión y retornada de nuevo al filtro por gravedad. Estos pasos se desarrollan continuamente.</p> <p>-Por esta razón, si se usa por un período largo, la tela del filtro se atascará gradualmente y la velocidad de filtración descenderá paulatinamente; es por lo tanto necesario, mantener a mano suficiente cantidad de tela.</p> <p>-El intervalo para reemplazo de la tela del filtro dependerá de factores tales como el material de la tela, la malla y del tejido, pero normalmente variará entre 4,000 y 5,000 horas.</p> <p>-También antes del inicio del proceso de espesamiento, haga correr el suministro de agua para comprobar cada parte, ante cualquier posible anormalidad, y asegurarse de que la cantidad de lodo que se está suministrando al filtro fluctúa lo menos posible. Si la cantidad de suministro, fluctúa grandemente, el rendimiento del proceso de espesamiento se detendrá.</p>	<p>-Tela filtrante. -Fuente de agua a presión.</p>

TRATAMIENTO DE LODOS
FILTRO DE BANDA
MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

Problema	Causa	Soluciones
<p>-Sub-espesamiento o desmejoramiento en la separación de la torta.</p> <p>-Fuga lateral.</p>	<p>-La tela del filtro corre muy rápidamente.</p> <p>-Arrugas producidas en la tela del filtro.</p> <p>-Obstrucción en la tela del filtro.</p> <p>-Baja concentración de lodos.</p> <p>-Volumen insuficiente de lodos para operar.</p> <p>-Mezcla insuficiente de coagulante.</p> <p>-Insuficiente adición de químicos.</p> <p>-Pobre formación de floculo debido a una pobre inyección de químicos.</p> <p>-Volumen excesivo de alimentación de lodos.</p>	<p>-Ajustar.</p> <p>-Corregir o reemplazar.</p> <p>-Limpiar, lavar o reemplazar.</p> <p>-Ajustar la concentración de lodos.</p> <p>-Inspeccionar y ajustar el medidor de flujo.</p> <p>-Ajustar hasta obtener la debida relación.</p> <p>-Revisar y ajustar la concentración de químicos.</p> <p>-Revisar y ajustar el instrumento de control de alimentación.</p> <p>-Cambiar el tipo de químico.</p> <p>-Usar la relación debida.</p> <p>-Ajustar el volumen de suministro.</p>

T.3.1.

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo T: Estructura para tratamiento de lodos . **Integrantes del Grupo:** Deshidratador centrífugo.

Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas Mínimos Requeridos
<p style="text-align: center;">Generalidades</p> <p>-Un tambor separado rota a alta velocidad haciendo que fácilmente se genere desgaste cerca del borde de la punta del tornillo y de la salida cuando el lodo contiene material extraño y arena. Por esta razón, es necesario remover la arena de los lodos suministrados y romperle el material extraño con anticipación.</p> <p>-Debido a que un deshidratador centrífugo contiene partes que rotan a alta velocidad, observe continuamente el sonido. Si se nota vibración o ruido poco usual, detenga el deshidratador y proceda a inspeccionarlo.</p>	

T.4.1.

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo T: Estructura para tratamiento de lodos . **Integrantes del Grupo:** Lechos o eras de secado.

Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas Mínimos Requeridos
<p align="center">Generalidades</p> <p>-Se recomienda agregar un kilogramo de alumbre por cada 800 a 2,500 litros de lodo para aumentar el desprendimiento de gases.</p> <p>-La superficie del lecho debe mantenerse limpia y libre de todos los lodos que se hayan descargado anteriormente.</p> <p>-Nunca deben descargarse los lodos sobre otros ya secos o parcialmente secos.</p> <p>-Una vez descargados los lodos de un digestor, las tuberías para lodos deben drenarse bien y hacer circular agua por ellos. Esto no sólo evita el taponamiento de las tuberías, sino también el desarrollo de grandes presiones originadas por los gases emanados de los lodos que permanezcan adentro. Por este motivo, debe evitarse encender fósforos, cigarrillos o cualquier fuego, cuando se abran las válvulas de lodo.</p> <p>-Reponer la arena perdida en limpiezas anteriores.</p>	<p>-Alumbre.</p> <p>-Herramientas de limpieza, tales como rastrillos, palas.</p> <p>-Medios de carga y transporte de lodos hasta su disposición final.</p> <p>-Fuente de agua a presión.</p> <p>-Arena.</p>

4.5. Estructuras y equipos varios.

Bajo este Grupo se han integrado las diferentes estructuras y equipos que forman parte de una planta de tratamiento de aguas servidas, pero que son de una naturaleza variada.

U. Instalaciones para desinfección. – Generalidades.

El agua servida tratada contiene la bacteria E. Coli y muchas otras bacterias. Las instalaciones para desinfección tienen por objeto reducir la población de bacterias, antes de descargar el agua tratada a un cuerpo de agua público. Los químicos usados para desinfección incluyen cloro, hipoclorito de sodio, e hipoclorito de calcio. En particular el cloro tiene un alto grado de toxicidad y debe ser manejado con mucho cuidado. Pero desde el punto de vista de la seguridad y la conveniencia de su manejo, las soluciones, el polvo o las pastillas de hipoclorito de sodio e hipoclorito de calcio han sido más comúnmente usados. El volumen de cloro aprovechable contenido en una solución de hipoclorito de sodio se reduce en relación al número de días de almacenaje, la exposición directa a la luz del sol y la temperatura. De manera que debe tenerse mucho cuidado al manejarlo.

El volumen de inyección de químicos se ajusta en la medida requerida, a fin de satisfacer las normas con respecto al número de bacterias E. Coli, contenidas en el agua descargada en el punto de disposición final. Es necesario analizar la calidad del agua tratada, tanto como sea requerido, para conocer la dosis apropiada de químicos a aplicar a fin de mantener el número de bacterias E. Coli dentro de esas normas.

Esta dosis de químicos debe ajustarse también adecuadamente, de acuerdo a los cambios en el volumen de agua descargada y a la calidad de la misma en los diferentes periodos y épocas.

U.1.

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo U: Instalaciones de desinfección. **Integrantes del Grupo:** Dosificadores de cloro.

Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas Mínimos Requeridos
<p align="center">Diario</p> <p>-Comprobación de fugas utilizando amoniaco.</p> <p>Revisar principalmente en los siguientes puntos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Empaquetadura de la válvula del cilindro de cloro. 2. Sello de la junta de plomo, entre el clorador y la válvula del cilindro de cloro. <p>-Regulación de la tasa de alimentación de cloro en libras/24 horas.</p> <p>-Registro de las horas de operación del clorador.</p> <p>-Registro de las presiones de agua y cloro.</p> <p>-Registro del peso de cilindro conectado (si hay báscula). Cambio de cilindro si fuere necesario.</p> <p>-Limpieza exterior del aparato y del cuarto de cloración.</p>	<p>-Amoniaco.</p> <p>-Formatos correspondientes.</p> <p>-Cilindros de cloro.</p> <p>-Materiales y útiles de limpieza, como escoba, lampazo, lanilla.</p>
<p align="center">Mensual</p> <p>-Revisión de la operación del clorador, verificando que se mantengan las presiones de operación y dosificación adecuadas.</p> <p>-Inspeccionar el estado de las conexiones flexibles y cambiar si es necesario.</p> <p>-Limpieza de todas las válvulas: reguladora de presión, del difusor de purga, dosificadora. Poner especial atención en filtros, asientos y resortes.</p> <p>-Aplicación de vaselina.</p> <p>-Limpieza del rotámetro. Inspeccionar el estado de los retenedores y cambiar si es necesario.</p>	<p>-Mangueras.</p> <p>-Empaques. -Válvulas. -Filtros.</p> <p>-Vaselina.</p> <p>-Retenedores.</p>

<p>Continuación..... Dosificadores de cloro/2.</p> <p style="text-align: center;">Anual</p> <ul style="list-style-type: none">-Desmontaje y limpieza general del aparato.-Sustituir las piezas dañadas.	<p style="text-align: right;">U.1.</p> <ul style="list-style-type: none">-Herramientas apropiadas.-Piezas de repuesto.
--	--

**DOSIFICADORES DE CLORO DEL TIPO PARA MONTARSE EN EL CILINDRO
MANTENIMIENTO CORRECTIVO.**

Problema	Causa	Soluciones
<p>-Fuga de gas.</p>	<p>-Las fugas de gas no son habituales, pero si se detectan deben ubicarse y corregirse de inmediato. Hasta las fugas más pequeñas pueden generar situaciones de riesgo, y causar serios problemas de corrosión a equipos instalados en el área. Hay tres puntos posibles en los que se pueden presentar fugas de gas. Estos puntos son los siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Empaquetadura de la válvula del cilindro de gas. <p>La válvula del cilindro de gas es un elemento de alta calidad, diseñado específicamente para uso con gas. Los proveedores de gas prestan servicio a esta válvula en cada oportunidad en que el cilindro es llenado, por lo que las fugas en este punto son raras.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Junta de plomo entre el dosificador y la válvula del cilindro. <p>Las fugas que pueden presentarse en este punto son causadas por haber utilizado un empaque de plomo ya usado, por suciedad depositada en las superficies de asentamiento de la junta, por la conexión floja o demasiado apretada, o por haberse prescindido de la junta.</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Válvula interna del corte del dosificador. <p>La descarga de gas por la ventilación indica una fuga por la válvula interna de corte de seguridad. Esta fuga es causada generalmente por la presencia de suciedad en el asiento de la válvula.</p>	<p>-Si se comprobara una fuga, apretar la tuerca de la empaquetadura de la válvula del cilindro sin aplicar fuerza excesiva. Si con esto no se elimina la fuga, cerrar la válvula y contactar al proveedor del gas.</p> <p>-Usar empaques de plomo nuevos.</p> <p>Cerciorarse de que las superficies de asentamiento de la junta estén limpias y lisas.</p> <p>-Apretar el yugo pero sin exceso.</p> <p>-Para asegurarse de que el problema es realmente una fuga en este punto, proceder a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cortar el suministro del agua al eyector. • Sumergir el extremo de la línea de ventilación en un vaso de agua. Si se produce un burbujeo constante es una indicación de que hay una fuga de gas.

