



INFORME

VIGILANCIA TECNOLÓGICA

Torres de refrigeración, gestión inteligente

| | |
|------------------|----------------------|
| DOCUMENTO | Informe VT-IC 1/2018 |
| FECHA | Marzo 2018 |

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| 1. OBJETO INFORME | 3 |
| 2. INFORME VT TORRES REFRIGERACIÓN, GESTIÓN INTELIGENTE | 3 |
| ANEXO | 11 |
| A.1 REFERENCIAS | 12 |
| A.2 FUENTES DE INFORMACIÓN | 13 |
| A.3 DESCRIPTORES | 17 |

1. OBJETO INFORME

El presente informe tiene como finalidad informar gratuitamente a las empresas del sector medioambiental de la Región de Murcia, sobre novedades científico-tecnológicas de su sector, identificando y extrayendo la información más relevante publicada en las distintas fuentes de información consultadas. En concreto, en este número se detalla la vigilancia tecnológica realizada referente a torres de refrigeración, su problemática y gestión.

2. INFORME VT TORRES REFRIGERACIÓN, GESTIÓN INTELIGENTE

A continuación, vamos a discutir los estudios sobre las torres de refrigeración, los procesos industriales que se realizan durante su funcionamiento y las posibles mejoras de los mismos.

El proceso de refrigeración es una parte esencial de muchos procesos industriales y por ello, debe considerarse como un elemento fundamental dentro de un sistema global de gestión energética. Los sistemas de refrigeración por evaporación de agua no son nuevos, sino que se han empleado con fines industriales desde principios del siglo pasado. La técnica de enfriamiento y su principio físico no han variado.

El enfriamiento evaporativo es un proceso natural que utiliza el agua como refrigerante y que se aplica para la transmisión a la atmósfera del calor excedente de diferentes procesos y máquinas térmicas. Este es el fundamento de equipos como las torres de enfriamiento y condensadores evaporativos. Los equipos de enfriamiento evaporativo, con independencia de cuáles sean sus modelos y características específicas, incorporan una sección de intercambio de calor humedecido con la utilización de un dispositivo rociador de agua, un sistema de ventilación encargado de forzar el paso del aire de ambiente a través del intercambiador de calor y diferentes componentes auxiliares, tal como la balsa colectora de agua, bomba de recirculación, eliminadores de las gotas de condensación e instrumentos de control.

Las torres de enfriamiento y condensadores evaporativos se constituyen como una de las alternativas más eficientes en el campo de la refrigeración industrial, aportando eficiencia energética, ahorro económico, respeto medioambiental y seguridad para la salud.

Estos equipos pueden llegar a representar para el sistema productivo español un ahorro en el consumo de energía eléctrica de 25.000 euros anuales por instalación. AEFYT (Asociación de Empresas del Frío y sus Tecnologías), ha llegado a esta conclusión tras comparar las torres de refrigeración de agua y los condensadores evaporativos con otros equipos alternativos.

Por otra parte, la refrigeración por agua constituye un mercado en constante crecimiento a nivel europeo y mundial, tanto en lo relativo al número de instalaciones, como en lo que se refiere al número de empresas suministradoras de las mismas. Según la AEFYT, en Europa existen más de 500.000 instalaciones industriales, que utilizan equipos de enfriamiento evaporativo y existen más de treinta fabricantes que superan las cincuenta plantas de fabricación de este tipo de equipos, las cuales proporcionan trabajo a

más de 7.000 empleados y generan una facturación media anual que se sitúa por encima de los quinientos millones de euros (1).

Como se ha expuesto en muchos artículos, las torres de enfriamiento aun siendo un pilar fundamental para la mejora de la eficiencia energética de los ciclos de refrigeración, han sido relegadas a un segundo plano en los últimos años frente otro tipo de sistemas, debido a sus importantes necesidades de mantenimiento. Este mantenimiento repercute en un costo elevado de mano de obra para la planta, inclusive con parada de la producción de un elevado consumo de agua, recurso con calidad variable y con un acuciante estado de escasez, así como los riesgos de contaminación microbiológica a los que se han asociado (2).

