



AQUASEF

ECO-EFFICIENT TECHNOLOGIES DEVELOPMENT FOR
ENVIRONMENTAL IMPROVEMENT OF AQUACULTURE



GUÍA PRÁCTICA DE IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN INSTALACIONES ACUÍCOLAS

LIFE 13/ENV/ES/00420

ariema 

ctaqua CENTRO TECNOLÓGICO
DE LA ACUICULTURA

D&B Tech
Generación de burbujas y cultivos biológicos

Inoma
renovables,sl


Esteros de Canela



*"Eco-efficient technologies development for environmental
improvement of aquaculture" (AQUASEF)*

LIFE 13 ENV/ES/000420



Guía práctica de implementación de nuevas tecnologías en instalaciones acuícolas



*"Eco-efficient technologies development for environmental
improvement of aquaculture" (AQUASEF)*

LIFE 13 ENV/ES/000420

Guía práctica de implementación de nuevas tecnologías en instalaciones acuícolas



Eco-efficient technologies development for environmental improvement of aquaculture

LIFE-AQUASEF

Deliverable: D 14

Practical guide on the implementation of new technologies in aquaculture facilities

Guía práctica de implementación de nuevas tecnologías en instalaciones acuícolas

LIFE ENVIRONMENT PROGRAMME

LIFE 13 ENV/ES/000420

Action: D

TASK: D 1.9

Report Date: 30/06/2017

<http://www.aquasef.com/index.php/es/>



Bibliographical Information

Project: Eco-efficient technologies development for environmental improvement of aquaculture- LIFE-AQUASEF

Subject: Demonstration of best practice in by-products valuation.

LIFE ENVIRONMENT PROGRAMME

Contract No. **LIFE 13/ES/000420**

Duration of Contract: 02/06/2014-30/06/2017

ACTION: D. Communication and dissemination

TASK: D. 1.9 Practical guide on the implementation of new technologies in aquaculture facilities

Other Partners: ARIEMA, D&B TECH, INOMA

Report Date:30/06/2017

Pages:48 (including figures, tables, attachments)

Key words: Aquaculture, Employment, GHG emissions, Land aquaculture, electrolyser, renewable energy.

Contact Person Editing Partner

Name: Myriam Retamero

Phone: +34 956 569 363

Fax: +34 956 569 364

E-mail: m.retamero@ctaqua.es

Authors Editing Partner

Name: M^a del Mar Barrios

Phone: +34 956 569 363

Fax: +34 956 569 364

E-mail: mm.barrios@ctaqua.es

Name: Laura Bermudez

Phone: +34 956 569 363

Fax: +34 956 569 364

E-mail: l.bermudez@ctaqua.es



INDICE

1. Introducción.....	6
2. Electrolizador para la obtención de oxígeno e hidrógeno a partir de agua	7
2.1. Medidas legislativas.....	7
2.1.1. Normativa de obligado cumplimiento en España	7
2.1.2. Normativa específica	9
2.2. Soluciones tecnológicas.....	13
2.3. Beneficios obtenidos	15
2.4. Enlaces de interés.....	16
2.5. Entidades proveedoras de equipos	17
2.6. Recomendaciones	19
3. Instalación solar térmica para climatización de tanques de cultivos acuícolas.....	22
3.1. Medidas legislativas.....	22
3.2. Soluciones tecnológicas que aporta la instalación solar térmica.....	23
3.3. Beneficios que aporta la instalación solar térmica	23
3.4. Enlaces de interés.....	24
3.5. Entidades proveedoras de equipos	24
3.6. Recomendaciones	25
4. Sistemas energéticos renovables para autoconsumo en plantas acuícolas.....	28
4.1. Medidas legislativas.....	29
4.2. Soluciones tecnológicas que aportan los sistemas energéticos renovables	29
4.3. Beneficios que aportan los sistemas energéticos renovables.....	30
4.4. Enlaces de interés.....	30
4.5. Entidades proveedoras de equipos	30
4.6. Recomendaciones	32
5. Equipos Plug&Play.....	35
5.1. Medidas legislativas.....	36
5.2. Soluciones tecnológicas que aportan los equipos Plug&Play	36
5.3. Beneficios que aportan los equipos Plug&Play.....	36
5.4. Enlaces de interés.....	37
5.5. Entidades proveedoras de equipos	37
5.6. Recomendaciones	37



*Seguridad para Electrostatically Sensitive Devices (ESD):.....	38
6. Difusor para tanques de alevines MicroBTech.....	39
6.1. Medidas legislativas.....	39
6.2. Soluciones tecnológicas que aporta el difusor MicroBTech	39
6.3. Beneficios que aporta el difusor MicroBTech.....	39
6.4. Enlaces de interés.....	39
6.5. Entidades proveedoras de equipos	40
6.6. Recomendaciones	41
7. Dispositivo aireador para esteros O₂BTech.....	41
7.1. Medidas legislativas.....	42
7.2. Soluciones tecnológicas que aporta el aireador O ₂ BTech.....	42
7.3. Beneficios que aporta el aireador O ₂ BTech	42
7.4. Enlaces de interés.....	42
7.5. Entidades proveedoras de equipos	42
7.6. Recomendaciones	42
8. Tanque abierto para el cultivo de microalgas	43
8.1. Medidas legislativas.....	44
8.2. Soluciones tecnológicas que aporta el tanque de cultivo.....	44
8.3. Beneficios que aporta el tanque de cultivo	44
8.4. Enlaces de interés.....	44
8.5. Entidades proveedoras de equipos	44
8.6. Recomendaciones	46
9. Conclusiones.....	33



1. Introducción

La replicabilidad de los resultados en los proyectos de I+D+i o de desarrollo tecnológico, como es el caso del proyecto LIFE ENV/ES/000420, es un factor muy importante para tener en cuenta durante todo el desarrollo de los mismos. Es muy importante que los resultados que se generen en estos proyectos lleguen a un número importante de usuarios finales con el fin de garantizar que los recursos invertidos tengan una repercusión directa ya sea en sistemas productivos o directamente sobre el medio ambiente. Consiguiendo de este modo aumentar la sostenibilidad ambiental y productiva de todos los sectores de aplicación del proyecto.

En el caso concreto del proyecto AQUASEF, los resultados tienen una repercusión directa en el sector de las energías renovables y sobre todo de la acuicultura. Con la implementación de las tecnologías desarrolladas en dicho proyecto se pretende minimizar el impacto que produce la actividad sobre el medio ambiente, reduciendo la emisión de gases contaminantes a la atmosfera y consiguiendo un máximo aprovechamiento de los recursos empleados.

Por ello se ha considerado la necesidad de desarrollar una guía de implementación de las nuevas tecnologías desarrolladas, con el fin de facilitar a los usuarios potenciales de la mismas tanto el acceso a las tecnologías como su posterior uso en las instalaciones en las que se quieran instalar.

En este sentido, en este documento se realiza una recopilación de las técnicas puestas en práctica y la tecnología desarrollada en el marco del proyecto LIFE AQUASEF para poder ser aplicadas en áreas con una problemática similar. En el mismo se incluye:

- Medidas legislativas
- Posibles soluciones tecnológicas
- Beneficios obtenidos
- Enlaces de interés
- Entidades proveedoras de equipos
- Recomendaciones

2. Electrolizador para la obtención de oxígeno e hidrógeno a partir de agua

Desarrollado por ARIEMA, el electrolizador constituye un equipo alcalino de 5 kW diseñado específicamente para poder utilizar ambos gases, oxígeno e hidrógeno y dispone de un nivel de sensorización y automatización inexistente en los equipos comerciales actuales.



Ilustración 1. Electrolizador para la obtención de oxígeno e hidrógeno (Fte: ARIEMA)

2.1. Medidas legislativas

A continuación se hace una revisión de toda la normativa existente con respecto a esta tecnología.

2.1.1. Normativa de obligado cumplimiento en España

*Equipos a presión

- ✓ Equipos a presión (RD 769/1999 - Directiva Europea 97/23/CE). (RD 2060/2008, BOE 5 febrero 2009).
- ✓ ITC MIE-AP7: Botellas y botellones para gases comprimidos, licuados y disueltos a presión.
- ✓ ITC EP-6 sobre recipientes a presión transportables.



- ✓ Equipos a presión transportables (RD 222/2001 – Directiva Europea 1999/36/CE).

*Almacenamiento de productos químicos

- ✓ Reglamento de almacenamiento de productos químicos RD 379/2001.
- ✓ ITC MIE-APQ-005 del Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos: Almacenamiento de botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión.

