

Grupo de Investigación de Ingeniería Química en Eficiencia Energética y Medio Ambiente (IQEE&MA)

La actividad del grupo IQEE&MA se dirige al desarrollo de soluciones eficientes dentro del sector del agua, con objeto de mejorar la calidad y seguridad del agua potable o de consumo público. Dentro del área de conocimiento de la ingeniería química, la actividad investigadora que desarrolla el grupo IQEE&MA en el departamento, se centra en el estudio de tratamientos de aguas residuales, basados en el empleo de Procesos de Oxidación Avanzada (POAs) para la eliminación de los contaminantes refractarios y escasamente biodegradables, y de los contaminantes emergentes (fármacos), así como en el aprovechamiento de las aguas residuales para su reutilización.

La investigación se centra en el conocimiento de los mecanismos cinéticos de las reacciones de oxidación, basadas en la acción de los radicales hidroxilo. Ésta será la base de un diseño eficaz de equipos de oxidación, basados en el empleo de peróxido de hidrógeno y ozono como agentes oxidantes, y su combinación con la radiación ultravioleta UV, ondas de ultrasonidos US y sales de hierro. IQEE&MA se alinea con los Objetivos 6, 12, 7 y 9 de la Agenda 2030, de la UN, sobre el Desarrollo Sostenible (ODS), así como la Agenda Euskadi Basque Country 2030.

El programa de actividades se centra en las siguientes líneas de investigación:

- ✓ Desarrollo y aplicación de tecnologías amigables con el medioambiente para la eliminación de la contaminación en los sistemas hídricos.
- ✓ Procesos alternativos para el tratamiento de aguas contaminadas y aprovechamiento de efluentes industriales.
- ✓ Modelado de las rutas de degradación y optimización de las variables operacionales para la mitigación de contaminantes prioritarios en aguas residuales urbanas.
- ✓ Intensificación y eco-innovación en procesos de oxidación avanzada (POAs) para el consumo y gestión segura del agua potable.
- ✓ Desarrollo de técnicas de oxidación avanzada para la eliminación de contaminantes emergentes en agua.

Miembros del grupo

INVESTIGADOR PRINCIPAL	DEPARTAMENTO	CENTRO	CAMPUS
JOSE MARÍA LOMAS ESTEBAN	Ingeniería Química y del Medio Ambiente	Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz	ÁLAVA

INVESTIGADOR/A COLABORADOR/A	DEPARTAMENTO	CENTRO	CAMPUS
NATALIA VILLOTA SALAZAR	Ingeniería Química y del Medio Ambiente	Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz	ÁLAVA
LUIS MIGUEL CAMARERO ESTELA	Ingeniería Química y del Medio Ambiente	Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz	ÁLAVA
JOSE IGNACIO LOMBRAÑA ALONSO	Ingeniería Química	Facultad de Ciencia y Tecnología	BIZKAIA
ANA DE LUIS ÁLVAREZ	Ingeniería Química y del Medio Ambiente	Escuela de Ingeniería de Bilbao	BIZKAIA
AMAIA MENÉNDEZ RUIZ	Ingeniería Química y del Medio Ambiente	Escuela de Ingeniería de Bilbao	BIZKAIA



Miembros del Grupo IQEE&MA. De izquierda a derecha: Natalia Villota, Luis M. Camarero, Jose M. Lomas (Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz); Ana M. de Luis, Amaia Menéndez (Escuela de Ingeniería de Bilbao); J. Ignacio Lombraña (Facultad de Ciencia y Tecnología).

Equipamiento significativo

Sistemas de reacción:

- Reactor batch tipo tanque agitado ($\text{H}_2\text{O}_2/\text{Fe}^{2+}$)
- Reactor fotocatalítico ($\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$; $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}/\text{Fe}^{2+}$)
- Reactor sonoquímico ($\text{H}_2\text{O}_2/\text{US}$; $\text{H}_2\text{O}_2/\text{US}/\text{Fe}^{2+}$)
- Contactor de ozono (O_3 ; $\text{O}_3/\text{H}_2\text{O}_2$)

Equipos analíticos:

