

# Del aula a la práctica: Visita de la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Ibarra, Ecuador

**Camilo Esteban Morillo Benavides**

Estudiante de Ingeniería Ambiental  
Universidad Mariana

**Rocío del Carmen Ojeda Ocaña**

**Teresita del Rocío Canchala Nastar**

Profesoras de Ingeniería Ambiental  
Universidad Mariana

Dado que en la ingeniería ambiental es fundamental que los estudiantes adquieran habilidades prácticas que los preparen para abordar situaciones reales, las visitas y trabajos de campo son esenciales, por cuanto les permiten aplicar sus conocimientos teóricos en contextos auténticos y prácticos.

En esta oportunidad, la visita a una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) ofreció una valiosa oportunidad educativa que facilitó la comprensión detallada de los procesos necesarios para el tratamiento de aguas residuales. Durante esta visita, los estudiantes pudieron observar de cerca los sistemas avanzados y las tecnologías innovadoras utilizadas en la planta.

Estas salidas no solo permiten apreciar las complejidades operativas de las instalaciones, sino también comprender la importancia crítica de la eficiencia en el tratamiento para la preservación del medio ambiente y la salud pública.

## Introducción

San Miguel de Ibarra, ubicada en la zona norte de Ecuador a 115 km al noreste de Quito y 125 km al sur de Tulcán, forma parte del corredor Tulcán-Riobamba. Desde el punto de vista hidrológico, la ciudad drena las aguas de escurrimiento superficial hacia las cuencas de los ríos Chorvalí y Tahuando, mayoritariamente esta última, mediante un sistema de quebradas que cruzan sectores de la ciudad en el sentido sur-norte. Esta peculiaridad geográfica, junto con su creciente población, hace que la gestión eficiente de las aguas residuales sea una necesidad imperante para garantizar la salud pública y la preservación del entorno natural (EDAR de Ibarra, Ecuador, 2017).

## Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de la ciudad de Ibarra – Ecuador

Emerge como un bastión de responsabilidad ambiental y sanitaria, gestionada por la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Ibarra (EMAPA-I). Esta instalación despliega un complejo entramado de procesos y tecnologías para transformar las aguas residuales en un recurso seguro y utilizable; se construyó sobre un terreno situado en la orilla izquierda del río Tahuando, con una superficie total de 4.5 hectáreas. Durante la experiencia en esta instalación se pudo observar detenidamente todos los equipos, los complejos sistemas de tuberías y los procesos que convierten las aguas residuales en un efluente tratado, desempeñando un papel crucial en la reducción de la contaminación en la ciudad. Desde el ingreso de las aguas hasta su salida como agua tratada, cada etapa refleja la imaginación humana y la aplicación práctica de la ingeniería.

En la Figura 1 se muestra el inicio del recorrido por la planta, con la oficina principal de la PTAR.

**Figura 1**

*Estudiantes de la Universidad Mariana en PTAR Ibarra – Ecuador*



*Nota. Camilo Morillo, salida práctica (2024).*

La visita comenzó con una exhaustiva presentación por parte del ingeniero a cargo de los procesos y operaciones de la planta, ofreciendo una explicación general de los sistemas de tratamiento. La PTAR está diseñada para una población futura de 197,809 habitantes equivalentes, con una asignación de 200 L/Hab\*día. En el diseño de la planta se ha implementado un sistema de depuración biológica de alta carga para lograr unos parámetros de calidad de efluente óptimos; el agua tratada será devuelta al río sin perturbar el ecosistema existente, asegurando la mejora de las condiciones en el medio acuático del río Tahuando.

### **Pretratamiento**

El agua residual es canalizada por la red de colectores para llegar al pozo de gruesos diseñado para el caudal máximo de 6.624 m<sup>3</sup>/h y que permite retener los desechos voluminosos que lleguen a la planta (Figura 2). Para la extracción de estos desechos se instaló una cuchara bivalva de 100 litros; en uno de los laterales del pozo se construyó un vertedero de *bypass* que permitirá evacuar el caudal excedente. Accedemos a los canales de desbaste compuesto por cuatro canales de desbaste, donde se instaló una reja de desbaste de sólido de gruesos de diez milímetros de paso con limpieza automática seguida de una reja de desbaste de finos de tres mm de paso, también de limpieza automática. En paralelo, se instaló un canal *bypass* con una reja manual de 16 mm de paso seguido de dos canales de desarenado y de desengrase equipados con rasquetas de fondo y de superficie (Figura 3).

