

# PROYECTO PLANTA TRATAMIENTO

## “PROYECTO VILLAS CATIVA”

Colón, Panamá

### Memoria de Cálculo Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

271 m<sup>3</sup>/día

Propietario:  
Construhogar Ltd S. A.

Panamá  
Provincia Colón  
Distrito: Colón  
Corregimiento Cativá



Enero 2021

LUIS ALBERTO RODRIGUEZ TORRES
INGENIERO CIVIL
LICENCIA No. 2013-006-177
<i>[Signature]</i>
FIRMA
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

VICTOR MANUEL SANTAMARIA B.
INGENIERO ELECTROMECANICO
IDONEIDAD No. 2003-024-035
<i>[Signature]</i>
FIRMA
Ley 15 de 26 de enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

## INDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. DIRECCIÓN EXACTA.....	6
3. SISTEMA PROPUESTO Y JUSTIFICACIÓN .....	7
4. PROCESO PRODUCTIVO DE LAS AGUAS A TRATAR. ....	8
5. CARGA HIDRÁULICA .....	9
6. CARGA CONTAMINANTE.....	9
7. CRITERIOS DE DISEÑO ESTRUCTURAS SANITARIAS .....	10
7.1 CANAL DE REJAS .....	10
7.2 DESARENADOR.....	11
7.3 TRAMPA DE FLOTANTES .....	13
7.4 CÁMARA ANÓXICA.....	13
7.5 TANQUE DE AIREACIÓN.....	15
7.6 TANQUE DE CLARIFICACIÓN.....	19
7.7 TANQUE PARA ALMACENAMIENTO, ESPESADO Y DIGESTIÓN DE LODOS.....	21
7.8 NICHO CON SACOS FILTRANTES PARA SECADO DE LODOS .....	22
7.9 SISTEMA DE DESINFECCIÓN.....	24
8. DIMENSIONAMIENTO.....	28
9. CALIDAD DEL EFLUENTE .....	29
10. DISPOSICIÓN DEL AGUA TRATADA.....	30
11. FUENTES DE INFORMACIÓN.....	31

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES A TRATAR ** .....	10
TABLA 2. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE LODOS ACTIVADOS .....	17
TABLA 4. DIMENSIONES DE PROCESOS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO .....	29
TABLA 5. CARÁCTERISTICAS DEL EFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.....	29

VICTOR MANUEL SANTAMARIA B.  
INGENIERO ELECTROMECANICO  
IDONEIDAD NO. 2003-024-035

FIRMA  
Ley 15 de 26 de enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

Memoria de cálculo

LUIS ALBERTO RODRIGUEZ TORRES  
INGENIERO CIVIL  
LICENCIA NO. 2013-006-177

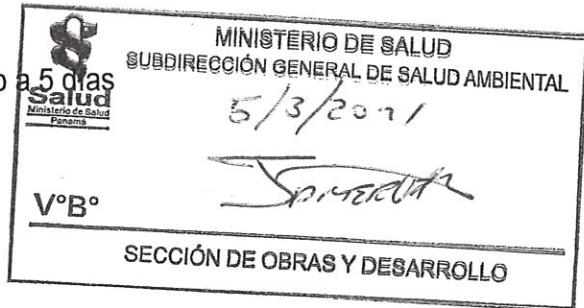
FIRMA  
Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

Página 2

## ABREVIATURAS



PTAR	Planta de Tratamiento de Agua Residual
mg/L	miligramos por litro
DBO <sub>5</sub>	Demanda Bioquímica de Oxígeno a 5 días
SST	Sólidos Suspensidos Totales
lps	Litros por segundo
L/s	Litros por segundo
kg	Kilogramos
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
m <sup>2</sup>	metro cuadrado
DQO	Demanda Química de Oxígeno
pH	potencial de Hidrógeno
cm	centímetro
mm	milímetro
l	Litros
s	Pendiente
HRT	Tiempo de Residencia hidráulico
SSLM	Sólidos Suspensidos en el Licor Mezclado
m/min	Metros por minuto
Q	Caudal
SSV	Sólidos suspendidos Volátiles
SBE	Fracción Biodegradable
m <sup>3</sup>	metro cúbico
d	día
kg/d	kilogramo por día
m <sup>3</sup> /d	Metros cúbicos por día
m	Metros
Ft/seg.	Pies por segundo
kW	kilo Watts
Qr	Caudal de retorno

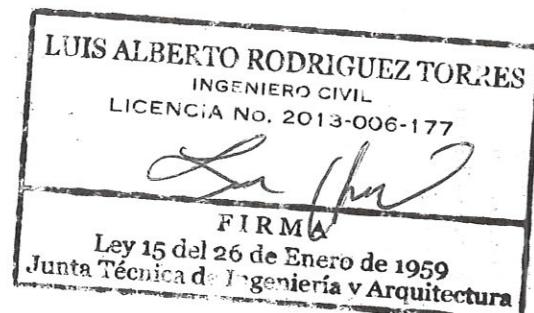


"Error en los cálculos de diseño es responsabilidad del promotor o dueño ya que el MINSA solo verifica lo correspondiente a salud pública".



---

F/M	Relación entre alimento y Microorganismos
ME	Metcalf Eddy
M3/m <sup>2</sup> /d	Metros cúbicos por metro cuadrado por día.
PVC	Cloruro de Polivinilo
SSVLM	Sólidos suspendidos volátiles en el licor mezclado
HP	Horse Power
g/l	Gramos por litro
U	Unidades



## 1. INTRODUCCIÓN

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, PTAR, para el **Proyecto Villas de Cativa que se desarrollará en Panamá, Provincia de Colón, Distrito Colón, Corregimiento Cativa**, está basado en un sistema de tratamiento de tipo biológico aeróbico con base en Lodos Activados con Aireación Extendida.

El proceso de tratamiento aeróbico de aguas residuales, por medio de Lodos Activados, tiene las siguientes ventajas:

- Es un proceso intensivo de tratamiento, en otras palabras, requiere muy poca área.
- Es un proceso altamente eficiente, capaz de entregar un efluente (agua tratada) con menos de 30 mg/L de Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO<sub>5</sub>, y de Sólidos Suspendidos Totales, SST.
- El proceso de puesta en operación del sistema es bastante rápido, permitiendo tener un efluente de buena calidad luego de una o dos semanas de haber sido puesto en operación.
- No produce olores molestos a los vecinos de la PTAR.
- El sistema de Aireación Extendida utilizado da mayor flexibilidad al proceso de Lodos Activados, tolerando el sistema mayores variaciones hidráulicas y orgánicas.
- Es un proceso bastante conocido en el medio.

La PTAR ha sido dimensionada con base en la información suministrada por el propietario, cual es un volumen de 271 m<sup>3</sup> por día, correspondiente al consumo promedio diario proyectado en un día de máxima demanda de este Desarrollo.

LOUIS ALBERTO RODRIGUEZ TORRES  
INGENIERO CIVIL  
LICENCIA NO. 2013-006-177



FIRMA

Ley 15 de 26 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

Memoria de cálculo

VICTOR MANUEL SANTAMARIA B.  
INGENIERO ELECTROMECANICO  
IDONEIDAD NO. 2003-024-035

  
Página 5

FIRMA

Ley 15 de 26 de enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

W

**La planta tendrá la capacidad de recibir las aguas residuales domésticas de 179 casas y 5 personas por residencia, con una dotación de 80 galones por persona por día es decir un sistema de  $271 \text{ m}^3/\text{d}$ .**

Las aguas que recibirá la Planta de Tratamiento serán de actividades domésticas, por lo que la composición de estas aguas clasifica dentro del tipo de aguas negras normales de tipo doméstico, concentración baja.

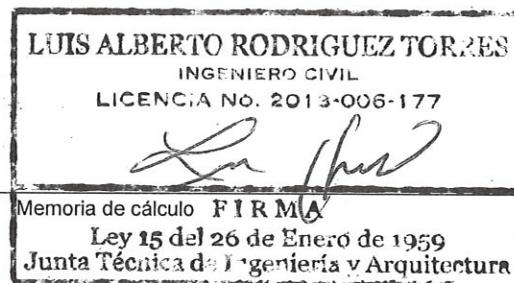
Como caudal promedio de diseño se ha tomado un flujo medio diario, a plena ocupación de  $3,14 \text{ l/s}$ . Se ha asumido un Factor Pico horario de 2, lo cual arroja un caudal máximo horario de aguas residuales de  $6,28 \text{ l/s}$  llegando a la PTAR.

La PTAR recibirá una carga orgánica, a condiciones de diseño (máxima ocupación), de  **$60 \text{ Kg de Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO}_5, \text{ por día}$** . Esta carga equivale a tratar aguas residuales domésticas con una concentración media de  **$225 \text{ mg/L de DBO}_5$** .

El caudal ha sido proporcionado por el propietario del proyecto y la estimación estadística de complejos similares.

## 2. DIRECCIÓN EXACTA

La planta de tratamiento de aguas residuales, PTAR, será parte del **Proyecto Villas Cativa** que se desarrollará Panamá, Provincia de Colón, Distrito Colón, Corregimiento de Cativá.



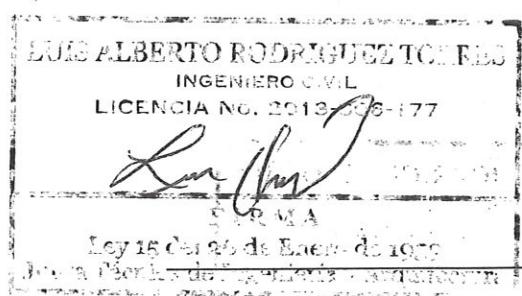
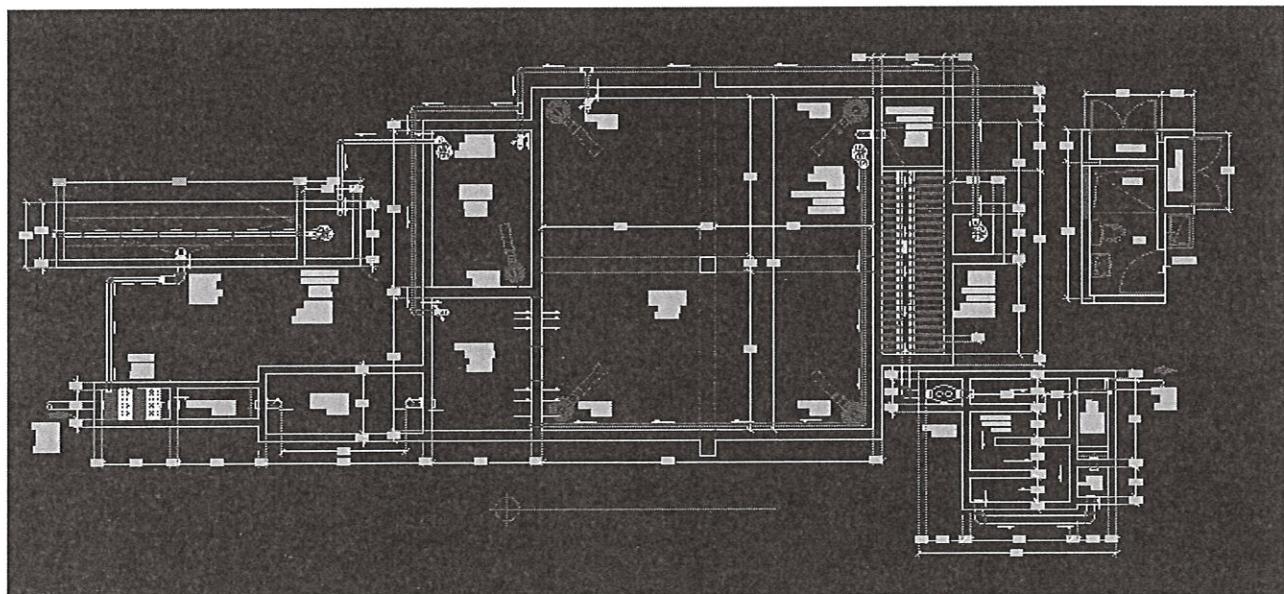
### 3. SISTEMA PROPUESTO Y JUSTIFICACIÓN

La Planta para Tratamiento de Aguas Residuales, proyectada, está basada en un sistema de tratamiento de tipo biológico aeróbico con base en Lodos Activados con Aireación Extendida.

La justificación de colocar aquí una PTAR es que no hay una red sanitaria pública en operación, y no es posible en este lugar el sistema de tanques sépticos y drenajes.

Por lo tanto, el cliente quiere un cabal cumplimiento de toda la reglamentación ambiental.

