

Evaluación de la capacidad de la tecnología pasiva Pranan para la vitalización del agua mediante el análisis de parámetros fisicoquímicos

Proyecto de investigación conjunta:

D. Fidel Franco González. Dpto. Física Aplicada. UPC

D. José M^a Villagrasa y D. José M. Arellano. Dpto. Técnico de I+D. Pranan Technologies

Resumen — El presente estudio evalúa la capacidad del dispositivo pasivo Pranan, desarrollado por Pranan Technologies, para inducir modificaciones fisicoquímicas medibles en el agua. La investigación se desarrolla en el marco de un programa conjunto de I+D entre Pranan Technologies S.L. y el Departamento de Física Aplicada de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). El enfoque experimental parte de una definición operativa de vitalización del agua como la modificación reproducible y cuantificable de parámetros fisicoquímicos asociados a estados de mayor equilibrio y estabilidad del sistema acuoso.

Para ello, se analizaron muestras de aguas comerciales, incluyendo Bezoya y Lanjarón, antes y después de su exposición al dispositivo Pranan, utilizando instrumentación calibrada y homologada para la determinación de pH y conductividad eléctrica. Paralelamente, se emplearon muestras de control mantenidas en condiciones equivalentes sin exposición al dispositivo. La metodología experimental fue diseñada para evaluar de forma objetiva la existencia de modificaciones inducidas por una tecnología completamente pasiva, caracterizada por la ausencia de alimentación eléctrica externa, reactivos químicos o procesos electroquímicos aplicados al agua.

Los resultados muestran variaciones reproducibles en ambos parámetros tras la exposición al dispositivo. Las variaciones de pH alcanzaron incrementos relativos de hasta el 3,45 %, mientras que la conductividad eléctrica registró incrementos de hasta el 14,44 % en las configuraciones más avanzadas, superando significativamente las variaciones observadas en las muestras de control. La modificación concurrente de pH y conductividad, junto con la consistencia de los resultados obtenidos en diferentes ensayos y configuraciones experimentales, respalda la hipótesis de que la exposición al dispositivo Pranan induce una reorganización fisicoquímica medible del agua.

Bajo los criterios operativos adoptados en esta investigación, los resultados constituyen evidencias experimentales compatibles con un proceso de vitalización del agua mediado por una tecnología completamente pasiva y proporcionan una base objetiva para futuras investigaciones orientadas a comprender los mecanismos físicos implicados y sus potenciales aplicaciones tecnológicas.

Resulta especialmente relevante que dichos efectos fueron obtenidos sin la utilización de reactivos químicos, sin alimentación eléctrica externa, sin baterías y sin sistemas electrónicos activos, constituyendo uno de los aspectos más innovadores y diferenciadores de la tecnología investigada.

Se ha tratado de establecer unas conclusiones generales con base teórica que incluyen los cambios en los parámetros del agua y la estabilidad de los resultados, es decir, cuál es la duración de los efectos conseguidos después del tratamiento aplicado.

Los resultados obtenidos permitieron concluir que la exposición del agua al dispositivo Pranan induce modificaciones medibles y reproducibles en parámetros fisicoquímicos fundamentales, compatibles con el concepto operativo de vitalización del agua adoptado durante el proyecto.

I. INTRODUCCIÓN

El agua constituye el principal componente de los sistemas biológicos y participa de forma directa en una amplia variedad de procesos físicos, químicos y bioquímicos. Además de su relevancia biológica, sus propiedades fisicoquímicas desempeñan un papel fundamental en numerosos procesos industriales, medioambientales y tecnológicos.

Aunque la molécula de agua presenta una estructura química relativamente simple, el comportamiento colectivo de los sistemas acuosos continúa siendo objeto de investigación en diferentes disciplinas científicas. Diversos estudios han analizado la influencia de factores físicos externos sobre propiedades como el pH, la conductividad eléctrica, la tensión superficial, las propiedades dieléctricas y la organización molecular del agua, con el objetivo de comprender mejor los mecanismos que pueden modificar su comportamiento macroscópico.

Dentro de este contexto, existe un interés creciente por el estudio de tecnologías capaces de inducir cambios medibles en las propiedades fisicoquímicas del agua mediante procedimientos físicos no invasivos. Este tipo de investigaciones resulta especialmente relevante cuando las modificaciones observadas se producen sin la incorporación de reactivos químicos ni la aplicación directa de energía al medio analizado.

En el marco de estas investigaciones, el concepto de vitalización del agua se utiliza para describir la aparición de modificaciones objetivas y cuantificables en determinados parámetros fisicoquímicos asociadas a estados de mayor equilibrio y estabilidad del sistema acuoso. Desde una perspectiva experimental, la vitalización no se define por criterios subjetivos ni por modificaciones de la composición química del agua, sino por la observación de cambios reproducibles en variables físicas susceptibles de ser medidas mediante instrumentación homologada.

La tecnología desarrollada por Pranan Technologies se enmarca dentro de esta línea de investigación. El sistema objeto de estudio consiste en un dispositivo completamente pasivo, diseñado para interactuar con el entorno sin necesidad de alimentación eléctrica externa y basado en una arquitectura física compuesta por autotransformadores pasivos nanotecnológicos integrados por películas delgadas multicapa, la configuración geométrica de un conducto en forma de doble espiral y la generación de campos magnéticos estáticos compensados de alta intensidad.

Con el objetivo de evaluar experimentalmente la capacidad de esta tecnología para inducir procesos de vitalización del agua, Pranan Technologies y el Departamento de Física Aplicada de la Universitat Politècnica de Catalunya desarrollan un programa conjunto de investigación y desarrollo orientado a la caracterización de posibles modificaciones inducidas en el agua mediante parámetros físicos cuantificables.

