



**GILBERTO A. ORTIZ A.
ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL**

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORIA I

Información Complementaria Solicitud en Nota DRCH-AC-912-03-2020

PROMOTOR: ARCOS DORADOS PANAMA, S.A.

PROYECTO: MCDONALD'S BUGABA

Corregimiento de La Concepción
Distrito de Bugaba
Provincia de Chiriquí

Julio 2020

**CELULAR: 6613-8629
Email: gortiz1468@gmail.com**



**SECCIÓN DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**David, 24 de marzo de 2020
NOTA-DRCH-AC-912-03-2020

Señor:

ALEJANDRO GUERRERO
Representante Legal de la empresa
Arcos Dorados Panamá, S.A.
E. S. D.

Señor Guerrero:

Por medio de la presente, de acuerdo a lo establecido en el artículo 43 de Decreto Ejecutivo 123 del 14 de agosto de 2009, modificado por el Decreto Ejecutivo de 155 de agosto de 2011, le solicitamos la primera información aclaratoria al Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) Categoría I, titulado “MCDONAL’S BUGABA”, a desarrollarse en el corregimiento de La Concepción, Distrito de Bugaba, Provincia de Chiriquí, que consiste en lo siguiente:

1. En la página 33 del EsIA presentado, se hace referencia lo siguiente: "...no existen fuentes de agua próximos al área del proyecto, ni dentro del terreno del proyecto"; mientras que en las páginas 44 y 43 del EsIA, cuadro No. 3 y cuadro A., se describe lo siguiente: "...contaminación de las aguas superficiales de la quebrada..." Por lo descrito anteriormente, se le solicita lo siguiente:

a. **Aclarar**, la información presentada dentro del medio ambiente físico, específicamente el impacto a una fuente de agua.

2. En la página 30 del EsIA presentado, se hace mención a lo siguiente: "...el proyecto estará conectado al sistema sanitario y de recolección de aguas residuales, el cual termina en el sistema de recolección y descomposición (PTAR) donde se encontrará el McDonald's Bugaba..."; mientras que en la página 27 del EsIA, se describe lo siguiente: "...tratamiento en PTAR..." y en la página 25 del EsIA, también se hace mención a la PTAR; en la página 55 del EsIA, también se hace mención a una PTAR; mientras que en la página 62 del EsIA, cuadro N o. 4, se enumera lo siguiente: "...tratamiento de líquidos (letrinas portátiles, fase construcción y operación)...". Por lo descrito anteriormente, se le solicita lo siguiente:

a. **Aclarar e Indicar**, cual es el sistema de tratamiento de aguas residuales a implementar por el proyecto para el cual ha sido presentado el EsIA.

*af*David, Vía Red Gray
Provincia de Chiriquí
Tel.: (507) 500-0922



- b. **Verificar**, que el Distrito de Bugaba cuenta con Sistema de Alcantarillado; adicional a ello el Promotor, deberá:
1. **Presentar**, la Memoria Técnica de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.
 2. **Georreferenciar**, la ubicación de la planta de tratamiento de aguas residuales, el alineamiento de la tubería de conducción de las aguas residuales desde el sitio de tratamiento hasta el punto de descarga y la ubicación del punto de descarga (si requiere descargar a un cuerpo de agua, deberá presentar análisis de calidad de agua, elaborado por un laboratorio certificado). De no descargar directamente a un cuerpo de agua, **indicar** el sistema a utilizar.
 3. **Indicar**, cómo será el manejo y disposición final de los aceites y grasas, producido por la actividad de la producción de alimentos.

Atentamente,

LICDA. KRISLLY QUINTERO
 Directora Regional
 MiAMBIENTE-Chiriquí



c.c. Archivo/Expediente

KQ/N/Unr



Índice

Respuesta Pregunta No.1	6
Respuesta Pregunta No.2	10
Parte a.	10
Parte b.	11
Respuesta Pregunta No.3	12
ANEXO I Memoria Técnica de la PTAR McDonald´s Bugaba	13
ANEXO II Plano de Ubicación de la PTAR y puntos georreferenciados.	42

Respuesta Pregunta No.1

Para la identificación de los impactos ambientales y sociales, se deben estratificar y señalar cada uno existan o no para verificar que se realizó la evaluación.

Para el análisis se utilizó una matriz de causa y efecto plasmada dentro del EIA en la página 43, Cuadro No.2 Matriz de Interacción, en la cual se representa lo correspondiente al Medioambiente: físico, biótico y socio económico; y cada uno de estos subdivididos en sus elementos.

En el caso que corresponde la pregunta para aclarar dentro del medio físico: Aguas superficiales; se puede ver en el Cuadro No. 2 Matriz de Interacción y solo dentro de las actividades de **Construcción**, tiene una ponderación negativa baja, lo que indica que la posibilidad de ocurrencia es remota, debido a que dentro del terreno y en su cercanía próxima no existe fuente de agua cercana. Pero debido a que la construcción está dentro de un entorno y a orillas de la Vía Panamericana, los drenajes pluviales de la vía consecuentemente irán a parar a alguna fuente de agua, y lo que se denota con esta puntuación es la prevención para evitar contaminación inducida por un agente externo que en este caso sería el agua lluvia.

Por eso el nombre del cuadro: Matriz de Interacción – **Causa y Efecto**, el cuadro se presenta a continuación y que se encuentra dentro del Capítulo 9 del EIA, se resalta en celeste el punto para aclarar.

Se aclara también que dentro de los cuadros que se incluyeron dentro del EIA, aparecía escrito dentro del medio: “Contaminación de aguas superficiales de la quebrada”, el cual se corrige debido a que la frase “de la quebrada” esta de más y se presta para confusiones. Igual se resalta en celeste la corrección del Cuadro No.3 y Cuadro A.

9. IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIALES ESPECÍFICOS

En esta sección del Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) se realizará la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) la cual consiste en un procedimiento que permite predecir o identificar los impactos ambientales positivos y negativos, de una acción propuesta sobre el medio ambiente, y determinar cuál de estos tiene carácter de relevancia o significancia ambiental, de forma que se puedan diseñar las medidas o acciones para prevenir, mitigar y controlar los impactos ambientales negativos significativos, así mantener la viabilidad ambiental del proyecto objeto de estudio.

9.1 Identificación de los impactos ambientales específicos, su carácter, grado de perturbación, importancia ambiental, riesgo de ocurrencia, extensión del área, duración y reversibilidad entre otros.

Cuadro No. 2 Matriz de Interacción (causa-efecto).

Medio Ambiente (Área de Influencia)		Actividades (o aspectos ambientales)			
Medio	Elemento Ambiental	Planificación	Construcción	Ocupación	Abandono
		1	2	3	4
Físico	Aguas Sup. y/o Sub.		-2		
	Atmósfera (aire)		-3	2	
	Suelo (Tierra)		-2	2	
	Ruido (Salud)		-5	2	
Biótico	Flora y vegetación		-1	2	
	Fauna		-1		
	Biodiversidad		-1		
SocioE-C	Estructura Socio-económica.	+1s	+6s	+14s	
	Infraestructuras		+12s	+12	
	Belleza escénica		+8	+16	

Fuente: Equipo Evaluador.

Información de los resultados de la matriz:

- Las posibles interacciones entre componentes y factores se señalan con un número cualquier ordenadamente de 1 hasta el 18, de arriba hacia abajo, para este caso (proyecto).
- El signo "+" indica los Impactos positivos.
- El signo "-" indica los Impactos negativos.
- Los números que tienen la letra "s" indican que dicho impacto presenta una mayor "relevancia o significancia ambiental" que los demás, en función de magnitud e importancia.

Se caracterizan los impactos ambientales de mayor relevancia identificados en la matriz anterior Cuadro No. 3.

Cuadro No 3 Caracterización de los Impactos Ambientales

Nombre del Impacto Ambiental	Nº	CAUSA (o Aspecto Ambiental) y Etapa	Carácter	Magnitud	Importanc.	Riesgos de Ocurrencia	Extensión de área	Duración	Reversibilidad
Mejora de la calidad de vida (aumento de la economía y mejor acceso al área).	1, 6 y 14	Activación, durante la etapa de planificación-construcción-operación, de la economía regional y nacional, debido a la generación de empleo temporal por servicios profesionales, equipos y materiales (suministros), además del pago de impuestos municipales y estatales de permisos y aprobaciones en general.	+	M	M	M	L	T	Si
Contaminación de las aguas superficiales.	- 2	Durante la construcción, debido a la utilización de hidrocarburos, tal como lo es el diesel y los aceites de motor, el cual debido a posibles derrames de los mismos, por escorrentía puede llegar al alcantarillado.	-	B	M	B	L	T	Si
Contaminación de la Atmosfera	-3 2	Durante la construcción, debido a las emisiones atmosféricas del equipo rodante y de combustión interna	- +	B B	M M	B B	L L	T T	Si Si
Contaminación del Suelo (erosión)	-2 2	Durante la construcción, debido a las actividades de adecuación el sitio a desarrollar e instalación de servicios básicos requeridos para edificar, además de las actividades mismas de construcción antes señaladas y la lluvia.	- +	B B	M M	B B	L L	T P	Si Si
Afectación de la Flora y Fauna	-1 y -1	Durante la construcción, debido a las actividades de adecuación el sitio a desarrollar e instalación de servicios básicos requeridos para edificar, además de las actividades mismas de construcción antes señaladas.	- -	M A	B	M	L L	P P	Si
Mejora de la calidad de vida (infraestructura y aumento del valor)	12 16	Durante la construcción, debido a la edificación se mejora el acceso al área, dándole así un mayor potencial al área y el aumento del valor de las propiedades.	+	M	B	M	L	P	Si

NOTA: Todos los impactos son de Tipo Directo (D).