*ATEX (Atmósferas explosivas)

- ✓ Aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas (RD 400/1996 - Directiva Europea 94/9/CE).
- ✓ RD 681/2003 sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.
- ✓ ITC-BT-29 (Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión) del Reglamento electrotécnico para instalaciones de baja tensión (REBT).

*Compatibilidad electromagnética

- ✓ Directiva Europea 2004/108/CE Compatibilidad electromagnética de equipos.
- ✓ Directiva Europea 2006/28/CE Compatibilidad electromagnética para la homologación de vehículos a motor y de sus remolques.

*Máquinas

- ✓ Directiva Europea 2006/42/CE.
- ✓ Directiva 97/23/CE relativa a los equipos a presión.

*Otros

- ✓ RAP: Reglamento de Aparatos a Presión.
- ✓ RAG: Reglamento de Aparatos que utilizan gas como combustible.
- ✓ IPE: Reglamento de Instalaciones Petrolíferas.
- ✓ RIG: Reglamento de Instalaciones de Gases.



- ✓ RCG: Reglamento de redes y acometidas de combustibles gaseosos.
- ✓ RGC: Reglamento del servicio público de Gases Combustibles.

2.1.2. Normativa específica

Directiva 2014/94/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de octubre de 2014 relativa a la implantación de una infraestructura para los combustibles alternativos. Regula la implantación del despliegue de hidrógeno como combustible para el transporte, entre otros combustibles.

Tabla 1. Recopilación de normativa española (subrayadas las de mayor importancia) (Fte: ARIEMA)

Norma AENOR	Título AENOR	Estado AENOR
UNE 181001:2010	<u>Tecnologías del hidrógeno. Terminología.</u>	Vigente
UNE-EN 50465:2015	Gas appliances - Combined heat and power appliance of nominal heat input inferior or equal to 70 kW (Endorsed by AENOR in March of 2015.)	Vigente
UNE-EN 62282-2:2012	Tecnologías de pilas de combustible. Parte 2: Módulos de pila de combustible.	Vigente
UNE-EN 62282-3-201:2013	Tecnologías de pilas de combustible. Parte 3-201: Sistemas estacionarios de generación de energía por pila de combustible. Métodos de ensayo del funcionamiento para pequeños sistemas de pilas de combustible.	Vigente
UNE-EN 62282-3-300:2013	Tecnologías de pilas de combustible. Parte 3-300: Sistemas estacionarios de generación de energía por pila de combustible. Instalación.	Vigente
UNE-EN 62282-5-1:2013	Tecnologías de pilas de combustible. Parte 5-1: Sistemas portátiles de pilas de combustible. Seguridad.	Vigente



Norma AENOR	Título AENOR	Estado AENOR
UNE-EN 62282-6-200:2013	Tecnología de pilas de combustible. Parte 6-200: Sistemas de micropilas de combustible. Métodos de ensayo de rendimiento.	Vigente
UNE-EN 62282-6-300:2013	Tecnología de pilas de combustible. Parte 6-300: Sistemas de micropilas de combustible. Intercambiabilidad de los cartuchos de combustible.	Vigente
UNE-IEC/TS 62282-1:2013	<u>Tecnologías de pilas de combustible. Parte 1: Terminología.</u>	Vigente
UNE-ISO 14687:2006	<u>Hidrógeno como combustible. Especificaciones de producto</u>	Vigente
UNE-ISO 16110-1:2015	<u>Generadores de hidrógeno que utilizan tecnologías de procesado de combustibles. Parte 1: Seguridad.</u>	Vigente
UNE-ISO 22734-1:2012	<u>Generadores de hidrógeno utilizando el proceso de la electrolisis del agua. Parte 1: Aplicaciones industriales y comerciales.</u>	Vigente
UNE-ISO/TR 15916:2007 IN	<u>Consideraciones básicas de seguridad de los sistemas de hidrógeno</u>	Vigente
UNE-ISO/TS 20100:2013	<u>Hidrógeno gaseoso. Estaciones de servicio.</u>	Vigente



Tabla 2. Recopilación de normativa internacional (subrayadas las más importantes) (Fte: ARIEMA)

Norma internacional	Título internacional	Estado internacional
IEC 62282-3-100:2012	Fuel cell technologies - Part 3-100: Stationary fuel cell power systems - Safety	Revisada
IEC 62282-3-200:2015	Fuel cell technologies - Part 3-200: Stationary fuel cell power systems - Performance test methods	Revisada
IEC 62282-3-400:2016	Fuel cell technologies - Part 3-400: Stationary fuel cell power systems - Small stationary fuel cell power system with combined heat and power output	Revisada
IEC 62282-4-101:2014	Fuel cell technologies - Part 4-101: Fuel cell power systems for propulsion other than road vehicles and auxiliary power units (APU) - Safety of electrically powered industrial trucks	Revisada
IEC 62282-4-102:2017 PRV	Fuel cell technologies - Part 4-102: Fuel cell power systems for industrial electric trucks - Performance test methods	Revisada
IEC 62282-6-100:2010	Fuel cell technologies - Part 6-100: Micro fuel cell power systems - Safety	Revisada
IEC 62282-6-100:2010/AMD1:2012	Amendment 1 - Fuel cell technologies - Part 6-100: Micro fuel cell power systems - Safety	Revisada
IEC 62282-6-100:2010/COR1:2011	Corrigendum 1 - Fuel cell technologies - Part 6-100: Micro fuel cell power systems - Safety	Revisada
IEC 62282-6-100:2010+AMD1:2012 CSV	Fuel cell technologies - Part 6-100: Micro fuel cell power systems - Safety	Revisada
IEC 62282-6-200:2016	Fuel cell technologies - Part 6-200: Micro fuel cell power	Revisada



Norma internacional	Título internacional	Estado internacional
	systems - Performance test methods	
IEC PAS 62282-6-150:2011	Fuel cell technologies - Part 6-150: Micro fuel cell power systems - Safety - Water reactive (UN Devision 4.3) compounds in indirect PEM fuel cells	Revisada
IEC TS 62282-7-1:2017	Fuel cell technologies - Part 7-1: Test methods - Single cell performance tests for polymer electrolyte fuel cells (PEFC)	Revisada
IEC TS 62282-7-2:2014	Fuel cell technologies - Part 7-2: Test methods - Single cell and stack performance tests for solid oxide fuel cells (SOFC)	Revisada
ISO 13984:1999	Liquid hydrogen -- Land vehicle fuelling system interface	Confirmada
ISO 13985:2006	Liquid hydrogen -- Land vehicle fuel tanks	Confirmada
ISO 14687-1:1999	Hydrogen fuel -- Product specification -- Part 1: All applications except proton exchange membrane (PEM) fuel cell for road vehicles	En revisión
ISO 14687-1:1999/Cor 2:2008	Hydrogen fuel -- Product specification -- Part 1: All applications except proton exchange membrane (PEM) fuel cell for road vehicles /Cor 1:2008	publicado
ISO 14687-2:2012	Hydrogen fuel -- Product specification -- Part 2: Proton exchange membrane (PEM) fuel cell applications for road vehicles	En revisión
ISO 14687-3:2014	Hydrogen fuel -- Product specification -- Part 3: Proton exchange membrane (PEM) fuel cell applications for stationary appliances	En revisión



Norma internacional	Título internacional	Estado internacional
ISO 16110-2:2010	<u>Hydrogen generators using fuel processing technologies -- Part 2: Test methods for performance</u>	Confirmada
ISO 16111:2008	<u>Transportable gas storage devices -- Hydrogen absorbed in reversible metal hydride</u>	En revisión
ISO 17268:2012	Gaseous hydrogen land vehicle refuelling connection devices	En revisión
ISO 22734-2:2011	<u>Hydrogen generators using water electrolysis process -- Part 2: Residential applications</u>	En revisión
ISO 26142:2010	<u>Hydrogen detection apparatus -- Stationary applications</u>	Confirmada
ISO/TR 15916:2015	<u>Basic considerations for the safety of hydrogen systems</u>	Publicado
ISO/TS 15869:2009	Gaseous hydrogen and hydrogen blends -- Land vehicle fuel tanks	Confirmada
ISO/TS 19880-1:2016	<u>Gaseous hydrogen -- Fuelling stations -- Part 1: General requirements</u>	En revisión

2.2. Soluciones tecnológicas

La necesidad de aportar oxígeno al medio de cultivo para maximizar la producción lleva asociado la obtención de un suministro externo de oxígeno. La compra del oxígeno se contempla como una posible vía de suministro, sin embargo, no siempre existe la posibilidad de un suministro comercial cerca del emplazamiento de interés, por lo que se debe analizar también la posibilidad de autogenerar el oxígeno requerido en el mismo emplazamiento.