DIAGRAMA DE LA PTAR

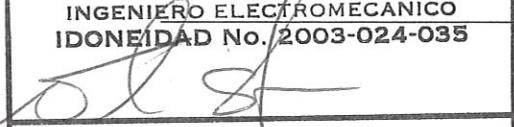


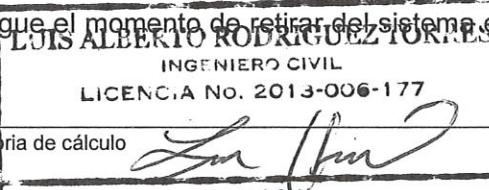
#### 4. PROCESO PRODUCTIVO DE LAS AGUAS A TRATAR.

Las aguas que serán tratadas en esta Planta de Tratamiento serán únicas y exclusivamente de tipo doméstico, o sea las que son generadas por el uso de los artefactos sanitarios de este Desarrollo por parte de las personas que visiten o trabajen en ese lugar. Serán todas las producidas en los inodoros, mingitorios, lavatorios, baños, cocinas y pilas de lavar. Estamos hablando tanto de las aguas negras como de las aguas grises o jabonosas. Bajo ningún concepto se pueden conectar aguas pluviales, piscinas o de refrigeración a este sistema. Todas las aguas deben ser de actividades domésticas de los visitantes y empleados de este complejo. Estas aguas residuales domésticas serán conducidas por una red de alcantarillado hasta la Planta de Tratamiento.

El sistema de tratamiento se inicia con la llegada de todas las aguas residuales a una estación de bombeo elevadora, para luego pasará a una rejilla de retención de sólidos mayores no biodegradables, con el fin de proteger los equipos y de evitar la entrada al sistema biológico de material no biodegradable tales como piedras, plásticos, etc. Los sólidos retenidos en el Tratamiento Primario serán retirados de la planta de tratamiento y dispuestos con los otros residuos sólidos del complejo. Luego de la separación de sólidos y desarenado, el agua pasa una trampa de material flotante para separar las partículas más livianas y grasas, y luego entrará al contactor anóxico, luego al tanque de aireación donde será sometida al proceso de conversión de materia orgánica en gas carbónico ( $\text{CO}_2$ ) y agua, así como en nuevo material celular (bacterias, protozoarios, etc.), de tipo aeróbico, denominado comúnmente Lodo. El agua pasa entonces a un tanque de sedimentación o clarificación, denominado clarificador secundario, donde el lodo se sedimenta por su propio peso y el agua clarificada pasa a la etapa de desinfección con cloro, antes de su disposición final en un drenaje sanitario.

El lodo biológico retenido en el clarificador secundario es retorna al tanque de aireación, con el fin de mantener la concentración de biomasa apropiada dentro del sistema. La planta cuenta con un tanque para el almacenamiento, espesado, y digestión de los lodos, una vez que llegue el momento de retirar del sistema el exceso

VICTOR MANUEL SANTAMARIA B. INGENIERO ELECTROMECANICO IDONEIDAD No. 2003-024-035	FIRMA  Ley 15 de 26 de enero de 1959 Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura
--	---

LUIS ALBERTO RODRIGUEZ TORRES INGENIERO CIVIL LICENCIA No. 2013-006-177	FIRMA  FIRMA Ley 15 del 26 de Enero de 1959 Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura
---	--

de lodos que se ha producido. Los lodos ya digeridos y estabilizados podrán disponerse en un nicho con sacos filtrantes de secado para deshidratación de lodos.

El área total ocupada por la Planta de Tratamiento de Agua Residual será de 280 m<sup>2</sup>.

El objetivo de este proyecto está centrado en la depuración o purificación de aguas residuales domésticas (aguas negras) hasta un grado tal que sea aceptado por cuerpos receptores de agua, de acuerdo con lo establecido en la legislación local.

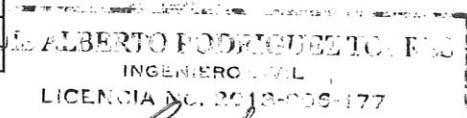
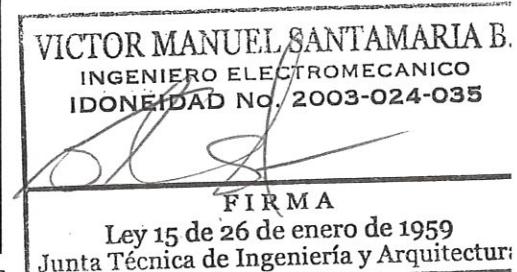
## 5. CARGA HIDRÁULICA

La PTAR ha sido dimensionada con base en la información suministrada por el diseñador del proyecto. La PTAR tendrá la capacidad de manejar un caudal promedio de 3,14 l/s equivalente a los 271 m<sup>3</sup>/d (metros cúbicos por día). Se ha asumido un Factor Pico horario de 2, lo cual arroja un caudal máximo horario de aguas residuales de 6,28 l/s llegando a la PTAR.

## 6. CARGA CONTAMINANTE

La PTAR tendrá la capacidad de recibir una carga orgánica, a condiciones de diseño (máxima ocupación), de **60 Kg. de Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO<sub>5</sub>, por día**. Esta carga equivale a tratar aguas residuales domésticas con una concentración media de **225 mg/L de DBO<sub>5</sub>** y un efluente con una calidad de 35 mg/l de DBO.

Caudal de diseño sanitario		Carga orgánica	
Qd=	271 m <sup>3</sup> /d		225 mg/l
Qd=	3,14 l/s		60,98 kg DBO por día
Norma			
Caudal Pico		50 mg/l	
Factor pico hidráulico	Fp=	2	
Qmax d=	542,00 m <sup>3</sup> /d		
Qmax d=	6,27 l/s	Remoción Mínima	
Qmax hor=	22,58 m <sup>3</sup> /h	47,43 kg DBO por día	
Qmax hor=	0,26 l/s		
NH <sub>3</sub> entrada		60 mg/l	
NT salida		5 mg/l	
		Remoción de N <sub>2</sub> =	14,905 kg N por día



La planta deberá ser capaz de tratar aguas residuales con las características de la

Tabla 1:

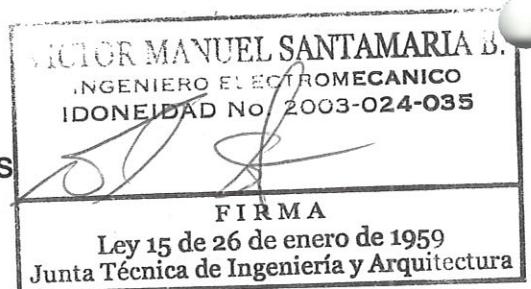
**Tabla 1.** Características de las aguas residuales a tratar \*\*

Parámetro	Valor máximo
Demanda química de oxígeno (DQO)	400 mg/L
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	225 mg/L
Sólidos suspendidos totales (SST)	200 mg/L
Sólidos Sedimentables	10 ml/l
Grasas y aceites	50 mg/L
Tensoactivos que reaccionan al azul de metileno	10 mg/L
Potencial hidrógeno (pH)	6,0 a 9
Temperatura	15 a 35 grados Celsius

\*\* Referencia: Metcalf Eddy INGENIERIA SANITARIA. Tratamiento, evacuación y reutilización de Aguas Residuales. SEGUNDA EDICION

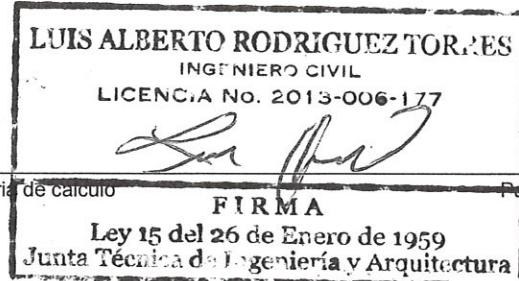
## 7. CRITERIOS DE DISEÑO ESTRUCTURAS SANITARIAS

### 7.1 Canal de rejas

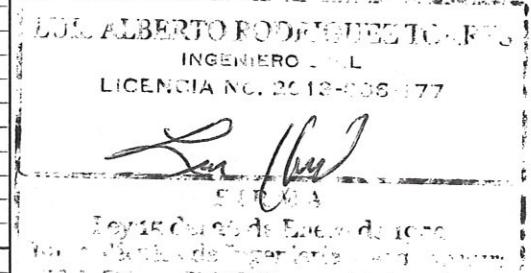


A la entrada del tren de tratamiento primario se instalará un canal de concreto con rejillas metálicas. Las rejas tendrán una inclinación de 60° con respecto a la horizontal y serán limpiadas manualmente con un rastrillo suministrado con la PTAR.

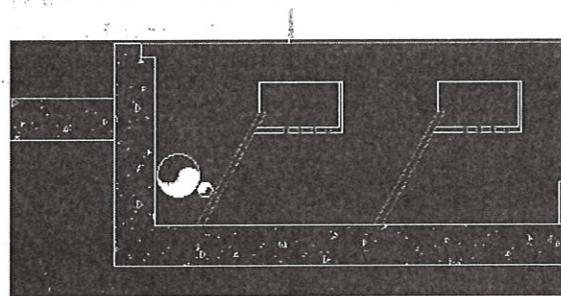
Se colocan dos rejas en serie, la primera con una abertura de 25 mm y la segunda de 10 mm. El ancho del canal de rejas es de 60 cm. por 1,35 m de largo total



