



SOLMIDEFF



MINISTRY OF SCIENCE, INNOVATION AND UNIVERSITIES

National Programme of R+D+i focused on challenges of civil society

*SOLar Micro gas turbine-driven Desalination for
Environmental oFF-arid applications*

SOLMIDEFF (RTI2018-102196-B-I00)

180.290,00 €, 01/01/2019 – 31/12/2021

<https://institucional.us.es/solmideff/>

Resumen del Proyecto y Plan de Explotación

David Sánchez Martínez, Rafael González Almenara, Lourdes García
Rodríguez

30/09/2022

Documento público

RESUMEN DEL PROYECTO SOLMIDIFF

SOLMIDIFF es un proyecto multidisciplinar orientado al desarrollo conceptual y la demostración experimental de una tecnología innovadora para la producción de agua a pequeña escala en localizaciones remotas y sin acceso a la red, gracias a la integración con generadores basados en microturbinas de gas solares.

Las microturbinas de gas solares de 5 a 30 kWe han sido recientemente validadas en Europa (proyecto OMSoP FP7-ENERGY. ID: 308952.), confirmando el potencial de producir electricidad solar a 0,10-0,15 €/kWh y energía térmica a 250°C, permitiendo fácilmente la hibridación con combustibles líquidos o gaseosos para operación extendida (o incluso continua). Esto constituye una solución ideal y económica para el suministro de electricidad en comunidades necesitadas que no tienen acceso a electricidad ni a combustibles convencionales, dado que permite emplear un único generador con menores costes de operación y mantenimiento que otros sistemas combinados en el mercado. La desalación es también vital para el progreso de estas comunidades, tanto para el consumo humano como los usos agrícolas.

En este escenario, SOLMIDIFF presenta un grupo de investigación con experiencia en sistemas de producción de potencia (y experiencia directa en el desarrollo del demostrador de microturbina solar en Europa) y desalación, proponiendo la integración de una microturbina solar y una unidad de desalación en cola, compuesta por un sistema de ósmosis inversa alimentada con electricidad y una unidad de Vertido Cero (ZLD, Zero-Liquid-Discharge), alimentada con energía térmica. Ambos sistemas de cola incorporan innovaciones notables respecto de la tecnología actual. A través del proyecto se ha establecido colaboración con 8 empresas y un organismo de investigación.

En la unidad de ósmosis, que consume una fracción de la potencia producida por la turbina, una nueva configuración basada en la explotación de gradientes salinos permite reducir hasta un 20% el consumo específico de electricidad del proceso (en comparación con los sistemas convencionales). En la unidad ZLD, se ha demostrado la viabilidad de la concentración de efluentes acuosos (salmueras o aguas industriales) hasta la obtención de residuo seco en una cámara de borboteo específicamente diseñada para el proyecto.

Estas investigaciones continúan avanzando en su desarrollo tecnológico mediante los proyectos EERES4WATER, MONSIEUR, REMIND, NEXTMGT y SKILL-BILL, habiéndose identificado como principales mercados potenciales los sectores agrícola y minero en España, Latinoamérica, países mediterráneos, norte de África y Oriente Medio.

La siguiente figura muestra el diagrama conceptual de la tecnología SOLMIDIFF, que integra tres principales componentes descritos en la figura:

- A: Concentrador solar
- B: Receptor solar y microturbina de gas
- C: Subsistema de tratamiento de agua.

