



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN**



**DIMENSIONAMIENTO DE UNA PLANTA DE AGUAS  
RESIDUALES DE TIPO MUNICIPAL**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO QUIMICO**

**P R E S E N T A:**

**FRANCISCO JAVIER GOMEZ GURIDI**

**ASESOR:**

**ING. ARIEL SAMUEL BAUTISTA SALGADO**

**CUAUTITLAN IZCALHI, EDO. DE MEX.**

**1993**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## INDICE

	PAG.	
1.0	POBLACION DE PROYECTO.	14
2.0	DISEÑO FUNCIONAL INTEGRAL.	18
3.0	DISPOSITIVOS DE CRIBADO.	23
4.0	DISPOSITIVOS PARA REMOSION DE ARENA.	31
5.0	ESTACIONES DE BOMBEO.	38
6.0	PROCESO DE LODOS ACTIVADOS.	44
7.0	SEDIMENTACION.	51
8.0	DESINFECCION.	64
9.0	ESPESAMIENTO DE LODOS.	76
10.0	DIGESTION.	87
11.0	DESHIDRATACION DE LODOS.	97
	CONCLUSTONES	103
	GLOSARIO	104

## INTRODUCCION

LA ALTERACION DE LOS NIVELES FISICOS Y QUIMICOS NORMALES QUE SE REGISTRAN EN EL AMBIENTE ES UN FENOMENO QUE ESTA INTIMAMENTE LIGADO CON EL DESARROLLO INDUSTRIAL Y EN CONSECUENCIA, HA TENIDO UN CONSIDERABLE INCREMENTO EN LAS REGIONES MAS DESARROLLADAS GENERANDO CON ESTO UN ALTO GRADO DE CONTAMINACION. SIENDO EL AGUA UNO DE LOS RECURSOS QUE SE UTILIZAN EN TODO TIPO DE INDUSTRIA SE HA VISTO CONSIDERABLEMENTE AFECTADO POR ESTE FENOMENO.

DEBIDO A LAS CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS DE NUESTRO TERRITORIO NACIONAL, EL USO Y REUSO EFICIENTE DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS SON ACTIVIDADES QUE SE DEBEN REALIZAR EN FORMA INTENSIVA. EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS URBANAS RESULTA CADA VEZ MAS COSTOSO. POR LO QUE SE DEBE EVITAR EL DESPERDICIO DE AGUA POTABLE Y PROCURAR EL MAXIMO APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS SERVIDAS. PARA ELLO ES NECESARIO EVITAR LA CONTAMINACION DE LAS FUENTES ACTUALES Y FUTURAS DE ABASTECIMIENTO, MEDIANTE EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES, PARA LO CUAL SE REQUIERE DE LA CONSTRUCCION DE PLANTAS DE DIVERSOS TIPOS Y CAPACIDADES.

SIENDO EL ABASTECIMIENTO DE AGUA UN PROBLEMA DE PRIMER ORDEN EN NUESTRO PAIS, Y COMO CONSECUENCIA UNO DE LOS PRINCIPALES OBJETIVOS DEL ACTUAL GOBIERNO LA CONSTRUCCION DE PLANTAS DE TRATAMIENTO TANTO PARA DESCARGAS DE TIPO MUNICIPAL ASI COMO DE TIPO INDUSTRIAL. EL PRESENTE TRABAJO TIENE COMO FINALIDAD EL DESARROLLO DEL DISEÑO PARA UNA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES DE TIPO MUNICIPAL Y ASI CON ESTO FOMENTAR EL REUSO DEL AGUA, Y ADEMAS EL DE DEMOSTRAR QUE EL AGUA RESIDUAL PROCEDENTE DE DESCARGAS DE TIPO MUNICIPAL PUEDE SER SOMETIDA A UN TRATAMIENTO CON EL QUE SE LE PUEDE DAR LA CALIDAD ADECUADA DE ACUERDO A LOS PARAMETROS ESTABLECIDOS POR SEDUE PARA SU REUSO.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## OBJETIVOS Y ALCANCES

### OBJETIVOS.

EL OBJETIVO DEL PRESENTE TRABAJO CONSISTE EN ESTABLECER UN SISTEMA QUE PERMITA TRATAR AGUAS RESIDUALES DE TIPO MUNICIPAL CON EL OBJETO DE PODERLAS REUTILIZAR COMO AGUA PARA RIEGO DE AREAS VERDES TOMANDO COMO BASE LOS LINEAMIENTOS DE CALIDAD DE AGUA ESTABLECIDOS POR SEDESOL. EN ESTE CASO NO SE PROPONE LA CALIDAD FINAL DEL AGUA TRATADA CON CARACTERISTICAS DE AGUA POTABLE DEBIDO QUE PARA PODERLE DAR ESA CALIDAD SE REQUIEREN DE TRATAMIENTOS DE TIPO TERCIARIO LOS CUALES TIENEN UN COSTO BASTANTE ELEVADO.

LOS DIFERENTES METODOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS SE HAN DESARROLLADO PERSIGUIENDO DOS FINES PRINCIPALMENTE: LA REMOSION DE SOLIDOS Y LA ESTABILIZACION BIOLOGICA DE LA MATERIA ORGANICA.

EXISTEN VARIOS GRADOS DE TRATAMIENTO A LOS CUALES SE PUEDE SOMETER EL AGUA A TRATAR, ESTOS SON: PRETRATAMIENTO, TRATAMIENTO PRIMARIO, SECUNDARIO, TERCIARIO AVANZADO.

EL PRETRATAMIENTO CONSISTE EN UN SERIE DE REJILLAS O CRIBAS LAS CUALES RETIENEN MATERIA VOLUMINOSA Y CANALES DESARENADORES EN DONDE SON REMOVIDAS ARENAS, YA QUE LAS MISMAS PROVOCARIAN PROBLEMAS EN TUBERTAS Y EQUIPOS DE BOMBEO.

EL TRATAMIENTO PRIMARIO CONSISTE BASICAMENTE EN SEPARACION DE SOLIDOS SEDIMENTABLES O FLOTABLES NO REMOVIDOS EN EL PRETRATAMIENTO, ADEMAS DE LA SEPARACION DE GRASAS Y ACEITES.



EL TRATAMIENTO SECUNDARIO CONSISTE EN UNA SERIE DE PROCESOS BIOLÓGICOS Y/O QUÍMICOS A LOS QUE SON SOMETIDOS LOS EFLUENTES DEL PRIMARIO. LOS PROCESOS BIOLÓGICOS TIENEN COMO FUNCIÓN PRINCIPAL DESCOMPONER EL CONTENIDO ORGÁNICO DE LAS AGUAS RESIDUALES, MEDIANTE EL APROVECHAMIENTO DE MICROORGANISMOS QUE UTILIZAN EL OXÍGENO DISUELTTO PARA EL DESARROLLO DE SUS FUNCIONES VITALES Y OTROS QUE NO NECESITAN OXÍGENO PARA DESCOMPONER LA MATERIA ORGÁNICA LLEVANDOSE ACABO EN FORMA AEROBICA Y/O ANAEROBICA RESPECTIVAMENTE. LAS DOS FORMAS DE DESCOMPOSICIÓN BACTERIANA SON DE UTILIDAD, PUDIENDOSE ESTABLECER A VOLUNTAD LAS CONDICIONES QUE FAVORESCAN A UNA U OTRA, SEGUN LO REQUIERA EL PROCESO. LOS SUBPRODUCTOS OBTENIDOS POR VIA AEROBICA SON ESTABLES E INOFENSIVOS Y LOS OBTENIDOS POR VIA ANAEROBICA SON INESTABLES Y DE MAL OLOR.

EXISTEN VARIOS TIPOS DE TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS DENTRO DE LOS CUALES SE TIENEN:

- a) Lodos Activados
- b) Filtros Percoladores
- c) Lagunas de Estabilización

a) Lodos Activados

SU FUNCIÓN PRINCIPAL ES OXIDAR Y REMOVER LA MATERIA ORGÁNICA SOLUBLE Y COLOIDAL PRESENTE EN EL AGUA RESIDUAL.

EL OXÍGENO NECESARIO PARA QUE LOS MICROORGANISMOS PUEDAN LLEVAR A CABO ESTAS REACCIONES DE OXIDACIÓN Y PRODUCCIÓN DE NUEVAS CELULAS ES SUMINISTRADO POR MEDIO DE DIFUSORES O AERADORES MECANICOS Y CONSISTE EN LA AGITACIÓN DE UNA MEZCLA DE AGUA RESIDUAL LA CUAL SE ESTABILIZA BIOLÓGICAMENTE EN UN REACTOR BAJO CONDICIONES AEROBICAS. DURANTE UN TIEMPO ADECUADO PARA COAGULAR UNA GRAN PORCIÓN DE SUSTANCIAS COLOIDALES,

2

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

SEGUIDO DE UNA SEDIMENTACION ADECUADA PARA SEPARAR EL LODO FLOCULADO: EL LODO ACTIVADO ES PRODUCIDO POR LOS MISMOS MICROORGANISMOS DURANTE LA SINTESIS CELULAR.

COMO SE MENCIONO LA PARTE FUNDAMENTAL DEL PROCESO SE REALIZA EN LOS TANQUES DE AERACION, DONDE EL OXIGENO ES SUMINISTRADO PARA SATISFACER LAS DEMANDAS DE LOS MICROORGANISMOS Y PODER LLEVAR A CABO LA DEGRADACION DE LA MATERIA ORGANICA.

LA SEDIMENTACION DE LOS LODOS ACTIVADOS SE LLEVA A CABO EN UN TANQUE DE SEDIMENTACION SECUNDARIO, DONDE PARTE DE ESTOS SON RECIRCULADOS PARA MANTENER UNA CONCENTRACION ADECUADA EN LOS TANQUES DE AERACION. EL EXCESO DE LODOS ES ENVIADO A TRATAMIENTO DE ACUERDO A SU DISPOSICION FINAL.

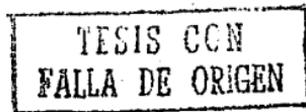
#### b) FILTROS ROCIADORES

CONSTAN DE UN LECHO EMPACADO A TRAVES DEL CUAL SE HACE PASAR EL EFLUENTE DEL TRATAMIENTO PRIMARIO. AL PONER EN CONTACTO EL LQUIDO CON LOS CULTIVOS BIOLÓGICOS ES ABSORBIDO POR LA BIOMASA Y POSTERIORMENTE BIODEGRADADO.

AL SER MOVIDA LA MATERIA ORGANICA POR LA PELICULA BIOLÓGICA, SU ESPESOR CRECE, DESPRENDIENDOSE PARTE DE LA MISMA DEBIDO AL PESO Y A LA ACCION MECANICA DEL AGUA, MANTENIENDOSE ASI UN ESPESOR CASI CONSTANTE. LA BIOMASA DESPRENDIDA ES SEPARADA DEL AGUA TRATADA EN EL SEDIMENTADOR SECUNDARIO.

#### c) LAGUNAS DE ESTABILIZACION

SU VENTAJA RADICA EN LO ECONOMICO QUE REPRESENTA SU CONSTRUCCION MANTENIMIENTO Y OPERACION; EL PRINCIPAL PROBLEMA QUE REPRESENTA ES QUE SE NECESITA UN GRAN AREA DE TERRENO PARA



SU INSTALACION. ESTAS LAGUNAS SE CLASIFICAN EN ANAEROBICAS, AEROBICAS Y FACULTATIVAS.

LAS LAGUNAS AEROBICAS OPERAN DE FORMA SIMILAR AL SISTEMA DE LODOS ACTIVADOS, LA UNICA DIFERENCIA ES QUE EL OXIGENO PROVIENE DE LA FOTOSINTESIS EFECTUADA CON VEGETACION MICROSCOPICA (ALGAS).

LAS LAGUNAS ANAEROBICAS NO REQUIEREN DE OXIGENO PARA SU ACTIVIDAD BACTERIANA DE DEGRADACION.

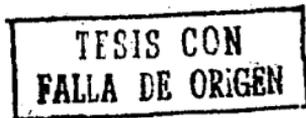
LAS LAGUNAS FACULTATIVAS SON AQUELLAS QUE OPERAN TANTO AEROBICA COMO ANAEROBICAMENTE. EN LA PARTE SUPERIOR LA DEGRADACION SE LLEVA A CABO POR VIA AEROBICA Y EN LAS PROFUNDIDADES EN DONDE LA LUZ NO LLEGA, EL PROCESO ES POR VIA ANAEROBICA.

PARA LO CUAL SE PROPONE UN TRATAMIENTO BIOLÓGICO DEBIDO A LAS CARACTERISTICAS DE LA DESCARGA, EL SISTEMA SELECCIONADO ES DE LODOS ACTIVADOS. EN EL PRESENTE TRABAJO SE DESARROLLARA EL DIMENSIONAMIENTO DE CADA UNO DE LOS EQUIPOS QUE FORMAN PARTE DE DICHO SISTEMA.

#### ALCANCES

\* PARA TAL EFECTO SE ESTABLECERAN LOS REQUERIMIENTOS MINIMOS DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES PARA LA ALTERNATIVA DE REUSO O DISPOSICION FINAL SELECCIONADA.

\* SE SEÑALARAN LAS CARACTERISTICAS DEL PREDIO PARA QUE EL PROCESO SE EFECTUE POR GRAVEDAD, CON EL OBJETO DE MINIMIZAR LOS REQUERIMIENTOS DE ENERGIA.



\* SE DESCRIBIRAN LAS ETAPAS DE DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LAS CUALES SE PUEDEN DIVIDIR EN LAS SIGUIENTES ETAPAS:

- I. DISEÑO CONCEPTUAL.
- II. DISEÑO DIMENSIONAL E HIDRAULICO.
- III. DISEÑO ESTRUCTURAL.
- IV. DISEÑO ARQUITECTONICO.
- V. DISEÑO ELECTROMECHANICO.

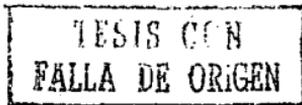
#### I. DISEÑO CONCEPTUAL.

SE LLEVARA A CABO EL DISEÑO CONCEPTUAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO, BASADO EN LOS RESULTADOS DE LOS TRABAJOS DE TOPOGRAFIA Y MECANICA DE SUELOS.

EL DISEÑO CONSISTIRA EN LA DISTRIBUCION DE LAS DIFERENTES OPERACIONES Y PROCESOS QUE CONFORMAN EL SISTEMA DE TRATAMIENTO Y ARREGLO DE LA PLANTA, DE MANERA TAL QUE SE ASEGURE AL MAXIMO EL FLUJO DEL AGUA, POR GRAVEDAD, A TRAVES DE TODO EL SISTEMA.

EL TREN DE TRATAMIENTO QUE SE DEBERA SELECCIONAR ESTARA DADO EN FUNCION DE LOS CONTAMINANTES QUE SE ENCUENTRAN CONTENIDOS EN EL AGUA RESIDUAL A TRATAR. ESTOS SE PUEDEN DIVIDIR EN ORGANICOS E INORGANICOS.

LOS ORGANICOS PROVIENEN TANTO DEL REINO ANIMAL COMO DEL REINO VEGETAL ASI COMO DE LAS ACTIVIDADES DEL HOMBRE EL CUAL SINTETIZA COMPUESTOS ORGANICOS. LOS PRINCIPALES GRUPOS DE SUSTANCIAS ORGANICAS ENCONTRADAS EN EL AGUA RESIDUAL SON PROTEINAS (40-60%), CARBOHIDRATOS (25-50%) Y GRASAS Y ACEITES (10%). AL USAR EL AGUA EN UN MUNICIPIO SE AGREGAN COMPUESTOS



INORGANICOS COMO, SULFATOS, CLORUROS, FOSFATOS Y METALES PESADOS. ALGUNOS DE LOS COMPUESTOS ORGANICOS E INORGANICOS SE ENCUENTRAN PRESENTES COMO MATERIA SUSPENDIDA, LA CUAL PUEDE SER SIMPLEMENTE REMOVIDA POR MEDIO DE LA SEDIMENTACION. MIENTRAS QUE UNA GRAN CANTIDAD DE COMPUESTOS ORGANICOS PRESENTES EN EL AGUA RESIDUAL SON MATERIALES BIODEGRADABLES.

TAMBIEN ES IMPORTANTE LA REMOSION DE BACTERIAS PATOGENAS Y VIRUS. OTROS ELEMENTOS QUE SE ENCUENTRAN PRESENTES EN EL AGUA RESIDUAL COMO EL FOSFORO Y EL NITROGENO QUE PUEDEN ESTIMULAR UN UN CRECIMIENTO INDESEADO DE ALGAS EN LAGOS Y RIOS.

EN ESTE CASO SE CONSIDERA QUE EL AGUA RESIDUAL A TRATAR ES DE TIPO MUNICIPAL POR LO QUE LOS CONTAMINANTES PRINCIPALES SERAN:

DBO <sub>5</sub>	=	250 PPM
SST	=	250 PPM
FOSFORO	=	10 PPM
NITROGENO	=	20 PPM

ESTOS DATOS FUERON TOMADOS DE INFORMACION BIBLIOGRAFICA, CABE HACER NOTAR QUE PARA TENER UN DISEÑO MAS CONFIBLE PARA UN CASO EN PARTICULAR SE RECOMIENDA LLEVAR A CABO LA CARACTERIZACION DEL AGUA RESIDUAL A TRATAR.

LOS TRENES DE TRATAMIENTO QUE SE DEBERAN CONSIDERAR PARA EL TIPO DE DESCARGA QUE SE PROPONE TRATAR SON :

- PRETRATAMIENTO: CANAL DE CRIBADO Y CAMARA DESARENADORA.
- CARCAMO DE BOMBEO.
- TRATAMIENTO SECUNDARIO: TANQUE DE AEREACION Y SEDIMENTADOR SECUNDARIO, ASI COMO UN TANQUE DE CLORACION.
- TRATAMIENTO DE LODOS.

EL ARREGLO Y LA UBICACION DE LAS UNIDADES ENTRE SI DEBERA SER TAL QUE: SE OPTIMICE EL TERRENO DISPONIBLE, DISMINUYAN LOS REQUERIMIENTOS DE OBRA, SE REDUZCA AL MAXIMO POSIBLE LA LONGITUD DE LAS INTERCONEXIONES NECESARIAS, Y SE LOGRE UNA PERFECTA FUNCIONALIDAD DE LA PLANTA, ASI COMO, UN ADECUADO ACCESO A LAS UNIDADES PARA FACILITAR LAS LABORES DE OPERACION Y MANTENIMIENTO.

ESPECIAL ATENCION SE DARA AL ASPECTO ESTETICO DE LA PLANTA, POR LO QUE SE BUSCARA SIMETRIA EN LA DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS, SIN QUE POR ELLO, SE DESCUIDE LA EXIGENCIA DE LOGRAR REDUCIR AL MINIMO LAS EXCAVACIONES Y MOVIMIENTOS DE TIERRAS MEDIANTE UN APROVECHAMIENTO ADECUADO DE LA TOPOGRAFIA DEL TERRENO.

## II. DISEÑO DIMENSIONAL E HIDRAULICO.

DE ACUERDO CON LOS PARAMETROS DE DISEÑO, ASI COMO CON CRITERIOS PLENAMENTE ACEPTADOS DENTRO DE LA ESPECIALIDAD DE DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO Y DEL TREN DE TRATAMIENTO DEFINIDO, SE LLEVARA A CABO EL DIMENSIONAMIENTO DETALLADO DE CADA UNA DE LAS UNIDADES QUE CONFORMAN EL SISTEMA DE TRATAMIENTO.

EL PROYECTO CONTENDRA EL DISEÑO DE LAS INTERCONEXIONES ENTRE UNIDADES, ASI COMO DE LOS ELEMENTOS DE DISTRIBUCION DEL INFLUENTE Y RECOLECCION DE EFLUENTES.

POR OTRA PARTE, SE EJECUTARA EL DISEÑO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE TUBERIAS, INTERCONEXIONES Y PROCESOS DE LA PLANTA, EL CUAL PERMITIRA EL DESPLANTE DE LAS ESTRUCTURAS Y EL CALCULO DE LA EXCAVACION Y MOVIMIENTO DE TIERRA REQUERIDOS.

### III. DISEÑO ESTRUCTURAL.

CON APOYO DEL DISEÑO ARQUITECTÓNICO, DIMENSIONAL E HIDRAULICO Y DEL ESTUDIO GEOTECNICO SE EFECTUARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS MODULOS QUE FORMAN LAS UNIDADES DE TRATAMIENTO, EDIFICIOS, CASSETAS Y ESTRUCTURAS DIVERSAS.

EL ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE ESTRUCTURAS Y EDIFICIOS SE REGIRA POR LOS REGLAMENTOS VIGENTES DE CONSTRUCCION DEL DISTRITO FEDERAL, DEL ACI-318 Y 350 (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE), DEL MANUAL DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES DE LA COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD Y EN CASO DE TENER ESTRUCTURAS DE ACERO, POR LAS NORMAS AISC (AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION) Y ASME (AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS) Y EN LOS CRITERIOS ACORDADOS CON EL PERSONAL ENCARGADO DE SUPERVISAR ESTA ETAPA DEL PROYECTO.

LOS PLANOS ESTRUCTURALES DEBERAN CONTENER TODOS LOS ASPECTOS Y DETALLES QUE SE CONSIDEREN NECESARIOS PARA LA CONSTRUCCION DE LAS ESTRUCTURAS QUE INTEGRAN LOS ELEMENTOS DEL PROCESO Y OFICINAS, CASSETAS, LABORATORIOS, ALMACENES, TALLERES Y OTROS.

PARA ESTRUCTURAR Y EDIFICAR, EN BASE A LAS RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, SE ANALIZARA Y DISENARA EL TIPO DE CIMENTACION.

LA ESTRUCTURA DEBERA ANALIZARSE PARA CARGAS MUERTAS, VIVAS, ACCIDENTALES, DE VIENTO Y SISMICAS, QUE PUEDA PRESENTARSE EN UN MOMENTO DADO, DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO O DE OPERACION.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

#### IV. DISEÑO ARQUITECTONICO

CON EL DISEÑO FUNCIONAL Y ARREGLO DE PLANTA SE PROCEDERA A EFECTUAR EL DISEÑO ARQUITECTONICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO, CONJUNTANDO TODOS LOS ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN UNA FORMA INTEGRAL Y FUNCIONAL, CONSIDERANDO LA POSIBILIDAD Y CONDICIONES DEL TERRENO, LOS REQUERIMIENTOS DEL PROCESO Y LA INTEGRACION ARQUITECTONICA REGIONAL.

#### EL PROYECTO COMPRENDERA:

- MURO LOGOTIPO.
- OFICINAS DE ADMINISTRACION CON SALA DE ESPERA PARA SERVICIO PUBLICO.
- SANITARIOS Y REGADERAS.
- LABORATORIO PARA ANALISIS FISICO-QUIMICO Y BACTERIOLOGICO.
- ALMACEN GENERAL.
- TALLER DE REPARACION Y MANTENIMIENTO.
- CASETA DE CONTROL DE MOTORES.
- CUARTO DE COMPRESORES.
- TANQUES DE AGUAS CRUDAS.
- CAJAS REPARTIDORAS.
- ESTRUCTURA DE PROCESO.
- TANQUES DE AGUAS CLARIFICADAS.
- CARCAMOS DE BOMBEO.
- CASETA DE VIGILANCIA.
- SUBESTACION ELECTRICA.
- CASETAS DE CLORACION, DE DOSIFICACION DE REACTIVOS, DESHIDRATACION MECANICA DE Lodos, EN CASO DE REQUERIRSE.

ADICIONALMENTE, SE CONSIDERARAN, VIALIDADES, PATIOS DE MANIOBRAS, ALUMBRADO, JARDINERIA Y ORNAMENTACION E INSTALACIONES HIDRAULICAS. SANITARIAS Y LAS REQUERIDAS POR EL LABORATORIO, GAS, AIRE Y OTROS.

4

TESIS CON FALLA DE ORIGEN
------------------------------

**DISEÑO ELECTROMECHANICO.**

**LA ELABORACION DEL PROYECTO ELECTROMECHANICO COMPRENDERA DOS CONCEPTOS.**

**- PROYECTO EJECUTIVO DEL PRETRATAMIENTO Y PLANTA DE BOMBEO DE AGUAS CRUDAS.**

**- PROYECTO EJECUTIVO ELECTROMECHANICO DEL EQUIPO DE PROCESO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.**

**PRETRATAMIENTO Y PLANTA DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS.**

**a) PRETRATAMIENTO.**

**REJILLAS PARA LIMPIEZA.  
COMPUERTAS DESLIZANTES.  
DISEÑO DE CAMARAS DESARENADORAS.  
VERTEDOR PROPORCIONAL SUTRO.**

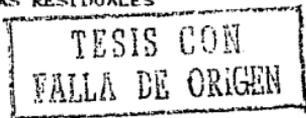
**b) PLANTA DE BOMBEO.**

**CARCAMO DE BOMBEO DE AGUAS.  
BOMBAS Y MOTORES.  
VALVULAS, TUBERIAS.  
MULTIPLE DE DESCARGA.**

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

**TANQUE DE AERACION.  
SEDIMENTADOR SECUNDARIO.  
TRATAMIENTO DE LODOS.  
COMPRESORES.  
AERADORES.**

**VALVULAS Y TUBERIAS DE INTERCONEXION ENTRE LAS  
DIFERENTES ESTRUCTURAS DEL TRATAMIENTO.**



TANQUES DE CLORO Y BOMBAS PARA CLORACION.  
BOMBAS PARA AGUAS TRATADAS.  
MEDIDORES DE GASTO.

PARA LLEVAR A CABO LA EJECUCION DE LOS CONCEPTOS ANTERIORES DEBERAN DIFERENCIARSE DOS ASPECTOS EL MECANICO Y EL ELECTRICO.

P

#### V. I PROYECTO MECANICO.

9

LA ELABORACION DEL PROYECTO SE APEGARA A LOS SIGUIENTES LINEAMIENTOS.

EN LA MEMORIA DE CALCULO, SE CALCULARAN Y/O SELECCIONARAN LOS EQUIPOS MECANICOS QUE FORMEN PARTE DEL PRETRATAMIENTO INCLUYENDO MECANISMOS PARA REMOCION DE ARENAS, COMPUERTAS DESLIZANTES, REJILLAS, ETC.

SE CALCULARAN Y SELECCIONARAN LOS EQUIPOS DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES CONSIDERANDO LAS CARACTERISTICAS DEL INFLUENTE EN CUANTO A CLASE DE AGUAS NEGRAS Y DIAMETRO Y TIPO DE SOLIDOS EN SUSPENSION QUE SE MANEJARAN. DEBERA JUSTIFICARSE TECNICA Y ECONOMICAMENTE LA SELECCION DE ESTOS.

SE ELABORARA EL DISEÑO HIDRAULICO Y FUNCIONAL DEL CAPTAMO HUMEDO DE BOMBEO DE AGUAS CRUDAS, O EL DE LA OBRA CIVIL QUE SE REQUIERA PARA ALOJAR LOS EQUIPOS DE BOMBEO QUE MAS CONVENGA A LA ALTERNATIVA SELECCIONADA.

SE SELECCIONARAN VALVULAS Y PIEZAS ESPECIALES PARA LOS EQUIPOS QUE LO REQUIERAN, Y SE CALCULARAN DIAMETROS DE TUBERIAS.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## V. II PROYECTO ELECTRICO.

LA EJECUCION DE LOS PROYECTOS ELECTRICOS TANTO DE LA ESTACION DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS, COMO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SE SUJETARA A LOS SIGUIENTES LINEAMIENTOS.

### ALCANCE DE LA REVISION DEL PROYECTO ELECTRICO.

EL PROYECTO ELECTRICO INCLUYE LA GENERACION DE LA SIGUIENTE INFORMACION:

- MEMORIA DE CALCULO.
- PLANOS ELECTRICO.
- ESPECIFICACIONES DE EQUIPO ELECTRICO.
- CATALOGO DE CONCEPTOS DE EQUIPO ELECTRICO.

ESTOS CONCEPTOS SE PROYECTARAN CON LAS NORMAS NEMA, IEEE, ANSI, ASA, NEC, ULTIMA REVISION Y LAS ESPECIFICACIONES DE PROYECTO ELECTRICO DE LA GERENCIA DE TRATAMIENTO DE AGUAS.