Continuación ... Dosificadores de cloro/2.		U.1.1.
<p>-Falta de suministro de cloro.</p>	<p>-Hay varias posibles causas de falta de suministro de cloro:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tobera de un eyector sucia u obstruida. 2. Presión de agua insuficiente para el funcionamiento del eyector. 3. Cilindro de gas vacío. 4. Obstrucción del filtro de entrada al dosificador. 5. Pérdida de vacío. 	<ul style="list-style-type: none"> • Antes de sacar la unidad del cilindro de gas, cerrar la válvula del mismo; abrir el suministro de agua y dejar que el dosificador funcione hasta que la bolita del rotámetro caiga al fondo. Proceder a la limpieza de la válvula interna de corte y su asiento. <p>-Esto se comprueba desconectando la línea de vacío del eyector, y colocando el pulgar sobre el conector.</p> <p>-Si hay un vacío adecuado, se sentirá una fuerte succión. Si no hay vacío, la tobera del eyector puede estar obstruida. Proceder a limpiar la tobera del eyector.</p> <p>-Esto puede verificarse de la misma manera indicada en el punto anterior. La presión normal de operación está indicada en las especificaciones.</p> <p>-Cuando el cilindro de gas se agota, la bolita del rotámetro indicará que no hay suministro y el indicador de existencia de gas estará en rojo.</p> <p>-La suciedad proveniente del cilindro de gas puede obstruir totalmente el filtro de fibra de vidrio.</p> <p>-Extraer la fibra de vidrio y cambiarla, teniendo cuidado de no perder la malla de plata colocada detrás de la misma.</p> <p>-La línea de vacío puede estar fallada y causar la falta de suministro de gas.</p> <p>-Si se comprueba que la línea de vacío está defectuosa, proceder a reemplazarla.</p>
<p>-Bolita de rotámetro pegajosa.</p>	<p>-El gas puede contener vestigios de compuestos orgánicos los cuales se depositan sobre la bolita o el tubo del rotámetro. Esta deposición es a menudo pegajosa, lo que hace que la bolita se adhiera a la superficie del vidrio, dando como resultado su funcionamiento irregular.</p>	<p>-Cuando esto ocurre, es necesario desmontar el rotámetro para su limpieza.</p> <p>-La frecuencia de la limpieza depende de una cantidad de factores.</p>

<p>Continuación Dosificadores de cloro/3.</p> <p>-Pérdida de vacío.</p>	<p>-Para asegurar un funcionamiento óptimo, todas las partes del equipo deben ser herméticas, ya que las entradas de aire al sistema ocasionarían la pérdida de vacío.</p> <p>-Es muy raro que se produzca una pérdida de vacío durante el funcionamiento, a menos que el equipo haya sido desarmado. La causa habitual de la pérdida de vacío radica en el armado incorrecto de la unidad, que ha sido desmontada para practicarle servicio</p>	<p style="text-align: right;">U.1.1.</p> <p>-Los dosificadores de poca capacidad (por debajo de 10 libras/día) necesitarán una limpieza más frecuente que las unidades de mayor capacidad.</p> <p>-La calidad del gas y las temperaturas operativas de la instalación también afectan la frecuencia con que debe hacerse la limpieza.</p> <p>-La experiencia indica que una unidad de 10 libras/día puede necesitar limpieza cada 4 a cinco meses o a veces puede no requerirla por años.</p> <p>-Una prueba simple basta para determinar si un equipo tiene o no pérdida de vacío. Proceder de la forma siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dejar funcionar el dosificador a un caudal arbitrario cualquiera. • Cerrar la válvula del cilindro de gas. Se supone que esta válvula cierra herméticamente. Con una válvula defectuosa, los resultados del ensayo serán erróneos. • La bolita del rotámetro caerá a cero. En unidades de pequeña capacidad, esto puede llevar hasta cinco (5) minutos. • Si la bolita no cae al fondo, es una indicación de la existencia de una entrada de aire en algún punto del sistema antes del rotámetro. Cuando la bolita cae a cero, cortar el suministro de agua al eyector. Observar que la perilla negra de ajuste (reset) ubicada al frente del dosificador no puede recolocarse. Cuando el sistema es perfectamente hermético, esta circunstancia subsistirá. Generalmente todo lo que se requiere es un control de cinco (5) ò diez (10) minutos de duración. Si hay una entrada de aire en el sistema, el diafragma del regulador de vacío se desplazará, posibilitando la recolocación de la perilla negra.
---	--	---

<p>Continuación Dosificadores de cloro/4.</p>	<p>-A continuación se detallan los puntos en que más comúnmente ocurren pérdidas:</p> <p>1...Juntas del rotámetro.</p> <p>-Si el rotámetro no está instalado derecho o si el tapón del mismo no está correctamente apretado, existe la posibilidad de que se produzca una pérdida.</p> <p>NOTA: El exceso de apretado también puede causar pérdida. Las juntas del rotámetro pueden volver a usarse, pero dándoles vuelta.</p> <p>2. O-ring de la válvula reguladora de caudal.</p> <p>-Estos O-ring (empaques) se pueden desgastar pues son los O-ring móviles del equipo. El deterioro de las superficies metálicas puede causar efectos abrasivos en la superficie del empaque (O.ring).</p> <p>3. Superficie de asentamiento del diafragma principal.</p> <p>-Una imperfección o un poco de suciedad que quede en esta superficie, al proceder al rearmado del equipo, puede ocasionar una pérdida de vacío.</p> <p>4. Otros posibles puntos de pérdida de vacío poco habituales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O-ring en el pasaje del regulador al rotámetro. • O-ring en la cápsula de entrada. • O-ring en el tapón de entrada del rotámetro. • Línea de vacío y sus accesorios. 	<p style="text-align: right;">U.1.1.</p> <p>-Revisar.</p> <p>-Revisar y reemplazar.</p> <p>-Revisar y corregir.</p> <p>-Revisar y reemplazar.</p> <p>-Revisar y reemplazar.</p> <p>-Revisar.</p>
---	--	---

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

ACCIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIA DE EJECUCIÓN

Grupo U: Instalaciones de desinfección. **Integrantes del Grupo:** Hipocloradores.

Trabajo a Realizar y Frecuencia	Materiales, Equipos y Herramientas Mínimos Requeridos
Diario	
-Verifique la tasa y el volumen de inyección, volumen de almacenamiento, etc.	
-Verifique las condiciones de operación de las bombas de inyección de hipoclorito de sodio (recorrido y manómetro).	
-Revise el drenaje de la fosa de drenaje.	
-Verifique por posible fuga o infiltración del líquido en las juntas o bridas.	
-Verifique si las válvulas de drenaje, inspección de líquido y de escape de aire están completamente cerradas.	-Llaves fijas y ajustables de diferentes tamaños.
Mensual	
-Limpieza del filtro de la entrada de las bombas de inyección: cada tres meses.	-Filtro.
-Verifique si los equipos operan normalmente cuando el volumen de inyección es máximo: cada tres meses.	
Anual	
-Inspección del interior y exterior de los tanques de almacenamiento de hipoclorito de sodio.	
<ul style="list-style-type: none"> • Inspección visual del interior (grietas, fuga del líquido) y limpieza: cada 1 ò 2 años. • Inspección exhaustiva del interior y exterior: cada 4 ò 5 años. 	-Herramientas de limpieza, como cepillos de alambre, suministro de agua.
-Inspección general de las bombas de inyección: cada 1 ò 2 años.	-Juego de reparación.
-Cambio de aceite y grasa de las bombas de inyección: cada año (el primero, a 500 horas de operación).	-Aceite y grasas.
-Inspección y cambio de las láminas o diafragmas de las válvulas: cada 1 ò 2 años.	-Diafragmas.
Repintado de sujetadores de hierro: aproximadamente cada año.	-Pintura anticorrosiva.

HIPOCLORADORES
MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

Problema	Causa	Soluciones
<p>-Nivel excesivamente bajo del hipoclorito de sodio en el tanque de almacenamiento.</p>	<p>-El tanque no está recibiendo el hipoclorito de sodio.</p> <p>-La válvula de drenaje está abierta.</p> <p>-Fuga del líquido de la brida.</p>	<p>-Iniciar urgentemente la operación del tanque para que reciba el líquido antes de que se detenga la bomba de inyección.</p> <p>-Cerrar completamente la válvula de drenaje.</p> <p>-Reajustar la brida o cambiar la empaquetadura.</p>
<p>-Nivel excesivamente alto de hipoclorito de sodio en el tanque de almacenamiento.</p>	<p>-El tanque está recibiendo excesiva cantidad de hipoclorito de sodio.</p>	<p>-Detener la operación de entrada del líquido.</p>
<p>Nivel bajo de hipoclorito de sodio en el tanque de almacenamiento.</p>	<p>-Alarma del cambio de tanque (no es anormal).</p>	<p>-Realizar el cambio de los tanques.</p>
<p>-Avería de la bomba de inyección de hipoclorito de sodio.</p>	<p>-Mal estado de las válvulas manuales.</p> <p>-Excesivo aire en las tuberías de extracción.</p> <p>-Los filtros están obstruidos.</p> <p>-El motor está averiado.</p> <p>Presencia de materias extrañas en el interior de la bomba.</p>	<p>-Cerrar o abrir correctamente las válvulas manuales.</p> <p>-Eliminar el aire.</p> <p>-Lavar los filtros.</p> <p>-Reparar o cambiar el motor.</p> <p>-Lavar y eliminar las materias extrañas.</p>

U.2.2. PRECAUCIONES.

- a. No descargue directamente el líquido concentrado de hipoclorito de sodio a los ríos, etc., puesto que puede causar accidentes inesperados. El líquido residual debe ser diluido hasta una concentración segura o entregar a una entidad especializada en su tratamiento.
- b. Mantenga la cámara de inyección de hipoclorito de sodio permanentemente limpia. El líquido derramado debe ser suficientemente enjuagado y secado. Al dejar el líquido derramado sin limpiar, puede afectar gravemente a la vida útil y al rendimiento de los equipos.
- c. El hipoclorito de sodio, al mezclarse con el agua durante un determinado tiempo, puede formar capas de óxidos. Para evitarlo, asegúrese de reemplazar completamente el producto por agua durante el lavado.
- d. Las juntas de las tuberías serán ejecutadas cuidadosamente para prevenir cualquier fuga de líquido. Sin embargo, con los años y la variación de temperatura puede que el líquido comience a infiltrarse. Cualquier fuga de líquido debe ser permanentemente inspeccionada y debidamente corregida mediante reajuste para que no se oxide el hierro cercano.
- e. Reducción de la concentración de hipoclorito de sodio.

El hipoclorito de sodio, por sus propiedades se descompone ya sea por proceso natural o por los efectos de la luz durante el almacenamiento, provocando la reducción de su concentración. El grado de reducción es menor en un producto de alta calidad, y se hace más grande cuanto más alta sea la temperatura del líquido (normalmente, una concentración original de 12% a temperatura ambiental se reduce a 10% aproximadamente en veinte días).

En estas instalaciones, se calcula el volumen de inyección con una concentración de cloro residual mucho más alta la cual se va reduciendo con el tiempo.

Debe tomarse especial precaución en la operación y mantenimiento en verano, regulando la tasa de inyección según las condiciones del momento, cuando la temperatura ambiental es alta.

- f. Problemas y contramedidas de burbujas de hipoclorito de sodio.

El líquido de hipoclorito de sodio contiene burbujas de aire que son constantemente producidas por el producto. La cantidad de las burbujas varía según la calidad del hipoclorito de sodio, y aumenta cuando la temperatura del líquido sube (entre 25 y 30°C).

Si bien es cierto que las instalaciones están diseñadas con las debidas medidas contra las burbujas, es necesario que los usuarios también comprendan las propiedades del líquido para su operación y mantenimiento.

Mantenga baja la temperatura del interior regulándola o ventilando el ambiente en verano.

V. Estructuras, equipos y dispositivos varios.

V.1. Canales de salida.

Un canal de salida es una instalación a través de la cual se descarga el agua tratada a un cuerpo de agua receptor. Accidentes en un canal de salida, tal como un colapso, no sólo podrían ocasionar una inundación sino también daño a los habitantes. Por tanto, **es necesario investigar e identificar situaciones anormales tan pronto se presenten, como fisuras, socavación y asentamientos desiguales en el canal y estructuras que le rodean. El daño debe ser reparado tan pronto se detecta y no esperar a que sea mayor.**

V.2. Instalaciones mecánicas y eléctricas. Generalidades.

Estas instalaciones deben recibir un mantenimiento y control cuidadoso. Los acontecimientos e irregularidades importantes que puedan haberse presentado en las instalaciones deben registrarse y reportarse inmediatamente. Las normas de operación y mantenimiento elaboradas por el fabricante de los equipos deben cumplirse en forma rigurosa.