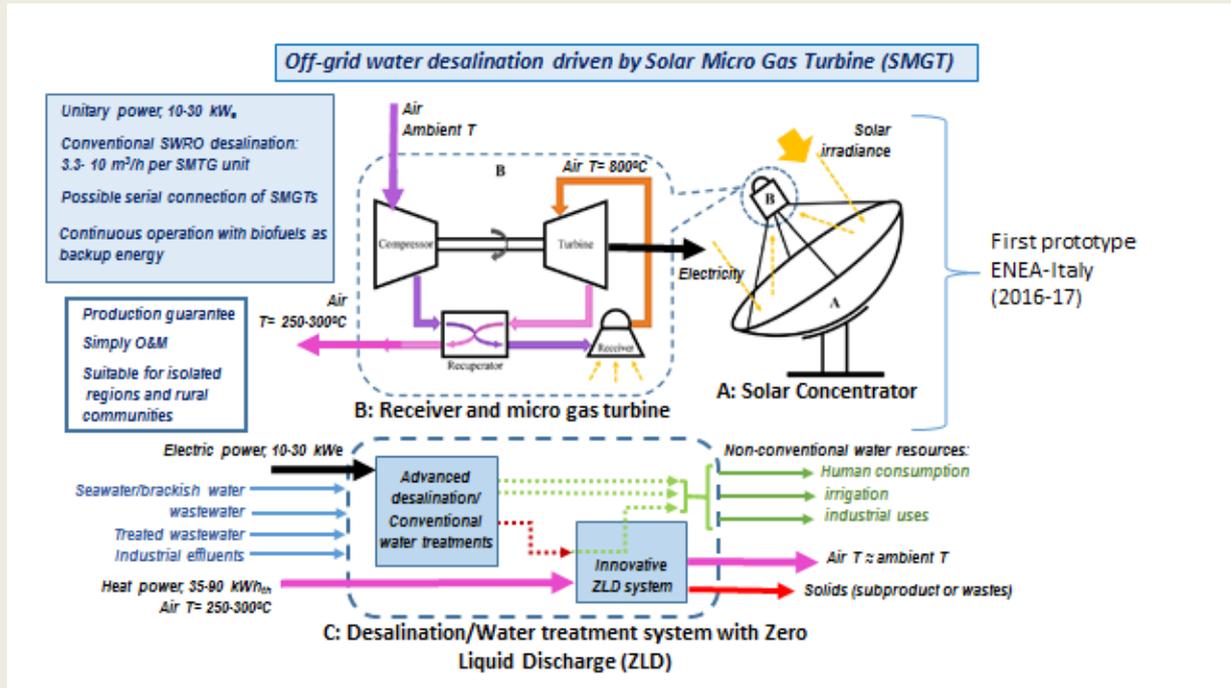


Diagrama conceptual de la tecnología SOLMIDIFF

1. AVANCE DEL CONOCIMIENTO DENTRO DE LA TEMÁTICA DEL PROYECTO QUE SUPONEN LOS RESULTADOS DEL PROYECTO

1. Evaluación comparativa de la desalación de agua de mar mediante microturbinas de gas solares realizada mediante ósmosis inversa (SWRO, SeaWater Reverse Osmosis) o mediante procesos con cambio de fase.

Se realizó esta comparación mostrándose la superioridad de la ósmosis inversa y justificándose así un uso alternativo de la energía térmica disponible en los gases de escape. Con tal finalidad, en el proyecto se realiza la prueba de concepto del proceso ZLD aprovechando estos gases de escape.

Los resultados del mencionado análisis comparativo pueden consultarse en el siguiente documento:

- **Artículo:** D. Sanchez, M. Rollan, L. Garcia-Rodriguez, G.S. Martinez, G.S., 2020, *Solar desalination based on micro gas turbines driven by parabolic dish collectors*, Journal of Engineering for Gas Turbines and Power (142) pp. 4045474, DOI: 10.1115/1.4045474

Por otra parte, en el proyecto SOLMIDIFF se desarrolló, según lo previsto, la prueba de concepto correspondiente al uso de los gases de escape para lograr el tratamiento de un efluente hasta alcanzar la descarga líquida nula.

2. Evaluación del estado actual de las tecnologías de desalación con energías renovables a pequeña escala.

En uno de los artículos publicados se recoge la identificación de buenas perspectivas de los sistemas de desalación alimentados mediante microturbinas de gas solar y propuesta de una de las configuraciones innovadoras del proyecto, esencial para adaptarse a la producción de potencia variable:

- **Artículo:** L. García-Rodríguez, A.M. Delgado-Torres, 2022, *Renewable Energy-Driven Desalination: New Trends and Future Prospects of Small Capacity Systems*, Processes (10) pp. 745. DOI: 10.3390/pr10040745

3. Estudio de otros ciclos que podrían aplicarse a la producción de agua y electricidad mediante microturbinas de gas solares:

- **Artículo:** R. González-Almenara, P.R. de Arriba, F. Crespi, D. Sánchez, A. Muñoz, T. Sánchez-Lencero, 2022, *Supercritical Carbon Dioxide Cycles for Concentrated Solar Power Plants: A Possible Alternative for Solar Desalination*, Processes (10) pp. 72. DOI: 10.3390/pr10010072.