	Caudal	Ca	Caudal Pico	Caudal Pico
	2,1 m <sup>3</sup> /s		4,0 m <sup>3</sup> /s	
	3,1 m <sup>3</sup> /s		6,0 m <sup>3</sup> /s	
	4,1 m <sup>3</sup> /s		8,0 m <sup>3</sup> /s	
	5,1 m <sup>3</sup> /s		10,0 m <sup>3</sup> /s	
	6,1 m <sup>3</sup> /s		12,0 m <sup>3</sup> /s	
	7,1 m <sup>3</sup> /s		14,0 m <sup>3</sup> /s	
	8,1 m <sup>3</sup> /s		16,0 m <sup>3</sup> /s	
	9,1 m <sup>3</sup> /s		18,0 m <sup>3</sup> /s	
	10,1 m <sup>3</sup> /s		20,0 m <sup>3</sup> /s	
	11,1 m <sup>3</sup> /s		22,0 m <sup>3</sup> /s	
	12,1 m <sup>3</sup> /s		24,0 m <sup>3</sup> /s	
	13,1 m <sup>3</sup> /s		26,0 m <sup>3</sup> /s	
	14,1 m <sup>3</sup> /s		28,0 m <sup>3</sup> /s	
	15,1 m <sup>3</sup> /s		30,0 m <sup>3</sup> /s	
	16,1 m <sup>3</sup> /s		32,0 m <sup>3</sup> /s	
	17,1 m <sup>3</sup> /s		34,0 m <sup>3</sup> /s	
	18,1 m <sup>3</sup> /s		36,0 m <sup>3</sup> /s	
	19,1 m <sup>3</sup> /s		38,0 m <sup>3</sup> /s	
	20,1 m <sup>3</sup> /s		40,0 m <sup>3</sup> /s	
	21,1 m <sup>3</sup> /s		42,0 m <sup>3</sup> /s	
	22,1 m <sup>3</sup> /s		44,0 m <sup>3</sup> /s	
	23,1 m <sup>3</sup> /s		46,0 m <sup>3</sup> /s	
	24,1 m <sup>3</sup> /s		48,0 m <sup>3</sup> /s	
	25,1 m <sup>3</sup> /s		50,0 m <sup>3</sup> /s	
	26,1 m <sup>3</sup> /s		52,0 m <sup>3</sup> /s	
	27,1 m <sup>3</sup> /s		54,0 m <sup>3</sup> /s	
	28,1 m <sup>3</sup> /s		56,0 m <sup>3</sup> /s	
	29,1 m <sup>3</sup> /s		58,0 m <sup>3</sup> /s	
	30,1 m <sup>3</sup> /s		60,0 m <sup>3</sup> /s	
	31,1 m <sup>3</sup> /s		62,0 m <sup>3</sup> /s	
	32,1 m <sup>3</sup> /s		64,0 m <sup>3</sup> /s	
	33,1 m <sup>3</sup> /s		66,0 m <sup>3</sup> /s	
	34,1 m <sup>3</sup> /s		68,0 m <sup>3</sup> /s	
	35,1 m <sup>3</sup> /s		70,0 m <sup>3</sup> /s	
	36,1 m <sup>3</sup> /s		72,0 m <sup>3</sup> /s	
	37,1 m <sup>3</sup> /s		74,0 m <sup>3</sup> /s	
	38,1 m <sup>3</sup> /s		76,0 m <sup>3</sup> /s	
	39,1 m <sup>3</sup> /s		78,0 m <sup>3</sup> /s	
	40,1 m <sup>3</sup> /s		80,0 m <sup>3</sup> /s	
	41,1 m <sup>3</sup> /s		82,0 m <sup>3</sup> /s	
	42,1 m <sup>3</sup> /s		84,0 m <sup>3</sup> /s	
	43,1 m <sup>3</sup> /s		86,0 m <sup>3</sup> /s	
	44,1 m <sup>3</sup> /s		88,0 m <sup>3</sup> /s	
	45,1 m <sup>3</sup> /s		90,0 m <sup>3</sup> /s	
	46,1 m <sup>3</sup> /s		92,0 m <sup>3</sup> /s	
	47,1 m <sup>3</sup> /s		94,0 m <sup>3</sup> /s	
	48,1 m <sup>3</sup> /s		96,0 m <sup>3</sup> /s	
	49,1 m <sup>3</sup> /s		98,0 m <sup>3</sup> /s	
	50,1 m <sup>3</sup> /s		100,0 m <sup>3</sup> /s	
	51,1 m <sup>3</sup> /s		102,0 m <sup>3</sup> /s	
	52,1 m <sup>3</sup> /s		104,0 m <sup>3</sup> /s	
	53,1 m <sup>3</sup> /s		106,0 m <sup>3</sup> /s	
	54,1 m <sup>3</sup> /s		108,0 m <sup>3</sup> /s	
	55,1 m <sup>3</sup> /s		110,0 m <sup>3</sup> /s	
	56,1 m <sup>3</sup> /s		112,0 m <sup>3</sup> /s	
	57,1 m <sup>3</sup> /s		114,0 m <sup>3</sup> /s	
	58,1 m <sup>3</sup> /s		116,0 m <sup>3</sup> /s	
	59,1 m <sup>3</sup> /s		118,0 m <sup>3</sup> /s	
	60,1 m <sup>3</sup> /s		120,0 m <sup>3</sup> /s	
	61,1 m <sup>3</sup> /s		122,0 m <sup>3</sup> /s	
	62,1 m <sup>3</sup> /s		124,0 m <sup>3</sup> /s	
	63,1 m <sup>3</sup> /s		126,0 m <sup>3</sup> /s	
	64,1 m <sup>3</sup> /s		128,0 m <sup>3</sup> /s	
	65,1 m <sup>3</sup> /s		130,0 m <sup>3</sup> /s	
	66,1 m <sup>3</sup> /s		132,0 m <sup>3</sup> /s	
	67,1 m <sup>3</sup> /s		134,0 m <sup>3</sup> /s	
	68,1 m <sup>3</sup> /s		136,0 m <sup>3</sup> /s	
	69,1 m <sup>3</sup> /s		138,0 m <sup>3</sup> /s	
	70,1 m <sup>3</sup> /s		140,0 m <sup>3</sup> /s	
	71,1 m <sup>3</sup> /s		142,0 m <sup>3</sup> /s	
	72,1 m <sup>3</sup> /s		144,0 m <sup>3</sup> /s	
	73,1 m <sup>3</sup> /s		146,0 m <sup>3</sup> /s	
	74,1 m <sup>3</sup> /s		148,0 m <sup>3</sup> /s	
	75,1 m <sup>3</sup> /s		150,0 m <sup>3</sup> /s	
	76,1 m <sup>3</sup> /s		152,0 m <sup>3</sup> /s	
	77,1 m <sup>3</sup> /s		154,0 m <sup>3</sup> /s	
	78,1 m <sup>3</sup> /s		156,0 m <sup>3</sup> /s	
	79,1 m <sup>3</sup> /s		158,0 m <sup>3</sup> /s	
	80,1 m <sup>3</sup> /s		160,0 m <sup>3</sup> /s	
	81,1 m <sup>3</sup> /s		162,0 m <sup>3</sup> /s	
	82,1 m <sup>3</sup> /s		164,0 m <sup>3</sup> /s	
	83,1 m <sup>3</sup> /s		166,0 m <sup>3</sup> /s	
	84,1 m <sup>3</sup> /s		168,0 m <sup>3</sup> /s	
	85,1 m <sup>3</sup> /s		170,0 m <sup>3</sup> /s	
	86,1 m <sup>3</sup> /s		172,0 m <sup>3</sup> /s	
	87,1 m <sup>3</sup> /s		174,0 m <sup>3</sup> /s	
	88,1 m <sup>3</sup> /s		176,0 m <sup>3</sup> /s	
	89,1 m <sup>3</sup> /s		178,0 m <sup>3</sup> /s	
	90,1 m <sup>3</sup> /s		180,0 m <sup>3</sup> /s	
	91,1 m <sup>3</sup> /s		182,0 m <sup>3</sup> /s	
	92,1 m <sup>3</sup> /s		184,0 m <sup>3</sup> /s	
	93,1 m <sup>3</sup> /s		186,0 m <sup>3</sup> /s	
	94,1 m <sup>3</sup> /s		188,0 m <sup>3</sup> /s	
	95,1 m <sup>3</sup> /s		190,0 m <sup>3</sup> /s	
	96,1 m <sup>3</sup> /s		192,0 m <sup>3</sup> /s	
	97,1 m <sup>3</sup> /s		194,0 m <sup>3</sup> /s	
	98,1 m <sup>3</sup> /s		196,0 m <sup>3</sup> /s	
	99,1 m <sup>3</sup> /s		198,0 m <sup>3</sup> /s	
	100,1 m <sup>3</sup> /s		200,0 m <sup>3</sup> /s	



Los sólidos gruesos no biodegradables serán retirados manualmente de forma periódica y dispuestos con otros residuos sólidos del desarrollo. Los mismos serán siempre embolsados y llevados a un colector de basura dentro del área de la Planta a la entrada, para que sea recogida por el recolector público de basuras. En la parte superior de las rejillas inclinadas se colocarán dos plataformas de escurrimiento, con el fin de que escurran los sólidos que se retiran de la reja.

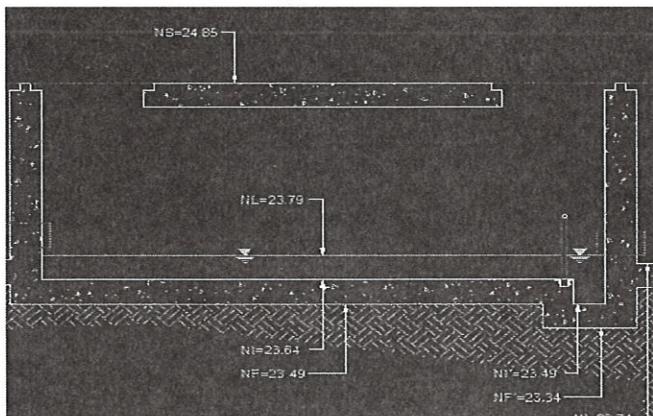


## 7.2 Desarenador

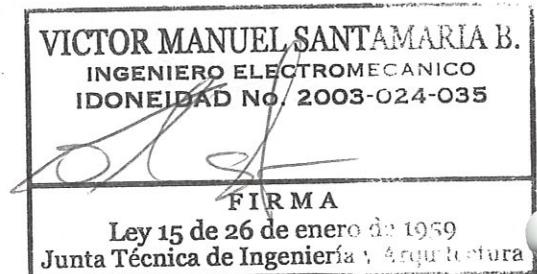
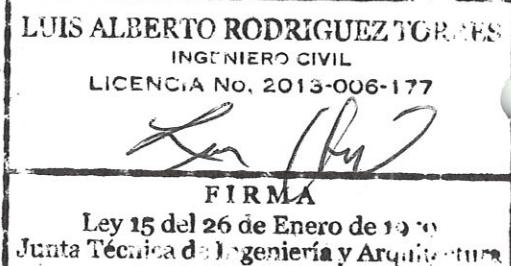
Posterior al canal de rejillas se colocará un desarenador, para evitar la entrada de partículas de arena al sistema de tratamiento y de esta manera proteger los equipos de aireación y bombas de la abrasión.



El desarenador es una unidad de tratamiento compuesta de tres elementos a saber, una zona de desarenado al inicio, un vertedero tipo sutro antes de la cámara de salida para garantizar una velocidad constante en la unidad y la cámara de salida propiamente. Los desarenadores se diseñan para el caudal pico.



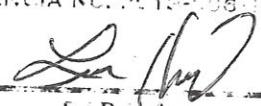
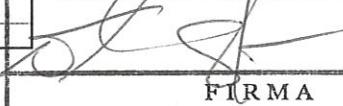
Caudal de diseño sanitario		
Qd=	271 m <sup>3</sup> /d	
Qd=	3,14 l/s	
Caudal Pico		
Factor pico hidráulico	Fp=	2
Qmd=	542,00 m <sup>3</sup> /d	
Qmd=	6,27 l/s	
Dimensión Seleccionada	Ancho:	0,60 m
	Largo:	1,60 m
	Profundidad	0,15 m
Velocidad en el canal	6,02 m/s	
Velocidad sedimentación de la arena	1,0 m/m	
Ancho de canal	0,60 m	
Relación L/H	2,67	
ASm	0,01 m <sup>2</sup>	
ASp	0,02 m <sup>2</sup>	
Am	0,03 m	
Ap	0,06 m	
Lm	1,10 m	
Lr	1,80 m	
VC	0,06 m <sup>3</sup>	
HRT flujo medio	5,00 s	



### 7.3 Trampa de flotantes

Se pueden usar TRH desde 10 a 30 minutos de retención. Se ha diseñado para un tiempo de residencia hidráulico de 12 minutos. Sus dimensiones internas son 1,20 m x 2,50 m con 1,50 m de altura hidráulica o altura útil, para un volumen total de 4500 litros.

Caudal de diseño sanitario					
Qd=	271 m <sup>3</sup> /d				
Qd=	3,14 l/s				
Caudal Pico					
Factor pico hidráulico	Fp=	2			
Qmd=	542,00 m <sup>3</sup> /d				
Qmd=	6,27 l/s				
Dimensión Seleccionada		Ancho:	1,20 m		
		Largo:	2,50 m		
		Profundidad	1,50 m		
		Área real	3,00 m <sup>2</sup>		
		Volumen dis	4,50 m <sup>3</sup>		
Altura util		1,50 m			
Tiempo de retención		12/min			
Tiempo de retención		0,0083/días			
Volumen necesario		4,52 m <sup>3</sup>			
Largo estimado		2,08/m			
Ancho estimado		1,00/m			
Relación L/H de diseño		2,1			
Superficie efectiva diseño		3,00/m <sup>2</sup>			
Volumen		4,50 m <sup>3</sup>			

<b>ALBERTO FORTUNATO RUS</b> INGENIERO CIVIL LICENCIA N° 2019-06-177

<b>JOSE VICTOR MANUEL SANTAMARIA B.</b> INGENIERO ELECTROMECANICO IDONEIDAD N° 2003-024-035

<b>FIRMA</b> Ley 15 de 26 de enero de 1959 Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

### 7.4 Cámara Anóxica

A la salida de la trampa de flotantes descarga directamente – por gravedad - dentro de un tanque con 15,90 m<sup>3</sup> de capacidad, el cual servirá para varios propósitos:

- Amortiguar variaciones en flujo procedente del Desarrollo Comercial para Igualación de flujo.
- Homogenizar el volumen de agua del tanque, mediante la mezcla de su contenido, de forma que se disminuyan las variaciones en concentraciones de las aguas

residuales que entran al proceso biológico siguiente: Homogenización de cargas orgánicas.

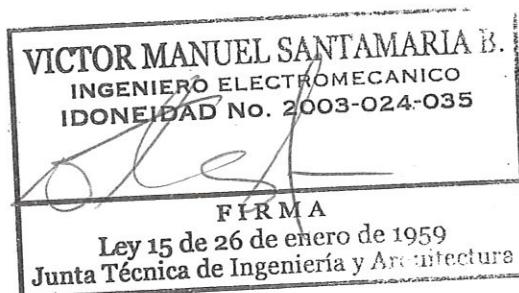
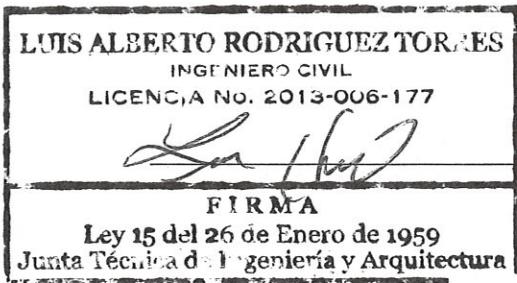
- Servir como punto de contacto entre el lodo reciclado del Clarificador Final y el agua cruda que llega a la planta, acelerando el proceso de biodegradación y disminuyendo el potencial de crecimiento de bacterias filamentosas.

La presencia de organismos filamentosos provoca que los flóculos biológicos del reactor sean voluminosos y poco consistentes. Los flóculos ahí formados no sedimentan bien, y suelen ser arrastrados, en grandes cantidades, en el efluente de los estanques de sedimentación.

Los organismos filamentosos que se presentan en el proceso de lodos activados incluyen una variedad de bacterias filamentosas, actinomicetos y hongos. Las condiciones que favorecen el crecimiento de los organismos filamentosos son muy diversas, y varían para cada planta.