EL PROYECTO ELECTRICO INCLUYE LA ELABORACION DEL NUMERO NECESARIO DE PLANOS DENTRO DE LOS CUALES SE ENCUENTRAN.

- DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL EN TODOS LOS NIVELES DE TENSION.
- SUBESTACION ELECTRICA EN TODAS SUS VISTAS Y SERVICIOS.
- TABLEROS ELECTRICOS Y DIAGRAMAS ELEMENTALES DE CONTROL, SEÑALIZACION E INTERCONEXION.
- SISTEMAS DE FUERZA Y CONTROL
- SISTEMAS DE ALUMBRADO INTERIOR Y EXTERIOR.
- SISTEMAS DE TIERRAS.
- LINEA DE TRANSMISION ELECTRICA EN ALTA TENSION.
- PLANTA DE EMERGENCIA.
- ESTRUCTURA DE LA SUBESTACION.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

DENTRO DE LAS ETAPAS DE DISEÑO MENCIONADAS ANTERIORMENTE, EL INGENIERO QUIMICO REALIZARIA LAS ETAPAS I, II Y V.I. QUE COMPRENDEN LOS DISEÑOS: CONCEPTUAL, DIMENSIONAL E HIDRAULICO Y EL PROYECTO MECANICO. LAS RESTANTES ETAPAS SON ELABORADAS, POR PROFESIONISTAS DE LAS SIGUIENTES ESPECIALIDADES: INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA, INGENIERIA MECANICA E INGENIERIA ELECTRICA.

POR LO QUE DENTRO DEL ALCANCE DEL PRESENTE TRABAJO SE DESARROLLARAN SOLAMENTE LAS ETAPAS I, II Y V.I.

## 1.0

## POBLACION DE PROYECTO

UNO DE LOS OBJETIVOS DEL PRESENTE TRABAJO ES EL DIMENSIONAMIENTO DE LAS UNIDADES DE QUE INTERVIENEN EN EL TREN DE TRATAMIENTO DE UNA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES PARA UNA DESCARGA DE TIPO MUNICIPAL, POR LO QUE SE SELECCIONARA UNA POBLACION DE PROYECTO DE 75000 HABITANTES CON LA FINALIDAD DE MOSTRAR LAS CARACTERISTICAS MAS SOBRESALIENTES DE CADA UNA DE DICHAS UNIDADES.

Pp = 75000 habitantes

## OBTENCION DE GASTOS DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS

## 1.2

## DOTACION

LA DOTACION ES EL NUMERO DEMANDADO POR HABITANTE Y POR DIA, DE MANERA QUE SATISFAGAN LOS REQUERIMIENTOS DE AGUA POTABLE PARA USOS PUBLICOS Y DOMESTICOS EN UNA COMUNIDAD.

LAS NORMAS DE PROYECTO PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE EN LOCALIDADES URBANAS DE LA REPUBLICA MEXICANA DE LA SEDESOL RECOMIENDA LAS SIGUIENTES DOTACIONES.

## POBLACION DE PROYECTO

## CLIMA

(HABITANTES)	CALIDO	CLIMA	
		TEMPLADO (LTS/HAB-DIA)	FRIO
2500-15000	150	125	100
15000-30000	200	150	125
30000-70000	250	200	175
70000-150000	300	250	200
150000 o MAS	350	300	250

CONSIDERANDO UNA POBLACION DE PROYECTO DE 75000 HABIANTES SE TOMA COMO DOTACION DE PROYECTO EL VALOR DE:

250 lts/hab/dia.

### 1.3 APORTACION.

LA APORTACION ES LA CANTIDAD DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS QUE SON VERTIDAS A LA RED DE ALCANTARILLADO, ESTA DEPENDERA DE LA ECONOMIA Y LA ACTIVIDAD DE LA POBLACION.

LA APORTACION SEGUN LAS NORMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA SEDUE SE RECOMIENDA ENTRE 75% Y 80% EL VALOR DE LA DOTACION. POR LO TANTO TENDREMOS:

$$A = 0.80 * \text{DOTACION.}$$

$$A = \underline{200 \text{ lts/hab/dia}}$$

### 1.4 GASTO MEDIO DE AGUAS RESIDUALES.

UNA VEZ OBTENIDA LA APORTACION Y DETERMINADA LA POBLACION DE PROYECTO, EL GASTO MEDIO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS SE OBTIENE EN BASE A LA SIGUIENTE EXPRESION:

$$Q_{\text{MEDIA}} = (A)(Pp)/86400 \quad (14)$$

DONDE:

$Q_{\text{MEDIA}}$  = GASTO MEDIO EN l.p.s  
 $Pp$  = POBLACION DE PROYECTO EN (HABITANTES)  
 $A$  = APORTACION lts/hab/dia  
 $86400$  = NUMERO DE SEGUNDOS EN 24 HORAS  
SUSTITUYENDO LOS DATOS TENEMOS:

$$Q_{\text{MEDIA}} = \underline{175.0 \text{ l.p.s}}$$

1.5 GASTO MINIMO.

LAS NORMAS DE PROYECTO NACIONALES ESTABLECEN QUE EL GASTO MINIMO ES EQUIVALENTE AL 50% DEL GASTO MEDIO.

$$Q_{\text{MINIMO}} = 0.50 Q_{\text{MEDIO}} \quad (15)$$

CUANDO ESTE GASTO ES MENOR DE 1.5 l.p.s SE CONSIDERA A ESTE VALOR COMO GASTO MINIMO ASUMIENDO QUE ES GASTO QUE PROVOCA LA DESCARGA DE UN W.C.

SUSTITUYENDO EL GASTO MEDIO EN LA ECUACION 15 SE TIENE:

$$Q_{\text{MINIMO}} = \underline{87.50 \text{ l.p.s.}}$$

1.6 GASTO MAXIMO INSTANTANEO.

ESTE GASTO CORRESPONDE AL PICO DE AGUAS NEGRAS Y ES DE GRAN IMPORTANCIA YA QUE EN FUNCION DE ESTE SE CALCULAN ALGUNAS ESTRUCTURAS TAL COMO EL PRETRATAMIENTO DE UN SISTEMA DE DEPURACION.

LAS NORMAS DE PROYECTO DE LA SEDUE ESTABLECEN QUE ESTE GASTO SE EVALUA MEDIANTE LA SIGUIENTE EXPRESION:

$$Q_{\text{MAXIMO}} = M Q_{\text{MEDIO}} \quad (16)$$

DONDE

M = NUMERO DE HARMON

$$M = 1 + 14/C4 + ((75,000)^{1/2})$$

$$M = 2.11$$

$$Q_{\text{MAXIMO}} = \underline{403.52 \text{ l.p.s}}$$

### 1.7 GASTO MAXIMO EXTRAORDINARIO.

ESTE GASTO CONSIDERA LA FRACCION DE AGUAS PLUVIALES QUE TRIBUTAN A LA RED DE ALCANTARILLADO; LAS NORMAS VIGENTES EVALUAN EL GASTO MAXIMO EXTRAORDINARIO MULTIPLICANDO EL GASTO MAXIMO POR UN COEFICIENTE C DE PREVISION O DE SEGURIDAD AL CUAL SE LE ASIGNA UN VALOR ENTRE 1.0 Y 2.0. EN ESTE CASO SE UTILIZARA EL VALOR ODE 1.5.

$$Q_{\text{MAX EXT.}} = C Q_{\text{MAXIMO}} \quad (18)$$

SUSTITUYENDO EN LA ECUACION 18 SE TIENE:

$$Q_{\text{MAX EXT.}} = \underline{105.84 \text{ l.p.s}}$$

## 2.0 DISEÑO FUNCIONAL INTEGRAL.

ESTA PLANTA ESTARA FORMADA DE UN MODULO QUE TENDRA LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS:

EL PRETRATAMIENTO QUE SERA APLICADO AL AGUA RESIDUAL CONSISTIRA EN CRIBADO, DESARENACION, REGULACION Y BOMBEO, CONSIDERANDO QUE ESTOS PROCESOS SERAN SUFICIENTES PARA EVITAR QUE LAS SUSTANCIAS CONTENIDAS EN EL AGUA CRUDA DAÑEN EL EQUIPO O EL PROCESO PRINCIPAL DEL TRATAMIENTO.

LA PRIMERA UNIDAD QUE SE ENCUENTRA DESPUES DE LA DESCARGA ES LA REJILLA DE CRIBADO, LA CUAL DETENDRA LOS SOLIDOS GRUESOS Y OBJETOS GRANDES QUE TRANSPORTE EL AGUA RESIDUAL.

UNA VEZ QUE EL AGUA RESIDUAL SE ENCUENTRA LIBRE DE SOLIDOS GRUESOS PASA AL DESARENADOR EL CUAL EVITARA LA LLEGADA DE SOLIDOS DUROS Y PESADOS AL SISTEMA DE BOMBEO, EVITANDO QUE LAS ARENAS DETERIOREN LOS IMPULSORES DE LAS BOMBAS, AL EMPLEAR EL CONCEPTO DE REDUCCION DE VELOCIDAD PARA LOGRAR SU ASENTAMIENTO POR GRAVEDAD, ADEMAS DE ESTAR PROVISTOS DE UN SISTEMA DE LIMPIEZA PARA REMOVER LOS SOLIDOS ACUMULADOS.

COMO EL GASTO DE AGUA RESIDUAL VARIA CONSTANTEMENTE , PARA MANTENER CONSTANTE LA VELOCIDAD EN EL DESARENADOR ES INDISPENSABLE UN DISPOSITIVO REGULADOR Y PARA ELLO ESTA PROVISTO DE UN VERTEDOR PROPORCIONAL "SUTRO" , QUE ADEMAS PERMITE DISEÑAR LAS MAMPARAS CON UNA DIFERENCIA DE ALTURAS APRECIABLE, LO QUE REPRESENTA UNA VENTAJA CONSTRUCTIVA.

EL TANQUE DE REGULACION Y BOMBEO CONTARA CON UN SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA RESIDUAL CON LA FINALIDAD DE MANTENER CONTINUAMENTE AEREADE EL AGUA RESIDUAL Y EVITAR LA SEPTICIDAD EN EL TANQUE.

EL BOMBEO DEL AGUA RESIDUAL SE LLEVARA A CABO MEDIANTE TRES BOMBAS SUMEGIBLES DEL MISMO TIPO, UNA DE ELLAS FUNCIONARA PARA EL FLUJO MEDIO Y DOS ESTARAN DE RESERVA EN FORMA ALTERNADA. EL BOMBEO SE REALIZARA DIRECTAMENTE HACIA LOS TANQUES DE AEREACTION, ELEVANDO LAS AGUAS RESIDUALES DESDE EL NIVEL DE CARCAMO DE BOMBEO Y TRANSPORTANDOLAS A TRAVES DE UNA TUBERIA ELEGIDA ADECUADAMENTE PARA TENER UN MINIMO DE PERDIDAS POR FRICCIÓN.

EL OBJETIVO DEL TANQUE DE AEREACTION ES CREAR UNA POBLACION HETEROGENEA DE MICROORGANISMOS A PARTIR DE LOS MICROORGANISMOS QUE VIENEN EN EL AGUA RESIDUAL, PARA ESTO SE REQUIERE DE UNA CIERTA CANTIDAD DE AIRE PARA DAR A LOS MICROORGANISMOS LA OPORTUNIDAD DE CRECER, MULTIPLICARSE Y OBTENER LAS CARACTERISTICAS DESEABLES DE SEDIAMENTACION.

EL AGUA RESIDUAL Y EL TODO ACTIVADO (MICROORGANISMOS) SON MEZCLADOS Y AEREADOS EN EL TANQUE DE AEREACTION, A ESTA MEZCLA SE LE DENOMINA LICOR MEZCLADO.

EN EL PROCESO LOS MICROORGANISMOS SON COMPLETAMENTE MEZCLADOS CON LA MATERIA ORGANICA DEL AGUA RESIDUAL, DE TAL MANERA QUE LA USEN COMO COMIDA Y ASI PUEDAN REPRODUCIRSE.

A MEDIDA QUE LOS MICROORGANISMOS CRECEN, SE AGRUPAN Y VAN FORMANDO FLOCULOS PARA PRODUCIR UNA MASA ACTIVA DE MICROORGANISMOS. EL AGUA RESIDUAL FLUYE CONTINUAMENTE DENTRO DEL TANQUE DE AEREACTION DONDE EL AIRE ES INTRODUCIDO POR MEDIO DE AEREADORES MECANICOS PARA MEZCLAR EL TODO ACTIVADO Y PROPORCIONAR EL OXIGENO NECESARIO PARA QUE LOS MICROORGANISMOS REMUEVAN CON MAYOR RAPIDEZ LA MATERIA ORGANICA.

EL DISEÑO DE ESTOS TANQUES SE LLEVO A CABO CUMPLIENDO CON LOS CRITERIOS RECOMENDADOS, TALES COMO LA RELACION F/M Y ALTURA PARA OBTENER EL TIEMPO DE RETENCION ADECUADO, ADEMAS DE SER CONSIDERADA LA TEMPERATURA DE LA REGION Y LAS ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

EN SEGUIDA LA MEZCLA DEL TANQUE AEREADOR FLUYE HACIA EL SEDIMENTADOR SECUNDARIO, EN DONDE LOS LODOS ACTIVADOS SE DEPOSITAN POR GRAVEDAD EN EL FONDO, SEPARANDOSE DEL LICOR MEZCLADO. ESTA UNIDAD ESTA EQUIPADA CON UN MECANISMO DE RASTRAS PARA COLECTAR EL LODO DESPUES DE QUE SE HA SEDIMENTADO. PARTE DE ESTE LODO ES BOMBEADO Y RECIRCULADO AL AEREADOR PARA SER MEZCLADO CON AGUA CRUDA CON LA FINALIDAD DE MANTENER LA CONCENTRACION DE LODOS AL NIVEL NECESARIO PARA LOGRAR UN TRATAMIENTO EFECTIVO.

EL DISEÑO DE LOS SEDIMENTADORES SECUNDARIOS SE BASO EN LOS CRITERIOS RECOMENDADOS PARA LODOS ACTIVADOS COMO SON EL TIEMPO DE RETENCION Y LA CARGA SUPERFICIAL, AJUSTANDO LOS VALORES OBTENIDOS A LOS VALORES ESTANDAR Y REALIZANDO ITERACIONES PARA EL CALCULO DEL CANAL DEL EFLUENTE.

DERIDO A QUE LA CANTIDAD DE LODOS ACTIVADOS PRODUCIDOS ES MAYOR QUE LA REQUERIDA, EL EXCESO ES CONDUCCO HACIA UN ESPESADOR DE LODOS EL CUAL SE ENCARGA DE CONCENTRARLOS PORTERIORMENTE PASAN A UN TANQUE EN DONDE SON ESTABILIZADOS Y DE AHI SE ENVIAN A UN FILTRO PRENSA DE BANDA EN DONDE SE ELIMINA LA MAYOR CANTIDAD DE AGUA PARA PODERLOS ENVIAR A SU DISPOSICION FINAL.

UNA VEZ CONCENTRADOS LOS LODOS SE DESALOJAN, UNA PARTE SE BOMBEA Y SE RECIRCULA HACIA EL DIGESTOR, OTRA SE ENVIA HACIA EL TANQUE DE REGULACION Y EL RESTO SIRVE DE ALIMENTACION DE LOS CARROS TANQUE QUE LOS RECOGERAN Y LOS TRANSPORTARAN PARA SU DISPOSICION FINAL

EL SOBRENADANTE DE LA ETAPA DE SEPARACION RESULTA SER ENTONCES AGUA RESIDUAL TRATADA QUE DEBE ESTAR LIBRE DE LODOS ESTA SE DIRIGE POR GRAVEDAD HACIA EL TANQUE DE CLORACION PARA LLEVAR A CABO UNA DESINFECCION QUIMICA CON EL PROPOSITO DE DESTRUIR MICROORGANISMOS INDESEABLES Y CONTROLAR LOS MALOS OLORES.



LAS DIMENSIONES DE ESTE TANQUE DE CLORACION SE CALCULARON DE ACUERDO AL TIEMPO DE RETENCION Y A LA RELACION LARGO/ANCHO RECOMENDADA

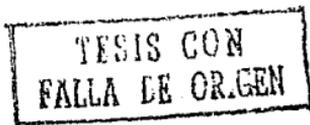
DEL TANQUE DE CLORACION LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS Y DESINFECTADAS SERAN ENVIADAS HACIA UN TANQUE DE ALMACENAMIENTO PARA QUE SEAN UTILIZADAS PARA SU DISPOSICION FINAL.

CABE DESTACAR QUE EN LA CASETA DE CLORACION SE CONTEMPLA UN PERIODO DE ALMACENAMIENTO DE 30 DIAS, EVITANDO CON ESTO LAS POSIBLES DEFICIENCIAS EN CUANTO A SU ADQUISICION. ADEMAS SE CUENTA CON UNA FOSA DE EMERGENCIA PARA EL SUPUESTO DE PRESENTARSE UNA FUGA EN LOS TANQUES DE CLORO, CUBRIENDOSE ASI EL ASPECTO DE SEGURIDAD.

CON LO ANTERIOR SE ASEGURA UN BUEN FUNCIONAMIENTO DEL PROCESO BIOLOGICO QUE A CONTINUACION SE DESCRIBE: EL CONTENIDO O CONCENTRACION DE LOS NUTRIENTES ORGANICOS SE EXPRESA EN TERMINOS DE LA DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO. LA DBO DEL AGUA RESIDUAL CRUDA DE ENTRATA ES DE 250 mg/l, AL PASAR POR LOS AEREADORES SE OXIDA EL 90% DE LA MATERIA ORGANICA, POR LO QUE LA CONCENTRACION DE DBO SE REDUCE A 25 mg/l.

AL PASAR A LOS SEDIMENTADORES SECUNDARIOS, SE CONCENTRAN Y SE SEPARAN LOS LODOS ACTIVADOS, MANTENIENDOSE CON UNA DBO DE 25 mg/l. PARTE DE LOS LODOS ACTIVADOS SON RECIRCULADOS AL TANQUE DE AERACION CUMPLIENDO CON UNA FUNCION MUY IMPORTANTE AL MANTENER UNA CONCENTRACION ALTA DE MICROORGANISMOS PARA LOGRAR UN TRATAMIENTO EFECTIVO, CONTROLANDO Y MANTENIENDO UNA EDAD MEDIA DE LOS LODOS QUE ASEGUREN SU ACTIVIDAD. DE ESTA FORMA SE LOGRA MANTENER EN EL PROCESO UNA POBLACION ACTIVA DE MICROORGANISMOS QUE DEGRADEN LA MATERIA ORGANICA.

UN PARAMETRO USUAL ES EL CONOCIDO COMO SSV SOLIDOS SUSPENDIDOS VOLATILES, EL CUAL NOS SIRVE COMO UNA INDICACION DE LA CONCENTRACION MICROBIANA.



LOS LODOS OBTENIDOS EN EL SEDIMENTADOR TIENEN UNA SSV DE 10,000 mg/l , LA PORCION DE ESTOS QUE NO SON RECIRCULADOS SE ENVÍAN AL DIGESTOR ANAEROBIO Y AL ESPESADOR DE LODOS DE DONDE SALEN APROXIMADAMENTE CUATRO QUINTAS PARTES CORRESPONDIENTES AL SOBRENADANTE CON UNA SST "SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES DE 300 mg/l QUE SON RECIRCULADOS AL TANQUE DE REGULACION. LA QUINTA PARTE RESTANTE CORRESPONDE A LOS LODOS LOS CUALES SALEN CON UNA SSV DE 30,000 mg/l DEBIDO A QUE AHORA ESTAN CONCENTRADOS, PARTE DE ESTOS LODOS PRODUCIDOS ES RECIRCULADA AL DIGESTOR Y EL EXCESO ES DESALOJADO, LO CUAL ES SUMAMENTE IMPORTANTE PARA DAR OPORTUNIDAD A LA REPRODUCCION Y CRECIMIENTO DE NUEVOS MICROORGANISMOS. OBTENIENDO ASI UNA MEJOR CALIDAD DEL AGUA TRATADA.

19918 CON  
FALLA DE ORIGEN

### 3.0 DISPOSITIVOS DE CRIBADO

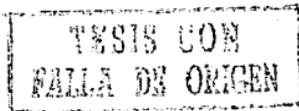
#### 3.1 CRIBAS

ANTES DE QUE LAS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS SEAN TRATADAS EN LOS PROCESOS PRINCIPALES DE TRATAMIENTO, REQUIEREN DE UN PRETRATAMIENTO. EL PROPOSITO FUNDAMENTAL DE ESTA OPERACION CONSISTE EN QUITAR MATERIALES, TALES COMO ARENAS Y OTROS RESIDUOS QUE PUDIERAN DAÑAR O INTERFERIR CON EL ADECUADO FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO. EN PRIMER LUGAR, SE DEBEN CRIBAR LAS AGUAS RESIDUALES PARA QUITARLE TODOS LOS OBJETOS GRANDES COMO SON LOS TRONCOS Y SOLIDOS MAYORES QUE PODRIAN DAÑAR O TAPONAR EL EQUIPO; TAMBIEN SE DEBEN REMOVER TODOS LOS MATERIALES ABRASIVOS COMO SON LAS ARENAS, CON EL OBJETO DE PROTEGER LAS BOMBAS Y PREVENIR LA FORMACION DE SOLIDOS PESADOS EN EL FONDO DE LOS TANQUES, TUBERIAS, ETC. FINALMENTE EL AGUA RESIDUAL YA PRETRATADA, PREFERENTEMENTE DEBERA ELEVARSE A UNA ALTURA SUFICIENTE QUE PERMITA, POR MEDIO DE LA FUERZA DE GRAVEDAD, QUE EL FLUJO PASE A LO LARGO DEL RESTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.

CON EL OBJETO DE PROTEGER DE TAPONAMIENTO O DAÑOS A LAS BOMBAS Y OTROS EQUIPOS DEBIDO A LOS SOLIDOS MAYORES QUE SE ENCUENTRAN EN LAS AGUAS RESIDUALES, SE DEBE INSTALAR ANTES DE LAS ESTACIONES DE BOMBEO ALGUNA CLASE DE DISPOSITIVO DE CRIBADO QUE DETENGA ESTOS SOLIDOS.

##### 3.1.1. TIPOS DE DISPOSITIVOS PARA CRIBADO.

EXISTEN VARIOS TIPOS DE DISPOSITIVOS PARA CRIBADO QUE PUEDEN APLICARSE A DISEÑOS DE PLANTAS MUNICIPALES. LOS TIPOS PRINCIPALES SE MENCIONAN EN EL CUADRO 3.1.1.



LAS REJAS PARA BASURA SON UNA SERIE DE BARRAS O SOLERAS DE METAL PARALELAS, COLOCADAS VERTICALMENTE O CON UN DETERMINADO ANGULO DE INCLINACION, QUE TIENEN POR OBJETO DETENER LOS OBJETOS GRANDES COMO SON LOS TRONCOS, BOTELLAS Y ENVASES DE PLASTICO QUE VAN EN LAS AGUAS RESIDUALES, ESTAS REJAS TIENEN GENERALMENTE UNA SEPARACION ENTRE BARRAS MAYOR A LOS 5 CENTIMETROS. CUANDO EL AGUA RESIDUAL, POR SU NATURALEZA ESTE EXENTA DE SOLIDOS MAYORES ORGANICOS E INORGANICOS, SE PUEDE PRESCINDIR DE ESTE TIPO DE DISPOSITIVOS.

LAS REJILLAS SON MUY SIMILARES, EN PRINCIPIO, A LAS REJAS PARA BASURA Y SE UTILIZAN COMUNMENTE EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO MUNICIPAL. LOS CLAROS ENTRE BARRAS SON MAS PEQUEÑOS DE TRATAMIENTO MUNICIPAL. LOS CLAROS ENTRE BARRAS SON MAS PEQUEÑOS QUE LOS USADOS EN LAS REJAS PARA BASURA Y NORMALMENTE VARIAN ENTRE 2.5 Y 5 cms. EN LAS CRIBAS DE LIMPIEZA MECANICA. EL PROPOSITO DE LAS REJILLAS ES EL REMOVER PEQUEÑOS OBJETOS EXTRANOS COMO RAMAS, BOLSAS DE PLASTICO Y HARAPOS.

CUADRO 3.1.1.

TIPOS DE DISPOSITIVOS DE CRIBADO	TAMAÑO COMUN DE ABERTURA (cm) .	PROPOSITO
REJAS PARA LA BASURA	5 - 10	PROTEGER BOMBAS Y EQUIPO DE LOS OBJETOS GRANDES Vg: TRONCOS
REJILLAS	1.5 - 5	PARECIDO A LAS REJAS PARA BASURA CON ABERTURAS MAS PEQUEÑAS PARA REMOVER RAMAS, SOLIDOS MAYORES Y OTROS RESTIDUOS.
DESMENUZADORES	0.75 - 2	REDUCE EL TAMAÑO DE SOLIDOS MAYORES MEDIANTE TRITURACION O CORTE SIN REMOVERLOS DE LAS AGUAS RESIDUALES

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

LOS DESMENUZADORES CORTAN O TRITURAN LOS SOLIDOS GRANDES QUE LLEVAN LAS AGUAS RESIDUALES PARA QUE PUEDAN BOMBEARSE Y TRATARSE EN LOS PROCESOS SUBSECUENTES. LAS REJAS PARA BASURA PRECEDEN USUALMENTE A LOS DESMENUZADORES, LOS CUALES SE UTILIZAN EN LUGAR DE LA REJILLA CUANDO LA REMOCION O DISPOSICION DE MATERIAL CRIBADO ES DIFICIL. LOS DISTINTOS TIPOS DE ESTOS DISPOSITIVOS SON PATENTADOS, Y TRABAJAN CON MOTORES ELECTRICOS. NORMALMENTE SE REQUIEREN DOS UNIDADES O UNA UNIDAD CON UNA DERIVACION HACIA UNA REJILLA DE LIMPIEZA MANUAL, PARA CUANDO HAYA NECESIDAD DE REPARACION O DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO. LA FIGURA 3.11 MUESTRA UN DESMENUZADOR TIPICO CUYAS CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES LAS PROPORCIONAN LOS FABRICANTES Y DISTRIBUIDORES.

### 3.1.2. DISEÑO DE DISPOSITIVOS PARA CRIBADO.

DEBIDO A QUE LAS REJILLAS SON LOS DISPOSITIVOS DE CRIBADO MAS USUALES Y DE MAYOR SERVICIO, A CONTINUACION SE DESCRIBEN SUS CARACTERISTICAS DE DISEÑO.

LAS REJILLAS PUEDEN ESTAR PRECEDIDAS POR UNA REJA PARA BASURA DE LIMPIEZA MANUAL CON ABERTURAS DE 5 A 10 cm., CUANDO EXISTE UNA GRAN POSIBILIDAD DE QUE OBJETOS PUEDAN ENTRAR AL SISTEMA DE DRENAJE. EL TAMAÑO DE LAS ABERTURAS ENTRE BARRAS ES UNO DE LOS ELEMENTOS PRINCIPALES EN EL DISEÑO COMPLETO DE UNA REJILLA, PUES ESTE FACTOR DETERMINARA NO SOLAMENTE EL TAMAÑO DE LOS OBJETOS Y CANTIDAD DE MATERIAL QUE REMOVERA LA REJILLA DEL AGUA RESIDUAL, SINO QUE TAMBIEN DETERMINARA LA FRECUENCIA DE LIMPIEZA REQUERIDA PARA EL CASO DE REJILLAS DE LIMPIEZA MANUAL. EL CUADRO 3.1.2. MUESTRA LAS CANTIDADES NORMALES DE MATERIAL CRIBADO PARA DISTINTAS ABERTURAS EN LAS REJILLAS.

HECHO CON  
FALLA DE ORIGEN

CUADRO 3.1.2.

