

HACIA UN TRATAMIENTO
INTEGRAL E INTELIGENTE
DE LA RADIACTIVIDAD
NATURAL EN LOS SERVICIOS
DE ABASTECIMIENTO DE
AGUA

TOWARDS A SMART &
INTEGRAL TREATMENT OF
NATURAL RADIOACTIVITY IN
WATER PROVISION SERVICES

LIFE ALCHEMIA
LAYMAN'S
REPORT



LIFE ALCHEMIA

LAYMAN'S REPORT



LIFE ALCHEMIA es un proyecto co-financiado por la Comisión Europea a través del Programa LIFE+ (LIFE16 ENV/ES/000437)

LIFE ALCHEMIA is a project co-financed by the European Commission through the LIFE + program (LIFE16 ENV/ES/000437)

Duración
Duration

02/10/2017
30/09/2021

Presupuesto total
Total budget

1,523,450 €

Contribución UE
EU Contribution

803,960 €

Coordinador del proyecto Project coordinator

Marta Gómez Rincón

margom@cartif.es

CARTIF

Parque Tecnológico de Boecillo, p205

47151 Boecillo, Valladolid

España (Spain)

www.cartif.es



www.lifealchemy.eu



Socios Partners



(coordinador / coordinator)



¿Por qué LIFE ALCHEMIA?

Problema medioambiental

Uno de los actuales desafíos del agua para el consumo humano es la **presencia de radiactividad** de origen **natural en las aguas subterráneas**. El agua subterránea es una de las fuentes de agua potable más importantes, pero puede contener muchos componentes naturales como hierro, manganeso, amonio, cloruros, etc. además de radionucleidos como radón, radio y uranio, entre otros.

En muchos países Europeos como Estonia, Italia, Suecia, Portugal o España, entre otros, las concentraciones de los parámetros radiológicos en el agua subterránea procedente de acuíferos que se utilizan como una fuente de agua para el consumo humano, superan los valores paramétricos establecidos por la legislación para la calidad del agua potable.

En España, el 80% de las captaciones proceden de agua subterránea, siendo Almería una de las provincias españolas con más concentración de radionucleidos en las aguas subterráneas.

En el Norte de Estonia, las aguas subterráneas presentan un alto contenido en radionucleidos, dando lugar a valores de radiactividad en las aguas potables por encima de los límites establecidos por legislación.

Entre las tecnologías actuales más empleadas y comunes para resolver este problema medioambiental, está la ósmosis inversa, pero la elevada huella de carbono y los altos volúmenes de rechazo que genera este proceso, hace que sea necesario emplear nuevas tecnologías de eliminación de radionucleidos más rentables y sostenibles medioambientalmente.

LIFE ALCHEMIA, nace como fruto de la colaboración entre varias entidades ubicadas en zonas que deben enfrentarse a este problema medioambiental, como son la provincia de Almería y el municipio de Viimsi (Estonia), proponiendo como **solución sistemas basados en lechos filtrantes**, más respetuosos con el medioambiente, para la eliminación de radionucleidos en agua.

Why LIFE ALCHEMIA?

Environmental problem

One of the current challenges of water for human consumption is the **presence of naturally occurring radioactivity in groundwater**. Groundwater is one of the most important sources for drinking water, but it can contain many natural components such as iron, manganese, ammonium, chlorides, etc. in addition to radionuclides such as radon, radium and uranium, among others.

In many European countries like Estonia, Italy, Sweden, Portugal or Spain, among others, the concentrations of radiological parameters in groundwater from aquifers that are used as a source of water for human consumption exceed the parametric values established by legislation for the quality of drinking water.

In Spain, 80% of the catchments come from groundwater, Almería being one of the Spanish provinces with the highest concentration of radionuclides in groundwater.

In Northern Estonia, groundwater has high radionuclide content, leading to radioactivity values in drinking water that exceed the limits established by legislation.

Reverse osmosis is among the most widely used and common current technologies to solve this environmental problem, but the high carbon footprint and the high reject volumes generated by this process makes it necessary to use new technologies to remove radionuclides in water, more profitable and environmentally sustainable.

LIFE ALCHEMIA was born as a result of collaboration between several entities located in areas that must face the problem of natural radioactivity in water, such as the province of Almería in Spain and the municipality of Viimsi in Estonia, proposing as a **solution systems based on filter beds** more sustainable and environmentally friendly for the elimination of radionuclides in water.