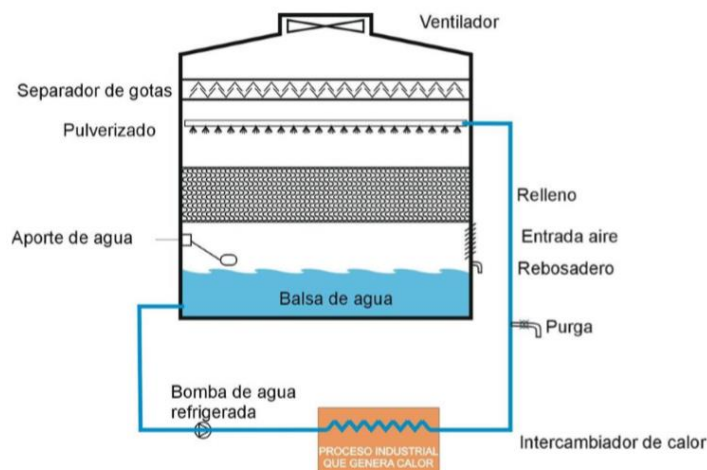


Figura 1. Esquema de una torre destinada a la refrigeración de un proceso industrial (Fuente Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social)

Uno de los elementos que más influyen en el proceso de una torre de refrigeración es la calidad del agua que se va a mover dentro de la torre. El continuo deterioro de la calidad del agua, debido al incremento de la cantidad de sólidos en el interior del sistema, intensifica los fenómenos de precipitación y sedimentación favoreciendo la acumulación de depósitos minerales y orgánicos sobre la superficie de transferencia de calor y en zonas de baja velocidad de flujo.

Esta calidad se va perdiendo a lo largo del tiempo debido principalmente a:

- Partículas que se encuentran en suspensión en el aire como polvo, polen, esporas y microorganismos se van incorporando al sistema de forma continua debido al “efecto de lavado del aire” que se produce en el interior de la torre.

- Partículas que tienen su origen debido a los fenómenos de corrosión, precipitación y proliferación biológica tanto en el interior de la torre como a lo largo de todo el circuito de recirculación.
- Aumento de concentración de iones debido a la evaporación del agua.

Los sólidos suspendidos en las torres de enfriamiento típicamente varían en tamaño de 1 a 50 micras, como se muestra en la Tabla 1 (3).

| Partículas | Micras |
|------------|-------------|
| Polvo | 100 a 2,000 |
| Polen | 10 a 1,000 |
| Esporas | 10 a 30 |
| Bacterias | 3 |

Tabla 1: Tamaño sólidos suspendidos en las torres de refrigeración (3)

Para el mantenimiento de los parámetros de calidad fisicoquímica y microbiológica del agua en condiciones normales de operación en una torre o condensador evaporativo se deberán contemplar los siguientes aspectos:

- Incrustaciones de cristales insolubles en las superficies de las instalaciones. Estos cristales suelen ser en la mayoría de los casos carbonatos de calcio e hidróxidos de magnesio, aunque ocasionalmente también incluyen productos de corrosión como óxidos e hidróxidos de hierro. La capacidad incrustante de un agua depende principalmente de la concentración de iones calcio y magnesio (dureza del agua) aunque está fuertemente influenciada por la temperatura del agua, el pH o la presencia de otros iones (4).

Otros factores fisicoquímicos como la presencia de ión bicarbonato, la temperatura del agua y el pH determinan la posibilidad de formación de incrustaciones al influir en el equilibrio químico de los iones disueltos. Para determinar qué tipo de medidas anti incrustación se deben implantar en una instalación, es necesario conocer la calidad del agua de aporte al sistema (dureza, conductividad, pH, bicarbonatos, alcalinidad, etc.) y las características de funcionamiento del sistema de refrigeración, tales como: potencia en kw/h, volumen de la instalación, caudal de agua recirculada, salto térmico, temperatura máxima, etc. (5).

- Control del crecimiento de microorganismos. Para control del crecimiento de microorganismos, (principalmente bacterias aerobias y Legionella), se emplean diversos tipos de tratamientos físicos, fisicoquímicos y químicos. Son tratamientos que por cualquiera de las vías anteriormente mencionadas destruyen o evitan el desarrollo de las bacterias en el agua. Para asegurar la efectividad de estos tratamientos hay que controlar la aparición de la biocapa, formada principalmente por polisacáridos

segregadas por estos microorganismos como mecanismo de defensa, lo que implica la higienización periódica de la torre y la adición de biodispersantes regularmente (6).

- Control de la corrosión. En torres de refrigeración la corrosión más importante se produce debido a la disolución del metal por el efecto de formación de pila electrolítica. Una parte de la superficie metálica actúa como cátodo, cediendo electrones al agua que los usa para generar grupos oxidrilo (-OH) y otra parte actúa como ánodo, la parte que se desgasta, y en la que el metal pasa al agua en forma de ión. Para evitar este fenómeno, frecuentemente se dosifican productos que crean una película protectora sobre las superficies metálicas como, por ejemplo, poliaminas, fosfatos de zinc, silicatos, molibdatos, etc. (7)
- Control de sólidos. La pulverización del agua sobre una corriente de aire ascendente provoca el constante ensuciamiento de la misma con las partículas del ambiente exterior. partículas, entre las que hay muchas de origen orgánica y por lo tanto potenciales nutrientes para las bacterias (8).