4. Perspectivas del uso de microturbinas de gas en desalación y tratamiento de efluentes de actividades mineras. Tales aplicaciones proporcionan un excelente mercado potencial de la tecnología. En relación a este punto pueden consultarse los siguientes documentos:

- **Artículo:** B. Petit, E. Sánchez-carceller, J. Montes-Sánchez, R. González-Almenara, D., Sánchez, 2022, *Market Opportunities of Water Treatments Powered by Solar Micro Gas Turbines: Chile and Ecuador Case Studies*, Processes (10) pp. 556. DOI: 10.3390/pr10030556.
- **Artículo:** J. Montes-Sánchez, B. De Weert, B. Petit, L. García-Rodríguez, D. Sánchez, 2021, *Potential of micro gas turbines to provide renewable heat and power in off-grid applications for desalination and industrial wastewater treatment*, Proceedings of the ASME Turbo Expo, Junio 2021, Virtual. DOI: 10.1115/GT2021-60253.

El primero de ambos artículos está apoyado por la constatación experimental de que el sistema diseñado es capaz de lograr el vertido líquido nulo, habiéndose verificado la obtención de residuo seco.

5. Herramienta integrada de simulación del sistema SOLMIDIFF acoplando la microturbina de gas solar, el sistema de desalación y el sistema ZLD, que incluye el modelado de la operación a carga parcial de todos los componentes del sistema.

- **Artículo (enviado):** R. Gonzalez-Almenara, L. García-Rodríguez, A. Munoz, T. Sánchez, D. Sánchez, 2022, *Modelling of an Innovative Desalination System Driven by a Solar Micro Gas Turbine for Off-Grid Applications*.

6. Evaluación de una de las configuraciones propuestas para desalación de agua de mar con datos reales de recursos solares de las instalaciones del Instituto Tecnológico de Canarias.

- **Artículo (enviado):** S. Suárez-García, L. García-Rodríguez, D. Sánchez, 2022, *Preliminary Design of a Seawater Desalination System Driven by Solar Micro Gas Turbines Based on a Gradual-Capacity Membrane Rack*.

2. CONTRIBUCIÓN DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO A LOS RETOS DE LA SOCIEDAD

El proyecto SOLMIDIFF se asoció al reto 5, aunque contribuye a dos de los retos de la sociedad según se describe a continuación:

Reto 5. Cambio climático y utilización de recursos naturales y materias primas

- **Se evita la contribución al cambio climático asociado a la producción de electricidad, agua y energía térmica mediante combustibles fósiles.** Además, en la tecnología SOLMIDIFF, el uso de los gases de escape en el tratamiento de efluentes evita el correspondiente calentamiento del ambiente (energía térmica no utilizada). Efectivamente, de otro modo, la liberación del aire ambiente a la salida de la turbina con temperaturas superiores a 200°C tendrá efectos nocivos sobre el ambiente tanto a escala global como a escala local.
- **La tecnología SOLMIDIFF para desalación y tratamiento de aguas industriales o agrícolas protege el medioambiente de la sobreexplotación de recursos hídricos.** La tecnología SOLMIDIFF es capaz de generar recursos de agua no convencionales:
 - agua potable a partir de agua de mar.
 - agua potable a partir de agua de pozos salobres o de río.
 - agua para reutilización en riego a partir de determinados efluentes procedentes de industria agroalimentaria.
 - agua para reutilización industrial procedentes de tratamiento de efluentes industriales en general.

Todos estos tratamientos se realizan sin daño al medioambiente. Esto se debe al uso de energía solar (o biocombustibles si se requiere operación nocturna) y a evitarse los vertidos gracias al proceso de descarga líquida nula (ZLD) alimentado con la potencia térmica asociada a los gases de escape de la turbina.

- **La tecnología SOLMIDIFF puede utilizarse para proteger el medioambiente de efluentes que no puedan tener un uso posterior.** En efecto, mediante un diseño y uso adecuado de la evaporación mediante los gases de escape se logra un residuo sólido, más sencillo y económico de trasladar a vertedero que el efluente líquido.
- **La tecnología SOLMIDIFF permite el desarrollo de actividades agrícolas y mineras que abastezcan de forma más sostenible las necesidades humanas de alimentos y materias primas.** Estas son las aplicaciones de mayor impacto socioeconómico identificadas en el proyecto:

- En el caso de actividades agrícolas, la desalación genera agua de riego a partir de agua salada y el proceso ZLD permite el tratamiento del concentrado o de efluentes de procesos de manufactura de los productos agrícolas.
- En el caso de aplicaciones minera, la tecnología SOLMIDIFF permite maximizar el reuso y utilizar el proceso ZLD para evitar el vertido de efluentes al medioambiente.