La electrolisis del agua es un proceso de conversión de energía eléctrica en energía química que utiliza una corriente eléctrica para la descomposición del agua en oxígeno e hidrógeno.



Este método de producción es utilizado mayoritariamente para la producción de hidrógeno, sin embargo, la producción de oxígeno in situ puede representar una opción interesante en determinadas circunstancias.

Además, existen otros métodos de producción de oxígeno como las técnicas de purificación de aire; destilación criogénica, membranas poliméricas y adsorción por intercambio de presión.

- La destilación criogénica de aire obtiene oxígeno líquido a temperaturas menores de -150°C.
- Las membranas poliméricas separan el oxígeno del nitrógeno al pasar el aire por una membrana selectiva que separa ambos componentes.
- La adsorción por intercambio de presión (PSA) utiliza un tamiz molecular (zeolítico o carbón activado) con alta afinidad hacia el nitrógeno, reteniéndolo y separándolo del oxígeno, obteniéndose oxígeno puro en una corriente independiente.

Por último, la producción de oxígeno se puede llevar a cabo mediante reacciones químicas entre precursores en las que se obtenga oxígeno como producto. Sin embargo, este método de producción de oxígeno puro es el menos conveniente debido a los problemas de seguridad y de suministro de la materia prima utilizada para su obtención.

La autoproducción de oxígeno para aplicaciones en acuicultura es, por tanto, solo una de las varias opciones técnicas por las que el acuicultor puede optar. Como método de producción de oxígeno en sentido estricto, la electrolisis difícilmente puede o podrá ser competitiva en costes: según las estimaciones, los costes de producción serían de unos 2,00 €/kg en la actualidad y de unos 0,70 € a largo plazo, cuando la tecnología y el mercado de este equipamiento estén totalmente maduros. Esos precios no favorecen la rentabilidad, cuando el coste actual del suministro comercial ronda los 0,35 €/kg y por métodos de purificación a partir del aire podrían llegar a alcanzarse costes en el entorno de los 0,10 €/kg. Sin embargo, la clave de este concepto es el co-producto que invariablemente se genera en la reacción: el hidrógeno. Los ingresos por ventas o los ahorros que genera el aprovechamiento de este hidrógeno podrían sufragar la totalidad del coste del oxígeno e incluso dejar un beneficio neto complementario para la explotación, estimado en torno a 1,50 € por cada kg de oxígeno producido en un escenario de gran desarrollo de las tecnologías del hidrógeno como vector energético.



2.3. Beneficios que aporta la electrólisis del agua

La autoproducción de oxígeno mediante electrolisis del agua en una instalación acuícola garantiza a la instalación un suministro seguro y continuo de oxígeno independiente de problemas externos al centro acuícola en cuestión. Este factor es muy relevante, ya que no sólo se debe tener en cuenta el coste de autoproducción de oxígeno y comparar su viabilidad tecnoeconómica en comparación con el suministro externo, sino que es de vital importancia el enclave donde se sitúe el cultivo.

Como se ha comentado, es crucial la importancia del subproducto que se obtiene mediante electrolisis de agua, el hidrógeno. Este subproducto tiene el contenido energético más alto de todos los combustibles, por lo que se postula como uno de los principales vectores energéticos del futuro gracias al cambio de estrategia en el uso de los recursos energéticos que se está produciendo.

El hidrógeno se valoriza en el Proyecto AQUASEF en un motogenerador adaptado, sustituyendo a la potencia eléctrica de la red general. Además, una parte del gas se almacena para alimentar un Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI) con pila de combustible, que garantiza el funcionamiento de algunas cargas críticas en caso de fallo en el suministro eléctrico local.

El aprovechamiento realizado en el Proyecto AQUASEF podría ser aplicado en cualquier instalación con características similares. Sin embargo, existen más aplicaciones, aunque en la actualidad la única alternativa real se daría si la instalación acuícola estuviera en las proximidades de una industria metalúrgica, de semiconductores o vidrio, entre otros, es decir, industrias en las que se utilice hidrógeno como materia prima.

Pese a las reducidas aplicaciones del hidrógeno coproducido en la actualidad, en el futuro el hidrógeno se postula como una alternativa real en el mercado energético. La autoproducción de oxígeno en una instalación acuícola mediante electrolisis, por tanto, proporcionará en el futuro una fuente de ingresos extra gracias a la venta del subproducto obtenido en la instalación o a un aprovechamiento mejor del mismo.

El hidrógeno producido en la instalación acuícola podrá ser almacenado a alta presión, licuado o combinado con otros materiales para posteriormente ser utilizado para producir potencia eléctrica de forma eficiente a través de pilas de combustible, para transformarlo en gas natural



sintético, para su uso químico o para producción de electricidad mediante combustión, entre otros.

2.4. Enlaces de interés

- Fuel Cell Today. (2013). *Water electrolysis & renewable energy systems*.
- Carmoa, M., Fritza, D. L., Mergela, J., & Stoltena, D. (2013). *A comprehensive review on PEM water electrolysis*. International Journal of Hydrogen Energy, 4901-4934.
- National Renewable Energy Laboratory. (2004). *Technology Brief: Analysis of Current-Day Commercial Electrolyzers*. Obtenido de <http://www.nrel.gov/docs/fy04osti/36705.pdf>
- Energy.gov. *Hydrogen production: Electrolysis*. Obtenido de <https://energy.gov/eere/fuelcells/hydrogen-production-electrolysis>
- Zoulias, E., Varkaraki, E., Lymberopoulos, N., Christodoulou, C. N., Karagiorgis G. N. (2002). *A review on water electrolysis*.
- Thyssenkrupp. *Water electrolysis: Power to Gas*. Obtenido de <https://www.thyssenkrupp.com/en/company/innovation/technologies-for-the-energy-transition/water-electrolysis.html>
- Greenlysis. (2010-2012). *Hydrogen and Oxygen production via electrolysis powered by renewable energies to reduce the environmental footprint of a WWTP*. Layman's report. Obtenido en http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=LIFE08_ENV_E_000118_LAYMAN.pdf
- H2-International. (2017). *Electolizer market overview*. Obtenido en <https://www.h2-international.com/2017/06/06/electrolyzer-market-overview/>
- Kato, T., Kubota, M., Kobayashi, N., Suzuoki, Y. (2005). *Effective utilization of by-product oxygen from electrolysis hydrogen production*. Energy 30, 2580-2595.
- Sakurai, M., Terao, T., Sone, Y. (2015). *Development of Water Electrolysis System for Oxygen Production Aimed at Energy Saving and High Safety*. 45th International Conference on Environmental Systems.



- Bertuccioli, L., Chan, A., Hart, D., Lehner, F., Madden, B., Standen, E. (2014). *Development of water electrolysis in the European Union*. Final report. Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking.

2.5. Entidades proveedoras de equipos

A pesar del amplio conocimiento sobre la tecnología de electrolisis del agua, no existen muchos fabricantes y proveedores de este proceso de producción de oxígeno e hidrógeno. Además, cabe destacar que la mayoría de las empresas que dedican sus esfuerzos a esta tecnología tienen como principal objetivo la producción de hidrógeno.

A continuación se muestra la principal empresa proveedora de electrolizadores en España, la cual no solo centra los objetivos de la electrolisis en la producción de hidrógeno, sino también en la producción de oxígeno, como en el Proyecto AQUASEF.

Tabla 3. Principal empresa proveedora de electrolizadores en España (Fte: ARIEMA)

ARIEMA Energía y Medioambiente S.L.	Empresa independiente líder en España en hidrógeno y pilas de combustible, trabaja con fabricantes nacionales e internacionales para suministrar electrolizadores alcalinos a presión y electrolizadores poliméricos en España y países de habla hispana. En términos de potencia, trabaja con equipos de consumo entre 200-300 vatios hasta grandes instalaciones de cientos de kilovatios para proveer de las mejores soluciones tecnológicas de producción de hidrógeno y oxígeno en España.	 http://www.ariema.com/
--	---	---

En cuanto a la fabricación de electrolizadores, hay en torno a una docena de fabricantes en Europa, normalmente centrados en producción de hidrógeno, no oxígeno u otros gases. A continuación se exponen los más destacables en la siguiente tabla.