La investigación se centra en el análisis de dos variables ampliamente utilizadas para la caracterización fisicoquímica del agua, el pH y la conductividad eléctrica. Ambos parámetros permiten evaluar de forma objetiva la existencia de cambios asociados a la exposición de las muestras al dispositivo estudiado y constituyen la base experimental sobre la que se fundamenta el presente trabajo.

Desde esta perspectiva, las variaciones observadas en pH y conductividad no se interpretan únicamente como cambios aislados en dos magnitudes físicas, sino como posibles indicadores de un proceso global de reorganización y equilibrio del sistema acuoso. La evaluación experimental de dichos parámetros constituye, por tanto, la herramienta principal utilizada en esta investigación para analizar y objetivar el fenómeno de vitalización asociado a la tecnología Pranan.

II. PROGRAMA DE I+D PRANAN - UPC

El 15 de octubre de 2015, Pranan Technologies S.L. y la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) suscriben un convenio de investigación y desarrollo con el objetivo de estudiar experimentalmente la interacción entre la tecnología pasiva desarrollada por Pranan Technologies y las propiedades fisicoquímicas del agua.

La investigación se desarrolla en el marco de un programa de I+D ejecutado conjuntamente por Pranan Technologies y el Departamento de Física Aplicada de la UPC. El convenio establece una línea de investigación orientada a la caracterización experimental de los efectos producidos por el dispositivo Pranan sobre parámetros físicos cuantificables, así como al desarrollo de modelos que permitan interpretar los fenómenos observados.

El programa integra actividades de investigación básica, desarrollo tecnológico y validación experimental. Entre sus objetivos se incluyen el diseño y optimización de diferentes configuraciones del dispositivo, el análisis de la respuesta del agua tras su exposición al sistema Pranan, la evaluación de parámetros fisicoquímicos como el pH y la conductividad eléctrica, el estudio de la estabilidad temporal de los efectos observados y la exploración de posibles aplicaciones derivadas de los resultados obtenidos.

La metodología de trabajo combina la formulación de hipótesis físicas con la obtención de datos experimentales mediante instrumentación homologada. Este enfoque permite evaluar de forma objetiva la existencia de modificaciones inducidas por una tecnología completamente pasiva, caracterizada por la ausencia de alimentación eléctrica externa, reactivos químicos o procesos electroquímicos aplicados al agua.

La dirección científica del proyecto corresponde al Dr. Fidel Franco González, Doctor en Física e investigador del Departamento de Física Aplicada de la Universitat Politècnica de Catalunya, responsable de la supervisión metodológica, el diseño experimental y el análisis de resultados.

El programa de investigación genera un conjunto de evidencias experimentales obtenidas a partir de distintas configuraciones tecnológicas desarrolladas por Pranan Technologies. La evolución de los prototipos y la repetición de las mediciones permiten analizar la consistencia y reproducibilidad de los efectos observados, proporcionando una base experimental para el estudio de los mecanismos físicos asociados a la tecnología investigada.

La colaboración entre Pranan Technologies y la Universitat Politècnica de Catalunya integra capacidades complementarias de desarrollo tecnológico e investigación aplicada, estableciendo un marco de trabajo orientado a la obtención de resultados verificables mediante parámetros físicos reconocidos y metodologías de medida reproducibles.

III. LA TECNOLOGÍA PASIVA PRANAN

La tecnología desarrollada por Pranan Technologies se basa en un dispositivo de funcionamiento completamente pasivo, caracterizado por la ausencia de alimentación eléctrica externa, baterías, generadores electrónicos o cualquier otro sistema activo de aporte energético.

Esta característica distingue al dispositivo de otras tecnologías utilizadas para el tratamiento físico del agua, las cuales habitualmente emplean corrientes eléctricas, campos electromagnéticos generados con electricidad o sistemas electrónicos alimentados externamente para producir modificaciones en las propiedades del medio tratado.

Desde el punto de vista experimental, la naturaleza pasiva del dispositivo presenta una ventaja metodológica relevante, ya que elimina la influencia de variables asociadas a la alimentación eléctrica de los equipos. Entre estas variables se incluyen fenómenos como armónicos, transitorios eléctricos, ruido electromagnético o fluctuaciones derivadas de las fuentes de alimentación, factores que pueden introducir incertidumbre adicional en la interpretación de los resultados.

En consecuencia, las modificaciones observadas durante la investigación se producen en ausencia de aporte energético externo directo al sistema experimental. Esto permite evaluar la interacción entre el agua y el dispositivo a partir de su configuración física y estructural, minimizando la influencia de factores asociados a sistemas energizados.

Esta condición resulta especialmente relevante en el contexto del presente estudio, cuyo objetivo consiste en determinar si un sistema completamente pasivo es capaz de inducir modificaciones mensurables en parámetros fisicoquímicos del agua. La evaluación de dichas modificaciones se realiza mediante variables cuantificables, concretamente el pH y la conductividad eléctrica, que constituyen los principales indicadores experimentales utilizados en esta investigación.

IV. CONCEPTO DE VITALIZACIÓN Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN

El concepto de vitalización del agua ha sido objeto de interés en diferentes ámbitos de investigación durante las últimas décadas. Diversos autores han planteado la posibilidad de que determinadas influencias físicas puedan modificar aspectos relacionados con la organización interna y el comportamiento fisicoquímico del agua sin alterar su composición química fundamental.

Entre las investigaciones más conocidas se encuentran los trabajos desarrollados por Masaru Emoto, quien propuso que diferentes estímulos ambientales podían influir en la formación de estructuras cristalinas durante los procesos de congelación del agua. Aunque estas observaciones han sido objeto de debate científico debido a las dificultades asociadas a su reproducibilidad experimental, contribuyeron a impulsar nuevas líneas de investigación orientadas al estudio de posibles modificaciones estructurales y funcionales del agua inducidas por factores físicos externos.