CANTIDAD DE MATERIAL CRIBADO POR UNA REJILLA EN FUNCION DE LA ABERTURA ENTRE BARRAS (1)

ABERTURA	PROMEDIO DE CRIBADO (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> DE FLUJO)
6.5	4 X 10 <sup>-6</sup>
5.0	5 X 10 <sup>-6</sup>
4.0	8 X 10 <sup>-6</sup>
2.5	22 X 10 <sup>-6</sup>
1.5	47 X 10 <sup>-6</sup>

SI LAS ABERTURAS SON DEMASTADO PEQUEÑAS, SE RETENDRA UNA GRAN CANTIDAD DE MATERIAL, DANDO COMO RESULTADO UNA GRAN PERDIDA DE CARGA Y UN PROBLEMA CONSIDERABLE EN RELACION A SU MANEJO Y DISPOSICION. EN LA MAYORIA DE LOS CASOS SE PUFDEN REMOVER ADECUADAMENTE LAS PARTICULAS Y OBJETOS PEQUEÑOS MEDIANTE PROCESOS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO. POR LO TANTO, LA ABERTURA DE LAS BARRAS DEBERA SER TAN GRANDE COMO SEA POSIBLE, COMO SERIAN LAS BOMBAS, LOS MECANISMOS DE RECOLECCION DE ARENAS Y LOS MECANISMOS DE CLARIFICACION.

3.1.3. MECANISMOS DE LIMPIEZA.

EL MANEJO Y DISPOSICION DEL MATERIAL CRIBADO ES UNA FUNCION IMPORTANTE PARA ASEGURAR QUE EL EQUIPO DE CRIBADO CONTINUE TRABAJANDO ADECUADAMENTE, EVITAR LOS TAPONAMIENTOS Y LAS CAIDAS DE PRESION. LAS REJILLAS DE LIMPIEZA MANUAL SON APROPIADAS PARA LA MAYORIA DE LAS PLANTAS Y SON MUY EFICACES; SE UTILIZAN RASTRILLOS PARA JALAR O QUITAR EL MATERIAL CRIBADO DE ESTAS. SE DEJA QUE ESCUEPA Y POSTERIORMENTE SE ALMACENA EN UN DEPOSITO PARA SU DISPOSICION.



EN LAS UNIDADES DE LIMPIEZA MECANICA, EL DISPOSITIVO DE LIMPIEZA NORMALMENTE ES UN RASTRILLO QUE ESTA ACOPLADO A LAS BARRAS POR MEDIO DE UNA CADENA Y ENGRANES O POR MEDIO DE UNA CUERDA Y UN SISTEMA DE POLEAS.

EL MATERIAL CRIBADO RECOLECTADO DEBERA DISPONERSE PARA RELLENO DE TERRENO O INCINERACION.

## DIMENSIONAMIENTO DE LA REJILLA DE CRIBADO

### DATOS DE DISEÑO

FLUJO MEDIO	QI = 1 M <sup>3</sup> /S	0.175
VELOCIDAD PROPUESTA	VI = 1 M/S	0.45

### DIMENSIONAMIENTO

#### CALCULO DEL AREA TRANSVERSAL DE FLUJO

AREA TRANSVERSAL DE FLUJO	AI = 1	0.39
---------------------------	--------	------

#### MEDIDAS STANDARD DE REJILLAS AUTOMATICAS

PROFUNDIDAD (FT)	ANCHO DEL CANAL (FT)	RAKE (RPM)
2	2-3	1.25
3	2-4	1.25
4	3-5	1.00
5	3-6	0.80
6	4-6	0.80
7	4-6	0.60
8	4-6	0.60

ANCHO PROPUESTO	a (=) 3 FT	C0.9144 M	0.9144
TIRANTE	h (=) 1.41 FT	C0.4253 M	0.4253
TIRANTE A FLUJO MAXIMO	Q <sub>MAX</sub> (=) 0.3685 M <sup>3</sup> /S		0.8095
BORDO LIBRE A FLUJO MAXIMO	l (=) M		0.3000

#### DIMENSIONES FINALES DEL CANAL

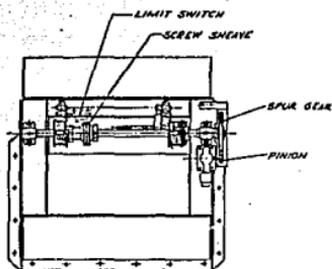
ANCHO DEL CANAL DE CRIBADO	l (=) 3 FT	l (=) 0.9144 M	
ALTURA TOTAL DEL CANAL	l (=) 4 FT	l (=) 1.2195 M	
ABERTURA ENTRE BARRAS	l (=) 3/4 IN		

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

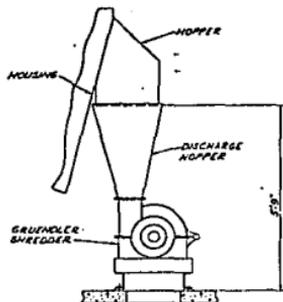
**ESPECIFICACION DE REJILLA AUTOMATICA**

<b>DESCRIPCION GENERAL</b>	<b>DESCRIPCION:</b> REJILLA PARA DESBASTE DE GRUESOS.
	<b>No. DE EQUIPO:</b> 01 <b>CANTIDAD:</b> 1
<b>CONDICIONES DE OPERACION</b>	<b>FLUIDO MANEJADO:</b> AGUAS RESIDUALES <b>TEMPERATURA:</b> 20 C
	<b>DIAM. DE LA PART. A REMOVER:</b> 3/4 " <b>GRAV. ESP:</b> 1.07
	<b>FLUJO DE OPERACION:</b> 175 LPS <b>FLUJO MAXIMO:</b> 368.5 LPS
	<b>TIRANTE DE OPERACION:</b> 0.42 M <b>TIRANTE MAXIMO:</b> 2.83 M
	<b>BORDO LIBRE A FLUJO DE OPERACION:</b> 0.80 M
	<b>VELOCIDAD A FLUJO DE OPERACION:</b> 0.45 M/S
<b>DATOS DEL EQUIPO</b>	<b>VELOCIDAD A FLUJO MAXIMO :</b> 0.90 M/S
	<b>MECANISMO DE SOPORTE:</b> FORMADO POR SOLERAS DE (1/4 POR 2") EN LA PARTE INFERIOR ESTARA PROVISTA DE UN SOPORTE QUE ESTARA ANCLADO AL PISO DE CONCRETO.
	<b>CAJA SOPORTE DEL MECANISMO:</b> FABRICADA EN LAMINA DE ACERO DE 3/16" DE ESPESOR. PARA ANCLARSE AL PISO.
	<b>RASTRILLO FABRICADO EN FIERRO FUNDIDO.</b>
	<b>CONTROL DE OPERACION:</b> POR MEDIO DE FLOTADORES.
	<b>MECANISMO DE LIMPIEZA DE LOS PEINES:</b> FORMADO POR RASTRILLO ANGULAR. <b> MOTOR HP:</b> 3/4 <b> RPM:</b> 1750 <b> VOLTS/Φ/Hz:</b> 220/440/3/60
	<b>MARCA:</b> FALK <b> FS:</b> 1.0 <b> TIPO:</b> TCCU <b> NEMA:</b> 4
	<b>ANCHO DEL CANAL:</b> 3 FT
	<b>ALTURA DEL CANAL:</b> 4 FT
	<b>CLARO ENTRE BARRAS:</b> 3/4 IN

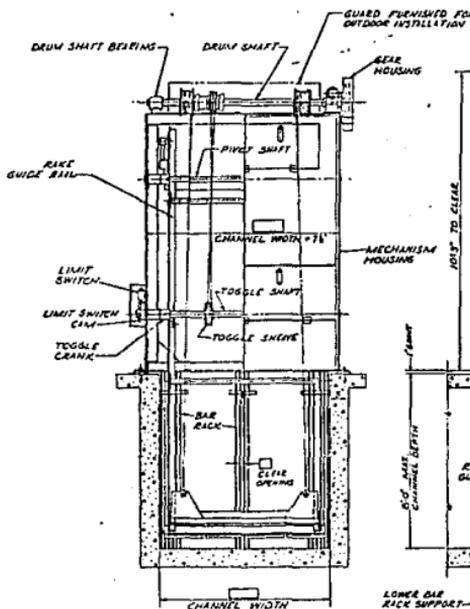
**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



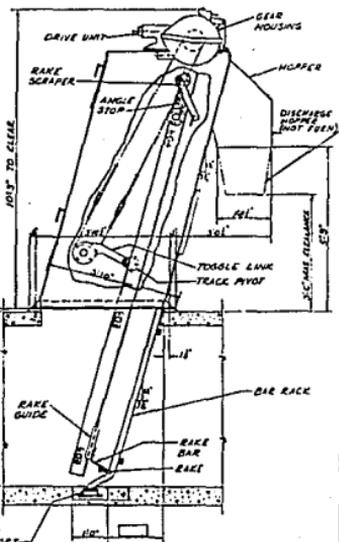
PLAN



PARTIAL SIDE ELEVATION SHOWING DISCHARGE WITH GRINDER SHREDDER



SECTIONAL ELEVATION



SECTIONAL ELEVATION

THE DORR-O-OLIVER DIE SCREEN LONG ISLAND CITY, N.Y. GENERAL DENVER		DORR-O-OLIVER DIE SCREENS STAMFORD, CONNECTICUT, U.S.A.	
--	--	---	--

#### 4.0

#### DISPOSITIVOS PARA REMOCION DE ARENAS.

##### 4.1

##### GENERALIDADES.

SE DENOMINAN ARENAS LAS PARTICULAS SOLIDAS PESADAS COMO LA ARENA PROPIAMENTE DICHA, GRAVA, CENIZAS U OTROS SOLIDOS MAS PESADOS QUE LA MATERIA ORGANICA PUTRESCIBLE, QUE VAN A DAR AL SISTEMA DE DRENAJE MUNICIPAL POR LAS COLADERAS Y RESQUEBRAJAMIENTOS EN LAS TUBERIAS O A TRAVES DE LOS DRENAJES HABITACIONALES. LA PRESENCIA DE ARENAS ES COMUN EN SISTEMAS DE DRENAJE COMBINADOS, POR LO QUE SE REQUIERE LA INSTALACION DE CAMARAS DESARENADORAS PARA SU REMOCION. LA REMOCION DE ARENAS PROTEJE LAS BOMBAS Y OTROS EQUIPOS DEL EXCESIVO DESGASTE DEBIDO A LA ABRASION Y NO PERMITE QUE ESTE MATERIAL SE ACUMULE EN LOS TANQUES Y PUEDA CAUSAR OBSTRUCCIONES Y TAPONAMIENTOS. NORMALMENTE SE INSTALAN LOS DISPOSITIVOS DE REMOCION DE ARENAS A CONTINUACION DE LAS REJILLAS Y ANTES DEL EQUIPO DE BOMBEO DEL INFLUENTE. ALGUNAS VECES, LAS LINEAS DE DRENAJE PUEDEN ESTAR DEMASIADO PROFUNDAS, POR LO QUE NO ES PRACTICO COLOCAR EL DISPOSITIVO DE REMOCION DE ARENAS ANTES DE LAS BOMBAS. EN TALES CASOS, EL DISPOSITIVO DE REMOCION DE ARENAS SE COLOCA DESPUES DE LAS BOMBAS DEL INFLUENTE, REQUIRIENDOSE BOMBAS RESISTENTES A LOS ABRASIVOS.

##### 4.2

##### TIPOS DE UNIDADES PARA REMOCION DE ARENAS

ESENCIALMENTE HAY DOS TIPOS DE UNIDADES PARA REMOVER ARENAS: CAMARAS SIMPLES DE FLUJO HORIZONTAL Y TANQUES AIREADOS.

CAMARAS SIMPLES: NORMALMENTE SON CANALES RECTANGULARES DONDE SE MANTIENE UNA VELOCIDAD CONTROLADA DEL AGUA RESIDUAL, DE MANERA QUE LAS ARENAS SEDIMENTAN HASTA EL FONDO DEL CANAL Y LOS SOLIDOS ORGANICOS PUTREFACTIBLES LIGEROS PASEN A LAS SUBSECUENTES UNIDADES DE TRATAMIENTO.



TANQUES AEREADOS: SON UNIDADES QUE CUENTAN CON UN DISPOSITIVO DE AIRACION EN EL TANQUE PARA PROVOCAR, MEDIANTE EL CONTROL DE LA CANTIDAD DE AIRE INDUCIDO, QUE SE MANTENGA EN SUSPENSION LA MATERIA ORGANICA Y SEDIMENTEN LAS ARENAS HASTA EL FONDO DEL TANQUE. ESTE TIPO DE UNIDADES DESARENADORAS REQUIEREN DE COMPRESORES DE AIRE Y EQUIPO ASOCIADO, POR LO QUE COMUNMENTE SE PREFIEREN LAS CAMARAS SIMPLES EN LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO PRIMARIO.

#### 4.3 FUNDAMENTOS DE LA REMOCION DE ARENAS.

LAS CAMARAS DESARENADORAS UTILIZAN EL PRINCIPIO DE LA SEDIMENTACION DIFERENCIAL PARA SEDIMENTAR LAS PARTICULAS DE ARENA EN TANTO QUE PERMITEN QUE EL MATERIAL ORGANICO LIGERO CONTINUE SUSPENDIDO. POR MEDIO DEL CONTROL DE LA VELOCIDAD DEL FLUJO DE LAS AGUAS RESIDUALES ES POSIBLE CONTROLAR EL TAMAO Y LA DENSIDAD DE LAS PARTICULAS A REMOVER. LA PRACTICA COMUN INDICA QUE LA REMOCION DE TODAS LAS PARTICULAS DE 0.2 mm DE DIAMETRO O MAYORES, CON UNA GRAVEDAD ESPECIFICA DE 2.65 LE DAM UNA PROTECCION ADECUADA AL EQUIPO. PARA SU REMOCION ES NECESARIO PROPORCIONAR SUFICIENTE TIEMPO DE RETENCION PARA QUE LAS PARTICULAS SE ASIENEN DESDE LA SUPERFICIE HASTA EL FONDO DEL TANQUE. EN EL CUADRO 3.2.1. SE MUESTRA LA VELOCIDAD DE SEDIMENTACION CONTRA LA TEMPERATURA: ASI, LA VELOCIDAD DE SEDIMENTACION A 10°C ES 2.1 cm/seg, PARA UNA PARTICULA QUE TENGA LA DENSIDAD Y EL DIAMETRO MARCADOS ANTERIORMENTE. A MAYOR TEMPERATURA LA VELOCIDAD DE SEDIMENTACION ES MAS GRANDE.

CUADRO 3.2.1.

VELOCIDAD DE SEDIMENTACION CONTRA TEMPERATURA\*

TEMPERATURA (°C)	VELOCIDAD (cm/seg)
0	1.4
10	2.1
20	2.7
30	3.2

\* LA PARTICULA ES DE 0.2 mm CON UNA GRAVEDAD ESPECIFICA DE 2.65

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

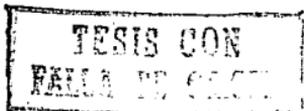
#### 4.4 EQUIPO DE RECOLECCION.

EL METODO MAS SIMPLE PARA REMOVER LAS ARENAS SEDIMENTADAS ES MEDIANTE EL PALEADO MANUAL DEL FONDO DE LA CAMARA. PARA PODER REALIZAR ESTA OPERACION, ES NECESARIO DISPONER DE UNA CAMARA DE RESERVA PARA DESVIAR A ESTA LAS AGUAS RESIDUALES Y SACAR DE OPERACION LA QUE REQUIERE LIMPIEZA. PARA UNIDADES MUY GRANDES UN SISTEMA DE POLEAS PUEDE REDUCIR EL ESFUERZO MANUAL REQUERIDO PARA SACAR LAS ARENAS DE LA CAMARA. EN LA FIGURA SE ILUSTR A UNA INSTALACION TIPICA DE DOBLE CAMARA DESARENADORA (CN PLANTA) CONSIDERANDO REMOCION MANUAL DE ARENAS.

LOS DISPOSITIVOS MECANICOS COMO LOS REMOVEDORES, RASPAORES DE CADENA, TRASPORTADORES DE GUSANO, ETC., GENERALMENTE ESTAN INCLUIDOS DENTRO DEL PAQUETE DE LA UNIDAD DE REMOCION DE ARENAS QUE OFRECEN LOS FABRICANTES DEL EQUIPO.

#### 4.5 DESARENADOR TRANSVERSAL.

CON EL DESARENADOR TRANSVERSAL, DESARROLLADO POR LA FIRMA PASSAVANT, MICHELBACH/NASSAU (SISTEMA STENGEL), SE EVITA EL INCONVENIENTE DEL DESARENADOR PLANO QUE NECESITA MUCHO ESPACIO. EN LUGAR DE ESTO, EL DESARENADOR TRANSVERSAL EXIGE UNA GRAN PROFUNDIDAD Y UNA INSTALACION ELEVADORA MEDIANTE AIRE COMPRIMIDO PARA RETRAR LA ARENA (VULGARMENTE SE DENOMINA AIR-LIFT). INTRODUCIENDO AIRE EN EL LIQUIDO QUE SE TRANSPORTA SE OBTIENEN UNA MEZCLA DE PESO ESPECIFICO PEQUENO QUE, SIGUIENDO EL PRINCIPIO DE LOS VASOS COMUNICANTES, ES EMPUJADA POR EL LIQUIDO EXTERIOR HASTA LA SALIDA DE LA CONDUCCION DE TRANSPORTE. LA CONSTRUCCION CARECE DE PARTES MOVILES, LO CUAL ES DE CAPITAL IMPORTANCIA PARA EL TRANSPORTE DE LA MEZCLA ARENA-AGUA-AIRE. ANTES DE TRANSPORTAR LA ARENA SEDIMENTADA SE AHUECA ESTA LAVANDOLA CON AGUA A PRESION O AIRE PARA EVITAR QUE SE AGOMERE Y PUEDA PRODUCIR OBSTRUCCIONES.



#### 4.6 MEDIDOR DE FLUJO.

DEBIDO A QUE EL FLUJO DE ENTRADA A LA PLANTA DE TRATAMIENTO ES CONDUCTIDO EN UN CANAL ABIERTO, PARA MEDIR EL FLUJO DE ENTRADA A LA PLANTA SE COLOCARA UN CANAL PARSHALL. SE SELECCIONO ESTE TIPO DE ESTRUCTURA HIDRAULICA DEBIDO A QUE ES LA QUE LA PRESENTA MAYORES VENTAJAS PARA REALIZAR ESTE TIPO DE MEDICION. EN ESTE METODO EL FLUJO EN EL CANAL ABIERTO ES MEDIDO INSERTANDO UNA ESTRUCTURA HIDRAULICA DENTRO DEL CANAL LO QUE OCACIONA UN CAMBIO EN EL NIVEL DEL LIQUIDO CERCA DE LA ESTRUCTURA. SELECCIONADO LA FORMA Y LAS DIMENSIONES DE LA ESTRUCTURA HIDRAULICA, LA VELOCIDAD DEL FLUJO A TRAVES DE LA RESTRICCION SE PUEDE RELACIONAR CON EL NIVEL DEL LIQUIDO DE ACUERDO A ECUACIONES BIEN CONOCIDAS. DE TAL FORMA QUE LA VELOCIDAD DEL FLUJO A TRAVES DEL CANAL ABIERTO PODRA SER DETERMINADO POR UNA SIMPLE MEDICION DEL NIVEL DEL LIQUIDO. UNO DE LOS METODOS MAS UTILIZADOS PARA DETERMINAR ESTE NIVEL ES EL METODO ULTRASONICO EN EL CUAL SE DETERMINA EL TIEMPO REQUERIDO PARA QUE UN PULSO ACUSTICO VIAJE DEL TRANSMISOR A LA SUPERFICIE DEL LIQUIDO Y REGRESE AL RECEPTOR. LAS VENTAJAS PRINCIPALES QUE PRESENTA UN CANAL PARSHALL SON:

- UNA PERDIDA DE CARGA MUY BAJA.
- NO OCACIONA SEDIMENTACION DE SOLIDOS.
- ES AUTOLIMPIABLE.
- SE ENCUENTRA DISPONIBLE EN ANCHOS DE BOQUILLA DESDE 1 PULGADA HASTA 50 PIES.
- CUBREN RANGOS DE DESCARGAS DESDE 4.49 GPM HASTA 1,350,000 GPM.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## DIMENSIONAMIENTO DEL MECANISMO DESARENADOR:

### DATOS DE DISEÑO

VELOCIDAD	$V [=]$ M/S	0.305
TAMAÑO DE PARTICULA	MESH (100) [=] mm	0.150
CARGA HIDRAULICA	$CH [=]$ FT <sup>2</sup> /MGD	38.600
FLUJO MAXIMO	$Q_{MAX} [=]$ MGD	8.400

REMOSION DEL 95% DE ARENA CON UNA GRAVEDAD ESPECIFICA DE 2.65 EN EL TAMAÑO DE PARTICULA ESPECIFICADO.

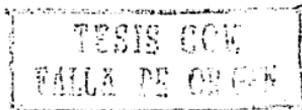
### DIMENSTONAMIENTO

#### CALCULO DEL AREA REQUERIDA PARA LA SEDIMENTACION DE LA ARENA

AREA	$A [=]$ FT <sup>2</sup>	324.240
DIAMETRO DEL TANQUE	$D [=]$ FT	20.03
DIAMTRO STANDARD	$D [=]$ FT	20.00
ANCHO DEL MECANISMO LAVADOR DE ARENA	$l [=]$ FT	4.00

### DIMENSTONES FINALES DEL EQUIPO

MECANISMO DESARENADOR TIPO WA DE 20 FT DE DIAMETRO POR 4 FT DE ANCHO DE CANAL DE LAVADO.



**ESPECIFICACION DE MECANISMO DESAREMADOR**

<b>DESCRIPCION GENERAL</b>	DESCRIPCION: MECANISMO DE REMOSION DE ARENA
	No. DE EQUIPO: <span style="float:right">CANTIDAD: 1</span>
<b>CONDICIONES DE OPERACION</b>	FLUIDO MANEJADO: AGUAS RESIDUALES <span style="float:right">TEMPERATURA: 20 C</span>
	DIAM. DE LA PART. A REMOVER: 0.03 MM <span style="float:right">GRAU. ESP: 2.65</span>
	FLUJO DE OPERACION: 175 LPS <span style="float:right">FLUJO MAXIMO: 368.5 LPS</span>
	PORCENTAJE DE REMOSION: 95 % DE LA MALLA 65 E INFERIORES.
<b>DATOS DEL TANQUE</b>	MATERIAL DE CONSTRUCCION: CONCRETO.
	ANCHO DEL CANAL: 3 FT 3 IN
	DIAMETRO DEL TANQUE: 18 FT 0 IN <span style="float:right">PROFUNDIDAD: 2 FT 6 IN</span>
<b>DATOS DEL EQUIPO</b>	UNIDAD MOTRIZ:
	A) MOTOR HP: 1 RPM: 1750 <span style="float:right">VOLTS/4/HZ: 220/440/3/60</span>
	MARCA: F.S. <span style="float:right">TIPO: TCCU NEMA: 4</span>
	B) REDUCTOR: MARCA: FALK <span style="float:right">RELACION: 17.5:1</span>
	TORQUE DE OPERACION: 4310 FT.LB
	C) PROTECCION DE SOBRE CARGA: INCLUIDA.
	TIPO: ELECTROMECANICO.
	ALARMA AUDIBLE: INCLUIDA.
	D) BRAZOS COLECTORES: 2 (D09).
	MECANISMO DE LIMPIEZA:
	A) TIPO: RASTRILLO CON MOVIMIENTO DE TIPO BIELA MANIVELA.
	FABRICADO EN ACERO AL CARBON CON PLACA DE 1/4".
B) RECIRCULACION DE ORGANICOS. INCLUIDO MOTOR DE 1/2 HP.	

PAG 56

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



## 5.0 ESTACIONES DE BOMBEO.

LA ESTACION DE BOMBEO PRINCIPAL DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES RECIBE TODA EL AGUA RESIDUAL DE LA RED MUNICIPAL Y LA ELEVA A UNA ALTURA SUFICIENTE QUE PERMITA QUE EL AGUA RESIDUAL FLUYA POR GRAVEDAD A TRAVES DE TODOS LOS PROCESOS DEL TRATAMIENTO, CUANDO LAS CONDICIONES DEL TERRENO DONDE ESTE SITUADA LA PLANTA DE TRATAMIENTO CON RESPECTO A LAS DE LA RED MUNICIPAL, PERMITAN QUE EL AGUA RESIDUAL FLUYA POR GRAVEDAD A LOS PROCESOS DEL TRATAMIENTO, LA ESTACION DE BOMBEO PARA LA INFLUENTE NO SERA NECESARIA.

EL EQUIPO ESENCIAL PARA EL FUNCIONAMIENTO SATISFACTORIO DE LA ESTACION DE BOMBEO PUEDE COMPRENDER, ADEMAS, UNA REJILLA, UNA CAMARA DESARENADORA Y UN POZO DE RECEPCION. LA CAMARA DESARENADORA Y LA REJILLA SON NECESARIAS PARA PROTEGER LAS BOMBAS CONTRA DESGASTES Y OBSTRUCCIONES. CUANDO SE TRATA DE AGUAS NEGRAS QUE NO LLEVAN ARENA, COMO ES EL CASO DE AGUAS NEGRAS DE ORIGEN DOMESTICO, NO SE UTILIZAN LAS CAMARAS DE SEDIMENTACION. SE DEBERA INSTALAR UN VERTEDOR DE EXCEDENCIAS O DERIVACION PARA EVITAR DAÑOS A LA ESTACION DE BOMBEO POR SOBREFLUJOS.

## 5.1 CAUDAL DE DISEÑO.

PARA DETERMINAR EL TAMAÑO DE LA ESTACION DE BOMBEO, SE DEBERA CONOCER LA CANTIDAD Y LAS VARIACIONES DEL CAUDAL ESPERADAS, YA QUE NO HAY UN METODO PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LAS ESTACIONES DE BOMBEO QUE SEA APLICABLE A TODAS LAS CONDICIONES.

LOS CAUDALES NORMALMENTE VARIAN DE UN MINIMO EN LAS PRIMERAS HORAS DE LA MAÑANA A UN MAXIMO AL MEDIO DIA. LA FIGURA ILUSTRAS LAS VARIACIONES TÍPICAS DEL CAUDAL DURANTE UN PERIODO DE 24 HORAS. LA FORMA DE ESTA CURVA PUEDE VARIAR, PERO GENERALMENTE ES

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

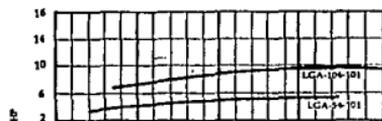
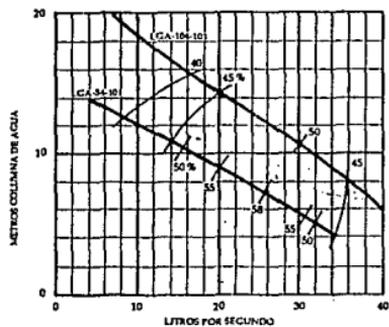
SIMILAR A LA QUE SE DESCRIBE EN DICHA FIGURA. PARA HACER UNA SELECCION APROPIADA DEL EQUIPO DE BOMBEO Y EL DISEÑO CORRECTO DEL POZO DE ADMISION DE LAS AGUAS NEGRAS, SE DEBERA CONOCER EL CAUDAL MAXIMO, <sup>P. 312</sup> PROMEDIO Y MINIMO DIARIO.

