

# TECNOLOGÍA IN-PIPE: BIOAUMENTACIÓN EN LA RED DE SANEAMIENTO

LOS MUNICIPIOS SE ENFRENTAN A UNA LARGA LISTA DE RETOS PARA LA GESTIÓN DE SUS AGUAS RESIDUALES. ALGUNOS DE ESTOS DESAFÍOS SON LOS MALOS OLORES Y LOS DESBORDAMIENTOS POR ACUMULACIÓN DE GRASAS Y ACEITES EN LA RED DE ALCANTARILLADO Y PLANTAS DE TRATAMIENTO INSUFICIENTES, HABIENDO QUEDADO OBSOLETAS PARA LOS PARÁMETROS PARA LAS CUALES FUERON DISEÑADAS, DANDO LUGAR A ALTOS COSTES DE OPERACIÓN. PARA DAR SOLUCIÓN A ESTA PROBLEMÁTICA, LAS EMPRESAS INTEGRA SOLUCIONES AMBIENTALES Y AQUAPURIF SYSTEMS HAN LLEGADO A UN ACUERDO DE COLABORACIÓN PARA IMPLEMENTAR CONJUNTAMENTE LA PROBADA TECNOLOGÍA IN-PIPE. DESDE HACE AÑOS LOS BUENOS RESULTADOS OBTENIDOS POR ESTA TECNOLOGÍA SE HAN PODIDO OBSERVAR EN ESTADOS UNIDOS, AHORA LLEGA A ESPAÑA Y A OTROS PAÍSES DE SU ENTORNO (PORTUGAL Y MARRUECOS), INCLUSO SE ESTÁ PLANTEANDO EXPANDIR EL USO DE DICHA TECNOLOGÍA A OTROS PAÍSES IBEROAMERICANOS Y CENTROEUROPEOS. DURANTE MÁS DE UN AÑO ESTAS EMPRESAS HAN DESARROLLADO UNA EXPERIENCIA CON ESTA TECNOLOGÍA EN EL MUNICIPIO DE VILLALBA DE LOS BARROS (BADAJOZ) EN COLABORACIÓN CON PROMEDIO (DIPUTACIÓN DE BADAJOZ) Y LA UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA, CUYOS RESULTADOS SE PRESENTAN EN ESTE ARTÍCULO.

Prudencio Rodríguez Bada, Director de Proyectos de Integra Soluciones Ambientales  
Ana Muñoz, Directora Técnica de Integra Soluciones Ambientales  
Juan López Pedrosa, Gerente de Aquapurif

## La tecnología In-Pipe

La tecnología In-Pipe representa una eficaz herramienta para un gran número de plantas de tratamiento de aguas residuales con carencias para hacer frente a muchos desafíos existentes, tales como la eficiencia de operación de la planta, la economía y el rendimiento. Además la tecnología In-Pipe proporciona una mayor facilidad de operación de las instalaciones, mejora los gastos de explotación y amplía la vida útil de los sistemas. Pero también representa ventajas en la red de saneamiento, eliminando los malos olores y la corrosión y disminuyendo el impacto de las grasas y los aceites.

In-Pipe inicia el proceso de tratamiento de aguas residuales desde el vertido al alcantarillado, en lugar de esperar pasivamente hasta que el agua residual llegue a la planta de tratamiento. Este innovador enfoque permite a In-Pipe aprovechar el máximo tiempo de retención natural en la red de alcantarillado y utilizar la extensa red de saneamiento para mayor contacto con las aguas. Se logra un rápido y eficiente pretratamiento biológico de las aguas camino a la planta, utilizando la transformación del biofilm del alcantarillado, transformando así un sistema pasivo en uno totalmente activo y controlado. Este método cambia la naturaleza bioquímica de las aguas residuales y mejora su capacidad de tratarse a la llegada a la planta, lo que reduce la carga contaminante que la misma tiene que procesar.