En este contexto, el presente programa de investigación adopta un enfoque experimental basado exclusivamente en variables físicas cuantificables y objetivamente medibles. El concepto de vitalización utilizado en este trabajo no se fundamenta en observaciones cualitativas ni en interpretaciones subjetivas, sino en la identificación de modificaciones reproducibles en parámetros fisicoquímicos reconocidos y medibles mediante instrumentación homologada.

Desde esta perspectiva, la vitalización del agua se define operativamente como la modificación estable y cuantificable de determinadas propiedades fisicoquímicas de las moléculas del agua después de recibir la inducción del dispositivo Pranan. Esta definición permite trasladar un concepto tradicionalmente asociado a descripciones cualitativas hacia un marco experimental basado en evidencias medibles y susceptibles de análisis estadístico.

La evaluación experimental de este fenómeno se realiza mediante el análisis de dos parámetros ampliamente utilizados en la caracterización del agua: el pH y la conductividad eléctrica. El pH proporciona información sobre el equilibrio ácido-base del sistema, mientras que la conductividad eléctrica constituye un indicador sensible de la capacidad del medio para transportar carga eléctrica y de la dinámica fisicoquímica asociada a los componentes disueltos.

Adicionalmente, la investigación considera la estabilidad temporal de los cambios observados y la evolución de los parámetros medidos respecto a muestras de referencia no expuestas al dispositivo. Este planteamiento permite distinguir entre fluctuaciones espontáneas propias del sistema y modificaciones asociadas al tratamiento experimental.

Los resultados obtenidos durante el programa de I+D muestran variaciones concurrentes en pH y conductividad eléctrica, observadas

de forma repetida en diferentes configuraciones experimentales y en distintos tipos de agua. La aparición simultánea de cambios en ambas variables sugiere una modificación global del comportamiento fisicoquímico del sistema acuoso y proporciona una base objetiva para la evaluación del fenómeno de vitalización estudiado.

Bajo esta aproximación, un agua vitalizada no se define por la incorporación de nuevas sustancias ni por una alteración de su composición química, sino por la presencia de modificaciones medibles en parámetros físicos que reflejan una evolución del sistema hacia estados de mayor equilibrio y estabilidad. La vitalización se interpreta, por tanto, como un fenómeno susceptible de evaluación experimental mediante variables cuantificables, reproducibles y comparables, permitiendo establecer una conexión directa entre el concepto teórico y la evidencia obtenida en el laboratorio.

V. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

La investigación se desarrolla con el objetivo de evaluar experimentalmente si la exposición del agua al dispositivo pasivo Pranan es capaz de inducir modificaciones mensurables en determinados parámetros fisicoquímicos. La hipótesis de trabajo plantea que, si la interacción entre el dispositivo y el sistema acuoso produce una reorganización física del medio, dicha interacción debe manifestarse mediante variaciones objetivas, detectables y cuantificables del agua.

Para verificar esta hipótesis se diseña una metodología experimental basada en la medición de parámetros fisicoquímicos ampliamente utilizados en la caracterización del agua. Entre las distintas variables potencialmente evaluables se seleccionan el pH y la conductividad eléctrica por tratarse de indicadores sensibles a modificaciones en el estado de equilibrio del sistema y por poder determinarse mediante procedimientos normalizados y equipos de medida homologados.

La metodología experimental es diseñada y supervisada por el Departamento de Física Aplicada de la Universitat Politècnica de Catalunya, garantizando la aplicación de criterios de control y reproducibilidad adecuados para la obtención de resultados comparables.

Los ensayos se realizan sobre diferentes tipos de agua embotellada de consumo habitual, incluyendo muestras comerciales como Lanjarón y Bezoya (aguas de mineralización débil y muy débil) y de ambas marcas se ha seleccionado el agua de Bezoya por presentar una composición de muy baja mineralización cuyo pH es algo ácido por contener sílice y a pesar de que el cambio de valor de pH sea relativamente pequeño sin embargo el aumento de la energía interna del agua representa un valor muy importante.

Un segundo efecto que resaltar es relativo a la variación de la conductividad del agua pues nuevamente el agua incrementa su conductividad eléctrica. Es decir, a pesar del carácter netamente aislante eléctrica del agua escogida, sin embargo, su conductividad eléctrica presenta cambios importantes y de mayor cuantía que el valor del pH. Hay que resaltar que cuando se aplican campos magnéticos vectoriales, la energía del campo se invierte en mejorar la conductividad eléctrica y que incluso el pH puede sufrir un ligero descenso. Sin embargo, gracias a los campos compensados, tanto la conductividad eléctrica como el pH sufren incrementos.

Para cada ensayo se efectúa una medición inicial de referencia (T0), correspondiente al estado fisicoquímico de la muestra antes de su exposición al dispositivo Pranan. Posteriormente se realiza una segunda medición (T1) transcurrido un intervalo temporal definido tras la exposición al sistema. Este procedimiento permite determinar la evolución de cada muestra y cuantificar las posibles variaciones producidas durante el periodo de estudio.

Con el fin de diferenciar los efectos potencialmente asociados al dispositivo de las fluctuaciones naturales propias del agua, cada ensayo incorpora una muestra testigo o de control sometida a las mismas condiciones ambientales y temporales que la muestra tratada, con la única diferencia de no ser expuesta al dispositivo Pranan. Este diseño experimental permite establecer una comparación directa entre ambas

poblaciones y evaluar si las modificaciones observadas exceden las variaciones espontáneas esperables del sistema.

La utilización de medidas T0 y T1 adquiere especial relevancia en el presente estudio debido a que los cambios observados se producen sin incorporación de reactivos químicos, sin modificación de la composición del agua y sin aporte energético externo. En consecuencia, la evaluación experimental se fundamenta en la capacidad de detectar pequeñas variaciones fisicoquímicas mediante instrumentación de alta sensibilidad y compararlas con la evolución natural de las muestras de control.