¿Qué es la radiactividad natural?

Los radionucleidos o isótopos radioactivos están presentes de forma natural en las rocas de la corteza terrestre. El contenido de estos radionucleidos naturales depende del tipo de roca y suelo, siendo más habitual en rocas metamórficas e ígneas.

Las aguas subterráneas en contacto con estos subsuelos o rocas, disuelven y arrastran los radionucleidos generados en las cadenas de semidesintegración del uranio-238 (fig.1) y del torio-232 (fig.2), pudiendo quedar integrados en su composición química en concentraciones que superen los estándares requeridos por la **Directiva 2013/51/EURATOM** del Consejo, de 22 de octubre de 2013, que establece requisitos para la protección sanitaria de la población con respecto a las sustancias radiactivas en las aguas destinadas al consumo humano.

De superarse los valores paramétricos establecidos por esta Directiva, las aguas subterráneas tendrán que ser potabilizadas antes de ser incorporadas a las redes de distribución de agua de consumo humano.

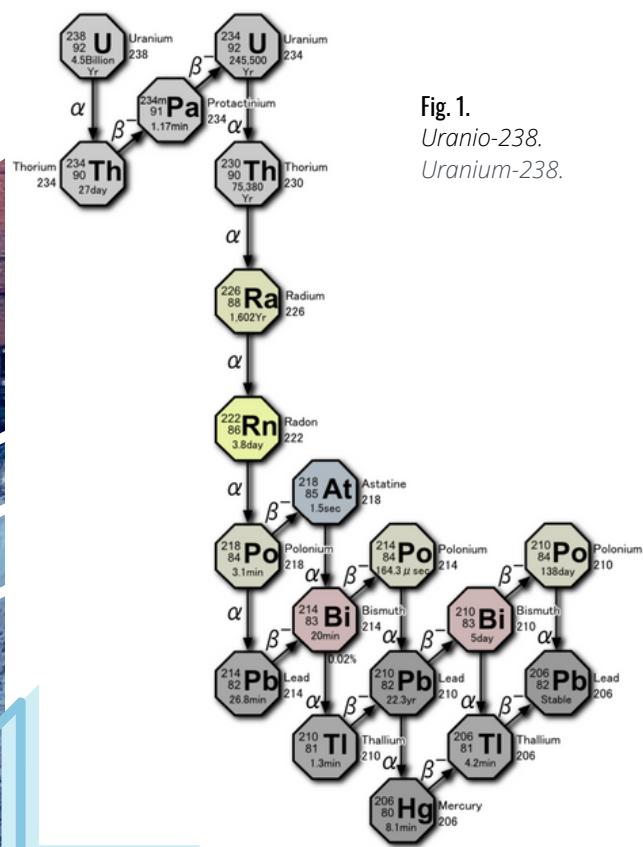


Fig. 1.
Uranio-238.
Uranium-238.

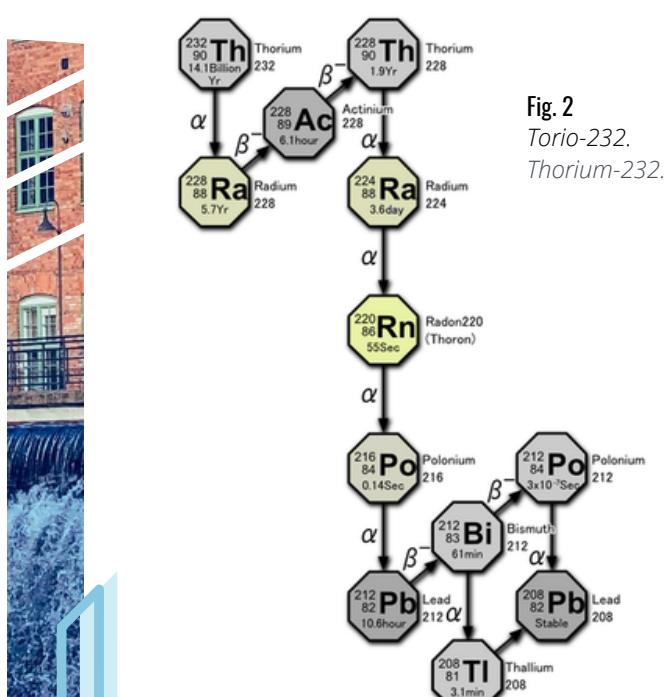


Fig. 2
Torio-232.
Thorium-232.