**ESPECIFICACION DE BOMBA SUMERGIBLE**

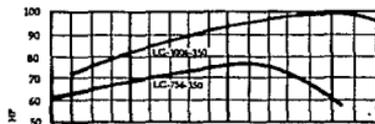
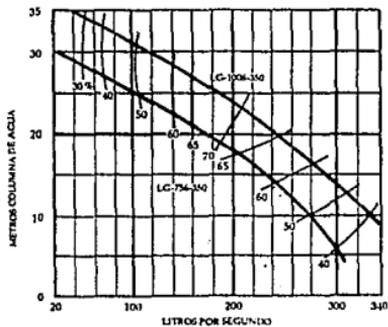
<b>DESCRIPCION GENERAL</b>	<b>DESCRIPCION: BOMBA PARA MANEJO DE AGUAS RESIDUALES.</b>	
<b>CARACTERIST. GENERALES</b>	<b>No. DE EQUIPO:</b>	<b>CANTIDAD: 2</b>
	<b>FLUIDO MANEJADO:</b>	<b>AGUAS RESIDUALES</b>
	<b>FLUJO DE ALIMENTACION:</b>	<b>175 LPS</b>
	<b>POTENCIA NOMINAL:</b>	<b>75 HP</b>
	<b>VELOCIDAD:</b>	<b>1150 RPM</b>
	<b>SERVICIO:</b>	<b>CONTINUO</b>
	<b>TEMPERATURA MAXIMA DEL LIQUIDO:</b>	<b>40 C</b>
<b>CARACTERIST. CONSTRUCTIVAS</b>	<b>TIPO DE IMPULSOR:</b>	<b>CERRADO</b>
	<b>DIAMETRO DEL IMPULSOR:</b>	<b>400 MM</b>
	<b>NUMERO DE ALABES:</b>	<b>2</b>
	<b>PASO DE ESFERA:</b>	<b>4 IN</b>
	<b>DIAMETRO DE DESCARGA DE LA BOMBA:</b>	<b>14 IN</b>
	<b>CAMARA DEL MOTOR:</b>	<b>SECA</b>
	<b>CADENA GALVANIZADA:</b>	<b>6 M</b>
	<b>SELLOS MECANICOS:</b>	<b>2</b>
	<b>LUBRICACION EN BALEROS:</b>	<b>GRASA</b>
	<b>BALEROS:</b>	<b>2</b>
	<b>VIDA UTIL DE LOS BALEROS:</b>	<b>50000 HRS</b>
<b>CARACTERISTIC. ELECTRICAS</b>	<b>TIPO DE MOTOR:</b>	<b>INDUCCION JAULA DE ARDILLA</b>
	<b>TIPO DE CONEXION MOTOR:</b>	<b>DELTA</b>
	<b>VOLTAJE/FASES/HERZ/POLOS:</b>	<b>440/3/60/6</b>
	<b>CLASE DE AISLAMIENTO:</b>	<b>B</b>
	<b>DISENO NEMA:</b>	<b>E</b>
	<b>PESO DE LA BOMBA: 500 KG</b>	<b>PAG 40</b>

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

LGA-54-101 (6 LPA)  
 LGA-104-101 (6 LPA)



LG-756-350 (6 LP)  
 LG-1006-350 (6 LP)



**DIMENSIONES DE LAS BOMBAS  
SERIES LGA Y LG MODELOS:  
LGA-304/404/604-201  
LG-756/1006-350**

DIMENSIONES DE LAS BOMBAS								
MODELOS	A	B	C	D	E	F	G	H
LGA-304-201	330	349	280	320	440	975	776	140
LGA-404/604-201	330	349	280	320	440	1275	1090	140
LGA-756/1006-350	484	490	360	440	610	1640	1400	285

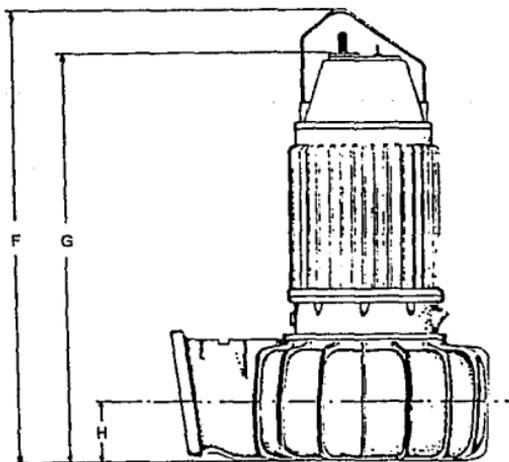
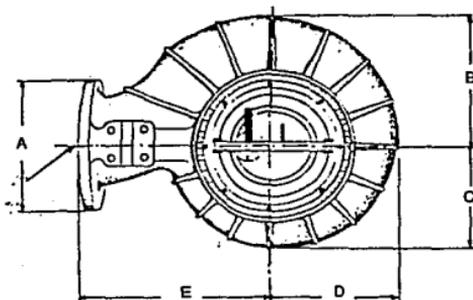
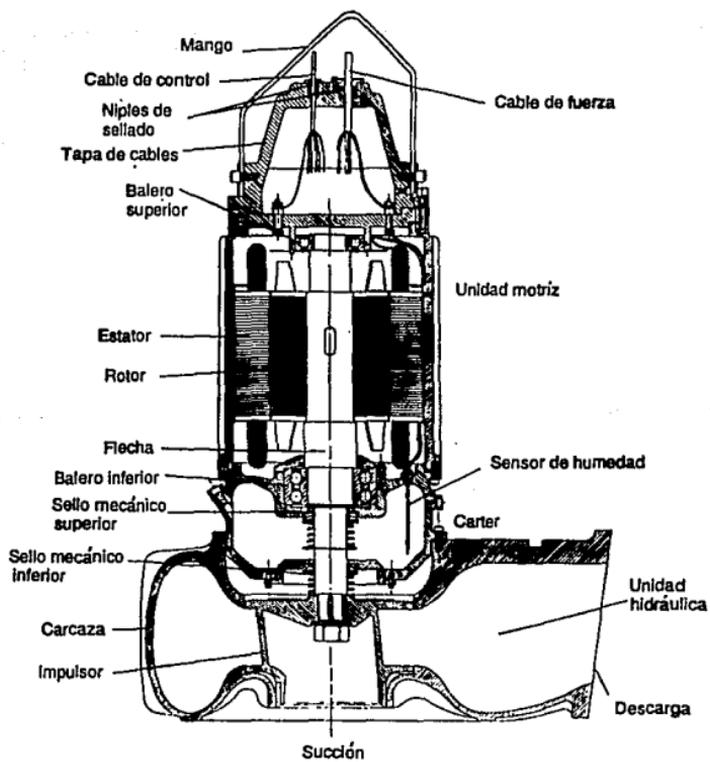


FIG No 4C

MODELOS  
LGA-404-201 LG-756-350  
LGA-604-201 LG-1006-350



## 6.0 PROCESO POR LODOS ACTIVADOS.

### 6.1 FUNCIONAMIENTO.

LOS OBJETIVOS QUE PERSECUE EL TRATAMIENTO BIOLÓGICO DEL AGUA RESIDUAL SON LA COAGULACION Y ELIMINACION DE LOS COLOIDES COLOIDALES NO SEDIMENTABLES Y LA ESTABILIZACION DE LA MATERIA ORGANICA. EN EL CASO DEL AGUA RESIDUAL DOMESTICA, EL PRINCIPAL OBJETIVO ES EL DE REDUCIR EL CONTENIDO ORGANICO.

EL PROCESO DE LODOS ACTIVADOS ES UNA TECNICA DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO PARA AGUAS RESIDUALES EN EL CUAL SE MEZCLA EL AGUA RESIDUAL Y UN LODO BIOLÓGICO (MICROORGANISMOS) LOS CUALES SON MEZCLADOS Y AEREADOS. LOS LODOS BIOLÓGICOS SON SUBSECUENTEMENTE SEPARADOS DEL AGUA RESIDUAL TRATADA Y RECIRCULADOS AL PROCESO DE AEREACION.

LOS MICROORGANISMOS SON MEZCLADOS CON LA MATERIA ORGANICA BAJO LAS CONDICIONES QUE ESTIMULEN SU CRECIMIENTO PARA UTILIZAR LA MATERIA ORGANICA COMO ALIMENTO. UNA VEZ QUE LOS MICROORGANISMOS CRECEN Y SON MEZCLADOS POR AGITACION LOS ORGANISMOS INDIVIDUALES SE UNEN FORMANDO FLOCULOS PARA FORMAR ASI UNA MASA DE MICROORGANISMOS LLAMADA LODO ACTIVADO. EN LA PRACTICA EL AGUA RESIDUAL FLUYE CONTINUAMENTE DENTRO DEL TANQUE DE AEREACION DONDE SE INTRODUCE AIRE PARA MEZCLA EL LODO ACTIVADO CON EL AGUA RESIDUAL Y SUMINISTRARLE A LOS MICROORGANISMOS EL OXIGENO NECESARIO PARA DEGRADAR LA MATERIA ORGANICA. LA MEZCLA DE LODO ACTIVADO Y AGUA RESIDUAL EN EL TANQUE DE AEREACION RECIBE EL NOMBRE DE LICOR MEZCLADO. EL LICOR MEZCLADO DEL TANQUE DE AEREACION AL CLARIFICADOR SECUNDARIO EN DONDE EL LODO ACTIVADO ES SEDIMENTADO. LA MAYORIA DEL LODO SEDIMENTADO ES RECIRCULADO AL TANQUE DE AEREACION PARA MANTENER UNA ALTA POBLACION DE MICROORGANISMOS Y ASI PERMITIR LA RAPIDA DEGRADACION DE LA MATERIA ORGANICA.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

DEBIDO A QUE SE PRODUCE UNA MAYOR CANTIDAD DE LODO ACTIVADO DEL QUE PUEDE SER UTILIZADO EN EL PROCESO UNA CIERTA CANTIDAD DE LODOS DEBERAN SER DESECHADOS.

PARA PROYECTAR CORRECTAMENTE UN SISTEMA DE LODOS ACTIVADOS CON LAS DEBIDAS GARANTIAS DE UN BUEN FUNCIONAMIENTO, ES NECESARIO COMPRENDER LA IMPORTANCIA DE LOS MICROORGANISMOS DENTRO DEL SISTEMA. EN LA NATURALEZA EL PAPEL CLAVE DE LAS BACTERIAS ES EL DE DESCOMPONER LA MATERIA ORGANICA PRODUCIDA POR OTROS ORGANISMOS VIVIENTES. EN EL PROCESO DE LODOS ACTIVADOS LAS BACTERIAS SON LOS ORGANISMOS MAS IMPORTANTES YA QUE SON CAUSANTES DE LA DESCOMPOSICION DE LA MATERIA ORGANICA DEL INFLUENTE. EN EL REACTOR, PARTE DE LA MATERIA ORGANICA DEL AGUA RESIDUAL ES UTILIZADA POR LAS BACTERIAS FACULTATIVAS O AEROBICAS CON EL FIN DE OBTENER ENERGIA PARA LA SINTESIS DEL RESTO DE LA MATERIA ORGANICA EN NUEVAS CELULAS. EN REALIDAD SOLO UNA PARTE DEL RESIDUO ORIGINAL ES VERDADERAMENTE OXIDADO A COMPUESTOS DE BAJO CONTENIDO ENERGETICO, TALES COMO  $\text{NO}^3$ ,  $\text{SO}^4$  Y  $\text{CO}_2$ ; EL RESTO ES SINTETIZADO EN MATERIA CELULAR.

EN TANTO QUE LAS BACTERIAS SON LOS MICROORGANISMOS QUE REALMENTE DEGRADAN EL RESIDUO ORGANICO DEL INFLUENTE, LAS ACTIVIDADES METABOLICAS DE OTROS MICROORGANISMOS SON IGUALMENTE IMPORTANTES EN EL SISTEMA DE LODOS ACTIVADOS. POR EJEMPLO LOS PROTOZOOS Y ROTIFEROS ACTUAN COMO DEPURADOS DE LOS INFLUENTES. LOS PROTOZOOS LAS BACTERIAS DISPERSAS QUE NO HAN FLOCULADO Y LOS ROTIFEROS CONSUMEN CUALQUIERA PARTICULAS PEQUEÑAS BIOLÓGICAS QUE NO HAYAN SEDIMENTADO.

POR OTRO, LADO, DEL MISMO MODO QUE ES IMPORTANTE QUE LAS BACTERIAS DESCOMPOGAN EL RESIDUO ORGANICO TAN RAPIDAMENTE COMO SEA POSIBLE, TAMBIEN LO ES QUE FORMEN UN FLOCULO ADECUADO, EL ESTO QUE ELLO ES UN REQUISITO PREVIO PARA LA SEPARACION DE LOS SÓLIDOS BIOLÓGICOS EN LA INSTALACION DE SEDIMENTACION.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

EN TODA DEPURACION BIOLÓGICA SE TRANSFORMAN LAS IMPUREZAS ORGANICAS EN COMPUESTOS QUÍMICOS ESTABLES (OXIDOS) O EN MATERIA BIOLÓGICA CELULAR, POR MEDIO DE PROCESOS DE ADSORCIÓN O DE OXIDACIÓN. EN LA DEPURACION BIOLÓGICA ARTIFICIAL DEL AGUA RESIDUAL LA MATERIA CELULAR SE SEPARA EN DEPOSITOS DE DECANTACION.

EL PROCESO POR LODOS ACTIVADOS ANTICIPA UNA PARTE DEL PROCESO DE AUTODEPURACION QUE TIENE LUGAR EN EL CAUCE DE EVACUACION. LOS MICROORGANISMOS QUE TOMAN PARTE EN ESTE PROCESO NO ELIMINAN LAS SUSTANCIAS MINERALES NUTRIATIVAS (NITROGENO, FOSFORO) DEL AGUA RESIDUAL. ESTO, SIN EMBARGO, PUEDEN REALIZARLO LOS ORGANISMOS DOTADOS DE CLOROFILA PRESENTES EN LA CORRIENTE DEL AGUA.

LOS PROCESOS NATURALES DE DEPURACION QUE SE PRODUCEN EN LA CORRIENTE DE AGUA TIENEN LUGAR EN LOS DEPOSITOS DE ACTIVACION MUY RAPIDAMENTE Y EN UN ESPACIO MINIMO. EL OXIGENO NECESARIO PARA ELLO SE INTRODUCE ARTIFICIALMENTE, POR EJEMPLO, INYECTANDO AIRE COMPRIMIDO O POR MEDIOS MECANICOS. CON ELLO SE EVITA EL LODO ACTIVADO DESCIENDA AL FONDO DEL DEPOSITO Y QUE SE PRODUZCA UN DEFICIT DE OXIGENO POR SER CONSUMIDO POR LA MASA BIOLÓGICA DEL LODO ACTIVADO.

LOS FLOCULOS DE LODO ACTIVADO ESTAN CONSTITUIDOS POR UNA MASA FUNDAMENTAL MUCILAGINOSA SOBRE LA QUE VIVEN BACTERIAS Y PROTOZOOS. LAS IMPUREZAS ORGANICAS QUE CONTIENE EL AGUA RESIDUAL SON ADSORBIDAS POR ESTOS MICROORGANISMOS Y SE TRANSFORMAN EN MASA FLOCULADA BIOACTIVA.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## DIMENSIONAMIENTO DE AERADORES SUPERFICIALES DE BAJA VELOCIDAD

### DATOS DE DISEÑO

DBO <sub>5</sub> INFLUENTE	[=] MG/LT	250.00
DBO <sub>5</sub> EFLUENTE	[=] MG/LT	25.00
MLSS	[=] MG/LT	3000.00
F/M		0.30
PRESTION AL NIVEL DEL MAR	[=] IN HG	29.92
PRESTION EN EL SITIO DE LA PLANTA	[=] IN HG	22.48
FLUJO	[=] GPM	2774.10

### REQUERIMIENTOS DE OXIGENO POR PROCESO

#### DIMENSIONAMIENTO

CARGA ORGANICA DEL INFLUENTE	[=] KG/DIA	3771.99
CARGA ORGANICA DEL EFLUENTE	[=] KG/DIA	378.00
CARGA ORGANICA REMOVIDA	[=] KG/DIA	3401.99

### EFICIENCIA DE AERACION EN CONDICIONES STANDARD

$$N_a = (\text{CARGA ORGANICA REMOVIDA}) \cdot (1.25 \text{ KG O}_2 / \text{KG DBO}_{\text{REMOVIDA}})$$

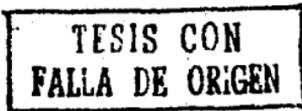
REQUERIMIENTO DE OXIGENO	[=] KG O <sub>2</sub> /DIA	5102.98
--------------------------	----------------------------	---------

### EFECTOS DE LA TEMPERATURA Y LA PRESION

$$N = N_a / \alpha \cdot (C_w - C) / C_s \cdot 1.025^{(T-20)}$$

ONDE:

N = REQUERIMIENTOS REALES DE OXIGENO	[=] KG O <sub>2</sub> /DIA	10248.91
N <sub>a</sub> = REQUERIMIENTOS DE OXIGENO EN CONDICIONES STANDARD.	[=] KG O <sub>2</sub> /DIA	5102.98



$\alpha$ = COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA		0.90
$C_{sw}$ = OXIGENO DE SAT. EN FL DESECHO	[=] PPM	5.70

$$C_{sw} = \alpha \cdot (C_{ss} \cdot P)$$

DONDE

$\alpha$ = COEFICIENTE DE SATURACION		0.85
$C_{ss}$ = OXIGENO DE SATURACION EN LA SUPERFICIE DEL AGUA	[=] PPM	8.92
$P$ = PRESION EN EL STTIO/PRESION AL NIVEL DEL MAR		0.75
$C_1$ = CONCENTRACION DE $O_2$ DISUELTO QUE DEBE MANTENERSE EN EL DESECHO	[=] PPM	2.00
$C_s$ = $O_2$ DE SATURACION EN LA SUPERFICIE DEL AGUA A 20°C Y 1 ATM DE PRESION	[=] PPM	7.56
$T$ = TEMPERATURA DEL DESECHO	[=] °C	25.00

#### DIMENSIONES DEL TANQUE DE AERACION

ANCHO	[=] M	20.50
LARGO	[=] M	41.00
TIRANTE	[=] M	4.50
VOLUMEN UTIL	[=] M <sup>3</sup>	3782.25
POTENCIA INSTALADA POR AERADOR	[=] HP	50.00
NUMERO DE AERADORES		6.00
POTENCIA TOTAL INSTALADA	[=] HP	300.00

TIEMPO DE RESIDENCIA EN EL TANQUE DE AERACION 6 HR.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**ESPECIFICACION DE AEREADORES SUPERFICIALES**

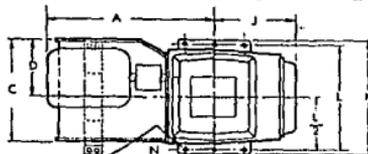
DESCRIPCION GENERAL	DESCRIPCION: AEREADORES SUPERFICIALES DE BAJA VELOCIDAD
CONDICIONES DE OPERACION	No. DE EQUIPO: <span style="float:right">CANTIDAD: 1</span>
	FLUIDO MANEJADO: AGUAS RESIDUALES <span style="float:right">TEMPERATURA: 20 C</span>
	DBO <sub>s</sub> (INFLUENTE) = 250 PPH
	DBO <sub>s</sub> (EFLUENTE) = 25 PPH
	FLUJO MEDIO = 175 LPS <span style="float:right">TIEMPO DE RESIDENCIA: 6 HR</span>
	DIMENSIONES DEL TANQUE DE AEREACION:
	ANCHO: 20.50 M <span style="float:right">LARGO: 41.00 M</span> <span style="float:right">TIRANTE UTIL: 4.50 M</span>
	BORDO LIBRE: 50 CM
	MLSS: 3000 PPH <span style="float:right">SSULM: 3750 PPH</span> <span style="float:right">RECIRCULACION: 0.35</span>
	NECESIDADES DE OXIGENO:
$\alpha = 0.90$ <span style="float:right"><math>\beta = 0.85</math></span> <span style="float:right">O.D = 2.0 PPH</span>	
DATOS DEL EQUIPO	NECESIDADES REALES DE OXIGENO: 10248.91 KG O <sub>2</sub> / DIA
	LONGITUD DE LA FLECHA: 94 IN <span style="float:right">DIAMETRO: 4-1/2 IN</span>
	REDUCTOR DE VELOCIDAD DE SALIDA: 56 RPM
	DIAMETRO DEL IMPULSOR: 83 IN
	TIPO DE IMPULSOR: CUATRO ASPAS A 45 GRADOS.
	MOTOR HP: 50 <span style="float:right">RPM: 1750</span> <span style="float:right">VOLTS/Φ/HZ: 220/440/3/60</span>
	MARCA: SIEMENS <span style="float:right">FS: 1.00</span> <span style="float:right">TIPO: TCCU</span> <span style="float:right">NEMA: 4</span>
	CAPACIDAD DE BOMBEO: 60000 GPH <span style="float:right">BORDO LIBRE: 54 IN</span>
	CIRCULO DE INFLUENCIA MINIMO: 40.3 FT
	CIRCULO DE INFLUENCIA MAXIMO: 69.0 FT
PROFUNDIDAD PERMISIBLE (MINIMA): 6.6 FT (MAXIMA): 16.2 FT	
TRANSFERENCIA DE OXIGENO: 160 LB/HR	

# LIGHTNIN AERATORS

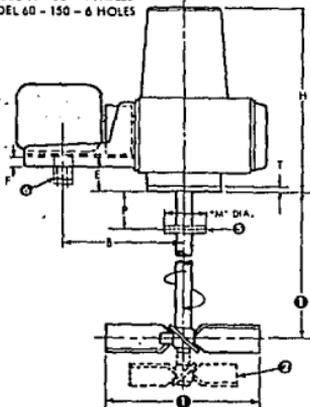
ALL EQUIPMENT DESIGN AND APPLICATION DATA SHOWN HEREIN AND RELATED THEREON ARE CONFIDENTIAL AND THE PROPERTY OF MIXING EQUIPMENT COMPANY. NO USE OR DISCLOSURE THEREOF MAY BE MADE WITHOUT OUR WRITTEN PERMISSION.

## NOTES:

- 1 IMPELLER SIZE AND SHAFT LENGTH DEPENDENT ON SPECIFIC APPLICATION.
- 2 ADDITIONAL UPRHUSTING IMPELLER WILL BE FURNISHED WHEN REQUIRED.
- 3 MOTOR FRAME SIZE IS BASED ON 1800 AND 1500 RPM 1964 NEMA TFC MOTORS. SIZE AND WEIGHT MAY VARY DEPENDENT ON SPECIFIC MANUFACTURER.
- 4 AERATOR WEIGHT DOES NOT INCLUDE MOTOR, SHAFT/S OR IMPELLERS.
- 5 COUPLING CONSTRUCTION IS OPTIONAL.
- 6 OUTBOARD SUPPORT FURNISHED BY "LIGHTNIN" ON UNITS WITH MOTOR FRAME 365T AND LARGER (SEE SUPPORT DRAWING FOR DETAILS) NOT REQUIRED FOR UNITS WITH SMALLER MOTORS IF MOUNTING SUPPORTS ARE OF SUFFICIENT STRENGTH AND RIGIDITY.
- 7 DIMENSIONS ARE FOR REFERENCE ONLY UNLESS CERTIFIED.



"5" DIAMETER MOUNTING HOLES  
MODEL 10 - 50 - 4 HOLES  
MODEL 60 - 150 - 6 HOLES



LAT. MODEL NO.	K	L	M	N	P	R	S	T
10-20	17	14-3/4	5-1/2	8-7/8	4-3/8	11-1/8	3/4	5/8
40	18-3/4	16-1/2	6-3/8	9-3/4	4	12	3/4	
50	21-3/4	19-1/4	7-1/2	10-1/2	5-3/8	13	7/8	
60-10	24-1/4	21-3/4	8-1/2	13-1/2	5-3/8	16	7/8	
80	27-1/4	24-1/2	9-3/8	14-1/4	5-3/16	17	1"	7/8
90-100	31-1/4	28-1/2	10-1/4	17-1/4		20	1"	7/8
110-120	33-3/4	30-3/4	9-3/8	19	6	22	1-1/8	1"
130	37	34	11-3/8	23	6-1/2	26	1-1/8	1"
140-150	39	36	12-3/8	25	6-1/2	26	1-1/8	1"

LAT. MODEL NO.	WGT. ①	MOTOR DATA ②		A	B	C	D	E	F	H	J	
		HP	FRAME WGT.									
10	1	143T	30	21	15-1/2							
20	290	145T	35	22	16	13	7-1/2	6-1/4	1-3/8	26-3/4	8-3/8	
30												
40	497	182T	56	24-3/8	17-1/2	16	9-5/8	6-5/8	2-3/8	30-5/8	11-3/8	
50	655	184T	70	26	18-5/8	16	10-1/4	7-3/4	2-3/8	32-3/8	12-7/8	
60		7-5	213T	142	30-1/4	22-1/8	20	11-1/2	9-1/8	4-1/4	37	15-5/8
70	1040	10	215T	176	31-3/4	22-7/8						
80	1445	15	254T	252	35-7/8	25-1/2	23	13-1/4	10-5/8	4-3/4	41-3/4	18-1/2
90	2135	20	256T	302	39	28-3/4	23	13-3/4	12-3/4	4-3/4	49-7/8	21-3/8
100	2170	25	284T	355	40-1/8	29-5/8	23-3/4	14-3/4	12-7/8	3-7/8		
110	3070	30	286T	410	44-1/8	33	27-3/4	15-1/8	15-3/4	7-3/8	57	24-7/8
120	3090	40	324T	555	45-1/4	33-7/8	28-3/4	16	14-3/4	6-1/2		
130	4035	50	326T	620	48-1/2	36-3/8	28-3/4	16-1/2	16-3/8	6-1/2	59-1/4	39-1/2
140	4730	60	364T	780	54-5/8							
150	4925	75	365T	900	55-5/8							

IN USA: MIXING EQUIPMENT CO., INC., ROCHESTER, N.Y. 14603 © 1969  
 IN EUROPE: LIGHTNIN MIXERS LTD., POYNTON, CHESHIRE, ENGLAND  
 IN CANADA: GREY MIXING EQUIPMENT, LTD., TORONTO, 19  
 IN AUSTRALIA: LIGHTNIN MIXERS PTY., LTD., STANMORE, N.S.W.

OUTLINE DIMENSIONS IN INCHES  
**LIGHTNIN**  
 AERATOR  
 MODEL LAT 10 THRU 150  
 LOW HEADROOM  
 MOUNTING

## 7.0 SEDIMENTACION.

LA REMOCION DE LOS SOLIDOS SEDIMENTABLES ES UN PASO IMPORTANTE EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. EL REMOVER LOS SOLIDOS MEDIANTE UN TRATAMIENTO AYUDA A EVITAR EL DEPOSITO DE LODOS EN LAS AGUAS RECEPTORAS, REDUCIENDO LOS OLORES Y LAS CAPAS DE LODOS ANAEROBIOS EN EL FONDO DE LAS CORRIENTES. SIN ESTA REMOCION, ES IMPOSIBLE LA DESINFECCION ADECUADA DE LAS AGUAS RESIDUALES ANTES DE LA DESCARGA.

EXISTEN VARIOS METODOS PARA LA REMOCION DE SOLIDOS SEDIMENTABLES. EN ESTE CAPITULO SE DESCRIBEN LAS TECNOLOGIAS RELATIVAS A SEDIMENTADORES.

### 7.1 SEDIMENTADORES.

LA REMOCION DE LOS SOLIDOS SEDIMENTABLES DE LAS AGUAS RESIDUALES SE REALIZA MEDIANTE EL PROCESO DE SEDIMENTACION. LA DIFERENCIA ESPECIFICA ENTRE LOS SOLIDOS SEDIMENTABLES Y EL AGUA, ORIGINA QUE LOS SOLIDOS SEDIMENTEN EN EL FONDO DE UN TANQUE O RECIPIENTE EN CONDICIONES NO TURBULENTAS.

MUCHOS DE LOS PROCEDIMIENTOS DE DISEÑO Y PRACTICAS DE TRATAMIENTO MUNICIPAL PARA REMOCION DE SOLIDOS SEDIMENTABLES SE DESCRIBEN EN TERMINOS DE REMOCION DE SOLIDOS SUSPENDIDOS. LA CANTIDAD TOTAL DE SOLIDOS SUSPENDIDOS CONTIENE AQUELLOS SEDIMENTABLES Y NO SEDIMENTABLES DE ACUERDO A:

$$\text{SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES} = \text{SOLIDOS SEDIMENTABLES} + \text{SOLIDOS NO SEDIMENTABLES}$$

ESTA ECUACION INDICA QUE NO TODOS LOS SOLIDOS SUSPENDIDOS EN LAS AGUAS RESIDUALES SON SEDIMENTABLES. NORMALMENTE LA EFICACION EN EL AGUA RESIDUAL DOMESTICA ES:

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	100%
SOLIDOS SEDIMENTABLES TOTALES	60%
SOLIDOS SUSPENDIDOS NO SEDIMENTABLES	40%

EL PORCENTAJE DE REMOCION DE LOS SOLIDOS SEDIMENTABLES Y SUSPENDIDOS ES FUNCION DE LA CARGA SUPERFICIAL, LA CUAL SE EXPRESA COMO EL CAUDAL MEDIO DIARIO DE AGUAS RESIDUALES, DIVIDIDO ENTRE EL AREA SUPERFICIAL DEL SEDIMENTADOR. NORMALMENTE SE DENOMINA EN  $m^3/DIA/m^2$ .

## 7.2 TIPOS DE SEDIMENTADORES.

HAY DOS TIPOS BASICOS DE SEDIMENTADOR QUE SE USAN EN PLANTAS DE TRATAMIENTO MUNICIPAL: RECTANGULAR Y CIRCULAR.