Los parámetros obtenidos son analizados tanto en términos absolutos como relativos, calculándose las variaciones porcentuales entre las medidas iniciales y finales. Este enfoque permite comparar resultados procedentes de aguas con características fisicoquímicas diferentes y facilita la evaluación de la magnitud real de los efectos observados.

La repetición de los ensayos utilizando distintas configuraciones del dispositivo y diferentes muestras de agua permite además analizar la consistencia de los resultados y evaluar la posible relación entre la evolución tecnológica de los prototipos desarrollados por Pranan Technologies y la intensidad de las modificaciones registradas experimentalmente.

Desde la perspectiva de la presente investigación, la observación de cambios simultáneos y reproducibles en pH y conductividad eléctrica constituye el criterio experimental utilizado para evaluar la existencia de procesos de vitalización del agua. De este modo, el concepto de vitalización queda asociado a variables físicas cuantificables y puede ser analizado mediante procedimientos objetivos, reproducibles y susceptibles de verificación experimental.

VI. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Los resultados obtenidos durante el programa de investigación muestran modificaciones consistentes en los dos parámetros seleccionados para la evaluación experimental del fenómeno de vitalización: el pH y la conductividad eléctrica. La observación simultánea de cambios en ambas variables resulta especialmente relevante, ya que se trata de parámetros fisicoquímicos independientes que responden a propiedades diferentes del sistema acuoso.

En las muestras expuestas al dispositivo Pranan se registran variaciones del pH superiores a las observadas en las muestras de control. Entre los resultados más representativos se observan incrementos desde valores iniciales de 6,37 hasta 6,59, lo que representa una variación relativa del 3,45 %, así como incrementos de 6,37 a 6,56 (+2,98 %), de 6,60 a 6,68 (+1,21 %) y de 5,84 a 5,89 (+0,86 %). En contraste, las muestras testigo sometidas a las mismas condiciones ambientales y temporales muestran variaciones significativamente inferiores e incluso ligeras disminuciones en determinados ensayos.

Desde una perspectiva fisicoquímica, estos resultados sugieren que la exposición al dispositivo no produce una modificación aleatoria del pH, sino una respuesta sistemática diferenciada respecto a la evolución natural observada en las muestras de referencia. Resulta particularmente significativo que los incrementos más pronunciados se registren en aquellas muestras que presentan inicialmente valores más bajos de pH, mientras que los cambios tienden a reducirse a medida que el sistema se aproxima a condiciones próximas a la neutralidad.

Este comportamiento es compatible con la hipótesis de que el fenómeno observado no responde a un simple proceso de alcalinización del agua, sino a una tendencia hacia estados de mayor equilibrio fisicoquímico. Bajo esta interpretación, la modificación del pH constituiría una manifestación indirecta de un proceso de reorganización más amplio del sistema acuoso.

La misma tendencia se observa en los resultados correspondientes a la conductividad eléctrica. Las muestras tratadas muestran incrementos consistentes respecto a los valores iniciales, registrándose variaciones del 3,25 %, 5,12 %, 12,66 % y 14,44 % en diferentes configuraciones experimentales. Por el contrario, las muestras de control presentan

variaciones muy reducidas, generalmente inferiores al 1 %, compatibles con las fluctuaciones normales asociadas al propio sistema experimental.

La magnitud de las diferencias observadas en conductividad adquiere especial relevancia debido a la sensibilidad de este parámetro frente a modificaciones en el comportamiento global del sistema acuoso. La repetición de incrementos superiores a los observados en los controles indica que las variaciones registradas no pueden atribuirse exclusivamente a procesos espontáneos de evolución temporal de las muestras.

Otro aspecto destacable es la relación observada entre la evolución tecnológica del dispositivo y el incremento de los efectos registrados. A medida que avanza el programa de I+D y se introducen mejoras sucesivas en las configuraciones desarrolladas por Pranan Technologies, los incrementos observados en conductividad muestran una tendencia creciente, alcanzando valores superiores al 14 % en las configuraciones más avanzadas. Esta correlación entre optimización tecnológica y respuesta experimental aporta consistencia interna al conjunto de resultados obtenidos.

Considerados de forma conjunta, los datos de pH y conductividad muestran una pauta de comportamiento coherente con la hipótesis planteada al inicio de la investigación. La aparición simultánea de modificaciones en ambas variables, su reproducibilidad en diferentes ensayos y la diferencia sistemática respecto a las muestras de control constituyen evidencias experimentales compatibles con la existencia de una modificación global del estado fisicoquímico del agua tras ser inducido por el dispositivo Pranan.

Desde la definición operativa adoptada en este trabajo, estas modificaciones pueden interpretarse como indicadores de un proceso de vitalización del agua. En este contexto, la vitalización no se asocia a cambios en la composición química del medio, sino a la aparición de variaciones cuantificables en parámetros físicos que reflejan una evolución del sistema hacia estados de mayor equilibrio y estabilidad. Los resultados obtenidos proporcionan, por tanto, una base experimental objetiva para la evaluación de este fenómeno mediante variables susceptibles de medida, comparación y reproducción experimental.

Finalmente se concluye que los efectos inducidos al aplicar los campos vectoriales y los compensados son diferentes a pesar de referirnos al agua (material “diamagnético”) cuyas propiedades se ven alteradas por el tratamiento a base de campos magnéticos.

Los resultados obtenidos se interpretan dentro del marco actual de conocimiento sobre la estructura física del agua, las interacciones agua-material y los fenómenos de organización molecular descritos en la literatura científica especializada, constituyendo una aproximación experimental basada en parámetros cuantificables al estudio del fenómeno de vitalización del agua.