9.2 Análisis de los impactos sociales y económicos a la comunidad producidos por el Proyecto.

Debido al área donde se encuentra el terreno del proyecto, el impacto social queda enmarcado al desarrollo que viene sufriendo el área ubicada en un centro de movimiento comercial; y el económico se enmarca en las plazas de trabajo y generación de empleos durante la construcción y operación de McDonald's Bugaba, tal como se muestra en el Cuadro No.2 donde los puntajes son altos y positivos.

Cuadro A. Entrelazado de los impactos genéricos y específicos entre el medio ambiente afectado y el elemento ambiental

Nombre del Impacto Ambiental Genérico	Medio Ambiente (Área de Influencia)	Elemento Ambiental	Impacto Ambiental Específico a Mitigar	
Mejora de la calidad de vida (aumento de la economía y mejor acceso al área).	SocioE-C	Estructura Socio-económica.	Incremento del flujo vehicular en el área (evitar obstrucción y congestionamiento) Manejo de residuos sólidos (evitar acumulación en construcción) Manejo en la etapa de operación	
		Infraestructuras	Contratación de mano de obra: disminuir el desempleo del lugar Manejo de residuos sólidos (evitar acumulación en construcción) Manejo en la etapa de operación	
		Belleza escénica	Tratamientos de líquidos: utilizados en la construcción y residuales en la operación Contratación de mano de obra: disminuir el desempleo del lugar	
Contaminación de las aguas superficiales	Físico	Aguas Sup. y/o Sub.	Tratamientos de líquidos: evitar la contaminación de fuentes de agua	
		Suelo (Tierra)	Control de Sedimentos: evitar arrastre de material por fluidos o lluvia	
		Atmósfera (aire)	Instalación y supervisión de silenciadores: disminuir los niveles de ruido Control de sedimentos: particulado en suspensión	
Contaminación del Suelo (erosión)	Biótico	Ruido (Salud)	Instalación y supervisión de silenciadores: disminuir los niveles de ruido Educación Ambiental: manejo de todo el ambiente biótico en la etapa de construcción.	
Afectación de la Flora y Fauna		Flora y vegetación		
		Fauna		
		Biodiversidad		

Relación del Cuadro No 2 Matriz de Interacción y Cuadro No. 3 caracterización de Los Impactos Ambientales, donde se deriva la medida de impacto ambiental específico a mitigar.

Respuesta Pregunta No.2

Parte a.

Todos los proyectos de McDonald's, para mantener los impactos ambientales bajos o nulos durante cada actividad (construcción, operación), verifica que cada impacto tenga su medida ambiental para mitigar, y mantener un indicador, donde se comprueba el cumplimiento mediante un control en cada actividad (construcción, operación). Para el tratamiento de aguas residuales en la fase de operación se utilizará una Planta de tratamiento de aguas residuales.

En el Cuadro No. 4 Resumen del Plan de Manejo del McDonald's Bugaba, que se incluye en el EIA, tenemos lo siguiente:

Aspecto Ambiental: Tratamientos de Líquidos;

La Medida Ambiental: Letrina Portátiles,

Aguas Residuales;

y en donde la última columna de la tabla indica;

Control de Monitoreo: En la construcción,

En la operación.

Lo que se quiere decir en ese renglón del cuadro es; que la medida para el aspecto ambiental de *tratamientos de líquidos* se contempla en la construcción: las letrinas portátiles; y en la fase de operación: tratamiento de aguas residuales.

Igualmente, dentro del mismo cuadro existen otros aspectos ambientales que tienen que ver con la construcción y en la operación solo que en algunos casos la misma medida aplica para ambos casos.

A continuación, se presenta un extracto del Cuadro No.4, que incluye el renglón en aclaración en color celeste y se corrige agregando las siglas de: PTAR (planta de tratamiento de aguas residuales) y se

muestra otra medida con el mismo Control de Monitoreo para la construcción y operación.

Cuadro No.4

Aspecto Ambiental	Medida Ambiental	Responsable	Fecha de Ejecución	Costo	Indicador a manejar	Cronograma de monitoreo	Control de monitoreo
Manejo de residuos sólidos	Instalación de receptores con tapas para los desechos sólidos	Responsable: ARCOS DORADOS PANAMA, S.A. Fiscalizadores MIAMBIENTE MINSA	Inmediatamente al inicio de los trabajos	1,700.00	Tanques con tapas en el área del proyecto sitios destinados para su disposición y posterior deposición	Revisión cada 15 días Semanal	En la construcción En la Operación
Tratamientos de líquidos	Letrinas portátiles. Tratamiento de aguas residuales. PTAR	Responsable: ARCOS DORADOS PANAMA, S.A. Fiscalizadores MIAMBIENTE MINSA	Inmediatamente al inicio de los trabajos	1,500.00	Letrinas portátiles y aserrín	Revisión cada 15 días Semestral	En la Construcción En la Operación

Parte b.

1. Memoria Técnica de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales: se incluye en el ANEXO I.

2. Georreferenciar la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales: se incluye en el ANEXO II, plano de planta donde se encuentra la PTAR. Las tuberías de conducción estarán conformadas por la plomería del proyecto de aguas residuales del restaurante hacia la planta de tratamiento de aguas residuales y de ahí a la infiltración o percolación. En el Anexo II se muestra el estudio de percolación donde los resultados son satisfactorios para el sistema propuesto (Planta de tratamiento de aguas residuales más percolación). No habrá descarga en fuente de agua.

Puntos de georreferencias:

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

ESTE	NORTE
321441	941546
Coordenadas UTM WGS84	

Percolación

ESTE	NORTE
321450	941565
Coordenadas UTM WGS84	

Respuesta Pregunta No.3

En el EIA se presenta en el capítulo 5.1 y 5.5 lo siguiente para el manejo de grasas:

5.1 Objetivo del Proyecto, Obra o Actividad y su Justificación

El objetivo del proyecto de McDonald's Bugaba consiste en la construcción de una edificación la cual contará con sus facilidades básicas y de acceso, área de estacionamiento interno.

La edificación tendrá las siguientes características:

Último punto:

- *Sistema de trampa doble de grasa para evitar obstrucción de la infraestructura de alcantarillados.*

5.5 Infraestructura a Desarrollar y Equipo a Utilizar

Con relación a las infraestructuras las mismas contarán con todos los servicios de las instalaciones destinadas para el funcionamiento del McDonald's Bugaba. Estas instalaciones tendrán piso de concreto con acabados, paredes de bloques repellados, ventanas de vidrios, columnas y vigas de concreto reforzado, alarmas contra incendios y su sistema de desagüe y trampas de grasa interconectado con las facilidades que se construirán y con energía eléctrica, agua potable, telefonía, cable, y otros.

El alcance del EIA es proporcionar toda la información requerida que será utilizada para prevenir y/o mitigar los impactos ambientales, dependerá de la administración en la operación que las mismas sean aplicadas y utilizadas, ya para ese momento otros instrumentos y autoridades velarán por el cumplimiento.

Para la disposición, que es un aspecto de la fase de operación y que normalmente la franquicia de McDonald's utiliza a una empresa dedicada y certificada a la disposición de grasas y que le facilita su certificado de disposición y/o manejo correspondiente.

ANEXO I Memoria Técnica de la PTAR McDonald's Bugaba

PROYECTO PLANTA TRATAMIENTO

“MC DONALD’S BUGABA”

Provincia de Chiriquí, Bugaba

Memoria de Cálculo

Planta de Tratamiento de
Aguas Residuales

20 m³/día

Propietario: **ARCOS DORADOS**

Provincia. Chiriquí

Distrito: Bugaba

Corregimiento: La Concepción

Durman Esquivel Panamá

Panamá, Noviembre 2019

INDICE DE CONTENIDO

- 1. INTRODUCCIÓN**
- 2. DIRECCIÓN EXACTA**
- 3. SISTEMA PROPUESTO Y JUSTIFICACIÓN**
- 4. PROCESO PRODUCTIVO DE LAS AGUAS A TRATAR**
- 5. CARGA HIDRÁULICA**
- 6. CARGA CONTAMINANTE**

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA CRUDA A TRATAR. AGUAS DE TIPO DOMÉSTICO

- 7. PORCENTAJES DE REMOCIÓN**
- 8. CRITERIOS DE DISEÑO**
 - A. TANQUE PRIMARIO DE LODOS**
 - B. REACTOR ANÓXICO O ECUALIZADOR**
 - C. SISTEMA DE DESNITRIFICACIÓN**
 - D. TANQUE DE AIREACIÓN**

TABLA 2. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE LODOS ACTIVADOS

- E. TANQUE DE CLARIFICACIÓN**

TABLA 3. PARÁMETROS DE DISEÑO DEL CLARIFICADOR SECUNDARIO

- F. SISTEMA DE DESINFECCIÓN**
- G. TANQUE DE CONTACTO CON CLORO**
- H. MEDICIÓN DE CAUDALES**

- 9. DIMENSIONAMIENTO**

TABLA 5. DIMENSIONES DE PROCESOS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