Objetivos

El objetivo principal del proyecto LIFE ALCHEMIA es **demonstrar la viabilidad técnico-económica** de **sistemas basados en lechos filtrantes** con el objetivo de **eliminar/reducir la radiactividad natural del agua y minimizar** la generación de residuos **NORM** (Materiales Radiactivos de Origen Natural).

Estos sistemas son una alternativa a tratamientos como la ósmosis inversa, ya que son más sostenibles con el medioambiente debido a la menor huella de carbono, principalmente.

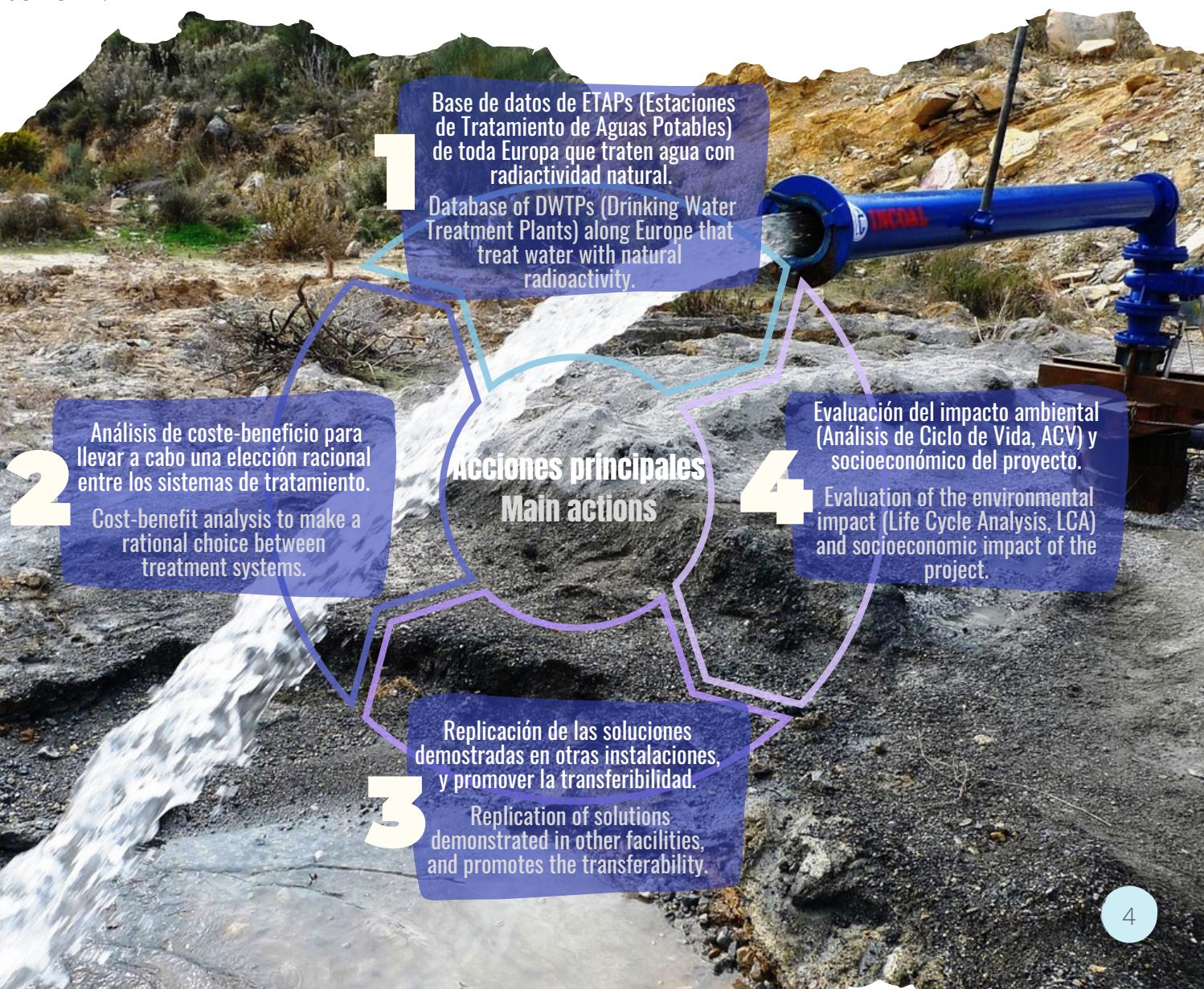
Para demostrar los sistemas propuestos, se diseñaron e instalaron **4 plantas piloto**: 3 en la provincia de Almería (España), y otra más en Viimsi (Estonia), las cuales se optimizaron y operaron con **diferentes estrategias** para prevenir la generación de NORM.

