

REPORTAJE

Planta de tratamiento de aguas residuales Bello

Medellín, Colombia

Pablo Benavides
Gerente de Ingeniería

ACCIONA Agua | www.accion-a-agua.com/es



INTRODUCCIÓN

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello se encuentra ubicada en el municipio de Bello, ciudad colombiana situada en el norte del Valle de

Aburrá del departamento de Antioquia. Forma parte del Área metropolitana del Valle de Aburrá y está conurbado con Medellín. Bello es considerado centro de desarrollo del norte del Valle de Aburrá. Las aguas residuales son conduci-

das hacia la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Bello a través de un conjunto de colectores e interceptores. El proyecto completo cuenta con un interceptor de unos 8 Kilómetros de longitud y un diámetro medio de 2.2 me-

DATOS PRINCIPALES DE LA PLANTA	
Caudal promedio de diseño – Año 2020	5.0 m ³ /s
Caudal máximo de diseño – Año 2020	6.5 m ³ /s
Caudal promedio día	432.000 m ³ /día
Cargas contaminantes esperadas	123 t/d de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) y 120 t/d de sólidos suspendidos totales
Concentración de DBO5 en el agua sin tratar	284 mg/l
Concentración de sólidos suspendidos en el agua sin tratar	277 mg/l
Población Equivalente (PE)	3,880,000 (1 PE= 31.7 g de DBO5/día)
Cantidad de biosólido esperado	310 t/d, al 28% de contenido de sólidos
Tipo de tratamiento	Secundario, es decir con eficiencia de la remoción de materia orgánica superior al 80%. Incluye sedimentación primaria, lodos activados, espesamiento de lodos primarios por gravedad, espesamiento de lodos secundarios y deshidratación de lodos estabilizados por medios mecánicos, estabilización de lodos por medio de digestión anaeróbica, y control de olores
Pretratamiento	Incluye rejas gruesas y rejas finas, y desarenadores rectangulares aireados
Biogás generado en la digestión de los lodos	Utilizado para la generación de energía por medio de motogeneradores, la cual será consumida en la operación de la planta, el proceso incluye la purificación del biogás

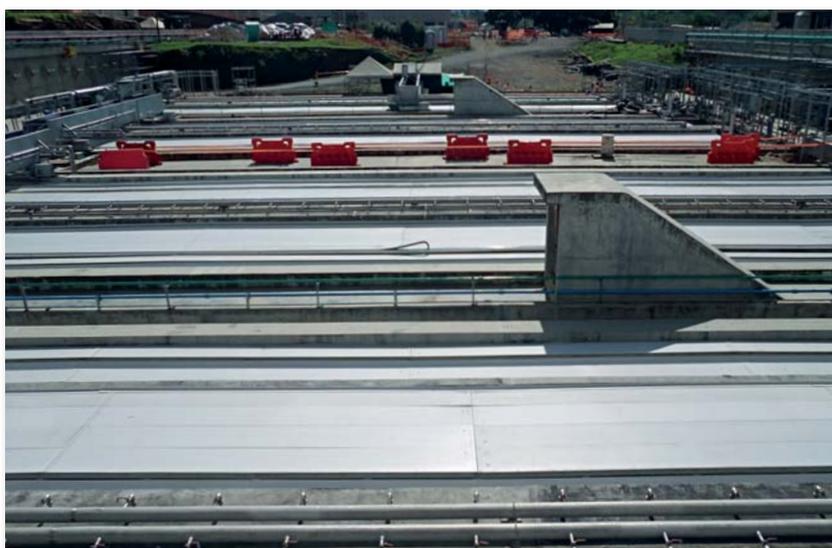
tros de diámetro aproximadamente, y la Planta de Tratamiento, que cuenta con una capacidad media de diseño de 5 m³/s y una capacidad máxima de 6.5 m³/s, para una población equivalente de 3,8 millones de habitantes. La planta contribuye al saneamiento del río Medellín, logrando niveles de oxígeno disuelto por encima de 5.0 mg/l, traducándose en una mejora en la calidad de vida de los habitantes del Valle de Aburrá, especialmente los de los municipios del norte, y permitiendo la recuperación de espacios en las riberas para ser dedicados a la recreación y a desarrollos urbanísticos y paisajísticos.

