



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

CONVENIO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

ENTRE

PROAGUAS COSTABLANCA, S.A

Y

LA UNIVERSIDAD DE ALICANTE

**TÍTULO: "ESTUDIO DEL EFECTO DEL TRATAMIENTO ELECTROMAGNETICO
PARA EVITAR INCRUSTACIONES EN AGUAS DE ABASTECIMIENTO A PEQUEÑOS
MUNICIPIOS"**

RF: PROAGUAS1-24I

Alicante, a fecha de la última firma digital certificada.

COMPARECEN

De una parte, la **UNIVERSIDAD DE ALICANTE** (en adelante la Universidad), con NIF nº Q-0332001-G, con sede en 03690 San Vicente del Raspeig, Alicante, Carretera de San Vicente del Raspeig s/n, y en su nombre y representación Dña. María Jesús Pastor Llorca, con DNI 21512997Q, Vicerrectora de Transferencia, Innovación y Divulgación Científica, en delegación de firma de Dña. Amparo Navarro Faure, Rectora de la citada Universidad, con poderes suficientes para la celebración de este acto.

De otra parte, **PROAGUAS COSTABLANCA, S.A.** (en adelante la Empresa), con NIF nº A03734357, con sede en Alicante, Avenida de Orihuela, nº 39, C.P. 03007 y en su nombre y representación D. Miguel Ortiz Zaragoza, con DNI 21446915J, actuando en calidad de Gerente, con poderes suficientes para la celebración de este acto.

Reconociéndose las partes capacidad legal para establecer acuerdos y obligarse,

EXPONEN

- I. Que la Empresa está interesada en colaborar con la Universidad en el desarrollo del Proyecto "ESTUDIO DEL EFECTO DEL TRATAMIENTO ELECTROMAGNETICO PARA EVITAR INCRUSTACIONES EN AGUAS DE ABASTECIMIENTO A PEQUEÑOS MUNICIPIOS" (en adelante el Proyecto), apoyando económicamente el mismo.
- II. Que la Universidad, a través del Grupo de Investigación Equilibrio entre Fases, adscrito al Instituto de Ingeniería de los Procesos Químicos, bajo la responsabilidad d de las profesoras Dña. María Dolores Saquete y Dña. Nuria Boluda Botella, posee probada experiencia en el área de trabajo objeto del Proyecto, coincidentes con sus líneas de investigación, habiendo desarrollado los equipos y los conocimientos previos necesarios.
- III. Que el presente Convenio se realiza al amparo del artículo 60.1 de la Ley Orgánica del Sistema Universitario (Ley Orgánica 2/2023, de 22 de marzo), y resto de legislación aplicable.

Por lo que las partes acuerdan regular esta relación según las siguientes:

CLÁUSULAS

1ª. **OBJETO**

El objeto de este Convenio es la realización por parte de la Universidad del Proyecto "ESTUDIO DEL EFECTO DEL TRATAMIENTO ELECTROMAGNETICO PARA EVITAR INCRUSTACIONES EN AGUAS DE ABASTECIMIENTO A PEQUEÑOS MUNICIPIOS" para la Empresa y a solicitud de la misma.

La colaboración de las partes en el Proyecto se llevará a cabo de acuerdo con el plan de trabajo especificado en la memoria científico-técnica adjunta al presente Convenio (Anexo I) y que forma parte inseparable del mismo.

2ª. **ACEPTACIÓN**

La Universidad, a través del Grupo de Investigación de Equilibrio entre Fases adscrito al Instituto de Ingeniería de los Procesos Químicos, acepta realizar este Proyecto bajo la coordinación de las profesoras Dña. María Dolores Saquete y Dña. Nuria Boluda Botella

Como responsable de seguimiento por parte de la Empresa se contará con la colaboración de Juan Luis Martínez Muro en su calidad de Director Técnico.

3ª. **VIGENCIA Y DURACIÓN**

Este Convenio entrará en vigor desde el 1 de marzo de 2024 y permanecerá hasta el 28 de febrero de 2026.