Objectives

The main objective of the LIFE ALCHEMIA project is to **demonstrate the technical and economic feasibility of filter beds to remove/reduce the natural radioactivity in water** and to **minimize the generation of NORM** (Naturally Occurring Radioactive Materials).

These systems are an alternative to treatments such as reverse osmosis, because they are more sustainable due to the lower carbon footprint, mainly.

To demonstrate the proposed systems, **4 pilot plants** were designed and installed: 3 in the province of Almería (Spain) and another in Viimsi (Estonia) which were optimized and operated **with different strategies** to prevent the generation of NORM.





Plantas piloto

Las soluciones ALCHEMIA se han demostrado en **4 plantas piloto**.



1 Planta piloto en Viimsi, (Estonia)

Esta planta piloto tiene una capacidad de 7.4m³/día. El sistema implementado es una adición de óxido de manganeso hidratado (HMO) seguido de una filtración.

i

1 Pilot plant in Viimsi, (Estonia)

This pilot plant has a capacity of 7.4 m³/day. The implemented system is a **hydrated manganese oxide (HMO)** addition followed by filtration.

TALLIN (ESTONIA)
TALLINN (ESTONIA)

3 Plantas piloto en los municipios de Alboloduy, Tahal y Benizalón en la provincia de Almería (España)

Estas plantas piloto tienen una capacidad de 259 m³/día. El sistema implementado está **basado en lechos filtrantes** y consta de **dos tanques de filtración** que contienen **distintos materiales granulares**, en función de las características físico-químicas del agua bruta.

i

3 Pilot plants in the municipalities of Alboloduy, Tahal and Benizalón in the province of Almería (Spain)

These pilot plants have a capacity of 259 m³/day. The implemented system is **based on filter beds** and consists of **two filtration tanks** containing **different granular materials**, depending on the physical-chemical characteristics of raw water.

ALMERÍA (ESPAÑA)
ALMERÍA (SPAIN)



Materiales filtrantes



Filter materials



Zeolitas cubiertas con dióxido de manganeso y zeolitas naturales.
Zeolites covered with manganese dioxide and natural zeolites.

Zeolitas cubiertas con dióxido de manganeso.
Zeolites covered with manganese dioxide.

Dolomitas cubiertas con dióxido de manganeso e hidróxido férrico.
Dolomites covered with manganese dioxide and ferric hydroxide.



Sistemas de tratamiento de LIFE ALCHEMIA

LIFE ALCHEMIA treatment systems

1 Tratamiento con lechos filtrantes >>>>>>

1.1

El agua subterránea procedente de los diferentes sondeos es conducida hasta un depósito de agua bruta. El sistema está dotado de un sistema de aireación que favorece la oxidación del hierro y permite aumentar el potencial de oxidación del agua.



1.2

A continuación el agua se conduce hasta dos tanques de filtración instalados en serie y llenos con diferentes materiales granulares. En ellos son retenidos por adsorción los radionucleidos presentes en el agua bruta, además de otros parámetros.



1.3

Consiguiendo así, reducir los radioisótopos naturales presentes en las aguas subterráneas que están destinadas a la población.



i Para la limpieza y regeneración de los materiales filtrantes se emplea agua procedente de los depósitos municipales de abastecimiento, junto con reactivos químicos que ayudan a evitar que estos materiales se conviertan en un residuo NORM.

1 Filter bed treatment >>>>>>

1.1

Groundwater from the different boreholes is conducted to a raw water reservoir. The system is equipped with an aeration system that promotes the iron oxidation and increases the oxidation potential of the water.

1.2

Water is then led to two filtration tanks installed in series and filled with different granular materials where radionuclides, in addition to other parameters present in raw water, are retained by adsorption.