Reto 3. Energía segura, eficiente y limpia

- **Energía segura** dado que la microturbina de gas solar puede operar tanto alimentada por la radiación solar directa como en ausencia de ella, utilizando biocombustibles e incluso hidrógeno.
- **Energía eficiente** dado que puede operar con mayor rendimiento energético que otros sistemas solares de pequeña escala como los sistemas solares de destilación por membranas o los sistemas de desalación alimentados por campos fotovoltaicos.
- **Energía limpia** porque opera con aire ambiente como fluido de trabajo sin necesidad de utilizar ningún combustible fósil. Además, los gases de escape calientes no se vierten al ambiente, sino que se utilizan íntegramente en tratamiento de efluentes. Estos efluentes pueden ser el concentrado de un proceso de desalación de agua de mar o agua salobre o bien efluentes de procesos industriales.

3. IMPACTO SOCIO-ECONÓMICO DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO

El impacto socioeconómico ha sido planificado y se ha estado promoviendo a lo largo de todo el proyecto, tanto participando en congresos internacionales y publicaciones en acceso abierto, como a través de colaboraciones y reuniones con diversas empresas según se describe en el apartado 6. Además, se realizó una acción de difusión específica del proyecto enviando el resumen del proyecto y sus publicaciones a investigadores relacionados con la temática del mismo.

Artículos especialmente focalizados en identificar los mercados de mayor impacto socioeconómico para el proyecto:

- B. Petit, E. Sánchez-Carceller, J. Montes-Sánchez, R. González-Almenara, D. Sánchez, 2022, *Market Opportunities of Water Treatments Powered by Solar Micro Gas Turbines: Chile and Ecuador Case Studies*, Processes (10) pp. 556. DOI: 10.3390/pr10030556

- J. Montes-Sánchez, B De Weert, B. Petit, L. García-Rodríguez, D. Sánchez, 2021, *Potential of micro gas turbines to provide renewable heat and power in off-grid applications for desalination and industrial wastewater treatment*, Proceedings of the ASME Turbo Expo, Junio 2021. DOI: 10.1115/GT2021-60253.

Listado completo de la participación en congresos agradecidos a SOLMIDIFF:

- J. Montes-Sánchez, B De Weert, B. Petit, L. García-Rodríguez, D. Sánchez, 2021, *Potential of micro gas turbines to provide renewable heat and power in off-grid applications for desalination and industrial wastewater treatment*, Proceedings of the ASME Turbo Expo, Junio 2021. DOI: 10.1115/GT2021-60253
- R. González-Almenara, J. Montes-Sánchez, D. Sánchez, L. García-Rodríguez, 2022, *Experimental evaluation of a low-cost zero liquid discharge system driven by a micro gas turbine*, International congress "Desalination for the environment: Clean Water and Energy", European Desalination Society. Junio 2022, Las Palmas de Gran Canaria.
- L. García-Rodríguez, D. Sánchez, R. González-Almenara, Á. Silván-Zafra, A. Muñoz-Blanco, G. S. Martínez, J. Montes-Sánchez, 2022, *Innovative solar thermal-driven desalination systems based on solar micro gas turbines: SOLMIDIFF Project*, International congress "Desalination for the environment: Clean Water and Energy", European Desalination Society, Junio 2022, Las Palmas de Gran Canaria.
- B. Petit, B. De Weert, J. Montes-Sánchez, R. González-Almenara, L. García-Rodríguez, D. Sánchez, 2021, *Techno-Economic Comparison Of Water Treatment For The Mining Industry Powered By Solar Micro Gas Turbines, Photovoltaic and Wind Systems*, XI International Symposium On Environmental Engineering - SIDISA 2021 Junio-Julio 2021m Turín.