No obstante, las partes de mutuo acuerdo podrán renovar el Convenio si ambas partes consideran oportuna su prosecución. En este caso, y con anterioridad a la finalización del Convenio, suscribirán una prórroga al efecto.

4ª. **INFORMES**

La Universidad, a través de las Investigadoras Responsables del Proyecto, informará regularmente a la Empresa de la marcha de los trabajos mediante informes trimestrales. Finalizado el Proyecto emitirá un informe final estableciendo las conclusiones a que se llegue en el mismo.

La Empresa certificará la recepción de los informes entregados mediante un recibí firmado por la misma, a la entrega del citado informe, que tendrá que custodiar las Investigadoras Responsables de la Universidad.

5ª. APORTACIONES DE LAS PARTES

Para el desarrollo del Proyecto, la Universidad, Instituto de Ingeniería de los Procesos Químicos, aportará todos los medios materiales y humanos necesarios y disponibles para llevar a cabo el Proyecto previsto de la forma más eficaz y satisfactoria.

Por su parte la Empresa se compromete a aportar todos los medios materiales y humanos necesarios y a financiar el Proyecto aportando la cantidad de **TREINTA Y CINCO MIL EUROS (35.000 €) totales.**

El abono de la cantidad acordada se hará de acuerdo con la siguiente forma de pago:

Primer Pago:

- Primera aportación de 17.500 € debe ser aportada a la fecha de firma del Convenio y como máximo dentro del periodo de treinta días naturales a partir de la fecha emisión la factura por parte de la Universidad.

Segundo Pago:

- Segunda aportación de 17.500 € durante el mes anterior al cumplimiento de la primera anualidad, marzo de 2025, y contra entrega de un informe parcial y previa emisión de la factura por parte de la Universidad.

El material adquirido para el desarrollo del Proyecto, será propiedad de la parte que lo adquiera con independencia de que pueda ser cedido a la otra parte para el desarrollo del Proyecto de investigación.

Las cantidades anteriormente indicadas serán abonadas a la Universidad dentro de un periodo de treinta (30) días naturales a partir de la fecha de emisión la factura y se verán incrementadas por el IVA correspondiente. El pago se hará efectivo mediante ingreso a nombre de "Universidad de Alicante", en BANCO SANTANDER, Código de Entidad 0049, Sucursal "Universidad" Código 6659, c/c. nº 2116125611, D.C. 01, IBAN: ES16 0049 6659 0121 1612 5611. Las facturas serán enviadas por la Universidad a la Empresa por correo certificado con acuse de recibo, adelantándose por correo electrónico a la dirección facilitada por la Empresa.

En el supuesto de incumplimiento del plazo de pago, podrá ser de aplicación la Ley 3/2004, de 29 de diciembre, modificada por la Ley 15/2010, de 5 de julio, por la que se establecen medidas de lucha contra la morosidad en las operaciones comerciales, así como una indemnización por costes de cobro previsto en el artículo 8 de la referida Ley.

6ª. CONFIDENCIALIDAD DE LA INFORMACIÓN

El personal participante de cada una de las partes se compromete a no difundir, bajo ningún aspecto, las informaciones científicas o técnicas pertenecientes a la otra parte a las que haya podido tener acceso en el desarrollo del Proyecto objeto de este Convenio.

Esta obligación no será de aplicación cuando:

- La parte receptora pueda demostrar que conocía previamente la información recibida.
- La información recibida sea o pase a ser de dominio público.
- La parte receptora obtenga autorización previa y por escrito para su revelación.

- La información sea requerida judicialmente.

Las partes se comprometen a que todo el personal participante en el trabajo conozca y observe el compromiso de confidencialidad regulado por esta cláusula.

Los datos e informes obtenidos durante la realización del Proyecto, así como los resultados finales, tendrán carácter confidencial.