El sistema patentado por In-Pipe, dosifica un pool de bacterias simbióticas totalmente naturales, que son mucho más adecuadas a las condiciones que se encuentran en la red de saneamiento. Estas bacterias transforman el biofilm que tapiza la superficie interna de las tuberías de conducción de las aguas residuales, en un biopelícula con un espesor uniforme mucho más delgado, consistente en bacterias beneficiosas que procesan el agua residual de una forma natural. Por lo tanto las bacterias In-Pipe comienzan el tratamiento biológico del agua residual en el propio sistema de alcantarillado. Este sistema convierte así a la red de saneamiento en un biorreactor con un biofilm natural inducido, el cual se mantiene debido a la dosificación continua de las bacterias In-Pipe. El tratamiento in situ de In-Pipe se aprovecha del tiempo de retención de las aguas

# IN-PIPE TECHNOLOGY: BIOAUGMENTATION IN THE SEWERAGE NETWORK

MUNICIPALITIES FACE A LARGE NUMBER OF CHALLENGES IN WASTEWATER MANAGEMENT. THESE CHALLENGES INCLUDE FOUL ODOURS, OVERFLOWS DUE TO THE ACCUMULATION OF FATS AND OILS IN THE SEWERAGE NETWORK, AND INADEQUATE TREATMENT PLANTS THAT HAVE BECOME OBSOLETE IN TERMS OF THE PARAMETERS FOR WHICH THEY WERE DESIGNED, WHICH GIVES RISE TO HIGH OPERATING COSTS. IN RESPONSE TO THESE PROBLEMS, INTEGRA SOLUCIONES AMBIENTALES AND AQUAPURIF SYSTEMS HAVE ENTERED INTO A COOPERATION AGREEMENT FOR THE JOINT IMPLEMENTATION OF THE PROVEN IN-PIPE TECHNOLOGY. THIS TECHNOLOGY HAS HAD VERY POSITIVE RESULTS FOR A NUMBER OF YEARS IN THE UNITED STATES AND HAS NOW ARRIVED IN SPAIN AND SURROUNDING COUNTRIES (PORTUGAL AND MOROCCO). THE POSSIBILITY OF EXTENDING THE USE OF THIS TECHNOLOGY TO LATIN AMERICAN AND CENTRAL EUROPEAN COUNTRIES IS ALSO BEING EXAMINED. THE TWO COMPANIES CARRIED OUT A YEAR-LONG PILOT STUDY WITH THIS TECHNOLOGY IN THE MUNICIPALITY OF VILLALBA DE LOS BARROS (BADAJOZ), IN COOPERATION WITH PROMEDIO (PROVINCIAL COUNCIL OF BADAJOZ) AND THE UNIVERSITY OF EXTREMADURA. THE RESULTS OF THIS STUDY ARE PRESENTED AT THE END OF THIS ARTICLE.

Prudencio Rodríguez Bada, Project Manager at Integra Soluciones Ambientales  
Ana Muñoz, Technical Director at Integra Soluciones Ambientales  
Juan López Pedrosa, Director of Aquapurif

## In-Pipe technology

In-Pipe technology is an efficient tool for many wastewater treatment plants that are ill-equipped to achieve operating efficiency, financial efficiency and optimum plant performance. Moreover, In-Pipe technology makes operation easier, reduces operating costs and extends the useful life of systems. It also provides benefits in the sewerage network by eliminating foul odours and corrosion, whilst reducing the impact of fats and oils.

In-Pipe technology begins the process of wastewater treatment from when it is discharged into the sewerage system, rather than waiting passively for it to arrive at the treatment plant. This innovative approach allows the technology to avail of the natural retention time in the network to the utmost and to use the extensive sewerage system to increase contact with wastewater. Rapid and efficient biological pretreatment of water is achieved en route to the plant, using the transformation of the sewerage system biofilm to convert a passive system into one that is completely active and controlled. This method changes the biochemical nature of the wastewater and improves the capacity to treat it on arrival at the plant, which reduces the pollutant load that must be processed at the WWTP.

The system patented by In-Pipe doses a pool of completely natural symbiotic bacteria that are far more appropriate to the conditions encountered in the sewerage network. These bacteria transform the biofilm that forms on the inner surface of the sewerage pipes into a biofilm with a far finer uniform thickness. The resulting biofilm is made up of beneficial bacteria that process the wastewater naturally. In this way, the In-Pipe bacteria begin the biological treatment of the wastewater within the sewerage system itself. The system, therefore, converts the sewerage network into a bioreactor with a natural induced biofilm that is maintained through the continuous dosing of the In-Pipe bacteria. In-Pipe treatment avails of the retention time of wastewater in transit, meaning that the wastewater entering the WWTP is more treatable.

residuales en tránsito, de esta manera, el agua residual influente a la EDAR es más tratable.