Proyectos que han continuado el desarrollo de la tecnología SOLMIDIFF tras la conclusión del proyecto:

- **EERES4WATER-** "Promoting Energy-Water Nexus resource efficiency through Renewable Energy and Energy Efficiency". **European Regional Development fund INTERREG-Atlantic Area**, Second Call, Priority 2. Financiación: 3.130.993,08€ (Universidad de Sevilla). Coordinador: Germán López-Lara (Corporación Tecnológica de Andalucía). IP Universidad de Sevilla: L. García Rodríguez.
- **REMIND-** "Renewable energies for water treatment and reuse in mining industries". **European Commission** (H2020-MSCA-RISE-2017). *Grant Agreement: 823948*. (01/11/2018- 31/10/2022) Financiación: 1.329.400,00 € (Universidad de Sevilla . Coordinador: Univ. Calabria, Italy. **IP Univ. Sevilla: David Sánchez;**

- **NextMGT-** “*Next Generation of Micro Gas Turbines for High Efficiency, Low Emissions and Fuel Flexibility*”, **European Commission** (H2020-EU.1.3.1. **H2020-MSCA-ITN-2019 Innovative Training Networks, Grant Agreement 861079**). Funding: 501.809,76€ (total project 4.080.240€) (01/2020-12/2023). Coordinator: City University of London, United Kingdom. **PI Univ. Seville: David Sánchez.**
- **MONSIEUR** - “*Sistema autónomo combinado para generación eléctrica y desalación solar con vertido líquido nulo*”, **Convocatoria de proyectos PAIDI 2020, Junta de Andalucía**. Financiación: 115.782,00 €. **Coordinador: D. Sánchez Martínez (Universidad de Sevilla).**

Transferencia a empresas – véase también apartado 6 :-

El proyecto planificó la correspondiente transferencia a empresas específicas. Ya se ha establecido colaboración con diversas empresas españolas y se tiene financiación para realizar la transferencia a otras empresas extranjeras mediante estancias del equipo de SOLMIDIFF, según se describe en el apartado 6.

Transferencia académica:

La tecnología SOLMIDIFF formará parte de los contenidos impartidos en el Máster en Energías Renovables que se impartirá de manera coordinada por cuatro universidades europeas dentro del proyecto SKILL BILL financiado por el Programa Horizonte Europa de la Unión Europea. Según consta en la memoria de dicho proyecto (Gran Agreement): *USE will setup a laboratory with specific rigs for the utilization of biofuels in micro gas turbines and reciprocating engines, and for the analysis of solutions for integrated water-energy production:*

- **Universidades españolas:** Universidad de Sevilla
- **Empresas extranjeras:** Universidad de Tuscia (Italia), Universidad de Utrecht (Países Bajos), Universidad Metropolia (Finlandia)

En este proyecto, el mencionado máster se impartirá de manera coordinada, empleando tecnología de realidad aumentada para la capacitación de los alumnos.

4. IMPACTO NO PREVISTO DERIVADO DEL PROYECTO

Tras la conclusión del proyecto, el desarrollo tecnológico del proyecto SOOMIDIFF ha continuado en el marco de los siguientes proyectos:

- **EERES4WATER-** *"Promoting Energy-Water Nexus resource efficiency through Renewable Energy and Energy Efficiency"*. **European Regional Development fund INTERREG-Atlantic Area**, Second Call, Priority 2. Financiación: 2.348.244,81 € (Universidad de Sevilla 175.000,00 €). Coordinador: Germán López-Lara (Corporación Tecnológica de Andalucía). IP Universidad de Sevilla: L. García-Rodríguez.
- **REMIND-** *"Renewable energies for water treatment and reuse in mining industries"*. **European Commission** (H2020-MSCA-RISE-2017). Grant Agreement: 823948. (01/11/2018- 31/10/2022). Financiación: 1.329.400,00 € (Universidad de Sevilla 230.000,00 €). Coordinador: Universidad de Calabria, Italia. IP Universidad de Sevilla: D. Sánchez Martínez.
- **NextMGT-** *"Next Generation of Micro Gas Turbines for High Efficiency, Low Emissions and Fuel Flexibility"*, **European Commission** (H2020-EU.1.3.1. **H2020-MSCA-ITN-2019 Innovative Training Networks**, Grant Agreement 861079). Financiación: 4.080.240 € (Universidad de Sevilla 501.809,76 €) (01/2020-12/2023). Coordinador: City University of London, Reino Unido. IP Universidad de Sevilla: D. Sánchez Martínez.
- **MONSIEUR** - *"Sistema autónomo combinado para generación eléctrica y desalación solar con vertido líquido nulo"*, Convocatoria de proyectos PAIDI 2020, Junta de Andalucía. Financiación: 115.782,00 €. Coordinador: D. Sánchez Martínez (Universidad de Sevilla).