### RECTANGULAR

DIMENSIONES.—LA PRACTICA GENERAL LIMITA EL USO DE SEDIMENTADORES RECTANGULARES, A ANCHOS (W) QUE ESTAN EN EL RANGO DE 1.5 m A 6 m APROXIMADAMENTE. LOS ANCHOS DE 6 METROS PRESENTAN PROBLEMAS PARA LOS MECANISMOS DE REMOCION DE LODOS.

AUNQUE LA LONGITUD (L) DE UN TANQUE PUEDE ILEGAR A 90 METROS, LA EXPERIENCIA MUESTRA QUE EL SEDIMENTADOR RECTANGULAR BIEN PROPORCIONADO DEBERA TENER UNA LONGITUD PROPORCIONAL A SU ANCHO, ENTRE 3 A 1 Y 5 A 1. EL TIEMPO DE RETENCION NO ES UN PARAMETRO SIGNIFICATIVO PARA PROPOSITOS DE DISEÑO DE UN SEDIMENTADOR COMO LO ES LA CARGA SUPERFICIAL; SIN EMBARGO, ES RECOMENDABLE PROVEER UN TIEMPO DE RETENCION DE 90 A 150 MINUTOS BASADO EN EL CAUDAL DE DISEÑO PROMEDIO. PARA EL EFECTO, LA PROFUNDIDAD (H) MINIMA QUE SE CONSIDERA EN SEDIMENTADORES CON EQUIPO MECANICO PARA REMOCION DE SEDIMENTOS ES DE 2.1 m, PERMITIENDOSE PROFUNDIDADES MENORES PARA UNIDADES SIN REMOCION MECANICA; EN ESTE CASO SE DEBEN PROVEER VOLUMENES ADICIONALES EN

52

TESIS CON  
FALLA DE OR.GEN

LOS TANQUES PARA EL DEPOSITO DE LOS LODOS, NORMALMENTE TOLVAN EN EL FONDO CON ANGULOS DE INCLINACION DE LAS PAREDES DE 30 A 45°.

DISPOSITIVOS DE ENTRADA Y SALIDA. - ESTOS DISPOSITIVOS SE DISEÑAN PARA MINIMIZAR TURBULENCIAS Y DISTRIBUIR EL FLUJO EN TODO LO ANCHO DEL TANQUE.

EL DISPOSITIVO DE ENTRADA PUEDE ESTAR CONSTITUIDO POR UNA SERIE DE TUBOS ESPACIADOS A LO ANCHO DEL TANQUE, UN SOLO TUBO DESCARGADO VERTICALMENTE BAJO LA SUPERFICIE DEL AGUA O SIMPLEMENTE POR UN CANAL A TODO LO ANCHO DEL TANQUE CON ORIFICIOS UNIFORMEMENTE ESPACIADOS.

NORMALMENTE ENSEGUIDA DE LOS DISPOSITIVOS DE ENTRADA SE UTILIZA UNA MAMPARA PARA PREVENIR LOS CORTOS CIRCUITOS Y PARA DISTRIBUIR EL FLUJO DE AGUAS NEGRAS LATERAL Y VERTICALMENTE; ESTAS SE INSTALAN APROXIMADAMENTE DE 0.6 A 0.9 METROS AL FRENTE DE LA ENTRADA Y SUMERGIDAS DE 0.45 A 0.60 METROS DEPENDIENDO DE LA PROFUNDIDAD DEL TANQUE, CON EL BORDE A 0.05 METROS BAJO LA SUPERFICIE DEL AGUA, PARA PERMITIR QUE LAS NATAS PASEN SOBRE ELLAS.

LOS DISPOSITIVOS DE SALIDA PARA PRACTICAMENTE TODAS LAS UNIDADES SON VERTEDEROS TRIANGULARES TIPO 'V' DE DIENTE DE SIERRA, LOS CUALES VIERTEN A UN CANAL QUE CONDUCE EL AGUA RESIDUAL HACIA EL PUNTO DE DESCARGA.

CIRCULARES

DIMENSIONES. - LA UTILIZACION DE LOS SEDIMENTADORES CIRCULARES SE DEBERA LIMITAR A DIAMETROS IGUALES O MAYORES DE 7.0 METROS. EXISTEN EN OPERACION TANQUES CON DIAMETROS DE 60 METROS O MAS, PERO EL MEDIO DE DIAMETRO MAXIMO ES CERCANO A LOS 30 METROS.

TESIS CON  
FALLA DE ORDEN

COMO EN EL CASO DE LOS SEDIMENTADORES RECTANGULARES, EL TIEMPO DE RETENCION NO ES UN PARAMETRO TAN IMPORTANTE COMO LA CARGA SUPERFICIAL. SE RECOMIENDA QUE LA ALTURA MINIMA DE UN TANQUE SEA DE 2.1 METROS.

DISPOSITIVOS DE ENTRADA Y SALIDA. - LOS SEDIMENTADORES CIRCULARES PUEDEN SER DE DOS TIPOS; DE ALIMENTACION CENTRAL Y DE ALIMENTACION PERIFERICA. EN EL TIPO DE ALIMENTACION CENTRAL, UNA MAMPARA RADIALMENTE CONCENTRICA DISTRIBUYE UNIFORMEMENTE EL INFLUENTE EN TODAS DIRECCIONES. LA SALIDA ESTA CONSTITUIDA PRACTICAMENTE POR LA PERIFERIA DEL SEDIMENTADOR.

LOS SEDIMENTADORES DE ALIMENTACION PERIFERICA INTRODUCEN EL INFLUENTE ALREDEDOR DEL BORDE EXTERIOR DEL SEDIMENTADOR. LAS MAMPARAS SE EXTIENDEN UNO O DOS METROS BAJO LA SUPERFICIE E IMPIDEN QUE LAS AGUAS RESIDUALES TENGAN UN CORTO CIRCUITO A LA SALIDA.

EN LOS TANQUES CIRCULARES DE ALIMENTACION CENTRAL, LA ALIMENTACION PUEDE SER UN TUBO HORIZONTAL SUMERGIDO DESDE LA PARED AL CENTRO O UN SIFON INVERTIDO LOCALIZADO HAYO EL PTSO DEL TANQUE. EN LA SALIDA USUALMENTE SE INSTALAN VERTEDORES AJUSTABLES DEL TIPO V O TRIANGULAR A TODO LO LARGO DE LA PERIFERIA DEL TANQUE.

LA CANTIDAD DE SOLIDOS (LOBOS) QUE SEDIMENTAN EN EL FONDO DEL SEDIMENTADOR ESTA EN FUNCION DE LA CARGA DE SOLIDOS ESPERADOS Y DEL PORCENTAJE DE REMOCION DE SOLIDOS SEDIMENTABLES. EL VOLUMEN DE LOS SOLIDOS PUEDE CALCULARSE DE ACUERDO CON LAS CONCENTRACIONES ESPERADAS. LAS AGUAS NEGRAS MUNICIPALES NORMALMENTE CONTIENEN ALREDEDOR DE 300 mg/litro DE SOLIDOS SUSPENDIDOS Y DE 180 mg/litro DE SOLIDOS SEDIMENTABLES.



LOS SEDIMENTADORES SE DISEÑAN CON FONDOS DE PENDIENTES LIGERAS. LA PENDIENTE ES NORMALMENTE AL REDEDOR DEL 1% PARA SEDIMENTADORES RECTANGULARES Y 8% PARA SEDIMENTADORES CIRCULARES. ESTA PENDIENTE FACILITA EL DRENAJE DE LA UNIDAD Y AYUDA A LA REMOCION DE LOS LODOS QUE ESTAN EN EL FONDO DEL SEDIMENTADOR. PARA HACER MAS EXPEDITO SU MANEJO, LOS LODOS TIENEN QUE ESPESARSE A UN GRADO CORRECTO, NORMALMENTE 5 A 8% DE SOLIDOS EN PESO; SI SE PERMITE QUE EL LODO PRIMARIO SEA DEMASIADO ESPESO (MAYOR DE 10-12% DE SOLIDOS), SE PODRIA DIFICULTAR SU BOMBEO; LA EXTRACCION DE LODOS SE DEBERA LLEVAR A CABO PERIODICAMENTE EN FUNCION DE LA CANTIDAD DE SOLIDOS SEDIMENTABLES.

EL VOLUMEN DE LOS LODOS GENERALMENTE ES DEMASIADO GRANDE PARA REMOVER MANUALMENTE, POR LO TANTO SE REQUIERE DE DISPOSITIVOS MECANICOS. LOS TANQUES RECTANGULARES NORMALMENTE UTILIZAN MECANISMOS DE RASTRAS QUE CONSTAN DE DOS CADENAS SIN FIN QUE SOPORTAN LAS RASTRAS DE MADERA, LAS CUALES REMUEVEN EL LODO A UNA TOLVA COLOCADA AL EXTREMO DEL TANQUE; GENERALMENTE EL INFLUENTE Y LA TOLVA SE ENCUENTRAN EN EL MISMO EXTREMO. LA REMOCION DE LOS LODOS DE LA TOLVA SE HACE PREFERENTEMENTE POR BOMBEO. ESTAS MISMAS RASTRAS, AL MOVERSE SOBRE LA SUPERFICIE DEL LIQUIDO, EMPUJAN EL MATERIAL FLOTANTE HACIA UNA ARTESA O CANAL PARA SU RECOLECCION Y POSTERIOR REMOCION.

OTRO DISPOSITIVO PARA REMOCION DE LODOS QUE SE USA EN TANQUES RECTANGULARES ES EL "PUENTE VIAJERO". EL PUENTE SE MUEVE A LO LARGO DEL TANQUE EN AMBAS DIRECCIONES. CUANDO SE MUEVE HACIA EL INFLUENTE ESTE DISPOSITIVO ACTUA COMO REMOVEDOR DE LODO Y CUANDO REGRESA OPERA COMO UN RECOLECTOR DE MATERIAL SOBRENADANTE.

LOS SEDIMENTADORES CIRCULARES UTILIZAN 1, 2 O 4 BRAZOS LOS CUALES GIRAN ALREDEDOR DE UN EJE CENTRAL. LOS BRAZOS ESTAN EQUIPADOS CON PALETAS QUE EMPUJAN EL LODO HACIA UNA TOLVA DE DESCARGA.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

CABE HACER MENCIÓN DE LOS SEDIMENTADORES SIN EQUIPO MECANICO, PUESTO QUE ES MUY PROBABLE QUE EN NUESTRO MEDIO SE PUEDAN UTILIZAR SATISFACTORIAMENTE POR TENER UN COSTO MAS BAJO QUE EL DE LOS SEDIMENTADORES CON REMOCION MECANICA DE Lodos AUNQUE SU EFICIENCIA DE REMOCION SEA MENOR. LA FUNCION PRINCIPAL DE ESTOS DISPOSITIVOS ES TAMBIEN, EL DE SEPARAR LOS SÓLIDOS SEDIMENTABLES DE LAS AGUAS NEGRAS; ESTOS SE ACUMULAN POR GRAVEDAD EN TOLVAS LOCALIZADAS EN EL FONDO DEL TANQUE, DESDE DONDE SE BOMBEOAN O SE DESCARGAN POR LA ACCION DE LA PRESION HIDROSTATICA. LOS SÓLIDOS SEDIMENTADOS SE DEBERAN EXTRAER A INTERVALOS FRECUENTES, PARA NO DAR LUGAR A QUE SE DESARROLLE LA DESCOMPOSICION Y LA CONSECUENTE FORMACION DE GASES. EN ESTOS DISPOSITIVOS EL MATERIAL SOBRENADANTE SE DEBERA REMOVER MANUALMENTE. EL DIMENSIONAMIENTO DE ESTOS TANQUES ES SEMEJANTE AL EFECTUADO PARA LOS SEDIMENTADORES CON REMOCION MECANICA, SIN EMBARGO SE PERMITE QUE SUS PROFUNDIDADES SEAN MENORES DE 2.1 METROS, SIN CONTAR LA QUE CORRESPONDE A LAS TOLVAS. LAS PAREDES QUE CONFORMAN LA TOLVA TENDRAN UNA INCLINACION DE 45°.

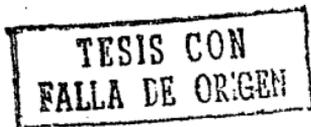
EN LA SIGUIENTE TABLA SE MUESTRAN LAS DIMENSIONES ESTANDARD EN TAMAÑOS DE CLARIFICADORES PARA LA EMPRESA DORR-OLIVER.

#### SEDIMENTADORES CIRCULARES

	TIPO A (FLECHA)	TIPO SB (COLUMNAS)
DIAMETRO DEL TANQUE	12 - 40 FT	30 - 200 FT
TIRANTE	5 - 14 FT	7 - 16 FT

#### SEDIMENTADORES RECTANGULARES

ANCHO DEL TANQUE	25 - 80 FT
LARGO DEL TANQUE	60 - 100 FT
TIRANTE	8 - 14 FT



**" SEDIMENTADOR SECUNDARIO DE Lodos ACTIVADOS "**

**DATOS DE DISEÑO**

Caudal Medio	(L/S)	175.00
Recirculación		0.35
Caudal Medio con recirculación	(L/S)	236.25

Los criterios recomendados para lodos activados son:

		Tiempos de Retención
Si $Q < 21$ l/s ;	(hr)	3.00
Si $22 < Q < 63$ l/s ;	(hr)	2.50
Si $Q > 63$ l/s ;	(hr)	2.00

		Carga Superficial
Si $Q < 175$ l/s :	(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d)	26.50

**CALCULO DEL DIAMETRO**

De acuerdo a lo anterior, los parámetros de diseño son :

Carga superficial de 36 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d (Cs)	26.50
Caudal diario, m <sup>3</sup> /d (Qdiario)	15,120.00
Area Superficial = Qdiario/Cs	
Area superficial, según carga sup.m <sup>2</sup> (Asup)	570.57
Número de tanques (Nt)	2

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

Area superficial por tanque m <sup>2</sup> . (Ast)	285.28
Diámetro = ((Ast/3.1416) <sup>0.5</sup> )*2	
Diámetro / 1a. aproximación ) (m)	19.06

De los cálculos obtenidos anteriormente, se seleccionaron las dimensiones definitivas siguientes :

Diámetro definitivo 65 ft, [ = ] M	19.82
Area superficial definitiva = (3.1416*(Dd <sup>2</sup> ))/4	
Area superficial definitiva, m <sup>2</sup> (Asd)	308.53
Carga superficial = (Qdiario/(Asd*Nt))	
Carga superficial resultante (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d)	24.50

#### CALCULO DEL TIRANTE

Tiempo de retención hidráulico, recomendado: hr. (Tret)	2.00
Volumen = (Qmed*Tret*3.6/Nt)	
Volumen del tanque m <sup>3</sup> , (Vt)	850.50
Tirante util = V/Asd	
Tirante útil m, (Tut)	2.76
Con lo anterior, se selecciona la altura total tirante + 1 ft 3 in de bordo libre (0.381 m)	
Volumen definitivo, (m <sup>3</sup> )	968.05
Tiempo de retención resultante, (hr)	2.28

Se aceptan los valores obtenidos, debido a que el tiempo de retención resultante se aproxima al recomendado.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

CALCULO DEL VERTEADOR DEL EFLUENTE

$Q_{medt} = Q_{med}/Nt$	
Caudal medio por tanque l/s, $Q_{medt}$	118.13
$Q_{maxt} = 2.11 * Q_{medt}$	
Caudal máximo por tanque l/s, $Q_{maxt}$	249.24
$Lp = Dd * 3.1416$	
Longitud perimetral m, ( $Lp$ )	62.27
Altura del vertedor m, ( $Av$ )	0.05
$Nvt = Lp / (Av * 2)$	
Número de vertedores triangulares, ( $Nvt$ )	622.67
$Q_{vert1} = Q_{medt} / Nvt$	
Caudal vertedor para gasto medio l/s, ( $Q_{vert1}$ )	0.19
$Q_{vert2} = 2 * Q_{vert1}$	
Caudal/vertedor para gasto máximo l/s, ( $Q_{vert2}$ )	0.38
$Av1 = (Q_{vert1} / (1000 * 1.35))^{0.4}$	
Altura de vertido para $Q_{medio}$ m, ( $Av1$ )	0.029
$Av2 = (Q_{vert2} / (1000 * 1.35))^{0.4}$	
Altura de vertido para $Q_{máximo}$ m, ( $Av2$ )	0.038
Considerando que en la sección de la caja de netas y en el andador no se emplean vertedores:	
$Nvd = INT(Nvt - 16)$	
Número de vertedores definitivo, ( $Nvd$ )	606.00
Caudal/vertedor definitivo $Q_{medio}$ l/s, ( $Q_{vd1}$ )	0.19
Caudal/vertedor definitivo $Q_{max}$ l/s, ( $Q_{vd2}$ )	0.39
Altura de vertido def. $Q_{medio}$ m, ( $Avd1$ )	0.029
Altura de vertido def. $Q_{máximo}$ m, ( $Avd2$ )	0.038

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

CALCULO DEL CANAL DEL EFLUENTE

$Q_{medc} = Q_{med} / (2 \times N_t \times 1000)$	
Caudal medio para el canal m <sup>3</sup> /s. ( $Q_{medc}$ )	0.0591
$Q_{maxc} = 2 \times Q_{medc}$	
Caudal máximo para el canal m <sup>3</sup> /s. ( $Q_{maxc}$ )	0.1181
Velocidad para $Q_{media}$ estimada m/s. ( $V_{est}$ )	1.0000
$A_t = Q_{medc} / V_{est}$	
Sección transversal para $Q_{med}$ . m <sup>2</sup> , $A_t$	0.0591
Tirante recomendado para $Q_{media}$ m. ( $Tr$ )	0.1200
$A_n = A_t / Tr$	
Ancho primera aproximación m, $A_n$	0.4922
$P_m = 2(Tr) + A_n$	
Perímetro mojado m. ( $P_m$ )	0.7322
$R = A_t / P_m$	
Radio Hidráulico para $Q_{media}$ m. ( $R$ )	0.0807
Número de Manning = n	0.0130
Pendiente hidráulica = S	0.0008
$V_{calc} = (R / 0.6657) (S / 0.50)^{1/2} / (n)$	
Velocidad calc. 2ª Aprox. $Q_{media}$ m/s. ( $V_{calc}$ )	1.1841

Como se observa, la velocidad estimada y la calculada por Manning son aproximadas, por lo tanto los valores recalculados y definitivos son:

Sección transversal para $Q_{medc}$ .	(m <sup>2</sup> )	0.0499
Tirante recomendado para $Q_{media}$ .	(m)	0.1015
Perímetro mojado	(m)	0.6948
Radio Hidráulico para $Q_{media}$	(m)	0.0716
Velocidad calculada para $Q_{media}$ .	(m/s)	1.0955

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Los cálculos correspondientes a  $Q_{max}$  son:

Velocidad estimada para $Q_{max}$ ,	(m/s)	1.3420
Sección transversal para $Q_{max}$ ,	(m/s)	0.0880
Tirante estimado para $Q_{max}$ ,	(m)	0.1788
Perímetro mojado	(m)	0.8499
Radio Hidráulico para $Q_{m\grave{a}xima}$	(m)	0.1036
Velocidad $Q_{max}$ por Manning.	(m/s)	1.3989

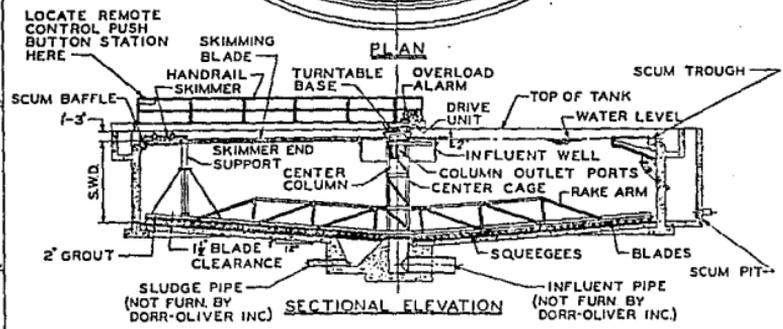
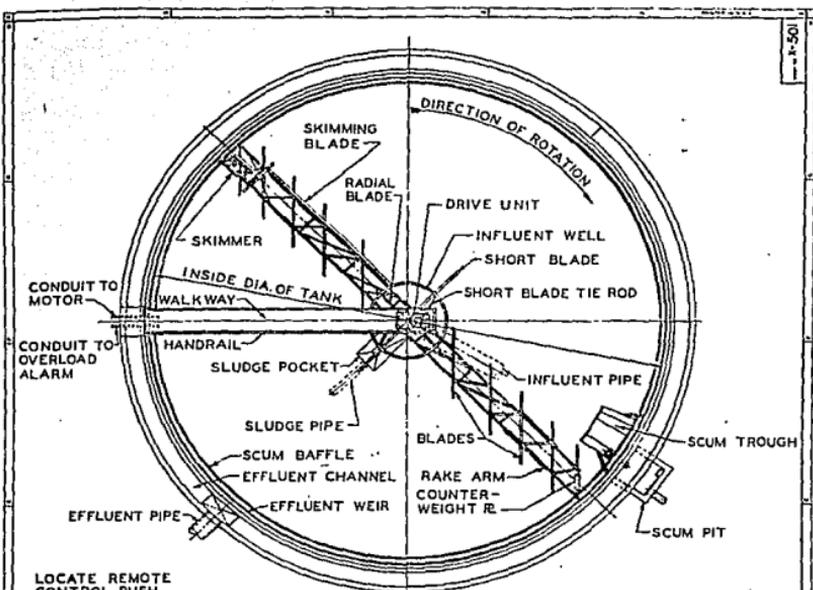
Se aceptan estos valores ya que la velocidad estimada y la calculada por Manning son aproximadas.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**ESPECIFICACION DE MECANISMO CLARIFICADOR**

<b>DESCRIPCION GENERAL</b>	DESCRIPCION: CLARIFICADOR SECUNDARIO.	
	No. DE EQUIPO: 05	CANTIDAD: 2
<b>CONDICIONES DE OPERACION</b>	FLUIDO MANEJADO: AGUAS RESIDUALES	TEMPERATURA: 20 C.
	ELIMINACION DE S.S.T: 99 %	
<b>OPERACION</b>	FLUJO DE OPERACION: 175 LPS	FLUJO MAXIMO: 368.5 LPS
	CARGA HIDRAULICA: 620 GAL/DIA.FT <sup>2</sup>	
<b>DATOS DEL TANQUE</b>	CONCENTRACION DE LODOS SEDIMENTADOS: 3 - 4 %	
	MATERIAL DEL TANQUE: CONCRETO	PIRANTE DE AGUA (SND): 3H
	DIAMETRO DEL TANQUE: 60 FT	BORDO LIBRE: 0.50 M
	DIAMETRO DE LA TUBERIA DEL INFLUENTE: 20 IN	
	DIAMETRO DE LA TUBERIA DE LODOS: 6 IN	
	DIAMETRO DE LA TUBERIA DE NATAS: 6 IN	
	PENDIENTE DE BASE: 1/10 IN	
	MOTOR HP: 1/2	RPM: 68 VOLTS/4/HZ: 220/440/3/60
	MARCA: E.S: 2.0	TIPO: TCCU NEMA: 4
	TORQUE DE OPERACION: 14450 FT.LB	
PROTECCION DE SOBRE CARGA: INCLUIDA TIPO: ELECTROMECHANICA		
PASILLO Y PLATAFORMA: INCLUIDOS MATERIAL: AC. AL CARBON		
ANCHO DEL PASILLO: 0.9 M MATERIAL DEL PISO: LAM. ANTIDERR.		
NUMERO DE BRAZOS: 2 VELOCIDAD DE ROTACION: 0.048 RPM		
DIAM. DE LA COLUMNA CENTRAL: 2 FT MATERIAL: AC. AL CARBON		
EQUIPO DESNATADOR: INCLUIDO DIM. DE LA CAJA: 4 FT 3 IN		
MAMPARA CONTRA NATAS: 13" x 1.4" PL		
PLACA VERTEDORA: 9" x 3.16" FL. 10 U.		

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**



## 8.0 DESINFECCION.

LA DESINFECCION CUANDO SE APLICA A TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES IMPLICA LA DESTRUCCION DE ORGANISMOS PATOGENOS QUE CAUSAN ENFERMEDADES. LA DESINFECCION PUEDE EFECTUARSE HACIENDO USO DE AGENTES QUIMICOS, AGENTES FISICOS, MEDIOS MECANICOS O RADIACION.

### AGENTES QUIMICOS

LOS AGENTES QUIMICOS MAS UTILIZADOS COMO DESINFECTANTES SON: 1) FENOL Y COMPUESTOS FENOLICOS; 2) ALCOHOLES; 3) YODO; 4) CLORO Y SUS COMPUESTOS; 5) BROMO; 6) OZONO ; 7) AGUA OXIGENADA. LOS DESINFECTANTES MAS CORRIENTES SON LOS COMPUESTOS QUIMICOS OXIDANTES DE LOS CUALES EL CLORO ES EL MAS COMUNMENTE UTILIZADO. EL BROMO Y EL YODO SON, A VECES, UTILIZADOS EN PICINAS PERO NO EN AGUAS RESIDUALES TRATADAS. EL OZONO ES UN DESINFECTANTE MUY EFICAZ Y, AUNQUE NO DEJA OZONO RESIDUAL, SU USO VA EN AUMENTO. SE HA UTILIZADO TAMBIEN PARA LA ELIMINACION DE OLORES DEL AIRE EVACUADO POR ESTACIONES DE BOMBEO Y EN TANQUES DE TRATAMIENTO Y ESPESADORES CUBIERTOS.

### AGENTES FISICOS.

LOS AGENTES FISICOS MAS UTILIZADOS SON LA LUZ Y EL CALOR . EL AGUA CALIENTE A LA TEMPERATURA DE EBULLICION, POR EJEMPLO, DESTRUYE LAS PRINCIPALES BACTERIAS CAUSANTES DE ENFERMEDADES Y NO FORMADORAS DE ESPORAS. EL CALOR SE USA FRECUENTEMENTE EN LAS INDUSTRIAS LACTEAS Y DE BEBIDAS, PERO NO ES UN MEDIO FACTIBLE DE APLICACION A GRANDES CANTIDADES DE AGUAS RESIDUALES DEBIDO A SU ELEVADO COSTO.

LA LUZ SOLAR ES, ASIMISMO, UN BUEN DESINFECTANTE. EN ESPECIAL PUEDE USARSE LA RADIACION ULTRAVIOLETA. SE HAN UTILIZADO



CON EXITO LAMPARAS ESPECIALES, QUE EMITEN RAYOS ULTRAVIOLETA, EN LA ESTERILIZACION DE PEQUEÑAS CANTIDADES DE AGUA. LA EFICACIA DE ESTE PROCESO DEPENDE DE LA PENETRACION DE LOS RAYOS EN EL AGUA.

#### MEDIOS MECANICOS.

LAS BACTERIAS PUEDEN TAMBIEN SER ELIMINADAS POR MEDIOS MECANICOS DURANTE EL TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL. EN LA TABLA 8.1 SE INDICAN ALGUNOS RENDIMIENTOS TÍPICOS DE ELIMINACION PARA DIVERSOS PROCESOS DE TRATAMIENTO. LOS PRIMEROS CINCO PROCESOS SE CONSIDERAN DE TIPO FISICO. LAS ELIMINACIONES CONSEGUIDAS SON UN SOBPRODUCTO DE LA FUNCION PRIMARIA DEL PROCESO.

TABLA 8.1 ELIMINACION DE BACTERIAS MEDIANTE DIFERENTES PROCESOS DE TRATAMIENTO.

PROCESO	PORCENTAJE DE ELIMINACION.
REJAS GRUESAS	0-5
REJAS FINAS	10-20
TANQUES DESARENADORES	10-25
SEDIMENTACION SIMPLE	25-75
PRECIPITACION QUIMICA	40-80
FILTROS PERCOLADORES	90-95
LODOS ACTIVADOS	90-98
CLORACION	98-99

#### RADIACION.

LOS PRINCIPALES TIPOS DE RADIACION SON ELECTROMAGNETICA, ACUSTICA Y DE PARTICULAS. DADO A SU PODER DE PENETRACION LOS RAYOS GAMA SE HAN UTILIZADO PARA ESTERILIZAR AGUA POTABLE.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ACCION DE LOS DESINFECTANTES SON:

TIEMPO DE CONTACTO. EN GENERAL PARA UNA CONCENTRACION DADA DE DESINFECTANTE, A MAYOR TIEMPO DE CONTACTO, MAYOR RANGO DE ORGANISMOS MUERTOS.