## Elementos de la tecnología In-Pipe

### Paneles dosificadores

In-Pipe emplea la dosificación de una alta concentración de una mezcla de especies bacterianas mediante un dosificador de alta precisión compuesto por programador, bomba de alta precisión, batería, concentrado bacteriano y brazo eyector. Estos dosificadores se colocan en sitios estratégicos de la red de saneamiento, provocando una dosificación en continuo programada.

### Solución bacteriana

Cada una de las especies incluidas en el pool de bacterias utilizadas por In-Pipe tiene que cumplir las siguientes condiciones:

- Estar en forma de esporas.
- Estar en estado planctónico.
- Ser anaerobias facultativas en las vías metabólicas disponibles.
- No pueden tener la capacidad de reducir el azufre en el medio.

### Red de saneamiento

- Pozos de resalto.
- Pozos de bombeo.
- Colectores.

### Fundamento biológico

Mediante la exclusión competitiva, las bacterias In-Pipe dosificadas en continuo, presentan:

- Mayor adaptabilidad al medio (esporas, simbióticas, planctónicas, anaerobias facultativas).
- Mejor disponibilidad de nutrientes.
- Más alta tasa de crecimiento.
- Una concentración 100 millones de veces mayor que en condiciones sin dosificación.

## Beneficios

### Mejora de la calidad del agua residual y depurada

El biofilm que se ha reemplazado dentro de la red de saneamiento es capaz de romper la cadena orgánica de difícil degradación, provocando la reducción de la carga orgánica, sólidos en suspensión, nitrógeno y aceites y grasas (FOG). Las bacterias anaerobias facultativas no necesitan oxígeno, con lo cual no hay ningún tipo de energía adicional al proceso de pretratamiento biológico de las aguas residuales. La carga orgánica del agua a tratar por la planta es por lo tanto reducida, siendo lógicamente de mejor calidad la tratada.

### Nitrificación / desnitrificación

Esto ocurre en varias zonas anóxicas y aeróbicas dentro del sistema de la red de saneamiento, reduciendo así la concentración de nitrógeno. Consecuentemente el proceso de prefermentación en la red mejora la absorción de fósforo en la planta. La dosificación continua de las bacterias facultativas de In-Pipe nitrifica y desnitrifica, eliminando la necesidad de utilizar catalizadores para estimular el crecimiento de las bacterias facultativas.



## Elements of In-Pipe technology

### Dosing panels

The In-Pipe system doses a high concentration of a mixture of bacterial species using a high-pressure dosing unit comprising a programmer, high-precision pump, battery, bacterial concentrate and dosing arm. These dosing units are strategically positioned in the sewer network to carry out continuous programmed dosing.

### Bacterial solution

Each of the species included in the bacterial pool used by the In-Pipe system must comply with the following conditions:

- Be in spore form.
- Be in planktonic state.
- Be facultative anaerobic bacteria in the available metabolic pathways.
- They cannot have the capacity to reduce sulphur in the medium.



### Sewerage network

- Drop shafts.
- Pumping wells.
- Pipes.

### Biological concept

Through competitive exclusion, the In-Pipe bacteria dosed present:

- Greater adaptability to the medium (spore-forming, symbiotic, planktonic, anaerobic facultative bacteria).
- Greater nutrient availability.
- Higher growth rate.
- Concentration of 100 million times more than in conditions without dosing.

## Benefits

### Improved quality of wastewater and treated water

The biofilm replaced within the sewerage network is capable of breaking down the difficult-to-degrade organic chain, resulting in a reduction of organic load, suspended solids, nitrogen, and fats, oils and grease (FOG). The anaerobic facultative bacteria do not need oxygen, meaning that there is no type of additional energy supplied to the biological pretreatment process of the wastewater. Therefore, the organic load of the water to be treated at the plant is reduced, logically resulting in higher quality treated water.

### Nitrification / denitrification

This takes place in a number of anoxic and aerobic areas within the sewer network, thereby reducing nitrogen concentration. Consequently, the pre-fermentation process in the network enhances phosphorous absorption at the WWTP. Continuous dosing of In-Pipe facultative bacteria nitrifies and denitrifies, making the use of catalysts to stimulate facultative bacteria growth unnecessary.