Además, se ha elaborado una propuesta de proyecto (Call: HORIZON-MSCA-2022-DN-01-01) que ofrecería la oportunidad de realizar dos tesis futuras, cuyos objetivos describen a continuación. Respecto al sistema ZLD se diseñará e implementará una cámara de recuperación energética con el objetivo de multiplicar por 5 la eficiencia energética del sistema ZLD de SOLMIDIFF. Además, se seguirá avanzando en configuraciones de desalación basadas en ósmosis inversa con flujos a contracorriente y en el concepto integrado de SOLMIDIFF: Sistema ZLD+ desalación alimentado por microturbina de gas solar.

5. SECTOR DE IMPACTO DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO

Dado el carácter tecnológico del proyecto, **es el sector industrial** el mayor beneficiado de los resultados explotables del proyecto según se describe en el apartado 6.

En segundo lugar cabe citar el impacto en **la comunidad científica**, que se concreta en las siete publicaciones elaboradas (ver apartado 1), en la participación en congresos internacionales (ver apartado 3), en los 4 proyectos que están continuado el desarrollo y el impacto de la tecnología SOLMIDIFF citados en el apartado 3 y en una propuesta en evaluación (Call: HORIZON-MSCA-2022-DN-01-01) que ofrecería la oportunidad de realizar dos tesis futuras en relación a la tecnología ZLD y la tecnología global SOLMIDIFF.

Además, a través del proyecto SKILL BILL mencionado anteriormente, se considera que el impacto de SOLMIDIFF sobre **el sector académico universitario** será muy importante. Debe destacarse que el formato del Máster (coordinador a nivel internacional por varias universidades, con movilidad de los docentes, uso de tecnologías de realidad aumentada, contenidos específicos definidos en colaboración con grupos de interés no tiene actualmente parangón en el ámbito europeo.

Finalmente, **el público general** tiene acceso a las publicaciones y otros documentos del proyecto, noticias y proyectos relacionados a través de la web del proyecto, Facebook y Twitter.

6. TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO

Los siguientes desarrollos del proyecto ya están teniendo una valorización y transferencia de conocimiento:

1. Transferencia sobre microturbina de gas solar para la producción de agua y electricidad.

- 1.1. Transferencia realizada al Instituto Tecnológico de Canarias (ITC):
Cronológicamente, esta ha sido la primera transferencia de conocimiento realizada sobre el proyecto SOLMIDIFF. Se realizó al ITC en el marco de la preparación de una propuesta de proyecto a través de la cual se pretendía implementar el primer prototipo completo de la tecnología SOLMIDIFF en las instalaciones experimentales del ITC en Pozo Izquierdo, Gran Canaria. Fue analizada la tecnología SOLMIDIFF de forma conjunta datos experimentales solares de Pozo Izquierdo para realizar una valoración anual de su operación. Los resultados se recogen en un artículo científico enviado (S. Suárez, L. García-Rodríguez y D. Sánchez. *Preliminary Design of a Seawater Desalination System Driven by Solar Micro Gas Turbines Based on a Gradual-Capacity Membrane Rack*). En este artículo se utiliza un diseño de sistema de desalación con una

configuración avanzada propuesta en el marco del proyecto SOLMIDIFF, expuesta en uno de los artículos del proyecto, el artículo invitado García-Rodríguez y Delgado-Torres, Processes (2022). *Renewable Energy-Driven Desalination: New Trends and Future Prospects of Small Capacity Systems*, Processes (10) pp. 745. DOI: 10.3390/pr10040745