Tabla 4. Fabricantes de electrolizadores en Europa (Fte: ARIEMA)

Accadue	Fabricante de la máquina de AQUASEF, empresa española de reciente creación, pero con personal de larga experiencia. Tecnología de electrolisis alcalina establecida, actualmente desarrollando también tecnología PEM.	 http://www.accadue.es
ITM Power	Fabricante británico con experiencia en grandes plantas de electrolisis PEM, también estaciones de servicio e integración con renovables y "power to gas".	 http://www.itm-power.com/
Hydrogenics	Fabricante canadiense, pero con sede y fabricación también en Europa (Alemania y Bélgica). Electrolisis alcalina a presión como capacidad fundamental, pero también líneas muy activas en electrolisis PEM y pilas de combustible propias.	 http://www.hydrogenics.com/
NEL	Fabricante noruego con experiencia en grandes plantas de electrolisis PEM, también estaciones de servicio completas fijas y transportables.	 http://nelhydrogen.com/
McPhy	Fabricante francés con gama completa de electrolizadores, almacenamiento, estaciones de repostaje y soluciones a medida. Incluye electrolizadores de pequeñas producciones iguales o menores al de AQUASEF.	 http://mcphy.com



ErreDue	Fabricante italiano de equipos de generación y manejo de gases, incluyendo tanto hidrógeno electrolítico como oxígeno y nitrógeno. Los electrolizadores son de baja presión y eficiencia, pero esto conlleva también un coste menor.	 http://www.erreduegas.com/
---------	--	---

2.6. Recomendaciones

La autoproducción de oxígeno en una instalación acuícola mediante electrólisis del agua genera asimismo como subproducto hidrógeno. El hidrógeno es un gas combustible que puede conllevar riesgos derivados de su manipulación. Además, debe destacarse también la peligrosidad del manejo de oxígeno puro, por sus propiedades como acelerador de la combustión. La implantación de este sistema de producción de oxígeno requerirá, por tanto, tomar las siguientes medidas con el fin de certificar la seguridad dentro de la instalación:

- Formación de los operarios respecto de los elementos potencialmente peligrosos, de la identificación de los mismos y de las medidas a aplicar.
- Señalización de riesgos, códigos de colores, zonas de exclusión y presencia de equipos de extinción de incendios.
- Monitorización de variables para la detección temprana de incidencias y su contribución para mejorar la toma de decisiones a la hora de distribuir los recursos de la explotación.
 - Instalación de **sensores de potencia eléctrica** para monitorizar el consumo de la instalación en su conjunto y de los datos parciales para las distintas secciones.
 - Instalación de **sensores de temperatura** para monitorizar la temperatura ambiente, del cauce y del tanque/estanque.
 - Instalación de **sensores de concentración de oxígeno disuelto** en el tanque o estanque para monitorizar y regular el contenido de oxígeno en el agua.



- Instalación de **sensores de concentración de CO₂** en el agua para valorar y regular la inyección de O₂ o CO₂ dependiendo del medio que se cultive.
 - Monitorización y **sensorización** para registrar los **cambios climáticos** que puedan afectar a la instalación, como medición de lluvias, viento o irradiancia.
 - **Control de los caudales** de agua y gases a la entrada y la salida de los distintos equipos instalados en la instalación.
 - Instalación de **sensores de hidrógeno** para controlar y detectar posibles fugas de hidrógeno en ambientes cerrados.
 - Sensores de humo, rampas de temperatura, CO y llama entre otros.
- Evaluación de la calidad del suministro disponible y la adecuación de los equipos y su modo de conexión.
 - Colocación de equipos en el exterior de la instalación y en zonas elevadas para minimizar el riesgo.
 - Uso de materiales certificados para el contacto con hidrógeno a presión, siempre contruidos en aceros inoxidables de tipo austenítico, como el 316 L o similares.
 - Ventilación forzada de los espacios interiores susceptibles de fugas de hidrógeno, a ser posible de tipo cenital.

En la instalación diseñada en el Proyecto AQUASEF, el oxígeno puro generado por electrolisis no se almacena, reduciéndose así la probabilidad de que entre en contacto con combustibles. En este caso, el mayor factor de riesgo es el hidrógeno producido, su almacenamiento y posterior consumo.

La mayor parte de estas recomendaciones pueden ser aplicables a todos los métodos de producción de oxígeno.

A partir de la información suministrada en este documento, el acuicultor podrá hacer uso de la misma para diagnosticar cuál es la mejor vía de producción de oxígeno en su instalación tanto a nivel técnico como económico. El presente documento se centra principalmente en la autoproducción de oxígeno mediante electrolisis y los beneficios que puede proporcionar la aplicación de este método de producción en el futuro, pero, también se enumeran otros métodos de producción de oxígeno que son más demandados en la actualidad. Cabe destacar



que el acuicultor tendrá que analizar las ventajas y desventajas que proporciona y proporcionará cada método en función de sus necesidades, su emplazamiento y las directivas y medidas legislativas vigentes y previstas.

3. Instalación solar térmica para climatización de tanques de cultivos acuícolas

Desarrollada por INOMA Renovables S.L., la instalación solar térmica se basa en la utilización de captadores solares térmicos de bajo coste y alto rendimiento para un rango de temperaturas. El diseño se ha realizado específicamente para aportar energía térmica a los tanques de cultivos acuícolas y la instalación es totalmente modulable y puede dimensionarse en función de las necesidades particulares de la planta acuícola.



Ilustración 2. Instalación solar térmica (Fte: INOMA Renovables S.L.)

3.1. Medidas legislativas

A continuación se expone la normativa de referencia existente con respecto a esta tecnología:

- ✓ Real Decreto 1027/2007, de 20 julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, en adelante RITE.
- ✓ Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- ✓ Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE «Ahorro de Energía», del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.



3.2. Soluciones tecnológicas que aporta la instalación solar térmica

Uno de los mayores consumos energéticos de las instalaciones acuícolas lo constituye el calentamiento del agua de proceso empleada en las mismas. La temperatura óptima varía en función de las especies a cultivar, si bien suele encontrarse en torno a los 20º C.

Las instalaciones de energía solar térmica normalmente emplean captadores de placa plana, aptas para la producción de Agua Caliente Sanitaria (ACS), que normalmente se almacena en los depósitos acumuladores a una temperatura de entre 45º C y 60º C. Para producir agua a esa temperatura, los circuitos primarios de la instalación normalmente trabajan a temperaturas de en torno a los 90ºC. Los captadores de placa plana se basan en el efecto invernadero para alcanzar dichas temperaturas de trabajo.

Sin embargo, dado que la temperatura deseada en los cultivos acuícolas es muy inferior a la del ACS, se han empleado en la instalación, captadores de Polietileno de Alta Densidad (PEHD). Estos captadores son típicamente empleados en el calentamiento parcial del agua de piscinas, si bien se ha obtenido una aplicación novedosa que permite adaptarlo al calentamiento del agua empleada en los cultivos acuícolas.

3.3. Beneficios que aporta la instalación solar térmica

La instalación solar térmica, reduce la energía calorífica que tiene que ser producida mediante hidrocarburos o resistencias eléctricas. De esta manera, se emplea en el calentamiento fuentes de origen renovables que permiten reducir las emisiones de CO₂ a la atmósfera. Así, se reducen los costes de producción de los productos de la planta.

Entre las ventajas que presenta el uso de este tipo de instalaciones están:

- ✓ Menor coste que los captadores de placa plana.
- ✓ Se evitan intercambiadores de calor, por lo que el agua de proceso es directamente calentada en la instalación.
- ✓ Se emplean los mismos equipos de bombeo existentes.
- ✓ Los captadores presentan un alto rendimiento para las temperaturas de trabajo.



- ✓ Se evitan problemas de calentamiento, lo cual ocurre en muchos casos en instalaciones de energía solar térmica en las latitudes en las que se encuentran (zonas con alta radiación solar).

3.4. Enlaces de interés

- Duffie, J., Beckman, W (2013). *Solar Engineering of Thermal processes*. John Wiley & Sons.
- Peuser, F., Remmers, K., Schnauss, M. (2010). *Solar Thermal Systems. Successful Planning and Construction*. Solarpraxis.

3.5. Entidades proveedoras de equipos

En las tablas siguientes se expone las principales empresas proveedoras de equipos y fabricantes de esta tecnología.

Tabla 5. Principal empresa proveedora de esta tecnología (Fte: INOMA Renovables S.L.)

INOMA Renovables S.L.	INOMA Renovables es una ingeniería energética avanzada, que ofrece una amplia oferta de servicios energéticos y productos especializados para competir con calidad en el mercado internacional. Ofrece soluciones para el ahorro y eficiencia energética de negocios, empresas e instituciones públicas.	 http://www.grupoigfoton.es/
-----------------------------	---	---



Tabla 6. Principal fabricante de la tecnología solar térmica (Fte: INOMA Renovables S.L.)