En los últimos tiempos, se ha realizado una intensa investigación relativa a la reducción del uso de productos químicos. Algunas alternativas recogidas en la bibliografía podrían ser el uso de procesos electroquímicos que traten el agua y eviten las incrustaciones, corrosiones etc.(9). Dentro de estos procesos electroquímicos, uno de estos métodos que más interés han despertado por su versatilidad es la electrocoagulación que, aunque existe comercialmente y se aplica en el tratamiento de aguas residuales, no está extendido entre los usuarios de torres de refrigeración debido, principalmente, a los escasos datos sobre pruebas a una escala que permitan la validación fiable de los resultados y los costes totales del tratamiento.

La electrocoagulación (EC) es un proceso de desestabilización de los contaminantes suspendidos, emulsionados o disueltos en un medio acuoso introduciendo una corriente eléctrica en el medio. Esta técnica puede sustituir a la coagulación convencional para evitar la producción de lodos, la adición de productos químicos y agilizar su operación. Existen algunos estudios disponibles donde se observa la efectividad del uso de esta tecnología para eliminar la dureza en aguas residuales y partículas en torres de refrigeración con resultados prometedores en las pruebas a nivel laboratorio, habitualmente con reactores batch empleando diferentes materiales en los electrodos (10).

Un estudio interesante de la International Association on Water Pollution Research (11), demostró que la EC es eficaz para eliminar la sílice del agua de purgado de las torres simuladas utilizando electrodos de hierro y aluminio. Los compuestos descalcificantes están formulados con fosfonatos y se utilizan a menudo en las aguas de las torres de refrigeración favoreciendo la eliminación de la dureza. La eliminación de iones de dureza también se puede mejorar mediante la adición de coadyuvantes de coagulación. Otra de las ventajas, que presenta este método es la desinfección originada por el efecto de electrólisis parcial originado en el proceso.

Como se ha expuesto, los tratamientos destinados a evitar las incrustaciones, corrosión, acumulación de impurezas y problemas microbiológicos, ya sean mediante la aplicación de químicos o mediante los nuevos sistemas propuestos, tienen que ir acompañados de un control de los parámetros de calidad del agua del sistema (pH, Silice, Dureza total, cloruros, ORP(potencial redox del agua), etc.) y las condiciones generales de operación mínimas (temperaturas, caudales, presiones etc.)

Es importante mencionar que las partículas naturales anteriormente mencionadas, unidas a productos de corrosión e incrustaciones, contaminantes del proceso en caso de torres industriales, etc., crean fangos que tienden a depositarse en los puntos de disminución de la velocidad de circulación del agua y pueden provocar fallos en los circuitos de refrigeración y paradas inesperadas. Estas partículas en suspensión se valoran mediante el grado de turbidez del agua medido en Unidades Nefelométricas de Formacina (NTU). La evaporación constante de parte del agua en circulación en la torre aumenta esta concentración de solutos e iones presentes en el agua por lo que se hace necesario una renovación periódica del agua de la torre. Esta renovación se realiza purgando una parte del agua. La determinación del nivel de purga debe estar basada en un estudio que tenga en consideración la calidad del agua de aporte, la adición de productos químicos, el régimen de funcionamiento y las pérdidas por evaporación etc...

El volumen de agua de purga contiene una alta concentración de productos químicos (biocidas, antiincrustantes, dispersantes etc..) lo que aparte de dificultar su gestión y tratamiento, implica un coste elevado al ser necesaria el aporte de nuevos productos para mantener las condiciones adecuadas en la balsa de la torre. Para reducir la necesidad de estas purgas y aumentar los ciclos de concentración se deben retirar físicamente las partículas en suspensión mediante sistemas de filtración. Estos sistemas se pueden clasificar en sistemas de flujo total y la filtración de la corriente lateral. La filtración de flujo total utiliza un filtro instalado después de la torre de enfriamiento en el lado de descarga de la bomba, filtrando continuamente toda el agua del sistema de recirculación en el sistema (12).