Deben aplicarse sólo los engrases indicados por el fabricante, cumpliendo con el calendario fijado para cambio de engrases y aceites, y anotando los trabajos efectuados en los formatos correspondientes. Debe asegurarse la evacuación apropiada de los aceites viejos. Los aceites recogidos para ser reutilizados no deben mezclarse con otros desechos u otros líquidos. Todas las máquinas y equipos de control deben recibir mantenimiento en forma regular y permanecer limpios, además, debe garantizarse su seguridad y capacidad de funcionamiento. **Debe examinarse periódicamente el equipo eléctrico de control, para verificar si está bien aislado, si sus partes móviles están libres, si las presiones en los**

contactos son firmes, y si las derivaciones no están dañadas. También debe comprobarse que los controles funcionen al voltaje prescrito. Lo más importante es cerciorarse de que todos los controles eléctricos estén limpios y secos. Cada seis meses deben comprobarse todos los dispositivos de arranque para tener la seguridad que el elemento interruptor funciona libremente y ofrece protección al motor. Si las clavijas de un contacto están quemadas o corroídas deben ser reemplazadas. Deben limpiarse los contactos sucios y para el gabinete se usará un limpiador de aire o vacío, cuando fuere necesario.

V.2.1. Lubricación.

Se deben seguir las instrucciones del fabricante, al respecto. **Es importante evitar la lubricación excesiva de las chumaceras de los motores, pues esto ha dado origen a numerosas fallas.**

V.2.2. Bombas.

Es esencial tener un conocimiento completo acerca de la construcción y operación de las bombas, para procurar brindarle un mantenimiento en forma debida.

Deben realizarse inspecciones diarias en que se presta especial atención a lo siguiente:

1. Calentamiento y ruido anormal de los cojinetes-
2. Velocidad de operación de los motores,
3. Limpieza y condiciones del equipo de control.
4. Vibraciones y ruidos en el equipo.
5. Goteo excesivo por el prensaestopa.

V.3. Mantenimiento del equipo eléctrico generalmente encontrado en una planta de tratamiento de aguas residuales.

V.3.1. Equipo receptor y distribuidor de potencia.

En general, el equipo receptor y distribuidor de potencia, instalado en una planta de tratamiento, consiste de interruptores, interruptores de desvíos, transformadores, instrumento de transformadores, iluminación, fusibles, paneles de distribución, condensadores de potencia, baterías y otros equipos.

El equipo receptor y distribuidor de energía, se encuentra disponible en dos tipos: un tipo abierto que consiste de una estructura de acero, hecha de tubos y angulares; y el tipo cerrado que consiste de un cubículo que aloja todo el equipo en una caja de acero.

a. Interruptores de desconexión.

Son usados para circuitos de alto y extra alto voltaje. Son utilizados durante las inspecciones para aislar secciones de circuito, interruptores (breakers), transformadores y otros equipos del resto del circuito.

Antes de abrir o cerrar un interruptor de desconexión, asegúrese que el interruptor en el lado de la carga está abierto. Si hay un mecanismo que ligue el interruptor y un intercierre, tenga cuidado de no dañar el mecanismo como resultado de una operación no razonable.

Estos interruptores (desconectores) pueden dañarse debido a sobrecalentamiento causado por un contacto pobre entre las áreas de contacto. Especial cuidado se requiere cuando se opera a control remoto, porque dependiendo del método de operación, puede darse un contacto insuficiente.

b. Disyuntor (breaker).

Disyuntor comprende tanto aquellos para extra-alto voltaje, como para alto y bajo voltaje. Un disyuntor no sólo permite, sino también impide el paso de la corriente que fluye en un circuito eléctrico, de manera que si ocurriera un cortocircuito, una falla o cualquier otro accidente en un circuito, el actúa a través de un relè y permite cortar la corriente de cortocircuito, que fluye durante el accidente dado. Disyuntores para extra-alto y alto voltaje y de alto voltaje incluye aquellos que usan un medio tal, como aceite, aire, vacío y gas para romper los circuitos eléctricos.

A fin de que un disyuntor cumpla sus funciones, debe operar con certeza y confiabilidad, así cuando opera un disyuntor **asegúrese de que el sonido al abrir y al cerrar, la regulación de tiempo de la luz indicadora y otros aspectos, sean igual a como normalmente lo han sido. Cuando un disyuntor opera, debido a una sobrecorriente causada por un cortocircuito en el equipo o en el circuito en el equipo o en el circuito eléctrico, realice una inspección, revisando cuidadosamente el panel de distribución y el interruptor, por cualquier olor, humo, fuego y temperatura anormal.**

c. Interruptor de dos vías (Two way switches).

Los interruptores de dos vías están representados por interruptores rompe-carga (load-break-switches), interruptores electromagnéticos

(electromagnetic switches), contactores electromagnéticos (electromagnetic contactors) y otros interruptores.

La mayor parte de los accidentes en los interruptores rompe carga, son ocasionados por sobrecalentamiento por un contacto pobre en el área de contacto, desalineamiento de la palanca del interruptor durante la operación de abertura y cierre, y por el deterioro del aislamiento de los aisladores soporte. Por tanto, estas áreas requieren un cuidado diario.

Si los interruptores y contactores electromagnéticos se usan a menudo, el área de contacto debe ser revisada periódicamente a fin de ajustar cualquier desalineamiento. Revise las superficies de contacto por cualquier aspereza, desgaste, desbalance de presión en los resortes de contacto y cualquier otra posible anomalía. Cuando sea necesario, limpie y ajuste o reemplace los contactos y resortes.

d. Pararrayos.

Un pararrayos es un dispositivo que conecta la terminal del equipo protegido, con el terreno. Si se produce una subida anormal de voltaje, en un circuito eléctrico, se crea entonces, un circuito de descarga entre el circuito eléctrico y el suelo, lo que reduce el valor pico del voltaje anormal, evitando el daño del equipo y el destello. Después de que destruye el voltaje anormal, el pararrayos corta inmediatamente la corriente dinámica de la descarga, y restablece el circuito eléctrico a su condición normal.

e. Relè.

Un relè es una pieza del equipo que detecta las anomalías en un circuito eléctrico, previniendo las fallas que puedan presentarse.

Para asegurarse de que los relès funcionarán contra fallas repentinas, como está previsto, deben inspeccionarse diariamente para detectar cualquier posible sobrecalentamiento, decoloración, deformación, ruido, flojedad y otras condiciones anormales. Haga un uso completo de sus sentidos de la vista, oído y olfato. Además, realice pruebas periódicas para asegurarse que el equipo funciona satisfactoriamente.

f. Paneles de distribución.

Limpie cuidadosamente los paneles de distribución y ajuste al punto cero cada tipo de instrumento. Revise minuciosamente en busca de bombillos y fusibles quemados, reemplazar si es necesario.

g. Condensadores de potencia.

Revise cuidadosamente por herrumbre en la cubierta, filtración de aceite, ruido y cualquier otra anomalía. Limpie periódicamente las camisas (bushings).

Antes de iniciar la inspección y reparaciones, verifique que la corriente se ha descargado totalmente.

h. Baterías.

Verifique constantemente que se mantiene la carga apropiada.

Debido a electrolisis del agua y a la evaporación natural que ocurre mientras la batería se está descargando, el nivel del electrolito desciende gradualmente. Por tal razón, **añada agua periódicamente para mantener el nivel debido.**

Si la batería se descarga debido a que material extraño se le ha adherido, el rendimiento del aislamiento puede descender, y las conexiones terminales pueden corroerse, conduciendo a una posible falla. Para evitar esto, límpielo con un trapo seco o con una pieza de tela humedecida con agua o agua caliente, manténgalo limpio y seco todo el tiempo.

V.4. Estructuras de la planta.

La tubería y las líneas de aire deben mantenerse abiertas y sin obstrucciones o acumulaciones de cualquier naturaleza. Donde haya dos unidades o sea posible sacar de servicio una de ellas sin afectar seriamente el proceso de tratamiento, deberá realizarse una limpieza completa de las unidades a intervalos regulares.

Las estructuras de la planta, como canales, tanques y pozos de succión, tienen que desaguarse al menos una vez al año, para revisarlos y aplicar alguna capa protectora. **En las plantas donde existe la posibilidad de que se produzca ácido sulfuroso, no deben usarse pinturas a base de plomo.**

Las condiciones de funcionamiento de los equipos de control, alarma y seguridad deben ser revisados a intervalos regulares.

V.4.1. Limpieza y mantenimiento de los edificios.

La limpieza de las instalaciones debe realizarse diariamente. Debe prestarse atención y revisarse el estado de los techos, canales, tragaluces, ventanas y marcos de puertas, cubiertas metálicas para motores y bombas, barandales y otras cubiertas de metal. Los techos deben revisarse cada año antes de la estación lluviosa. Las canaletas deben limpiarse y pintarse. Antes de pintar cualquier estructura, debe limpiarse completamente, eliminando la pintura vieja y desprendida.

Todas las áreas de la planta serán mantenidas limpias y en orden. El césped deberá cortarse semanalmente y cualquier obra de jardinería deberá conservarse correctamente. Carreteras, vías internas y caminos, serán limpiados al menos una vez al mes. El área del taller y las oficinas de control serán limpiadas diariamente.

V. PLAN DE MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO.

5.1. Definición y conceptos.

El plan de mantenimiento es una programación de la ejecución de las acciones de mantenimiento propuestas en las Guías, para realizarse generalmente en el período de un año.

En este plan, se describen los trabajos que deben ejecutarse a fecha fija, en todas y cada una de las estructuras y equipos que componen en este caso, un sistema de alcantarillado sanitario, a fin de que se cumplan las Guías descritas anteriormente.

La elaboración de este plan de mantenimiento es indispensable debido a que por el número y variedad de las intervenciones, incluidas en el mismo, es difícil e impráctico confiarlas a la memoria, máxime cuando se trata de sistemas grandes y complejos de alcantarillado sanitario o de una región o país con muchos sistemas.

5.2. Elaboración del plan – Criterios usados.

La elaboración del plan de mantenimiento está basada en los datos recogidos a través del inventario técnico, y registrados posteriormente en el **Cuadro No.2 Clasificación, localización y número de estructuras y equipos existentes, y Cuadro No.3 Identificación de estructuras y equipos.**

Para la conformación del plan de mantenimiento, proceder de la forma y usando los criterios siguientes:

- a. Del Cuadro No.2., se obtiene el número de unidades de equipos y estructuras que existen en el sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad, o de los sistemas de alcantarillado que se encuentran en las localidades del país.
- b. De las Guías de Mantenimiento se obtiene la frecuencia por año con la que se deben ejecutar las intervenciones propuestas, en cada Grupo determinado.

- c. Si se multiplica el número total de unidades existentes de cada Grupo, por el número de acciones anuales que deberán realizarse en cada una de ellas, se obtiene el número total de intervenciones a realizarse a lo largo del año, para cumplir íntegramente con el mantenimiento requerido propuesto.
- d. En las Guías de Mantenimiento se presenta una descripción del trabajo a realizar, y basado en la experiencia real de cada operador, se puede establecer el tiempo promedio que se requiere para la ejecución de cada uno de estos trabajos y de cada intervención.
- e. Multiplicando el tiempo determinado en el punto anterior, necesario para la ejecución de los trabajos propuestos, por el número total de intervenciones anuales requeridas y precisadas en el párrafo **c**, anterior, se obtiene el número completo de horas o días de trabajo, que se necesita emplear cada año para cumplir con la aplicación de las Guías de Mantenimiento propuestas para cada Grupo. El Formato No.17 podría ser usado para el cálculo de los días requeridos para la ejecución del plan.
- f. De este número de días y horas se obtiene la cantidad de cuadrillas de trabajo que deben conformarse, para que sea posible cumplir, en el período de un año, con todas las tareas de mantenimiento a ejecutarse en ese plazo. Por ejemplo, si de acuerdo al párrafo **e**, se requiere un total de 500 días de trabajo para ejecutar el plan de mantenimiento, y en el año hay 250 días laborables, es evidente que se necesitarán dos cuadrillas para realizar todas las acciones contenidas en el plan en el período de un año.
- g. Por razones de tipo económico y práctico no es conveniente programar separadamente las intervenciones de mantenimiento para cada uno de los elementos que se encuentran en una misma planta, porque de ser así habría que efectuar repetidas visitas al mismo plantel.
- h. En la conformación de las cuadrillas de mantenimiento, habrá que tomar en cuenta que en una misma planta de tratamiento o estación de bombeo, existen elementos de diferente naturaleza, tales como: edificios, tanques, estructuras, equipo mecánico, equipo eléctrico, aparatos de medición, etc. Por tanto, estas brigadas deberán estar constituidas por técnicos de diferentes especialidades, que permitan atender simultáneamente todos estos elementos diferentes. Además, bajo esta misma consideración, los tiempos promedio a que se refiere el párrafo **d**, no deben determinarse para la ejecución de los trabajos correspondientes a un grupo específico, sino a las tareas de una

serie de grupos existentes en una misma planta, y que deberán ser atendidos simultáneamente por la misma brigada.