La Universidad tendrá permiso para utilizar los resultados parciales o finales, en parte o en su totalidad, para su publicación como artículo, conferencia, etc., así como para la lectura de tesis doctorales, previa información a la Empresa.

Si la Empresa desea utilizarlos para su publicación deberá solicitar la conformidad y autorización de la Universidad por escrito, mediante carta certificada dirigida a la responsable de la misma en el seguimiento del Proyecto, y deberá guardar confidencialidad durante los plazos establecidos por la normativa interna y la legislación de aplicación para la lectura de tesis doctoral por parte del personal en formación predoctoral.

La Universidad deberá responder en un plazo máximo de treinta (30) días, comunicando su autorización, sus reservas o su disconformidad sobre la información contenida en el artículo o conferencia. Transcurrido dicho plazo sin obtener respuesta, se entenderá que el silencio es la tácita autorización para su difusión. No obstante, la utilización del nombre de la Universidad con fines publicitarios, requerirá la autorización previa y expresa por escrito de los órganos competentes de la misma.

La obligación de confidencialidad se mantendrá por un periodo de cinco (5) años desde la terminación del presente Convenio.

La Empresa autoriza a la Universidad a dar información pública de la firma de este Convenio en la que podrá incluir entre otros: título, presupuesto, personal investigador y plazo de realización.

Tanto en publicaciones como en patentes que pueden derivas del presente Convenio, se respetará siempre la mención a los autores del trabajo. En cualquiera de los casos de difusión de resultados se hará siempre referencia al presente Convenio.

7ª. NORMAS DE RÉGIMEN INTERIOR

El personal de cada una de las partes que, para mejor cumplimiento de los objetivos del presente Convenio, hubiera de desplazarse y permanecer por un tiempo definido en las instalaciones de la otra parte realizando actividades propias del Proyecto, conservará en todo momento su dependencia laboral o administrativa de la parte de origen, la cual asumirá las obligaciones y responsabilidades legales o de otro tipo de su condición, así como las que se deriven de su participación en el Proyecto. En ningún caso, dicha permanencia supondrá la existencia de relación laboral alguna entre el personal desplazado y la entidad receptora, pues las partes entienden y aceptan y así se lo comunicarán al personal implicado que las actividades que en ésta última se realicen tienen por único objeto facilitar el desarrollo del Proyecto con éxito y afectan exclusivamente a este último.

Asimismo, el personal desplazado deberá respetar, durante su permanencia en el recinto y dependencias de otra parte, todas las normas de trabajo y régimen interior, así como las normas de seguridad y salud, y en prevención y riesgos laborales, que se apliquen

en la misma, siendo en el caso de la Universidad el Investigador principal del equipo de investigación vinculado al Proyecto el encargado de velar por el cumplimiento de dichas normas.

8ª. DERECHOS SOBRE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

Cada parte seguirá siendo propietaria de los conocimientos previos aportados al Proyecto. No se entienden cedidos a otras partes, en virtud del presente Convenio ninguno de los conocimientos previos al Proyecto.

Se considerarán resultados del Proyecto aquella información o material, protegido o no, que haya sido identificado como resultado por la Universidad, así como el informe entregado a la Empresa en virtud de la cláusula cuarta.

La propiedad industrial y/o intelectual sobre los resultados, patentables o no, que puedan generarse en la ejecución del Proyecto descrito en la Memoria Técnica (Anexo I), corresponderá a la Universidad, correspondiendo a los investigadores que hayan participado en la creación de los resultados todos los derechos morales de ser reconocidos como autores/inventores. Los informes derivados del Proyecto serán propiedad de la Empresa.

La Universidad podrá acordar con la Empresa mantener los resultados del Proyecto como secreto empresarial, de acuerdo a la normativa que le es de aplicación.