- 10. CALIDAD DEL EFLUENTE**

TABLA 6. CARACTERÍSTICAS DEL EFLUENTE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

- 11. DISPOSICIÓN DEL AGUA TRATADA**
- 12. FUENTES DE INFORMACIÓN**
- 13. ANEXO 1 FÓRMULA GENERALES PARA EL DISEÑO**

ABREVIATURAS

PTAR	Planta de Tratamiento de Agua Residual
mg/L	miligramos por litro
DBO ₅	Demanda Bioquímica de Oxígeno a 5 días
SST	Sólidos Suspensidos Totales
L/s	Litros por segundo
kg	Kilogramos
CO ₂	Dióxido de carbono
m ²	metro cuadrado
DQO	Demanda Química de Oxígeno
pH	potencial de Hidrógeno
cm	Centímetro
mm	Milímetro
m ³	metro cúbico
d	Día
kg/d	Kilogramo por día
kW	kilo Watts
PVC	Cloruro de Polivinilo
HP	Horse Power
g/L	gramos por litro
MOM	Manual de Operación y Mantenimiento

1. INTRODUCCIÓN

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, PTAR, para el Proyecto MC DONALD'S BUGABA, se desarrollará en las instalaciones del McDonald's en Bugaba, en la Provincia Chiriquí, Distrito Bugaba, Corregimiento de La Concepción, está basada 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 35 mg/L de Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO₅, y de Sólidos Suspensos 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 biogás producido en el tanque primario de lodos es ventilado rápidamente a la atmósfera.
- 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 del proyecto cual es un volumen de 20 m³ por día, correspondiente al consumo promedio diario proyectado en un día de máxima ocupación del Proyecto.

La PTAR manejará un caudal promedio de 0.23 L/s equivalente a los 20 m³/d aportados por los clientes y empleados del Proyecto de Mc Donald's.

Como caudal promedio de diseño se ha tomado un flujo medio diario, a plena ocupación de 0.23 L/s. Se ha asumido un Factor Pico horario de 2 lo cual arroja un caudal máximo horario de aguas residuales de 0.46 l/s llegando a la PTAR. La PTAR tratará una carga orgánica, a condiciones de diseño (máxima ocupación), de **6 Kg de Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO₅, por día**. Esta carga equivale a tratar aguas residuales domésticas con una concentración media de **300 mg/L de DBO₅**.

2. DIRECCIÓN EXACTA

La planta de tratamiento de aguas residuales, PTAR, será parte del Proyecto de Mc Donald's de Bugaba, y se desarrollará en la Provincia Chiriquí, Distrito Bugaba, Corregimiento de La Concepción, entre las Avenidas Joaquín Arosemena y Avenida Agropecuaria.

3. SISTEMA PROPUESTO Y JUSTIFICACIÓN.

La Planta para Tratamiento de Aguas Residuales, está basada 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 se recomienda el sistema de tanques sépticos y drenajes. Se exige entonces una Planta de Tratamiento.

Por otro lado, el cliente quiere un cabal cumplimiento de toda esta reglamentación ambiental. El efluente será dispuesto a un drenaje de percolación.

4. Proceso Productivo de las Aguas a Tratar

Las aguas que serán tratadas en esta Planta de Tratamiento serán únicas y exclusivamente de tipo domésticas, o sea generada 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 empleados y clientes de este proyecto. 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 las aguas a un primer compartimento llamado tanque primario de lodos, donde se da la separación de sólidos por sedimentación. Los sólidos retenidos en el este tanque de lodos primario sufrirán una digestión anaerobia, similar a la que se da en un tanque séptico, y deberán ser retirados de la planta de tratamiento esporádicamente, mínimo una vez al año. Estos lodos deben de llevarse a una Planta de Tratamiento de lodos que cuente con permiso de funcionamiento al día.

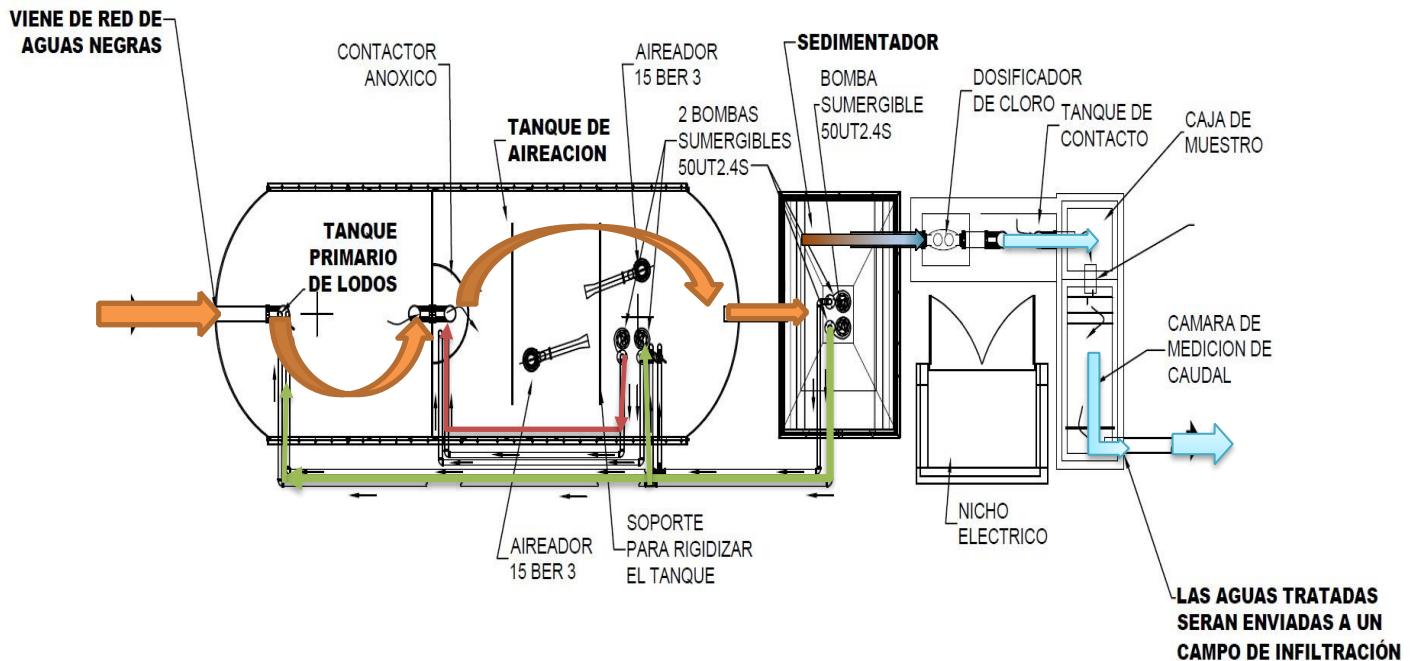
A continuación del tratamiento primario el agua residual entrará al tanque de aireación donde será sometida al proceso de conversión de materia orgánica en gas carbónico (CO_2) y agua, así como en nuevo material celular (bacterias, protozoarios, etc.), de tipo aeróbico, denominado comúnmente Lodo. El 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 luego a un sistema de desinfección mediante un clorador de pastillas y un tanque de contacto con cloro, antes de destinar el agua en un campo de infiltración, que es el cuerpo receptor del agua tratada.

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. Una vez que llegue el momento de retirar del sistema el exceso de lodos que se ha producido se envía al tanque primario de lodos.

A la salida del sistema se dispone de una caja de muestreo del agua tratada y una canaleta de medición tipo vertedero triangular para medir el caudal que pasa por el sistema. La curva de calibración de este vertedero se muestra en el siguiente cuadro.

CALCULO DE CAUDAL EN VERTEDEROS TRIANGULARES a 90 grados				
$Q=1.34x h^{2.47}$				
Altura agua en cm	Altura agua en mm	Caudal M3/seg	Q= l/s	Q= (m3/dia)
1	10	1.53853E-05	0.02	1.3
1.2	12	2.4137E-05	0.02	2.1
1.4	14	3.53217E-05	0.04	3.1
1.6	16	4.91226E-05	0.05	4.2
1.8	18	6.57095E-05	0.07	5.7
2	20	8.52411E-05	0.09	7.4
2.2	22	0.000107867	0.11	9.3
2.4	24	0.000133729	0.13	11.6
2.6	26	0.000162963	0.16	14.1
2.8	28	0.000195697	0.20	16.9
3	30	0.000232057	0.23	20.0
3.2	32	0.000272161	0.27	23.5
3.4	34	0.000316124	0.32	27.3
3.6	36	0.000364059	0.36	31.5
3.8	38	0.000416074	0.42	35.9
4	40	0.000472273	0.47	40.8
4.2	42	0.000532759	0.53	46.0
4.4	44	0.000597631	0.60	51.6
4.6	46	0.000666986	0.67	57.6
4.8	48	0.000740919	0.74	64.0
5	50	0.000819522	0.82	70.8
5.2	52	0.000902886	0.90	78.0
5.4	54	0.0009911	0.99	85.6
5.6	56	0.001084249	1.08	93.7
5.8	58	0.00118242	1.18	102.2
6	60	0.001285696	1.29	111.1
6.2	62	0.001394159	1.39	120.5
6.4	64	0.001507889	1.51	130.3
6.6	66	0.001626965	1.63	140.6
6.8	68	0.001751466	1.75	151.3
7	70	0.001881469	1.88	162.6

DIAGRAMA DE FLUJO



El área total ocupada por la Planta de Tratamiento de Agua Residual es de 50 m². 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 lo establecido en la legislación nacional.