CONCENTRACION Y TIPO DE AGENTE QUIMICO.

TEMPERATURA.

NUMERO DE ORGANISMOS.

TIPO DE ORGANISMOS.

NATURALEZA DEL LIQUIDO SUSPENDIDO.

#### CLORACION.

EL CLORO ESTA DISPONIBLE COMO LIQUIDO, GAS CLORO O EN FORMA DE COMPUESTOS CLORADOS. EL CLORO LIQUIDO ES EL QUE NORMALMENTE SE USA POR SU BAJO COSTO. EXISTEN OTROS COMPUESTOS CLORADOS, INCLUYENDO CAL CLORADA, HIPOCLORITO DE CALCIO, HIPOCLORITO DE SODIO Y DIOXIDO DE CLORO, LOS CUALES SON UTILIZADOS EN CIRCUNSTANCIAS PARTICULARES.

EL CLORO LIQUIDO SE ADQUIERE NORMALMENTE EN CILINDROS DE 50 O 70 KILOGRAMOS, Y EN RECIPIENTES DE 1000 kg. EN ULTIMO CASO, LA SELECCION DEL TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES PUEDE ESTAR DETERMINADO POR LA DISPONIBILIDAD LOCAL Y POR EL SISTEMA DE SUMINISTRO.

SE DEBE HACER UN INVENTARIO DE CLORO, DE TAL MANERA QUE SIEMPRE SE DISPONGA DE EL POR LO MENOS PARA UN SUMINISTRO DE DOS SEMANAS. ALGUNOS INVENTARIOS TIPICOS DE CLORO SON:

PROMEDIO DE CLORO USADO  
(kg / DIA)

5  
50  
250  
500

INVENTARIO DE CLORO

3 CILINDROS DE 70 kg  
20 CILINDROS DE 70 kg  
10 TANQUES DE 1000 kg  
15 TANQUES DE 1000 kg

## B.1 DOSIFICACION.

PARA PROPOSITOS DE DESINFECCION EL CLORO DEBE APLICARSE EN DOSIS ADECUADA DE MANERA QUE PRODUZCA UN RESIDUO DE 0.5 mg/litro EN EL EFLUENTE.

PARA DEFINIR LA CAPACIDAD DEL CLORADOR SE DEBERA DE HACER DE ACUERDO A LA DOSIFICACION NECESARIA EN RELACION AL TIPO DE AGUA RESIDUAL.

### TABLA DE DOSIFICACION DE CLORO.

#### AGUA RESIDUAL.

MOTIVO DE LA CLORACION DESINFECCION DE	DOSIS TIPICA PPM (MG/L)
AGUA RESIDUAL URBANA	6-12
AGUA RESIDUAL URBANA SEPTICA	12-25
AGUA RESIDUAL DECANTADA	5-10
AGUA RESIDUAL SEPTICA DECANTADA	12-40
EFLUENTE DE PRECIPITACION QUIMICA	3-10
EFLUENTE DE FILTRO PERCOLADOR	3-10
EFLUENTE DE LODOS ACTIVADOS	2-8
EFLUENTE DE FILTROS DE ARENA	1-5

#### CONTROL DE OLOR EN

ALCANTARILLAS	1-10
EFLUENTE DE FILTRO PERCOLADOR	1-5
SOBRENADANTE DEL DIGESTOR	200-300

#### REDUCCION DEL DBO

AGUA RESIDUAL URBANA	5-12
EFLUENTE DE LODOS ACTIVADOS	5-12

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## FORMULAS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE CLORADORES.

$$Q = 0.0036 (F \cdot C)$$

DONDE Q = VELOCIDAD DE ALIMENTACION DE CLORO (kg/h)

F = FLUJO PROMEDIO DE AGUA RESIDUAL (LPS)

C = DOSIFICACION DE CLORO (MG/L)

### B.2 CAMARA DE CONTACTO.

SE DEBE USAR UNA CAMARA DE CONTACTO PARA ASEGURAR UN PERIODO DE CONTACTO REAL DE 15 MINUTOS COMO MINIMO, BASADO EN EL PUNTO MAXIMO DEL FLUJO POR HORA, ANTERIOR A LA DESCARGA DEL EFLUENTE. TAMBIEN ES RECOMENDABLE UN PERIODO DE CONTACTO DE 20 MINUTOS, PARA FLUJOS PROMEDIOS DIARIOS. LA CAMARA PUEDE SER RECTANGULAR O CIRCULAR. LA ADICION DE LA SOLUCION DE CLORO MINIMIZA LOS CORTOS CIRCUITOS, Y DEBE HACERSE POR MEDIO DE UN DIFUSOR, EL CUAL PUEDE SER UN TUBO DE PLASTICO O DE HULE DURO CON HORADACIONES, POR MEDIO DE LAS CUALES LA SOLUCION DE CLORO PUEDE DISTRIBUIRSE UNIFORMEMENTE EN EL SENO DEL FLUJO DEL AGUA RESIDUAL. PARA PROPICIAR QUE CUANDO MENOS HAY UN MINIMO DE DEPOSITO DE SOLIDOS QUE PASEN DEL TRATAMIENTO PRIMARIO, LA VELOCIDAD HORIZONTAL MINIMA QUE DEBE TENER EL FLUJO DEBE SER DE 2 A 5 METROS POR MINUTO. SE DEBERAN TENER INSTALACIONES QUE PERMITAN DESAGUAR LOS TANQUES DE CONTACTO CON OBJETO DE LIMPIARLOS.

### B.3 EQUIPO PARA ALIMENTACION DE CLORO.

EL GAS CLORO PUEDE ALIMENTARSE DIRECTAMENTE O EN SOLUCION. LA ALIMENTACION DIRECTA DESDE UN CILINDRO A TRAVES DE UN APARATO DE CONTROL SE LIMITA USUALMENTE A INSTALACIONES PEQUEÑAS. POR

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

CONSIGUIENTE ESTE TIPO DE SISTEMA DE ALIMENTACION NO SE DISCUTIRA.

LA ALIMENTACION DE LA SOLUCION CONSISTE EN DISOLVER GAS CLORO BAJO CONDICIONES CONTROLADAS, EN UN CAUDAL MENOR DE AGUA Y POSTERIORMENTE ALIMENTAR ESTE CAUDAL FUERTEMENTE CLORADO HACIA LA CAMARA DE CONTACTO. HAY BASICAMENTE DOS TIPOS DE ALIMENTACION: LA TIPO ALIMENTACION-PRESION Y LA TIPO ALIMENTACION-VACIO. EL CLORADOR DE TIPO ALIMENTACION-PRESION CONSTA DE UNA VALVULA DE CONTROL PARA REDUCIR LA PRESION DEL CILINDRO DE CLORO ANTERIOR AL APARATO MEDIDOR. EL GAS CLORO SE REGULA EN EL MEDIDOR Y SE ALIMENTA A UN INYECTOR PARA MEZCLARSE CON AGUA ANTES DE SU APLICACION. EL CLORADOR DE TIPO ALIMENTACION-VACIO GENERALMENTE SE PREFIERE EN INSTALACIONES MEDIANAS Y GRANDES PORQUE TIENE CARACTERISTICAS DE MAS SEGURIDAD Y POCOS PROBLEMAS MECANICOS ASOCIADOS A EL. ESTE TIPO UTILIZA UNA VALVULA DE CONTROL DE VACIO OPERADA POR UN FLOTADOR, LO CUAL PROPORCIONA UN CONTROL POSITIVO DEL GAS Y SE DISEÑA PARA CORTAR EL GAS EN CASO DE QUE FALLE EL VACIO.

LOS ELEMENTOS DE MEDICION INCLUYEN ORIFICIOS QUE DAN UN RANGO DE 6 A 1 EN LA VELOCIDAD DE ALIMENTACION Y ROTAMETROS QUE DAN UN RANGO DE 10 A 1 PROPORCIONANDO ADEMÁS UNA INDICACION VISIBLE DEL FLUJO DEL GAS. SE DEBERA PROPORCIONAR LA CAPACIDAD Y EL RANGO REQUERIDO AL SOLICITAR A LOS PROVEEDORES UNA COTIZACION DE EQUIPO DE CLORACION.

LOS METODOS PARA EL CONTROL DE LA VELOCIDAD DE APLICACION DEL CLORO INCLUYEN:

- 1) AJUSTE MANUAL.
- 2) CONTROL SEMI-AUTOMATICO: PONER EN MARCHA Y PARAR EL CLORADOR EN CONJUNTO CON LAS BOMBAS DE AGUA RESIDUAL. SE LOGRA MEDIANTE EL USO DE UNA VALVULA SOLENOIDE U OTRO ADITAMENTO QUE INTERROMPA EL SUMINISTRO DE AGUA AL INYECTOR.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

3) CONTROL POR ETAPAS EN INTALACIONES DE MULTIBOMBAS, LA ALIMENTACION PUEDE SINCRONIZARSE AUTOMATICAMENTE PARA PROPORCIONAR UNA CIERTA DOSIS PARA UNA COMBINACION PARTICULAR DE BOMBAS EN OPERACION.

4) CONTROL AUTOMATICO: LA VELOCIDAD DE APLICACION DE CLORO ES PROPORCIONAL AL FLUJO.

5) CONTROL AUTOMATICO BASADO EN MEDICION DE CLORO RESIDUAL.

#### 8.4 OTRAS CONSIDERACIONES.

##### BASCULAS.

SE RECOMIENDAN LAS BASCULAS PARA PESAR EL CLORO DE MODO QUE LA CANTIDAD DE GAS CLORO REMANENTE, ASI COMO LA CANTIDAD TOTAL ALIMENTADA PUEDA DETERMINARSE EN CUALQUIER MOMENTO. EL NUMERO MAXIMO DE CILINDROS REQUERIDOS PARA SERVIR LA MAXIMA VELOCIDAD DE ALIMENTACION DETERMINAN EL TAMARO DE LA BASCULA.

##### ELEVADORES.

PARA EL MANEJO DE RECIPIENTES DE 1000 kg SE REQUIERE EQUIPO DE ELEVACION.

##### TUBERIA.

SE DEBEN USAR TUBOS DE HIERRO CON HERRAJES DE ACERO FORJADO PARA LA TRANSPORTACION DEL GAS SECO O CLORO LIQUIDO DESDE EL RECIPIENTE AL CLORADOR.

LAS LINEAS PARA ALIMENTACION DE LA SOLUCION PROVENIENTE DEL CLORADOR HACIA EL PUNTO DE APLICACION PUEDEN SER MANGUERAS DE HULE, TUBERIA DE HULE FORRADO O TUBERIA DE PLASTICO.

#### REQUERIMIENTO DE ESPACIO.

PARA INSTALACIONES SIMPLES DE CLORACION QUE ALIMENTAN HASTA 100 KILOGRAMOS/DIA. SE RECOMIENDA UN AREA MINIMA DE 6 METROS CUADRADOS. PARA INSTALACIONES DOBLES QUE ALIMENTAN HASTA 200 kg/DIA SE RECOMIENDA UN AREA MINIMA DE 15 m<sup>2</sup>. PARA INSTALACIONES QUE USAN RECIPIENTE DE 100 KILOGRAMOS. DEBERAN DISPONER DE 15 METROS CUADRADOS POR CADA CLORADOR Y 9 METROS CUADRADOS PARA CADA RECIPIENTE. LA ALTURA DEL TECHO DEBE SER DE 3 METROS PARA MANEJO MANUAL DE LOS RECIPIENTES Y 4 METROS PARA MANEJO MECANICO.

#### DETECTACION DE FUGAS.

CUANDO EXISTE LA SOSPECHA DE QUE HAY UN ESCAPE DE GAS CLORO, SE DEBE TENER A LA MANO UNA BOTELLA TAPADA, CON SOLUCION DE HIDROXIDO DE AMONIO, QUE DEBERA COLOCARSE ABATO DE LA POSIBLE FUGA. EN ESE MOMENTO SE DESTAPA LA BOTELLA Y EN CASO DE QUE EXISTA UNA FUGA, SE DETECTARA POR LA FORMACION DE UNA 'NUBE GASEOSA BLANCA DE CLORURO DE AMONIO.

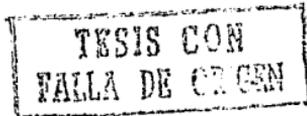
#### VENTILACION.

SE REQUIERE UNA VENTILACION ADECUADA USANDO PARA TAL EFECTO UN CANAL O UN VENTILADOR DE ESCAPE DE TAL FORMA QUE EL AIRE DEL CUARTO DE CLORO SE REEMPLACE COMPLETAMENTE UNA VEZ POR MINUTO.

EN CLIMAS CALIENTES LOS CILINDROS DE CLORO PUEDEN GUARDARSE BAJO UN COBERTIZO SIN PAREDES.

#### REQUERIMIENTO DE SEGURIDAD.

LA ESTACION DEL EQUIPO DE CLORACION DEBE ESTAR AISLADA DEL EDIFICIO DE CONTROL. ES CONVENIENTE HACER USO DE UNA MASCARA PARA GAS CUANDO HAY ALTAS CONCENTRACIONES DE GAS CLORO Y DEBE ESTAR DISPONIBLE EN EL EXTERIOR DE CUALQUIER INSTALACION DONDE EL GAS CLORO SE MANEJA O ALMACENA.



### CALENTAMIENTO.

SE DEBE MANTENER POR LO MENOS UNA TEMPERATURA DE 15°C EN LOS CUARTOS DE CLORACION ASI COMO TAMBIEN SE DEBE PROTEGER EL CUARTO DEL CALOR EXCESIVO.

### 8.5 HIPOCLORITOS Y OTROS COMPUESTOS DE CLORO.

LOS HIPOCLORITOS TALES COMO HIPOCLORITO DE CALCIO, CAL CLORADA E HIPOCLORITO DE SODIO SE HAN VENIDO USANDO EN PLANTAS PEQUEÑAS DE TRATAMIENTO DONDE LA SENCILLEZ Y LA SEGURIDAD SON MAS IMPORTANTES QUE LAS CONSIDERACIONES DE COSTO. LOS HIPOCLORITOS TIENEN LA DESVENTAJA DE DETERIORARSE CON EL TIEMPO, Y ALGUNOS SON DEGRADABLES AL MANEJARSE. LA HIPOCLORACION ES ESPECIALMENTE APLICABLE EN EMERGENCIAS CUANDO HAY RETRASO EN OBTENER GAS CLORO O EQUIPO DE ALIMENTACION.

### 8.6 OZONIZACION.

LA OZONIZACION SE UTILIZA EN LOS TRATAMIENTOS DE AGUA RESIDUAL PARA REDUCIR LOS CONTENIDOS ORGANICOS, BACTERIALES Y VIRALES CON BASTIANTE ACEPTACION.

LAS VENTAJAS DE USAR OZONO SON:

1) GENERALMENTE EL OZONO IGUALA O EXCEDE EN SUS EFECTOS GERMICIDAS AL CLORO EN UNA AMPLIA VARIEDAD DE CIRCUNSTANCIAS. Y LO MAS IMPORTANTES ES QUE EL OZONO ES EFECTIVO CONTRA LOS ORGANISMOS QUE SON RESISTENTES AL CLORO, TALES COMO LOS VIRUS Y QUISTES.

2) PUESTO QUE EL OZONO GENERALMENTE SE PRODUCE A PARTIR DEL AIRE, SU SUMINISTRO DEPENDE UNICAMENTE DE UNA FUENTE DE POTENCIA.

3) LA POTENCIA DEL OZONO ES INDEPENDIENTE DEL pH O CONTENIDO DE AMONIACO.

4) LOS EFLUENTES OZONIZADOS NO SON TOXICOS A LA FLORA Y FAUNA DEL AGUA RECEPTORA COMO LOS SON ALGUNOS EFLUENTES CLORADOS, TALES COMO LOS QUE CONTIENEN AMONIACO O HIDROCARBUROS. ADEMÁS, EL OZONO NO AUMENTA LA CONCENTRACION DE SOLIDOS DISUELTOS EN EL EFLUENTE, COMO ES EL CASO DEL CLORO.

5) EN DESCOMPOSICION, EL UNICO MATERIAL QUE QUEDA COMO RESIDUO ES MAS OXIGENO DISUELTO.

6) EL OLOR DEL OZONO EN EL AIRE ES MAS BAJO QUE LA MAXIMA CONCENTRACION PERMISIBLE ESTABLECIDA POR EL AMERICAN COUNCIL OF GOVERNMENT INDUSTRIAL HYGIENISTS.

LAS DESVENTAJAS DE USAR OZONO SON:

1) EL ALTO COSTO DE CAPITAL Y OPERACION ASOCIADO CON SU PRODUCCION.

2) EL OZONO PUEDE POSEER UNA ALTA O NULA PROPIEDAD RELATIVA A LA DESINFECCION, O SEA QUE NO ACTUA COMO DESINFECTANTE ABAJO DE UNA DETERMINADA CONCENTRACION CRITICA PERO ARRIBA DE ESA CONCENTRACION SE LLEVA A CABO UNA DESINFECCION COMPLETA.

3) DADO QUE EL OZONO SE PRODUCE ELECTRICAMENTE, NO PUEDE SER ALMACENADO.

4) ES DIFICIL LA DOSIFICACION DE ACUERDO CON LA DEMANDA.

5) EN LA REPUBLICA MEXICANA DONDE LA MAYORIA DE LOS MUNICIPIOS SON PEQUEÑOS, EL EMPLEO DEL OZONO PARA LA DESINFECCION

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

ESTA RESTRINGIDO DADO EL ALTO COSTO QUE REPRESENTA LA INSTALACION Y OPERACION DE LA PLANTA PARA PRODUCIRLO, SE DESTINA MAS BIEN PARA PLANTAS DONDE EL TRATAMIENTO SE HAGA MAS A FONDO COMO SERIA EN LOS CASOS DE TRATAMIENTO SECUNDARIO O TERCARIO. CUANDO EXISTAN FACILIDADES PARA IMPLANTAR ESTE SISTEMA, SERIA RECOMENDABLE SU INSTALACION PUESTO QUE ADEMAS DE SUS PROPIEDADES GERMICIDAS ABATE OLORES Y EN ALGUNOS CASOS <sup>4</sup>REDUCE EL CONTENIDO DE FIERRO Y MANGANESO.

NO OBSTANTE ESTAS VENTAJAS, SE PREFERE EN NUESTRO MEDIO EL CLORO PUES AUNQUE SU EFICIENCIA ES MEJOR A LA DEL OZONO, SU COSTO ES MAS BAJO.

UNA PLANTA TIPICA DE OZONIZACION TIENEN EL SIGUIENTE EQUIPO:

LIMPIADORES DE AIRE, SOPLADORES Y SECADORES REFRIGERANTES Y ABSORBENTES DE AIRE PARA ACONDICIONAR Y TRANSPORTAR EL AIRE QUE VA A SER OZONIZADO; UN TRANSFORMADOR PARA INCREMENTAR LA LINEA DE VOLTAJE ANTERIOR A LA DESCARGA DE SUMINISTRO DE AIRE Y UNA CAMARA DE CONTACTO O TORRE DE OZONO PARA EFECTUAR LA TRANSFERENCIA DE OZONO DESDE LA FASE GAS A LA FASE AGUA.

EL TIEMPO DE CONTACTO REQUERIDO ESTA EN EL ORDEN DE 10 MINUTOS Y LA CONCENTRACION DE OZONO RESIDUAL TENDRA QUE ESTAR ENTRE 1 Y 4 mg/litro. LA ENERGIA REQUERIDA PARA PRODUCIR OZONO ES APROXIMADAMENTE 0.3 kw-hr. POR GRAMO DE OZONO, INCLUYENDO EQUIPO COMPLEMENTARIO.



## 9.0 ESPESAMIENTO DE LODOS.

EL ESPESAMIENTO DE LODOS ES UN PROCESO PARA REDUCIR EL VOLUMEN. DIFIERE DEL DESECAMIENTO DE LODOS EN EL GRADO QUE ALCANZA LA CONCENTRACION DE SOLIDOS: LOS LODOS ESPESADOS ALCANZAN UNA CONCENTRACION DE SOLIDOS MENOR AL 15%, DE TAL FORMA QUE AUN PUEDEN SER BOMBEADOS MIENTRAS QUE LOS LODOS DESECADOS TIENEN UNA CONCENTRACION MAYOR DE SOLIDOS (20-40%), NO SON FLUIDOS Y POR LO TANTO NO PUEDEN SER BOMBEADOS.

### 9.1. ESPESAMIENTO POR GRAVEDAD.

EL ESPESAMIENTO POR GRAVEDAD SIN EL USO ADICIONAL DE PRODUCTOS QUIMICOS O ELEMENTOS MECANICOS, ES EL METODO MAS SIMPLE PARA EL ESPESAMIENTO DE LODOS. ES PRACTICA COMUN EN PLANTAS PEQUEÑAS LLEVAR A CABO ESTA OPERACION EN LOS TANQUES DE SEDIMENTACION PRIMARIOS.

EN ESTE CASO, EL GRADO DE ESPESAMIENTO DE LOS LODOS PRIMARIOS ESTA DETERMINADO POR EL TIEMPO DE PERMANENCIA DEL LODO EN LA TOLVA DEL SEDIMENTADOR, DE MANERA QUE ES POSIBLE SU CONTROL, MEDIANTE EL CONTROL DEL TIEMPO PARA VACIARLO DEL LODO DE LAS TOLVAS.

LOS LODOS ESPESADOS NO DEBERAN TENER UNA CONCENTRACION DE SOLIDOS MAYOR DE 8 A 10 POR CIENTO PARA FACILITAR SU MANEJO.

### 9.2 ESPESADORES.

EN LAS PLANTAS MAS GRANDES, SE UTILIZA PARA EL ESPESAMIENTO DE LODOS TANQUES CIRCULARES ESPECIALES DENOMINADOS ESPESADORES QUE ESTAN EQUIPADOS CON PALETAS VERTICALES DE MOVIMIENTO LENTO. LOS LODOS SE BOMBEAN CONTINUAMENTE DEL SEDIMENTADOR AL ESPESADOR EL CUAL TIENE UNA VELOCIDAD DE DERRAME LO SUFICIENTEMENTE BAJA,

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

DE TAL FORMA QUE EL EXCESO DE AGUA SE DERRAMA Y LOS SOLIDOS DE LOS LODOS SE CONCENTRAN EN EL FONDO. LA REMOCION DE LOS SOLIDOS SE CONTROLA PARA PERMITIR QUE EN LA TOLVA DEL FONDO SE MANTENGA UNA CAPA DE LODO. CON ESTE DISPOSITIVO SE PUEDE OBTENER UNA CONCENTRACION DE LODOS DEL 10% O MAS.

### 9.3 ESPESADOR DE LODOS.

LA CONCENTRACION ES USADA PRINCIPALMENTE PARA ESPESAR LODOS ACTIVADOS RESIDUALES O MEZCLAS DE LODOS PRIMARIOS Y LODOS ACTIVADOS RESIDUALES. GENERALMENTE SE DEBE SEPARAR LA CONCENTRACION DE LODOS DIFERIDOS O PRIMARIOS YA QUE ESTAS TIENDEN A COMPACTARSE BASTANTE BIEN EN LOS TANQUES SEDIMENTADORES.

EL LODO PRIMARIO ES EN ALGUNAS OCASIONES CONCENTRADO POR SEPARADO Y USADO COMO UN AUXILIAR PARA EL PROCESO DE CLARIFICACION PARA SEPARAR ALGUN ESCASO LODO DEL CLARIFICADOR PRIMARIO Y BOMBEARLO CON LOS LODOS CONCENTRADOS PARA UNA REDUCCION DE VOLUMEN SUBSECUENTE.

AUNQUE SEPARAR LA CONCENTRACION DEL LODO NO ES FRECUENTEMENTE CONSIDERADA COMO UN AUXILIO PARA EL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL CIERTOS BENEFICIOS PUEDEN SER REALIZADOS DE ESTE USO. EL PROPOSITO PRINCIPAL DE EL ASENTADO O PROCESO DE CLARIFICACION EN TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL ES PARA OBTENER MAXIMA EFICIENCIA DE LA REMOCION DE SOLIDOS SUSPENDIDOS.

ESTO SE LLEVA A CABO MEJOR CUANDO EL LODO SEDIMENTADO ES RAPIDAMENTE REMOVIDO DE EL TANQUE. POR OTRA PARTE, EL LLEVAR A CABO LA CONCENTRACION DE LODO ES PARA PRODUCIR UN LODO ESPESO COMO SEA POSIBLE. CUANDO SE HACE UN INTENTO PARA LLEVAR A CABO AMBOS PROPOSITOS EN EL MISMO TANQUE, EL LARGO TIEMPO DE RESIDENCIA REQUERIDO PARA OBTENER UNA BUENA CONCENTRACION DIFICULTA LA EFICIENCIA DE REMOCION DE SOLIDOS.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

POR LO QUE EN EL PROCESO DE CONCENTRACION DE LODO ESTE ES REMOVIDO FISICAMENTE DEL PROCESO DE SEDIMENTADO DE MANERA QUE AMBOS PUEDEN SER OPERADOS BAJO CONDICIONES OPTIMAS.

SEPARAR LA CONCENTRACION DEL LODO PUEDE BENEFICIAR COMPLETAMENTE PARA LA OPERACION DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE LODOS ACTIVADOS TAL QUE HACE FACTIBLE LA REMOCION DIRECTA DE LICOR MEZCLADO DEL TANQUE DE AEREACION POR EXCESO DE LODO RESIDUAL, MAS QUE SIGUIENDO LA FORMA MAS USUAL DE DESCARGAR EL LODO DE RETORNO, REMOVIENDO UN VOLUMEN DADO DE EL LICOR MEZCLADO CADA DIA PARA CONCENTRACION Y ALMACENAMIENTO LA EDAD DE LOS LODOS O TIEMPO DE RETENCION DE SOLIDOS, SOBRE EL CUAL LA EFICIENCIA Y CARACTERISTICAS OPERACIONALES DEPENDEN DE EL PROCESO DE LODOS ACTIVADOS ESTAS PUEDEN SER CERCANAMENTE MANTENIDAS. ESTE METODO DE CONTROL CONSISTE EN LA MAYORIA DE TEORIAS COMUNES SOBRE OPERACION DE LODOS ACTIVADOS. LA DESCARGA DEL LICOR MEZCLADO ES TAMBIEN BENEFICIA PARA EL PROCESO DE SEPARAR LA CONCENTRACION DEL LODO YA QUE HA SIDO MOSTRADO QUE LA MAYOR CONCENTRACION DE SOLIDOS PUEDE SER LOGRADA CUANDO LA MEZCLA DE LICOR DILUIDA ES APLICADA A LA UNIDAD CONCENTRADA MAS QUE CON LOS LODOS DE RETORNO.

LA REDUCCION EN VOLUMEN DEL LODO QUE PUEDE SER OBTENIDA POR CONCENTRACION DEL MISMO, PUEDE SER APROXIMADA A LA ECUACION 10.1.

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{P_2}{P_1} \quad (\text{APROXIMADAMENTE}) \quad \text{EC}(10.1)$$

DONDE  $V_1, V_2$  = VOLUMEN DE LODOS.

$P_1, P_2$  = POR CIENTO DE MATERIAL SOLIDO.

POF EJEMPLO, SI UN LODO ES ESPESADO DE 1 A 4 POR CIENTO DE SOLIDOS, EL VOLUMEN SERA REDUCIDO AL 25 POR CIENTO DEL VOLUMEN ORIGINAL. ESTO ES PARAMENTE LENSABLE PARA LLEVAR A CABO UNA

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

CONCENTRACION DE SOLIDOS EN EXCESO DEL 10 POR CIENTO. TALES LODOS SON VISCOSOS Y MUY DIFICILES DE BOMBLEAR. POR UNA PARTE LOS LODOS ACTIVADOS CARACTERISTICAMENTE TIENEN CONCENTRACIONES DE SOLIDOS DE SOLO 0.5 A 1.0% Y LA REDUCCION EN VOLUMEN QUE PUEDE SER EFECTUADA POR CONCENTRACION (ALREDEDOR DEL 3 AL 4 POR CIENTO) ES MUY SIGNIFICANTE, ESTOS LODOS SON TODAVIA COMPLETAMENTE FLUIDOS Y PUEDEN SER BOMBeadOS FACILMENTE. POR OTRA PARTE, LOS LODOS PRIMARIOS CRUDOS CARACTERISTICAMENTE TIENEN CONCENTRACIONES DE SOLIDOS DE 2.5 A 5.0 POR CIENTO Y AQUI EL POTENCIAL FAVORABLE DE LA SEPARACION DEL CONCENTRADO DEL LODO REDUCIDO EN VOLUMEN.