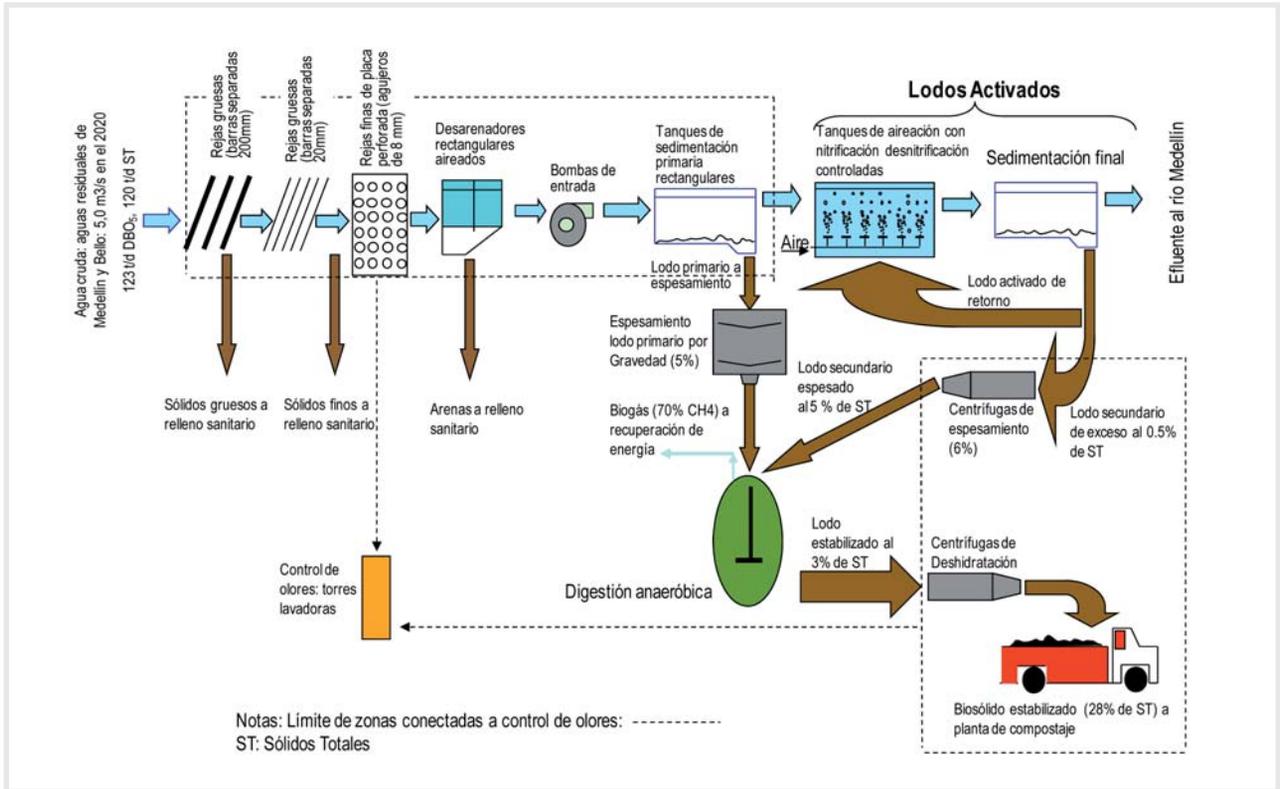
La Planta es de tratamiento secundario, del tipo lodos activados, con espesamiento de lodos primarios y secundarios, deshidratación de lodos digeridos, y sistemas de control de olores. La Planta cuenta con procesos de recuperación de energía, a través de los cuales se realiza la autogeneración eléctrica para abastecer parte de la energía total demandada por la operación Planta.

DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

Pretratamiento y tratamiento primario

A través del pretratamiento se realiza una primera etapa de tratamiento en la que se eliminan tanto los sólidos gruesos, como las arenas contenidas en el agua residual afluyente a la Planta. Para la eliminación de los sólidos gruesos se ha previsto un conjunto de rejas mecánicas autolimpiantes (rejas gruesas y





rejas finas); para la eliminación de las arenas se cuenta con un conjunto de desarenadores y su equipo asociado para limpiar y clasificar las arenas extraídas. La Planta Bello cuenta con un conjunto de dos (2) rejillas de protección, seis (6) rejillas mecánicas gruesas y seis (6) rejillas mecánicas finas, y con ocho (8) tanques desarenadores rectangulares aireados. Tanto los sólidos resultantes en el cribado mediante las rejillas gruesas y finas como las arenas extraídas son lavadas y depositadas en con-

tenedores y manejados y transportados por medio de estaciones automáticas de transporte de contenedores.

Teniendo en cuenta que el interceptor encargado de llevar las aguas residuales hasta la Planta Bello, entrega las aguas residuales a una profundidad por debajo de la cota del terreno de la Planta, una vez se realiza la eliminación de materiales sólidos en las rejillas y en los desarenadores se requiere aumentar la energía hidráulica de las aguas residuales para que fluyan hacia

el proceso del tratamiento primario, el cual queda ubicado a nivel de la superficie del terreno de la Planta. Para tal efecto se cuenta con un sistema de bombeo del caudal afluente que consta de seis bombas centrífugas horizontales de pozo seco (cuatro en operación y dos de reserva).

Para el tratamiento primario de las aguas residuales se cuenta un conjunto de 16 sedimentadores rectangulares, agrupados en cuatro (4) módulos, encargados de eliminar los sólidos de



PUBLICIDAD

EGGER SUMINISTRA SUS VÁLVULAS DE DIAFRAGMA IRIS® EN LA PLANTA BELLO



Se trata de 28 válvulas de diafragma Iris® para 2 aplicaciones :

- Regulación de aire en las balsas de aireación del reactor biológico : 24 unidades de brida DN300 para regular un intervalo de caudal de entre 6285 y 10296 Nm³/h con actuador tipo AUMATIC (EAC).
- Regulación de fango : 4 unidades de brida DN250 para regular un intervalo de caudal de entre 120 y 250 m³/h con actuador tipo AUMATIC (EAC).

Estos equipos han sido construidos por el fabricante suizo de bombas centrífugas y válvulas de regulación EMILE EGGER & Cie.



menor tamaño que no son extraídos en el pretratamiento. Dentro de estos sólidos de menor tamaño se encuentran materiales livianos (tales como grasas, aceites y espumas) los cuales flotan en la superficie de los sedimentadores primarios y se retiran mecánicamente a través de las bombas de natas primarias; también existen otros sólidos más pesados que se depositan en el fondo de los tanques de sedimentación primaria, los cuales son barridos y concentrados mediante mecanismos barridos en una tolva ubicada en el fondo del tanque. Estos sólidos son extraídos de los tanques de sedimentación primaria y enviados al proceso de espesamiento de lodos primarios me-

Obra maestra.



La verdadera ingeniería siempre comienza con una idea simple. Esto también lo demuestra el principio de funcionamiento de nuestra válvula de regulación de diafragma Iris®. Porque el flujo de líquido o gas pasa siempre por el centro de la misma. Y éste puede ser regulado de una manera mucho más precisa y por lo tanto con un menor consumo energético. De forma eficiente, precisa y fiable. ¡Y ya hemos llegado a la tercera generación! Más información en: www.eggerpumps.com



dianate las bombas de lodo primario. El espesamiento de los lodos primarios se realiza por gravedad.