5. CARGA HIDRÁULICA

La PTAR ha sido dimensionada con base en la información suministrada por el diseñador del proyecto. La PTAR manejará un caudal promedio de 0.23 L/s equivalente a los 20 m³/d aportados por los clientes y personal de este Proyecto.

Como caudal promedio de diseño se ha tomado un flujo medio diario, a plena ocupación de 0.23 L/s. Se ha asumido un Factor Pico horario de 2 lo cual arroja un caudal máximo horario de aguas residuales de 0.46 l/s llegando a la PTAR.

6. CARGA CONTAMINANTE

La PTAR tratará una carga orgánica, a condiciones de diseño (máxima ocupación), de **6 Kg de Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO₅, por día**. Esta carga equivale a tratar aguas residuales domésticas con una concentración media de **300 mg/L de DBO₅**.

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

Tabla 1. Características del agua cruda a tratar. Aguas de Tipo Doméstico

Parámetro	Valor máximo
Demanda química de oxígeno (DQO)	500 mg/l
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	300 mg/l
Sólidos suspendidos totales (SST)	300 mg/l
Sólidos Sedimentable	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. PORCENTAJES DE REMOCIÓN

La siguiente Tabla nos presenta los porcentajes de remoción en cada una de las etapas

EFICIENCIAS DE REMOCIÓN Y PARAMETROS DE ENTRADA Y SALIDA POR UNIDAD DE TRATAMIENTO			
UNIDAD TRATAMIENTO	DBO5 ENTRANDO(mg/l)	DBO5 SALIENDO(mg/l)	EFICIENCIA (%)
TANQUE PRIMARIO LODOS	300	195	35
REACTOR	195	98	50
CLARIFICADOR	98	29	70
TANQUE DE CONTACTO	29	28	5

8. CRITERIOS DE DISEÑO.

A. Tanque primario de lodos

El agua cruda llega a un compartimento, denominado tanque de lodos primario, con un diseño similar a un tanque séptico, donde se retienen los sólidos y grasas, y los lodos resultantes sufren una digestión anaerobia.

El volumen de este compartimento es de 10 m³, lo cual nos resulta de un tiempo de retención hidráulico de 12 horas. La geometría es cilíndrica tipo torpedo. Largo total 2.42, diámetro 2.35 m, altura útil 1,98 m

Fórmula de cálculo:

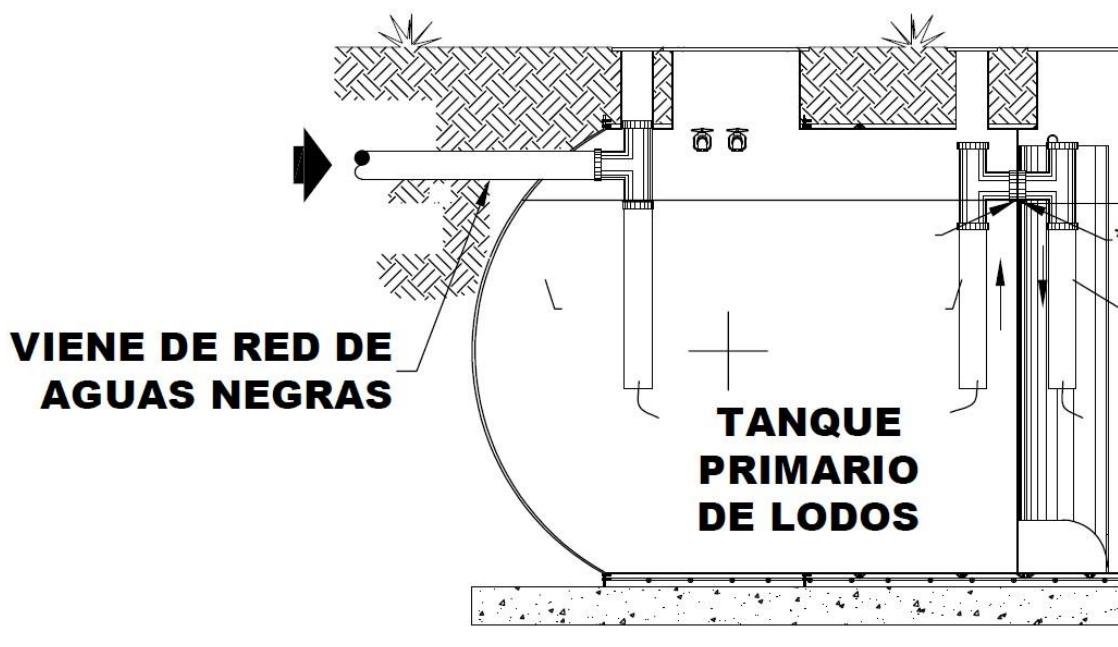
TRH= tiempo de retención hidráulico en horas=12 horas

Q= volumen diario a tratar en m³/día= 20

m³/día VSP= volumen Tanque primario de lodos.

VSP= Q x TRH/24

VSP= 20 x 12/24=10 m³

**B. Reactor Anóxico o Ecualizador**

La salida del Tanque Primario descarga por - dentro de un compartimento con 0.83 m³ de capacidad, el cual servirá para varios propósitos:

- Amortiguar variaciones en flujo procedente 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 tanques 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**.

CALCULO DEL CONTACTOR ANÓXICO		
V=Volumen a tratar=	20.00	m3/día
Tiempo de retención=	1	horas TRH
Altura Hidráulica=	2	m
VC=Volumen contactor=	0.83	m3
Area contactor =	0.42	m2
VER FORMULAS EN ANEXO 1 PUNTO E CONTACTOR ANOXICO		

El volumen total de 0.83 m³ con un tiempo de residencia hidráulico de 1 hora.

C. Sistema de desnitrificación

Con el fin de lograr la desnitrificación una parte del licor mezclado que va a pasar del reactor hacia el sedimentador es devuelta al contactor anóxico mediante una bomba sumergible de ½ HP. Se tienen dos bombas en para estos efectos. Una principal y otra de respaldo. Las reacciones que se dan de este licor mezclado en el contactor se describen a continuación.

Numerosas experiencias científicas en el ámbito internacional han comprobado que la forma más económica de eliminar el nitrógeno inorgánico presente en las aguas residuales es a través de diferentes comunidades microbianas presentes en los sistemas biológicos de depuración. La forma más común es mediante procesos de nitrificación (oxidación de NH₄⁺ a NO₃⁻) y desnitrificación (reducción de NO₃⁻ a nitrógeno molecular).

Para lograr este proceso de desnitrificación se incorpora en el tanque de aireación una bomba de 0.5 HP que recircula el licor mezclado del tanque de aireación, rico en bacterias, hacia el contactor anóxico, con el fin de someterlas a zonas con poco oxígeno y obligar a las bacterias nitrificantes a extraer ese elemento de los nitratos, y convertirlos en Nitrógeno molecular que se va a la atmósfera. En el reactor aerobio (tanque de aireación), si se tiene la edad de lodos adecuada (más de 6 días) se da la oxidación de nitrógeno amoniacoal (y orgánico) a nitratos por medio de las bacterias nitrificantes:



Nótese que al oxidarse el amoníaco, no solo se consume oxígeno sino que además se genera ácido el cual consume alcalinidad del sistema, bajando su pH: por cada gramo de amoníaco oxidado se consumen 4.6 g de oxígeno, se destruyen 7.1 g de alcalinidad y se generan cerca de 0.15 g de nuevas células de bacterias nitrificantes.

Al retornar el lodo de antes del sedimentador final al Contactor Anóxico, donde ya NO hay Oxígeno Disuelto, las bacterias de-nitrificantes (o de-nitrificadoras) utilizan ahora el nitrato como fuente de energía y lo convierten en gas:



Nótese como en la segunda reacción de desnitrificación se consume ácido (carbónico) y se genera alcalinidad (bicarbonato), balanceando un poco así el pH y alcalinidad de toda la planta. Sin embargo, los microorganismos que intervienen en esta reacción de desnitrificación son mucho más sensibles a condiciones ambientales adversas (menos tolerantes a variaciones en pH, temperatura, etc.) que los microrganismos nitrificantes

Esto es lo que lleva a un desbalance completo del sistema cuando NO se controla adecuadamente el pH en el reactor aerobio (además del OD y la edad de los lodos) Por ello la recomendación más simple es la de ajustar el pH en el sistema (alrededor de 7.6) con cal o soda cáustica. Si se vigila bien el pH en el sistema, el Contactor Anóxico hará una buena labor en la reducción del nitrógeno total del sistema, vía conversión a nitrógeno gaseoso.

D. 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.

Las características más importantes del sistema de lodos activados se muestran en la siguiente Tabla.