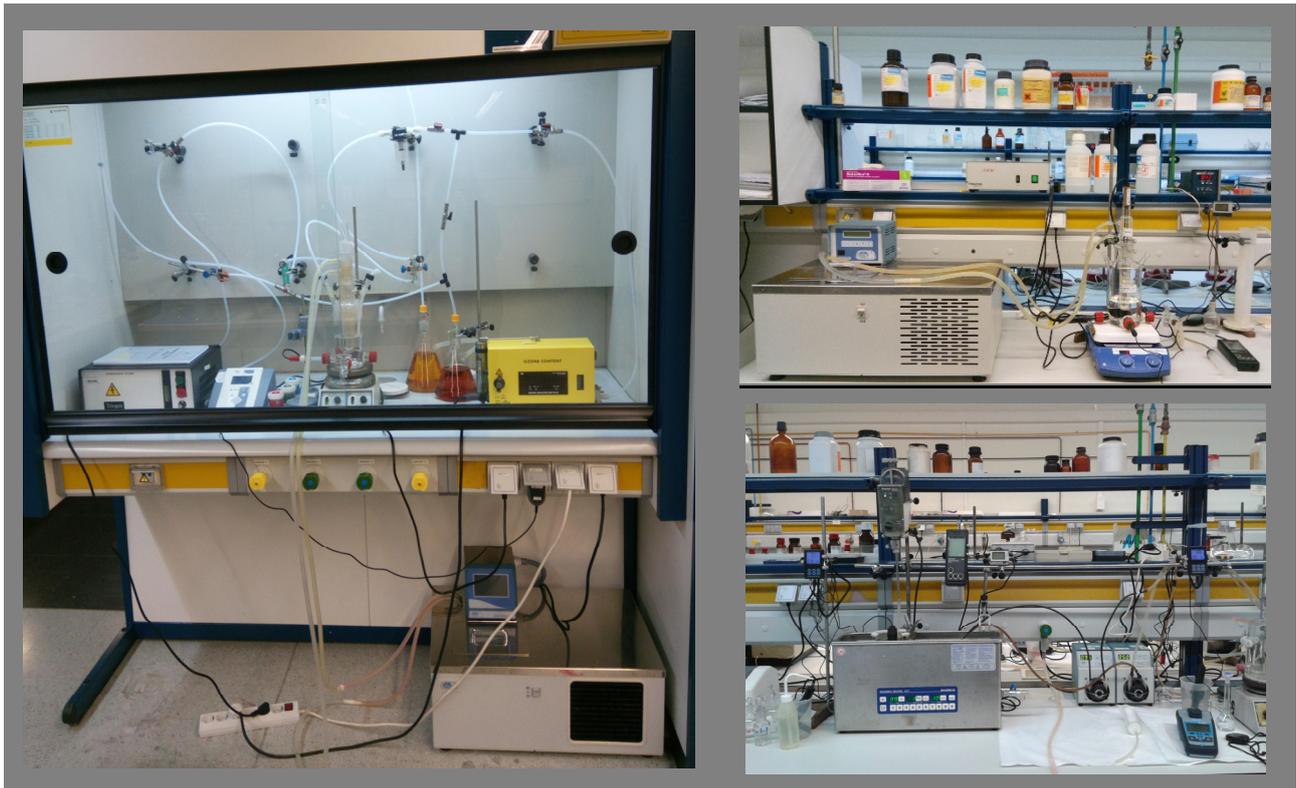
- Espectrofotómetro UV/Vis
- Cromatógrafo líquido de alta resolución (HPLC)
- Analizador de carbono orgánico total (TC/TOC/IC)
- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)
- Turbidímetro

Sondas de medida:

- pH y temperatura
- Sólidos suspendidos (TDS)
- Ozono líquido en disolución
- Oxígeno disuelto (OD)
- Potencial redox

Equipos de control:

- Baño termostático calorifugado



Sistemas de oxidación de aguas residuales empleando tecnologías de ozonización (contactor de ozono), luz ultravioleta (reactor fotocatalítico) y ondas de ultrasonidos (reactor sonoquímico). Laboratorios de Investigación y Proyectos del Departamento de Ingeniería Química y del Medio Ambiente de la Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz.

Proyectos relevantes desarrollados

Estudios medioambientales y de eficiencia energética (EMAEE)

Referencia: PIBA- GIU20/056

Entidad financiadora: Ayudas para apoyar las actividades de grupos de investigación del sistema universitario vasco. Departamento de Educación, Universidades e Investigación del Gobierno Vasco

Cantidad financiada: 25.000,00 €. Desde: 01/01/2021. Hasta: 31/12/2023

Control y eliminación de trihalometanos en las instalaciones de potabilización y en redes de distribución

Entidad financiadora: Convenio Marco de Colaboración entre la Universidad del País Vasco y el Consorcio de Aguas de Bilbao Bizkaia

Cantidad financiada: 311.764,00 €. Desde: 28/02/2019. Hasta: 30/12/2022

Nuevos gases dieléctricos para equipos de media tensión II

Código UPV/EHU: ELKARTEK19/53. Código externo: KK-2019/00017

Entidad financiadora: Elkartek-Programa de Ayudas a la Investigación Colaborativa en áreas estratégicas de Euskadi