- i. El cumplimiento de las intervenciones de mantenimiento, cuyas acciones son simples, de muy breve duración y que en las Guías aparecen para ejecutarse con una frecuencia de un mes o menor, así como también aquellas con períodos de realización mayor de un año, no deberán incluirse en el programa de mantenimiento.

Las acciones de diaria ejecución deben ser efectuadas por los operadores de la instalación. Por tanto, al momento de contratar a operadores de planta, habrá que notificarles que la realización de tales tareas constituye parte de sus obligaciones y para ello habrá que capacitarlos para asegurar su correcta ejecución.

Una buena práctica, sería elaborar una guía escrita, para conocimiento y ejecución del operador, que describa estas intervenciones, así como la frecuencia con la que deben ser realizadas.

Para facilitar el trabajo del operador, se han elaborado y se proponen a manera de ejemplo, los Formatos siguientes que aparecen en la Sección 10.2: No.1, Informe de trabajo. Planta de tratamiento a base de lagunas de estabilización; No.2, para reportar las observaciones acerca del estado que presentan las lagunas de estabilización, diariamente; No.3, para registrar los volúmenes de agua que entran y salen de un sistema de lagunas; No.4, para registrar el estado diario del tiempo, así como la temperatura y el pH. Del afluyente; No.5, para registrar los valores de los parámetros operacionales seleccionados, No.6, para resumir los valores anteriores obtenidos en un período, para propósito de análisis; No.7, para informar de los resultados durante el recorrido de inspección ejecutado a lo largo de las tuberías principales; No.8, para informar del trabajo de limpieza de tubería; No.9, para registrar la longitud de tubería instalada y retirada en un período dado; y No.10, para informar del trabajo de instalación de tubería.

5.3. Ejecución del plan

Para la ejecución del plan, ya elaborado, deben seguirse las instrucciones siguientes:

- a. Asegurarse de que todas y cada una de las estructuras y equipos que componen el sistema de alcantarillado sanitario, cuyo plan de mantenimiento va a ejecutarse, tengan debidamente señalado el **número de identificación** que le corresponde, de acuerdo a lo dispuesto en el numeral 3.2.4., y registrado en el **Cuadro No.3**,

Identificación de estructuras y equipos, o de lo contrario proceder a marcar dicho número.

- b. Estudiar detenidamente las Guías de Mantenimiento propuestas para cada Grupo, y en las cuales se encuentran los datos siguientes:
 - 1. Nombre del Grupo.
 - 2. Integrantes, cuando bajo el mismo Grupo se reúnen varias estructuras y equipos de naturaleza homogénea.
 - 3. Trabajo a realizar y frecuencia de ejecución.
 - 4. Materiales, equipos y herramientas mínimos requeridos para la realización de las acciones de mantenimiento propuestas.
- c. Ejecutar el plan de mantenimiento, de acuerdo al calendario previamente preparado y que se identifica en el Formato No.18, Sección 10.1. En la última columna del Cuadro, debe señalarse el número de identificación del equipo y estructura, y el período de mantenimiento a ser ejecutado. A partir de estos datos, se traslada a las **Guías de Mantenimiento** para obtener la información relativa al trabajo a realizar, así como de los materiales, equipos y herramientas mínimas requeridas.

5.4. Control de la ejecución del plan de mantenimiento y de los daños ocurridos en las estructuras y equipos que componen el sistema de alcantarillado.

Para controlar el cumplimiento del plan de mantenimiento, así como la naturaleza de los daños sufridos en los equipos y estructuras y su reparación correspondiente, se ha diseñado el Formato No.19.

- a. Explicación párale uso del Formato No.19.
 - 1. Columna 1. Fecha, corresponde al día en que se efectuó el trabajo.
 - 2. Columna 2. Nombre de la estación o de la planta donde se encuentra la estructura o el equipo dañado.
 - 3. Columna 3. Número de identificación de la estructura y equipo.
 - 4. Columna 4. Descripción de los trabajos de mantenimiento y reparación realizados. Se debe describir la labor que se ha ejecutado con las siguientes modalidades según sea el caso.

Cuando el trabajo desarrollado corresponde a cualquiera de las intervenciones calendarizadas del programa de mantenimiento y este trabajo se ha ejecutado sin ninguna complicación, se anotará en esta columna los números claves establecidos.

Cuando el trabajo corresponde a la reparación de un daño, en la misma columna se describirá, en pocas palabras, la naturaleza del daño y la reparación.

5. Columna 5. Tiempo empleado en la ejecución de la reparación o acción de mantenimiento.
6. Columna 6. Detalle del material utilizado.
7. Columna 7. Costo total del trabajo o acción realizada, incluyendo materiales, mano de obra y otros.
8. Columna 8. Número o nombre de la brigada que efectuó el trabajo.
9. Columna 9. Nombre del oficial o ingeniero que supervisó el trabajo.

Cuando se trata de una empresa que opera los sistemas de alcantarillado de una región o país, habrá que adicionar una nueva columna para colocar el nombre de la localidad, donde se encuentra la estación o planta.

- b. Remisión de los Formatos de control de mantenimiento y de daños sufridos en el sistema.

Todo el esfuerzo desarrollado para llevar a cabo la programación y ejecución de un plan de mantenimiento, estará incompleto y producirá resultados parciales si no se organiza y se pone en práctica, un sistema efectivo para reportar, remitir y registrar los datos contenidos en el Formato No.19. Se debe establecer, y vigilar su cumplimiento, la obligación que tienen todas y cada una de las cuadrillas o personas que hayan ejecutado labores de mantenimiento o de reparación de daños, de llenar los Formatos en forma integral, y remitirlo oportunamente a la sección que corresponde.

La información contenida en el Formato referido, se utilizará para los fines siguientes:

1. Para que la Unidad de operación y mantenimiento pueda controlar la ejecución de los trabajos.
2. Para que la unidad administrativa utilice los datos de costo de mano de obra y materiales utilizados, para el cálculo de los gastos de operación y mantenimiento y para control de los inventarios de bodega.
3. Para confirmar y mantener actualizados los archivos técnicos.

5.5. Conformación del archivo técnico de mantenimiento.

Es de vital importancia, y constituye un complemento indispensable para la organización y desarrollo de la operación y mantenimiento eficiente de un sistema de alcantarillado sanitario, el contar con un archivo técnico completo y actualizado.

Para la formación del archivo, deberán observarse los puntos siguientes:

- a. Para la creación del archivo.
Cada uno de los equipos y estructuras que componen un sistema de alcantarillado sanitario determinado, tendrá un expediente conteniendo al menos, la información siguiente:
 1. Una hoja con el registro de los datos y características técnicas y físicas más importantes del equipo y estructura, según corresponda. Una muestra aparece en la Sección X, Formatos, numeral 10.1.
 2. Cuando se trate de equipos.
 - Copia de las especificaciones técnicas.
 - Nombre y dirección del proveedor.
 - Fecha de adquisición y garantía de funcionamiento.
 3. Cuando se trate de estructuras.
 - Datos físicos más importantes, así como planos y especificaciones técnicas a como fue construido.
 - Fecha de construcción.
 - Nombre y dirección de la compañía constructora.

- Garantía de vicios.
- Fotografías que muestren el proceso de construcción.

4. Copia del formato de control de mantenimiento y de daños.

- b. Instrucciones para la colección y manejo del archivo.
El conjunto de datos completos indicados en el punto anterior, deben ser ordenados por zonas cuando se trata de varios sistemas de alcantarillado sanitario distribuidos a lo largo de todo el país.

Este ordenamiento deberá seguir en su arreglo, la misma secuencia de localidades y rutas fijado en el **Cuadro No.3, Identificación de estructuras y equipos** y que debe establecerse para cada zona, se formará una colección única, bajo las mismas condiciones.

- c. Instrucciones para la actualización e interpretación de la información contenida en el archivo.

A fin de que el archivo técnico de mantenimiento se mantenga siempre actualizado, es indispensable que los datos generales del **Formato No.19, Control de mantenimiento y daños de equipos**, sean transcritos en cuanto se reciban, en forma individual y trasladados al formato propio de control correspondiente a ese determinado equipo y estructura. Es decir, habrá que tomar cada dato del reporte general y transcribirlo a su reporte particular. Un ejemplo de lo que podría ser este reporte propio aparece como Formato No.20.

En esta forma, en el expediente de cada unidad, estructura y/o equipo, quedarán registradas todas y cada una de las intervenciones de mantenimiento y reparación, practicadas en ese componente, tales como: daños, acciones preventivas, reparaciones, materiales y piezas de repuesto utilizados, costo, etc.

Procediendo de esta manera, al cabo de un año se tendrá el historial completo de cada estructura y equipo, y se podrá de una forma segura y altamente técnica, interpretar y evaluar su rendimiento, ventajas, problemas, etc.

5.6. Evaluación de la ejecución del plan de mantenimiento.

La evaluación anual de los resultados obtenidos de la ejecución del plan, constituye un tema primordial para medir la eficiencia lograda como producto del mismo y hacer, si es necesario, las correcciones requeridas para mejorarlo.

Los datos para realizar esta evaluación deben encontrarse en el archivo técnico, y de los cuales se deben analizar los siguientes aspectos:

a. Comparación de porcentaje de daños ocurridos en un año con respecto al año anterior, computando el total de horas-hombre invertido en mantenimiento preventivo y en reparación de daños. Cuando los resultados indican que solamente se ha empleado el 20% del total de horas-hombre en reparación de daños y el 80% en acciones de mantenimiento preventivo, puede considerarse que el programa de mantenimiento preventivo es adecuado y efectivo.

b. Las rutas para el recorrido de las brigadas de mantenimiento, establecidas para el ordenamiento de las localidades de cada zona o del país, si las hubiere, deben analizarse anualmente.

Si fuere necesario, estas rutas deberán modificarse a fin de mejorar la eficiencia del recorrido.

c. Las Guías de mantenimiento, propuestas para cada Grupo, se revisarán anualmente y si se considera necesario, se modificarán de acuerdo a los resultados obtenidos. Pueden reformarse tanto las acciones a realiza, como la frecuencia de su ejecución.

d. Si como resultado del análisis anual, de los datos de mantenimiento contenidos en el archivo técnico, se encuentra la ocurrencia frecuente de daños en unidades de un grupo determinado, se deben investigar las causas de estas fallas a fin de realizar las correcciones necesarias. Generalmente estas causas pueden ser:

1. Períodos muy largos entre la ejecución de las acciones de mantenimiento.
2. Trabajos no realizados correctamente durante el desarrollo de la etapa de mantenimiento.
3. Uso de materiales y piezas de repuesto no apropiadas.
4. Falta de una observación cuidadosa y oportuna de parte del operador.

5. Aplicación de factores de diseño no adecuados o fallas de construcción.
6. Equipos de mala calidad o mal seleccionados para las condiciones reales de funcionamiento.
7. Errores en la operación.

Antes de proceder a corregir cualesquiera de las posibles causas mencionadas, debe hacerse un análisis muy detenido, con mucha cautela y ejecutarlo solamente cuando se tenga la seguridad suficiente.