VII. REFERENCIAS Y MARCO CIENTÍFICO

Las referencias seleccionadas proporcionan el marco científico lizado para contextualizar los resultados obtenidos durante el programa de I+D desarrollado conjuntamente por Pranan Technologies y la Universitat Politècnica de Catalunya. Incluyen trabajos relacionados con la estructura y propiedades fisicoquímicas del agua, las interacciones agua-material, la nanotecnología aplicada y diferentes aproximaciones al concepto de vitalización del agua.

La evidencia experimental presentada en este estudio se fundamenta exclusivamente en las mediciones de pH y conductividad eléctrica realizadas mediante instrumentación homologada y en los resultados obtenidos durante el programa de investigación desarrollado conjuntamente con el Departamento de Física Aplicada de la Universitat Politècnica de Catalunya

Referencias

- [1] Agmon, N. (1995). The Grotthuss mechanism. *Chemical Physics Letters*, 244(5–6), 456–462.

- [2] Amiri, M. C., & Dadkhah, A. A. (2006). On reduction in the surface tension of water due to magnetic treatment. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 278(1–3), 252–255.
- [3] Marx, D. (2006). Proton transfer 200 years after von Grotthuss: Insights from ab initio simulations. *ChemPhysChem*, 7(9), 1848–1870.
- [4] Pang, X. F., & Deng, B. (2008). Investigation of changes in properties of water under the action of a magnetic field. *Science in China Series G: Physics, Mechanics and Astronomy*, 51(11), 1621–1632.
- [5] Toledo, E. J. L., Ramalho, T. C., & Magriotis, Z. M. (2008). Influence of magnetic field on physical-chemical properties of the liquid water. *Journal of Molecular Structure*, 888(1–3), 409–415.
- [6] Chen, M., Ko, H. Y., Remsing, R. C., Calegari Andrade, M. F., Santra, B., Sun, Z., Zhang, A., & Car, R. (2017). Ab initio theory and modeling of water. arXiv.
- [7] Cukierman, S. (2006). Et tu, Grotthuss! and other unfinished stories. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Bioenergetics*, 1757(8), 876–885.
- [8] Emoto, M. (2004). *The hidden messages in water. Beyond Words Publishing.*
- [9] Hartnig, C., Witschel, W., Spohr, E., Gallo, P., Ricci, M. A., & Rovere, M. (2000). Modifications of the hydrogen bond network of liquid water in a cylindrical SiO₂ pore. arXiv.
- [10] Kaku, M. (1987). *Beyond Einstein: The cosmic quest for the theory of the universe. Oxford University Press.*
- [11] Kaluza, T. (1921). Zum Unitätsproblem der Physik. *Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften*, 966–972.
- [12] Khatib, R., Backus, E. H. G., Bonn, M., Perez-Haro, M. J., Gaigeot, M. P., & Sulpizi, M. (2016). Water orientation and hydrogen-bond structure at the fluorite/water interface. arXiv.
- [13] Klein, O. (1926). Quantum theory and five-dimensional theory of relativity. *Zeitschrift für Physik*, 37(12), 895–906.
- [14] Le Ouay, B., & Stellacci, F. (2015). Antibacterial activity of silver nanoparticles: A surface science insight. *Nano Today*, 10(3), 339–354.
- [16] Liu, R., & Chen, M. (2023). Characterization of the hydrogen-bond network in high-pressure water by deep potential molecular dynamics. arXiv.
- [17] Miceli, G., De Gironcoli, S., & Pasquarello, A. (2016). Isobaric first-principles molecular dynamics of liquid water with nonlocal van der Waals interactions. arXiv.
- [18] Silvera Batista, C. A., Larson, R. G., & Kotov, N. A. (2015). Nonadditivity of nanoparticle interactions. *Science*, 350(6257),

VIII. ANEXOS

Documentación técnica y trazabilidad experimental

Introducción

El presente anexo reúne la documentación técnica asociada a los elementos experimentales empleados durante el programa de investigación desarrollado conjuntamente por Pranan Technologies S.L. y el Departamento de Física Aplicada de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC).

Con el objetivo de garantizar la máxima trazabilidad científica de los resultados obtenidos, se incluyen la documentación gráfica del dispositivo utilizado durante los ensayos, la representación técnica de su arquitectura constructiva, la evolución hacia una configuración industrializada y las especificaciones del equipamiento instrumental empleado para la determinación de los parámetros fisicoquímicos analizados.

La información presentada complementa los resultados experimentales expuestos en el cuerpo principal del estudio y permite identificar tanto la configuración tecnológica investigada como las

condiciones instrumentales bajo las cuales fueron realizadas las mediciones de pH y conductividad eléctrica

A.1 Prototipo experimental utilizado durante la investigación

Figura A.1. Prototipo experimental empleado en los ensayos de vitalización del agua.

La figura muestra el dispositivo experimental utilizado durante el programa de I+D para la exposición de las muestras de agua objeto de estudio.

Este prototipo constituye la configuración tecnológica sobre la que se realizaron los ensayos de caracterización fisicoquímica descritos en el presente informe. Su diseño integra la arquitectura funcional desarrollada por Pranan Technologies para el estudio de la interacción entre el dispositivo y las propiedades fisicoquímicas del agua, permitiendo evaluar experimentalmente la evolución de parámetros como el pH y la conductividad eléctrica bajo condiciones controladas.

A.2 Representación técnica y arquitectura constructiva del dispositivo

Figura A.2. Representación técnica del dispositivo experimental y detalle de su arquitectura interna.

La documentación técnica incluida en esta figura muestra diferentes vistas constructivas y secciones del dispositivo utilizado durante la investigación.

Las representaciones permiten visualizar la configuración geométrica general del sistema, así como la disposición relativa de sus diferentes elementos estructurales internos. Esta documentación forma parte del proceso de ingeniería desarrollado durante el programa de investigación y constituye la referencia técnica utilizada para la fabricación y validación de los prototipos experimentales evaluados durante el estudio.