Cantidad financiada: 93.336,00 €. Desde: 01/01/2019. Hasta: 31/12/2020

Nuevos gases dieléctricos para equipos de media tensión

Código UPV/EHU: ELKARTEK17/09. Código externo: KK-2017/00090

Entidad financiadora: Elkartek-Programa de Ayudas a la Investigación Colaborativa en áreas estratégicas de Euskadi

Cantidad financiada: 85.054 €. Desde: 01/01/2017. Hasta: 31/12/2018

Ingeniería química en eficiencia energética y medioambiente

Código UPV/EHU: PPGA19/63

Entidad financiadora: Ayuda a Grupos de investigación del sistema universitario vasco. Departamento de Educación, Universidades e Investigación del Gobierno Vasco

Cantidad financiada: 5.682,26 €. Desde: 01/01/2019. Hasta: 31/12/2019

Ingeniería química en eficiencia energética y medioambiente (IQEE&MA)

Código UPV/EHU: PPG17/53

Entidad financiadora: Ayudas Extraordinarias a Grupos de Investigación en la Universidad del País Vasco UPV/EHU. Gobierno Vasco- Departamento de Educación, Universidades e Investigación

Cantidad financiada: 17.500 €. Desde: 01/01/2017. Hasta: 31/12/2018

Ingeniería química en energía y medio ambiente

Código UPV/EHU: GIC15/136. Código externo: IT801-13

Entidad financiadora: Ayudas para apoyar las actividades de grupos de investigación del sistema universitario vasco. Departamento de Educación, Universidades e Investigación del Gobierno Vasco

Cantidad financiada: 45.230 €. Desde: 01/01/2013. Hasta: 31/12/2015

Ingeniería química en energía y medio ambiente

Código UPV/EHU: GIC10/108. Código externo: IT488-10

Entidad financiadora: Ayudas para apoyar las actividades de grupos de investigación del sistema universitario vasco. Departamento de Educación, Universidades e Investigación del Gobierno Vasco

Cantidad financiada: 102.000 €. Desde: 01/01/2010. Hasta: 31/12/2012

Optimización del rendimiento de los aerogeneradores de velocidad variable utilizando estrategias de control robusto

Código UPV/EHU: SAI09/129. Código externo: S-PE09UN12

Entidad financiadora: Convocatoria Saiotek 2009

Cantidad financiada: 16.724,27 €. Desde: 01/01/2009. Hasta: 30/06/2011

Aplicación de tecnologías sostenibles para la destrucción de colorantes y contaminantes biorrecalcitrantes en aguas residuales

Código UPV/EHU: CTP07/01. Código externo: CTP07-P08

Entidad financiadora: Comunidad de Trabajo de los Pirineos. Departamento de Educación, Universidades e Investigación del Gobierno Vasco

Cantidad financiada: 32.000 €. Desde: 01/01/2008. Hasta: 31/12/2009

Publicaciones relevantes

Ferreiro, C., Villota, N., Lombraña, J.I. *et al.* Removal of aniline and benzothiazole wastewaters using an efficient MnO₂/GAC catalyst in a photocatalytic fluidised bed reactor. *Materials*, 14(18):5207 (2021). doi: 10.3390/ma14185207.

Ferreiro, C., Sanz, J., Villota, N. *et al.* Kinetic modelling for concentration and toxicity changes during the oxidation of 4-chlorophenol by UV/H₂O₂. *Scientific Reports* 11, 15726 (2021). doi.org/10.1038/s41598-021-95083-7.

Ferreiro, C., de Luis, A., Villota, N. *et al.* Application of a combined adsorption–ozonation process for phenolic wastewater treatment in a continuous fixed-bed reactor. *Catalysts*, 11, 1014 (2021). doi.org/10.3390/catal11081014.

Villota, N., Ferreiro, C., Qulatein, H.A. *et al.* Turbidity changes during carbamazepine oxidation by photo-Fenton. *Catalysts*, 11, 894 (2021). doi.org/10.3390/catal11080894.

Villota, N., Ferreiro, C., Qulatein, H.A. *et al.* Colour Changes during the carbamazepine oxidation by photo-Fenton. *Catalysts*, 11, 386 (2021). doi.org/10.3390/catal11030386.

Ferreiro, C., Villota, N., de Luis, A. *et al.* Water reuse study from urban WWTPs via ultrafiltration and ozonation technologies: basis for resilient cities and agriculture. *Agronomy-Basel*, 11, 322 (2021). doi.org/10.3390/agronomy11020322.