- e. En el caso de que ninguna de las unidades, de un grupo cualquiera, hubiese sufrido ni un solo daño en el transcurso de un año, se puede suponer que quizás se ha exagerado en las acciones de mantenimiento practicadas a ese grupo, y con mucha cautela se puede ampliar la frecuencia de ejecución.
- f. Igualmente, se debe revisar la composición y el número de elementos que componen las brigadas de mantenimiento, sobre la base de su desempeño y rendimiento comparativo. Asimismo, el sistema de transporte, equipo y disponibilidad de herramientas, materiales y piezas de repuesto.
- g. Deberá analizarse la posibilidad de mejorar los métodos de trabajo y la forma de organización, basado en la experiencia del año anterior o de la experiencia vivida en otros lugares, y tendiendo a lograr una mayor capacitación y especialización del personal.

5.7. Beneficios obtenidos de la aplicación del programa de mantenimiento.

La aplicación del programa de mantenimiento, producirá entre otros, los siguientes efectos:

- a. Reducción de los daños en los equipos y estructuras, a un mínimo razonable.
- b. Mejoramiento de la calidad del servicio brindado a la población beneficiaria del mismo, como resultado de la reducción del número de fallas imprevistas, de la cantidad de daños y de una mejoría en las condiciones ambientales.
- c. Economía para la empresa operadora.

Esta economía se obtendrá debido a los siguientes factores:

1. Reducción en la frecuencia de daños.
2. Disminución en el uso de piezas de repuesto.
3. Eficiencia en el uso de transporte, debido a que el mantenimiento se ha programado para ejecutarse en forma ordenada y siguiendo rutas definidas.
4. Prolongación del período de vida útil de las instalaciones y mayor tiempo entre la ejecución de inversiones.

VI. REQUISITOS DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO, PROCESO DE SELECCIÓN Y CAPACITACIÓN.

6.1. Generalidades.

De nada sirven los mejores y más elaborados programas de operación y mantenimiento, si no se cuenta con el personal adecuado para su ejecución, ya que en último término esto determina el éxito o el fracaso de éste.

El problema de personal se complica aún más cuando se trata de operación y mantenimiento de sistemas de alcantarillado sanitario, debido a que la mayoría de los trabajos a ejecutar son especializados. No se puede pretender conseguir personal de fuera perfectamente capacitado, para que asuma la ejecución de trabajos de mantenimiento, por tanto, habrá que formar a este personal.

6.2. Conocimientos y habilidades que deben tener los profesionales y técnicos a cargo de la operación y mantenimiento de los sistemas de alcantarillado sanitario.

Los profesionales y técnicos que ocupan cargo de dirección dentro de la unidad de operación y mantenimiento de sistemas de alcantarillado sanitario, deberían tener como mínimo, los siguientes conocimientos y habilidades.

Superintendente.

- a. Grado de ingeniero civil con post-grado en ingeniería sanitaria.
- b. Cinco años de experiencia práctica en el campo de la ingeniería sanitaria.

- c. Conocimientos y experiencia práctica en procesos de tratamiento de aguas servidas.
- d. Conocimientos sólidos de química, bacteriología, y procesos biológicos de tratamiento de aguas residuales.
- e. Conocimientos acerca de la calidad de los desechos provenientes de las industrias, y los efectos que éstos pueden producir en los procesos de tratamiento.
- f. Conocimientos básicos de administración, manejo de personal y de las leyes y reglamentos referentes al medio ambiente.
- g. Habilidad para preparar y supervisar la elaboración de informes operacionales, informes sobre los aspectos de contaminación de cuerpos de agua.
- h. Capacidad para preparar, desarrollar y controlar el presupuesto asignado.
- i. Habilidad en el manejo de computadoras y de programas relativos a base de datos y procesadores de palabras.
- j. Habilidad en el manejo de personal, para establecer y mantener una buena comunicación y relaciones de trabajo.
- k. Habilidad para planificar, dirigir y evaluar las funciones de operación, mantenimiento y seguridad de la planta. Desarrollar iniciativas, y tomar decisiones acertadas, basadas en criterios lógicos y prácticos, siempre con el propósito de mantener el buen funcionamiento de la planta, la seguridad de los trabajadores y la protección del ambiente.

Ingeniero jefe de operación y mantenimiento.

- a. Graduado de ingeniero civil y post-grado en ingeniería sanitaria.
- b. Cinco (5) años de experiencia práctica en el campo de la ingeniería sanitaria y muy en particular en operación y mantenimiento de sistemas de tratamiento de aguas servidas.
- c. Conocimientos en procesos de tratamiento de aguas servidas, incluyendo bases sólidas de química de las aguas potables y residuales.
- d. Conocimientos relativos a la calidad de los efluentes industriales, y los efectos que éstos pueden producir en los procesos de tratamiento.

- e. Conocimientos básicos de manejo de personal y de las leyes y reglamentos respecto a los requerimientos de la calidad del efluente de la planta de tratamiento, de los lodos resultantes y del cuerpo receptor de las aguas.
- f. Habilidad en el manejo de computadoras y de programas relativos a modelación de la calidad de aguas de ríos, manejo de base de datos y procesadores de palabras.
- g. Habilidad en el manejo de personal, para establecer y mantener una buena comunicación y relación de trabajo.
- h. Aptitudes de expresión verbal, capacidad de elaboración de informes, poder de observación, destreza manual y criterio para discriminación de colores.

Químico.

- a. Grado de químico.
- b. Tres años de experiencia en la práctica de análisis químicos y bacteriológicos de agua potable y aguas residuales.
- c. Conocimientos sólidos de química del agua y análisis inorgánico cuantitativo.
- d. Conocimiento de bacteriología y parasitología de las aguas residuales y sus análisis correspondientes,
- e. Conocimiento de los procedimientos de control de calidad analítica en laboratorios de agua.
- f. Habilidad en el manejo de computadoras y de manejo de base de datos y procesadores de palabras.
- g. Aptitud para discriminación de colores.
- h. Conocimientos de manejo de laboratorios y de mantenimiento de equipos e instrumentos.
- i. Conocimientos de las leyes y reglamentos nacionales vigentes respecto a la calidad de las aguas y protección del ambiente.
- j. Inquietud para mantenerse actualizado respecto a los cambios en los procedimientos, métodos y normas que puedan producirse a nivel nacional e internacional.

6.3. Selección de personal.

Para seleccionar el personal se deberá proceder de la manera siguiente:

- a. Establecer las bases para la calificación de los candidatos.
Para el caso de operadores y brigadas de mantenimiento, la mínima condición deseable sería haber cursado la educación primaria, tener buenas condiciones de salud, ausencia de enfermedades infecto contagiosas, cierta experiencia en mecánica y electricidad y fijar un límite de edad.
- b. Realizar un concurso abierto.
- c. De la lista completa de los interesados, calificar a los que cumplen con las bases establecidas y rechazar a quienes no las cumplen.
- d. Realizar una evaluación de los candidatos con pruebas escritas preparadas de antemano.
- e. Revisar los resultados de las pruebas con la intervención de representantes de la unidad de operación y mantenimiento y seleccionar todos los candidatos que hayan pasado las pruebas con resultados satisfactorios.
- f. Contratar a los candidatos de mayor calificación. Los datos del resto del personal calificado, pero que no fue seleccionado, permanecerá en archivo ante la posibilidad de que se produzcan nuevas vacantes. En esta forma se evita la realización muy frecuente de otros concursos.

6.4 Capacitación del personal.

Para el caso que nos ocupa, de operadores y personal de las cuadrillas de mantenimiento, una vez contratada la persona seleccionada para su capacitación, se deberá proceder de la siguiente manera:

- a. Para el caso de operadores, se comenzará introduciéndolos en el cumplimiento y ejecución de las obligaciones y trabajos establecidos en las Normas y Manuales de operación, y en las tareas establecidas en las Guías de mantenimiento preventivo con períodos de ejecución menores de un mes.

Esta capacitación inicial deberá ser impartida por un ingeniero de la unidad de operación y mantenimiento. Luego se dejará al nuevo operador que trabaje con un operador antiguo y con experiencia durante un tiempo prudencial para que complete su entrenamiento.

- b. Cuando se trata de personal de las brigadas de mantenimiento, el entrenamiento es más complejo, por la variedad de situaciones y

problemas que con frecuencia se presentan. La mejor solución es que el nuevo empleado se incorpore a una de las brigadas como ayudante para que a través del trabajo diario siga tomando entrenamiento y adquiriendo experiencia.

6.5. Especialización del personal.

No es suficiente ni conveniente limitarse a la capacitación básica descrita anteriormente, y se debe tratar de lograr la especialización del personal de operación y mantenimiento.

Se define especialización como la posibilidad de aprender ciertas cosas que sería prácticamente imposible hacerlo en la rutina diaria del trabajo. La especialización se consigue por los siguientes medios:

- a. Enviando personal seleccionado a tomar cursos de especialización o a recibir entrenamiento en servicio, en lugares diferentes dentro del mismo país o en el exterior.
- b. Realizando cursos para difusión de los conocimientos adquiridos por el personal ya especializado y realizando un entrenamiento en servicio a los ayudantes.

VII. MEDIDAS Y EQUIPOS DE PROTECCION RECOMENDADOS PARA TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE REALIZAN LABORES DE MANTENIMIENTO.

7.1. Generalidades.

Como parte de la capacitación del personal que realiza labores de operación y mantenimiento de sistemas de alcantarillado sanitario y plantas de tratamiento, el tema de la seguridad y protección deberá ser uno de los más importantes.

A continuación se enumeran algunas recomendaciones de tipo general dirigidas al personal que realiza tareas de operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario.

- a. Antes de encender un cigarrillo, de comer, o en general de llevarse algo a la boca, es necesario lavarse las manos con agua limpia y jabón.
- b. Al final de la jornada de trabajo debe dejaren el lugar correspondiente sus prendas de vestir, guantes, botas, etc.
- c. Las herramientas de trabajo (palas, picos, rastrillos, machetes, pascón, etc.) deben ser lavados con agua limpia antes de guardarlos.

- d. Cuando trabaje cerca de instalaciones eléctricas, debe asegurarse de que sus manos, ropa y botas estén secos.
- e. No puede permitirse caminar descuidadamente en los bordes de la laguna o de tanques, pues una caída podría resultar fatal.
- f. En caso de lagunas de estabilización, siempre debe estar disponible una balsa, sogas y un salvavidas para una eventual operación de salvamento.
- g. En caso de cortaduras u otras heridas, éstas deben ser lavadas inmediatamente con agua y jabón y limpiadas con un desinfectante adecuado.
- h. El personal bajo asistencia médica, debe ser vacunado contra tétano, fiebre tifoidea y cuando se considere necesario, contra fiebre amarilla.
- i. Debe mantener sus uñas limpias y cortadas, pues uñas largas y sucias son medios de transmisión de enfermedades.
- j. En un sitio visible y accesible debe mantenerse un botiquín de primeros auxilios, el cual deberá estar continuamente abastecido.

7.2. Para el personal de mantenimiento de la red de alcantarillado sanitario.

El uso de aparatos de seguridad y equipo protector como los descritos a continuación, han demostrado que son efectivos para prevenir accidentes entre el personal que labora en el mantenimiento de redes de alcantarillado sanitario.

a. Detector de gases.

La presencia de gases nocivos tales como sulfuro de hidrógeno o gases combustibles, o escasez de oxígeno, puede algunas veces poner en peligro la vida del personal de mantenimiento que trabaja en el interior de las tuberías. Deben verificarse las condiciones del ambiente de trabajo por medio de un detector de gases en buen estado, confiable, a fin de confirmar la seguridad del ambiente antes de que el personal penetre al conducto.

b. Aparato para ventilación.