Roth	Global Plastic S.A., central del grupo Roth, lleva más de 10 años en el mercado fabricando depósitos de polietileno para gasóleo. En los últimos años han desarrollado nuevas líneas de negocio basadas en el respeto al medioambiente, entre las que se encuentra la fabricación de sistemas de energía solar térmica para ACS (captadores de PEHD).	 http://www.roth-spain.com/
------	---	--

3.6. Recomendaciones

Con respecto a la instalación solar térmica, no requiere de tareas de mantenimiento complejas. No obstante, si resulta conveniente el seguimiento de un adecuado plan de vigilancia y mantenimiento que permita verificar el correcto funcionamiento de la instalación, así como mantener dentro de límites aceptables sus prestaciones, protección y durabilidad. En las siguientes tablas se detalla estas actuaciones.

Tabla 7. Actuaciones de vigilancia de la instalación solar térmica (Fte: INOMA Renovables S.L.)

Elemento de la instalación	Operación	Frecuencia (meses)	Descripción
CAPTADOR	Limpieza	A determinar	Con agua desmineralizada y productos adecuados
	Juntas	3	IV Agrietamientos y deformaciones
	Absorbedor	3	IV Corrosión, deformación, fugas, etc.
	Conexiones	3	IV Fugas



CIRCUITO PRIMARIO	Estructura	3	IV Degradación, indicios de corrosión
	Tubería, aislamiento	6	IV Ausencia de humedad y fugas
CIRCUITO SECUNDARIO	Termómetro	Diaria	IV Temperatura
	Tubería y aislamiento	6	IV Ausencia de humedad y fugas

*IV: Inspección visual

Al tratarse de una instalación superior a los 20 m² de superficie de captación, se recomienda llevar a cabo dos revisiones anuales a la instalación, en la cual se revisen los siguientes puntos:

Tabla 8. Puntos de revisión de la instalación (Fte: INOMA Renovables S.L.)

Sistema de captación

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Captadores	6	IV Diferencias sobre original
		IV Diferencias entre captadores
Juntas	6	IV Agrietamientos, deformaciones
Absorbedor	6	IV Corrosión, deformaciones
Carcasa	6	IV Deformación, oscilaciones, ventanas de respiración
Conexiones	6	IV Aparición de fugas
Estructura	6	IV Degradación, indicios de corrosión y apriete de tornillos

*IV: Inspección visual



Circuito hidráulico		
Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Estanqueidad	24	Efectuar prueba de presión
Aislamiento al exterior	6	IV Degradación protección uniones y ausencia de humedad
Aislamiento al interior	12	IV Uniones y ausencia de humedad
Purgador automático	12	CF y limpieza
Purgador manual	6	Vaciar el aire del botellín
Bomba	12	Estanqueidad
Válvula de corte	12	CF actuaciones (abrir y cerrar) para evitar agarrotamiento
Válvula de seguridad	12	CF actuación

*IV: Inspección visual; CF: Control de funcionamiento

Sistema eléctrico y de control		
Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Cuadro eléctrico	12	Comprobar que está siempre bien cerrado para que no entre polvo

Control diferencial	12	CF actuación
Termostato	12	CF actuación
Verificación del sistema de medida	12	CF actuación

*CF: Control de funcionamiento

4. Sistemas energéticos renovables para autoconsumo en plantas acuícolas

Instalación desarrollada por INOMA Renovables S.L., la instalación se basa en módulos solares fotovoltaicos y un aerogenerador mini-eólico. Estos sistemas son fácilmente dimensionables en función de las necesidades de la planta acuícola. Además, cuenta con una pequeña instalación meteorológica que permite controlar distintos parámetros ambientales que influyen en la producción energética.



Ilustración 3. Sistemas solares fotovoltaicos y mini-aerogenerador (Fte: INOMA Renovables S.L.)



4.1. Medidas legislativas

- ✓ Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- ✓ Real Decreto 413/2014 de 6 Junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- ✓ Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y normas UNE de aplicación vigentes en el momento del visado del proyecto.
- ✓ Resolución de 23 de febrero de 2005 de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se establecen normas complementarias para la conexión de determinadas instalaciones generadoras de energía eléctrica en régimen especial y agrupaciones de las mismas a las redes de distribución en baja tensión. Consejería de innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía.
- ✓ RD 900/2015, de 9 de Octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y producción con Autoconsumo.

4.2. Soluciones tecnológicas que aportan los sistemas energéticos renovables

El empleo de instalaciones de generación energética mediante el uso de recursos renovables permite reducir el consumo de combustibles fósiles necesarios en la generación de energía, reduciendo así la huella de carbono. Las instalaciones fotovoltaica y eólica se construyen de tal manera que la energía eléctrica que producen pueda ser directamente consumida en la instalación acuícola. Son totalmente compatibles, dado que permiten utilizar bien el viento, bien la radiación solar, diversificando así las posibles fuentes de generación renovable.

Las instalaciones fotovoltaica y eólica son totalmente escalables y dimensionables en función de la demanda energética existente, así como de la potencia contratada. En el caso de la fotovoltaica, los módulos se distribuyen sobre las cubiertas existentes de la instalación acuícola, por lo que se requiere muy poca superficie adicional para poder ejecutar la instalación. Además se ha realizado de forma que el generador fotovoltaico quede coplanario



a las aguas de la cubierta, por lo que se integra totalmente en el edificio sobre el que se asienta, reduciendo así el impacto visual.

En definitiva, mediante el autoconsumo de la energía limpia producida mediante tecnología fotovoltaica y mini-eólica, se aprovechan dos recursos renovables, el sol y el viento, para reducir el consumo de energía eléctrica en los esteros, al tiempo que se reducen las emisiones de gases contaminantes. Además, los ahorros económicos conseguidos permiten amortizar la instalación.

4.3. Beneficios que aportan los sistemas energéticos renovables

Entre los beneficios que aportan las instalaciones fotovoltaica y eólica de conexión a red, se encuentra fundamentalmente la producción de energía eléctrica mediante fuentes de origen renovable. Esta energía eléctrica será consumida directamente en la instalación acuícola, reduciendo así la cantidad de energía eléctrica que tiene que ser comprada en la planta. Los ahorros económicos conseguidos permiten que la instalación se amortice en unos años.

Además, al tratarse de instalaciones modulables, que pueden escalarse fácilmente en función de las necesidades energéticas de la planta acuícola en la cual se ubiquen, así como de la potencia contratada y las características particulares del proceso de producción.

4.4. Enlaces de interés

- Antony, F., Dürschner, C., Remmers, K. (2010). *Photovoltaics for Professionals*. Solarpraxis.
- Jain, P. (2013). *Wind energy Engineering*. McGraw-Hill.
- Rivkin, D., Silk, L. (2012). *Wind Turbine Operations, Maintenance, Diagnosis, and Repair*. Jones & Bartlett Learning books.

4.5. Entidades proveedoras de equipos

A continuación se exponen las principales empresas proveedoras de equipos y fabricantes de esta tecnología.

Tabla 9. Principal empresa proveedora de esta tecnología (Fte: INOMA Renovables S.L.)

INOMA Renovables S.L.	INOMA Renovables es una ingeniería energética avanzada, que ofrece una amplia oferta de servicios energéticos y productos especializados para competir con calidad en el mercado internacional. Ofrece soluciones para el ahorro y eficiencia energética de negocios, empresas e instituciones públicas.	 http://www.grupoigfoton.es/
-----------------------	--	---

Respecto a los fabricantes de instalaciones fotovoltaicas y eólicas para autoconsumo, caben destacar los que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 10. Principales fabricantes de instalaciones fotovoltaicas (Fte: INOMA Renovables S.L.)

833 Solar	Empresa proveedora de módulos fotovoltaicos, fabricados con altos estándares de calidad, que permiten la adaptación a cualquier tipo de proyectos, ya sea de ámbito doméstico, industrial o sistemas aislados.	 http://www.833solar.com
Fronius	Fabricante de inversores de corriente eléctrica, la división Solar Energy de Fronius se dedica desde el año 1992 al tema de la fotovoltaica y distribuye sus productos a través de una red global de distribuidores. Gracias a las actuales 141 filiales de Solar Energy, Fronius actúa en todo el mundo con máxima competencia.	 SHIFTING THE LIMITS http://www.fronius.com/
Enair	Fabricante español de aerogeneradores de pequeña potencia entre 3 y 30 kW, aplicando la norma IEC 61400-2, norma regulatoria de fabricación de la minieólica a	 http://www.enair.es/

	nivel mundial.	
Solar-log	Solare Datensysteme GmbH (SDS) es una de las empresas líderes en el campo de la monitorización solar, energía inteligente y gestión de inyección a la red. Ha desarrollado y distribuido desde 2007 sus dispositivos Solar-Log™ y el portal Solar-Log WEB Enerest™. Además también distribuyen equipos de medición meteorológica compatibles.	 http://www.solar-log.com

4.6. Recomendaciones

En este apartado se muestra una serie de recomendaciones en cuanto al uso y mantenimiento de los equipos anteriormente mencionados.