El control de los organismos filamentosos se ha conseguido de diferentes maneras, ya sea por adición de cloro o de peróxido de hidrógeno al lodo activado de retorno, por alteración de la concentración de oxígeno disuelto en el estanque de aireación, por alteración de los puntos de alimentación del agua a tratar para incrementar el calor de la relación F/M, mediante la adición de nutrientes básicos (nitrógeno y fósforo), adición de nutrientes y factores de crecimiento de traza o, más recientemente, mediante el uso de selectores.

El control del crecimiento de los organismos filamentosos en procesos de mezcla completa se ha conseguido mezclando el lodo de retorno con el agua residual entrante en un pequeño tanque de contacto anóxico conocido con el **nombre de selector o contactor anóxico**.



Caudal de diseño sanitario				
$Qd= 271 \text{ m}^3/\text{d}$				
$Qd= 3,14 \text{ l/s}$				
Dimensión Seleccionada	Ancho:	2,00 m		
	Largo:	2,65 m		
	Profundidad	3,00 m		
	Volumen	15,90 $\text{m}^3$		
Caudal Pico				
Factor pico hidráulico	$Fp=$	2		
$Qmd= 542,00 \text{ m}^3/\text{d}$				
$Qmd= 6,27 \text{ l/s}$				
Altura util		3,00 m		
Tiempo de retención hidráulico (min)		84 min		
Tiempo de retención hidráulico (horas)		1,4 horas		
Relación L/H		1,33		
Volumen		15,81 $\text{m}^3$		
Largo estimado		2,30 m		
Ancho estimado		2,30 m		
Volumen min calculado		15,81 $\text{m}^3$		

*ALBERTO RODRIGUEZ*  
INGENIERO C.E.  
LICENCIA NO. 2010-06-177

*VICTOR MANUEL SANTAMARIA B.*  
INGENIERO ELECTROMECANICO  
IDONEIDAD NO. 2003-024-035

*FIRMA*  
Ley 15 de 26 de enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

Las dimensiones finales del contactor anóxico son 2,00 m x 2,65 m x 3,00 m altura útil, para un volumen total de 15,90  $\text{m}^3$  con un tiempo de residencia hidráulico de 1,4 horas.

### 7.5 Tanque de Aireación.

Para el sistema de Lodos Activados se ha optado por trabajar con un sistema de Aireación Extendida con el fin de minimizar la producción de lodos (biomasa) en exceso y de dotar al sistema de una mayor flexibilidad, es decir, con una capacidad para manejar variaciones hidráulicas y orgánicas en el agua de llegada.

A continuación, se presenta el cálculo para el diseño de lodos activados mediante aireación extendida, que es el sistema que se propone para esta Planta de Tratamiento de Aguas.

Diseño Lodos Activados Aireación extendida					
Diseño de una etapa para remoción DBO					
1. Entradas					
Qd=	271 m <sup>3</sup> /d				
Qd=	0,0716 MGD				
Entrada. BOD, S <sub>0</sub> =	225	mg/L			
Norma de salida BOD, S <sub>e</sub> =	50	mg/L			
Factor Pico =	2				
2. Calculo del volumen del reactor y dimensiones de tanques					
Y=	0,7 gSSV/gDBOremovida		SSVLM=	3500 mg/l	
Kd=	0,07 1/d		FbSSV=	0,65	
TRC=	24 d		Trecir	100 %	
F/M=	0,15 KgDBO/KgSSV-d				
Calculos					
Volumen Reactor Neces V =	123 m <sup>3</sup>		Profundidad del tanque	10 ft	
Tiempo de Ret Hidr Neces TRH =	11 horas		Profundidad del tanque	3,00 m	
Tamaño real Reactor	130,7 m <sup>3</sup>		Real L/A =	1,0	
Tamaño real Reactor	435,6 ft <sup>3</sup>		Forma del tanque	rectangular	
Entrada Actual ancho tanque:	6,60 m		Volumen Reactor	123,3	m <sup>3</sup>
Entrada Actual largo tanque:	6,60 m		=	4356,0	ft <sup>3</sup>
			=	32583	gal
Carga diaria BOD =	104,5	lb/day			
Carga diaria BOD =	47399,2	g/day	Ancho calculado	6,3	m
				20,9	ft
			Largo calculdo	6,3	m
				20,9	ft

Las dimensiones finales internas del tanque de aireación son 6,60 m x 6,60 m x 3 m altura útil para un volumen final de 130 m<sup>3</sup>

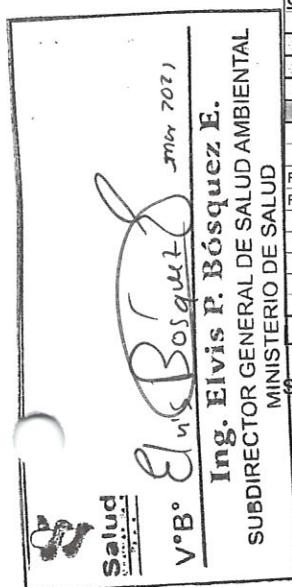
LUIS ALBERTO RODRIGUEZ TORRES  
INGENIERO CIVIL  
LICENCIA NO. 2019-006-177

*Luis Alberto Rodríguez Torres*

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Junta Técnica de la Ingeniería y Arquitectura

VICTOR MANUEL SANTAMARIA B.  
INGENIERO ELECTROMECANICO  
IDONEIDAD N°. 2003-024-035



3. Requerimiento de aire	
Entradas	Profundidad dif 2,70 m
O <sub>2</sub> needed por lb BOD = 2,00 Kg O <sub>2</sub> /Kg DBO	Profundidad dif 9,00 ft
O <sub>2</sub> needed por Kg NH <sub>3</sub> = 4,60 Kg O <sub>2</sub> /Kg NH <sub>3</sub>	Standard Temperature = 25,00 oC
O <sub>2</sub> needed por lb BOD = 121,95 Kg O <sub>2</sub>	Standard Temperature = 77,00 oF
O <sub>2</sub> needed por Kg NH <sub>3</sub> = 68,56 Kg O <sub>2</sub> /Kg NH <sub>3</sub>	Standard Pressure = 1013,25 hPa
SOTE as F(x) profund = 0,03 % per ft depth	Standard Pressure = 14,69 psi
AOTE/SOTE = 0,50	Atmospheric Pressure = 880,00 hPa
Press. Perd Difusor = 12,00 in W.C.	Atmospheric Pressure = 12,76 psi
	Air Density at STP = 1291,00 kg/m <sup>3</sup>
	Air Density at STP = 0,08 lbm/SCF
	O <sub>2</sub> Content in Air = 0,28 kg/m <sup>3</sup>
	O <sub>2</sub> Content in Air = 0,02 lbm/SCF
	AOTE = 3,8%
Oxygen Requirement = 419,1 lb O <sub>2</sub> /day	
Oxygen Requirement = 190,5 Kg O <sub>2</sub> /day	
4140,0%	
Blower Outlet Pressure = 16,7 psia	
Requerimiento aire 24,4 m <sup>3</sup> /minuto	Oxygen density at 25 °C and 1 bara:
Requerimiento aire 442,7 SCFM	1.291 kg/m <sup>3</sup> 0.0806 lbm/ft <sup>3</sup> 0.01078 lbm/gal(US liq) 2.506x10 <sup>-3</sup> sl/ft <sup>3</sup>

Las características más importantes del sistema de lodos activados se muestran en la siguiente tabla: Tabla 2

Tabla 2. Características del sistema de lodos activados

Volumen total del tanque de aireación	130 m <sup>3</sup>
Tiempo de retención celular	24 d
Rata de recirculación de lodos	100 %
Tiempo de Residencia hidráulico	12 horas
Requerimiento de oxígeno caudal promedio	190 kg/d
Relación F: M (alimento a micro-organismos)	0.15 KgDBO/KgSSV-d
Ley 15 de 26 de enero de 1995 Carga Volumétrica	0.36 kg DBO <sub>5</sub> /m <sup>3</sup>

"Error en los cálculos de diseño es responsabilidad del promotor o dueño del proyecto ya que el MINSA solo verifica lo correspondiente a Salud Pública".



El tanque de aireación estará dotado con cuatro equipos tipo Jet de tercera generación aireador, marca Tsurumi 2 unidades de modelo 37 BER5 con una potencia nominal de 3,7 KW a 220V y 2 unidades de modelo 22 BER5 con una potencia nominal de 2,2 KW

que tienen la capacidad de suministrar hasta 280 kg de oxígeno por día.

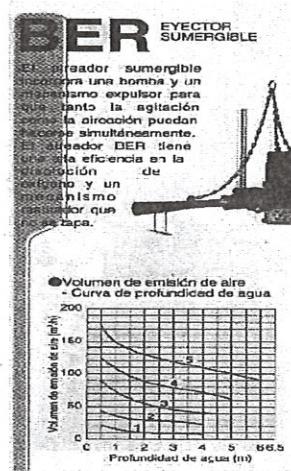
ENRIC ALBERTO DE JESÚS GARCÍA  
INGENIERO CIVIL

LICENCIA N°. DC 10-106-177

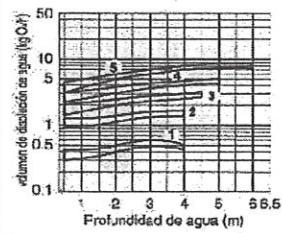
Foto de firma de Enric Alberto García

Caudal de diseño sanitario		Factor Cr	
Qd=	271 m <sup>3</sup> /d	Factor Cr	0,8
Qd=	3,14 l/s		103%
Requerimiento de Oxígeno		Suministrado:	195,84 Kg O <sub>2</sub> / dia
Requerimiento de Oxígeno		190,5 Kg O <sub>2</sub> / dia	
15BER	1,00 Kg O <sub>2</sub> / dia	0 Unidad	
22BER	1,90 Kg O <sub>2</sub> / dia	2 Unidad	
37BER	3,20 Kg O <sub>2</sub> / dia	2 Unidad	
55BER	5,30 Kg O <sub>2</sub> / dia	0 Unidad	

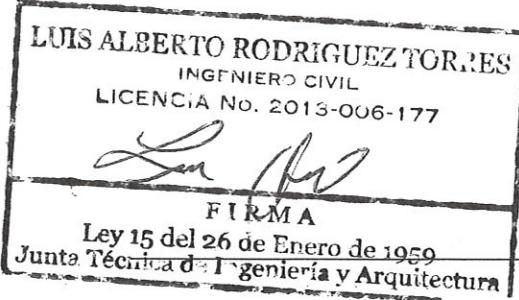
El equipo de aireación suministrado por el **GRUPO DURMAN ESQUIVEL** pertenece a la categoría de "aireadores de tercera generación": son equipos de aspiración de aire, totalmente sumergidos dentro del tanque de aireación. Debido a esto, los equipos no presentan ningún tipo de ruido y utilizan de manera óptima la energía eléctrica que es suministrada al equipo, no solo para transferir al agua el oxígeno requerido sino para mezclar de manera continua el contenido del tanque de aireación.



● Volumen de disolución de oxígeno  
- Curva de profundidad de agua  
(volumen de disolución y aguas frías a 20°C)  
(el volumen de emisión de aire contiene un error de ±3%)



No. curva	Modelo	Diam. de tubo de agua del motor mm	Potencia kW
1	8-BER4	25	0.75
2	15-BER3	32	1.5
3	22-BER5	50	2.2
4	37-BEP5	50	3.7
5	55-BER5	50	5.5



## 7.6 Tanque de Clarificación

El Clarificador Secundario ha sido diseñado con base en los parámetros de la Tabla:

**Tabla 3. Parámetros de diseño del clarificador secundario**

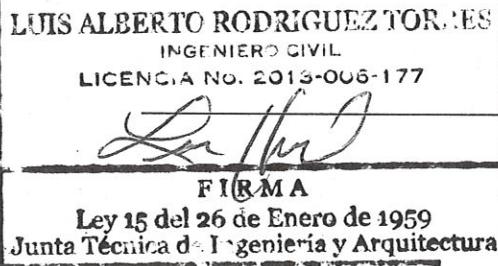
Caudal a tratar	3,14 l/s promedio
Concentración de SSLM a la entrada	6,28 l/s máximo
Carga Superficial	3500 mg/L
Altura hidráulica	24 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> -d
Área efectiva de sedimentación	2,75 m 26 m <sup>2</sup>

Caudal de diseño sanitario		Dimensión Seleccionada	Ancho:	1,24 m
Qd=	271 m <sup>3</sup> /d		Largo:	3,63 m
Qd=	3,14 l/s		Profundidad	3,00 m
<b>Caudal Pico</b>			Placas	24 unidades
Factor pico hidráulico	Fp=		Separacion	12 cm
Qmd=	542 m <sup>3</sup> /d		Lamellar	
Qmd=	6,27 l/s			
Qmh=	22,58 m <sup>3</sup> /h			
Qmh=	0,26 m <sup>3</sup> /h			
Sedimentador Placas				
Tasa de sed Qp	24 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d		No de unidades	
Tasa de sed Qm	12 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d		1 unidades	
Area de Sed tot	22,58 m <sup>2</sup>		24 placas cada uno	
<b>Placas</b>			Norma	
Area equivalente	1,07 m <sup>2</sup>		Separ Placas	12 cm
Ancho de placa	1,22 m			
Largo de placa	1,24 m		Dimensión	
Angulo	45 grados			2,73 m
Numero Placas	21 placas			

**VICTOR MANUEL SANTAMARIA B.**  
**INGENIERO ELECTROMECANICO**  
**IDONEIDAD No. 2003-024-035**

**FIRMA**  
**Ley 15 de 26 de enero de 1959**  
**Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura**

Los lodos retenidos en el clarificador serán retornados al tanque de aireación inmediatamente anterior, con el fin de mantener la concentración de biomasa deseada dentro del mismo.



FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

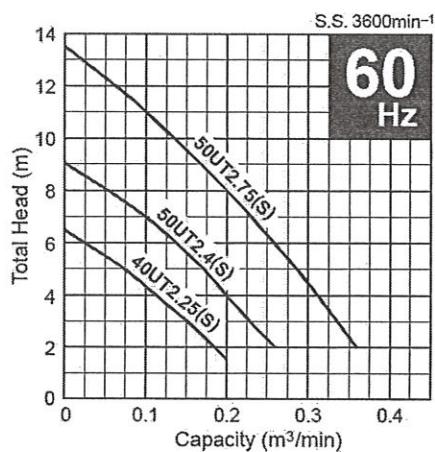
El Clarificador es del tipo Lamella de placas, la alimentación a se hace por la parte superior de la unidad, donde tiene una pantalla de aquietamiento. El agua atraviesa longitudinalmente las 24 placas de 1,24 m x 1.22 m del sedimentador y es recolectada en la parte superior de la unidad en dos cañerías de sección rectangular, con 15 cm de ancho, 15 cm de alto y 3,60 m de largo: la máxima carga diaria en vertederos es de 38 m<sup>3</sup> por cada metro lineal de vertederos al tener la canoa 7,20 metros lineales de borde o vertedero.

Los lodos retenidos en el clarificador serán retornados al tanque de aireación inmediatamente anterior, con el fin de mantener la concentración de biomasa deseada dentro del mismo.

Los lodos retenidos en el clarificador serán retornados al tanque de aireación inmediatamente anterior, con el fin de mantener la concentración de biomasa deseada dentro del mismo. Para ello, el clarificador cuenta con una bomba para retorno de lodos, de tipo sumergible marca TSURUMI 50 UT 2.75 S o similar, con motor de 1 HP a 115 Voltios. La bomba para retorno de lodos opera de manera continua y está ubicada en

**VICTOR MANUEL SANTAMARIA B.**  
INGENIERO ELECTROMECANICO  
IDONEIDAD N° 2003-024-035  
Ley 15 de 26 de enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

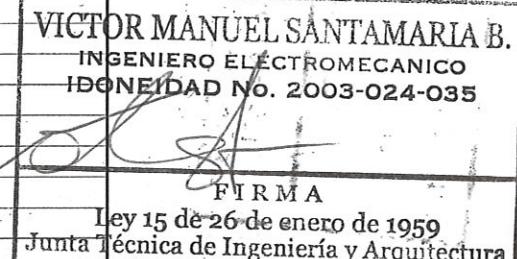
parte inferior del sedimentador. La razón de recirculación debe ser un 200 % del caudal promedio, que es 6,27 litros por segundo, por lo que el caudal de recirculación debe impulsar 6,27 l/s o sea 375 litros / minuto, 0.38 m<sup>3</sup>/minuto a una altura hidráulica de 3,00 m . Ver curva de la bomba a 3 m de carga, por lo cual se nota que está seleccionada al caudal necesario.



## 7.7 Tanque para almacenamiento, espesado y digestión de lodos

Si la PTAR opera de manera continua bajo las condiciones de diseño, se deberían descartar 14 kg / día de SST/d equivalentes a 1,4 m<sup>3</sup> de lodos: éstos se descartarán desde la línea de retorno de lodos, con unos 8 g/L de SST. Estos lodos serán almacenados, espesados y digeridos (o estabilizados) en un tanque con un tiempo de Residencia dimensionado para 10 días.

Digestor de Lodos		
Caudal de diseño sanitario		Remoción
Qd=	271 m <sup>3</sup> /d	47,43 kg DBO por día
Qd=	3,14 l/s	
Dimensión Seleccionada	Ancho:	2,00 m
	Largo:	3,10 m
	Profundidad	3,00 m
	Volumen	18,60 m <sup>3</sup>
Co Lodos		1 %
G esp		1,03
Q waste		14 kg por dia
TRH		10 días
Vdig		1,38 m <sup>3</sup> /d
Volumen digestor		13,81 m <sup>3</sup>
Carga de sólidos volátiles		0,82 m <sup>2</sup>
R Oxig		10,31 Kg O <sub>2</sub> / d
Altura hidráulica		3,00 m
l <sub>m</sub>		0,80 m
l <sub>r</sub>		5,77 m
Area		4,60 s



El tanque tiene las siguientes medidas: 2,00 m x 3,10 m por 3,00 m de altura útil para un volumen útil de 18,60 m<sup>3</sup> y cuenta con un equipo de aireación 15BER3 de 1,5 KW. Este equipo debe de trabajar las 24 horas siempre que haya lodos en el digestor.

El tanque de digestión de lodos está equipado también con una bomba sumergible para lodos, marca TSURUMI con motor de ½ HP a 115 Voltios, la cual puede enviar lodos hasta los Nichos con sacos filtrantes de secado para la respectiva deshidratación de lodos antes de su disposición final.

## 7.8 Nicho con sacos filtrantes para Secado de Lodos

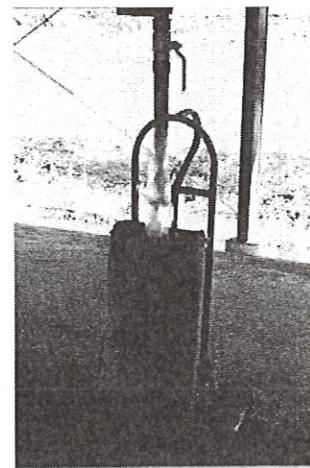
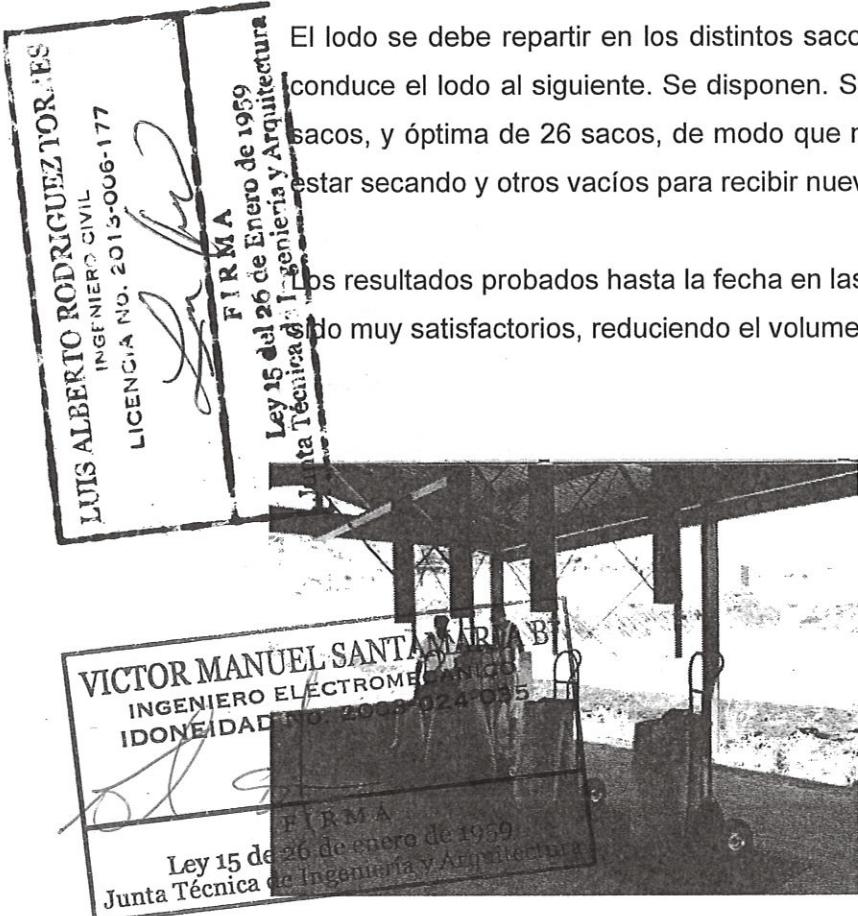
Luego de digeridos o estabilizados, los Lodos serán secados en un sistema de sacos filtrantes para Secado de Lodos y podrán luego utilizarse como acondicionadores de áreas verdes del proyecto, o en suelos agrícolas o forestales cercanos al mismo.

Para instalaciones de pequeño tamaño son muy útiles los sacos filtrantes.

Se trata de disponer de recipientes formados por telas filtrantes donde se colocan los lodos a la salida del digestor.

El lodo se debe repartir en los distintos sacos, de forma que cuando uno se llena se conduce el lodo al siguiente. Se disponen. Se debe tener una cantidad mínima de 18 sacos, y óptima de 26 sacos, de modo que mientras unos se llenan, otros se pueden estar secando y otros vacíos para recibir nuevas purgas.

Los resultados probados hasta la fecha en las Plantas que opera nuestra empresa han sido muy satisfactorios, reduciendo el volumen del lodo 8 - 12 veces.



El agua escurrida se envía de nuevo a la PTAR para su tratamiento ya que existe un canal con rejillas en el piso donde discurre el agua.

El sistema se conforma de un nicho, donde se colocan los sacos filtrantes. Estos sacos son de un material poroso que permite el paso del agua y retiene los lodos. Por medio de un sistema de tuberías y válvulas, los sacos son llenados, accionando la bomba de lodos.

Por sus características, el material de los sacos es resistente a productos químicos.

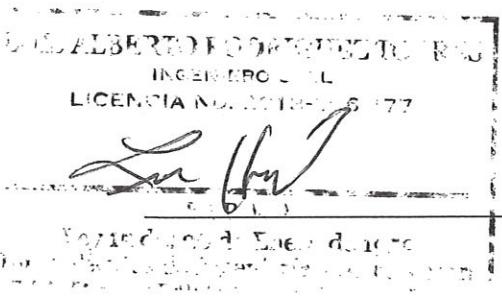
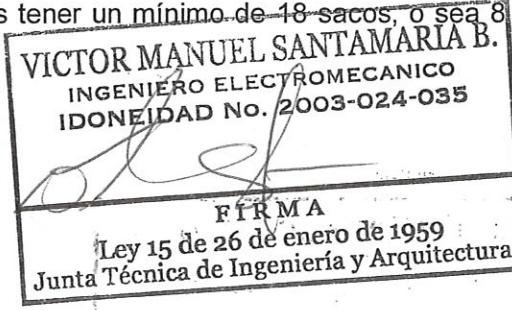
Los sacos son de un material que les permite su uso muchas veces.

Antes de introducir los lodos en el saco, se le añade un floculante del tipo polímero catiónico en un tanque de 1 m x 1 m x 1 m de altura útil, para mejorar la separación sólido-líquido. La carga de sacos es manual, igual que su vaciado. El líquido filtrado se recoge en un canal colocado en la parte inferior de la losa y es conducido de nuevo a la PTAR para su tratamiento.

Una vez filtrados, los lodos se pueden dejar al sol para terminar de secar y eliminar la mayor cantidad de agua posible.

Como alternativa, los lodos una vez secos podrán llevarse a algún Relleno Sanitario del lugar, o para mejorar suelos de fincas agrícolas.

Los sacos son cilíndricos y tienen un diámetro de 40 cm. y una altura de 110 cm. por lo que pueden alojar 140 litros de lodos por unidad. Dado que son 6 sacos por turno tendríamos una capacidad de 840 litros por cada vaciado de lodos. Estimando que la reducción de volumen es de 10 veces, tenemos que cada tanda de 6 sacos podría recibir en total 8400 litros, o sea 1400 litros por saco, por lo que para vaciar el contenido del digestor 18 000 litros necesitamos 12 sacos aproximadamente, que es el mínimo de unidades que deben tenerse. Lo ideal es tener un mínimo de 18 sacos, o sea 8 más para reposición, eventualidades, etc.