El interior de los tubos debe ventilarse por medio de aparatos para ventilación, tales como: un abanico o un extractor de aire si se sospecha la presencia de gases nocivos o una escasez de oxígeno.

c. Inhaladores – Respiradores.

Debe usarse un inhalador cuando se entra a un área que no puede ser ventilada. Los inhaladores son de tipo con filtro y del tipo con suministro de aire. El tipo con filtro es menos útil cuando se entra a un ambiente con

escasez de oxígeno; en este caso debe utilizarse un inhalador con suministro de aire. El aparato con suministro de aire puede ser a su vez, del tipo con suministro remoto, o del que usa un tanque de aire o de oxígeno, portátil.

d. Otros aparatos y equipos de protección.

- Casco y zapatos de seguridad para protección contra impacto.
- Vestidos y guantes para protección contra organismos patógenos.
- Tapones y cubiertas para los oídos, para usarse en ambiente de mucho ruido y con material contaminante.
- Aparejo para seguridad, y lámparas para colocarse en la cabeza, también deben estar disponibles.

e. Inspección y mantenimiento de los aparatos y equipos de seguridad.

Todos los aparatos y equipos de protección deben inspeccionarse y ser conservados en buen estado, a fin de estar seguros de que estarán utilizables todo el tiempo. El personal de mantenimiento debe ser sistemáticamente entrenado en el debido uso del equipo.

f. Otras consideraciones acerca de la seguridad, higiene y saneamiento.

• **Primeros auxilios.**

Un botiquín de primeros auxilios, debe estar disponible todo el tiempo. En caso de un accidente, que afecte a una persona, ésta debe ser rescatada inmediatamente, proporcionarle el cuidado médico de emergencia, y someterlo a los exámenes necesarios.

• **Cuidados para la salud.**

Organismos patógenos contagiosos habitan en gran número en las aguas residuales. El personal de operación y mantenimiento debe ser obligado a tomar las debidas precauciones sanitarias, tales como: lavado de boca y manos, bañarse con jabón desinfectante después de su jornada de trabajo. La ropa y calzado de trabajo así como los aparatos y equipos de protección, deben limpiarse después de ser usados, y conservarse todo el tiempo limpios.

7.3. Para el personal de mantenimiento de equipo electromecánico.

En una planta de tratamiento de aguas residuales el equipo eléctrico incluye generalmente, recibidores de potencia y equipo de distribución, equipo para generación de energía, instrumentación y equipo para monitoreo y control.

A fin de operar el equipo eléctrico, es necesario poseer conocimiento general en cuanto a la estructura del equipo, características y procedimientos de operación, localización de los interruptores de operación y fusibles, localización de las llaves de manejo de los paneles de alto

voltaje, así como comprensión de los diagramas eléctricos y de los circuitos de carga y control de la planta. Si mientras se realiza una inspección se detecta sobrecalentamiento, ruido, vibración o cualquier condición anormal en cualquiera de los equipos, es entonces necesario interrumpir el funcionamiento de éstos. En tal caso, debe desarrollarse una investigación inmediata para determinar la causa del daño y restaurar el equipo a su condición normal.

Cuando el equipo se está usando, los operadores deben controlarlo cuidadosamente, operarlo y mantenerlo como ha sido prescrito y tomar las precauciones necesarias para evitar golpes eléctricos; ellos deben observar atentamente el orden de operación. Algunas operaciones eléctricas son peligrosas, de manera que cuando deban realizarse acciones de mantenimiento, inspección o limpieza, se tienen que observar los pasos siguientes:

- a. Cuando se estén ejecutando trabajos, durante un corte de energía programada, el jefe a cargo del mismo debe informar al personal que labora en el sitio acerca de la ubicación y duración del corte y comunicarles cualquier otra información relevante.

El personal a cargo de la ejecución del trabajo debe asimismo, comprobar si los interruptores del panel de distribución han sido abiertos. Para evitar que la energía sea restablecida accidentalmente, debe colocarse un aviso en la manecilla del interruptor del circuito correspondiente, que diga: "Trabajo en ejecución".

- b. Inmediatamente después de que un interruptor haya sido abierto, no deben tocarse los conductores eléctricos. Ellos pueden estar eléctricamente cargados. Esto es aplicable cuando se trata de condensadores de potencia, equipo de alto y de extra alto voltaje, líneas de transmisión y cables de potencia, los cuales aún se mantienen cargados durante algún tiempo después de ser desconectados. Revise tales equipos con un detector de voltaje.
- c. Cuando se esté limpiando evitar subirse a la parte superior del equipo. Maneje los aisladores con especial cuidado para evitar dañarlos. Revise tratando de encontrar contactos flojos, áreas decoloradas y otras irregularidades.
- d. Cuando se trabaja en línea caliente o cuando se operen interruptores relacionados, debe hacerse en grupo de al menos dos personas, para que en caso de accidente, se pueda prestar la ayuda inmediata necesaria.
- e. Si se trabaja en línea caliente o cerca de una línea caliente, hacerlo con particular cuidado y usando el adecuado equipo de protección,

tales como: tubos de hule, cubierta de láminas de hule, guantes y calzado de hule, apropiados al voltaje que se está manejando.

Asegúrese de que su equipo de protección ha sido revisado antes de usarlo.

X. LISTA DE FORMATOS. GENERALIDADES.

La información contenida en estos Formatos no pretende ser absoluta, esta puede variarse suprimiendo o incorporando nuevos datos a fin de lograr sus verdaderos propósitos.

10.1. Estos formatos propuestos servirán para anotar los resultados del inventario o catastro técnico y constituirán la base del archivo técnico.

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

REGISTRO DE BOMBAS DE TORNILLO

4] Unidad No. _____

1] Instalada en: _____ 2] Localización: _____

Fecha de Instalación: _____ Marca: _____ No. de Serie: _____

Modelo: _____ Tipo: _____ Capacidad: _____ Lps.

3] Carga T.D. : _____ m. . Eficiencia: _____ % Tornillo: F _____ mm. Longitud: _____ m.

Angulo de inclinación: _____". 5] Nivel de succión: _____ m. snm. Nivel de descarga: _____ m. snm.

Otros: _____

Datos del Fabricante:

Adjunto:

No Existe:

Manual Descriptivo y de Instalación y Montaje,
Manual de Operación y Mantenimiento.
Lista de Partes.
Nombre y Dirección del Suplidor.
Fecha de Adquisición.
Período de Garantía.

NOTAS:

- 1] Nombre de la Estación de Bombeo
- 2] Localización de la Estación
- 3] Carga total dinámica
- 4] Código o número de identificación de la Unidad
- 5] msnm] Metros sobre el nivel del mar

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

REGISTRO DE BOMBAS DE PISTON

4] Unidad No. _____

1] Instalada en _____ 2] Localización: _____

Fecha de instalación: _____ Marca: _____ No. de Serie: _____

Modelo: _____ Tipo: _____ Capacidad _____ Lps. por cilindrada

3] Carga T.D. _____ m. Eficiencia: _____ % F del cilindro: _____ mm. Carrera del pistón: _____ m.

Tipo de acople con el motor: _____ Relación de desmultiplicación con el motor:

_____ Tubería de columna: Material _____ F _____ mm.

Longitud: _____ m. 5] Nivel de succión _____ m. snm. Nivel de descarga: _____ m. snm.

Otros: _____

Datos del Fabricante:

Adjunto:

No Existe:

Manual Descriptivo y de Instalación y Montaje.
Manual de Operación y Mantenimiento.
Lista de Partes.
Nombre y Dirección del Suplidor.
Fecha de Adquisición.
Período de Garantía.

NOTAS:

- 1] Nombre de la Estación de Bombeo
- 2] Localización de la Estación
- 3] Carga total dinámica
- 4] Código o número de identificación de la Unidad
- 5] msnm] Metros sobre el nivel del mar

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

REGISTRO DE BOMBA SUMERGIBLE PARA AGUAS RESIDUALES

4] Unidad No. _____

1] Instalada en _____ 2] Localización: _____

Fecha de instalación: _____ Marca: _____ No. de Serie: _____

Modelo: _____ Tipo: _____ Capacidad: _____ Lps.

3] Carga T.D.: _____ m. 5] Nivel de succión: _____ msnm. Nivel de descarga: _____ msnm

Motor: _____ Marca: _____ No. de serie: _____

Modelo: _____ Tipo: _____ Potencia: _____ HP Amperios: _____ Voltios: _____

Fase: _____ Ciclo: _____ Hz Factor de servicio: _____ Velocidad: _____ rpm.

Sentido del giro: _____ Clase de aislamiento: _____

Otros: _____

Datos del fabricante:	Adjunto:	No existe
Manual descriptivo y de instalación y montaje.		
Manual de operación y mantenimiento.		
Lista de partes.		
Nombre y dirección del proveedor.		
Fecha de adquisición.		
Periodo de garantía.		

NOTAS:

- 1] Nombre de la Estación.
- 2] Localización de la Estación
- 3] Carga total dinámica
- 4] Código o número de identificación de la Unidad
- 5] Metros sobre el nivel del mar

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

REGISTRO DE MOTORES ELECTRICOS

4] Unidad No. _____

1] Instalada en: _____ 2] Localización: _____

Fecha de instalación: _____ Marca: _____ No. de serie: _____

Modelo: _____ Tipo: _____ Potencia: _____ H.P. Voltios: _____ Amperios: _____

Fase: _____ Ciclo: _____ Hz. Factor de servicio: _____ Velocidad: _____ rpm.

Sentido del giro: _____ Estructura: _____ Aislamiento: _____

F del cuerpo: _____ mm. Lubricada por: _____ Cable: Tipo: _____

Otros: _____

Datos del Fabricante:

Adjunto:

No Existe:

Manual descriptivo y de instalación y montaje.

Manual de operación y mantenimiento.

Lista de de partes.

Nombre y dirección del suplidor.

Fecha de adquisición.

Período de garantía.

NOTAS:

1] Nombre de la estación de bombeo.

2] Localización de la estación.

4] Código o número de identificación de la unidad.

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

REGISTRO DE UNIDAD DE ARRANQUE DE MOTORES

4] Unidad No. _____

1] Instalada en _____ 2] Localización: _____

Fecha de Instalación: _____ Marca: _____

No. de Serie: _____ Modelo: _____ Tipo: _____

Protecciones Térmicas: _____ Tipo: _____ Capacidad: _____ Cortocircuito: _____

Tipo: _____ Capacidad: _____ Inversión y Falla de Fase: _____ Bajo Voltaje: _____

Descargas atmosféricas: _____ Tipo: _____ Amperímetro: con selector: _____ sin selector: _____

Voltímetro: con selector: _____ sin selector: _____ Factor de potencia: _____

Otros: _____

Datos del Fabricante:

Adjunto:

No Existe:

Manual Descriptivo y de Instalación y Montaje.
Manual de Operación y Mantenimiento.
Lista de Partes.
Nombre y Dirección del Suplidor.
Fecha de Adquisición.
Período de Garantía.

NOTAS:

- 1] Nombre de la Estación de bombeo
- 2] Localización de la Estación.
- 4] Código o número de identificación de la Unidad

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

REGISTRO DE CONTROL DE MOTORES

4] Unidad No. _____

1] Instalado en: _____ 2] Localización: _____

Fecha de Instalación: _____ Marca: _____ No. de Serie: _____

Modelo: _____ Tipo: _____ Potencia: _____ HP. Voltios: _____

Amperios: _____ Fase: _____ Ciclo: _____ Hz. Centro de Control: NEMA: _____ Clase: _____

Tipo de Alambrado: NEMA: _____ Tipo de arrancador: _____ Accesorios: Botones de

Arranque: Si _____ No _____ Parada: Si _____ No _____ Switch de transferencia: _____

Transformador de potencia: _____ Luces piloto: Cantidad _____ Color: _____ Tipo: _____

Otros: _____

Datos del Fabricante:

Adjunto:

No Existe:

Manual Descriptivo y de Instalación y Montaje.
Manual de Operación y Mantenimiento.
Lista de Partes.
Nombre y Dirección del Suplidor.
Fecha de Adquisición.
Período de Garantía.