Los sistemas de filtración de corriente lateral filtran continuamente una porción de agua de refrigeración para eliminar la suciedad y las partículas y a diferencia de la filtración de flujo total, los sistemas de filtración de flujo lateral se pueden limpiar evitando la necesidad de parada del sistema. Estos sistemas eliminan los sólidos en suspensión, la materia orgánica y las partículas de sedimentos de una parte del sistema de agua de forma continua, reduciendo la probabilidad de incrustaciones y crecimiento biológico, lo que ayuda a controlar otros problemas en el sistema, como incrustaciones y corrosión. Aunque estos métodos conocidos y sus resultados justifican su instalación, no deja de verse por el usuario como un elemento extra, tanto económicamente, como energéticamente, en su industria. Además de los posibles problemas derivados de la calidad del agua, las bombas y los ventiladores de la torre, como equipos dinámicos, pueden tener problemas en cojinetes, correas y acoplamientos, o sobrecargas en los engranajes que deriven en mal funcionamiento y paradas inesperadas con un alto impacto en la capacidad de producción

de la planta y su consumo energético. Para abordar estos problemas, en los últimos años los avances técnicos en el diseño de las torres han venido a ofrecer mayores garantías de seguridad y de eficiencia.

Estos diseños han ido orientados a la mejora de materiales, accesibilidad, regulación y control, pero habitualmente de modo aislado, centrados en algunos de estos aspectos (3).

| Tipo de Filtros | Eliminación de Partículas | Autolimpieza | Mantenimiento y Reparaciones | Consumo de Agua durante el lavado |
|------------------------------------|---|--|--|---|
| Separador Centrifugo | 40-75 micras, finas para inorgánicos gruesas con un peso específico de 1,62 o mayor | Purga de los sólidos retenidos | Únicamente de purga: – Inspecciones periódicas y servicio | Sin pérdidas de Agua durante el lavado. Aunque sí que existen pérdidas durante el proceso de purga de la cámara de partículas |
| Filtro Automático de Malla | Hasta 10 micras | Retrolavado automático mediante el empleo de un dispositivo de escaneado de succión giratorio | Es posible que se requiera un mantenimiento periódico, debido al desgaste de las piezas giratorias que posibilitan el retrolavado. | Requiere mucha menos agua respecto a otros procesos de retrolavado |
| Filtro de Disco Plástico | Hasta 10 micras | Retrolavado automático a través de la liberación de los discos ranurados e inversión del flujo de agua para lavar los sólidos recogidos en los mismos. | Los discos consumibles pueden requerir de un mantenimiento frecuente. | Requiere mucha menos agua respecto a otros procesos de retrolavado |
| Filtro Presurizado de Arena | Hasta 10 micras | Retrolavado automático, diario o con caída de presión, según sea necesario | Es necesaria una inspección periódica de la arena, así como de las partes electromecánicas del sistema. También será necesario replazar periódicamente de la arena del filtro. | Requiera una cantidad de agua significativa para realizar el retrolavado |

| | | | | |
|---|--|--|--|--|
| Filtro de Arena de Alta Eficiencia | Hasta 0.45 micras. Mejor para partículas finas y ligeras; evitar aplicaciones de partículas gruesas. | Las funciones automáticas de retrolavado requieren menos tiempo y agua que otros filtros de arena. | La arena del filtro debe ser analizada periódicamente realizar la sustitución de la misma. | Requiere más agua de retrolavado que los separadores centrífugos, pantallas automáticas y filtros de discos, |
|---|--|--|--|--|

Tabla 2 Tecnologías de filtración usadas en torres de refrigeración (3)

Aunque, como se ha expuesto, la implementación de sistemas avanzados de filtración mejora considerablemente la operación de las torres de refrigeración, la evaporación constante de parte del agua en circulación en la torre también aumenta la concentración de sólidos disueltos y conduce a la formación de incrustaciones, corrosión, o ambas (2).

Como queda reflejado los párrafos anteriores, la operación, el mantenimiento y el tratamiento de agua de torres de refrigeración existentes son un problema complejo ya que todos los problemas anteriores, sus efectos y los métodos de prevención están interrelacionados y deben abordarse conjuntamente. Uno de los principales problemas reside en que la naturaleza de sus relaciones es altamente no lineal, lo que limita la obtención de modelos analíticos basados en ecuaciones explícitas que definen su comportamiento. En la actualidad, existen otros enfoques que permiten abordar este problema, como la obtención de modelos basados en datos, que den soporte al diseño, implantación, operación y mantenimiento de sistemas de tratamiento y control de torres de refrigeración. Una de las prácticas habituales en el control de torres es el uso de sensores de conductividad para monitorizar el agua de reposición de la torre de enfriamiento. Con base en la lectura de los sensores, un controlador de conductividad puede abrir o cerrar las válvulas, permitiendo el purgado automático de la torre de enfriamiento o la corriente de filtración que habitualmente se controla utilizando sensores de sólidos suspendidos totales (TSS) siendo los parámetros de control ajustados periódicamente en base a campañas de analíticas. El desarrollo de las tecnologías computación, las comunicaciones M2M (Machine to Machine) y del concepto de IoT (Internet of Things) ha permitido un fuerte avance en los sistemas de monitorización de la calidad el agua. Estudios realizados por la EPA concluyen que la presencia de contaminantes químicos y biológicos en el agua tienen un efecto en muchos de los parámetros que actualmente se pueden monitorizar con sensores comerciales como pueden ser la turbidez, ORP (potencial redox del agua), CEM (red de control de estado de las masas del agua), pH etc. por lo que a partir de los cambios en estos parámetros puede ser inferior la presencia de contaminantes (13).