En caso de que el Proyecto proporcione resultados con potencial de ser explotados, de continuación de desarrollo de los mismos u otros que sean de interés de la Empresa, ésta tendrá prioridad para negociar con la Universidad un nuevo acuerdo de colaboración, transferencia de resultados o cualquier otro acuerdo de naturaleza análoga. En dicho nuevo acuerdo, se recogerán cuantos extremos sean necesarios para salvaguardar los intereses económicos de la Universidad, entre otros, las contraprestaciones económicas derivadas de la explotación de los resultados a su favor.

La Empresa, para el ejercicio de este derecho prioritario, dispondrá de un plazo de seis (6) meses, desde la finalización del presente Convenio para notificar, por un medio fehaciente que permita el acuse de recibo, su intención de negociar el nuevo acuerdo. Transcurrido dicho plazo, la Universidad quedará libre para ofrecer los resultados del Proyecto a otros posibles interesados en el ámbito de la Ingeniería Química o en otras áreas de aplicación.

El periodo de negociaciones abierto antes citado no podrá, en ningún caso, suponer una dilación tal, que menoscabe los derechos de la Universidad como titular de los resultados de investigación generados por el Proyecto; por lo que las negociaciones podrán extenderse en el tiempo un máximo de tres (3) meses, a contar desde la fecha de notificación por parte de la Empresa de su interés de ejercer su derecho de prioridad otorgado en la presente cláusula.

La Universidad se reserva la facultad de uso de los conocimientos obtenidos durante la realización del Proyecto para los fines de su propia investigación y docencia, sin perjuicio de lo establecido en el presente Convenio.

9ª. MODIFICACIÓN

Las partes podrán modificar el presente Convenio en cualquier momento por mutuo acuerdo y por escrito.

10ª. RESOLUCIÓN

El presente Convenio podrá resolverse por las siguientes causas:

1.- Por mutuo acuerdo de las partes.

Los responsables técnicos del Proyecto comunicarán por escrito a sus instituciones dicha intención con objeto de proceder a su resolución.

2.- Por caso fortuito o fuerza mayor

Si por este motivo alguna de las partes se viera obligada a resolver este Convenio deberá comunicarlo de forma fehaciente a las otras partes.

3.- Por incumplimiento de las obligaciones

Cuando una de las partes considere que otra parte está incumpliendo los compromisos adquiridos en el presente Convenio se lo notificará mediante método de comunicación fehaciente e indicará las causas que originan dicho incumplimiento. La otra parte podrá subsanar dicha situación en un plazo de treinta (30) días, a contar desde la fecha de envío de la notificación.

En caso de no subsanación por la parte incumplidora, la otra parte podrá resolver este Convenio, y se valorarán los daños y perjuicios causados por dicho incumplimiento teniendo en cuenta los resultados alcanzados y los gastos comprometidos.

En caso de que la Empresa incumpla cualquiera de las obligaciones contenidas en el presente Convenio sin proceder a la subsanación en el plazo de treinta (30) días antes mencionado, la Universidad podrá resolverlo de pleno derecho y de forma inmediata con la mera notificación a través de un medio fehaciente.

11ª. NOTIFICACIONES

Las partes manifiestan que cualquier notificación y acto de comunicación que se derive del presente Convenio, deberá hacerse de forma fehaciente en los domicilios designados por cada una de ellas en el encabezamiento del presente documento, y se comprometen a comunicarse cualquier variación que pueda producirse tanto en el domicilio, como en la persona de contacto.

Todo acto de comunicación que se realice en el domicilio designado por cada una de las partes será válido y eficaz, y producirá plenos efectos, incluso en el caso en el que haya sido rehusado o devuelto por el destinatario.

Por la Empresa:

PROAGUAS COSTABLANCA, S.A

Avenida de Orihuela, nº 39

03007 ALICANTE

Por la Universidad:

UNIVERSIDAD DE ALICANTE

Vicerrectorado Transferencia, Innovación y Divulgación Científica

Campus de San Vicente del Raspeig

03690 San Vicente del Raspeig, ALICANTE

12ª. NATURALEZA Y JURISDICCIÓN

Este Convenio es de naturaleza privada y le es de aplicación la legislación española.