Por motivos de protección tecnológica e industrial, determinados aspectos funcionales específicos del sistema no se describen en detalle en el presente documento.

A.3 Representación técnica y arquitectura constructiva del dispositivo

Figura A.3. Certificación y control metrológico del equipamiento

Con el fin de garantizar la fiabilidad y trazabilidad de las mediciones realizadas, el equipamiento empleado dispone de certificados de fabricación, calibración y control de calidad emitidos por Hanna Instruments. Los documentos acreditan la verificación funcional del instrumento HI2020 y de las sondas específicas utilizadas para la determinación de pH, temperatura y conductividad eléctrica.

Los certificados indican que los equipos fueron producidos, calibrados y ensayados utilizando patrones de referencia trazables a estándares reconocidos internacionalmente, verificándose parámetros tales como precisión, linealidad, respuesta temporal, compensación térmica y estabilidad de medida. Asimismo, las pruebas de control de calidad fueron realizadas bajo procedimientos compatibles con sistemas de gestión basados en la norma ISO 9001.

La utilización de instrumentación certificada resulta especialmente relevante en el contexto del presente estudio, dado que las variaciones observadas en pH y conductividad eléctrica se sitúan en rangos que requieren elevada sensibilidad y precisión instrumental para su correcta detección y cuantificación.

A.4 Equipamiento instrumental empleado en las mediciones

Figura A.4. Sistema multiparamétrico utilizado para la determinación de pH y conductividad eléctrica.

Las mediciones experimentales fueron realizadas mediante instrumentación multiparamétrica profesional Hanna Instruments Edge® HI2020, diseñada para aplicaciones de laboratorio y caracterización fisicoquímica de muestras líquidas.

El sistema permite la determinación de pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto mediante sondas digitales específicas, incorporando compensación automática de temperatura, sistemas avanzados de calibración y capacidad de almacenamiento de datos. El equipo presenta una resolución de hasta 0,001 unidades de pH y 0,01 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en conductividad eléctrica, características adecuadas para la detección de pequeñas variaciones en las propiedades fisicoquímicas del agua.

A.5 Representación conceptual industrializada del sistema Pranan

Figura A.5. Representación de la evolución industrial del dispositivo desarrollado por Pranan Technologies.

La figura muestra una representación industrializada del sistema desarrollado a partir de la arquitectura tecnológica validada durante el programa de investigación.

Esta configuración conserva los principios físicos fundamentales evaluados experimentalmente, incorporando mejoras asociadas a procesos de ingeniería, fabricación, integración mecánica y optimización industrial. La evolución desde el prototipo experimental hasta una solución industrial constituye una fase natural dentro de los procesos de transferencia tecnológica y refleja la madurez alcanzada por la tecnología tras las diferentes etapas de investigación, validación y desarrollo.



Dpto. de Física Aplicada
Universitat Politècnica de Catalunya
Campus Diagonal Nord, Edificio B5
C/ Jordi Girona 1-3 08034 Barcelona



Dpto. Técnico I+D
Pranan Technologies
C/ Madres de la plaza de Mayo 44 2º
31013 Pamplona - Navarra

Figura A.1.



Figura A.2.