En estos momentos hay en el mercado opciones disponibles para mediante técnicas de minería de datos y de aprendizaje automático, inferir la calidad del agua de la torre para realizar un control y optimización en tiempo real de la operación de los sistemas de tratamiento físico químico (14).

Este control y optimización de los procesos puede ser realizado mediante plataformas que nos aseguran la interconexión con el resto de elementos monitorizados en planta y que nos permiten integrar otras variables, ya sean parámetros eléctricos de los motores, caudales, niveles, presiones y temperaturas mediante nuevos equipos o disponibles en planta de forma que, del mismo modo se pueda realizar la supervisión continua de los equipos dinámicos de las torres de refrigeración de cara a su mantenimiento predictivo . De esta forma, ya sea a través de indicadores de estado directos (análisis de vibraciones) o indirectos (evolución del caudal, consumo eléctrico ponderado...) se pueden establecer de forma predictiva el estado de los elementos rotativos sometidos a desgaste, así como el estado (rendimiento) del proceso de enfriamiento del conjunto (15,16). Este tipo de seguimiento en continuo del estado y operación de las torres permite optimizar también su funcionamiento desde el punto de vista energético. La información de los consumos extraída, en combinación con los datos climáticos interiores y exteriores, calendarios, capacidades de generación energética y de almacenamiento, fuentes de energías renovables, precios del mercado energético, etc., permitirá realizar y aplicar predicciones sobre el uso de las instalaciones para rebajar el precio y el consumo de energía de las plantas donde sea necesario el uso de torres de refrigeración, así como adoptar medidas en tiempo real para favorecer el ahorro y preservar el rendimiento de conjunto final .

ANEXO

A.1 REFERENCIAS

- (1) Los siete consejos de AEFYT para un verano sin Legionela, Revista iAgua, 2014.
- (2) Problemática sanitaria y ambiental de las torres de refrigeración y condensadores evaporativos. Estudio y control de la legionelosis en L'Hospitalet de Llobregat. Mor Fernández, Josep M.- UPC, 2008.
- (3) Technical Evaluation of Side Stream Filtration for Cooling Towers. Federal Energy Management Program US Department of Energy, 2013.
- (4) Chemical monitoring and evaluation of the water quality of the Douro River at the Crestuma–Lever dam, Maria A. Trancoso, Maria J. Cruz, Pedro Salgueiro and Zaira Caldeira Laboratory of Environmental Analysis and Quality Control - INETI, Azinhaga dos Lameiros, 2002.
- (5) (Evaluation of Non-Chemical Treatment Technologies for Cooling Towers at Select California Facilities) Electrochemical Cooling Water Treatment: A New Strategy for Control of Hardness Scale, Sludge and Reducing Water Usage. ASHRAE, 2009.
- (6) Peligros biológicos, OMS Inocuidad de Alimentos- Control Sanitario- HACCP.
- (7) Mantenimiento higiénico-sanitario de instalaciones de riesgo frente a Legionella, Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar social.
- (8) Agentes Biológicos, Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social.
- (9) Electrochemical Cooling Water Treatment: A New Strategy for Control of Hardness Scale, Sludge and Reducing Water Usage. ASHRAE. 2009.
- (10) Review of Studies on Hardness Removal by Electrocoagulation. International Journal of Engineering Research and Technology. Number 1 (2017).
- (11) Treatment of cooling tower blowdown water containing silica, calcium and magnesium by electrocoagulation. Water science and technology: a journal of the International Association on Water Pollution Research. 60. 2345-52. 10.2166/wst.2009
- (12) Equipo de Filtrado en sistemas de refrigeración. Mejora el proceso Ahorra costes. Grupo Azud.
- (13) A Low-Cost Sensor Network for Real-Time Monitoring and Contamination Detection in Drinking Water Distribution Systems. Theofanis P. Lambrou ; Christos C. Anastasiou ; Christos G. Panayiotou ; Marios M. Polycarpou ,IEEE Sensors J, 2014.
- (14) Wastewater quality monitoring system using sensor fusion and machine learning techniques. X Qin, F Gao, G Chen - Water research, 2012.
- (15) Análisis de vibraciones e interpretación de datos, Jesús A. Royo, DIDYF Universidad de Zaragoza.
- (16) Performance prediction of a cooling tower using artificial neural network. M.Hosoz et al, Sciencedirect, 2007.