Las partes se comprometen a resolver de manera amistosa cualquier desacuerdo que pueda surgir en el desarrollo del presente Convenio. En caso de conflicto se acuerda el sometimiento a los Juzgados y Tribunales de Alicante, con renuncia expresa a cualquier otro fuero que pudiera corresponderles.

13ª. OTRAS FORMALIDADES

Este documento podrá ser elevado a escritura pública a petición de cualquiera de las partes contratantes a su coste o cuando así lo exija la legislación vigente.

En cumplimiento de lo dispuesto en la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y Garantía de los Derechos Digitales y en el Reglamento General de Protección de Datos 2016/679, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de Abril de 2016, los abajo firmantes autorizan a la Universidad a la introducción en un fichero automatizado y uso posterior de todos los datos de carácter personal contenidos en el presente Convenio exclusivamente para el ejercicio de las funciones propias de la administración, teniendo en cuenta, que como usuarios inscritos, podrán ejercer por escrito los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición de los datos personales registrados en soporte físico de la Universidad.

Este documento cuenta con la aprobación del Consejo de Gobierno de la Universidad.

Y como prueba de conformidad, las partes suscriben el presente Convenio con firma electrónica digital certificada y surtirá efectos de acuerdo a lo establecido en la cláusula tercera.

POR LA UNIVERSIDAD DE ALICANTE

POR PROAGUAS COSTABLANCA, S.A

Dña. María Jesús Pastor Llorca
Vicerrectora de Transferencia,
Innovación y Divulgación Científica

D. Miguel Ortiz Zaragoza
Gerente

ANEXO I: MEMORIA DEL PROYECTO

ESTUDIO DEL EFECTO DEL TRATAMIENTO ELECTROMAGNETICO PARA EVITAR INCRUSTACIONES EN AGUAS DE ABASTECIMIENTO A PEQUEÑOS MUNICIPIOS.

1. Antecedentes y estado actual del tema. Bibliografía más relevante.

Las incrustaciones de calcita en las paredes de conducciones y sistemas por los que circula el agua originan grandes pérdidas económicas, debido a los problemas técnicos y al aumento de consumo eléctrico que ocasionan las obstrucciones. La formación de precipitados de carbonato cálcico tiene lugar en aguas con un elevado Índice de Saturación de Langelier (ISL) (>0.5), que indica la capacidad de precipitación del agua, relacionado o no con la dureza de la misma. En el caso de España, las aguas de mayor dureza se encuentran distribuidas por el sur y este del país (Gómez, 2019). En el Real Decreto 3/2023, de 10 de enero, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro, el ISL debe estar comprendido entre ± 0.5 . Los altos ISL hacen que aparezcan incrustaciones en sistemas domésticos (lavavajillas, lavadoras, duchas...) e industriales (calderas, intercambiadores de calor, bombas...). Para su tratamiento se pueden utilizar métodos que modifican la calidad del agua y generan diversos problemas, como la ósmosis inversa que provoca la eliminación de sales de carbonato cálcico y magnésico, dando lugar a un agua corrosiva o agresiva ($ISL < -0.5$) o el intercambio iónico en el que los niveles de sodio se incrementan considerablemente, pudiendo ocasionar problemas de hipertensión en humanos, entre las técnicas más utilizadas.

En los últimos años se han desarrollado sistemas de tratamiento de agua por métodos electromagnéticos que evitan la formación de incrustaciones de $CaCO_3$. En algunas investigaciones (Catli, 2009) se indica que el tratamiento electromagnético (TEM) modifica la cristalización del carbonato cálcico, favoreciendo la formación de aragonito, que no ocasiona incrustaciones, frente a la calcita, que sí las provocaría. La calcita y el aragonito son alótropos del carbonato cálcico, es decir, comparten la misma fórmula molecular, pero poseen estructuras cristalinas diferentes. Mientras que la calcita presenta una estructura hexagonal-romboédrica, la del aragonito es ortorrómbica. Esta última es inestable, por lo que al cabo del tiempo revierte en calcita, más estable en condiciones ambientales.