### Reduced sludge production

The use of In-Pipe technology means that the biodegradation process starts at the head of the sewerage system. Every

### *Reducción de la producción de fangos*

Utilizando la tecnología de In-Pipe el proceso de biodegradación empieza en la cabecera del sistema de saneamiento. Cada kilogramo de materia orgánica destruido en la red sin necesidad de energía, resulta en una reducción final del volumen de fangos. Además de esto, la naturaleza trófica del cultivo de bacteriano contribuye a una reducción de fangos en el digestor facultativo. Una cantidad de sólidos inferior en el influente así como en los digestores anaeróbicos, implica un aumento en el tiempo de digestión e incluso una producción de biosólidos finales más baja, así como los gastos de transporte y eliminación de los mismos.

### *Reducción del consumo energético*

La reducción de la carga orgánica, junto con el enriquecimiento del influente causado por los efectos del pretratamiento biológico, redundan directamente en ahorro energético. La demanda energética de la aireación puede ser reducida entre un 25-95%. De igual manera, el bombeo de la red de saneamiento puede ser reducido entre un 5-15%. Todo esto conlleva que la reducción de los fangos finales, reducirá el consumo de energía de proceso de los mismos.

### *Aumento de la capacidad de la planta*

La reducción de carga orgánica del influente ayudará a acomodar un aumento puntual en la población, proporcionando mayores caudales a poder tratar en las plantas existentes.

### *Resolución de problemas en la red de saneamiento: grasas y aceites (FOG). control de los olores y la corrosión*

In-Pipe suprime la población de bacterias sulforreductoras en el sistema de saneamiento. Esto reduce las concentraciones de ácido sulfhídrico y de ácido sulfúrico en origen, reduciendo drásticamente los niveles de malos olores y de la corrosión en el alcantarillado y en la planta en sí. Las grasas y los aceites son metabolizados en la propia red de saneamiento, reduciendo procesos de mantenimiento, atascamiento y rebosamientos.

## **Experiencia en Villalba de los Barros (Badajoz)**

Las aguas residuales generadas en esta población proceden de naturaleza doméstica y en época de campaña los colectores reciben los aportes de los vertidos procedentes de las industrias vinícola y almazara conectadas a la red de alcantarillado municipal. Estos vertidos provocan desajustes importantes en la planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad, debidos al incremento de la carga contaminante que presentan estos vertidos para los que aquella no está diseñada.

Considerando que la planta de tratamiento está diseñada para la depuración de un caudal determinado de aguas residuales con una determinada carga contaminante, el incremento de ésta provocada por vertidos industriales altera sus condiciones de trabajo, reduciendo tanto en la reducción de su capacidad de tratamiento, como en los costes de explotación y calidad del vertido final.

Esta circunstancia de vertidos industriales se da en el periodo que va desde el mes de agosto a noviembre aproximadamente, llegando incluso a quintuplicar los valores normales de la carga contaminante que entra a la depuradora.

Se procede a la elaboración del proyecto de implantación de la tecnología In-Pipe en la red de alcantarillado municipal. Para ello se lleva a cabo un estudio basado en el conocimiento de la planta de tratamiento, analíticas de años anteriores y red de alcantarillado. Tras este proceso de estudio se consideran tanto los puntos

kilogram of organic matter destroyed in the network without the need for energy results in a reduction of final sludge volume. In addition, the trophic nature of the bacterial culture helps to reduce sludge in the facultative digester. A lower quantity of solids in the influent and in the anaerobic digesters implies an increase in digestion time and a lower final production of bio-solids, which means that the transportation and elimination costs associated with these bio-solids are also lower.

### *Reduced energy consumption*

Reduction of the organic load, along with the enriching of the influent caused by the effects of biological pre-treatment, has a direct effect on energy saving. The demand for energy associated with aeration can be reduced by between 25% and 95%. In the same way, pumping from the sewer network can be reduced by between 5% and 15%. Reduction of final sludge brings with it a reduction in the consumption of the energy required to process it.

### *Increased plant capacity*

A reduction in the organic load of the influent enables a larger population equivalent to be accommodated because larger flows can be treated at existing plants.

### *Problem solving in the sewer network: fats, oils and grease (FOG). odour and corrosion control*

In-Pipe technology suppresses the population of sulphur reducing bacteria in the sewerage system. This reduces concentrations of hydrogen sulphide and sulphuric acid at source, which drastically reduces foul odours and corrosion in the sewer system and the WWTP itself. Fats, oils and grease are metabolised in the sewerage system itself, thereby reducing problems of maintenance, clogging and overflows.