**Figura 2**

*Pretratamiento, rejillas*



*Nota. Camilo Morillo, salida práctica (2024)*

**Figura 3**

*Canal de desarenado y desengrase*



*Nota. Camilo Morillo, salida práctica (2024).*

### **Sedimentación primaria**

El agua, una vez pretratada, llega a la arqueta de reparto de decantación primaria por una tubería de 900 mm. La planta cuenta con dos decantadores circulares que pueden funcionar tanto de decantador primario como de decantador secundario (Figura 4), lo que le otorga una flexibilidad de funcionamiento. A caudal medio de 1656 m<sup>3</sup>/h se realiza un proceso completo de decantador primario y de tratamiento biológico y decantación secundaria; a caudal de punta de 3312 m<sup>3</sup>/h se plantea un tratamiento similar a alta carga mediante tratamiento biológico y decantador secundario.

## Decantador primario

Desde la arqueta de reparto a decantación, el agua pretratada del desarenador se envía al decantador circular de rasquetas de 34 m de diámetro, cuatro metros de altura cilíndrica y 3991,83 m<sup>3</sup> de volumen. Debido a su mayor densidad en esta fase, se produce la decantación del fango primario, mientras que el agua limpia de la superficie rebosa el canal perimetral que la conduce a la arqueta de reparto y, posteriormente, al reactor biológico.

## Reactor biológico de lodos activos de flujo pistón

El agua decantada se envía al tratamiento biológico mediante una tubería de 900 mm de diámetro en donde se reparte el flujo en dos líneas independientes de eliminación biológica de nutrientes que, con un volumen total de 10380 m<sup>3</sup>, son capaces de tratar un caudal punta de 3312 m<sup>3</sup>/h, cinco turbos soplantes; uno de ellos, en reserva con cabina de insonorización, aporta los 22743 normal m<sup>3</sup>/h de columna de aire. Mediante difusores de membrana distribuyen este aire de un modo uniforme dentro del reactor, garantizando el correcto funcionamiento del proceso de depuración.

## Sedimentación secundaria

El licor mixto del reactor biológico es conducido a la arqueta de reparto y de ahí al decantador secundario de 2902,32 m<sup>3</sup> de volumen. Debido a su mayor densidad, en esta fase se produce la decantación de fango secundario, mientras que el agua limpia de la superficie rebosa el canal perimetral que la conduce a la arqueta de reparto y luego a la arqueta de salida del agua tratada. Este fango activo donde viven los microorganismos, una vez reducido el lodo en exceso, es recirculado al reactor biológico con el objetivo de mantener la masa activa.

### Figura 4

Decantador



Nota. Camilo Morillo, salida práctica (2024).

## Recirculación y lodos en exceso

La purga de los decantadores se realiza de forma continua a través de tuberías que conducen el lodo hasta la correspondiente arqueta de bombeo situada anexa a la arqueta de reparto de decantación primaria.

## Recirculación de lodos

Esta recirculación de fangos provenientes del decantador secundario se ha previsto con tres bombas sumergibles; una de ellas en reserva, que envían el fango al reactor biológico.

## Lodos en exceso

El fango producido en el decantador primario es conducido al depósito de mezcla mediante dos bombas, una de ellas en reserva, realizándose un tamizado previo a su almacenamiento en el depósito tampón, mediante un tamiz rotativo de tres mm de paso; el fango en exceso producido en el decantador secundario es impulsado mediante dos bombas sumergibles, una de ellas en reserva, hasta el depósito de mezcla donde se combina los fangos procedentes del decantador primario y secundario antes de su envío a espesador.

## Espesador

El espesamiento de los lodos en exceso se realiza mediante un espesador de gravedad de 15 metros de diámetro, 4,4 metros de altura cilíndrica y con un volumen de espesamiento de 821,72 m<sup>3</sup>, contando con una cubrición de cúpula esférica de material plástico y sistema de tratamiento de olores. La extracción de lodos del espesador se realiza mediante dos bombas de auxilio excéntrico, una de ellas en reserva, con un caudal unitario de 10 m<sup>3</sup>/h. El almacenamiento de lodos mixto previo a la digestión se hace en el edificio de tamizado y de fangos y bombeo de fangos y digestión en un depósito de 34,02 m<sup>3</sup>, siendo agitados con un agitador sumergible que da la homogenización necesaria. El depósito dispone de dos bombas de auxilio excéntrico, una de ellas en reserva, que bombean los lodos al digestor con un caudal unitario de 10 m<sup>3</sup>/h.