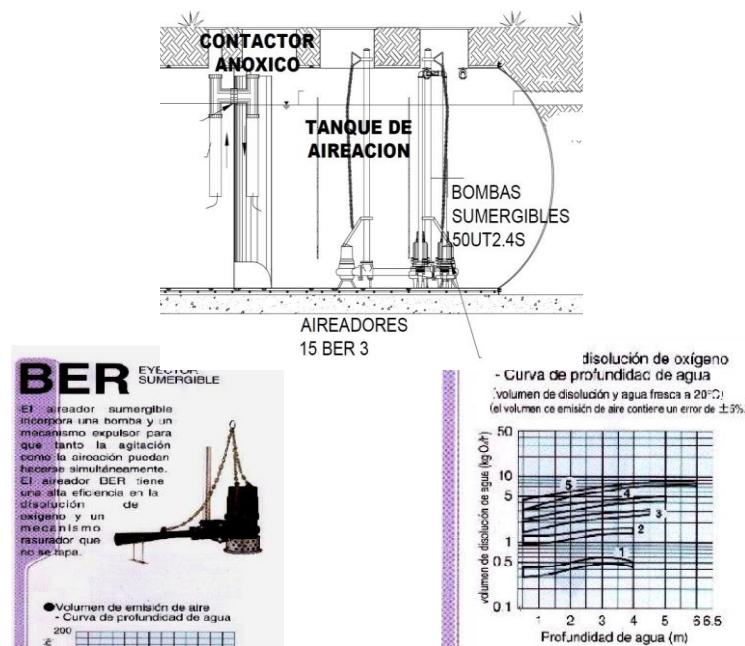
Tabla 2. Características del sistema de lodos activados

Volumen del Reactor	15 m ³
Tiempo de retención celular	15 días
Rata de recirculación de lodos	29 %
Tiempo de Retención hidráulico	18 horas
Requerimiento de oxígeno caudal promedio	5.8 Kg/d
Relación F: M (alimento a microrganismos)	0.22 /d
Carga Volumétrica	0.4 kg DBO ₅ /m ³

El tanque de aireación estará dotado con dos equipos de aireación marca Tsurumi, modelo 15BER3 de 1.5 KW. La potencia nominal de cada uno es de 1.5 KW. Uno funciona como principal y el otro es de respaldo. No es necesario operar los dos en forma simultánea.

Modelo	Cantidad	kg O ₂ /hr	Potencia, kW					
8-BER2	0	0.00	0.00	OXIGENO TOTAL REQUERIDO Normal==	0.18	kg/hora		
15-BER3	1	1.02	1.50	OXIGENO TOTAL REQUERIDO horas pico ==>	0.35	kg/hora		
22-BER5	0	0.00	0.00					
37-BER5	0	0.00	0.00					
55-BER5	0	0.00	0.00					
	Total	1.02	1.50	En operación normal				

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. El tanque de aireación es también cilíndrico tipo torpedo y mide 3.96 m de largo x 2.35 m de diámetro x 1.96 m altura útil para un volumen total de 15 m³.



DISEÑO DE LODOS ACTIVADOS			
MEZCLA COMPLETA			
Caudal Q=	0.00023148 m ³ / seg		20 m ³ /d
DBO5 Influente	300 mg/l	Entrada	
DBO Efluente	30 mg/l	Entrada	
Temperatura	20 Grados C		
SSVLM/SSLM	0.8		
Concentración lodo retorno	8,000 mg/l	de SSV	
SSVLM	1800 mg/l	Entrada	
Tiempo retención celular	15 días	Entrada	
Sólidos Biológicos efluente	24 mg/l	SST norma	30 mg/l Entrada
DBOL/DBO5	0.68		
% Biodegradable SBE	65%		
Factor pico	3 q medio		
DBOL = (última)	1.42 masa de las células, g/m ³	Constante	
Y=mg SSV/mg DBO5	0.6	Tabla 9.7 ME	Coeficiente K _d 0.06 1/dia
1.-Estimación de la Concentración de DBO5 soluble en el efluente:			
DBO5 del efluente= DBO5 soluble del afluente que escapa al tratamiento + DBO5 de los Sólidos en suspensión del afluente			
a- Determinación de la DBO5 de los sólidos en suspensión del efluente			
aa- Fracción Biodegradable SBE =	15.6 mg/l		
bb-DBO L última SBE =	22.2 mg/l		
cc- DBO de SS efluente=	15.1 mg/l		Formula 19 Anexo 1
b- DBO5 del efluente =	14.9 mg/l		DBO que escapa al tratamiento Formula 18 anexo1
2. Determinar eficacia de Tratamiento			
Eficacia del Tratamiento =	95.0 %		Basada en la DBO soluble Fórmula 20 anexo 1
Eficacia del Tratamiento =	90.0 %		Eficacia conjunta de la Planta. Fórmula 21 Anexo 1
3- Cálculo del Volumen del Reactor			
Volumen del reactor = κ	15.00 m ³		FORMULA 17 ANEXO 1
4- Cálculo de la Cantidad de Fango a purgar diariamente.			
a.-Producción Observada Y _{obs}	0.31578947	Formula 31 Anexo1	
b.- Masa lodo activado purgado P _x =	1.8 Kg/d	Fórmula 32 Anexo1	
c- Masa Total de lodo P _{x(ss)} =	2.25 Kg/d	Lodo perdido en efluente =	0.6 kg/d
Total Neto de lodo a disponer en sistema	1.65 kg/d		
5.- Cálculo de la Cantidad de Fango si la purga se realiza:			
a- Desde el Tanque de aitreação=Q _{wa}	1.0 m ³ /d		Fórmula 10.6 Anexo 1
b- Desde la recirculación de lodos= Q _{wr}	0.3 m ³ /d		
6. Cálculo de la relación de recirculación			
Concentración de SSV en el T.aireac=	1,800.0 mg/l		
Concentración de SSV en el retorno =	8,000.0 mg/l		
Q _r /Q=	0.29		
7.Cálculo del tiempo de retención hidráulica para el Reactor			
Tiempo de Retención $\theta = \kappa/Q$	18.0 Horas	Formula 24 anexo 1	
	0.750 Días		
8. Cálculo del Oxígeno necesario basado en la demanda carbonosa última			
a.- Cálculo de la masa DBO _L última del agua residual entrante que se convierte en el proceso			
Masa de DBO _L utilizada=	8 kg/día	Formula 22 anexo 1	
b.- Calculo del Oxígeno necesario (Ecuación 10.12 ME)			
kg O ₂ /d =	5.8 kg/día	0.24 kg/hora	Formula 23 anexo 1
9. Comprobación de la relación F/M y el factor de carga volumétrica			
a. Determinación de la relación F/M=	0.22 d ⁻¹	Formula 25 anexo 1	
b. Determinación de la Carga Volumétrica	0.40 kg DBO ₅ /m ³ .d		

E. 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

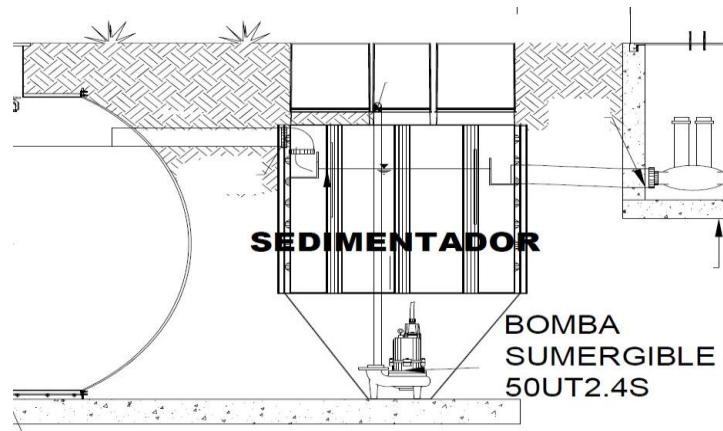
Caudal a tratar	0.23 0.46	L/s promedio L/s máximo
Concentración de SSLM a la entrada	2250	mg/L
Carga Superficial	6.2	m ³ /m ² .d
Altura hidráulica	0.95	m
Área efectiva de Sedimentación	3.22	m ²
Carga de sólidos al clarificador	13.98	kg/d
Carga específica de sólidos	4.34	kg/m ² *d

$$\text{Área de Sedimentación} = 1.46 \text{ m} \times 2.21 \text{ m} = 3.22 \text{ m}^2$$

CALCULO DE SEDIMENTADOR CONVENCIONAL			
INPUTS			
Carga Superficial	6.2	m/d	valores recomendados (6 a 24)
Caudal a tratar	20.00	m ³ /d	
Area de sedimentación	3.22	m ²	
Tiempo de retención	3.67	horas	
Volumen Útil de sedimentador	3.06	m ³	
Altura del sedimentador	0.95	m	Altura hidráulica
Longitud canoa	2.21		
SSLM	2250	mg/l	
Carga de sólidos al sedimentador	13.98	kg SST/m ² /d	
	0.58	kg SST/m ² /h	Recomendado 0.5 a 5
Carga en vertederos m ³ /día	20.00		

Longitud vertederos	2.21	m			
Carga en m ³ /d/ml	9.05	m ³ /d/ml vert	Máximo =	125 Qprom	
FORMULAS SEDIMENTADOR CONVENCIONAL					
Carga Superficial	Cs	m/d			
Caudal a tratar	Q	m ³ /d			
Area de sedimentación= As	Q/Cs	m ²			
Tiempo de retención hidráulico	TRH	horas			
Volumen del Sedimentador	Q *TRH/24	m ³			
Altura útil del Sedimentador	H	m			
Longitud de canoa	Lc	m			
Solidos Sedimentables Licor Mezclado	SSLM	mg/l			
Carga de Sólidos en Sedimentador=CSS	(Q*SSLM/1000)/As	kg SST/m ² /d			
Carga de Sólidos en Sedimentador/hora	CSS/24	kg SST/m ² /h			
Carga en vertederos m ³ /día	Q	m ³			

El Clarificador es del tipo convencional, la alimentación a se hace por la parte superior de la unidad, donde tiene una pantalla de aquietamiento. El agua atraviesa longitudinalmente el sedimentador y es recolectada en la parte superior de la unidad en una canaleta de sección rectangular, con 15 cm de ancho, 15 cm de alto y 2.21 m de largo: la máxima carga diaria en vertederos es de 9.05. m³ por cada metro lineal de vertederos al tener la canoa 2,21 m de borde o vertadero.