Tratamiento secundario: reactores biológicos y sedimentación secundaria

Una vez realizado el tratamiento primario, las aguas residuales son conducidas por gravedad hacia el tratamiento biológico, el cual se realiza en los tanques de aireación. El agua residual, al entrar al tanque de aireación, hace contacto con el lodo activado, formado por bacterias aeróbicas que consumen y transforman la materia orgánica en agua, dióxido de carbono, energía, y más microorganismos. El oxígeno para el tratamiento biológico se suministra mediante soplores y una red de difusores dispuesta en el fondo de los tanques de aireación.

Cada reactor (tanque de aireación) tiene una configuración de alimentación por pasos en una cascada de 9 cámaras o sub-reactores de mezcla completa. El tratamiento se hace mediante el proceso de nitrificación y desnitrificación. Para que se haga de ma-



nera controlada, unas zonas de los tanques de aireación no cuentan con suministro de aire, pero sí mezcla, denominadas zonas anoxias. Se han construido cuatro (4) tanques de aireación. La Planta cuenta con seis (6) sopladores (cinco en operación y uno de reserva).

A continuación del tratamiento biológico, las aguas residuales son conducidas por gravedad hacia el proceso de sedimentación secundaria a través de grandes tanques circulares de 50 metros de diámetro en los que se logran velocidades muy bajas de desplazamiento del agua residual, lo cual hace que las bacterias aeróbicas que se alimentaron de la materia orgánica y cre-

cieron en el tratamiento biológico, se sedimenten ahora en los tanques de sedimentación secundaria debido a su propio peso constituyendo el denominado lodo secundario. El lodo secundario se deposita en el fondo de los tanques, donde son concentrados mediante mecanismos barreledos en una tolva central, desde la cual son retirados mediante un sistema de bombeo. Una parte del lodo secundario que se retira de estos tanques se recircula hacia los tanques de aireación para mantener allí concentraciones adecuadas de biomasa. La parte del lodo que no se recircula es enviado mediante unidades de bombeo hacia el proceso de espesamiento de lodos.

Para llevar a cabo el proceso de sedimentación secundaria la Planta cuenta con ocho (8) tanques de sedimentación secundaria circulares, agrupados en dos conjuntos que completan las dos líneas de tratamiento conformadas por dos módulos de tratamiento primario, dos reactores biológicos y cuatro sedimentadores secundarios con sus respectivas estaciones de bombeos de lodos y sobrenadantes. El lodo secundario se recircula hacia los tanques de aireación mediante bombas centrífugas horizontales como parte de las estaciones de bombeo de lodos de retorno. La Planta cuenta con un total de 8 bombas centrífugas (más dos de reserva), para llevar a cabo esta recir-



SEPARATION
¿QUÉ SE REQUIERE PARA GARANTIZAR EL SUMINISTRO SEGURO Y SUSTENTABLE DE AGUA PARA LAS FUTURAS GENERACIONES?

El embalse de Gothard de Republica Checa produce agua potable para más de la mitad de la población de la región. Pero esta planta de agua potable se ha convertido en una planta recientemente obsoleta, requiriendo su completa modernización. Gracias a ANDRITZ C-press, la planta es actualmente capaz de tratar más de

2.500 metros cúbicos de agua potable por día, con mínima producción de lodo, bajo mantenimiento y control remoto completo desde las cercanías de Jicin.

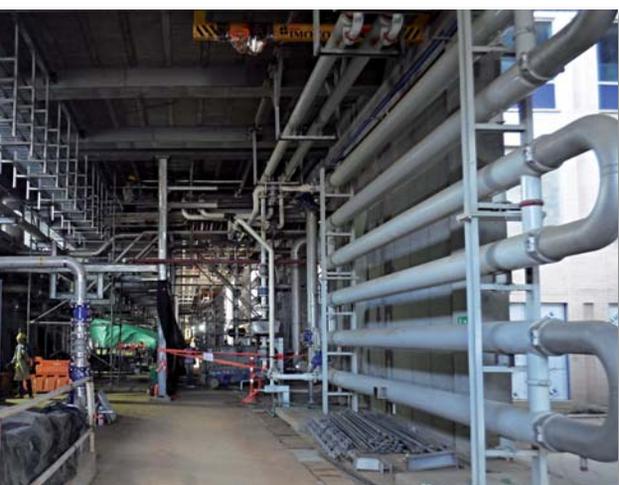
Para la población local esto significa una producción de agua potable mejor, más confiable y más rentable para las próximas generaciones.