- Los equipos deben ser instalados y manejados por personal cualificado.
- No dejar nunca un módulo en un sitio en el que no esté debidamente sujeto, pues si cae puede romperse el vidrio. Un módulo con vidrio roto no se debe usar.
- No dejar caer el módulo ni arrojar objetos sobre él. No subirse ni caminar sobre él.
- No desmontar el módulo o quitar cualquier parte, etiqueta o pieza instalada por el fabricante, incluyendo diodos de protección, sin autorización del mismo
- En caso de usar fusibles de protección en la instalación, seguir las indicaciones de la ficha de especificaciones técnicas del módulo adjunta.
- No concentrar la luz solar sobre el módulo.
- Un módulo fotovoltaico genera electricidad cuando está expuesto a la luz del sol o a otras fuentes de luz. Cubrir totalmente la superficie del módulo con un material opaco durante la instalación, desmontaje o manipulación.
- Utilizar herramientas que estén debidamente revestidas con material aislante durante los trabajos con el módulo.



- Trabajar siempre bajo condiciones secas, tanto para el módulo como las herramientas.
- No instalar el módulo donde haya gases o vapores inflamables, ya que pueden producir chispas.
- Evitar las descargas eléctricas al instalar, cablear, poner en funcionamiento o realizar el mantenimiento del módulo.
- No tocar las bornas mientras el módulo esté expuesto a la luz. Dotar la instalación de dispositivos de protección adecuados para impedir que pueda producirse descargas de 30 o más voltios en continua a cualquier persona. Cuando se conectan los módulos en serie, las tensiones se suman y cuando se hacen en paralelo, es la intensidad la que suma. Por consiguiente un sistema formado por módulos fotovoltaicos puede producir altas tensiones e intensidades, que constituyen un peligro añadido.
- En condiciones normales, un módulo FV, es susceptible de experimentar condiciones que produzcan más corriente y/o voltaje que las indicadas en condiciones estándar. Por lo tanto los valores I_{sc} y V_{oc} mostrados en la etiqueta de las características del módulo deberían multiplicarse por un factor 1,25 para determinar los valores máximos admisibles de los componentes de la instalación, en cuanto tensión, corriente, secciones de conductores, fusibles y tamaño de los controles conectados a la salida del generador FV.
- Fijar el conductor de tierra al taladro correspondiente del marco mediante sistema de fijación mecánica como tornillo y tuerca.

Entre las actuaciones de mantenimiento a llevar a cabo se encuentran:

- Limpieza periódica del módulo.
- Inspección visual de posibles degradaciones internas de la estanqueidad del módulo.
- Control del estado de las conexiones eléctricas y del cableado.
- Eventualmente, control de las características eléctricas del módulo.
- Verificar el apoyo del inversor, para evitar que el equipo emita mucho ruido.
- Comprobar que donde se ubican los inversores no les lleguen a éstos exposición directa a los rayos del sol.



- Comprobar que el espacio circundante a los equipos estén libre para permitir la libre circulación de aire fresco a su alrededor y evitar así las altas temperaturas.
- Comprobar todas las conexiones y contactos para evitar errores de frecuencia, tensión, impedancia y fallo de aislamiento.
- Comprobar que no se han obstruido las vías de ventilación del equipo, evitando así un rendimiento energético más bajo del habitual.
- Las labores de mantenimiento preventivo que se recomiendan serán realizadas con periodicidad ANUAL.
- Revisar estado de la envolvente de los inversores, verificando el estado de los cierres, puertas y manillas así como el anclaje de los equipos a sus amarres tanto por la parte inferior como por la superior si la hubiera. Asimismo, se debe comprobar el buen estado de la envolvente y la no presencia de golpes, rayas u óxido que pudieran degradar el armario o hacerle perder su índice de Protección. En el caso de que se apreciara este tipo de defectos, se deberán sustituir aquellas partes afectadas.
- Comprobar el estado de los cables y terminales, correcto guiado de los cables de forma que estos no estén en contacto con partes activas, deficiencias en los aislamientos y puntos calientes, verificando el color del aislamiento y terminales.
- Comprobar estado de apriete de la tornillería de pletinas y cables de potencia.
- Proceder a la revisión de apriete.
- Comprobar visualmente que las pletinas de conexión de la acometida AC mantienen las distancias de seguridad así como sus propiedades eléctricas inicial.
- Comprobar la ausencia de humedad en el interior del armario.
- Comprobar el correcto amarre de los componentes del armario a sus correspondientes anclajes.
- Comprobar la correcta ventilación del equipo, para lo cual: comprobar el estado de los ventiladores de extracción de aire, proceder a su limpieza y cambio si fuera necesario, limpiar aletas del radiador, limpiar rejillas de ventilación.
- Comprobar las propiedades del entorno de modo que no se amplifique o transmita zumbido.

- Reapriete de tornillos, timón, eje de giro y puntera del aerogenerador.
- Reapriete de los tornillos de la torre del aerogenerador.
- Engrasado de rodamientos del aerogenerador.
- Comprobación del estado de las palas del aerogenerador.
- Comprobación del correcto funcionamiento del paso variante del aerogenerador.
- Comprobación de la envolvente (pintura, desperfectos, puntos de óxido...) del aerogenerador.
- Inspección de escobillas, anillos rozantes y cables de conexión del aerogenerador.
- Sustitución de escobillas del aerogenerador.

5. Equipos Plug&Play

Sistema autónomo basado en energía solar fotovoltaica, diseñado por INOMA Renovables S.L., en el marco del Proyecto AQUASEF. Mediante energía fotovoltaica, el equipo Plug&Play permite suplir el suministro eléctrico necesario en plantas acuícolas situadas en lugares donde las fuentes de suministro está alejado o bien resulta poco fiable.



Ilustración 4. Equipo Plug&Play (Fte: INOMA Renovables S.L.)



5.1. Medidas legislativas

- ✓ Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y normas UNE de aplicación vigentes en el momento del visado del proyecto.
- ✓ Orden del 26 de Marzo de 2007, por la que se aprueban las especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas andaluzas. Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía.

5.2. Soluciones tecnológicas que aportan los equipos Plug&Play

Los sistemas fotovoltaicos compactos "Plug&play" se han diseñado para resolver mediante tecnología fotovoltaica el suministro eléctrico en zonas remotas. Estos sistemas, diseñados para diferentes potencias y autonomías, tienen la utilidad de satisfacer demandas puntuales de energía (bombas, iluminación...) en lugares alejados.

Además, estos equipos se han diseñado específicamente para las zonas en las cuales se desarrollan los cultivos acuícolas, zonas con elevada corrosión motivada por las extremas condiciones de temperatura, humedad y salinidad que se dan en dichas ubicaciones. Precisamente, esas condiciones ambientales extremas son las que provocaban que la mayoría de los equipos convencionales que existen en el mercado tengan una durabilidad muy limitada, por lo que con los sistemas fotovoltaicos "Plug&Play" se ha mejorado la fiabilidad del suministro.

5.3. Beneficios que aportan los equipos Plug&Play

Los equipos compactos fotovoltaicos "Plug&Play", permiten suministrar energía eléctrica de forma puntual en lugares a los que no llega habitualmente el suministro eléctrico, lo cual ocurre con cierta frecuencia en instalaciones acuícolas. De esta manera se resuelve el problema de suministro eléctrico para consumos moderados en zonas remotas. Además, al ser equipos específicamente pensados para condiciones de alta humedad y salinidad, presentan una durabilidad superior a los existentes actualmente en el mercado.



5.4. Enlaces de interés

- Ferry, D, Bird, J. (2001). *Electronics Materials and Devices*. Academic Press.
- Mohan, N, Undeland, T, Robbins, W. (2003). *Power Electronics: Converters, Applications and Design*. McGraw Hill.

5.5. Entidades proveedoras de equipos

La empresa que ha diseñado los equipos compactos fotovoltaicos "Plug&Play", es INOMA Renovables S.L., a continuación se expone en la siguiente tabla.

Tabla 11. Principal empresa proveedora de esta tecnología (Fte: INOMA Renovables S.L.)

INOMA Renovables S.L.	INOMA Renovables es una ingeniería energética avanzada, que ofrece una amplia oferta de servicios energéticos y productos especializados para competir con calidad en el mercado internacional. Ofrece soluciones para el ahorro y eficiencia energética de negocios, empresas e instituciones públicas.	 http://www.grupoigfoton.es/
-----------------------------	---	--

5.6. Recomendaciones

A continuación se exponen una serie de recomendaciones en cuanto al uso y mantenimiento de los equipos anteriormente mencionados.