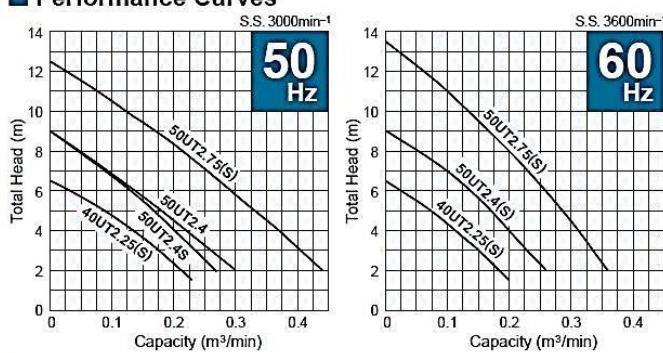


Los lodos retenidos en el clarificador serán retornados al tanque de aireación inmediatamente anterior, con el fin de mantener la concentración de biomasa deseada dentro del mismo.

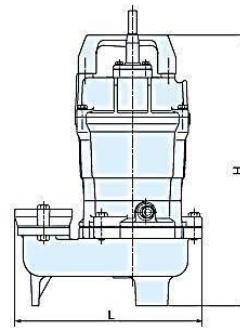
Para ello, el clarificador cuenta con una bomba para retorno de lodos, de tipo sumergible marca Tsurumi Modelo 50UT, con motor de $\frac{1}{2}$ HP a 115 Voltios. La bomba para retorno de lodos opera de manera continua y está ubicada en la parte inferior del sedimentador. La razón de recirculación debe ser un 29 % del caudal promedio, que es 0.23 litros por segundo, por lo que el caudal de recirculación debe ser 0.07 l/s o sea 4 l/minuto.

Ver curva de la bomba 50UT2.4 nos bombea más de 8 m de carga, por lo que se demuestra que la bomba es apta y sobrada para el efecto. Se instalarán dos bombas en este sedimentador. Una principal y otra de respaldo

■ Performance Curves



■ Dimensions



■ Standard Specifications 50/60Hz

Discharge Bore mm	Model		Motor Output kW	Phase	Speed (S.S.) min⁻¹	Starting Method	Impeller Passage mm	Dimensions L × H mm	Dry Weight kgs	Cable Length m
	Free Standing	Guide Rail Fitting								
40	40UT2.25S	(TOK)	0.25	Single	3000/3600	Capacitor Run	35	239 × 350	14	5
40	40UT2.25	(TOK)	0.25	Three	3000/3600	D.O.L.	35	239 × 350	13.5	5
50	50UT2.4S	(TOK)	0.4	Single	3000/3600	Capacitor Run	35	242 × 350	14	5
50	50UT2.4	(TOK)	0.4	Three	3000/3600	D.O.L.	35	242 × 350	13.5	5
50	50UT2.75S	(TOK)	0.75	Single	3000/3600	Capacitor Run	35	242 × 406	17	5
50	50UT2.75	(TOK)	0.75	Three	3000/3600	D.O.L.	35	242 × 406	16	5

• For use in combination with the guide rail fitting, order the pump and the TOK-type guide rail fitting individually.

• Weights excluding cable

F. Sistema de desinfección

De acuerdo a la Normativa Panameña 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 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.

El manejo de gas cloro ha presentado problemas de seguridad, por lo cual la aplicación de Cl₂ ha declinado. Al mismo tiempo otras formas de aplicación de cloro líquido y tecnologías más recientes, como la luz ultravioleta y el ozono, continúan prometiendo formas más seguras de desinfección de agua y aguas servidas.

Pese a ello, la cloración sigue siendo por mucho el método más efectivo, confiable y económico usado en el mundo entero hace más de 50 años.

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 M3 entonces, trabajando con el máximo de 10 mg/l necesitaríamos 1 Kg de Cloro por día al 100%. Esta dosificación varía según sea la concentración de cloro en las pastillas que se usen.

El objetivo de la cloración es que el número de coliformes totales sea menor a 1000 individuos en 100 ml de muestra. Esto se logra dosificando la cantidad suficiente de cloro como para que luego de un tiempo de reacción (contacto) se eliminen los gérmenes. El producto reacciona con los gérmenes oxidándolos y eliminándolos. La concentración de cloro residual del agua de salida será mayor a medida que la regulación sea más alta. La dosis recomendada en este caso será de 8 ppm de cloro activo (y ella deberá ser regulada de modo de asegurar que en todo momento el valor residual, a la salida del compartimento de desinfección, sea mayor a 0,5 ppm. Para esto puede utilizar un medidor de cloro por colorimetría-

Si no se retiran lodos del sistema de recirculación hacia el digestor o se retiran en cantidad insuficiente, ellos comenzarán a salir en el efluente, lo que generará un aumento en la demanda de cloro y consecuentemente más consumo de producto. Por lo tanto, se deberá aumentar o disminuir la dosis dependiendo de la claridad del agua. Es decir, a mayor claridad del agua de salida, menor cantidad de producto requerido y viceversa. Esto implica que la cantidad de producto dosificado deberá verificarse continuamente.

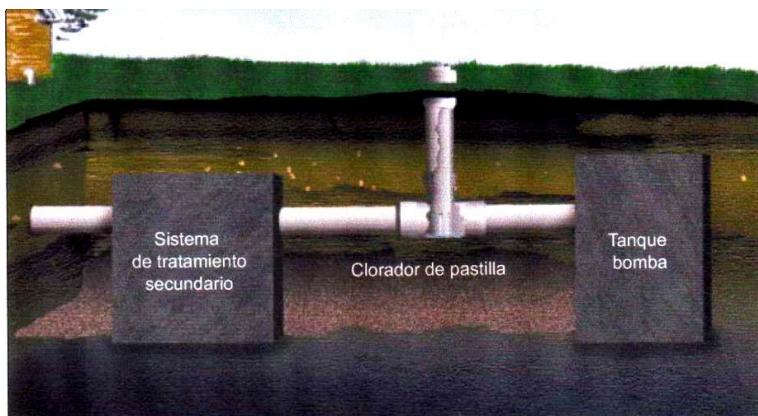


Figura 1: La manera más común de desinfectar los sistemas individuales es la cloración con pastilla.

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 contacto con 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 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 reemplazarla. 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. Se deben usar solamente las pastillas de cloro que estén aprobadas para usarse con aguas negras. Las pastillas son de hipoclorito cálcico, un blanqueador común de la casa. 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. Puesto que las pastillas de cloro son cáusticas, debe manipularlas con cuidado. Póngase 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.

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. Después 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 marca Norweco modelo 2000.

Se propone un sistema Norweco o similar, modelo 2000, 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.

Model	Inlet/outlet	Min Flow	Design Flow	Max Flow	# of Tubes
2000	4"	200	20,000	100,000	2
4000	6"	20,000	50,000	200,000	4



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.

Si usa un sistema de distribución por rociado es imprescindible que se remplacen las pastillas de cloro en forma rutinaria.

- I. 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.
- II. 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.
- III. 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.
- IV. Utilice un equipo de prueba de cloro para determinar la concentración de cloro a la salida del tanque de contacto.
- V. Si le da un olor séptico cuando se rocíe el agua recuperada, revise para asegurarse de que el dorador tenga pastillas de cloro.

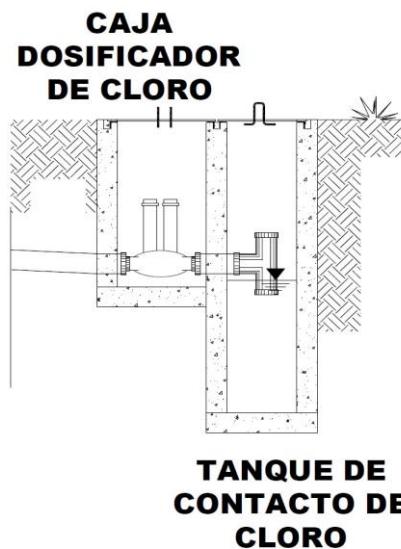
G. Tanque de Contacto con cloro

Para que haya una acción bactericida eficaz del cloro se debe contar con un tanque de contacto con cloro con un tiempo de contacto mínimo de 30 minutos.

Dado que el caudal promedio a tratar es de 20 m³/día, necesitamos un tanque de contacto de 0.42 m³ de volumen diseñado para que trabaje como flujo pistón. Se propone un tanque de 1 m de largo, 0.5 m de ancho y 1 m de profundidad útil para un total de 0.5 m³.

0.5 m³ > 0.42 m³. OK

Con este volumen nos garantizamos más de 30 minutos de contacto con cloro por lo que estamos del lado seguro.