## 7.9 Sistema de desinfección

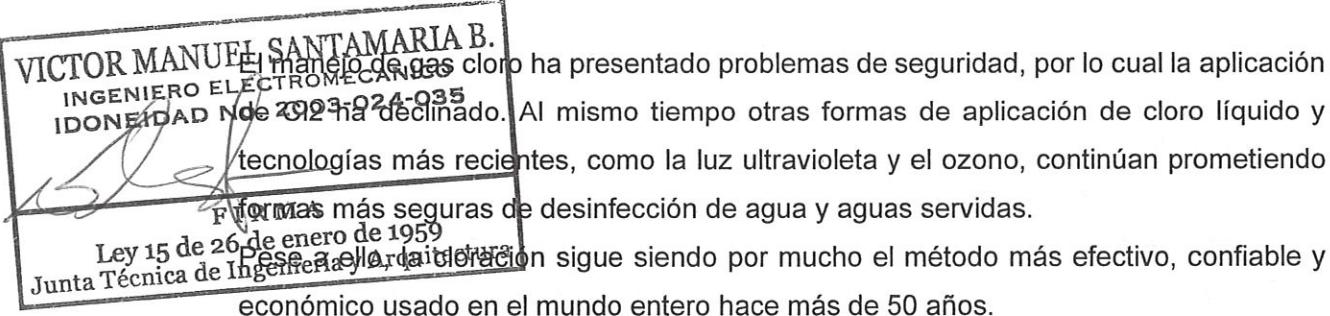
De acuerdo con la normativa de Panamá, es imprescindible contar con un sistema de desinfección final para el efluente de acuerdo con la normativa existente. Es por este motivo que se propone un clorador mediante dosificación de cloro sólido en línea. (Pastillas de cloro).

El tanque de contacto se diseña para el caudal promedio que es  $271 \text{ m}^3/\text{d}$ . un tiempo de retención o de contacto cercano a los 22 minutos, por lo que su volumen debe ser mayor o igual a  $4,2 \text{ m}^3$ .

$$2,0 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} \text{ Hu} = 1,0 \text{ m}$$

Tenemos una unidad de 2,00 m ancho x 2,50 m largo x una altura útil de 1 m que nos resulta en un volumen de  $5,00 \text{ m}^3$ , por lo que el tiempo de retención efectivo es 22 minutos, por lo que estamos con un volumen de contacto adecuado.

El método más confiable en el mundo entero para la desinfección de agua y aguas servidas es la cloración. Este método se introdujo en forma Industrial en 1908, y desde que se conoce, brinda un sistema óptimo de protección residual en sistemas de distribución.



Se recomienda dosificar una cantidad de 7 a 10 mg/l, al efluente de la Planta de tratamiento con el fin de desinfectar adecuadamente estas aguas y poder tener un residual de cloro a la salida del tanque de contacto. Si tomamos en cuenta un volumen

diario de 100 M<sup>3</sup> entonces, trabajando con el máximo de 10 mg/l necesitaríamos 1 Kg

LUIS ALBERTO RODRIGUEZ TORRES

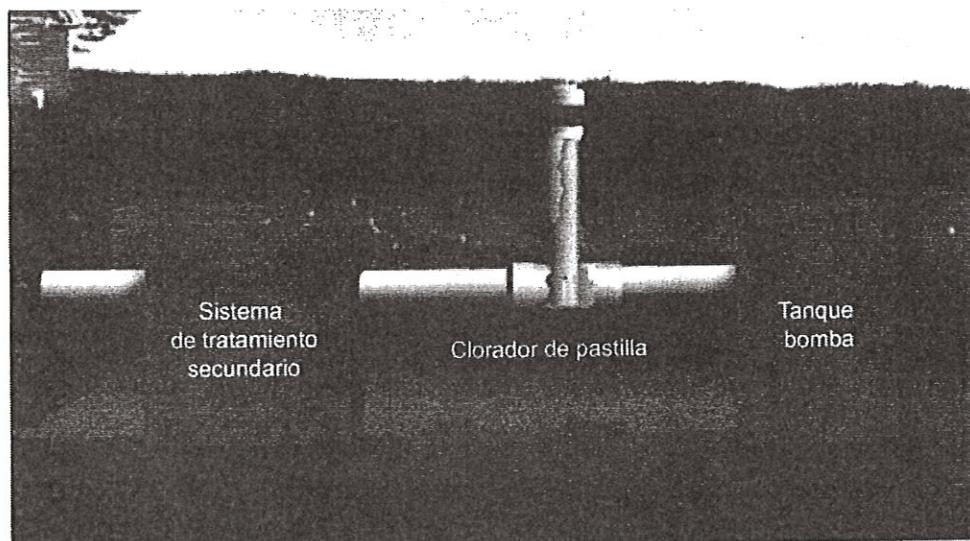
INGENIERO CIVIL

LICENCIA N°. 2013-006-177

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

de Cloro por día al 100%. Esta dosificación varía según sea la concentración de cloro en las pastillas que se usen.

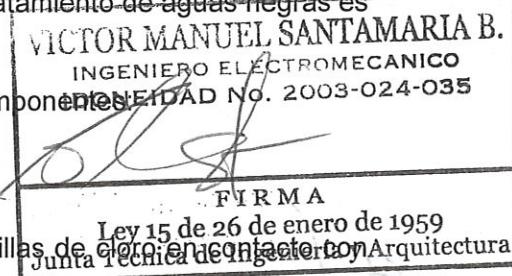


*Figura 1: La manera más común de desinfectar los sistemas individuales es la cloración con pastilla.*

Como se dijo, las aguas negras rociadas al césped deben desinfectarse primero para evitar malos olores y eliminar microrganismos que causan enfermedades. Las aguas negras pueden desinfectarse con cloro, ozono y rayos ultravioletas. La manera más común de desinfectar los sistemas individuales para el tratamiento de aguas negras es la cloración con pastilla.

Los doradores de pastilla por lo general tienen cuatro componentes:

1. / Las pastillas de cloro.
2. / Un tubo que sostiene las pastillas.
3. / Un dispositivo de contacto que poste a las pastillas de cloro en las aguas negras.
4. / Un tanque de almacenamiento, por lo general un tanque bomba, donde las aguas negras se almacenan antes de que sean distribuidas.



Antes de ser tratadas con cloro, las aguas negras son tratadas por un tratamiento secundario, aeróbico. Las aguas negras pasan del dispositivo de tratamiento por un tubo hacia el dispositivo de contacto.

El dispositivo de contacto por lo general tiene un depósito donde se coloca el tubo que contiene de pastillas de cloro. La pastilla en el fondo del tubo está en contacto con las

LICENCIA N° 0018-1977

*[Handwritten signature]*

20/10/2014 Expediente 1070  
Planta Tratamiento Villas Cativá

aguas negras que corren por el depósito. A medida que la pastilla se disuelve y/o se erosiona, la pastilla que se encuentra arriba se cae por gravedad para remplazarla.

Una pastilla se puede disolver rápida o lentamente, según la cantidad de aguas negras con la que tenga contacto y la duración del contacto. Se debe alcanzar un punto de equilibrio en cuanto al tiempo de contacto en el depósito del dorador: mucho tiempo de contacto causa que las aguas negras sean tratadas con cloro más de lo debido y que las pastillas se disuelvan rápidamente; muy poco tiempo de contacto causa que las aguas negras no sean doradas lo suficiente.

Deben usarse solamente las pastillas de cloro que estén aprobadas para usarse con aguas negras. Las pastillas son de hipoclorito cálcico, un blanqueador común de la ropa. Estas pastillas se disuelven en las aguas negras y sueltan el hipoclorito que se convierte en ácido hipocloroso, el desinfectante principal.

No utilice pastillas de cloro de albercas. Muchas veces son de ácido tricloroisocianúrico que no está aprobado para usarse en los sistemas de tratamiento de aguas negras. Estas pastillas emiten el cloro muy lentamente para que pueda ser eficaz. Si se mojan una y otra vez, también podrían producir cloruro de nitrógeno, lo que puede explotar.

No combine las pastillas de ácido tricloroisocianúrico con las de hipoclorito cálcico porque la combinación forma el compuesto explosivo cloruro de nitrógeno. Lea la lista de ingredientes activos en la etiqueta de la pastilla para asegurarse de que esté usando hipoclorito cálcico.

VICTOR MANUEL SANTAMARIA  
INGENIERO ELECTRÓNICO  
IDONEIDAD NO. 2003-024-035  
Puesto que las pastillas de cloro son cáusticas, debe manipularlas con cuidado. No use guantes para proteger la piel del contacto directo con las pastillas. Las pastillas húmedas son las más cáusticas; manipúlelas con cuidado especial.

Además, puesto que el contenedor de las pastillas guarda gas de cloro, debe abrirlo en un lugar bien ventilado.

Ley 15 de 26 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura  
El gas de cloro puede escaparse de las pastillas y del contenedor reduciendo la eficacia de las pastillas y posiblemente corroyendo los productos de metal cerca del contenedor. Despues de ser tratadas con cloro las aguas negras entran al tanque de agua tratada donde termina el proceso de desinfección mediante un tiempo de contacto mayor o igual a 30 minutos. En este punto las aguas negras se llaman aguas recuperadas. Las aguas recuperadas deben tener por lo menos 0.2 miligramos de cloro por litro de aguas negras

o que no tengan más de 1000 coliformes fecales (bacteria del excremento) por 100 mililitros de aguas negras.

Una manera fácil de determinar la concentración de cloro en el agua recuperada es usando un equipo de prueba de cloro. Se puede adquirir en las tiendas que venden productos para las albercas.

Los equipos más adecuados requieren que usted mezcle una pequeña cantidad de agua recuperada con una solución y que compare el color de la mezcla con los colores que vienen en el equipo. Los equipos que utilizan tiras de papel tal vez no sean los más adecuados porque no determinan la concentración actual de cloro en el agua.

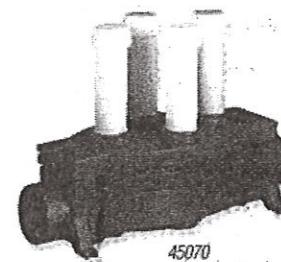
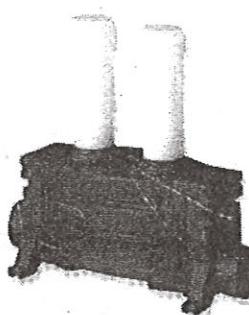
Por lo general si la prueba detecta algo de cloro, las aguas negras contienen menos de 200 coliformes fecales por cada 100 mililitros. Pero esto no garantiza que esté libre de organismos que causan enfermedades. Para reducir el riesgo de organismos que causen enfermedades, las aguas negras deben tener por lo menos 0.2 miligramos de cloro por litro.

#### Cómo mantener el sistema funcionando

En el proyecto se instalará un clorador de pastillas de 4" de diámetro, para la dosificación del cloro a las aguas residuales. El mismo como se explicó tiene un dispositivo que disminuye y aumenta el contacto del agua con las pastillas para que de ese modo se gradúe la dosificación, y que se tenga el residual de diseño a la salida del Tanque de Contacto.

Es el sistema más seguro, comparado con sus alternativas, Cloro Gas, Cloro Líquido, Granulado.

#### CHEM FEED - TABLETS



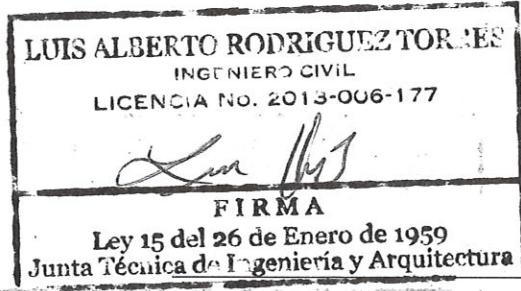
Asegúrese de que el clorador tenga pastillas de cloro en todo momento. Haga inspecciones semanales para asegurarse de que tenga pastillas y que estén en contacto con las aguas negras. Agregue pastillas de cloro cuando sea necesario. Igual que los carros no circulan sin gasolina, los doradores de pastilla no funcionan sin pastillas de cloro.

- I. Si usa un sistema de distribución por rociado es imprescindible que se remplacen las pastillas de cloro en forma rutinaria.
- II. Las pastillas se pueden comprimir en el tubo. Para reducir las posibilidades de la compresión, ponga de dos a cinco pastillas en el tubo cada vez.
- III. Si las pastillas se comprimen en el tubo, o si parte de la pastilla de abajo no se ha disuelto y está deteniendo a las demás, saque el tubo y quite el bloqueo con un chorro de agua de la manguera de jardín.
- IV. Use sólo las pastillas que estén certificadas para su uso en sistemas domésticos de aguas negras. No se deben usar pastillas de albercas ni de otro tipo para tratar aguas negras.
- V. Utilice un equipo de prueba de cloro para determinar la concentración de cloro a la salida del tanque de contacto.

Si le da un olor séptico cuando sale el agua del clorador, revise para asegurarse de que el dorador tenga pastillas de cloro.

