



## **PROPUESTAS PARA MEJORAR EL FUNCIONAMIENTO DE LA EDAR (LAGUNAS DE OXIDACIÓN) DE LA ESPERANZA-INTIBUCÁ.**

### **I.-ANTECEDENTES**

Las municipalidades de La Esperanza e Intibucá comparten una instalación de depuración de aguas residuales consistente en un sistema de lagunaje compuesto por:

- 1) Un pretratamiento, que incluye rejas de desbaste de diferentes pasos y un módulo de desarenado y desengrase.
- 2) Un aforador de caudales parshall de 9" (228,6 mm de garganta).
- 3) Dos líneas de depuración consistentes, cada una, en una laguna primaria y otra secundaria. En la línea Norte la superficie de agua de laguna primaria es de 143,40mx47,80m (6.854,52m<sup>2</sup>) y en la secundaria de 76,60mx38,60m (2.956,76m<sup>2</sup>). En la línea Sur la laguna primaria tiene 109,80mx60,40m (6.631,92m<sup>2</sup>) y la secundaria es igual que la de la otra línea. La profundidad de todas las lagunas, según el proyecto, es de 1,80m.

El estudio inicial, en su última versión de noviembre de 2001, contemplaba esta instalación para beneficio de 8 barrios de la municipalidad de La Esperanza, ubicados en la zona más saturada, siendo estos: Plaza de Armas, El Centro, Candelaria, Morera, Calvario, Cooperativa, La Gruta y Eramaní, para un total de 423 viviendas o sea aproximadamente un 50% del total de esta ciudad.

En Intibucá se incluían solamente 4 de los barrios con mayor saturación, siendo estos El barrio Lempira, Las Acacias, barrio Abajo y el Maneadero, para beneficiar a unas 1,294 viviendas o sea aproximadamente el 44% del total de esta ciudad.

Esto supondría una población aproximada de 8.600 habitantes. Del estudio inicial parece deducirse que la población total de cálculo para 2012 son 9.455 habitantes equivalentes, con una dotación de 200l/hxd y factor de retorno a la red de saneamiento del 80%, lo que nos da un caudal a tratar de 1,518m<sup>3</sup>/d. La carga de DBO5 estimada es de 40g/hxd.

Los técnicos municipales consultados no han podido confirmar los datos de la población servida actualmente



El proyecto final, elaborado por la ingeniería Cinsa en febrero de 2009, presenta diferencias significativas respecto al estudio inicial citado, cuya justificación no conocemos al no haber podido acceder a la memoria del proyecto.

Lo más llamativo es el cambio en la tipología de las lagunas. El estudio inicial contemplaba dos lagunas facultativas de 6.627m<sup>2</sup> de espejo de agua cada una, con profundidad de 1,50m. Estas equivalen a las primarias construidas, sobre todo habida cuenta de que estas cuentan con un sistema de aireación alimentado por paneles solares. Sin embargo las lagunas secundarias tienen una superficie menor 2.956,76m<sup>2</sup> frente a los 3.698m<sup>2</sup> de las del estudio, cuya profundidad era notablemente menor 1,00m frente a los 1,80m de las construidas. Esto nos hace pensar que las lagunas secundarias existentes no sustituyen exactamente a las de maduración del estudio, ya que la menor profundidad propicia una acción más efectiva de los rayos ultravioleta en la eliminación de organismos patógenos, entre ellos las bacterias coliformes fecales.

Asimismo las previsiones del estudio inicial referido incluían una estación de bombeo, que no consta que haya sido construido, lo que nos lleva a pensar que hubo un cambio de ubicación de las lagunas, a cota más favorable pero con menor superficie.

## **II.-SITUACIÓN REAL**

Para conocer la situación de la instalación se giraron dos visitas, una el día 27 de febrero y otra el 4 de marzo. A la primera asistieron los Ingenieros Max-Osorio (Mancomunidad Lenca-Eramaní), Jorge Palma (Munic. Intibucá), Carlos Orellana y Óscar Gutierrez (Munic. La Esperanza), el equipo de Geólogos del Mundo en La Esperanza-Intibucá (L.A. Fernández, B. Glez. Santano y V. Escobedo), además del Ingeniero que suscribe. En la segunda, excepto el equipo de G.M, estuvieron todos los citados.