H. Medición de Caudales

La planta contará con un medidor de flujo tipo vertedero triangular a la salida de forma que se pueda conocer en todo momento el caudal efluente del sistema. La curva de calibración se encuentra en la página 7 de este documento

9. DIMENSIONAMIENTO

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

Tabla 5. Dimensiones de procesos del sistema de tratamiento

Tanque primario de lodos	10 m3
Tanque de aireación	15 m3
Tanque clarificador AREA EFECTIVA	3.22 m ²
Tanque clarificador (volumen)	3 M3
Tanque de Contacto	500 litros

10. CALIDAD DEL EFLUENTE

El efluente de la PTAR (el agua ya tratada) tendrá las características de la Tabla 4.

Tabla 6. 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	DBO5: <35 mg/L
DQO: <100 mg/L	C.T.: <1000 NMP/100 ml
Nt: <10 mg/L	Pt: <5 mg/L
NO3: <6 mg/L	AyG: <20 mg/L

11. DISPOSICIÓN DEL AGUA TRATADA

El agua tratada será dispuesta en un campo de infiltración, el cual sería el cuerpo receptor

12. FUENTES DE INFORMACIÓN

- ➔ 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

13. ANEXO 1 FÓRMULA GENERALES PARA EL DISEÑO

Fórmulas generales de diseño.

A. Contactor Anóxico

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

Donde

V= Volumen diario a tratar en m³/día

TRH= tiempo retención hidráulico en horas

B. 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 (m³)

Q_{prom} : caudal promedio (m³/d)

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

Y: coeficiente de producción máxima medido 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⁻¹)

θ_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)

$DBO_5\text{ so/SSef}$: 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)

Otros parámetros de diseño como producto del tiempo medio de retención

celular (θ_c) seleccionado son: el tiempo de retención hidráulica (θ) 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)

θ : 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)

θ : tiempo medio de retención hidráulica (h)

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

Y : coeficiente de producción máxima medido 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})

θ_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)

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

DBO_{5ef} : demanda bioquímica de oxígeno del efluente (mg/L)

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

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

Volumen de Purga

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

V = Volumen tanque

θ_c = Tiempo retención celular

FORMULAS SEDIMENTADOR CONVENCIONAL		
Carga Superficial	Cs	m/d
Caudal a tratar	Q	m3/d
Area de sedimentación= As	Q/Cs	m2
Tiempo de retención hidráulico	TRH	horas
Volumen del Sedimentador	Q *TRH/24	m3
Altura útil del Sedimentador	H	m
Longitud de canoa	Lc	m
Solidos Sedimentables Licor Mezclado	SSLM	mg/l
Carga de Sólidos en Sedimentador=CSS	(Q*SSLM/1000)/As	kg SST/m2/d
Carga de Sólidos en Sedimentador/hora	CSS/24	kg SST/m2/h
Carga en vertederos m3/día	Q	m3
Carga en m3/d/ml	Q/Cl	m3/d/ml vert

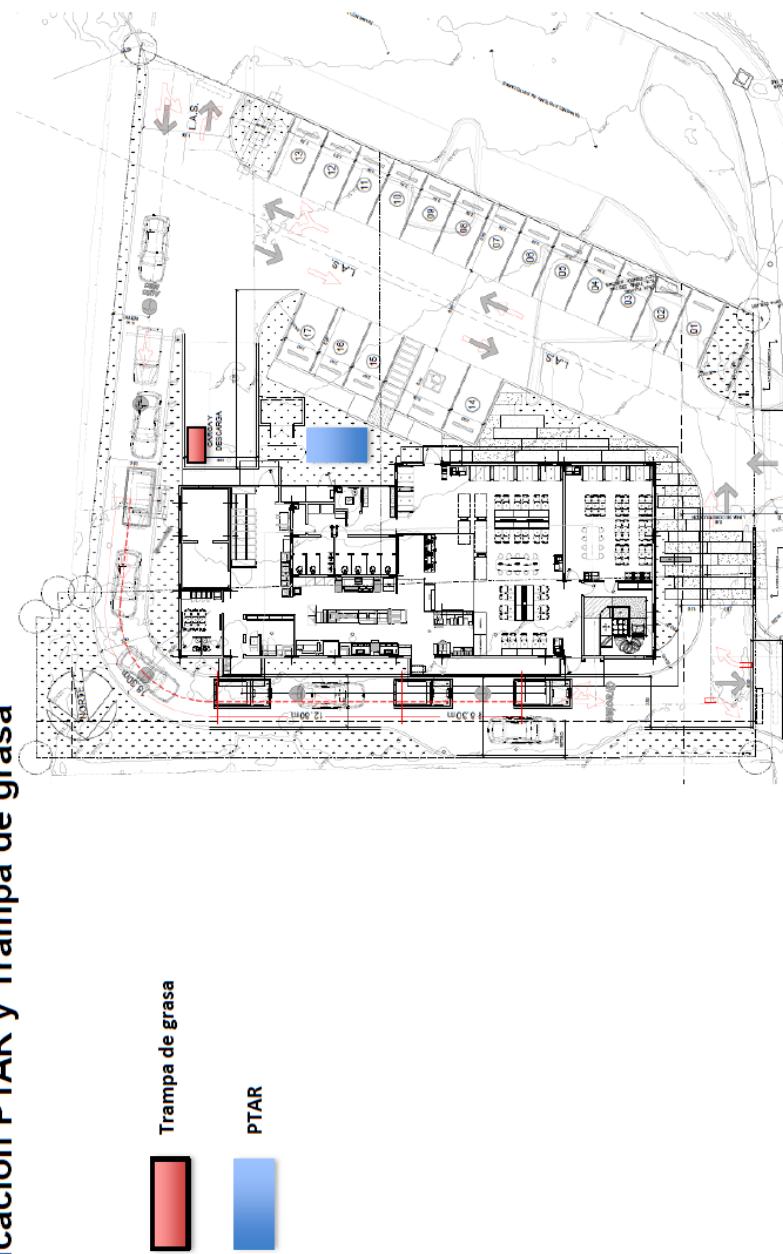
CAPACIDAD DE OXIGENACIÓN DE LOS EQUIPOS TSURUMI			
		Terorico H2O	Real WW
Modelo	Potencia, kW	kg O2/hr	kg O2/hr
JET			
8-BER4	0.75	0.35 - 0.45	0.34
15-BER3	1.5	1.1 - 1.3	1.02
22-BER5	2.2	1.9 - 2.2	1.74
37-BER5	3.7	3.2 - 3.7	2.93
55-BER5	5.5	5.3 - 6.1	4.85
RADIAL			
32TRN2.75-62	0.75	0.6	0.51
32TRN21.5-62	1.5	0.9	0.77
50TRN42.2	2.2	1.8	1.53
50TRN43.7-62	3.7	3.2-3.6	2.89
50TRN45.5-62	5.5	4.8	4.08
80TRN47.5-62	7.5	6.6	5.61
80TRN412-62	12	8.6-9.9	7.86
80TRN417-62	17	12.5	10.63
100TRN 424-62	24	17.9	15.22
150TRN 440-62	40	27.6	23.46

DURMAN ESQUIVEL PANAMÁ

ANEXO II Plano de Ubicación de la PTAR y puntos georreferenciados.



**P97- Bugaba-FS
Ubicación PTAR y Trampa de grasa**



Puntos Georreferenciados



Perímetro del Proyecto McD Bugaba

Puntos	Este	Norte
McD Bugaba1	321417	941585
McD Bugaba2	321464	941579
McD Bugaba3	321452	941529
McD Bugaba4	321415	941552
Coordenadas UTM WGS84		

PTAR McD Bugaba

ESTE	NORTE
321441	941546
Coordenadas UTM WGS84	

McD Bugaba Percolación

ESTE	NORTE
321450	941565
Coordenadas UTM WGS84	

Estudio de Percolación

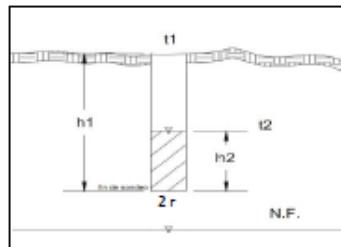
**Ingenieros Geotécnicos, S.A.**

Ensayo de Percolación

Cálculo del Coeficiente de Permeabilidad - Método FAO

Proyecto: McDonald's Bugaba
 Perforación: P-01
 Ensayado por: D. Rodriguez

Cliente: Arcos Dorados Panama
 Fecha de ensayo: Febrero 04, 2020
 Revisado por: T. Rangel



$$k = \frac{r \times \ln(h_1/h_2)}{2 \times (t_2 - t_1)}$$

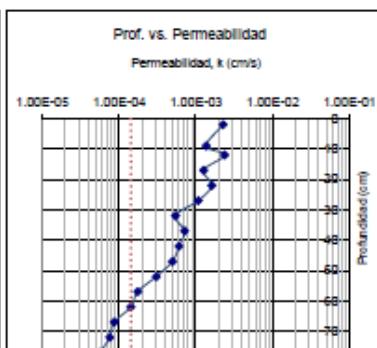
Dimensiones del Hoyo		
Diametro	0.30	m
Profundidad	1.02	m

Datos de localización UTM		
Norte	941565	m
Este	321450	m

Datos de campo		
Profundidad (cm)	Tiempo (min)	Descripción del estrato
2	0	0.0-0.10m Capa vegetal
9	4	0.10-0.30m Relleno. Capa base y canto rodado
12	7	
17	10	0.30-0.70m Relleno. Basura.
22	16	0.70-1.02m Suave. Limo arenoso
27	21	
32	29	
37	46	
42	60	
47	78	
52	102	
57	145	
62	229	
67	346	
72	568	
77	870	
82	1359	

$$k = 1.43 \text{ E-}04 \text{ cm/s}$$

t (s)	h2 (cm)	1/h2	k (cm/s)
0	102	1	...
0	100.0	1.020	...
240	93.0	1.075	2.77E-03
420	90.0	1.033	1.37E-03
600	85.0	1.059	2.38E-03
960	80.0	1.063	1.26E-03
1260	75.0	1.067	1.61E-03
1740	70.0	1.071	1.08E-03
2760	65.0	1.077	5.45E-04
3600	60.0	1.083	7.15E-04
4680	55.0	1.091	6.04E-04
6120	50.0	1.100	4.96E-04
8700	45.0	1.111	3.06E-04
13740	40.0	1.125	1.75E-04
20160	35.0	1.143	1.43E-04
34080	30.0	1.167	8.68E-05
52200	25.0	1.200	7.55E-05
81540	20.0	1.250	5.70E-05

McBugaba, Percolación McBugaba
02/11/2020

Ingenieros Geotécnicos, S.A.