Los estudios sobre tratamiento electromagnético comenzaron en la Universidad de Alicante con dos proyectos de investigación (D. Verdú, 2016; N. González, 2017) en el marco de convenios con Universidades Públicas de la Comunidad Valenciana de la Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural (<http://www.agroambient.gva.es/es/web/agua/proyectos-de-investigacion>). Estos trabajos de finalización de estudios del máster en Gestión Sostenible y Tecnologías del Agua de la Universidad de Alicante se desarrollaron utilizando el sistema Antical RF, patentado y con condiciones de operación estables, que fueron proporcionados por la empresa Esaltia.

En 2019 se suscribió un convenio entre la empresa Ecotécnica Energy Systems S.L. y la Universidad de Alicante, que junto con el programa FDEGent2018, financiado por la

Generalitat Valenciana, ha dado lugar al desarrollo de 8 trabajos fin de máster y 2 trabajos fin de grado (Gimeno, 2019; Brito, 2021; Varela, 2022; Esquembre, 2022; Pérez, 2022; Riera, 2022; Díaz-Regañón, 2023, Miño, 2023, Rodríguez, 2022 y Alba, 2022) además de la tesis doctoral desarrollada por Sergio Martínez Moya defendida el 3 de abril de 2023. En todos estos trabajos se ha utilizado el equipo TK3K patentado por la empresa suministradora, llevados a cabo en pequeños montajes de laboratorio, a escala doméstica con la instalación del equipo en un calentador y también a nivel industrial, instalando equipos en el pabellón de deportes de la Universidad de Alicante, para poder verificar el efecto del tratamiento a mayor escala. Como conclusiones de estos estudios desarrollados, se ha podido comprobar la eficacia del tratamiento tanto para evitar la formación de incrustaciones de carbonato cálcico en aguas de abastecimiento y además, provocar la disminución de nutrientes, algas y materia orgánica en aguas de uso recreativo.

Esta tecnología novedosa se está aplicando recientemente tanto a nivel doméstico como industrial en municipios de la provincia de Alicante con graves problemas de incrustaciones. Sin embargo, la eficacia de estos equipos en algunas instalaciones es cuestionable por lo que es necesario profundizar en estos sistemas con el objetivo de conseguir las condiciones óptimas de funcionamiento y mejorar la eficacia para cada instalación, con el consecuente beneficio económico que implicaría.

La optimización de los diseños de las instalaciones con los equipos de tratamiento electromagnético es fundamental en municipios de la provincia de Alicante, según ha puesto de manifiesto la Diputación Provincial, para la conservación de la red de abastecimiento que presenta graves problemas de incrustaciones, que obliga a realizar tareas de mantenimiento que suponen elevados costes económicos.

Bibliografía:

Alba E. (2022). Estudio del tratamiento electromagnético combinado con ultravioleta como alternativa a la cloración. Aplicación a aguas de uso recreativo con leones marinos. Trabajo fin de Grado. Universidad de Alicante (España).

Brito, T. (2021). Estudio del tratamiento electromagnético en agua de elevada dureza con el método de precipitación rápida controlada. Trabajo fin de Máster. Universidad de Alicante (España).

Catli, Y. (2009). Studying Electric Field Effect on Water by Analysing the Instrument “Hydronic”; University of Trento: Trento, Italy. Disponible online en: <http://www.hydroniconline.it/pdf/tesi-di-master.pdf> .

Díaz-Regañón, F. (2023) Aplicación del tratamiento electromagnético combinado con cloración en aguas de piscina con leones marinos. Trabajo fin de Máster. Universidad de Alicante (España).

Esquembre, P. (2022). Evolución de la calidad del agua de uso recreativo con leones marinos. Aplicación continuada de tratamiento electromagnético combinado con ozonización final. Trabajo fin de Máster Universidad de Alicante (España).