LA REDUCCION EN VOLUMEN DEL LODO IMPLICA UNA REDUCCION EN DIAMETRO DE TUBERIA Y COSTOS DE BOMBEO EN PROYECTOS GRANDES DONDE LOS LODOS TIENEN QUE SER TRANSPORTADOS A DISTANCIAS CONSIDERABLES. EN PROYECTOS PEQUEÑOS, LOS REQUERIMIENTOS DE UN DIAMETRO MINIMO DE TUBERIA Y UNA VELOCIDAD MINIMA GENERALMENTE PUEDE NECESITAR EL BOMBEO DE VOLUMENES SIGNIFICANTES DE AGUA RESIDUAL EN RELACION A LOS LODOS, LOS CUALES DISMINUYEN EL VALOR DE REDUCCION DE VOLUMEN. LA REDUCCION DE VOLUMEN ES MUY DESEABLE CUANDO EL LODO LIQUIDO SE TRANSPORTA CON CARROS TANQUE PARA APLICACION DIRECTA A TIERRA COMO RELLENOS SANITARIOS.

EL CONTENIDO DE LODOS PRIMARIOS, LODOS ACTIVADOS O LODOS MEZCLADOS VARIA CONSIDERABLEMENTE DEPENDIENDO DE LAS CARACTERISTICAS DE CADA UNO ASI COMO LA FACILIDAD DE REMOCION, BOMBEO Y METODO DE OPERACION. EN LA TABLA 10.1. SE MUESTRAN VALORES REPRESENTATIVOS DEL POR CIENTO TOTAL DE SOLIDOS, JUNTO CON VALORES PARA LOS MISMOS LODOS DESPUES ESPESADOS, EL RANGO DE SOLIDOS CARGADOS EN LIBRAS POR PIE CUADRADO POR DIA PARA ESPESADORES MECANICOS ES TAMBIEN MOSTRADO.

TABLA 9.1.

CRITERIOS DE DISEÑO PARA ESPESADORES MECANICOS.

TIPO DE LODO	PORCENTAJE DE SOLIDOS:		CARGA DE SOLIDOS lb/ft <sup>2</sup> /dia
	SIN ESPESAR	ESPESADOS	
<b>SOLIDOS SEPARADOS</b>			
<b>PRIMARIO</b>	2.5- 5.5	8 -10	20 - 30
<b>AEREACION MODIFICADA</b>	2 - 4	4.3- 7.9	7 - 18
<b>ACTIVADO</b>	0.5- 1.2	2.5- 3.3	4 - 8
<b>LODOS ACTIVADOS</b>			
<b>PRIMARIO Y AEREACION</b>	3 - 4	8.3-11.6	12 - 20
<b>MODIFICADA</b>			
<b>PRIMARIO Y ACTIVADA</b>	2.5- 4.8	4.8- 9.0	8 - 16

DISEÑO DE ESPESADORES.

LOS ESPESADORES MECANICOS Y POR FLOTACION SON COMUNMENTE USADOS PARA ESPESAR LODOS DE VARIAS FUENTES EN PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL. LA CONCENTRACION DE SOLIDOS DE 5 A 6 POR CIENTO O MAS PUEDE GENERALMENTE SER OBTENIDA DE MEZCLAS DE LODOS PRIMARIOS Y LODOS ACTIVADOS RESIDUALES. EN LAS PLANTAS DE LODOS ACTIVADOS DONDE LA DIGESTION DEL LODO SE APLICA PARA ESPESADORES DE LOS LODOS ACTIVADOS RESIDUALES O COMBINANDO LODOS CRUDOS ES MAS DESEABLE PARA CONSTRUIR Y OPERAR ECONOMICAMENTE. CONSIDERACIONES IMPORTANTES EN DISEÑO PARA UN ESPESADOR ES PROVEER CAPACIDAD ADECUADA PARA OPERAR EN FORMA ADECUADA CUANDO SE ENCUENTRE EN HORAS PICO Y PARA PREVEER SEPTICIDAD Y DAR SERVICIO DURANTE SUS PROBLEMAS DE OLOR DURANTE SU ESPESADO.

## ESPEPADORES MECANICOS.

EN UN ESPEPADOR MECANICO CONTINUAMENTE SON ALIMENTADOS LODOS PRIMARIOS CRUDOS O LODOS ACTIVADOS RESIDUALES. PARA LLEVAR A CABO SU FUNCION SE EMPLEA EL MECANISMO CONVENCIONAL DE COLECTADO DE LODO QUE SE MUESTRA EN LA FIG. 9.1.

EL FLUJO SOBRENADANTE CONTINUO QUE RESULTA ES RETORNADO A LA ALIMENTACION DE LA PLANTA Y EL LODO ESPEADO QUE SE COLECTA EN EL FONDO DE EL TANQUE ES BOMBEADO AL ESPACIO DESTINADO PARA EL ALMACENAJE DE ESTE, GENERALMENTE SE RECOMIENDA PARA EL CONTROL DE BOMBEADO USAR DESCARGAS POR TIEMPOS (TIMER).

LOS ESPEPADORES MECANICOS SON DISENADOS SOBRE LAS BASES DE CARGA SUPERFICIAL HIDRAULICO Y SOLIDOS CARGADOS, LA RELACION TIPICA SUPERFICIE-CARGA ES DE 400 A 900 GALONES POR DIA/PIE CUADRADO. EN LA TABLA 10.1 SE MUESTRA LOS SOLIDOS CARGADOS PARA MANTENER LAS CONDICIONES AEROBIAS EN ESPEPADORES POR GRAVEDAD DONDE EL ABASTECIMIENTO ES HECHO POR ADICION DE LICOR MEZCLADO O EFLUENTE FINAL PARA EL TANQUE ESPEADOR. EN OPERACION, EL LODO ES MANTENIDO EN EL FONDO DEL ESPEPADOR PARA FAVORECER ASI LA CONCENTRACION DEL LODO, POR OTRO LADO, CUANDO EL VOLUMEN DEL LODO EN EL ESPEPADOR ES DIVIDIDO POR EL VOLUMEN DEL LODO REMOVIDO LOS VALORES DE SUR (RELACION LODO-VOLUMEN) ESTAN NORMALMENTE EN UN RANGO ENTRE 0.5 Y 2.0 DIAS, LOS VALORES BAJOS SON REQUERIDOS DURANTE TIEMPO CALUROSO.

## ESPEPADORES POR FLOTACION.

A PESAR DE QUE LA PLANTA ES OPERADA CON ESPEPADOR MECANICO ES IMPORTANTE MENCIONAR EL ESPEPADOR POR FLOTACION. LOS ESPEPADORES DE ESTE TIPO SON USADOS PRINCIPALMENTE CON LODOS ACTIVADOS RESIDUALES Y NORMALMENTE PRODUCEN UN LODO CON



APROXIMADAMENTE EL 4 POR CIENTO DE SOLIDOS Y 85 POR CIENTO DE SOLIDOS RECUPERADOS SIN EL USO DE QUIMICOS, LAS CONCENTRACIONES PROMEDIO QUE SE HAN OBTENIDO CON MEZCLAS DE LODOS ACTIVADOS RESIDUALES HAN SIDO DE CONCENTRACIONES PROMEDIO DEL 6 AL 8 POR CIENTO.

EL USO DE POLIELECTROLITOS COMO AUXILIARES DE FLOTACION PUEDEN O NO SER EFECTIVOS EN INCREMENTOS DE SOLIDOS EN LAS CARGAS Y LA CONCENTRACION DE LOS LODOS ESPESADOS, PERO SON EFECTIVOS EN EL INCREMENTO DE SOLIDOS RECUPERADOS EN EL LODO FLOTADO DEL 85 AL 98 O 99 POR CIENTO. CON ESPESADORES DE GRAVEDAD PUEDEN SER USADAS ALTAS CARGAS POR LA RAPIDA SEPARACION DE SOLIDOS DE LAS AGUAS RESIDUALES. LOS ESPESADORES POR FLOTACION PUEDEN SER OPERADOS CON LA CARGA DE SOLIDOS DADA EN LA TABLA 10.2. PARA DISEÑO SE USA LA CARGA MINIMA, Y LA MAXIMA SERA DE 20. EN GENERAL CON EL USO DE ALTAS CARGAS DE SOLIDOS RESULTA UNA BAJA CONCENTRACION EN LOS LODOS ESPESADOS TAMBIEN CON ESTE TIPO DE ESPESADORES SE CORRE EL RIESGO DE INCRUSTACIONES EN EL SISTEMA DE AIRE A PRESION.

TABLE 9.2

CARGA DE AIRE-DISUELTIO EN UNIDADES DE FLOTACION.

TIPO DE LODO	CARGA, lb/ft <sup>2</sup> /dia
ACTIVADO (LICOR MEZCLADO)	5 - 15
ACTIVADO (SEDIMENTADO)	10 - 20
50% PRIMARIO + 50% ACTIVADO (SEDIMENTADO)	20 - 40
PRIMARIO	55

LA PRINCIPAL VENTAJA DE SEDIMENTACION POR FLOTACION ES QUE PUEDEN SER REMOVIDAS PARTICULAS MUY PEQUEÑAS O PARTICULAS LIGERAS QUE SEDIMENTAN LENTAMENTE EN UN CORTO TIEMPO. LAS PARTICULAS QUE SON FLOTADAS A LA SUPERFICIE PUEDEN SER COLECTADAS CON UNA OPERACION DESNATADORA.



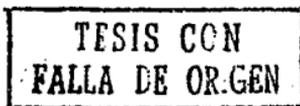
CALCULO DEL TANQUE ESPESADOR

CARGA SUPERFICIAL RECOMENDADA EN $\text{KG}/\text{M}^2\text{-DIA}$	20.00
PRODUCCION DE LODOS EN $\text{KG SS}/\text{DIA}$	1758.00
AREA SUPERFICIAL REQUERIDA EN $\text{M}^2$ .	87.90
DIAMETRO DEL ESPESADOR EN M.	10.58
SE SELECCIONA UN EQUIPO DE 35 FT DE DIAMETRO	
DIAMETRO DEFINITIVO DEL TANQUE EN METROS	10.07

CALCULO DEL CANAL PARA EL ELFUENTE

CAUDAL MEDIO PARA EL CANAL $\text{M}^3/\text{S}$	0.0171
CAUDAL MAXIMO PARA EL CANAL $\text{M}^3/\text{S}$	0.0361
VELOCIDAD PARA $Q_{\text{MED}}$ ESTIMADA $\text{M}/\text{S}$	0.8000
SECCION TRANSVERSAL PARA $Q_{\text{MED}}$ EN $\text{M}^2$	0.0285
TIRANTE RECOMENDADO PARA $Q_{\text{MED}}$ EN M	0.0500
ANCHO PRIMERA ESTIMACION EN M	0.5705
PERIMETRO MOJADO	0.6705
RADIO HIDRAULICO PARA $Q_{\text{MED}}$	0.0425
NUMERO DE MANNING	0.0130
PENDIENTE HIDRAULICA	0.0100
VELOCIDAD CALC. 2ª APROX. EN $\text{M}/\text{S}$	0.9373

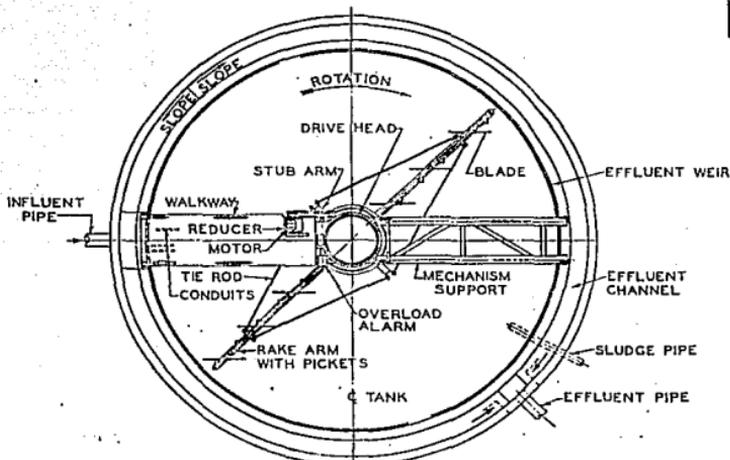
COMO SE PUEDE OBSERVAR LA VELOCIDAD ESTIMADA Y LA CALCULADA POR LA ECUACION DE MANNING, SON DIFERENTES POR LO QUE VOLVEREMOS A ITERAR.



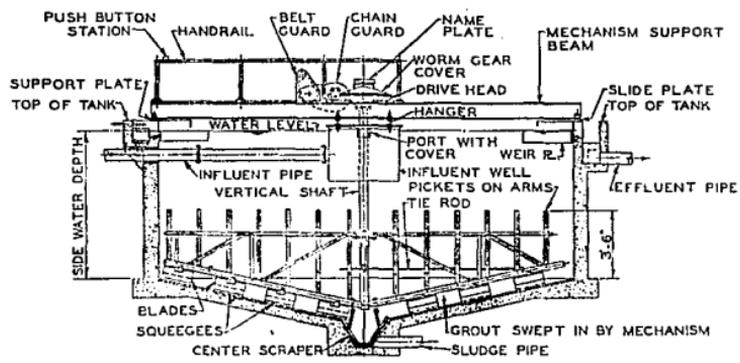
SECCION TRANSVERSAL PARA $Q_{MED}$ EN $M^2$	0.0183
TIRANTE PAR $Q_{MED}$ EN M	0.0320
PERIMETRO MOJADO	0.6345
RADIO HIDRAULICO PARA $Q_{MED}$	0.0288
VELOCIDAD CALCULADA PARA $Q_{MED}$ , EN M/S	0.7223



1-2466



PLAN



SECTIONAL ELEVATION

<p>NO. 100-1000</p> <p>DATE</p> <p>BY</p> <p>CHECKED</p> <p>APPROVED</p>	<p>THE DETROIT ENGINE CENTER</p> <p>12-0" TO 40-0" DIA</p> <p>ILLUSTRATIVE DRAWINGS</p> <p>ADD'Y</p>	<p><b>DORR-OLIVER</b></p> <p>STAMFORD, CONNECTICUT</p> <p>NEW YORK</p> <p>PHILADELPHIA</p> <p>CHICAGO</p> <p>INDIANAPOLIS</p> <p>ST. LOUIS</p> <p>MEMPHIS</p> <p>PORTLAND</p> <p>SEATTLE</p> <p>SAN FRANCISCO</p> <p>SALT LAKE CITY</p> <p>SPRINGFIELD</p> <p>WASHINGTON</p> <p>WICHITA</p>
--	--	---

## 10.0 DIGESTION

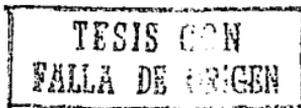
EL PROPOSITO DE LA DIGESTION DE LODOS ES ESTABILIZAR EL LODO CRUDO MEDIANTE LA DESCOMPOSICION DE LA MATERIA ORGANICA PUTRESCIBLE TRANSFORMANDOLA EN COMPUESTOS ORGANICOS E INORGANICOS INERTES, HACIENDOLA MAS ACEPTABLE PARA SU DISPOSICION FINAL. LA DIGESTION ES UN FENOMENO BIOQUIMICO QUE REDUCE LA CANTIDAD DE SOLIDOS ORGANICOS Y VOLATILES EN EL LODO, ASI COMO SU VOLUMEN Y OLOK. LAS FORMAS MAS ACEPTABLES PARA LA DISPOSICION DE LODOS DIGERIDOS ES EN LAGUNAS, LECHOS DE SECADO PARA LODOS, O BIEN COMO FERTILIZANTE.

### 10.1 DIGESTION AEROBIA.

LA DIGESTION AEROBIA ES UN METODO ALTERNATIVO DE TRATAMIENTO DE LODOS ORGANICOS PRODUCIDOS EN VARIAS OPERACIONES DEL TRATAMIENTO. LOS DIGESTORES AEROBIOS SON USADOS PARA TRATAR SOLAMENTE LODOS ACTIVADOS RESIDUALES, LODOS PRIMARIOS O LODOS RESIDUALES DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE LODOS ACTIVADOS, DISENADAS SIN SEDIMENTADOR PRIMARIO COMO ES EL CASO EN ESTE PROYECTO. LA DIGESTION AEROBIA FUE USADA INICIALMENTE EN PLANTAS PEQUEÑAS, PARTICULARMENTE SE APLICO LA AEREACION EXTENDIDA Y ESTABILIZACION POR CONTACTO.

LOS AVANCES QUE SE PRETENDEN EN LA DIGESTION AEROBIA EN COMPARACION CON LA DIGESTION ANAEROBIA SON LOS SIGUIENTES:

- 1) REDUCCION DE SOLIDOS VOLATILES ES APROXIMADAMENTE IGUAL A LA OBTENIDA ANAEROBICAMENTE.
- 2) BAJAS CONCENTRACIONES DE DBO EN EL FLOTANTE.
- 3) SE OBTIENEN UN PRODUCTO FINAL SIN OLOR (SEMEJANTE AL HUMUSO), BIOLÓGICAMENTE ESTABLE Y ESTE PUEDE SER ALMACENADO FACILMENTE.
- 4) PRODUCCION DE UN LODO CON EXCELENTES PROPIEDADES PARA RELLENO SANITARIO.



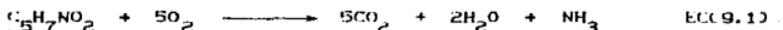
- 5) RECUPERACION DE EL FERTILIZANTE BASICO EN EL LODO.
- 6) POCOS PROBLEMAS DE OPERACION.
- 7) BAJO COSTO CAPITAL.

LA MAYOR DESVENTAJA DE ESTE PROCESO APARECE EN EL ALTO COSTO EN EL EQUIPO DE SOPLADO PARA SUMINISTRAR EL OXIGENO REQUERIDO Y EN EL METANO PRODUCIDO QUE NO ES RECUPERADO ES TAMBIEN UNA DESVENTAJA.

COMPARANDO LAS VENTAJAS Y DESVENTAJAS, CONSIDERAMOS QUE LA DIGESTION AEROBIA ES UNA ALTERNATIVA QUE DEBE SER CONSIDERADA, CONFORME MAS PUNTUAL ES LA INFORMACION SOBRE SU ECONOMIA Y CINETICA DE PROCESO, ESTE METODO VA TOMANDO MAYOR IMPORTANCIA.

#### DESCRIPCION DEL PROCESO.

LA DIGESTION AEROBIA ES SIMILAR A EL PROCESO DE LODOS ACTIVADOS. COMO EL SUMINISTRO DE SUBSTRATO (ALIMENTO) DISPONIBLE ES AGOTADO, LOS MICRO-ORGANISMOS EMPEZARAN A CONSUMIR SU PROPIO PROTOPLASMA PARA OBTENER REACCIONES PARA ESTAR EN LA FASE ENDOGENA; COMO SE PRESENTA EN LA SIGUIENTE ECUACION:



#### CELULAS.

EL TEJIDO CELULAR ES OXIDADO AEROBICAMENTE A DIOXIDO DE CARBONO, AGUA Y AMONIACO. ESTO DEBE SER CONSIDERADO, NO OBSTANTE QUE SOLO CERCA DEL 75 A 80 POR CIENTO DE LOS TEJIDOS CELULARES PUEDEN ACTUALMENTE SER OXIDADOS. EL 20 O 25 POR CIENTO REMANENTE SE COMPONE DE COMPUESTOS INERTES Y COMPUESTOS ORGANICOS QUE NO SON BIODEGRADABLES.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## DISEÑO:

FACTORES QUE DEBEN SER CONSIDERADOS EN EL DISEÑO DE DIGESTORES AEROBIOS SON: TIEMPO DE RESIDENCIA HIDRAULICO, CRITERIO DE CARGADO DE PROCESO, REQUERIMIENTOS DE OXIGENO, REQUERIMIENTOS DE ENERGIA PARA MEZCLAJE, CONDICIONES AMBIENTALES Y OPERACION DE PROCESO. DE LO ANTERIOR EXISTE COMUNMENTE POCOA INFORMACION, DE AQUI QUE LA SIGUIENTE DISCUSION SE REDUCE A SERVIR COMO UNA INTRODUCCION AL TEMA.

TIEMPO DE RETENCION HIDRAULICO: LOS LIMITES DE LOS DATOS EXPERIMENTALES PRESENTAN QUE EL VALOR DE SOLIDOS VOLATILES EN EL LODO SE REDUCE MAS O MENOS LINEALMENTE A UN VALOR ALREDEDOR DEL 40% EN UN TIEMPO DE DETENCION HIDRAULICO DE 10 A 12 DIAS.

AUNQUE LA REMOCION DE SOLIDOS VOLATILES CONTINUA CON EL INCREMENTO DEL TIEMPO DE RETENCION, EL PORCENTAJE REMOVIDO SE REDUCE CONSIDERABLEMENTE, DEPENDIENDO DE LA TEMPERATURA, LA REDUCCION MAXIMA SERA ENTRE UN 45 Y 70 POR CIENTO. EL TIEMPO REQUERIDO Y GRADO DE REMOCION DE SOLIDOS VOLATILES SERA TAMBIEN VARIABLE CON LAS CARACTERISTICAS DE LOS LODOS. COMUNMENTE LA REDUCCION DE SOLIDOS VOLATILES VARIA ENTRE UN 35 A 45 POR CIENTO EN 10 A 12 DIAS A TEMPERATURAS IGUALES O ALREDEDOR DE 20°C.

BASANDONOS EN ESTOS PARAMETROS EL TIEMPO DE RETENCION HIDRAULICO PARA DIGESTORES AEROBIOS SE DA EN LA TABLA 9.1. LOS EFECTOS DE LA TEMPERATURA SON DISCUTIDOS SOBRE LAS CONDICIONES AMBIENTALES.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TABLA 10.1

CRITERIOS DE DISEÑO PARA DIGESTORES AEROBIOS.

PARAMETRO	VALOR
TIEMPO DE RETENCION HIDRAULICA. DIAS A 20°C	
Lodos Activados	12-16
Lodos Activados Sin Sedimentador Primario	16-18
CARGA DE SOLIDOS, lb SOLIDOS VOLATILES / FT <sup>3</sup> / DIA	0.10-0.20
REQUERIMIENTOS DE OXIGENO, lb/lb DESTRUIDOS	
TEJIDO CELULAR	≈ 2
BOD <sub>5</sub> EN LODO PRIMARIO	1.6-1.9
REQUERIMIENTOS DE ENERGIA PARA MEZCLADO	
AERADORES MECANICOS, hp/1000 Ft <sup>3</sup>	0.5-1.0
AIRE DE MEZCLADO, scFm / 1000 Ft <sup>3</sup>	20-30
OXIGENO DISUELTO AL NIVEL DEL LIQUIDO mg/lit	1-2

CRITERIO DE CARGADO: LOS VALORES TÍPICOS EN TÉRMINOS DE lb. DE SÓLIDOS VOLÁTILES POR PIE CÚBICO POR DÍA ES DADO EN LA TABLA 9.1. A CAUSA DE LA HIDRAULICA, EL TIEMPO DE RESIDENCIA CELULAR ES NORMALMENTE EQUIVALENTE PARA ESTE PROCESO AL CRITERIO DE CARGADO, EL CUAL SE BASA SOBRE EL BAJO TIEMPO DE RESIDENCIA CELULAR PARA OBTENER RESULTADOS SATISFACTORIOS. LA CONCENTRACION MÁXIMA DE SÓLIDOS SERÁ GOBERNADA POR LA TRANSFERENCIA DE OXIGENO Y REQUERIMIENTOS DE MEZCLADO.

REQUERIMIENTOS DE OXIGENO: LOS TEJIDOS CELULARES, LOS LODOS MEZCLADOS Y LA DBO<sub>5</sub> EN EL CASO QUE SE TENGA LODO PRIMARIO, SON LOS QUE MÁS REQUIEREN OXIGENO DURANTE LA DIGESTION AEROBIA. EL OXIGENO REQUERIDO POR TEJIDOS CELULARES PUEDE SER CALCULADO EMPLEANDO LA ECUACION 9.1. SUPONIENDO TAMBIEN QUE EL AMONIACO PRODUCIDO SE OXIDA A NITRATO.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

SOBRE LAS BASES DE LA EXPERIENCIA DE OPERACION SE HA ENCONTRADO QUE SI LA CONCENTRACION DEL OXIGENO DISUELTO EN EL DIGESTOR SE MANTIENE ENTRE 1 A 2 mg/lit Y EL TIEMPO DE RETENCION ES MAYOR QUE 10 DIAS ENTONCES EL LODO PARA PELLENO SANITARIO ES BUENO.

REQUERIMIENTOS DE ENERGIA PARA MEZCLADO: PARA ASEGURAR UNA CORRECTA OPERACION, DEBE DE MEZCLARSE MUY BIEN EL CONTENIDO DEL DIGESTOR AEROBIO PARA CUMPLIR CON EL OXIGENO REQUERIDO EN EL MISMO, LA POTENCIA DE MEZCLADO SE PUEDE CHECAR EN LA TABLA 9.1.

CONDICIONES AMBIENTALES: DENTRO DE LOS MUCHOS FACTORES AMBIENTALES QUE SE CONSIDERAN, LA TEMPERATURA Y EL pH TOMAN UN PAPEL IMPORTANTE EN LA OPERACION DE DIGESTORES AEROBIOS, ESPECIALMENTE CUANDO LA TEMPERATURA ESTA POR DEBAJO DE 20°C. POR LO TANTO SE PUEDE EMPLEAR UN COEFICIENTE DE TEMPERATURA APROPIADO EN UN RANGO DE 1.08 A 1.1 PUEDE SER ADECUADO PARA AJUSTAR EL TIEMPO DE RETENCION HIDRAULICO PARA TEMPERATURAS MENORES DE 20°C Y PARA UN TIEMPO DE RESIDENCIA HIDRAULICO SOBRE EL ORDEN DE 15 DIAS. EN CLIMAS EXTREMADAMENTE FRIOS EL TIEMPO DE RETENCION HIDRAULICO ES INCREMENTADO ALREDEDOR DE 60 DIAS, POR LO QUE EL EFECTO DE LA TEMPERATURA ES PERJUDICIAL, ENTONCES SE RECOMIENDA CALENTAR EL LODO O EL AIRE SOPLADO Y/O CUBRIENDO EL TANQUE EN ESTOS CASOS.

DEPENDIENDO DE LA CAPACIDAD AMORTIGUADORA DE EL SISTEMA EL pH PUEDE CAER A UN RANGO DE VALOR BAJO (5.5) EN LARGOS TIEMPOS DE RETENCION HIDRAULICA. LAS RAZONES PARA PROPONER ESTO INCLUYEN EL INCREMENTO EN LA PRESENCIA DE IONES NITRATO EN SOLUCION Y EL VALOR INFERIOR DE LA CAPACIDAD AMORTIGUADORA DEBIDO AL AIRE ELIMINADO. POR ESTO EL pH DEBE SER REVISADO PERIODICAMENTE Y AJUSTADO SI SE ENCUENTRA QUE ES EXCESIVAMENTE BAJO.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

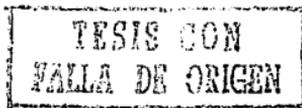
OPERACION DEL PROCESO: EN LOS PROCESOS DE LODOS ACTIVADOS LA DIGESTION AEROBIA SE LLEVA A CABO NORMALMENTE EN TANQUES SIN APLICACION DE CALOR. EN ALGUNOS CASOS, EXISTEN DIGESTORES ANAEROBIOS QUE SON CONVERTIDOS Y SON USADOS COMO DIGESTORES AEROBIOS. LOS DIGESTORES AEROBIOS DEBEN SER EQUIPADOS CON FACILIDAD DE DECANTACION DE MANERA QUE ESTOS PUEDEN TAMBIEN USARSE PARA ESPESAR LOS SOLIDOS DIGERIDOS ANTES DE DESCARGARLOS, CON EL OBJETO DE FACILITAR LA OPERACION EN ESPESADORES SUBSECUENTES O LECHOS DE SECADO DE LODOS. SI EL DIGESTOR ES OPERADO TANTO QUE EL LODO DE ENTRADA SEA USADO PARA DESPLAZAR SOBRENADANTES Y LOS SOLIDOS SON SOBREFORMADOS EL TIEMPO DE RESIDENCIA CELULAR NO SERA IGUAL A EL TIEMPO DE RESIDENCIA HIDRAULICO.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## DIGESTION CONVENCIONAL.