Este es solo uno de los innumerables desafíos resueltos por ANDRITZ Separation el especialista mundial en separación. Con la más amplia gama de tecnología y más de 2000 especialistas en 40 países, ANDRITZ Separation, es un impulsor de la evolución de la tecnología de separación, servicios y soluciones. **Cuál es tu mayor desafío?**

ENGINEERED SUCCESS

ANDRITZ Ingeniería S.A./Agustín y Antonia, 12/28703 Madrid/t: +34 916 636 409/separation.es@andritz.com





culación, distribuidas en dos estaciones de bombeo.

Espesamiento y deshidratación de lodos

El proceso de espesamiento de los lodos consiste en la eliminación del exceso de agua de los lodos producidos en la sedimentación primaria y en la sedimentación secundaria, con el objeto de aumentar la densidad de la masa de lodos y disminuir su volumen para au-



PUBLICIDAD

APRO INOXIDABLES SUMINISTRA LA TUBERÍA EN LA PLANTA BELLO



Apro ha suministrado la tubería para la PTAR de Bello en Colombia, a través del Consorcio de Aguas Aburra HHA. Junto con la depuradora de Atotonilco en México, es la mayor depuradora que han suministrado. Las tuberías suministradas tienen las normas ASTM y la calidad AISI-316L. La gama de diámetros elegida comprende desde DN-15 hasta DN-2000 para tubos, codos, tes, reducciones y bridas con espesores en general SCH-10S.

Apro cuenta con más de 30 años de presencia en el mercado ofreciendo garantía de calidad, competitividad y servicio situándose como referente en el suministro del piping en las plantas de tratamiento de aguas y desalinización. El grado de especialización y experiencia adquirido les permite ofrecer soluciones y alternativas para cualquier planteamiento, y evitar problemas técnicos o logísticos.

mentar la eficiencia y disminuir el tamaño de la infraestructura requerida para el proceso de estabilización de lodos.

Los lodos primarios son espesados hasta un 5% de contenido de sólidos, mediante tres (3) tanques espesadores

por gravedad. Los lodos secundarios de desecho son espesados mediante cuatro (4) centrifugas de espesamiento (tres en operación y una de reserva), para lograr un contenido de sólidos del 6%. El lodo de desecho es alimentado

a las centrifugas espesadoras mediante el sistema de bombeo de lodos de desecho compuesto por cuatro bombas de cavidad progresiva (tres en operación y una de reserva). El lodo de desecho es bombeado una vez espesado hacia el proceso de estabilización de lodos en los digestores anaeróbicos mediante otras cuatro bombas de cavidad progresiva (tres en operación y una de reserva).

Una vez el lodo ha sido espesado es conducido hacia el tratamiento de estabilización de lodos el cual se realiza mediante digestores anaeróbicos y se describe más adelante. Después del proceso de estabilización, el lodo es bombeado hacia el proceso de deshidratación de lodos para obtener una alta concentración de sólidos, en torno al

apro[®]

