

## PRESENTACIÓN Y PROCESO



Cyclus ID es una entidad creada en el ámbito de la Investigación, Desarrollo e Innovación y más concretamente en la Ingeniería Medioambiental. Su objeto es ofrecer soluciones eficaces, integrales, durables y viables tanto en el punto de vista tecnológico que económico a problemas generados por vertidos de origen civil, industrial y agrario que implican un grave peligro para el medioambiente a través de la depuración de éstos.

La empresa nace en Morón de la Frontera, Sevilla, España, un equipo humano de técnicos especialistas en el tratamiento de aguas, con la finalidad de abordar el tratamiento de un efluente industrial que hasta la fecha nadie era capaz de darle una solución real y viable, las aguas procedentes del sector de la aceituna de mesa.

El proceso más eficiente que aplica Cyclus ID a estos tipos de efluentes y demás industriales es la electrocoagulación. Consiste en la desestabilización de los contaminantes suspendidos, emulsionados o disueltos en un medio acuoso introduciendo una corriente eléctrica en el medio. La corriente eléctrica proporciona la fuerza electromotriz para conducir las reacciones químicas. Cuando se conducen o se fuerzan las reacciones, los elementos o los compuestos se acercarán al estado más estable. Generalmente, este estado de estabilidad produce un sólido menos coloidal o emulsionado (o soluble) que el compuesto en los valores del equilibrio. El proceso de coagulación de la materia orgánica y en suspensión puede estar asegurado por iones provenientes generalmente del ánodo, ánodo de sacrificio. En particular se hace uso frecuente del hierro porque es compatible al medioambiente y en sí mismo es utilizado como coagulante. La reacción principal consiste en la generación de iones hierro al ánodo (reacción 1), que acomplejan la materia contaminante y los sólidos en suspensión (reacciones 2-3).



Mientras que ocurre esto, los contaminantes forman las entidades hidrofobias que precipitan y pueden ser quitadas fácilmente con técnicas secundarias de separación. Dicho de otra manera: la electrocoagulación utiliza la corriente directa para hacer que los iones del electrodo de sacrificio quiten los contaminantes indeseables por una sencilla reacción química de precipitación o haciendo que los materiales coloidales se unan para ser después quitados por la flotación electrolítica. Es de anotar que la segunda reacción no suele dar el efecto deseado de coagulación, visto que el hierro (II) dispone de propiedades coagulantes muy limitadas y que suele estar en solución a  $\text{pH} < 8$ , al contrario del hierro (III) quien está corrientemente utilizado como coagulante en la industria.

Después del paso del agua residual en el reactor electroquímico, el agua electrolizada está enviada a un separador de sólidos, flotador, seguido de una filtración con arena o anillo. Opcionalmente se puede proceder a una decantación de los coágulos formados. Es importante anotar que el proceso de electrocoagulación está predeterminado a la eliminación tanto de la contaminación orgánica como inorgánica.



Se suele obtener rendimientos de tratamiento hasta 70-85% y 95-99% respectivamente en DQO (demanda química en oxígeno) y compuestos bencénicos con un tiempo de residencia en el reactor electroquímico limitado a 1-3 min. Los compuestos bencénicos, fenoles y polifenoles, son responsables de la toxicidad de origen orgánica de las aguas residuales. Los rendimientos en eliminación de sólidos en suspensión y turbidez son mayores del 90% y los patógenos están destruidos a más del 99%. Dependiente de la contaminación del agua y de las características de la misma contaminación los rendimientos pueden ser aun mayores.

Después de este paso, la DQO orgánica restante está constituida de compuestos cadenas cortas dichas diácidos (C1-C5), inocuos y fácilmente asimilables por el tratamiento biológico.

Una innovación personal del departamento de I+D+i de Cyclus ID ha permitido favorecer la generación de especies oxidantes potentes, como el radical oxidrilo  $\text{OH}^\bullet$  (4), que destrazan la materia contaminante sin dejar rastro de contaminación (MO) según la reacción (5).



A continuación se consigue la mineralización de la contaminación (transformación en  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ ). Este estadio también se consigue con electrooxidación, aunque requiriendo más tiempo de retención. Es también de anotar que para llegar a una completa mineralización se precisa más tiempo de reacción (más coste energético), más factor de oxidación y homogenización en el medio de reacción, etc.

De todos modos, las aguas residuales son tratadas a aguas claras, limpias, inodoras y reutilizables. El proceso supera los clásicos tratamientos fisicoquímicos ya que reúne las características de esos y las de oxidación química (AOP - Advanced Oxidation processes) y electroquímica avanzada (AEOP - Advanced Electrochemical Oxidation Processes), dependiente de las reacciones aplicadas.