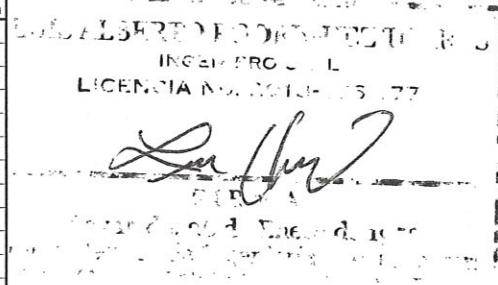
## 8. DIMENSIONAMIENTO

Las dimensiones de los procesos del sistema de tratamiento y obras conexas aparecen listadas en la siguiente tabla.



**Tabla 3. Dimensiones de procesos del sistema de tratamiento**

Resumen Diseño Sanitario			
<b>Caudal Diseño</b>			<b>Carga orgánica</b>
Qd=	271 m <sup>3</sup> /d		
Qd=	3,14 l/s		
<b>Caudal Pico</b>			225 mg/l
Factor pico hidráulico	Fp=	2	60,98 kg DBO por día
Qmd=	542,00 m <sup>3</sup> /d		
Qmd=	6,27 l/s		
Rejillas	0,60 m	1 unidad	
Desarenador	0,60 m <sup>2</sup>	1 unidad	
Trampa de flotantes	4,50 m <sup>3</sup>	1 unidad	
Reactor	131 m <sup>3</sup>	1 unidad	
Sedimentador	23 m <sup>2</sup>	2 unidades	
Digestor	18,60 m <sup>3</sup>	1 unidad	
Equipos Aireación	10,00 kW	5 unidades	
Sacos filtrantes	6 unidad		



## 9. CALIDAD DEL EFLUENTE

El efluente de la PTAR (el agua ya tratada) tendrá las características de la tabla 5:

**Tabla 4. Características del efluente de la planta de tratamiento**

Parámetro	Valor máximo
Demanda química de oxígeno (DQO)	100 mg/L
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	35 mg/L
Sólidos suspendidos totales (SST)	35 mg/L
Grasas y aceites	20 mg/L
Sustancias Activas al Azul de Metileno	5 mg/L
Potencial hidrógeno (pH)	5,5 a 9
Temperatura	15 a 40 grados Celsius
Sólidos Sedimentables	1 ml /L
C.T	<1000 NMP / 100 ml
NO <sub>3</sub>	6 mg/l

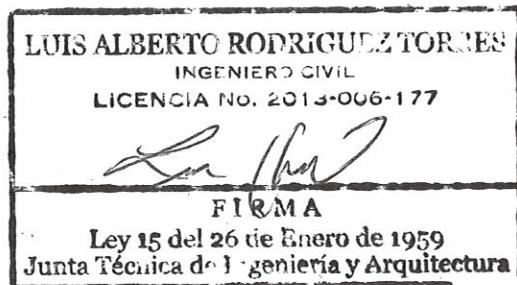


Tabla 5. Características del efluente de la planta de tratamiento

pH: 5.5 – 9.0	Temperatura: +/- 3 °C de la T.N.
SS: < 35 mg/L	ST: < 500 mg/L
NTU: < 30 mg/L	DBO <sub>5</sub> : < 50 mg/L
DQO: < 100 mg/L	C.T.: < 1000 NMP/100 ml
N <sub>t</sub> : < 10 mg/L	P <sub>t</sub> : < 5 mg/L
NO <sub>3</sub> : < 6 mg/L	AyG: < 20 mg/L

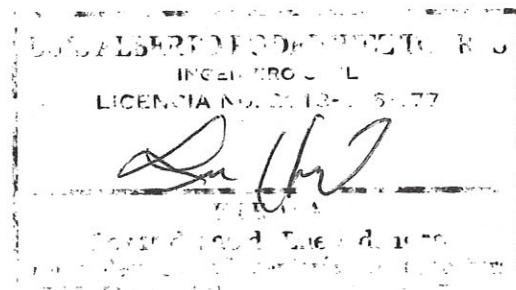
#### 10. Disposición del agua tratada.

El agua tratada se dispondrá en la Quebrada que colinda con la propiedad.



## 11. FUENTES DE INFORMACIÓN

- Decreto Ejecutivo No. 33601-S-MINAE. Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales. Alcance 8 a la Gaceta del 19 de marzo del 2007.
- Decreto No. 31545-S-MINAE. Reglamento de Aprobación y Operación de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales. La Gaceta No. 246. Lunes 22 de diciembre de 2003.
- Metcalf & Eddy. Ingeniería de Aguas Residuales, tratamiento, vertido y reutilización. Tercera edición. Volumen I y II. Mc Graw-Hill. México. 1991.
- Manual de Fosas Sépticas. Centro Regional de Ayuda Técnica AID. Agosto 1975



## ANEXO 1 FÓRMULA GENERALES PARA EL DISEÑO

### *Fórmulas generales de diseño.*

Nota: (Algunas no aplican en este proyecto)

#### A. Canal de Rejillas- Ecuación de Kirschmer

##### 7.2 Pérdida de carga en las rejillas

Las pérdidas de carga a través de las rejillas dependen de la frecuencia con la que se limpian y de la cantidad de material basto que llevan las aguas. El cálculo de la pérdida de carga para una rejilla limpia puede efectuarse por medio de la fórmula siguiente, propuesta por Kirschmer (1926):

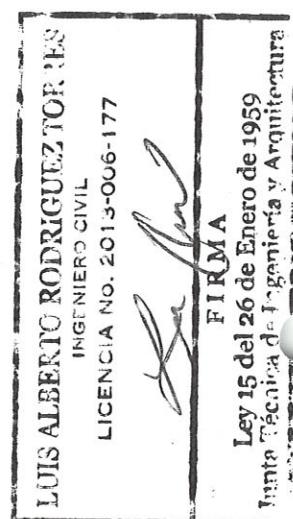
$$h = \beta \left( \frac{S}{e} \right)^{\frac{4}{3}} \frac{v^2}{2g} \operatorname{sen} \delta \quad \dots \quad (7.2)$$

donde:

- $h$  = diferencia de alturas antes y después de las rejas, m  
 $S$  = espesor máximo de las barras, m  
 $e$  = separación entre las barras, m  
 $v^2/2g$  = carga de velocidad antes de la reja, m  
 $\delta$  = ángulo de inclinación de las barras  
 $\beta$  = factor dependiente de la forma de las barras

#### B. Desarenador

Formulas Desarenador:
$L/H = 60 (Vc/Vs)$
$QP = (Qm * Fp) / N$
$Asm = (Qm / 100) / Vc$
$Asp = (Qp / 1000) / Vc$
$Am = (Asm / AC)$
$Ap = (Asp / AC)$
$Lm = (Ap * LH)$
$Lr = Lm * 1.25$
$Vc = Lr * Asm / 1000$
$HRT = Vc / Qm$



**Donde:**

F=Factor Pico

Vc=Velocidad en el canal, m/s

Vs=Velocidad de sedimentación de la arena, m/min

AC= Ancho del canal, m

L/H= relación L/H

QP=Caudal a flujo pico, L/s

Asm=Area seccional a flujo medio, m<sup>2</sup>

Asp=Area seccional a flujo pico, m<sup>2</sup>

Am=Altura a caudal medio, m

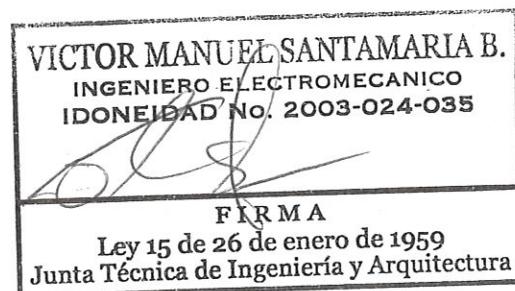
Ap=Altura a caudal pico, m

Lm=Largo mínimo del canal, m

Lr=Largo real del canal, m

VC= Volumen del canal a flujo medio, L

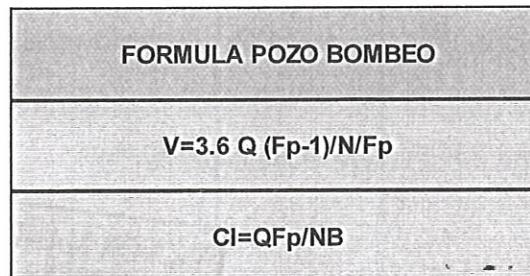
HRT a caudal medio , seg. Tiempo retención hidráulico



#### C. Formulas Trampa de grasas

<b>Volumen trampa grasas V=</b>	$(Qm/86.4)*TRHs$
L =	largo trampa= 2A
A =	Ancho = $(S/2)^{0.5}$
Hu =	Altura útil
S=	$V/Hu$
Qm=	Caudal promedio en m <sup>3</sup> /día
TRHm=Tiempo de retención minutos	
TRHs=Tiempo de retención segundos	

#### D. Pozo de Bombeo

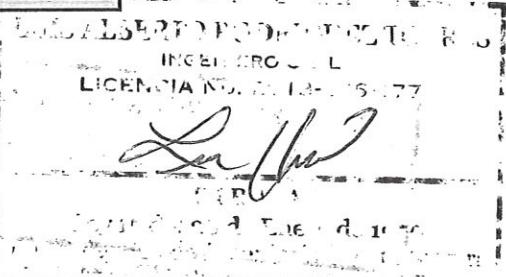


**Donde:**

N= Número de encendidos por hora

Q= Caudal medio de entrada, L/s

Fp= Factor Pico Horario



NB=Número de Bombas de Alimentación

V= Volumen útil del Tanque, M3

Cl=Capacidad de cada Bomba de alimentación, L/s

**E. Contactor Anóxico**

$$VC = (V/24) * TRH$$

Donde

V= Volumen diario a tratar en m<sup>3</sup>/día

TRH= tiempo retención hidráulico en horas

**F. Reactor de aireación**

$$V = \frac{\theta_c * Q_{prom} * Y * (DBO_5in - DBO_5escapa)}{X * (1 + k_d * \theta_c)} \quad (17)$$

$DBO_5escapa$ : demanda bioquímica de oxígeno soluble que escapa al tratamiento (mg/L)

$DBO_5in$ : demanda bioquímica de oxígeno del influente (mg/L)

V: volumen (m<sup>3</sup>)

$Q_{prom}$ : caudal promedio (m<sup>3</sup>/d)

X: concentración de sólidos suspendidos volátiles del líquido de mezcla (mg/L)

Y: coeficiente de producción máxima medida durante cualquier periodo finito de la fase de crecimiento exponencial, definido como la relación entre la masa de células formadas y la masa de substrato consumido (mg/mg)

$k_d$ : coeficiente de descomposición endógena (d<sup>-1</sup>)

$\theta_c$ : tiempo medio de retención celular (d)



$$DBO_5 \text{escapa} = (DBO_5 \text{ef}) - (DBO_5 \text{solSSef}) \quad (18)$$

$DBO_5 \text{ ef}$ : demanda bioquímica de oxígeno del efluente (mg/L)

$DBO_5 \text{ escapa}$ : demanda bioquímica de oxígeno soluble que escapa al tratamiento (mg/L).

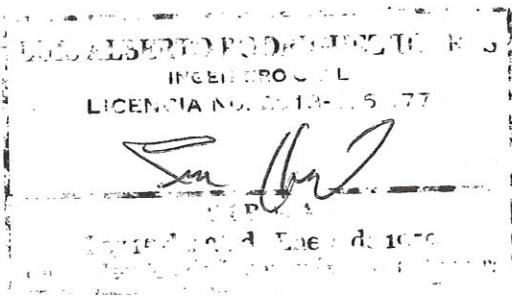
$DBO_5 \text{ solSSef}$ : demanda bioquímica de oxígeno de los sólidos suspendidos del efluente (mg/L):

$$DBO_5 \text{solSSef} = fb * DBO_5 \text{ef} * (1,42) * (0,68) \quad (19)$$

$DBO_5 \text{ ef}$ : demanda bioquímica de oxígeno del efluente (mg/L)

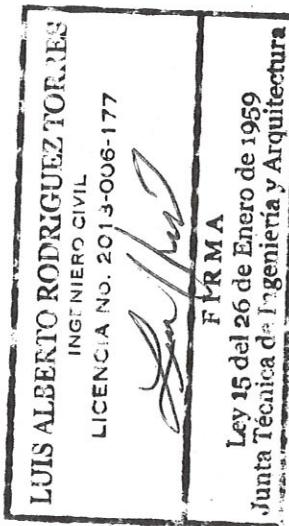
$DBO_5 \text{ solSSef}$ : demanda bioquímica de oxígeno de los sólidos suspendidos del efluente (mg/L):

$fb$ : fracción biodegradable (%)



$$Esol = \left( \frac{DBO_5in - DBO_5escapa}{DBO_5in} \right) * 100 \quad (20)$$

$$Ec = \left( \frac{DBO_5in - DBO_5ef}{DBO_5in} \right) * 100 \quad (21)$$



$DBO_5escapa$ : demanda bioquímica de oxígeno soluble del influente que escapa al tratamiento (mg/L)