Los fangos bombeados procedentes del depósito de fangos espesados son conducidos al digestor anaerobio de 3369 m<sup>3</sup>; la agitación y homogenización de lodo existente en el interior del digestor se da mediante agitador mecánico de doble hélice; la fermentación de la materia orgánica presente en el digestor produce un biogás que es utilizado para el funcionamiento de las instalaciones y equipos de la planta.

### Almacenamiento de lodo

El almacenamiento de lodo digerido se hace en un depósito tampón de 542,84 m<sup>3</sup> de capacidad, con cubierta plástica conectada al circuito de olores.

### Almacenamiento de gas

El gas producido es almacenado en un gasómetro de baja presión con doble membrana con 550 m<sup>3</sup> de capacidad para alimentación del motor generador (Figura 5).

### Destrucción de gas

La destrucción del gas en exceso se realiza mediante un quemador de gas con una capacidad de quemado de 200 m<sup>3</sup>/h de caudal.

### Recuperación de energía

El aprovechamiento energético del biogás producido por el digestor se efectúa mediante un motor alimentado por este biogás, cuya producción de energía eléctrica es de 142 Kw/h.

### Secado térmico solar

El fango se somete a un proceso de secado mediante una instalación de dos secadores térmicos solares de 13023,46 Ton/año de capacidad total de secado, convirtiendo el fango deshidratado en una masa delgada y reducida que se puede reutilizar (Figura 6).

### Figura 5

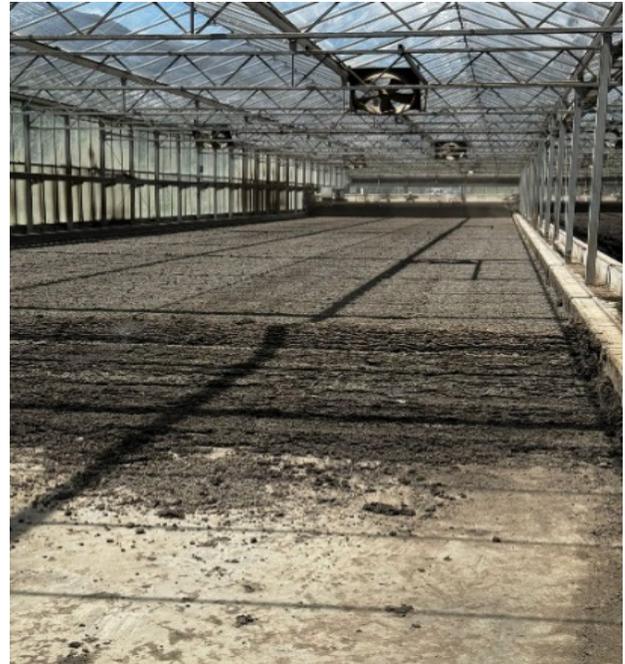
Almacenamiento de gas



Nota. Camilo Morillo, salida práctica (2024).

### Figura 6

Secado térmico solar



Nota. Camilo Morillo, salida práctica (2024).

### Conclusiones

El papel de la PTAR de Ibarra va más allá de la depuración de aguas residuales; su funcionamiento tiene un impacto directo en la calidad de vida de los habitantes de la ciudad y en la preservación del entorno natural; la eliminación adecuada de contaminantes protege los ecosistemas acuáticos y evita la propagación de enfermedades transmitidas por el agua, contribuyendo así a la salud pública y al bienestar de la comunidad.

Esta experiencia enriquecedora reforzó la importancia de las plantas de tratamiento de aguas residuales para transformar desechos en recursos valiosos, protegiendo así los ecosistemas y la población.

### Referencias

EDAR de Ibarra, Ecuador. (2017). EDAR de Ibarra, Ecuador. [https://img.interempresas.net/docs-futur/EDAR\\_ibarra.pdf](https://img.interempresas.net/docs-futur/EDAR_ibarra.pdf)