- 1.2. Transferencia realizada una empresa española del sector del agua: Esta empresa ha visitado el laboratorio del proyecto SOLMIDIFF y ha identificado numerosas sinergias con especial interés en el tratamiento de aguas de minería mediante calor de proceso. En estas aplicaciones, la singularidad de la tecnología SOLMIDIFF se fundamenta en la posibilidad de realizar la descarga líquida nula, esencial para la protección medioambiental en zonas mineras. Por otra parte, ha estado colaborando en la elaboración del estado actual de la tecnología ZLD. Por otra parte, ha sugerido la incorporación a la tecnología SOLMIDIFF en tratamiento de aguas industriales el proceso de ósmosis directa. Este tema, que no estaba inicialmente previsto en el proyecto se ha iniciado su desarrollo a través del Trabajo Fin de Máster de una alumna de la Universidad de Sevilla.
- 1.3. Futura transferencia a las empresas extranjeras ABB Chile y RINA: Una vez identificadas las buenas perspectivas comerciales de la tecnología SOLMIDIFF el tratamiento de efluentes industriales se realizó un análisis específico de diversas localizaciones mineras en Chile y Ecuador. Una vez concluido SOLMIDIFF esta tecnología seguirá desarrollándose en el marco del proyecto REMIND (MSCA-RISE, Grant agreement 823948) en el que participa el equipo de SOLMIDIFF. En particular, la tecnología se transferirá a dos de las empresas participantes en dicho proyecto. Personal de ambas empresas realizarán una estancia de 1 mes en la Universidad de Sevilla con el equipo de investigadores de SOLMIDIFF.
- 1.4. Colaboración en el área de microturbinas de gas con el consorcio del proyecto NextMGT, donde diversas empresas y entidades privadas participan como asociados. El proyecto se titula “*Next Generation Micro Gas Turbines for High Efficiency, Low Emissions and Fuel Flexibility*” y pertenece al programa de acciones Marie Skłodowska-Curie MSCA-ITN (H2020). En este proyecto, los principales objetivos de la Universidad de Sevilla son el estudio del uso de hidrógeno verde como combustible en microturbinas de gas con sistemas de almacenamiento P2P y la evaluación de las estrategias de industrialización de microturbinas de gas de nueva generación.
- 1.5. Colaboración con dos empresas del sector de microturbinas de gas y destilación por membranas: Se han mantenido contactos con estas empresas para la instalación de un sistema piloto formado por microturbina de gas y unidad de desalación térmica mediante desalación por membrana. Se trata de una variante de SOLMIDIFF que

pretende incrementar la producción eléctrica y aprovechar la energía térmica residual para la producción de agua de gran calidad.

2. Transferencia sobre el sistema de descarga líquida nula (ZLD).

- 2.1. Transferencia realizada una empresa española: El grupo de investigadores de la Universidad de Sevilla ha transferido su conocimiento a través de una plataforma de transferencia denominada SIEW, financiada por el proyecto EERES4WATER (<https://www.eeres4water.eu/eeres4water-provides-3-services-on-innovative-energy-and-water-tech/>). A través de este servicio ofreció su conocimiento desarrollado en el proyecto SOLOMIDIFF en relación al sistema ZLD.
- 2.2. Transferencia en curso a una segunda empresa española: Tras la conclusión del proyecto SOLMIDIFF, ha sido concedida a la Universidad de Sevilla una solicitud de presupuesto extraordinario en el marco del proyecto EERES4WATER para continuar el desarrollo de los sistemas ZLD sostenibles. Esta solicitud fue motivada por una solicitud formulada oficialmente por una de las empresas implicadas en el citado proyecto. Su interés no sólo se centra en el tratamiento de concentrado de los procesos de desalación sino también en el tratamiento de efluentes industriales. El nuevo sistema consiste en el concepto de subsistema ZLD de SOLMIDIFF pero esta vez alimentado directamente mediante un captador solar Fresnel. Un segundo prototipo mejorado del subsistema ZLD (fabricado por la empresa Cutmesur) ya ha sido instalado en la Universidad de Sevilla financiado con presupuesto extraordinario del proyecto EERES4WATER junto con la instalación de un captador lineal Fresnel fabricado por la empresa valenciana SOLATOM.
- 2.3. Futura transferencia a una empresa sevillana: Tras reunión mantenida con una empresa centrada en el bombeo de agua en el sector agrícola y ganadero mediante energía solar fotovoltaica, se ha acordado acudir a convocatorias de proyectos para desarrollar conjuntamente tratamiento de efluentes industriales mediante la tecnología ZLD de SOLMIDIFF. En particular, en el sector ganadero tienen interés tanto lograr el residuo seco para minimizar la presencia de agua y reducir el coste de su transporte (residuo) a los centros de aprovechamiento o tratamiento de residuos.
- 2.4. Futura transferencia a las empresas extranjeras Deltapore y Circular Water Technologies: Se ha identificado un gran campo de interés para el tratamiento de concentrados de procesos de desalación en el caso concreto de sistemas de destilación por membras. Todos los procesos de desalación de agua basados en evaporación necesitan la descarga de un caudal muy superior al de producto con temperatura superior a la del agua de mar. Este problema en el caso de Canarias se ha estudiado conjuntamente con el Instituto Tecnológico de Canarias, con gran experiencia en el