## **Experiment in Villalba de los Barros (Badajoz)**

The wastewater generated in this population is of a domestic nature but the collectors also receive discharges from the wine and olive oil industries connected to the municipal sewer system during the relevant season. These discharges produce significant maladjustments at the municipal WWTP, owing to the increased pollutant load, for which the facility is not specifically designed.

Bearing in mind that the WWTP is designed for the treatment of a certain flow of wastewater with a given pollutant load, the increase of this load caused by industrial discharges adversely affects operating conditions and gives rise to a reduction in treatment capacity. It also affects operating costs and the quality of the final discharge from the plant. These industrial discharges occur from August to November, approximately, and can cause the pollutant loads of the WWTP influent to be up to five times greater.

A plan was drawn up for the implementation of In-Pipe technology in the municipal sewer network. A study was carried out based on knowledge of the WWTP, analyses carried out in previous years and knowledge of the sewerage network. Subsequent to the study, the key points for the installation of the dosing panels and the appropriate doses were identified. A total of seven dosing panels was considered appropriate to ensure greater coverage of wastewater and a longer wastewater retention time in the pipes prior to arrival at the WWTP.

claves para la instalación de los paneles dosificadores, como las dosificaciones adecuadas para cada uno de ellos.

En total se considera la instalación de siete paneles dosificadores que aseguraban la mayor cobertura de las aguas residuales, así como el mayor tiempo de retención de la misma en los colectores antes de llegar a la depuradora.

**Resultados**

Durante un año completo de tratamiento (de agosto de 2011 a julio de 2012) se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- En los colectores se ha producido un significativo cambio en la morfología del biofilm. Esto se ha podido comprobar mediante la inspección de los colectores con una cámara de inspección, en junio de 2012, que ha evidenciado la formación del biofilm así como la reducción de las grasas acumuladas en los colectores según grabación anterior realizada en enero de 2012.
- En las analíticas también se ha visto reflejada la mejoría ya que, en comparación histórica con el año anterior, todos los parámetros han visto reducida su incidencia en el influente en unos altos porcentajes.
- Los resultados objetivos en el influente a la EDAR en los períodos de agosto de 2010 a julio de 2011 (sin In-Pipe) y de agosto de 2011 a julio de 2012 (con In-Pipe) son los siguientes:

En las gráficas siguientes se representan los valores de la carga contaminante en el influente de los diferentes parámetros (DQO, DBO<sub>5</sub>, SS y NT) expresada en kg/mes, considerando años anteriores y el período de implantación de la tecnología In-Pipe desde agosto de 2011 (en rojo). Resulta apreciable la reducción de la carga contaminante presente en el vertido antes de su llegada a la planta de tratamiento, en especial la tendencia en comparación con años anteriores, con los correspondientes beneficios que ello conlleva y que se han analizado anteriormente.

**Results**

The following conclusions can be drawn after an entire year of treatment (from August 2011 to July 2012):

- There has been a significant change in the morphology of the biofilm in the pipes. This was confirmed through the inspection of the pipes using an inspection camera in June 2012, which provided evidence of the formation of the biofilm and a reduction in accumulated fats in the pipes compared to a previous recording carried out in January 2012.
- The analyses also reflected the improvement. A historical comparison with the previous year showed that the incidence of all parameters on the influent had been reduced by a high percentage.
- The objective results on the the influent to the WWTP in the periods of August 2010 to July 2011 (without In-Pipe) and August 2011 to July 2012 (with In-Pipe) are as follows:

INFLUENTE INFLUENT	Sin In-Pipe Without In-Pipe Ago '10 - Jul '11 Aug '10 - July '11	Con In-Pipe With In-Pipe Ago '11 - Jul '12 Aug '11 - July '12	Reducción Reduction
DQO / COD	714 mg/l	386 mg/l	46%
DBO <sub>5</sub> / BOD <sub>5</sub>	264 mg/l	154 mg/l	42%
SST / TSS	307 mg/l	184 mg/l	40%
NT / TN	44 mg/l	29 mg/l	34%

The following graphs show the values of the pollutant load of the influent for the different parameters (COD, BOD<sub>5</sub>, SS and TN), expressed in kg/month, both for previous years and the period of implementation of In-Pipe technology from August 2011 (in red). The reduction in the pollution load of the discharge prior to its arrival at the WWTP is appreciable, particularly in comparison with previous years, leading to the corresponding benefits previously outlined in this article.

Figuras 1, 2, 3 y 4  
Figures 1, 2, 3 and 4