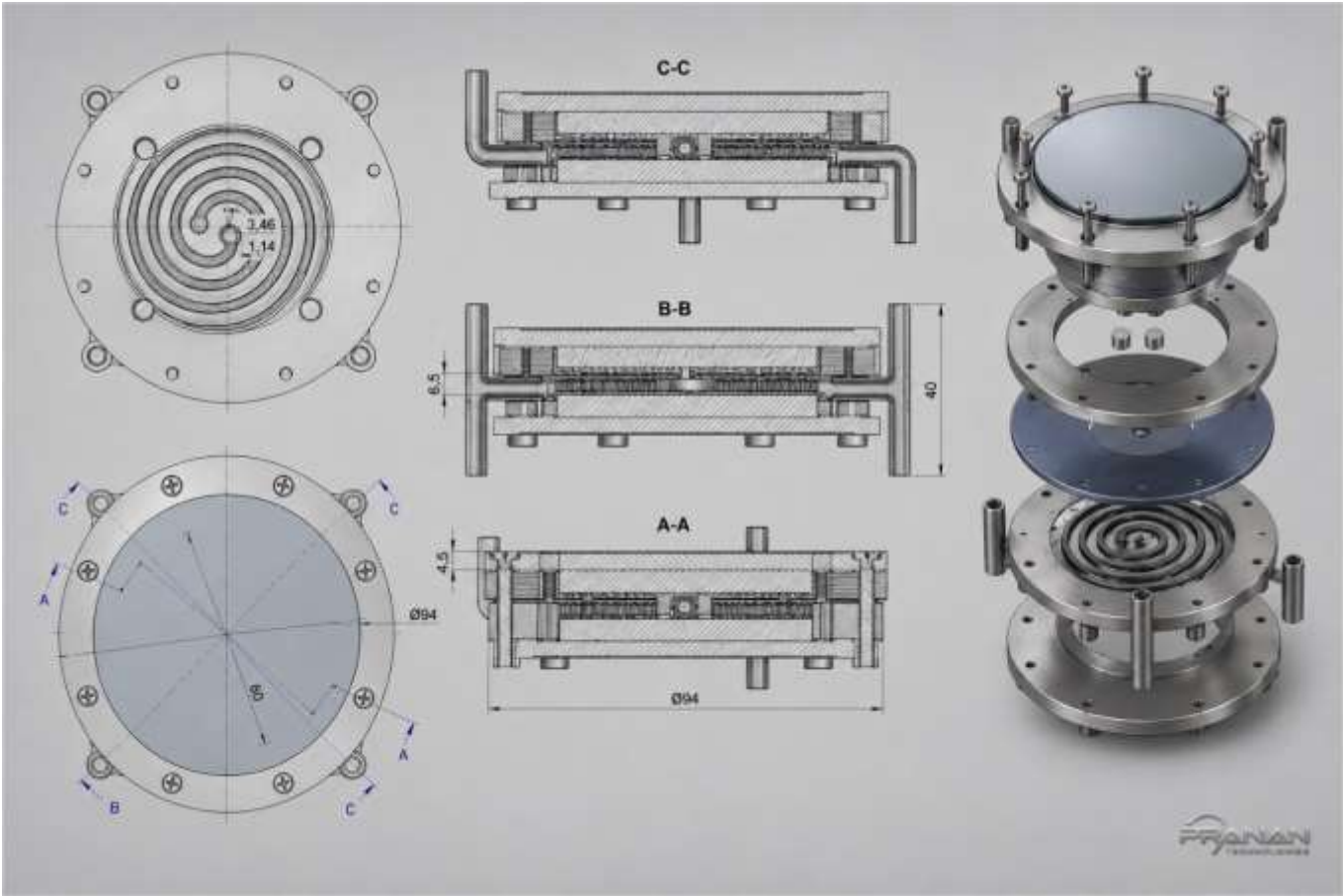


Figura A.3.1.



Instrument Quality Certificate

Instrument:

S/N:

Software version:

HI 2020-02


C0112057

1.05

Description: BENCH METER with pH/Temperature digital probe 230 VAC

Hanna Instruments certifies that this instrument has been produced, calibrated, tested to meet all applicable Hanna procedures, using standards and reference instruments, the accuracy of which is traceable to the National Institute of Standards (NIST) in the USA or to internationally accept natural physical standards. The standards and reference instruments used in calibration and testing are supported by a calibration system which meets requirements of ISO 9001. The following tests have been performed according with the reference from the Work Instruction of the meter.

The results are listed below:

A. Functionality tests	Reference	Result	B. Aesthetic Control	Reference	Result
A.1. Switch ON/OFF tests	7.4.&7.5.	PASSED	B.1. Instrument aesthetic check	8.3.1.	DONE
A.2. LCD tests	7.4.	PASSED	B.2. Meter Cradles aesthetic check	9.7. & 10.3.	DONE
A.3. Keyboard test	3.3.	PASSED	B.3. Electrode Holder aesthetic check	11.6.	DONE
A.4. Battery Charging test	7.3.	PASSED			
A.5. Factory Calibration test	3.3.	PASSED	C. Packing	Reference	Result
A.6. Real Time Clock test	6.3.3.	PASSED	C.1. Instrument	11.1.	CHECKED
A.7. Sound test	7.5.	PASSED	C.2. Probe	11.2.	CHECKED
A.8. Connector Assembly	7.1.	PASSED	C.3. Chemical pack	11.3.	CHECKED
A.9. µUSB Charging test	7.3.	PASSED	C.4. Bench Cradle	11.4.	CHECKED
A.10. µUSB Communication test	7.7.	PASSED	C.5. Wall Mounted Cradle	11.5.	CHECKED
A.11. Standard USB test	3.3.	PASSED	C.6. Electrode Holder	11.6.	CHECKED
A.12. Probe Connectivity test	7.6.	PASSED	C.7. Power Adapter & USB cable	11.7.	CHECKED
A.13. Measurement test (pH, EC, DO, T)	B.3.2.	PASSED	C.8. Instruction Manual	11.8.	CHECKED
A.14. Power Adapter test	B.3.3.	PASSED	C.9. Meter and probe quality certificate	11.9.	CHECKED

Calibration, functionality test, aesthetic control and packing have been met.

This certificate is valid for one (1) year from the date of issue.

Date: 2014-04-11


Inspector: Marius Albert / Engineer
(Name / Title of Signatory)

Signature: 

QC_EC_EDGE_2020_02_rev.0.7

page 1 of 1

Figura A.3.2



Electrode Quality Certificate

Electrode:	Parameter:	SN:	Firmware:	Recommended for:
HI10530	pH/Temperature	026780	1.04	HI2020

Description: Digital, glass body, double junction, conical tip, pH/temperature electrode

Hanna Instruments certifies that this electrode has been produced, calibrated and tested to meet all applicable Hanna procedures, using standards and reference instruments, the accuracy of which is traceable to the National Institute of Standards (NIST) in the USA or to internationally acceptable national physical standards. The standards and reference instruments used in calibration and testing are supported by a calibration system which meets requirements of ISO 9001.


Standard Reference Materials:	pH:	185h, 186g, 187e, 189c, 191d, 2193a [NIST]		
External/Internal reference devices*:	°C:	NTO-031 [NIST Certified Thermometers Set]		
	KΩ/MΩ:	SN#148047ADH [Megohmmeter]		

Tests performed using reference devices:

mV (@ 25 °C):	Offset (7.01 pH) [mV]:	0.0		
	Tolerance [mV]:	± 5		
	Reading [mV]:	-1.6		PASSED
	Slope (4.01 pH) [mV]:	177.5		
	Tolerance [mV]:	170.4 - 177.5		
	Reading [mV]**:	175.6		PASSED
mV response time (4.01 pH → 7.01 pH)***:	Standard time [s]:	< 1		PASSED
	Tolerance [s]:	+ 1		
Temperature:	Ref. Temp. [°C]:	5.0	25.0	50.0
	Tolerance [°C]:	± 0.4	± 0.4	± 0.4
	Readings [°C]:	5.0	25.0	50.1 PASSED
Temperature response time (25 °C → 50 °C)***:	Standard time [s]:	< 45		
	Tolerance [s]:	+ 10		
	Reading [s]:	25		PASSED
Glass impedance (@ 25 °C):	Tolerance [MΩ]:	50 - 150		PASSED
Reference impedance (@ 25 °C):	Maximum value [KΩ]:	10		PASSED

*) All references are periodically checked and are used only if are inside certification interval; NP = not performed.
 **) Offset compensated.
 ***) Evaluated for 90 % of step.