La primera impresión es que la instalación, que suponemos finalizada en el año 2011, extremo que tampoco los técnicos municipales confirmaron, estaba operando aceptablemente bien, luego veremos que se encontraron varias disfunciones.

Una coloración verdosa y la ausencia de burbujeo son síntomas de un buen funcionamiento de las lagunas facultativas y de maduración, mientras que la aparición de tonalidades rosáceas indicara que estas lagunas están recibiendo más carga de la de diseño. Otro síntoma de buen funcionamiento de este tipo de lagunas es la ausencia de olores desagradables.

Respecto a los malos olores, excepto en la zona de desbaste y desarenado, donde son inevitables, la situación de la instalación se considera buena. El ingeniero Orellana nos



informa que, en épocas frías o de lluvias, los vecinos colindantes se quejan de malos olores. Esto es natural, porque la actividad de las bacterias que transforman la materia orgánica decrece en esas condiciones.





## PRETRATAMIENTO

Pasando a analizar secuencialmente la instalación, comenzamos por el pretratamiento.

La zona de desbaste se observa que está construida según el plano 16/22 del proyecto, con dos modificaciones: los canales de desarenado se han utilizado para colocar tres pares de rejillas para tamizado, lo mismo que en los canales de desbaste (el proyecto solo contemplaba un par de rejillas) y se han eliminado las compuertas accionadas por husillo y volante (en los planos de TYPASA-LYSA "Como Construido", de febrero de 2010, ya no figuran), pero existen suficientes guías para insertar compuertas, colocándolas a mano sin mecanismo alguno.





La utilización de los llamados canales de desarenado para colocar rejillas nos parece francamente bien, ya que con la velocidad con que circula el agua en esa zona es muy dudoso que cumplan dicha función. El aumento total de rejillas, de un par a seis pares, también es una opción muy acertada. El único problema es el deplorable estado de las rejillas que invita a su inmediata sustitución. Lo mismo puede decirse de las tapas metálicas que cubren todo el pretratamiento.

Seguindo la línea de agua tenemos la cámara de desarenado y eliminación de grasas, parece correctamente diseñada y construida, aunque se ha eliminado el tubo de purga, suponemos que por la dificultad de evacuación, dada su cota y por la dudosa eficacia. No obstante entendemos que la precipitación de las arenas mejoraría con la instalación de una pantalla deflectora a la entrada, que propicie un flujo ascensional del agua. De esta cámara parte una conducción de unos 450mm de diámetro ( $\pm 18''$ ), obviamente más adecuada que la de 250mm contemplada en el proyecto (en el plano "Como Construido: Caja de Esquina" ya figura con este diámetro).

En esta zona se echa de menos la existencia de un by-pass, tanto del módulo de desarenado-desengrase, como de la totalidad de la planta. Este by-pass, que debería ser del mismo diámetro que el del tubo de entrada al pretratamiento, podría partir del espacio existente entre los "canales de desbaste" y los "canales de desarenado".

A continuación se ha construido un aforador parshall de 9" (228,6mm) de ancho de garganta, en el que no se toman medidas, pues ya no tiene la escala instalada inicialmente. El lugar de instalación debe ser de dos tercios de la longitud de la aleta convergente, medidos desde la garganta, es decir: a  $879 \times 2/3 = 587\text{mm}$ ., se ignora porque estaba colocada más aguas arriba, aunque se considera que esto no debería producir errores importantes en los caudales medidos.

Este aforador tiene un rango de medida comprendido entre 2,5 l/s (30mm) y 251,3 l/s (610mm).



Después de un codo de 90° está la arqueta o caja de derivación de caudales hacia las dos líneas de lagunas, mediante conducciones de 250mm de diámetro.

## LAGUNAS

Como se ha dicho, las lagunas presentan un buen aspecto; además de la tonalidad y ausencia de malos olores, tampoco se advierte la presencia de mosquitos.

Lo primero que se observa es que en las lagunas primarias existe un sistema de aireación alimentado por paneles solares. Obviamente esto colabora a la mejora del tratamiento.

La entrada del agua a las lagunas parece correctamente diseñada y construida, así como las salidas mediante cajas deflectoras con vertedero.