1.3

Thus, reducing the natural radioisotopes present in groundwater that are intended for the population.

i For the cleaning and regeneration of the filter materials, water from the municipal supply tanks is used, together with chemical reagents that help prevent these materials from becoming a NORM waste.



Sistemas de tratamiento de LIFE ALCHEMIA

LIFE ALCHEMIA treatment systems

2 Sistema de dosificación de HMO seguido de lecho filtrante >>>>>>

2.1

El agua procedente del sondeo se conduce hasta la columna de aireación donde se produce una oxidación biológica del amonio y una oxidación del hierro.

2 HMO dosing system following by filtration >>>>>>

2.1

Water from the borehole is led to the aeration column where biological oxidation of ammonium and iron occurs.



2.2

El agua aireada se bombea hasta el tanque de oxidación donde está en contacto con una disolución de HMO para oxidar el manganeso y el hierro que no se haya oxidado en la etapa anterior, formando así precipitados que absorben los radionucleidos.

2.2

Aerated water is passed through an oxidation tank, where water is in contact with the HMO slurry, dosed through a dosing pump, to oxidize the manganese and remaining iron that has not been oxidized in the previous stage, thus forming precipitates which absorb radionuclides.

2.3

Finalmente, el agua pasa a la última etapa, la filtración, donde se retiene el precipitado con los radionucleidos absorbidos.

Posteriormente, estos radionucleidos son eliminados a través de contralavados con agua.

2.3

Finally, the water flows through a filtration system which retains the precipitate with the absorbed radionuclides.

Subsequently, the radionuclides containing precipitates are eliminated from the filter by backwashing with water.



¿Qué se ha conseguido?

Resultados

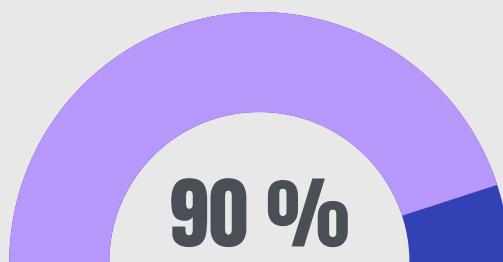
* Con el sistema de HMO seguido de filtración >>>>>>

What was achieved?

Results

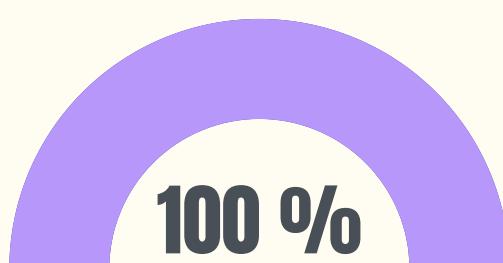
* With HMO dosing system following by filtration >>>>>>

Más de un **90%** de eliminación de radio en agua



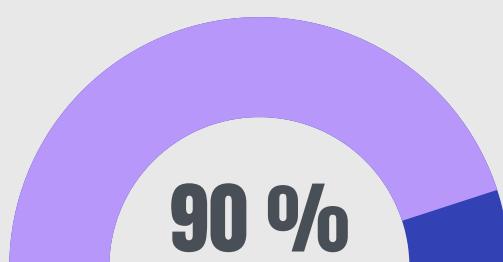
More than **90%** removal of radium in water

Prácticamente un **100%** de eliminación de hierro y manganeso en el agua



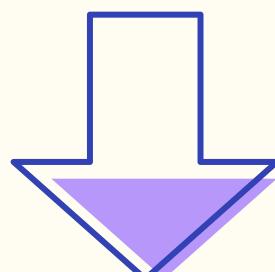
Almost **100%** removal of iron and manganese in water

Reducir más de un 90% los residuos NORM generados durante la eliminación de los radionucleidos



Reduce more than **90%** the **NORM** waste generated during the disposal of radionuclides

Reducir la acumulación de radionucleidos en el material filtrante



Reduce the accumulation of radionuclides in the filter material

¿Qué se ha conseguido?

Resultados

* Con el sistema basado en lechos filtrantes
 >>>>>>>

Los **isótopos de radio** muestran **mejores porcentajes de eliminación** que los isótopos de uranio debido a diferentes mecanismos de eliminación, adsorción vs coprecipitación, principalmente.