Gimeno, M. (2019). Tratamiento de agua por electromagnetismo: aplicación de técnicas de identificación de calcita y aragonito. Trabajo Fin de Máster. Universidad de Alicante. 61 pp. <http://hdl.handle.net/10045/108761>.

Gomez, Violeta. (2019). Suelo calizo: características, composición, formación, estructura. Lifeder. Extraído de: <https://www.lifeder.com/suelo-calizo/>.

Gonzálvez, N. (2017). Efecto del electromagnetismo sobre la dureza, bacterias y algas en agua. Trabajo fin de máster. Universidad de Alicante (España).

Miño, N. (2023) Tratamiento electromagnético de agua potable con aplicación prolongada y en continuo. Estudio en ensayos de precipitación rápida controlada. Trabajo fin de Máster. Universidad de Alicante (España).

Pérez, G. C. (2022) Estudio del impacto de la temperatura en el tratamiento electromagnético de aguas de diferentes calidades. Trabajo fin de Máster. Universidad de Alicante (España).

Real Decreto 3/2023, de 10 de enero, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro. BOE-A-2023-628. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2023/01/10/3>

Riera, R. (2022) Estudio del tratamiento electromagnético en agua sintética con el método de precipitación rápida controlada. Trabajo fin de Máster. Universidad de Alicante (España).

Rodríguez, M. Estudio del tratamiento electromagnético en aguas de diferentes calidades: Aplicación del método de precipitación forzada. Trabajo fin de Grado. Universidad de Alicante (España).

Varela, M.A. (2022). Aplicación de tratamiento electromagnético, ozonización y ultravioleta en ensayos controlados con agua de uso recreativo con leones marinos. Trabajo fin de Máster. Universidad de Alicante (España).

Verdú, D. (2016). Efecto del electromagnetismo sobre la dureza del agua. Trabajo de fin de máster, Universidad de Alicante, España.

2. Objetivos concretos de la investigación.

El principal objetivo de esta investigación es mejorar la conservación de las redes de abastecimiento de pequeños municipios de la provincia de Alicante, debido a que presentan graves problemas de incrustaciones, con el consecuente beneficio económico al reducir las tareas de mantenimiento, como la limpieza de equipos, y la sustitución de tramos de tuberías de las instalaciones.

Para conseguir este objetivo general, se proponen los siguientes objetivos específicos a desarrollar durante el transcurso de la investigación:

- Estudio de las instalaciones de distribución de aguas en tres municipios seleccionados por PROAGUAS COSTABLANCA S.A., con localización óptima de los tres puntos de muestreo de agua y sólidos precipitados, en dichas instalaciones.
- Apreciación cualitativa visual de la evolución de las incrustaciones en las instalaciones con el tiempo (toma de documentos gráficos).
- Investigación del efecto del electromagnetismo mediante ensayos a escala laboratorio, tanto del agua como de las incrustaciones.
- Estudio del tipo de cristalización en las partículas sólidas generadas en los ensayos de laboratorio, así como de las encontradas en las instalaciones, y su evolución durante la aplicación del TEM, utilizando técnicas instrumentales disponibles en los Servicios Técnicos de Investigación de la Universidad de Alicante (SSTI).
- Estudio del tamaño de partícula, con los equipos disponibles en SSTI, de los precipitados en las conducciones y de los obtenidos a partir del agua tratada, mediante ensayos de precipitación controlada en el laboratorio.
- Tratamiento de datos y análisis temporal, tanto en las aguas como en las incrustaciones. Estudios hidrogeoquímicos, con cálculo del ISL mediante el programa PHREEQC.
- Elaboración de informes de resultados para la empresa.