No obstante, en las esquinas suroeste de las lagunas primarias hay sendos aliviaderos, con compuertas de accionamiento mecánico-manual, cuyos mecanismos se encuentran totalmente arruinados. Estos aliviaderos están drenando, directamente al río Mangua, los flotantes que acumula el viento en esas zonas, también una buena parte del agua residual influente con solo una depuración parcial (no podemos saber el



tiempo de retención en las lagunas primarias y a las secundarias no llega). Resulta obvio que esto es absolutamente desaconsejable pues se están efectuando vertidos contaminantes indeseados al río.



Además la falta de regulación o mala regulación del caudal vertido por estos desagües, esto hace que el caudal tratado por las lagunas secundarias sea diferente. De hecho se observa que la laguna secundaria norte evacua menos efluente que la sur. Pueden



existir otras causas distintas que justifiquen esta circunstancia como filtraciones o infiltraciones en una u otra laguna, pero el motivo apuntado parece la causa más probable.



El vertido de las lagunas secundarias debería reunirse en una arqueta, para ser conducido a un aforador parshall y posteriormente vertido al río. No se ha encontrado ni la arqueta de reunión ni el aforador, por lo que no es posible tener datos de los



caudales vertidos, lo que nos permitiría conocer el funcionamiento hidráulico de la instalación. Sería, por tanto, muy conveniente poder medir los caudales realmente tratados en cada laguna, lo que podría hacerse instalando en las cajas de salida sendos vertederos en pared delgada con contracción lateral.

Como ya se ha indicado, las lagunas secundarias no son lagunas de maduración, sino más bien unas segundas lagunas facultativas, dado que su profundidad (1,80m) dificulta la penetración de la luz en general y rayos ultravioleta en particular, lo que puede explicar que el único parámetro que se controla, los coliformes fecales, supere los niveles admisibles. Esta circunstancia parece tener difícil solución, al menos no inmediata.

### III.-PROPUESTAS DE MEJORA

A continuación se detallan una serie de medidas que pueden mejorar el funcionamiento general de la instalación, consiguiendo un mayor conocimiento sobre las anomalías que puedan producirse, facilitando las labores de mantenimiento y explotación y minimizando los efectos negativos sobre las personas que viven en su proximidad.

1.-Creación de una pantalla vegetal de arbolado que dificulte la difusión de malos olores a los vecinos más próximos. Para su diseño podría ser interesante solicitar la colaboración de la UNACIFOR de Siguatepeque, o del Instituto de Conservación Forestal (ICF).

2.-Renovación de las rejillas de desbaste y las tapas que cubren todo el pretratamiento, así como la colocación de una pantalla deflectora en la cámara de desarenado. También podría ser útil la colocación de uno o varios pórticos de vigas de acero, que permitan la colocación de polipastos para elevar compuertas y calderos o cucharas de limpieza.