En general, el tratamiento reduce parcialmente **la Actividad Alfa Total (48%)** aunque no alcanza el límite, no obstante **sí reduce la Dosis Indicativa (62%)** por debajo del límite cumpliendo con la normativa.

La operación de **filtración sin adición de reactivos** ha demostrado ser **eficiente** en la reducción de la Dosis Indicativa. Sin embargo, en la operación de retrolavado y regeneración es necesaria la adición de reactivos para evitar la acumulación de radionucleidos.

What was achieved?

Results

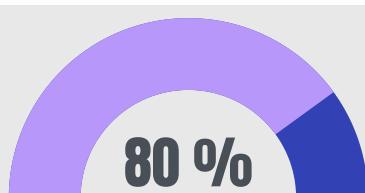
* With the system based on filter beds
 >>>>>>>

Radium isotopes show better removal percentages than uranium isotopes due to different removal mechanism adsorption vs coprecipitation, mainly.

In general, the treatment partially reduces **the Total Alpha Activity (48%)** although it does not reach the limit, however it **does reduce the Indicative Dose (62%)** below the limit, complying with the regulations.

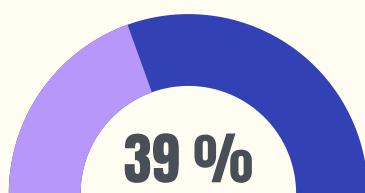
Filtration operation without reagents addition has demonstrated to be **efficient** in the ID reduction, although backwashing and regeneration operation are necessary to avoid radionuclides accumulation.

Más de un **80% de eliminación de radio** (media de las 3 plantas piloto). Consiguiendo en alguna de las plantas más del 95%



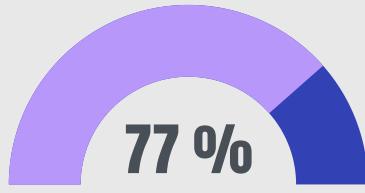
More than **80% removal of radium** (average of the 3 pilot plants). Achieving in some of the pilot plants more than 95%

39% de eliminación de uranio (media de las 3 plantas). Consiguiendo en alguna de ellas más del 45%



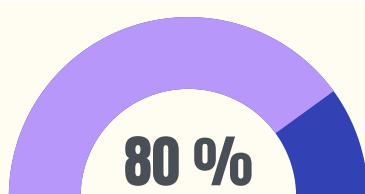
39% removal of uranium (average of the 3 pilot plants). Achieving in some of the pilot plants more than 45%

Altos ahorros de agua (~77% de media) en comparación con la ósmosis inversa



High water (~77% mean) savings compare with reverse osmosis

Altos ahorros de energía (~80% de media) en comparación con la ósmosis inversa



High energy (~80% mean) savings compare with reverse osmosis



Próximos pasos Future

Las plantas piloto de tratamiento de agua instaladas en la provincia de Almería continuarán operativas, sirviendo así como modelo para otras posibles plantas que se deseen instalar.

Por tanto, se continuará con la replicación de los sistemas de tratamiento demostrados durante el proyecto, principalmente a nivel nacional.

Además, el proyecto LIFE ALCHEMIA continuará acudiendo a eventos para su difusión y transferencia de la tecnología a los actores interesados, que permita la replicación de los sistemas de tratamiento de agua.

Next steps Future

The water treatment pilot plants installed in the province of Almería will continue to operate, thus being a model for other possible plants to be installed.

Therefore, the replication of the treatment systems demonstrated during the project will continue, mainly at the national level.

In addition, LIFE ALCHEMIA project will continue to attend events for its dissemination and transfer of technology to interested stakeholders, which will allow the replication of water treatment systems.

Agradecimientos



Programa Europeo LIFE
European LIFE Programme



Ayuntamiento de Benizalón
Benizalón City Council



CINEA: European, Climate, Infrastructure
and Environment Executive Agency



Ayuntamiento de Tahal
Tahal City Council



NEEMO LIFE Team



Ayuntamiento de Alboloduy
Alboloduy City Council

LIFE16 ENV/ES/000437



Con la contribución
del programa
Europeo LIFE

With the
contribution of the
EU LIFE financial
instrument

¿QUIÉRES SABER MÁS SOBRE EL PROYECTO?
DO YOU WANT TO KNOW MORE ABOUT THE PROJECT?



WWW.LIFEALCHEMIA.eu