- En caso de reparación, desconecte totalmente el equipo, para evitar algún tipo de corriente parásita que cause algún cortocircuito al momento de manipular la CPU o cualquier circuito integrado.
- Prestar atención al uso de objetos o herramientas magnetizadas que puedan influir en el comportamiento del circuito así como dañar ciertos componentes electrónicos.
- Trabajar con guantes anti-estáticos durante reparación, a fin de evitar descargas electrostáticas sobre el circuito.



- Utilizar destornilladores apropiados durante el desensamblaje del producto, de otra manera se podría dañar el tornillo.
- Emplear las herramientas indicadas, así como la instrumentación necesaria para la correcta reparación.
- Tener especial cuidado durante la soldadura, no someter a altas temperatura a los componentes.
- Se recomienda emplear una fuente de alimentación conmutada y protegida frente a cortocircuitos durante la reparación en lugar de una batería.

*Seguridad para Electrostatically Sensitive Devices (ESD)

Muchos de los componentes electrónicos, mayormente semiconductores (Circuitos Integrados (IC), chip BGA, etc.), son dañados fácilmente por descarga electrostática. Estos componentes son también conocidos por las siglas ESD (Electrostatically Sensitive Devices). A continuación se expone una serie de indicaciones para prevenir daños en los ESD provocados por electricidad estática.

- Retirar la posible electricidad estática que exista en tu cuerpo tocando previamente algún material metálico (carcasa o chapa de metal) antes de manipular cualquier componente electrónico.
- Trabajar con guantes anti-estáticos durante reparación, así como muñequeras antiestáticas conectadas a una carcasa metálica si fuera necesario.

6. Difusor para tanques de alevines MicroBTech

Desarrollado por D&BTech, el difusor para tanques de alevines consiste en un dispositivo generador de microburbujas de aire para suministrar oxígeno.

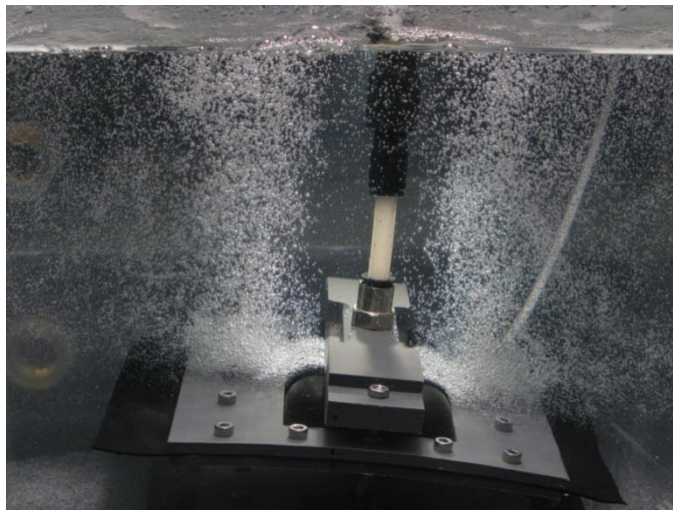


Ilustración 5. Difusor para tanques de alevines (Fte: D&BTech)

6.1. Medidas legislativas

Los ensayos de transferencia realizados en estos dispositivos cumplen la normativa ASCE-1992.

6.2. Soluciones tecnológicas que aporta el difusor MicroBTech

Dispositivo de aireación de flujo cruzado con la capacidad de generar burbujas en el rango de tamaños [100-2000] micrómetros. Al conseguirse tamaños más pequeños de burbuja respecto a otros difusores del mercado, se consigue una mejor eficiencia de transferencia de gases en líquidos.

6.3. Beneficios que aporta el difusor MicroBTech

Se han conseguido ahorros de consumo de oxígeno de hasta un 50% en los tanques de alevines.

6.4. Enlaces de interés

- <http://www.dbtech.es/productos-generacion-burbujas/difusores-precision-generacion-controlada-microburbujas>

6.5. Entidades proveedoras de equipos

Los dispositivos MicroBTech son diseñados por la empresa D&BTech y se montan y ajustan según un equilibrado de alta fidelidad por la propia *D&B Tecnología S.L.* Esta empresa lleva fabricando aireadores para acuicultura desde hace más de 15 años.

Tabla 12. Empresa proveedora de esta tecnología (Fte: D&BTech)

Drops & Bubbles Tecnología S.L.	D&BTech es una empresa que desarrolla y comercializa tecnología innovadora para la mezcla de gases y líquidos en diversos sectores industriales. Los dispositivos que desarrollan son de fácil instalación y producen además un ahorro energético y de consumo respecto a los mejores equipos de aireación en el mercado, superior al 50%.	 http://www.dbtech.es/
--	--	---

Algunos de los componentes de estos difusores son fabricados por la empresa *Ibercool Water Blocks* con su maquinaria CNC de precisión.

Tabla 13. Empresa proveedora de componentes para los difusores (Fte: D&BTech)

Ibercool Water Blocks	Ibercool Water Blocks es una empresa que diseña y fabrica bloques de refrigeración líquida de alta eficiencia y calidad a precios competitivos. Desde los procesos de Investigación y Desarrollo, pasando por la gestión de materias primas y fabricación, hasta el empaquetado y soporte al cliente, la empresa asegura los estándares más altos de calidad, mediante los sistemas de gestión de calidad ISO 9001, así como su total respeto por el medioambiente mediante su gestión medioambiental ISO 14001, ambas certificadas por auditorías externas.	 http://www.ibercool.com/es/
-----------------------------	--	---

6.6. Recomendaciones

Este aireador, por su fundamento físico, es muy recomendable en aguas salobres y muy especialmente en agua de mar. Es adecuado para medios que necesiten poca agitación como biorreactores, tanques de microalgas o algunos productos de la industria agroalimentaria. El dispositivo funciona con un flujo cruzado de agua y oxígeno.

- El caudal de oxígeno a inyectar va desde un valor de 0,5 l/min hasta 10 l/min.
- El caudal de agua es función del caudal de oxígeno a través de la relación de caudal de agua respecto del oxígeno ($r=Q_l/Q_g$). Los valores de mayor eficiencia del equipo están entre $r=1$ y $r=10$.
- La presión en la línea de oxígeno necesaria para conseguir los caudales indicados está en el rango de 100 mbar a 1 bar respecto de la presión de descarga del difusor.

La presión de alimentación de oxígeno no debe superar en ningún caso la suma de la presión en el punto de salida del difusor más 1.2 bar, lo que supone el límite máximo operativo de presión del gas.

7. Dispositivo aireador para esteros O₂BTech

Desarrollado por D&BTech, el dispositivo aireador para tanques de engorde de peces O₂BTech, permite alcanzar, incluso en las épocas de mayor demanda de oxígeno, la concentración de oxígeno óptima solo con la aportación de microburbujas de aire, evitando casi por completo la aportación de oxígeno adicional. Además, permite un mejor mezclado de los nutrientes, lo que supone una mejora en la calidad del medio de cultivo.



Ilustración 6. Dispositivo aireador O₂BTech (Fte: D&BTech)



7.1. Medidas legislativas

Los ensayos de transferencia realizados en estos dispositivos cumplen la normativa ASCE-1992.

7.2. Soluciones tecnológicas que aporta el aireador O₂BTech

Dispositivo de aireación de flujo cruzado con la capacidad de generar burbujas en torno a 1 mm de diámetro. Al conseguirse tamaños más pequeños de burbuja respecto a otros difusores del mercado, se consigue una mejor eficiencia de transferencia de gases en líquidos.

7.3. Beneficios que aporta el aireador O₂BTech

Se han conseguido ahorros de consumo de oxígeno del 100% en los tanques de engorde.

7.4. Enlaces de interés

- <http://www.dbtech.es/productos-generacion-burbujas/dispositivos-aireacion-aireadores>

7.5. Entidades proveedoras de equipos

Los dispositivos O₂BTech son diseñados y montados completamente por la propia empresa D&B Tecnología S.L.

Tabla 14. Empresa proveedora de esta tecnología (Fte: D&BTech)

Drops & Bubbles Tecnología S.L.	D&BTech es una empresa que desarrolla y comercializa tecnología innovadora para la mezcla de gases y líquidos en diversos sectores industriales. Los dispositivos que desarrollan son de fácil instalación y producen además un ahorro energético y de consumo respecto a los mejores equipos de aireación en el mercado, superior al 50%.	 http://www.dbtech.es/
--	--	---

7.6. Recomendaciones

Este sistema de aireación, por su fundamento físico, es muy recomendable en aguas salobres y muy especialmente en agua de mar.