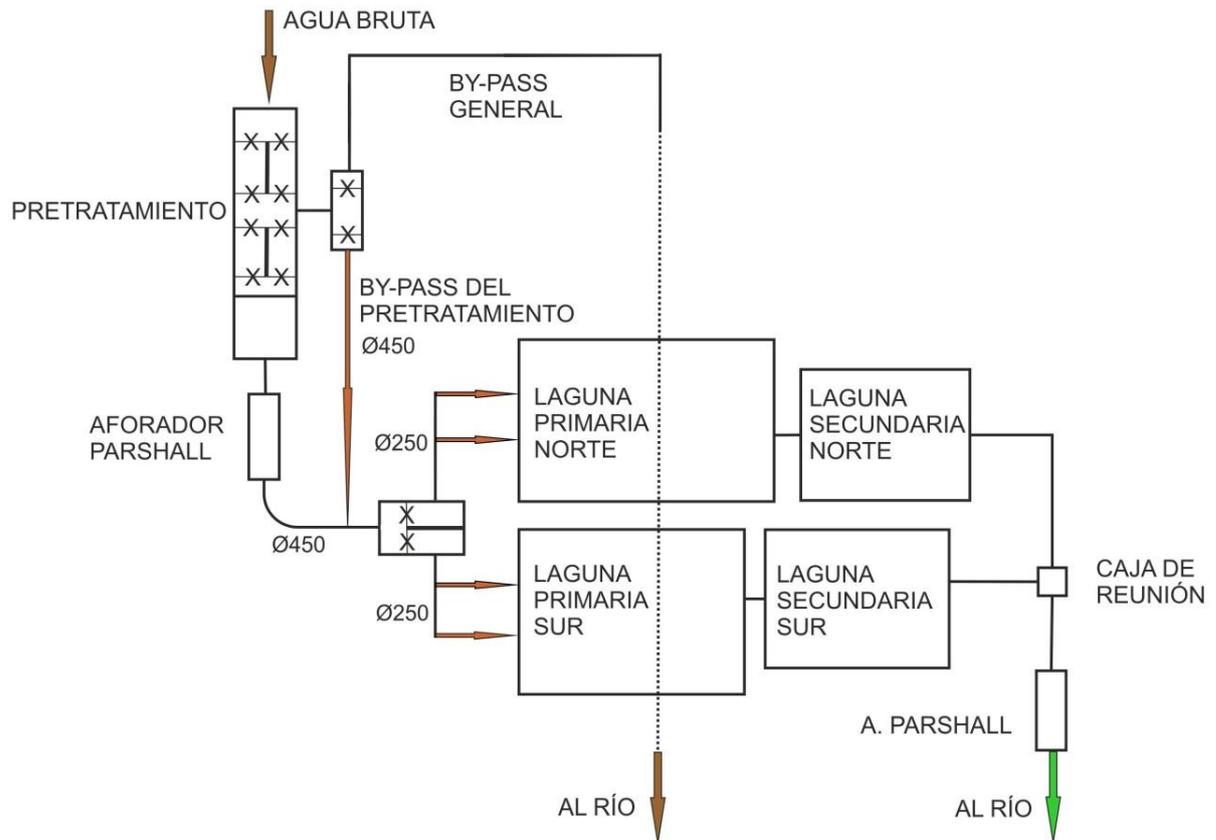
3.-Construcción de un by-pass de la cámara de desarenado-desengrase y de toda la instalación, según el esquema que se incluye más adelante (es solo un esquema, no indica los puntos exactos de conexión de los by-pass).

4.-Instalación de una escala o sistema de medida del aforador parshall.

Fórmula de gasto:

$$Q (l/s) = 0,0137619 H(mm)^{1,53}$$

$$Q(m^3/s) = 0,5354 H(m)^{1,53}$$



5.-Cierre permanente, excepto para trabajos de conservación o limpieza, de los desagües de las esquinas suroeste de las lagunas primarias.

Las labores ordinarias de limpieza de flotantes y espumas o grasa, tanto en las lagunas como en la cámara de desengrase, debe hacerse con mangas de limpieza similares a las usadas en piscinas. Los residuos recogidos pueden deshidratarse en una fosa en el terreno y posteriormente llevados a vertedero (botadero). Parece que la limpieza de fangos de la laguna se hace cada 4 años; generalmente el periodo indicado va de 5 a 10 años, por lo que los lodos suelen extraerse cada 7 años.

6.-Habilitación, si existe, del aforador parshall de salida en instalación de aforadores de vertedero en pared delgada con contracción lateral en los desagües de las lagunas secundarias. Si se comprueba un buen funcionamiento de estos aforadores podrían instalarse también en la salida de las lagunas primarias.

7.-Establecimiento de un “protocolo de manejo” de la instalación, donde figuren las frecuencias de limpiezas de rejillas, recogida de flotantes y grasas, vaciado de arenas, número de medidas diarias de los aforadores, etc. Esto debería generar unos estadillos o tablas de control, a cumplimentar por el personal de mantenimiento, incluyendo un apartado para observaciones, anomalías o imprevistos.



#### **IV.-COLABORACIONES**

La elaboración del presente informe ha sido posible por el patrocinio de la ONG Geólogos del Mundo, el interés de sus técnicos en La Esperanza-Intibucá: Luis Alfonso Fernández y Beatriz Glez. Santano y la voluntaria Victoria Escobedo.

Asimismo han colaborado aportando sus conocimientos Max Osorio, Carlos Orellana y Jorge Palma, ingenieros de la Mancomunidad Lenca-Eramaní y de las Municipalidades de La Esperanza e Intibucá.

La Esperanza –Intibucá, a 6 de marzo de 2019

Fdo. Humberto C. Viña Vega

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos Coleg. n°5749