NOTAS:

- 1] Nombre de la Estación de Bombeo
- 2] Localización de la Estación.
- 4] Código o número de identificación de la Unidad

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

REGISTRO DE SUB-ESTACION ELECTRICA

4] Unidad No. _____

1] Instalado en: _____ 2] Localización: _____

Fecha de Instalación: _____ No. de Transformadores _____

Tipo: _____ KVA total: _____ Tipo de Conexión: _____ Montados sobre: Suelo: _____

Poste: _____ Estructura: _____ Características individuales: No. 1: _____ Marca: _____

No. de serie: _____ KVA _____ No. _____ Tipo de conexión: _____

Sumergidos en aceite: _____ Tipo de aceite: _____ No. 2: Marca: _____

No. de serie: _____ KVA: _____ No. _____ Tipo de Conexión: _____ Sumergidos en aceite:

_____ Tipo de aceite: _____ No. 3: Marca _____ No. de serie: _____

KVA _____ No.: _____ Tipo de conexión: _____ Sumergido en aceite: _____ Tipo de aceite: _____

Otros: _____

Datos del Fabricante:

Adjunto:

No Existe:

Manual Descriptivo y de Instalación y Montaje.
Manual de Operación y Mantenimiento.
Lista de Partes.
Nombre y Dirección del Suplidor.
Fecha de Adquisición.
Período de Garantía.

NOTAS:

- 1] Nombre de la Estación o Plantel
- 2] Localización de la Estación o Plantel
- 4] Código o número de identificación de la Unidad

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

REGISTRO DE VÁLVULA

4] Unidad No. _____

1] Instalada en _____ 2] Localización: _____

Fecha de instalación: _____ Tipo de válvula: _____ Marca: _____

Modelo: _____ Diámetro: _____ mm. Extremos _____ Sentido de apertura: _____

No. de vueltas _____ Mecanismo de operación: _____

Otros: _____

Datos del Fabricante:

Adjunto:

No Existe:

Catálogo.
Lista de Partes.
Nombre y Dirección del Suplidor.
Fecha de Adquisición.
Período de Garantía.

NOTAS:

- 1] Nombre de la Estación en que se encuentra instalada
- 2] Localización de la Estación
- 4] Código o Número de identificación de la Unidad

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

REGISTRO DE SISTEMA DE REJILLAS

4] Unidad No. _____

1] Instalada en planta: _____ Localidad: _____

2] Localización: _____ Fecha de instalación: _____

Material: _____ Forma de barras: _____

Dimensiones: _____ Largo _____ m. Ancho: _____ Separación entre barras: _____ mm.

Angulo de las barras con la vertical: _____ ° Tipo de limpieza: _____

Otros: _____

Información adicional:

Adjunto:

No Existe:

Planos constructivos.
Especificaciones técnicas.
Plano general de la planta.

NOTAS:

- 1] Nombre de la planta en la que se encuentra.
- 2] Ubicación de la planta.
- 4] Código o número de identificación de la unidad.

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

REGISTRO DE DESARENADOR

4] Unidad No. _____

1] Construido en: _____ 2] Localización: _____

Fecha de Construcción: _____ 3] Ubicación: _____

Material: _____ Dimensiones: Largo: _____ m. Ancho: _____ m.

Otros: _____

Información Adicional:

Adjunto:

No Existe:

Planos a como fue construido – Ubicación.
Especificaciones técnicas.
Criterios de diseño y cálculos.

NOTAS:

- 1] Nombre de la planta
- 2] Localización de la planta
- 3] Ubicación del desarenador con relación a otras estructuras de la planta
- 4] Código o número de identificación de la unidad

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

REGISTRO DE TRAMPA PARA GRASAS Y ACEITES

4] Unidad No. _____

1] Construida en planta: _____ 2] Localidad: _____

2] Localización: _____ Fecha de construcción: _____

Material: _____ Dimensiones Largo: _____ m. Ancho: _____ m.

Profundidad: _____ Area: _____ m² Entrada: _____ mm. F Salida: _____ mm. F

Otros: _____

Información adicional:

Adjunto:

No Existe:

Planos constructivos.
Especificaciones técnicas.
Criterios de diseño y cálculos.
Plano general de la planta.

NOTAS:

- 1] Nombre de la planta en que se encuentra.
- 2] Ubicación dentro de la planta.
- 4] Código o número de identificación de la unidad.

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

REGISTRO DE TANQUE DE SEDIMENTACIÓN

4] Unidad No. _____

1] Construida en planta: _____ 2] Localidad: _____

2] Localización: _____ Fecha de construcción: _____

Material: _____ Forma: _____ 3] Orden: _____

Dimensiones: F _____ m. Largo: _____ m. Ancho: _____ Profundidad: _____ m.

Tiempo de detención: _____ horas. Carga superficial: Caudal medio _____ m³ mh

Caudal máximo: _____ m³ mh. Esquema del proceso de tratamiento: _____

Velocidad de los rascadores: _____ m/min.

Otros: _____

Información adicional:

Adjunto:

No Existe:

- Planos a como fue construido.
- Plano general de la planta.
- Especificaciones técnicas.
- Criterios de diseño y cálculos.
- Manual descriptivo, instalaciones y montaje del equipo.
- Manual de operación y mantenimiento.
- Nombre y dirección del fabricante.
- Fecha de adquisición.
- Lista de partes de repuesto.
- Período de garantía.

NOTAS:

- 1] Nombre de la planta donde se encuentra el tanque.
- 2] Ubicación de la planta.
- 3] Primario o secundario.
- 4] Código o número de identificación de la unidad.

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

REGISTRO DE TANQUE DE AIREACION

4] Unidad No. _____

1] Construido en: _____ 2] Localidad: _____

2] Localización: _____ Fecha de construcción: _____

Material: _____ **Forma:** _____ **Dimensiones:** Largo: _____ m. Ancho: _____ m.

Profundidad: _____ m. Altura del líquido: _____ m. F _____ m. **Borde libre** _____ m.

Sistema de aireación: Tipo: _____ **Dimensiones:** _____ Tubería de aire: F _____ mm.

Material: _____ 3] Dotado con equipo de bombeo de lodos: Si No

Otros: _____

Información adicional:

Adjunto:

No Existe:

- Plano general de la planta.
- Plano de cómo fue construido el tanque.
- Especificaciones técnicas.
- Criterios de diseño y cálculos.
- Manual descriptivo de instalación y montaje del equipo.
- Manual de operación y mantenimiento.
- Lista de partes de repuesto.
- Fecha de adquisición.
- Nombre y dirección del fabricante.
- Período de garantía.

NOTAS:

- 1] Nombre de la planta donde se encuentra el tanque.
- 2] Ubicación de la planta.
- 3] Registro del equipo de bombeo de lodos no está considerado.
- 4] Código o número de identificación de la unidad.

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

REGISTRO DE TANQUE SEPTICO

4] Unidad No. _____

1] Construido en: _____ Localidad: _____

2] Localización: _____ Fecha de construcción: _____

Material: _____ Forma: _____ Dimensiones: F: _____ m. Largo: _____ m.

Profundidad: _____ m. Profundidad útil: _____ m. Numero de cámaras: _____

Dimensión de las cámaras: F _____ m. Largo _____ m. Ancho: _____ m. Profundidad: _____ m.

Boca de inspección: F _____ m. Período de retención: _____ días. Capacidad de

Almacenamiento de lodo digerido: _____ meses.

Otros: _____

Información adicional:

Adjunto:

No Existe:

Planos de cómo fue construida.
Plano general de la planta.
Especificaciones técnicas.
Criterios de diseño y cálculos.
Manual de operación y mantenimiento.

NOTAS:

- 1] Nombre de la planta donde se encuentra.
- 2] Ubicación de la planta.
- 4] Código o número de identificación de la unidad.

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

REGISTRO DE TANQUE IMHOFF

4] Unidad No. _____

1] Construido en: _____ Localidad: _____

2] Localización: _____ Fecha de construcción: _____

Material: _____ Dimensiones: Largo _____ m. Ancho: _____ m. Profundidad: _____ m.

Deflector de espumas: Por debajo de la superficie: _____ Por encima: _____ Borde libre: _____

Zona de ventilación de gases: Superficie en % del total: _____%. Anchura de abertura: _____ cm.

Cámara de digestión: Volumen: _____ m³/hab. Distancia libre hasta el nivel de lodos: _____ cm.

Otros: _____

Información adicional:

Adjunto:

No Existe:

Plano general de la planta.
Plano de cómo fue el tanque construido.
Especificaciones técnicas.
Criterios de diseño y cálculos.
Manual de operación y mantenimiento.

NOTAS:

- 1] Nombre de la planta donde se encuentra.
- 2] Ubicación de la planta.
- 4] Código o número de identificación de la unidad.

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

REGISTRO DE FILTRO INTERMITENTE DE ARENA

4] Unidad No. _____

1] Construido en: _____ Localidad: _____

2] Localización: _____ Fecha de construcción: _____

Material: _____ Dimensiones: Largo _____ m. Ancho: _____ m. Profundidad: _____ m.

Altura de la capa filtrante: Grava: _____ m. Gravilla: _____ m. Arena: _____ m.

Medio filtrante: Tamaño efectivo: _____ mm. Coeficiente de uniformidad: _____

Cama soporte: Tamaño efectivo: _____ mm. Tubería lateral: F _____ mm. Oficio: F _____ mm.

Separación entre orificios: _____ m Separación entre tubos laterales: _____ m. Distribución: Tipo: _____

Tubería de ventilación: F _____ mm. Material: _____ Longitud: _____ m.

Otros: _____

Información adicional:

Adjunto:

No Existe:

Plano general de la planta.
Plano de cómo fue el filtro construido.
Especificaciones técnicas.
Criterios de diseño y cálculos.
Manual de operación y mantenimiento.

NOTAS:

- 1] Nombre de la planta donde se encuentra el filtro.
- 2] Ubicación de la planta.
- 4] Código o número de identificación de la unidad.

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

REGISTRO DE FILTRO PERCOLADOR

4] Unidad No. _____

1] Construido en: _____ Localidad: _____

2] Localización: _____ Fecha de construcción: _____

Material: _____ Forma: _____ Dimensiones: F _____ m. Largo: _____ m.

Ancho: _____ m. Profundidad: _____ m. Material del medio filtrante: _____

Profundidad del filtro: _____ m. Tipo de filtro: Baja carga: Alta carga:

3] Dotado con equipo de bombeo para recirculación: Si: No: Ventilación:

Tipo: Forzada Natural Distribución: Tipo: Hidráulica Motor

Otros: _____

Información adicional:

Adjunto:

No Existe:

- Plano general de la planta.
- Plano de cómo fue construido el filtro.
- Especificaciones técnicas.
- Criterios de diseño y cálculos.
- Manual descriptivo de instalación y montaje del equipo.
- Manual de operación y mantenimiento.
- Lista de partes de repuesto.
- Fecha de adquisición.
- Nombre y dirección del fabricante.
- Período de garantía.

NOTAS:

- 1] Nombre De la planta donde se encuentra el filtro.
- 2] Ubicación de la planta.
- 3] Registro del equipo no está considerado.
- 4] Código o número de identificación de la unidad.