Villota, N., Coralli, I., Lomas, J.M. Changes of dissolved oxygen in aqueous solutions of caffeine oxidized by photo-Fenton reagent. *Environmental Technology*, 42(4), 609-617 (2021). doi.org/10.1080/09593330.2019.1639830.

- Ferreiro, C., Villota, N., Lombrana, J.I. *et al.* Heterogeneous catalytic ozonation of aniline-contaminated waters: a three-phase modelling approach using TiO₂/GAC. *Water*, 12, 3448 (2020). doi.org/10.3390/w12123448.
- Ferreiro, C., Villota, N., de Luis, A. *et al.* Analysis of the effect of the operational variants in a combined adsorption-ozonation process with granular activated carbon for the treatment of phenol wastewater. *Reaction Chemistry & Engineering*, 5, 760–778 (2020). doi.org/10.1039/c9re00424f.
- Ferreiro, C., Villota, N., Lombrana, J.I. *et al.* Analysis of a hybrid suspended-supported photocatalytic reactor for the treatment of wastewater containing benzothiazole and aniline. *Water*, 11(2), 337 (2019). doi.org/10.3390/w11020337.
- Ferreiro, C., Villota, N., Lombrana, J.I. *et al.* An efficient catalytic process for the treatment of genotoxic aniline wastewater using a new granular activated carbon-supported titanium dioxide composite. *Journal of Cleaner Production*, 228, 1282–1295 (2019). doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.198.
- Villota, N., Lombrana, J.I., Cruz-Alcalde, A. *et al.* Kinetic study of colored species formation during paracetamol removal from water in a semicontinuous ozonation contactor. *Science of the Total Environment*, 649, 1434–1442 (2019). doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.08.417.
- Villota, N., Lomas, J.M., Camarero, L.M. Changes of turbidity during the oxidation of dihydroxylated benzenes by Fenton reagent and effect on dissolved oxygen. *Desalination and Water Treatment*, 127, 2-7 (2018). doi.org/10.5004/dwt.2018.22144.
- Villota, N., Lomas, J.M., Camarero, L.M. Kinetic modelling of water-color changes in a photo-Fenton system applied to oxidate paracetamol. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 356, 573-579 (2018). doi.org/10.1016/j.jphotochem.2018.01.040.
- Villota, N., Lomas, J.M., Camarero, L.M. Effect of ultrasonic waves on the water turbidity during the oxidation of phenol. Formation of (hydro)peroxo complexes. *Ultrasonics Sonochemistry*, 39, 439-445 (2018). doi.org/10.1016/j.ultsonch.2017.05.024.
- Villota, N., Lomas, J.M., Camarero, L.M. Effect of substituted hydroxyl groups in the changes of solution turbidity in the oxidation of aromatic contaminants. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(2), 1105-1112 (2017). Doi.org/10.1007/s11356-016-7245-5.
- Rodriguez, C., Lombrana, J.I., de Luis, A. *et al.* Oxidizing efficiency analysis of an ozonation process to degrade the dye rhodamine 6G. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 92(3), 674-683 (2017). doi.org/ 10.1002/jctb.5051.
- Villota, N., Lomas, J.M., Camarero, L.M. Study of the paracetamol degradation pathway that generates color and turbidity in oxidized wastewaters by photo-Fenton technology. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 329, 113-119 (2016). doi.org/10.1016/j.jphotochem.2016.06.024.
- Villota, N., Lomas, J.M., Camarero, L.M. *et al.* The role of iron species on the turbidity of oxidized phenol solutions in a photo-Fenton system. *Environmental Technology*, 36(13-16), 1855-1863 (2015). doi.org/10.1080/21622515.2015.1013573.
- Villota, N., Lomas, J.M., Camarero, L.M. *et al.* Changes of turbidity during the phenol oxidation by photo-Fenton treatment. *Environmental Science and Pollution Research*, 21(21), 12208-16 (2014). doi.org/10.1007/s11356-014-3017-2.
- Sanz, J., Lombrana, J.I., de Luis, A. Temperature-assisted UV/H₂O₂ oxidation of concentrated linear alkylbenzene sulphonate (LAS) solutions. *Chemical Engineering Journal*, 215, 533-541 (2013). doi.org/ 10.1016/j.cej.2012.09.133.
- de Luis, A. M., Lombrana, J. I., Menéndez, A. *et al.* Analysis of the toxicity of phenol solutions treated with H₂O₂/UV and H₂O₂/Fe oxidative systems. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 50, 1928–1937 (2011). doi.org/10.1021/ie101435u.
- Mijangos, F., Varona, F., Villota, N. Changes in solution color during phenol oxidation by Fenton reagent. *Environmental Science & Technology*, 40(17), 5538-43 (2006). doi.org/10.1021/es060866q.