A.2 FUENTES DE INFORMACIÓN

CETENMA ofrece la información que proviene de un sistema organizado de fuentes a través de un área concreta dentro del portal del Centro Tecnológico.

Para ello, tenemos establecido un proceso sistemático y permanente de búsqueda, captación, recolección, análisis y difusión de información pública estratégica en el entorno de la organización, así como del seguimiento y análisis del entorno, universidades y otros centros de I+D, avances tecnológicos del sector empresarial, etc.

Boletines oficiales

| | |
|------|---|
| BORM | http://www.carm.es/borm |
| BOE | http://www.boe.es |
| DOUE | http://eur-lex.europa.eu/ |
| TED | http://ted.europa.eu |

Noticias y Eventos

| | |
|--|--|
| Notas de prensa de la CARM | www.carm.es |
| Medio Ambiente CARM | www.carm.es/medioambiente/ |
| Eventos IRC | www.innovationrelay.net/calendar/home.cfm?type=future |
| Mercado Tecnológico | http://cordis.europa.eu/marketplace/es/links.htm |
| madri+d | www.madrimasd.org/ |
| Empresa exterior | www.empresaexterior.com |
| Fundación Séneca | www.f-seneca.org |
| Agroinformación | www.agroinformacion.com |
| Cámara Comercio Murcia | www.cocin-murcia.es |
| FENERCOM | www.fenercom.com |
| Agencia SINC | http://www.agenciasinc.es/ |
| ALEM | http://www.energiamurcia.es/ |
| Fundación CARTIF | http://www.cartif.com/ |
| ECODES | http://ecodes.org/ |
| Energía | http://energela.com/ |
| Erenovable | https://erenovable.com/ |
| Fundación COTEC | http://cotec.es/ |
| Forética | http://www.foretica.org/ |
| Fundación Renovables | https://fundacionrenovables.org/ |
| Noticias de la Ciencia y la Tecnología | http://noticiasdelaciencia.com/ |
| Infoambiental | www.infoambiental.es |

| | |
|--------------------------------------|---|
| Asociación Jóvenes Empresarios | www.ajemurcia.com |
| Murcia Empresa | www.murciaempresa.com |
| INTRAL | www.intral.es |
| InKemia | www.inkemia.com |
| Plataforma Agua | www.plataformaagua.org |
| ALINNE | http://www.alinne.es/ |
| COIIRM | http://coiirm.es/ |
| COITIRM | http://www.coitirm.es/ |
| AEMA-RM | http://www.aema-rm.org/ |
| AREMUR | http://aremur.fremm.es |
| Plan de Ciencia | www.plandeciencia.com |
| Asociación 3e | www.asociacion3e.org |
| EU Sustainable Energy Week | http://eusew.eu |
| Revista RETEMA | www.retema.es |
| El Blog del INFO | www.elblogdelinfo.com |
| OpenAIRE | www.openaire.eu |
| DICYT | www.dicyt.com |
| Anese | www.anese.es |
| Fund. para la sost. energ. y amb. | www.funseam.com |
| Ciencias Ambientales | www.cienciasambientales.org.es |
| Conciencia Eco | www.concienciaeco.com |
| EcoCosas | http://ecocosas.com |
| EcoInteligencia | www.ecointeligencia.com |
| AguasResiduales.info | www.aguasresiduales.info |
| CROEM | www.croem.es |
| Escuela de Organización Industrial | www.eoi.es |
| SOStenible | www.sostenible.cat |
| Fórum Ambiental | www.forumambiental.org |
| Blog del Agua | www.blogdelagua.com |
| EcoInventos | http://ecoinventos.com |
| Aqua España | www.aquaespana.org |
| Club de Excelencia en Sostenibilidad | http://www.clubsostenibilidad.org/ |
| Química del Agua | www.quimicadelagua.com |
| Ecogaia | www.ecogaia.com |
| Technology Review | www.technologyreview.es |
| RHC Platform | www.rhc-platform.org |

| | |
|-----------------------|--|
| FEDIT | http://fedit.com |
| CEEIM | www.ceeim.es |
| CEEIC | www.ceeic.com |
| Universidad de Murcia | www.um.es |
| UPCT | www.upct.es |
| UCAM | www.ucam.edu |