LA DIGESTION CONVENCIONAL (CARGA NORMAL), DEL LODO SE EFECTUA MEDIANTE EL PROCESO DE UNA SOLA FASE O DE DOS FASES. NORMALMENTE SE CALIENTA EL LODO MEDIANTE SERPENTINES SITUADOS DENTRO DE LOS TANQUES O UN INTERCAMBIADOR DE CALOR EXTERIOR. EN EL PROCESO DE UNA SOLA FASE LA DIGESTION, EL ESPESAMIENTO DEL LODO Y LA FORMACION DEL SOBRENADANTE SE EFECTUAN SIMULTANEAMENTE. EN EL PROCESO DE FASE UNICA, EL LODO SIN TRATAR SE ARADE EN LA ZONA EN LA QUE EL LODO SE ESTE DIGIRIENDO ACTIVAMENTE Y LIBERANDO GAS. CUANDO EL GAS SUBE HACIA LA SUPERFICIE, ARRASTRA CONSIGO PARTICULAS DE LODO Y DE OTRAS MATERIAS TALES COMO GRASAS Y ACEITES, DANDO LUGAR FINALMENTE A LA FORMACION DE UNA CAPA DE ESPUMAS. COMO RESULTADO DE LA DIGESTION EL LODO SE VUELVE MAS MINERALIZADO (POR EJEMPLO EL PORCENTAJE DE SOLIDOS AUMENTA) Y SE ESPESA POR LA ACCION DE LA GRAVEDAD. A SU VEZ ESTO MOTIVA ALA FORMACION DE UNA CAPA DE SOBRENADANTE POR ENCIMA DEL LODO DIGERIDO. DEBIDO A LA ESTRATIFICACION Y FALTA DE MEZCLADO INTIMO, EL VOLUMEN DE UN DIGESTOR DE CARGA NORMAL Y UNA SOLA FASE NO ES MAS DEL 50% UTILIZADO. CONOCIENDOSE ESTAS LIMITACIONES, LA MAYORTA DE LAS OPERACIONES EN DIGESTION (EN PLANTAS QUE DISPONENE DE UNA CAPACIDAD DE 4000 M<sup>3</sup>/DIA O MAS) SE LLEVA A CABO EL PROCESO DE DOS FASES.

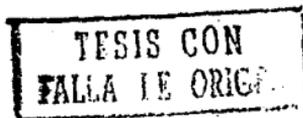
EN EL PROCESO DE DOS FASES, EL PRIMER TANQUE SE USA PARA LA DIGESTION. SE CALIENTA Y SE EQUIPA CON MEDIOS DE MEZCLADO QUE CONSISTEN EN UNO O MAS DE LOS DISPOSITIVOS QUE SE INDICAN A CONTINUACION: 1) ROMBAS DE RECIRCULACION DE LODO. 2) RECUPERACION DE GAS. 3) MEZCLADORES MECANICOS CON TUBOS DE ASPIRACION. 4) MEZCLADORES DE TURBINA. EL SEGUNDO TANQUE SE UTILIZA PARA ALMACENAMIENTO Y CONCENTRACION DEL LODO DIGERIDO ASI COMO PARA LA FORMACION DE UNA CAPA DE SOBRENADANTE



RELATIVAMENTE CLARO. CON FRECUENCIA LOS TANQUES SE CONSTRUYEN IDENTICOS EN CUYO CASO CUALQUIERA DE ELLOS PUEDE SER EL PRIMARIO. EN OTROS CASOS EL SEGUNDO PUEDE SER DESCUBIERTO, SIN CALENTAR O UNA LAGUNA DE LODOS. LOS TANQUES PUEDEN TENER TECHOS FIJOS O CUBIERTAS MOVILES. EN OTROS CASOS EL GAS PUEDE ALMACENARSE EN UN RECIPIENTE APARTE O COMPRIMIRSE Y ALMACENARSE BAJO PRESION POR LO GENERAL LOS TANQUES SON CIRCULARES Y RARAMENTE TIENEN DIAMETROS MENORES DE 6 M O MAYORES DE 35 M. DEBE TENER UNA PROFUNDIDAD DE AGUA NO MENOR A 7.5 M EN EL CENTRO. EL FONDO DEBERA ESTAR INCLINADO HACIA EL PUNTO DE EXTRACCION SITUADO EN EL CENTRO CON UNA PENDIENTE MINIMA DE 1 VERTICAL POR 4 HORIZONTAL.

#### DIGESTION DE ALTA CARGA

ESTE PROCESO DIFIERE DEL CONVENCIONAL DE UNA SOLA FASE EN QUE LA CARGA DE SOLIDOS ES MUCHO MAYOR. EL LODO SE MEZCLA INTIMAMENTE MEDIANTE UNA RECIRCULACION DEL GAS, BOMBEO MEZCLADORES CON TUBOS DE ASPIRACION (NO EXISTE SEPARACION DE ESPUMAS Y CAPA DE SOBRENADANTE), CALENTANDOSE SEGUIDAMENTE PARA LOGRARA UNOS RENDIMIENTOS OPTIMOS EN LA DIGESTION. A EXEPCION DE LAS CARGAS MAS ELEVADAS Y DE UN MEJOR MEZCLADO SON POCAS LAS DIFERENCIAS EXISTENTES ENTRE EL DIGESTOR PRIMARIO DE UN PROCESO CONVENCIONAL DE DOS FASES Y UN DIGESTOR DE ALTA CARGA. EL EQUIPO DE MEZCLADO DEBERA TENER MAYOR CAPACIDAD Y LLEGAR HASTA EL FONDO DEL TANQUE; LAS TUBERTAS DEL GAS SERAN ALGO MAYORES, UNAS POCAS SALIDAS PARA LA EXTRACCION DEL LODO SUSUTITUIRAN A LAS SALIDAS PARA EL SOBRENADANTE Y FINALMENTE EL TANQUE SERA MAS PROFUNDO. EL LODO DEBERA DE BOMBEARSE EN FORMA CONTINUA O EN CICLOS DE 30 MINUTOS CADA 2 HORAS. EL LODO ENTRANTE DESPLAZA AL DIGERIDO A UN TANQUE RECFRIOR CON CAPACIDAD DETERMINADA POR LOS METODOS DE EVACUACION POSTERIORES O BIEN A UNA SEGUNDO DIGESTOR PARA LA SEPARACION DEL SOBRENADANTE Y LA EXTRACCION DEL GAS RESIDUAL. COMO SEA QUE NO HAY SEPARACION DEL SOBRENADANTE EN LOS DIGESTORES DE



ALTA CARGA Y LOS SOLIDOS TOTALES SE REDUCEN UN 45-50% Y SE LIBERAN COMO GAS, EL LODO DIGERIDO VIENE A TENER UNA CONCENTRACION QUE ES DEL ORDEN DE LA MITAD DEL LODO SIN TRATAR.

10.3                    PARAMETROS QUE INFLUYEN EL SU RENDIMIENTO.

LOS PARAMETRO FAVORABLES EN EL DESARROLLO ESTABLE COMPLETO DE LA FERMENTACION METANICA SON, FUNDAMENTALMENTE:

-LA TEMPERATURA. - DE LA MASA DEL LODO DEBE SER SUFICIENTE Y LO MAS CONSTANTE POSIBLE.

-EL VOLUMEN DEL REACTOR. - DEBE SER CAPAZ DE RETENER LAS MATERIAS EL TIEMPO DE PERMANENCIA NECESARIO PARA OBTENER EL NIVEL DE DEGRADACION DESEADO.

-LA CONCENTRACION. - ELEVADA DE LOS LODOS. ES EN EXTREMO CONVENINETE ALIMENTAR AL DIGESTOR LOS LODOS TAN ESPESOS COMO SEA POSIBLE POR DOS RAZONES ESENCIALES.

\* PARA UN TIEMPO DE RESIDENCIA CORRESPONDIENTE A UN RENDIMIENTO DADO, PUEDE REDUCIRSE EL VOLUMEN Y POR TANTO EL PRECIO DEL DIGESTOR.

\* LA CONCENTRACION EN HACTERIAS METANICAS AUMENTA; SE ACELERA EL DESARROLLO DE LA REACCION BIOQUIMICA, FACILITANDOSE EN ESPECIAL SU PUESTA EN MARCHA. INDUSTRIALMENTE EN EL CASO DE DIGESTION DE LODOS DE AGUAS RESIDUALES URBANAS, PUEDE CONSIDERARSE COMO LIMITE INFERIOR UNA CONCENTRACION DE 15 GR/LI DE MATERIAS ORGANICAS.

-LA INTENSIDAD DE LA AGITACION. - ESTA MULTIPLICA LAS POSIBILIDADES DE ENCUENTRO ENTRE MICROORGANISMOS CON LAS MATERIAS A DEGRADAR Y HOMOGENIZA LA MASA DE LOS LODOS.





## 11.0 DESHIDRATACION DE LODOS.

LOS CUERPOS CONTAMINANTES ELIMINADOS DE LA FASE LIQUIDA A LO LARGO DEL TRATAMIENTO DEL AGUA, CUALQUERA QUE SEA SU NATURALEZA, SE ENCUENTRAN FINALMENTE REUNIDOS EN SUSPENSIONES, DENOMINADAS FANGOS O LODOS.

### PROCEDENCIA DE LOS LODOS

LOS LODOS PROVIENEN, FUNDAMENTALMENTE DE LOS SIGUIENTES PROCESOS DE DEPURACION DEL AGUA:

- FLOCULACION, DECANTACION DE AGUAS POTABLES.
- LAVADO DE FILTROS.
- DESCARBONACION (TRATAMIENTO CON CAL) DE AGUAS POTABLES E INDUSTRIALES.
- ELIMINACION DE TOXICOS POR PRECIPITACION.
- CLARIFICACION DE AGUAS DEPURADAS BIOLÓGICAMENTE.

### CONSTITUCION DEL LODO

LAS PRINCIPALES MATERIAS EN SUSPENSION PRESENTES EN UN LODO PUEDEN CLASIFICARSE CUANTITATIVAMENTE EN:

- MATERIAS GRANULOSAS GENERALMENTE MINERALES, DE MASA ESPECIFICA ELEVADA (ARENA, ESCORIA, SALES CRISTALIZADAS).
- MATERIAS FLOCULADAS PRECEDENTES GENERALMENTE DE LAS PARTICULAS COLOIDALES (ORGANICAS O MINERALES), QUE ENLOBAN UN VOLUMEN IMPORTANTE DE AGUA LIGADA, DE MASA ESPECIFICA REDUCIDA (FLOCULOS DE HIDROXIDOS METALICOS, FLOCULOS BIOLÓGICOS DE ALTO CONTENIDO EN PROTEINAS).

TEJIS CON  
FALLA DE ORIGEN

EL SECADO DE LODOS POR FILTRACION ES EL SISTEMA DE DESHIDRATACION MAS UTILIZADO POR AHORA EN EL TRATAMIENTO DE LODOS PROCEDENTES DE LA DEPURACION DEL AGUA. ESTA FILTRACION PUEDE CONSISTIR EN UN SIMPLE DRENAJE SOBRE LECHOS DE ARENA, O EN UNA FILTRACION MECANICA EN VACIO O A PRESTION.

#### LECHOS DE SECADO

EL SECADO DE LODOS SOBRE LECHOS DE ARENA DRENADOS HA SIDO UNA DE LAS TECNICAS MAS UTILIZADAS EN INSTALACIONES PEQUEÑAS A PESAR DE SU GRAN EXIGENCIA DE TERRENO Y MANO DE OBRA.

LAS ERAS DE SECADO ESTAN CONSTITUIDAS GENERALMENTE POR UNA CAPA DE 10 CMS DE ARENA DE 0.5 A 1.5 MM DISPUESTA SOBRE UNA CAPA DE SOPORTE DE 20 CMS DE GRAVA DE 15 A 25 MM EL SISTEMA DE DRENAJE BAJO LA CAPA SOPORTE ESTA FORMADO GENERALMENTE POR TUBERIAS DE CEMENTO .EL NUMERO Y LA PENDIENTE DE LOS DESAGUES DEBEN SER LOS SUFICIENTES PARA ASEGURAR UN DRENAJE HOMOGENEO EN TODA LA MASA DE LODOS.

LA RECOGIDA DE LOS FANGOS SE REALIZA DE FORMA MANUAL ESTA OPERACION ES LARGA Y NECESITA REPETIRSE UNA O VARIAS VECES.

#### FILTRACION A VACIO.

LOS FILTROS DE VACIO MAS UTILIZADOS PARA EL SECADO DE LODOS SON DE TAMBOR ABIERTO .

EL FILTRO ROTATORIO DE TAMBOR ESTA CONSTITUIDO, ESENCIALMENTE POR UN CILINDRO ROTATORIO CO TAMBOR SUMERGIDO PARCIALMENTE EN UN DEPOSITO CO CUBAJ QUE CONTIENE EL LODO QUE DEBE FILTRARSE. EL TAMBOR ESTYA FORMADO POR UNA YUSTAPOSICION DE CIERTO NUMERO DE COMPARTIMIENTOS RECUBIERTOS POR UNA TELA QUE SIRVE DE SOPORTE DE FILTRACION. CADA SECTOR ESTA UNIDO A UN ORGANO ESENCIAL, EL DISTRIBUIDOR POR UNA TUBERIA.

TEJIS C N  
FALLA DE ORIGEN

LA FILTRACION CONTINUA DE LOS LODOS SE REALIZA INDUSTRIALMENTE CON VACIOS DE 300 A 600 MM DE MERCURIO. EL ESPESOR DE LA TORTA VARIA DE 5 A 20 MM. EL TIEMPO DE FORMACION DE LA TORTA ES DE UNOS MINUTOS. LA VELOCIDAD DE ROTACION DEL TAMBOR ES DEL ORDEN DE 8 A 15 REVOLUCIONES POR HORA.

EN CASO DE LODOS DE GRAN PODER DE ATASCAMIENTO, ACEITOSOS O MUY POCO CONCENTRADOS, PUEDE SER INDISPENSABLE LA FORMACION DE UNA PRECAPA. EN ESTE CASO SOLO UN SECTOR DEL TAMBOR SE ENCUENTRA EN COMUNICACION CON EL VACIO. EL FILTRO SE RECUBRE ANTES DE LA OPERACION DE FILTRACION. DE UNA CAPA DE 40 A 60 MM DE UN MATERIAL DE POROSIDAD CONVENIENTE; DIATOMEAS, HARINA DE MADERA, CENIZAS VOLATILES. MEDIANTE UN RASPADOR MUY RIGIDO, EQUIPADO CON UN AVANCE MICROMETRICO REGULABLE, SE ELIMINA UNA PELICULA DE LA PRECAPA SIMULTANEAMENTE A LA TORTA, MANTENIENDOSE SIEMPRE LIMPIA LA SUPERFICIE DE FILTRACION.

#### FILTRACION A PRESION

LOS FILTROS PRENSA COMUNMENTE UTILIZADOS PARA EL SECAPO DE LODOS SON LOS DE PLACAS, UN FILTRO ESTA ESFNCIALMENTE CONSTITUIDO POR UNA BATERIA DE PLACAS VERTICALES APOYADAS FUERTEMENTE UNAS CONTRA DE OTRAS POR TORNILLOS HIDRAULICOS DISPUESTOS EN UNO DE LOS EXTREMOS DE LA BATERIA. SOBRE LAS DOS CARAS ACANALADAS DE ESTAS PLACAS SE APLKICAN TELAS FILTRANTES. LOS LODOS A FILTRAR LLEGAN A PRESION A LAS CAMARAS CREADAS ENTRE LAS DOS PLACAS CONTIGUAS. EL FILTRADO ES RECUPERADO POR LOS CANALES, EN LA PARTE POSTERIOR DE LAS TELAS Y ES EVACUADO POR MEDIO DE LOS CONDUCTOS DISPUESTOS A TRAVES DE LAS PLACAS. LOS FILTROS PRENSA DE PLACAS PUEDEN ALCANZAR SUPERFICIES DE 400 M<sup>2</sup> CON SUPERFICIES UNITARIAS DE PLACA DE CASI 2 M<sup>2</sup>.

LAS TELAS FILTRANTES SON GENERALMENTE TEJIDOS DE FIBRAS SINTETICAS, LA ELECCION CUIDADOSA DE LA CALIDAD DE LA TELA TIENE UNA GRAN INFLUENCIA EN EL RENDIMIENTO DE LA UNIDAD DE FILTRACION.



## FILTROS PRENSA DE BANDA.

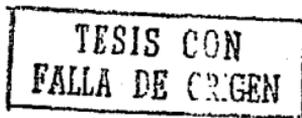
LA DESHIDRATACION DADA EN LOS FILTROS PRENSA DE BANDA ESTA BASADA EN EL PRINCIPIO DE FILTRACION MECANICA CONTINUA. EL AGUA CONTENIDA EN EL LODO ES REMOVIDA COMPRIMIENDO EL LODO ENTRE DOS BANDAS DE MATERIAL POROSO, AUMENTANDO PROGRESIVAMENTE LA PRESION POR MEDIO DE RODILLOS.

EN ESTE TIPO DE FILTROS SE PUEDEN DISTINGUIR TRES ZONAS FILTRANTES:

- ZONA DE PREDESHIDRATACION. - EN ESTA ZONA, LA FILTRACION SE LLEVA A CABO POR GRAVEDAD, LA FUERZA DE PRESION ALCANZADA ES DE POCOS MILIBARES. LA ALIMENTACION DE LOS LODOS SE EFECTUA AL COMIENZO DE ESTA ZONA, LA CUAL PARA FACILITAR EL DERRAME CONSTA DE UNA LIGERA INCLINACION. LA BANDA SE DESPLAZA EN ESTA ZONA DE LA PRENSA SOBRE UNA MALLA MULTIFILAR CUYA ESPECIAL CONSTRUCCION GARANTIZA LA RAPIDA EVACUACION DEL FILTRADO. AL FINAL DE ESTA ZONA EL LODO ACONDICIONADO CAE SOBRE LA BANDA INFERIOR, SUFRIENDO UN EFECTO DE PRECAPEO ANTES DE LLEGAR A LA ZONA DE CUNA.

- ZONA DE CUNA. - EN ESTA ZONA SE SOMETE AL LODO POR PRIMERA VEZ A UNA PRESION, EN ESTE PUNTO CONVERGEN LAS DOS BANDAS, LA REDUCCION DEL VOLUMEN DE LA SUSPENSION PRODUCE UNA PRESION FORZADA DE 0.1 A 0.2 BAR.

- ZONA DE PRENSA. - LLAMADA TAMBIEN ZONA EN "S" EN LA CUAL EL LODO SOPORTA ESFUERZOS DE PRESION Y CIZALLADURA. EN ESTA ZONA SE CUENTA CON UN TAMBOR EN T CON EL CUAL SE CONSIGUE UN EXTRAORDINARIO EFECTO DE DESHIDRATACION SUMINISTRANDO ADEMÁS UNA MAYOR SUPERFICIE ABIERTA QUE EL TAMBOR PERFORADO Y POR OTRO LADO GARANTIZANDO UNA PERFECTA CANALIZACION LATERAL DEL FILTRADO. DE ESTA FORMA SE EVITA QUE LA TORTA PRENSADA SE VUELVA A REHUMEDecer. LA PRESION ENTRE LOS CILINDROS Y LA BANDA ES REGULADA DE FORMA NEUMATICA.







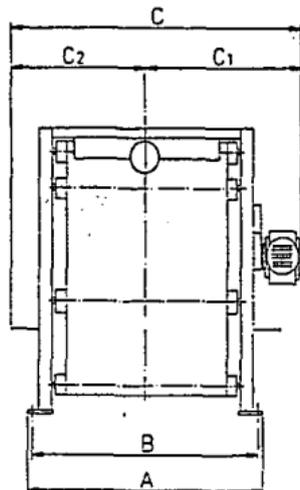
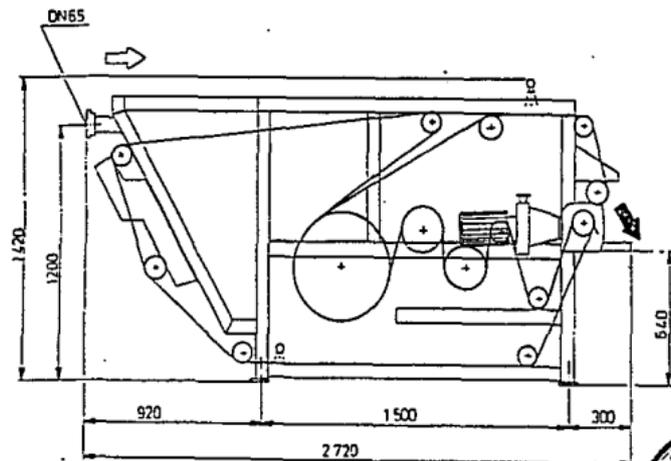
# SIEBBANDPRESSE V 80

69 0451 49/3

BELT FILTER PRESS

PRESSE A BANDE

PRENSA DE BANDA VOEST-ALPINE/PROSEC



Anzahl der Rollen je nach Schlammcharakteristik!

Number of rolls depends on sludge-characteristic!

Número de rodillos en dependencia de las características del lodo.

80

A	1170
B	1170
C <sub>1</sub>	790
C <sub>2</sub>	335
C	1375
PROSEC	720



TEL: 01 01 15  
FAX: 01 01 15

Conexión para lavado de bandas.

Wasseranschluss für Bandreinigung:

Connection for belt wash water:

Venue d'eau pour nettoyage de bande:

Type 80 - 1"

## CONCLUSIONES

POR MEDIO DEL PRESENTE TRABAJO SE ESTABLECE QUE SE PUEDE TRATAR EL AGUA RESIDUAL PROVENIENTE DE UN MUNICIPIO PARA SU REUSO COMO AGUA PARA RIEGO DE AREAS VERDES MEDIANTE LAS SIGUIENTES ETAPAS DE TRATAMIENTO:

- |                         |   |
|-------------------------|---|
| -PRETRATAMIENTO:        | CRIBADO<br>DESARENADO                         |
| -TRATAMIENTO BIOLÓGICO: | TANQUE DE AERACION<br>SEDIMENTADOR SECUNDARIO |
| -DESINFECCION:          | TANQUE DE CONTACTO CON CLORO                  |
| -TRATAMIENTO DE LODOS:  | ESPESADOR<br>DIGESTOR<br>FILTRO PRENSA        |

SE PUEDE VER QUE EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES ES UNA ALTERNATIVA BASTANTE VIABLE PARA EL REUSO DEL AGUA RESIDUALES Y ASI PODER SOLVENTAR EN PARTE LOS GRAVES PROBLEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA QUE HAY EN NUESTRO PAIS. POR LO QUE EL GOBIERNO HOY EN DIA ESTA FOMENTANDO LA CONSTRUCCION DE PLANIAS DE TRATAMIENTO Y YA SE CUENTA CON LA PLANTA DE TRATAMIENTO MAS GRANDE DE LATINOAMERICA PARA UNA CAPACIDAD DE 3000 LPS. EN LA CIUDAD DE AGUASCALIENTES.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## BIBLIOGRAFIA

1. ECKENFELDER, W. W. Jr  
INDUSTRIAL WATER POLLUTION CONTROL  
McGRAW HILL  
SECOND EDITION
2. ECKENFELDER W. W.  
CURSO DE CONTROL DE LA CONTAMINACION EN AGUAS RESIDUALES  
I. P. N
3. FACULTAD DE INGENIERIA CUNAM  
NORMAS DE PROYECTO PARA OBRAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
EN LAS LOCALIDADES URBANAS DE LA REPUBLICA MEXICANA.  
CUNAM 1988.
4. GILBERTO SOTELO AVILA  
HIDRAULICA GENERAL  
LIMUSA
5. JACK MUSTERMAN, PH. D., P. F  
ANAEROBIC TREATMENT PROCESSES  
ECKENFELDER INC.  
NASHVILLE, TENNESSEE
6. METCAL EDDT, INC.  
WASTEWATER ENGINEERING COLLECTION TREATMENT DISPENSAL.  
McGRAW HILL BOOK COMPANY  
NEW YORK
7. RONALD V. GILES  
MECANICA DE LOS FLUIDOS  
SCHAUM-McGRAW HILL  
SEGUNDA EDITION

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

8. SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS  
MANUAL DE DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO  
MEXICO D.F. ENERO DE 1975
9. U.S. ENVIROMENTAL PROTECTION AGENCY  
PROCESS DESIGN MANUAL  
SEPTEMBER 1979
10. WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION  
DISEÑO DE ESTACIONES DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES  
Y AGUAS PLUVIALES  
MANUAL PRACTICO  
WASHINGTON, D. C. (1984)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

APENDICE I

(CA)

AERACION.- PONER EN INTIMO CONTACTO CON EL AIRE UN LIQUIDO, POR MEDIO DE UNO DE LOS METODOS SIGUIENTES; DISPERSANDO EL LIQUIDO EN EL AIRE O AGITANDOLO PARA PROMOVER LA ABSORCION SUPERFICIAL DEL AIRE.

AUTOPURIFICACION.- EL PROCESO NATURAL DE PURIFICACION DE UNA MASA DE AGUA, EN MOVIMIENTO O EN REPOSO, EN VIRTUD DEL CUAL SE DISMINUYE EL CONTENIDO DE BACTERIAS Y SE SATISFACE LA MAYOR PARTE DE LA DBO.

(CB)

DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO. (CBO).- LA CANTIDAD DE OXIGENO UTILIZADO EN LA OXIDACION BIOQUIMICA DE LA MATERIA ORGANICA, EN UN TIEMPO Y A UNA TEMPERATURA ESPECIFICADAS.

DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO STANDARD.- ES LA DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO DETERMINADA POR EL PROCEDIMIENTO NORMAL DE LABORATORIO, EN 5 DIAS Y A 20°C Y USUALMENTE EXPRESADA EN PARTES POR MILLON DE OXIGENO.

(CC)

LODO.- LOS SOLIDOS DEPOSITADOS POR LAS AGUAS NEGRAS, O DESECHOS INDUSTRIALES, CRUDOS O TRATADOS.

(CD)

FUTREFACCION.- LA DESCOMPOSICION BIOLOGICA DE LA MATERIA ORGANICA, CON PRODUCCION DE MALOS OLORES QUE VAN ASOCIADOS A LAS CONDICIONES ANAEROBICAS.

106



**SOLIDOS DISUELTOS.** - SOLIDOS QUE ESTAN EN SOLUCION.

**SOLIDOS NO SEDIMENTABLES.** - SOLIDOS SUSPENDIDOS FINAMENTE DIVIDIDOS QUE NO SE ASIENTAN EN EL AGUA, AGUAS NEGRAS U OTRO LIQUIDO EN REPOSO, EN UN PERIODO DE TIEMPO RAZONABLE.

**SOLIDOS SEDIMENTABLES.** - SOLIDOS SUSPENDIDOS QUE SE ASIENTAN EN EL AGUA, AGUAS NEGRAS U OTRO LIQUIDO EN REPOSO.

**SOLIDOS SUSPENDIDOS.** - ES LA CANTIDAD DE MATERIA QUE SE DEPOSITA, AL FILTRAR CIERTA CANTIDAD DE AGUA, AGUAS NEGRAS U OTRO LIQUIDO A TRAVES DE UNA CAPA DE ASBESTO EN UN CRISOL DE GOOCH

**SOLIDOS TOTALES.** - SON LOS SOLIDOS CONTENIDOS EN EL AGUA, LAS AGUAS NEGRAS U OTROS LIQUIDOS SE INCLUYEN LOS SOLIDOS SUSPENDIDOS CON SU MAYORIA ELIMINABLES POR EL PAPEL FILTRO ASI COMO LOS FILTRABLES CO SEA AQUELLOS QUE PASAN POR EL PAPEL FILTRO.

**SOLIDOS VOLATILES.** - ES LA PARTE DE LOS SOLIDOS TOTALES QUE HAY EN EL AGUA, LAS AGUAS NEGRAS U OTRO LIQUIDO QUE SE FIERDEN POR CALCINACION.