El dispositivo, emplea dos flujos de agua procedente del tanque y aire tomado de la atmósfera.

- El caudal a aportar de agua conviene que sea el menor posible para ahorrar energía en el bombeo. Se ha comprobado que en las condiciones que se dan en los esteros de engorde de peces, una relación de $1 Q_{\text{líquido}} / Q_{\text{gas}}$ es suficiente para conseguir el tamaño de burbuja adecuado y maximizar la eficiencia energética del equipo.

También en la línea de un bajo consumo energético, las presiones de operación son bajas: La presión en la línea de gas está en el rango de 100 mbar respecto de la presión de descarga del difusor. En cuanto a la presión del agua, basta con la de una columna de agua de + 10 mbar. Estas presiones tan bajas suponen que el consumo de energía será muy reducido en comparación con la cantidad de burbujas que se están generando.

8. Tanque abierto para el cultivo de microalgas

Desarrollado por D&BTech, constituye un tanque hidrodinámico excavado en tierra para el cultivo masivo de microalgas. Se ha diseñado mediante técnicas de simulación fluidomecánica (CFD) para un uso eficiente de la energía y la minimización del esfuerzo a la hora del mantenimiento.



Ilustración 7. Tanque abierto para el cultivo de microalgas (Fte: D&BTech)



8.1. Medidas legislativas

Los tanques desarrollados cumplen el Reglamento CE nº 258/97 para cultivo de microalgas.

8.2. Soluciones tecnológicas que aporta el tanque de cultivo

Se ha diseñado un tanque abierto de cultivo de microalgas con la ayuda de técnicas de simulación numérica con el fin de mejorar la circulación y la mezcla. Igualmente el diseño facilita la deposición en zonas localizadas de los sólidos en suspensión para su posterior evacuación. El sistema de impulsión es también desarrollado ex profeso para el proyecto y difiere del tradicional sistema de paletas.

La aportación de CO₂ procedente de la combustión de caldera de propano se hace mediante difusores de flujo cruzado también desarrollados en el proyecto.

8.3. Beneficios que aporta el tanque de cultivo

Algunos de los beneficios obtenidos se exponen a continuación:

- ✓ Ahorro de energía (50%) en la impulsión, frente a los sistemas tradicionales de paletas ("paddle-wheels").
- ✓ Mejora sustancial del tiempo de exposición a la radiación solar de las algas, con repercusión en la productividad.
- ✓ Mejora en la facilidad de las operaciones de limpieza por la deposición de sólidos en zonas controladas que se concentran en dos zonas de tamaño reducido (en los extremos del tabique central).

8.4. Enlaces de interés

- <http://www.dbtech.es/productos-generacion-burbujas/tanques-cultivo-microalgas-acuicultura>

8.5. Entidades proveedoras de equipos

Los tanques de cultivo de microalgas son diseñados, optimizados y contruidos íntegramente por la empresa D&B Tecnología S.L.

Tabla 15. Empresa proveedora de esta tecnología (Fte: D&BTech)

Drops & Bubbles Tecnología S.L.	D&BTech es una empresa que desarrolla y comercializa tecnología innovadora para la mezcla de gases y líquidos en diversos sectores industriales. Los dispositivos que desarrollan son de fácil instalación y producen además un ahorro energético y de consumo respecto a los mejores equipos de aireación en el mercado, superior al 50%.	 http://www.dbtech.es/
--	---	---

Algunos de los componentes de estos tanques se han adquirido en otras empresas; lonas (Toldos la Sombra), equipos de impulsión (Innovaqua S.A.).

Tabla 16. Algunas empresas proveedoras de componentes (Fte: D&BTech)

Toldos la Sombra de Sevilla	Toldos la Sombra de Sevilla es una empresa que cuenta con más de 30 años de experiencia especializada en todo tipo de toldos.	 http://www.lasombradesevilla.com/
Innovaqua S.A.	Innovaqua S.A. es un grupo de empresas dedicado a la prestación de servicios integrales especialistas en el área de la acuicultura y en el de la tecnología del agua. Son especialistas en el diseño e instalación de sistemas de recirculación y circuito cerrado.	 http://www.innovaqua.com/



8.6. Recomendaciones

Algunas recomendaciones a tener en cuenta son:

- Dimensionar el tanque de acuerdo de las necesidades ya que se puede generar un exceso de producción que sea difícil de gestionar. En todo caso, se requeriría un proyecto por parte de D&BTech o empresa especializada.
- Aunque la aportación extra de CO₂ (en el proyecto procedente de combustión de caldera) ayuda a aumentar la producción, se podría prescindir de esta operación en caso de no disponer de caldera de propano en la planta. Los sistemas de impulsión y mezcla harían que la productividad alcanzara igualmente niveles adecuados.

9. CONCLUSIONES

La viabilidad de implantación y de aplicación de cada una de las tecnologías desarrolladas en el proyecto LIFE 13 ENV/ES/00420 AQUASEF, hacen patente la replicabilidad de los resultados del presente proyecto.

Una vez finalizadas las experiencias técnicas con cada una de ellas, se ha podido comprobar el grado de desarrollo al que han llegado o llegarán en un futuro próximo según cada tipo, por ejemplo, de las tecnologías de hidrógeno se ha podido verificar su aplicabilidad en un sector en el que hasta ahora no se había probado nunca, el sector de la acuicultura, verificándose su viabilidad, no obstante, el mercado de las tecnologías de hidrógeno es un mercado aún incipiente por lo que la economía de escala aún no permite que sea viable económicamente su implantación, debido a los altos costes de producción e los equipos. Respecto a las tecnologías empleadas para el aprovechamiento de energías renovables como la solar térmica, fotovoltaica y la eólica, se ha podido comprobar que son viables tanto técnica como económicamente, y que suponen una opción muy buena a contemplar para aquellos acuicultores que quieran llevar a cabo acciones encaminadas a incrementar la sostenibilidad de su actividad, tanto a nivel ambiental (reducción de emisiones), como económica (reducción de costes eléctricos). Por último, en cuanto a las técnicas de aireación en instalaciones acuícolas, se ha verificado su viabilidad técnica, observándose incrementos en la eficiencia de la difusión de oxígeno en agua y por tanto en el rendimiento de estos equipos respecto a los



actualmente comercializados del orden del 30%, por lo que suponen una alternativa interesante para los procesos de oxigenación de los tanques de cultivo. Además, la combinación de estos sistemas de aireación con el nuevo diseño de tanques para el cultivo de microalgas, pueden suponer una ventaja importante en el cultivo de microalgas debido al incremento de la productividad de los sistemas.

En esta guía de implementación, se han recogido los datos más relevantes para que los usuarios finales puedan adquirir y comenzar a utilizar cualquiera de las tecnologías desarrolladas en el marco del proyecto AQUASEF. No obstante, como se ha mencionado en la descripción técnica de cada una de ellas, la aplicación de cada tecnología en nuevas instalaciones habría que estudiarlas previamente a su implantación ya que según las características de cada instalación será necesario llevar a cabo un dimensionamiento concreto y un diseño adecuado que optimice su aplicación. Para ello, recomendamos que se contacte con los técnicos expertos que han estado implicados en el desarrollo, implantación y validación técnica de cada una de las tecnologías expuestas en la presente guía metodológica.

A continuación, se nombran a cada uno de ellos:



ENTIDAD	TECNOLOGIA	PERSONA DE CONTACTO
 http://www.ariema.com/	Electrolizador para la obtención de oxígeno e hidrógeno a partir de agua	Rafael Luque Berrueto Director General / CEO Telf. (+34) 91 804 53 72 91 241 95 31 rafael.luque@ariema.com
 http://www.grupoigfoton.es/	Instalación solar térmica para climatización de tanques de cultivos acuícolas	Francisco Javier Leal Juárez Director Técnico Tlf. +34 956 264 612 j.leal@grupoigfoton.es
 http://www.grupoigfoton.es/	Sistemas energéticos renovables para autoconsumo en plantas acuícolas	Francisco Javier Leal Juárez Director Técnico Tlf. +34 956 264 612 j.leal@grupoigfoton.es
 http://www.grupoigfoton.es/	Equipos Plug&Play	Francisco Javier Leal Juárez Director Técnico Tlf. +34 956 264 612 j.leal@grupoigfoton.es
 http://www.dbtech.es/	Difusor para tanques de alevines MicroBTech	Álvaro Lobo Business Development Manager Tel.:(+34) 691 60 19 29 alobo@dbtech.es