APRO INOXIDABLES LA REFERENCIA EN PIPING

MAS DE 30 AÑOS DE PRESENCIA EN EL MERCADO GARANTIZANDO CALIDAD Y SERVICIO

ULTIMAS ADJUDICACIONES: EDAR El Bello (Antioquia, Colombia) • EDAR Atotonilco (México) • EDAR Los Tajos (San Jose, Costa Rica) • EDAR Burgos (España) • EDAR Gijón (España) • EDAR Almedralejo (Caceres, España) • EDAR Estiviel (Toledo, España) • ETAP Pelayos (Madrid, España) • EDAR Peñíscola (Castellón, España) • EDAR Lagares (Vigo, España) • EDAR Llanes (Asturias, España) • EDAR Las Caldas (Oviedo, España) • ETAP Venta Alta (Bilbao, España) • EDAR Moraira (Alicante) • ETAP Sinta Maria Orlea (Rumania) • DESALADORA Mirfa IWPP (Abu Dhabi) • Al Ghubra (Omán) • Desaladora Las Americas (Tenerife) • Desaladora Al Hoceima (Marruecos) • Desaladora El Alamein (Egipto) • EDAR de Casaquemada (San Fernando de Henares)

APRO INOXIDABLES, S.A. • Urtaki Industrigunea • Pabellón 37 • Apdo. correos 246 • 20150 Aduna (Gipuzkoa)
Tel. 943 696 011 • www.aproinox.com

28% de contenido de sólidos, con el fin de reducir el volumen final del lodo, minimizar los costes de transporte y mejorar la eficiencia de los procesos posteriores para adecuarlo para su uso final (compostaje, secado, incineración, etc.).

Estabilización de lodos y recuperación de energía

Para realizar la estabilización de los lodos, la planta cuenta con seis (6) digestores anaeróbicos, los cuales mantienen los lodos a una temperatura de 35°C permitiendo que las bacterias aeróbicas contenidas en ellos transformen los lodos en gas metano, CO₂ y agua, a la vez que logran la estabilización del lodo. El lodo estabilizado se denomina biosólido.

Para homogeneizar la temperatura de los lodos en el interior de los digestores se utilizan mezcladores mecánicos de lodo en cada digestor. Adicionalmente, se cuenta con un conjunto de bombas para recircular el lodo en el digestor y permitir el calentamiento continuo a través de intercambiadores de calor agua-lodo.

El biosólido, después del proceso de estabilización, es conducido hacia los tanques de almacenamiento de lodo digerido, los cuales cuentan con una reserva de volumen para eventuales situaciones de emergencia que impliquen suspender transitoriamente la evacuación de biosólidos de la Planta. La planta cuenta con tres (3) tanques de almacenamiento de lodos digeridos.

En la Planta Bello, el gas de digestión, o biogás, producido en los digestores se almacena en un conjunto de tres (3) tanques de almacenamiento de gas. El poder calorífico de este biogás es aprovechado para generar energía eléctrica a través de un conjunto de seis (6) motogeneradores estacionarios que alimentan la red eléctrica interna de la Planta hasta cubrir aproximadamente una demanda de energía equivalente al 30% de la demanda eléctrica total de la Planta. Para recuperar el biogás en los digestores y transferirlo hacia y desde los tanques de almacenamiento hasta los motogeneradores se ha instalado un sistema completo de purificación y compresión del biogás, incluyendo trampas de espuma, filtros de grava cerámicos y de carbón activado, planta de desulfuración, planta de secado y compresores.



Control de olores

La Planta Bello cuenta con un sistema de control de olores mediante torres lavadoras de flujo cruzado. Se han instalado dos sistemas de control de olores independientes para atender las necesidades de la Planta.

El sistema de control de olores cubre las siguientes zonas y procesos de la Planta:

- 1) Edificio de rejas y contenedores
- 2) Zona de desarenadores y clasificadores de arenas
- 3) Tanques de sedimentación primaria
- 4) Canales de entrada de los reactores biológicos
- 5) Tanques de espesamiento del lodo primario
- 6) Pozos húmedos intermedios para transferencia de lodos a los diferentes procesos
- 7) Edificio de lavado de camiones
- 8) Zona de silos de almacenamiento de lodos deshidratados.
- 9) Centrifugas de espesamiento y deshidratación.