3. Metodología

Se tomarán muestras de agua en los diferentes puntos para la realización de los ensayos de precipitación controlada a escala laboratorio, además de muestras sólidas de incrustaciones o depósitos en los puntos de muestreo de la red objeto de estudio. Se realizará una apreciación cualitativa visual de la evolución de las incrustaciones en las instalaciones, mediante toma de fotografías que permitan observar la evolución con el tiempo. A partir de las analíticas proporcionadas por PROAGUAS COSTABLANCA S.A., se diseñarán los experimentos a escala de laboratorio de acuerdo a la calidad de las aguas, evaluada con el cálculo de diferentes parámetros como el ISL, dureza y estudios hidroquímicos con el software PHREEQC.

Para los ensayos de laboratorio de las muestras acuosas se estudiará la precipitación de carbonato cálcico mediante ensayos controlados, y se caracterizarán los precipitados obtenidos y su cristalización en forma de calcita o aragonito, por medio del SEM (Microscopía Electrónica de Barrido), también se realizará difracción de rayos X a las muestras y se determinará el tamaño de las partículas formadas. Todos estos análisis se realizarán con los equipos ubicados en las instalaciones de los Servicios Técnicos de Investigación de la Universidad de Alicante (SSTI).

En las incrustaciones tomadas en las instalaciones de los distintos municipios, se realizará un análisis similar, caracterizándolas con las mismas técnicas comentadas anteriormente (SEM, difracción de rayos X y tamaño de partícula). Se tomarán imágenes in situ para ver la evolución con el paso del tiempo y se hará una comparación temporal de todos los parámetros analizados, tanto en las aguas como en las incrustaciones. Esta comparativa incluirá la evolución de los parámetros físico-químicos completos del agua, a partir de las analíticas proporcionadas por PROAGUAS COSTABLANCA S.A. en los municipios seleccionados. Además,

mediante análisis hidroquímico con PHREEQC se estudiará la evolución de parámetros calculados.

Con la recopilación de todos los datos y cálculos comentados anteriormente, se elaborará un informe que permitirá a la empresa PROAGUAS COSTABLANCA S.A. decidir si los equipos de tratamiento electromagnético instalados en algunos de los municipios están operando correctamente, y si son capaces de resolver la problemática de las incrustaciones en determinados puntos donde se generan grandes cantidades de precipitados de carbonato cálcico.

4. Plan de trabajo

1- PRIMER AÑO.

PROAGUAS COSTABLANCA S.A. junto con los investigadores responsables del proyecto por parte de la UA seleccionarán y tomarán muestras en diferentes puntos de fácil acceso de la red de abastecimiento de tres municipios de la provincia de Alicante. Posteriormente se realizarán muestreos con una periodicidad trimestral de todos los puntos seleccionados.

La UA realizará ensayos controlados de precipitación forzada en sus laboratorios. Además, se recogerán incrustaciones en estos mismos puntos con toma de fotografías, para su posterior análisis en los Servicios Técnicos de Investigación de la UA y se realizarán informes trimestrales.

2- SEGUNDO AÑO.

Continuación de los muestreos trimestrales de agua y depósitos sólidos en los puntos de la red de abastecimiento seleccionados con toma de fotografías de las instalaciones y análisis de los sólidos en SSTTI. Estudio de la evolución temporal de los distintos parámetros en la Universidad de Alicante y realización de informes trimestrales correspondientes. Se realizará el informe final con un análisis de resultados y conclusiones sobre los efectos del tratamiento electromagnético.

5. Cronograma

		MES																											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24				
TAREA 1	Ensayos trimestrales con el agua tratada a escala laboratorio																												
TAREA 2	Recogida de sólidos precipitados y fotografías en las instalaciones																												
TAREA 3	Preparación de muestras de sólidos y análisis en SSTTI																												
TAREA 4	Estudio de la evolución temporal de parámetros físico-químicos y precipitados de carbonato cálcico. Realización de informes																												

6. Presupuesto

Presupuesto		
	2024	2025
TOTAL	17500	17500
A) GASTOS CONTRATACIÓN DE PERSONAL	12000	12000
B) GASTOS DE EJECUCION		
Material fungible	1000	1000
Gastos por utilización y acceso a Infraestructuras Científicas y Técnicas	4500	4500