proceso de destilación por membranas. Dada la normativa que limita la temperatura de descarga a 3°C sobre la temperatura del mar, el proceso ZLD de SOLMIDIFF cobra especial relevancia en promover la implementación de sistemas de destilación por membranas en España. El interés de este proceso es fundamentalmente la alta calidad del agua destilada producida, apta para aplicaciones industriales con mayores exigencias de calidad del agua tales como producción de hidrógeno, industria farmacéutica, industria de semiconductores o la producción de potencia solar o convencional basada en turbina de vapor. La empresa que comercializa el sistema de destilación por membranas de mayor eficiencia en el mundo en la actualidad, ha contactado en el investigador principal con el objetivo de establecer colaboraciones en el proceso de destilación por membrana. Adicionalmente la Universidad de Sevilla va a colaborar con otro fabricante de membranas en el marco de la participación conjunta en el proyecto REMIND, MSCA-RISE, Grant agreement 823948. Con tal finalidad tres investigadores de la Universidad de Sevilla realizarán una estancia de 1 mes cada uno de ellos en las oficinas de la empresa y realizarán la correspondiente transferencia de conocimiento.

3. Configuraciones basadas en ósmosis inversa con circulación de dos flujos a contracorriente y otras configuraciones innovadoras.

El grupo de investigadores de la Universidad de Sevilla ha transferido su conocimiento a través de una plataforma de transferencia denominada SIEW, financiada por el proyecto EERES4WATER (<https://www.eeres4water.eu/eeres4water-provides-3-services-on-innovative-energy-and-water-tech/>). A través de este servicio ofreció su conocimiento desarrollado en el proyecto SOLOMIDIFF en relación a configuraciones innovadoras para sistemas de ósmosis inversa.

4. Valorización del proyecto SOLMIDIFF globalmente. El conocimiento del equipo de la Universidad de Sevilla en el concepto SOLMIDIFF ha permitido la creación de consorcios o su participación en consorcios con común interés en temáticas con gran sinergia. En particular, 4 han sido las propuestas directamente relacionadas con SOLMIDIFF con coordinador o investigador principal del equipo del proyecto. Una de ellas se encuentra actualmente en evaluación y dos de ellas fueron concedidas. Ambos logros se describen a continuación.

4.1. Participación en el proyecto NextMGT

Objetivos: Los principales objetivos de la Universidad de Sevilla, son el estudio del uso de hidrógeno verde como combustible en microturbinas de gas y la evaluación de las perspectivas comerciales de la nueva generación de microturbinas de gas.

Programa: Acciones Marie Skłodowska-Curie, Horizonte 2020 (MSCA-ITN (H2020))

Temática: formación de personal investigador en áreas clave de microturbinas de gas, tanto desde el punto de vista de sistema como de componentes e industrialización

Socios: City University of London, Universidad de Génova, Instituto Paul Scherrer, Universidad Católica de Lovaina, Universidad de Stavanger, Universidad Aristóteles de Tesalónica

Países: España, Reino Unido, Italia, Suiza, Noruega, Bélgica, Grecia

Financiación recibida: 4.080.240 € (Universidad de Sevilla: 501.809,76 €)

4.2. Desarrollo del proyecto MONSIEUR

Objetivo: Caracterización experimental del comportamiento dinámico de la microturbina de gas y el sistema de ósmosis inversa en el contexto de la tecnología SOLMIDIFF.

Título: “*Sistema autónomo combinado para generación eléctrica y desalación solar con vertido líquido nulo*”,

Financiación: Convocatoria de proyectos PAIDI 2020, Junta de Andalucía. Financiación: 115.782,00 €.

Investigador principal: D. Sánchez Martínez (Universidad de Sevilla).