Convocatorias a Proyectos

| | |
|-----------------------------------|---|
| Horizonte2020 | www.eshorizonte2020.es https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/ |
| Programa LIFE de la UE | http://ec.europa.eu/environment/life/ |
| BBI (bio-based industries) | https://www.bbi-europe.eu/ |
| EIP AGRI | https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/eip-agri-concept |
| EIP WATER | https://www.eip-water.eu/ |
| ENI MED | http://www.enpicbmed.eu/enicbmed-2014-2020 |
| SUDOE | https://www.interreg-sudoe.eu/inicio |
| Formularios, programas de trabajo | http://ec.europa.eu/research/participants/portal/desktop/en/funding/reference_docs.html |
| INTERREG | |
| INTERREG EUROPE | https://www.interregeurope.eu/ |
| INTERREG MED | https://interreg-med.eu/ |
| Water JPI | www.waterjpi.eu |
| CORDIS | http://cordis.europa.eu/home |
| MINETUR | www.minetur.gob.es |
| MINECO | http://www.mineco.gob.es |
| MAPAMA | http://www.mapama.gob.es/es/ |
| CDTI | https://www.cdti.es/ |
| Red.es | www.red.es |
| FECYT | https://www.fecyt.es/ |
| Fundación MAPFRE | www.mapfre.com/fundacion |
| Fundación Biodiversidad | www.fundacion-biodiversidad.es |
| IDAE | www.idae.es |
| Fundación BBVA | www.fbbva.es |
| EnerAgen | http://www.eneragen.org/es/ |
| Impulsando pymes | www.impulsandopymes.com |

Patentes

| | |
|------------------------------------|---|
| Oficina Española Patentes y Marcas | http://cip.oepm.es/ipccat |
| Espacenet | https://worldwide.espacenet.com/advancedSearch?locale=en_EP |
| INVENES | http://invenes.oepm.es |
| Google Patents | https://www.google.es/?tbs=pts |

Prospectiva Tecnológica

| | |
|---|---|
| Institute for Prospective Technological Studies | http://ipts.jrc.ec.europa.eu |
| Gobierno UK | www.foresight.gov.uk |
| Centro de Gestión y Estudios Estratégicos | www.cgee.org.br |
| Institute for the Future | http://www.iff.org/home/ |
| Institute for Alternative Futures | http://www.altfutures.org/ |

Literatura científica y técnica

| | |
|--|---|
| AENOR | http://www.aenor.es |
| ASTM standards | https://www.astm.org/Standard/standards-and-publications.html |
| Directory of Open Access Journals | http://esrjournal.org |
| IEEE | https://www.ieee.org/index.html |
| IEEE Xplore | http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp |
| Ingenta Connect | http://www.ingentaconnect.com/ |
| Institution Engineering and Technology | https://www.theiet.org/resources/inspec/index.cfm? |
| Research Gate | https://www.researchgate.net/ |
| SciCentral | http://www.scicentral.com/ |
| Science Direct | https://www.sciencedirect.com/ |
| SciVal | https://www.elsevier.com/solutions/scival |
| Springer | http://www.springer.com/gp/products/journals |
| Teseo | https://www.educacion.gob.es/teseo/irBusquedaAvanzada.do |
| Science Media | http://www.sciencemediacentre.org/ |
| WILEY | https://www.wiley.com/en-us |
| DOAJ Directory of Open Acces Journals | https://doaj.org/ |

Herramientas

| | |
|--------------|--|
| Lectores RSS | Navegador Internet Explorer |
| KWMAP | www.kwmap.com |

A.3 DESCRIPTORES

A continuación, se enumeran los principales descriptores utilizados en nuestras búsquedas de VT, dentro de nuestras áreas de trabajo.