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

**CALCULO DE LOS DIAS HABILES REQUERIDOS PARA
IMPLANTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO**

Grupo	Unidades Existentes	Trabajo a Realizar	Duración en Días	Intervenciones por Año	Días Requeridos

- GRUPO:** Según se propone en el Cuadro No.1.
- UNIDADES EXISTENTES:** Componentes del Sistema de Alcantarillado obtenidos del Cuadro No.2.
- TRABAJO A REALIZAR:** Por Grupo determinado descrito en las Guías.
- DURACIÓN EN DIAS:** Estimado en días del tiempo que durará la ejecución de una acción determinada.
- INTERVENCIONES POR AÑO:** Número de intervenciones a ser realizadas por año.
- DIAS REQUERIDOS:** Para ejecutar todas las acciones del Plan y es el resultado de multiplicar los datos de las columnas No.2, No.4, y No.5.

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

CALENDARIO DE EJECUCION DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

Fecha	Nombre de Localidad	Nombre del Plantel	Número de la Unidad	Mantenimiento Correspondiente A:	A ser ejecutado por:

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

CONTROL DE MANTENIMIENTO Y DE DAÑOS

Fecha	Nombre de Planta	Identif. de Unidad	Trabajo Realizado	Tiempo Empleado	Material Utilizado	Costo	Número de Brigada	Supervisado

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

CONTROL DE MANTENIMIENTO Y DE DAÑOS

NOMBRE DE LA PLANTA _____

UNIDAD No- _____

Fecha	Trabajo Realizado	Tiempo Empleado	Material Usado	Costo	Número de Brigada	Supervisado

10.2. Los Formatos propuestos, siguientes, pueden ser utilizados por los operadores de planta y por los inspectores de mantenimiento para reportar los resultados de sus observaciones y las actividades realizadas.

La información contenida en estos Formatos, servirá para evaluar el funcionamiento del sistema de alcantarillado y determinar las medidas a tomar antes de que se produzcan situaciones que lleguen a adquirir un carácter de emergencia.

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

**INFORME DE TRABAJO
PLANTA DE TRATAMIENTO A BASE DE LAGUNAS DE ESTABILIZACION**

Localidad: _____ **Nombre de la planta:** _____

Periodo del informe: **Semana del** _____ **al** _____ **de** _____ **de** _____

ACTIVIDADES	DIAS DE LA SEMANA / HORAS DE EJECUCIÓN						
	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
Limpieza de rejillas. Volumen de lodos removidos.							
Limpieza de canales.							
Limpieza del desarenador. Volumen de lodos removidos.							
Remoción de natas en lagunas. Volumen.							
Limpieza de taludes y andenes.							
Disposición del lodo removido. Aplicación de cal.							

Operador: _____

Operador: _____

Operador: _____

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

INFORME

OBSERVACIONES DE CAMPO EN LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN

Fecha: _____ de _____

Localidad: _____ Planta de Tratamiento: _____

OBSERVACIONES	CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LAS LAGUNAS					
Coloración						
Verdosa						
Verde lechosa						
Café						
Rojiza						
Negrizca						
Otra						
Lodos Flotantes						
Abundante						
Poco						
No hay						
Natas Vegetales						
Abundante						
Poca						
No hay						
Vegetación en los Diques						
Abundante						
Poca						
No hay						
Olor						
Apreciable						
Ligero						
No hay						
Suciedad en Canales						
Hay						
No hay						

Observaciones: _____

Informado Por: _____

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

REGISTRO DE CAUDALES

Fecha: _____ de _____ de _____ Localidad: _____

Nombre de la Planta: _____

HORA	PUNTO DE MEDICION				OBSERVACIONES / PERIODO DE LLUVIA
	ENTRADA		SALIDA		
	H (cms)	Q (L/s)	H (cms)	Q (L/s)	
1 am					
2 ⁴⁰³					
3 ⁴⁰³					
4 ⁴⁰³					
5 ⁴⁰³					
6 ⁴⁰³					
7 ⁴⁰³					
8 ⁴⁰³					
9 ⁴⁰³					
10 ⁴⁰³					
11 ⁴⁰³					
12 m					
1 pm					
2 ⁴⁰³					
3 ⁴⁰³					
4 ⁴⁰³					
5 ⁴⁰³					
6 ⁴⁰³					
7 ⁴⁰³					
8 ⁴⁰³					
9 ⁴⁰³					
10 ⁴⁰³					
11 ⁴⁰³					
12 am					

H = Lectura de la Escala Graduada.

Q = Caudal.

L/s = Litros por segundo.

OPERADOR / DIA: _____ OPERADOR / NOCHE: _____

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

INFORME DEL ESTADO DEL TIEMPO

Fecha: ____ de _____ de _____

Localidad: _____ Nombre de la Planta: _____

PARAMETROS	HORA DE MEDICION			LUGAR DE MEDICION
	6:00 am	12:00 m	6:00 pm	
Temperatura ° C				
p.H.				

ESTADO DEL DIA	PERIODO DE OBSERVACION			NOTAS
	6:00 am– 12:00 m	12:00 m– 6:00 pm	6:00 pm– 6:00 am	
Soleado				
Nublado				
Lluvia fuerte				
Lluvia moderada				
Llovizna				

Informe Diurno Por:

Informe Nocturno Por:

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

**PARÁMETROS OPERACIONALES DIARIOS
DE LAGUNAS DE ESTABILIZACION**

Fecha: ____ de ____ de ____ Localidad: _____

Nombre de la Planta: _____

PARAMETROS	1] PUNTO DE TOMA DE MUESTRA / IDENTIFICACIÓN DE LA LAGUNA							
	SISTEMA							
	ENTRADA	SALIDA						
p.H.								
O.D.								
D.B.O.								
D.Q.O.								
Nitrógeno Kjeldohl								
Fosfatos Totales								
Sólidos Disueltos								
Sólidos Suspendidos								
Sólidos Sedimentables								
Coliformes Totales								
Coliformes Fecales								

OBSERVACIONES: _____

MUESTRA COLECTADA POR: _____ MUESTRA ANALIZADA POR: _____

- O.D.** = Oxígeno Disuelto
- D.B.O.** = Demanda Bioquímica de Oxígeno
- D.Q.O.** = Demanda Química de Oxígeno

1] Código o Número de identificación de la laguna.

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

**RESUMEN DE PARÁMETROS OPERACIONALES
DE LAGUNAS DE ESTABILIZACION**

Fecha: ___ de ___ de ___ Período: del ___ de ___ al ___ de ___ de ___

Localidad: _____ Nombre de la Planta: _____ 1] Laguna: _____

PARÁMETROS	No. DE DETERMINACIONES	\bar{X}	VALOR		OBSERVACIONES
			MAXIMO	MINIMO	
T ° C					
p.H					
O.D.					
D.B.O.					
D.Q.O.					
Nitrógeno Kjeldahl					
Fosfatos Totales					
Sólidos Disueltos					
Sólidos Suspendidos					
Sólidos Sedimentables					
Coliformes Totales					
Coliformes Fecales					

1] : Código o Número de identificación de la Unidad.

\bar{X} : Valor promedio aritmético.

O.D.: Oxígeno Disuelto.

D.B.O.: Demanda Bioquímica de Oxígenos.

D.Q.O.: Demanda Química de Oxígeno.

INFORME POR: _____

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

INFORME DE RECORRIDO DE INSPECCION

Tramo de tubería con una longitud de: _____ m., F de _____ mms, material de _____

Localizado en: _____ entre _____ y _____

Pozos de Visita No. _____ y No. _____.

Item Inspeccionado	Detalles Observados	Condición Encontrada		Localización del Defecto, si lo hay
		Si	No	
Línea de Tubería.	-Pozo derramando – Obstrucción. -Filtración de agua en P.V. -Asentamiento y hundimiento cerca de la tubería. -Efectos de construcción y otras trabajos cerca de la tubería. -Uso ilegal del terreno y otros cambios ambientales en las áreas donde se extiende la tubería. -Diferencia entre los planos y los sitios actuales. -P.V. sin tapa o tapa en mal estado. -P.V., en buen estado. -Cajas de registro sin tapa o dañadas. -Hundimiento cercano a la caja. -Corriente de agua en el cauce. P.V., con sedimentos.			

Fecha: ___ de ___ de ___

Informado Por: _____

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

INFORME DE TRABAJO DE LIMPIEZA DE TUBERIA

Fecha:_____ Localidad:_____ Sector:_____

LOCALIZACIÓN DEL TRAMO				
De Pv. No. a Pv. No.	Diámetro mm	Longitud m	Volumen de lodos removidos	Observaciones

Observación del estado de las instalaciones:_____

(Descripción de daños y su ubicación):_____

Equipo utilizado

Personal

Informe elaborado por:_____ Supervisor:_____

**NOMBRE DE LA EMPRESA OPERADORA
UNIDAD DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

INFORME

**LONGITUD DE TUBERÍA EXISTENTE EN
LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO - METROS**

Localidad de: _____ Período del ___ al ___ de _____ de _____

Diámetro / Material	Existentes al Inicio del Período	Instalada en el Período	Retirada en el Período	Total Existente al Final del Período
4" PVC (100 mm) Concreto				
6" PVC (150 mm) Concreto				
8" PVC (200 mm) Concreto				
10" PVC (250 mm) Concreto				
12" PVC (300 mm) Concreto				
14" PVC (350 mm) Concreto				
16" PVC (400 mm) Concreto				
18" PVC (450 mm) Concreto				
20" (500 mm) Concreto				
24" (600 mm) Concreto				
30" (750 mm) Concreto				
36" (900 mm) Concreto				
40" (1000 mm) Concreto				
Longitud Total:				

Informe preparado por: _____ Fecha: _____

BIBLIOGRAFIA

1. **LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN** – Teoría, diseño, evaluación y mantenimiento. Fabián Yáñez Cossio (1993).
2. **CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE LAGUNAS DE OXIDACIÓN.** Apuntes para el curso: “Conservación de aguas”, por: Claudio Gutiérrez Huete (Junio 1978).
3. **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.** Diseño del alcantarillado sanitario de la localidad de Sèbaco, Departamento de Matagalpa, por: Proyectos de ingeniería sanitaria y ambiental – PROISA (Marzo, 1999).
4. **GUIAS TECNICAS PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.** Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA) – Ente regulador.
5. **MANUAL DE DISPOSICION DE AGUAS RESIDUALES.** – Origen, descarga, tratamiento y análisis de las aguas residuales. Tomo I – Tomo II. COOPERACION TECNICA REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) /OPS/OMS.
6. **MODULOS DE FORMACION Y DE PERFECCIONAMIENTO DEL PERSONAL DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.** – COOPERACIÓN TECNICA – REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA (CEPIS) HPE/OPS.
7. **MAINTENANCE OF SEWER PIPES – MAINTENANCE OF SEWAGE TREATMENT PLANTS.** Hiroshima Sewerage Bureau – Hiroshima Prefecture Sewerage Corporation. JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY.
8. **MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO – LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN.** Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales – Jinotega. Elaborado por: Ing. Alvaro Largaespada V., para DYWIDAG.
9. **INGENIERIA SANITARIA APLICADA A SANEAMIENTO Y SALUD PUBLICA.** Por: Unda Opazo.
10. **MANUAL DE DISPOSICION DE AGUAS RESIDUALES.** Tomo No. II. Cooperación Técnica República Federal de Alemania.
11. **ESTACIONES DE BOMBEO – BOMBAS Y MOTORES UTILIZADOS EN ABASTECIMIENTO DE AGUA.** Manual DTIAPA No. E-4 CEPIS. Programa de Protección de la Salud Ambiental HPE. Ing. Antonio Ferreccio Nosiglia.
12. **TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES – Teoría y Principios de Diseño** – Jairo Alberto Romero Rojas.
13. **Informe Final.** Manual de Operación y Mantenimiento – PROYECTO DE ACTUALIZACION DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE MANAGUA. Por: Proctor & Redfern.
14. **Catálogo de John Meunier.** – IHV & HHV Hydrovex Flow Regulators.