$DBO_5in$ : demanda bioquímica de oxígeno del influente (mg/L)

$Ec$ : eficiencia conjunta (%)

$Esol$ : eficiencia soluble (%)

$$MDBO_L = \frac{Q_{prom} * (DBO_5in - DBO_5escapa)}{0,68 * 1000} \quad (22)$$

$DBO_5in$ : demanda bioquímica de oxígeno del influente (mg/L)

$DBO_5escapa$ : demanda bioquímica de oxígeno soluble del influente que escapa al tratamiento (mg/L)

$MDBO_L$ : masa de demanda bioquímica de oxígeno última por día (kg/d)

$Q_{prom}$ : caudal promedio ( $m^3/d$ )

$$MO_2 = MDBO_L - 1,42 * (P_x) \quad (23)$$

$MDBO_L$ : masa de demanda bioquímica de oxígeno última por día (kg/d)

$MO_2$ : cantidad de oxígeno requerido (kg/d)

$P_x$ : Masa de fango activado volátil purgada (kg/d)

VICTOR MANUEL SANTAMARIA B.  
INGENIERO ELECTROMECANICO  
IDONEIDAD NO. 2003-024-035  
*[Signature]*

FIRMA  
Ley 15 de 26 de enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

Otros parámetros de diseño como producto del tiempo medio de retención celular ( $\theta_c$ ) seleccionado son: el tiempo de retención hidráulica ( $\theta$ ) y la relación alimento-microorganismos (F/M), cuyos valores se determinan a partir de las expresiones (24) y (25) respectivamente.

$$\theta = \frac{V}{Q_{prom}} \quad (24)$$

$Q_{prom}$ : caudal promedio ( $m^3/d$ )

$V$ : volumen ( $m^3$ )

$\theta$ : tiempo medio de retención hidráulica (h)

$$\frac{F}{M} = \frac{DBO_5in}{\theta * X} \quad (25)$$

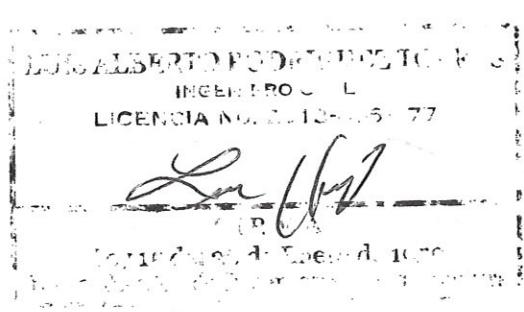
$DBO_5in$ : demanda bioquímica de oxígeno del influente (mg/L)

F/M: relación alimento microorganismos o factor de carga (d)

$Q_{prom}$ : caudal promedio ( $m^3/d$ )

$X$ : concentración de sólidos suspendidos volátiles del líquido de mezcla (mg/L)

$\theta$ : tiempo medio de retención hidráulica (h)



$$Y_{obs} = \frac{Y}{1 + (k_d * \theta_c)} \quad (31)$$

Y: coeficiente de producción máxima medida durante cualquier periodo finito de la fase de crecimiento exponencial, definido como la relación entre la masa de células formadas y la masa de substrato consumido (mg/mg)

$Y_{obs}$ : producción neta observada (adim)

$k_d$ : coeficiente de descomposición endógena ( $d^{-1}$ )

$\theta_c$ : tiempo medio de retención celular (d)

$P_x$ : Cantidad de fango activado volátil purgada (kg/d)

$$P_x = \frac{Y_{obs} * Q_{prom} * (DBO_5in - DBO_5escapa)}{1000} \quad (32)$$

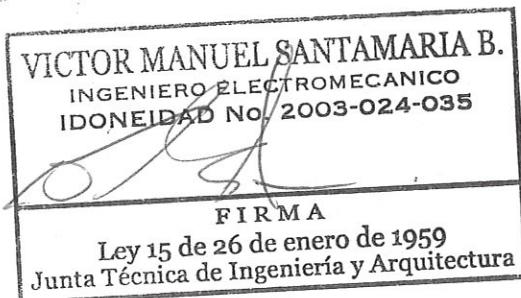
$DBO_5escapa$ : demanda bioquímica de oxígeno soluble del influente que escapa al tratamiento (mg/L)

$DBO_5in$ : demanda bioquímica de oxígeno del influente (mg/L)

$P_x$ : Cantidad de fango activado volátil purgada (kg/d)

$Q_{prom}$ : caudal promedio ( $m^3/d$ )

$Y_{obs}$ : producción neta observada (adim)



LUIS ALBERTO RODRIGUEZ TORRES  
INGENIERO CIVIL  
LICENCIA NO. 2013-006-177

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

$$P_{\text{escapa}} = \frac{Q_{\text{prom}} * DBO_{5\text{d}}}{1000} \quad (34)$$

$DBO_{5\text{d}}$ : demanda bioquímica de oxígeno del efluente (mg/L)

$P_{\text{escapa}}$ : cantidad de sólidos suspendidos totales que escapan al tratamiento

$Q_{\text{prom}}$ : caudal promedio ( $\text{m}^3/\text{d}$ )

#### Volumen de Purga

$$Q_{\text{pur}} \sim \frac{V}{\theta_c} \quad (10.6)$$

$V$ = Volumen tanque

$\theta_c$ = Tiempo retención celular

#### G. Fórmula Digestor Aerobio

$$V_{\text{dig}} = Q_w / (1000 * G_e * C_l)$$

$$V_D = V_{\text{dig}} * T_{RHd}$$

$C_l$ = Concentración de lodos, %

$G_e$ = Gravedad específica del lodo

$Q_w$ =Cantidad de lodo a ser digerido Kg/día \*

$T_{RHd}$ = Tiempo Retención Hidráulica del digestor (días)

$$V_{\text{dig}} = Q_w / (1000 * G_e * C_l)$$

$$V_D = V_{\text{dig}} * T_{RHd}$$

$$CSV = 0.8 Q_w / V_D$$

$$R_O_2 = Q_w * (SSVLM / SSLM) * P * K$$

$$SSVLM / SSLM = 0.8$$

Porcentaje oxidacion tejido celular= P 40%

Necesidades de Oxígeno por Kg Destruido en tejido celular = K 2.3

$V_{\text{dig}}$ =Volumen de lodo a ser digerido,  $\text{m}^3/\text{d}$

$V_D$  = Volumen Digestor,  $\text{m}^3$

$CSV$ =Carga sólidos volátiles,  $\text{kg}/\text{m}^3.\text{d}$

$R_O_2$ =Requerimientos de oxígeno,  $\text{kg O}_2/\text{d}$

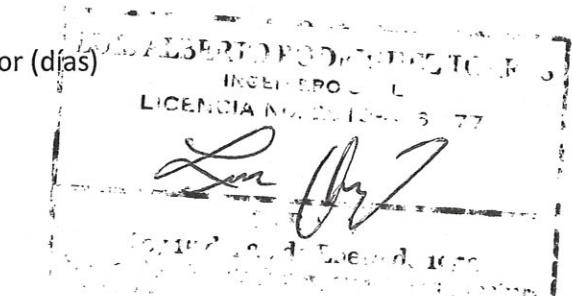


Tabla 11.17 Criterios de diseño para digestores aerobios

Parámetro	Valor
Tiempo de detención hidráulica, días a 20 °C <sup>a</sup>	10-15
Fango activado en exceso únicamente	12-18
Fango activado de plantas sin decantación primaria	15-20
Fango primario más activado o de filtro percolador <sup>b</sup>	1.6-4.8
Carga de sólidos, kg de sólidos volátiles, m <sup>3</sup> /d	~2.3
Necesidades de oxígeno, kg/kg destruido	1.6-1.9
Tejido celular <sup>c</sup>	DBO <sub>5</sub> en el fango primario
Necesidades energéticas para el mezclado	20-40
Aireadores mecánicos, kW/10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	20-40
Mezclado con aire, m <sup>3</sup> /10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> ·min	1-2
Nivel de oxígeno disuelto en el líquido, mg/L	

<sup>a</sup> Los tiempos de detención indicados deben aumentarse para temperaturas por debajo de los 20 °C. Si el fango no puede ser extraído durante ciertos períodos (p. ej., fines de semana, tiempo lluvioso) debe preverse una capacidad adicional de almacenamiento.

<sup>b</sup> Se utilizan tiempos de detención similares para los primarios únicamente.

<sup>c</sup> El amoníaco producido durante la oxidación carbonosa se oxida a nitrato (véase la ecua-

## H. Fórmula para Nicho con sacos filtrantes de Secado

Volumen de lodos a disponer diariamente (Kg/d)= Qw =

Volumen de digestor (m<sup>3</sup>)= VD

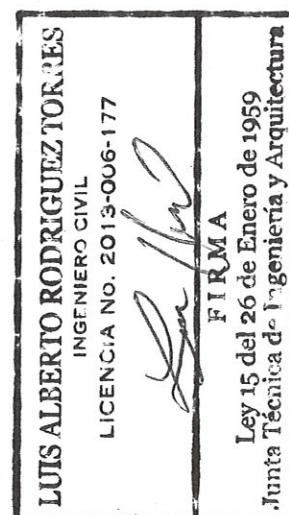
Tiempo Retención digestor días= TRHd

Días secado= Ds

Área de Nicho con sacos filtrantes de secado= A

Fórmula para Área de Nicho con sacos filtrantes de Secado,  

$$A = (VD/0.4) * (Ds/TRHd)$$



## A. Sedimentador Primario

### CUADRO DE FÓRMULAS

INFORMACIÓN A INGRESAR	Color rojo		
RESULTADOS OBTENIDOS	Color Verde	Unidades	Rango deseable
# de Placas=	N	unidades	
Ancho de la Placa	w	m	
Largo de la Placa	L	m	
Ángulo de las Placas=	Ø	grados	
Área Efectiva de Sedimentación=As	$N \cdot w \cdot L(\cos \theta)$	M <sup>2</sup>	
Volumen a Tratar =	Q	M <sup>3</sup> /día	
Carga Superficial=CS	Q/As	M <sup>3</sup> /M <sup>2</sup> *Día	Rango = 8-20 M <sup>3</sup> /M <sup>2</sup> /día Ver tabla 10.7 Adjunta
Longitud de Canoa=	C	M	
Número de Sedimentadores=	NS	Unidades	
Número de Bordes Libres=	Nb	Bordes	
Carga en Vertederos=CV	$V/(C \cdot NS \cdot Nb)$	M <sup>3</sup> /M	Rango = <50 M <sup>3</sup> /M
SSLM=	S <sub>lm</sub>	mg/L	
Carga de Sólidos en Sedimentador=CSs	$(Q \cdot S_{lm})/(1000 \cdot As)$	Kg/M <sup>2</sup> *Día	
Carga total de sólidos sedimentador=CTs	CSs*As	Kg/día	
Carga de Sólidos en Sedimentador/hora=CTs/h	CSs/As	Kg/M <sup>2</sup> *Hora	Rango = 1 - 5 Ver tabla 10.7 Adjunta
Longitud Sedimentador=Ls	Ls	M	
Ancho Sedimentador=Ws	Vs	M	
Altura Útil=Hu	Hu	M	
Volumen Sedimentador=Vs	NS*Ls*Vs*Hu	M <sup>3</sup>	
Tiempo de Retención Hidráulica (TRH)=	$(Vs/Q) \cdot 24$	Horas	Rango = 1 - 2 Horas

**LUIS ALBERTO RODRIGUEZ TOR.** I.E.S.  
 INGENIERO CIVIL  
 LICENCIA NO. 2013-006-177  
  
**FIRMA**

**Ley 15 del 26 de Enero de 1959**  
**Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura**

**TABLA 10.7 Referencia:** Metcalf Eddy INGENIERIA SANITARIA. Tratamiento, evacuación y reutilización de Aguas Residuales. SEGUNDA EDICION Página 563

VICTOR MANUEL SANTAMARIA B.	INGENIERO ELECTROMECANICO	IDONEIDAD NO. 2003-024-035	INSTALACIONES PARA TRATAMIENTO BIOLÓGICO				563
			Información típica de diseño para clarificadores secundarios <sup>a,b</sup>				
			Tipo de tratamiento	Media	Punta	Media	Punta
			Sedimentación a continuación de filtros percoladores	16-24	40-48	3,0-5,0	8,0
			Sedimentación a continuación de fangos activados por aire (excluyendo la aireación prolongada)	16-32	40-48	3,0-6,0	9,0
			Sedimentación a continuación de aireación prolongada	8-16	24-32	1,0-5,0	7,0
							3,5-5

<sup>a</sup> Adaptado parcialmente de la bibliografía [42].

<sup>b</sup> La información contenida en esta tabla no debe usarse a efectos de proyecto a menos que no se disponga de datos de ensayo en columna de sedimentación u otros datos de campo.

\* Las cargas sólidas permisibles están gobernadas, generalmente, por las características de sedimentación del fango asociadas con las operaciones en tiempo frío.