Contaminación / pollution

- Contaminación acústica / acoustic pollution
- Contaminación atmosférica / atmospheric pollution
- Humos, emisiones, gases de escape / Fumes, emissions, exhaust gases
- Contaminación del agua / Water pollution
- Contaminación de suelos / soil pollution
- Contaminación del medio natural / Environment pollution
- Contaminación industrial / industrial pollution

Gestión del agua / Water management / Water treatment

- Ciclo integral del agua / Integrated water cycle
- Depuración de aguas residuales / wastewater treatment
- Potabilización de aguas / Drinking water treatment
- Desalinización de aguas / Water desalination
- Tratamiento de aguas residuales / wastewater treatment
- Estaciones de tratamiento de aguas residuales, EDAR / Wastewater treatment Plant WWTP
- Estación desalinizadora de aguas, IDAM / Desalination Plant
- Estación de potabilización de aguas, ETAP / Drinking water plant
- Aguas residuales urbanas / domestic wastewater
- Aguas residuales industriales / industrial wastewater
- Agua potable / Drinking water
- Aguas superficiales / continental waters
- Aguas subterráneas / groundwaters
- Agua de mar / sea water
- Agua dulce / freshwater
- Agua salobre / brackish water
- Pretratamiento / pretreatment
- Tratamiento primario / primary treatment
- Tratamiento secundario / secondary treatment
- Tratamiento terciario / tertiary treatment
- Regeneración de aguas / water regeneration

Reutilización de aguas / water reuse

Directiva de reutilización de aguas / water reuse directive

Recarga de acuíferos / groundwater recharge

Reutilización de aguas en agricultura / water reuse in agricultura

Consumos del tratamiento de aguas / Water treatment consumptions

Costes de tratamiento de aguas / water treatment costs

Efluentes, vertidos / effluents

Gestión de residuos / Waste management / waste disposal

Residuos domésticos / domestic wastes

Residuos industriales / Industrial wastes

Residuos peligrosos / Hazardous wastes

Residuos no peligrosos / Non hazardous wastes

Residuos inertes / inert wastes

Recogida selectiva/ Selective waste collection

Separación en origen

Tratamiento de residuos / waste treatment

Reciclaje de residuos / waste recycling

Valorización de residuos / waste valorization

Valorización energética de residuos / energy valorization of wastes

Eliminación de residuos / waste removal

Inertización de residuos / waste inertization

Residuo a subproducto / waste to by-product

Fin de condición de residuo

Biorrefinería de residuos / waste based biorefinery

Biorresiduo / biowaste

Vertedero, depósito controlado / landfill

Planta de tratamiento de residuos / Waste treatment plant

Residuos sólidos urbanos / Municipal solid wastes

Planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos / Municipal solid waste treatment plant

Fracción orgánica de residuos sólidos urbanos / Organic fraction of municipal solid waste

Tratamiento mecánico-biológico / Mechanical-biological treatment

Incineración de residuos / waste incineration

Compostaje de residuos / waste composting

Energía

Energía renovable
Energía solar térmica
Energía solar fotovoltaica
Energía eólica
Energía micro-eólica
Energía hidráulica
Energía micro-hidráulica
Energía geotérmica
Eficiencia energética
Materiales de cambio de fase
Directiva de energías renovables / Renewable energy directive

Otros

Deterioro del medio ambiente / Environment degradation
Contaminación de recursos hídricos / water bodies pollution
Desertificación / desertification
Deforestación / deforestation
Cambio climático / climate change
Mitigación del cambio climático
Adaptación al cambio climático / climate change adaptation
Mitigación del cambio climático / climate change mitigation
Análisis de ciclo de vida / Life cycle assessment
Análisis de ciclo de vida económico / economic life cycle assessment
Análisis de ciclo de vida social / social life cycle assessment

Para el presente informe se han utilizado como descriptores:

Cooling tower
Filtration
Groundwater treatment
Hardness removal
Electrocoagulation
Continuous process batch process
Water quality monitoring
Hardness of calcium
Magnesium and pH

Side Stream Filtration
Corrosion
Scaling
Fouling
Microbiological Activity
Flat surface sensors
Turbidity sensor
Sensor networks
Arsenic & bacteria contamination detection
Artificial Intelligence
Artificial neural network
Back-propagation algorithm

Este Proyecto está financiado hasta el 80% con recursos del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) asignados al Instituto de Fomento de la Región de Murcia con arreglo a la Subvención Global mediante la Decisión C(2015)3408, de la Comisión, por la que se aprueba el Programa Operativo de intervención comunitaria FEDER 2014-2020 en el marco del objetivo de inversión en crecimiento y empleo, en la Comunidad Autónoma de Murcia, como Región calificada en transición.

Para cualquier información adicional relativa a este Proyecto puede dirigirse a:

Asociación Empresarial Centro Tecnológico de la Energía y del Medio Ambiente de la Región de Murcia
C/ Sofía 6-13, P.I Cabezo Beaza, Cartagena, 30353
968520361
cetenma@cetenma.es

En Cartagena, a 30 de marzo de 2018
Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación de CETENMA
OTRI nº 181