CONTENIDO DE AGUA DEL SUELO Y ROCA. (WATER CONTENT OF SOIL AND ROCK). ASTM D2216.

MC DONALD'S BUGABA	Proyecto (Project)
Bugaba Chiriquí	Ubicación (Location)
David Rodriguez	Técnico (Technician)
Indicada	Fecha de Prueba (Test Date)

**Ingenieros Geotécnicos, S.A.**

CONTENIDO DE HUMEDAD (WATER CONTENT)

Fecha de Prueba (Test Date)		08-feb-20	08-feb-20	Hoyo-03
Número de Perforación (Boring Number)	--	Hoyo-02		
Muestra No. (Sample No.)	--	\$8-3		\$\$-2
Profundidad (Depth) m	--	4.50 -5.10		3.00 -3.60
No. de Tara (Tare No.)	--	Z-3		P-02
Peso del Suelo Húmedo + Tara (Weight Wet Soil + Tare)	g	958.00		978.00
Peso del Suelo Seco + Tara (Weight Dry Soil + Tare)	g	583.00		619.00
Peso del Agua (Weight of Water)	g	375.00		359.00
Peso de la Tara (Weight of Tare)	g	95.00		95.00
Peso del Suelo Seco (Weight of Dry Soil)	g	488.00		524.00
Humedad (water content)	%	77		69

Observaciones (remarks): _____

Ensayado por (Tested by) David Rodríguez _____

Calculado por (Calculated by): Jorge Rangel _____

Revisado por (Reviewed by): _____


Ingenieros Geotécnicos, S.A.

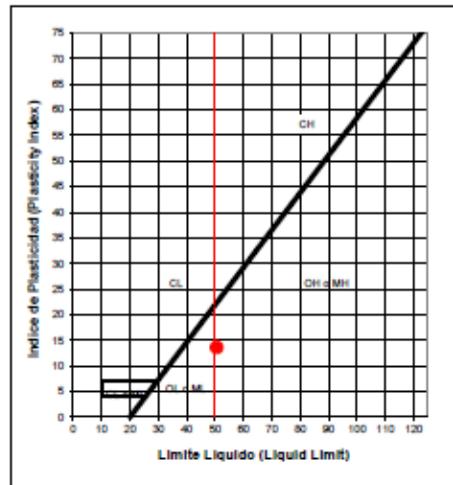
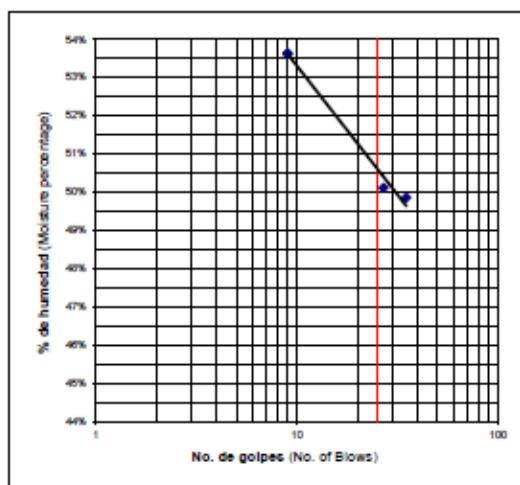
Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plasticity Index of Soils (STD ASTM D-4318)

Método estándar para determinar Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad de los Suelos (ASTM D-4318)

MC Donald's Bugaba	Proyecto (Project)
Chiriquí	Ubicación (Location)
Jorge Rangel	Técnico (Technician)
10-feb-20	Fecha de Prueba (Test Date)

Datos de la Muestra (Sample Data)	
Perforación (Boring):	Hoyo-03
Fecha (Sample Date):	05-feb-20
Muestra (Sample No.):	SS-2
Profundidad (Depth) m:	3.00 -3.60
Elevación (Elevation) m:	0
Descripción:	Limo
(Description)	

Tara No. (Tare No.)	Límite Líquido (Liquid Limit)			Límite Plástico (Plastic Limit)		
	18	30	28	9	52	-
No. de golpes (No. of blows)	35	27	9	-	-	-
Peso de la tara + suelo húmedo (Weight of tare + wet soil)	27.73	25.42	28.07	22.82	21.38	
Peso de la tara + suelo seco (Weight of tare + dry soil)	22.52	20.99	22.23	19.93	18.81	
Peso húmedo (Weight of water)	5.21	4.43	5.84	2.89	2.57	
Peso de tara (Weight of tare)	12.07	12.15	11.34	12.18	11.8	
Peso de Suelo Seco (Weight of dry soil)	10.45	8.84	10.89	7.75	7.01	
% de humedad (Moisture Percentage)	49.9%	50.1%	53.6%	37.3%	36.7%	



As-received water content (Oven dried) = 77%

Límite Líquido (Liquid Limit):
 Límite Plástico (Plastic Limit):
 Índice de Plasticidad (Plasticity Index):
 Clasificación de la tabla de plasticidad (Plasticity Chart Classification):

50.6	%
37	%
14	%
ML	


Ingenieros Geotécnicos, S.A.

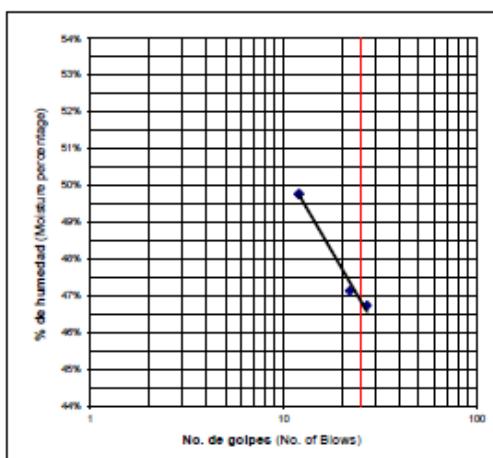
Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plasticity Index of Soils (STD ASTM D-4318)

Método estándar para determinar Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad de los Suelos (ASTM D-4318)

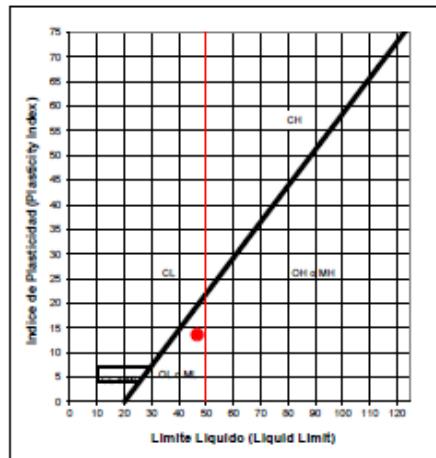
MC Donald's Bugaba	Proyecto (Project)
Chiriquí	Ubicación (Location)
Jorge Rangel	Técnico (Technician)
10-feb-20	Fecha de Prueba (Test Date)

Datos de la Muestra (Sample Data)	
Perforación (Boring):	Hoyo-02
Fecha (Sample Date):	06-feb-20
Muestra (Sample No.):	SS-3
Profundidad (Depth) m:	4.50 -5.10
Elevación (Elevation) m:	0
Descripción:	Limo
(Description)	

	Límite Líquido (Liquid Limit)			Límite Plástico (Plastic Limit)		
	47	8	38	59	16	
No. de golpes (No. of blows)	27	22	12	-	-	
Peso de la tara + suelo húmedo (Weight of tare + wet soil)	26.2	25.95	26.55	22.12	20.48	
Peso de la tara + suelo seco (Weight of tare + dry soil)	21.34	21.19	21.32	19.38	18.21	
Peso húmedo (Weight of water)	4.86	4.76	5.23	2.74	2.27	
Peso de tara (Weight of tare)	10.94	11.09	10.81	11.09	11.38	
Peso de Suelo Seco (Weight of dry soil)	10.4	10.1	10.51	8.29	6.83	
% de humedad (Moisture Percentage)	46.7%	47.1%	49.8%	33.1%	33.2%	



As-received water content (Oven dried) =



46.8	%
33	%
14	%
ML	

Límite Líquido (Liquid Limit):

Límite Plástico (Plastic Limit):

Índice de Plasticidad (Plasticity Index):

Clasificación de la tabla de plasticidad (Plasticity Chart Classification):