Quality control and testing criteria have been met.

Date:	2016-03-11	Inspector:	Jarca Vestița / Engineer
			(Name / Title of Signatory)
		Signature:	

CERTELECT_pH_temp_10530_rev.0.0.2 page 1 of 1

Hanna Instruments Inc. 584 Park East Drive Woonsocket, RI 02895
www.hannainst.com

Figura A.3.3



Electrode Quality Certificate

Electrode:	Parameter:	SN:	Firmware:	Recommended for:
HI 11310	pH/Temperature	006289	1.04	HI 2020

Description: Digital, glass body, double junction, pH/temperature electrode

Hanna Instruments certifies that this electrode has been produced, calibrated and tested to meet all applicable Hanna procedures, using standards and reference instruments, the accuracy of which is traceable to the National Institute of Standards (NIST) in the USA or to internationally acceptable national physical standards. The standards and reference instruments used in calibration and testing are supported by a calibration system which meets requirements of ISO 9001.

Standard Reference Materials:	pH:	185h, 186g, 187e, 189c, 191d, 2193a [NIST]
External/Internal reference devices*:	°C:	NTO-031 [NIST Certified Thermometers Set]
	KΩ/MΩ:	SN#148047ADH [Megohmmeter]

Tests performed using reference devices:

mV (@ 25 °C):	Offset (7.01 pH) [mV]:	0.0		
	Tolerance [mV]:	± 5		
	Reading [mV]:	-1.0		PASSED
	Slope (4.01 pH) [mV]:	177.5		
	Tolerance [mV]:	170.4 - 177.5		
	Reading [mV]**:	173.8		PASSED
mV response time (4.01 pH → 7.01 pH)***:	Standard time [s]:	< 1		PASSED
	Tolerance [s]:	+ 1		
Temperature:	Ref. Temp. [°C]:	5.0	25.0	80.0
	Tolerance [°C]:	± 0.4	± 0.4	± 0.4
	Readings [°C]:	5.2	25.2	80.2
				PASSED
Temperature response time (25 °C → 50 °C)***:	Standard time [s]:	< 45		
	Tolerance [s]:	+ 10		
	Reading [s]:	40		PASSED
Glass impedance (@ 25 °C):	Tolerance [MΩ]:	100 - 300		PASSED
Reference impedance (@ 25 °C):	Maximum value [KΩ]:	10		PASSED

* All references are periodically checked and are used only if are inside certification interval; NP = not performed.
 ** Offset compensated.
 *** Evaluated for 90 % of step.

Quality control and testing criteria have been met.

Date: 2014-01-24 Inspector: Cimpean Vasile / Engineer
(Name / Title of Signatory)

Signature: 

Figura A.3.4



Electrode Quality Certificate

Electrode: HI 763100 Parameter: EC / Temperature SN: 100733 Firmware: 1.03 Recommended for: HI 2030

Description: Digital, 4 ring conductivity probe with integral temperature sensor

Hanna Instruments certifies that this electrode has been produced, calibrated and tested to meet all applicable Hanna procedures, using standards and reference instruments, the accuracy of which is traceable to the National Institute of Standards (NIST) in the USA or to internationally acceptable national physical standards. The standards and reference instruments used in calibration and testing are supported by a calibration system which meets requirements of ISO 9001.

Standard Reference Materials: EC: SRM2201, SRM2202 [NIST]
 External / Internal reference devices*: °C: NTO-031 [NIST Certified Thermometers Set]

Tests performed using reference devices:

EC (@ 25 °C):	Offset (air) [$\mu\text{S}/\text{cm}$]:	0.00	
	Tolerance [$\mu\text{S}/\text{cm}$]:	+ 0.01	
	Reading [$\mu\text{S}/\text{cm}$]:	0.00	PASSED
	Slope (12.88 mS/cm) C.F. [cm^{-1}]:	1.000	
	Tolerance C.F. [cm^{-1}]:	0.800 - 1.200	
EC response time (Cal.: 12.88 mS/cm; Reading: 5.00 mS/cm)**:	Standard time [s]:	< 5	PASSED
	Tolerance [s]:	+ 1	
Temperature:	Ref. Temp. [°C]:	25.0	50.0
	Tolerance [°C]:	± 0.4	± 0.4
	Readings [°C]:	25.0	50.0
Temperature response time (25 °C → 50 °C)**:	Standard time [s]:	< 25	
	Tolerance [s]:	+ 5	
	Reading [s]:	12	PASSED

*) All references are periodically checked and are used only if are inside certification interval; NA = not applicable; NP = not performed.
 **) Evaluated for 90 % of step.

Quality control and testing criteria have been met.


Date: 2014-05-07 Inspector: Codruta Petrisor / Engineer
(Name / Title of Signatory)
 Signature: 

Figura A.4

Edge Multiparamétrico

El más versátil. 1 mismo instrumento, 3 parámetros, según el sensor conectado: pH, CE o OD

HI2020 pH, CE, OD



	Rango	Resolución	Calibración
pH	-2 a 16 pH - 1000 mV	0.01 - 0.001 pH - 0.1 mV	Seis 5 puntos
CE	0.01 a 200 mS/cm absoluta	0.01 uS/cm - 0.1 uS/cm	1 punto con punto y cero
OD	0 a 45 ppm O ₂ a 300 %	0.01 ppm 0.2 % saturación	1 a 2 puntos, 0% y 100%
OD P	Complemento con sensor OD P		
Registro de datos	Hasta 1000 registros		
Comunicación	Puerto USB para exportar a pc o móvil		
Sensores	Digital, conector 3.5 mm, temperatura integrada		

Figura A.5

