

Desalación de agua para riego por ormosis inversa

Por: José Baquero Franco*

La lectura del título de este artículo puede hacer pensar a algunos que se va a tratar un tema cercano a la ciencia ficción, y en realidad esto podía ser así hasta hace unos años, pero hoy en día ya no lo es, e incluso ya hay algunas zonas en España donde se están pensando y programando algún proyecto de esta índole. Tenemos concretamente en la provincia de Almería, la zona del Campo de Dalías, en donde existe una gran área, de unas 25.000 Has. de invernaderos para la producción de cultivos hortofrutícolas tempranos de alto valor y fácil comercialización.

El riego de dichos cultivos se realiza por medio de agua procedente de captaciones en acuíferos de la zona. La intensiva explotación de dichos acuíferos, unido al incremento del área de cultivo, está originando un creciente y preocupante descenso del nivel de dichos acuíferos, de forma que hoy en día se están realizando captaciones que llegan a 300 metros de profundidad.

Por otra parte, este incremento de producción en la zona está llevando a una multiplicación de residuos vegetales procedentes de las propias plantas cultivadas en los invernaderos (lechugas, sandía, melón, calabacín, pepino, berenjena, tomate, pimiento, judía verde y alguna otra) y que orientativamente se pueden cuantificar en unas 20 t/ha y año de residuos. La presencia de estos mismos residuos está originando importantes problemas medio-ambientales, siendo así, que los propios Ayuntamientos de la zona están fijando la obligatoriedad de la retirada de los mismos de las propias explotaciones y trasladarlos a vertederos controlados, habiéndose creado varias empresas, de las que se han dado en llamar "gestores de residuos" que tienen como finalidad su recogida, retirada y transformación o traslado a los vertederos, a modo de como sucede en las poblaciones, donde empresas especializadas se encargan de la recogida y tratamiento o

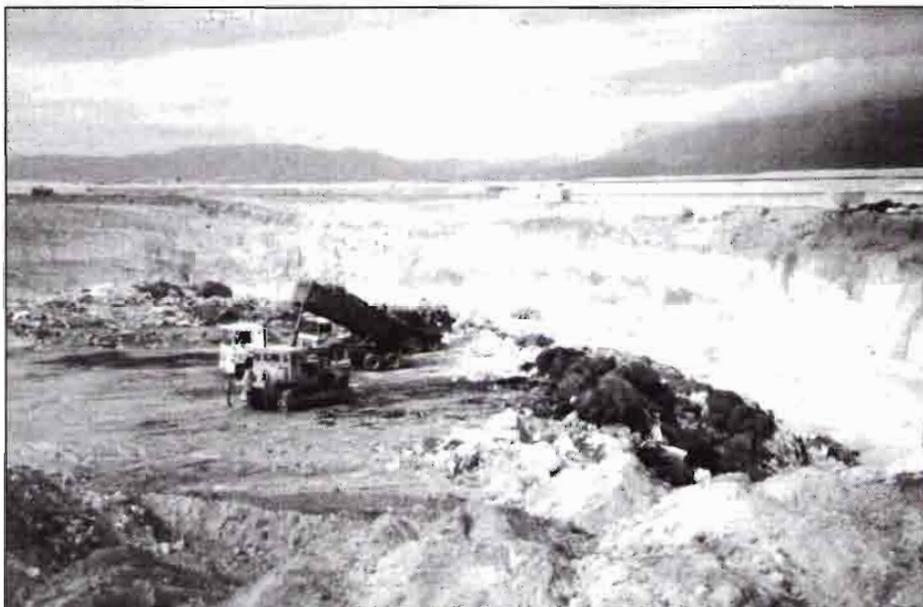


Foto de vertedero controlado para residuos agrícolas en Almería.

traslado a vertedero de las basuras urbanas, con el consiguiente costo de operación para los propios agricultores y Ayuntamientos.

Una serie de ideas y preguntas surgen inmediatamente: los acuíferos se agotan o se salinizan; se producen gastos para recogida y traslado de los residuos; se están dedicando importantes superficies de la zona a vertederos, y todo ello conduce, en un futuro más o menos próximo, a una incertidumbre sobre la continuidad de estos cultivos. Y, sin embargo, se está desperdiciando una gran cantidad de biomasa que debidamente aprovechada puede ser fuente de energía que permita desalar agua de mar que asegure el riego y el futuro de los invernaderos.

Las diferentes Administraciones, la Junta de regantes y los habitantes de la zona en general, se lo preguntan. ¿Por qué no estudiar su aprovechamiento?

En el campo de Dalías ya hay estudios, más o menos avanzados, sobre el aprovechamiento energético de la biomasa residual de los cultivos de invernaderos que, de seguro se han de convertir en próximas realizaciones en este sentido, porque de lo contrario el futuro es bastante negro. Hablamos de esta zona porque es un tema por nosotros conocido, pero **seguramente** puede ser aplicable, en un futuro más o menos próximo, a otras zonas del país, que por su especificidad de cultivos haga necesario y rentable la desalación de agua para uso de riego.

LA BIOMASA COMO MEDIO DE PRODUCCION DE ENERGIA

El tema de la biomasa para la producción de energía parece tener un gran futuro en muchos países, entre ellos España, para el aprovechamiento, mediante el cultivo de

(*) Ingeniero Agrónomo.

RIEGOS

determinadas plantas, de tierras marginales o tierras que se están dejando de cultivar por indicaciones de los acuerdos de la UE.

La implantación de estos "cultivos energéticos" puede ser una solución para el mantenimiento productivo de algunas zonas y consiguiente creación de empleo que evite su abandono, a la vez que significaría una buena fuente de producción de energía eléctrica y consiguiente disminución de la factura que el país tienen que pagar por combustibles fósiles (carbones y productos petrolíferos).

El Departamento de Producción Vegetal de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid, que dirige el catedrático D. Jesús Fernández González, está llevando a cabo un amplio programa de investigación y experimentación dirigido a la implantación de cultivos energéticos orientados a la producción de biocombustibles líquidos o biocombustibles sólidos para la generación de calor o energía eléctrica.

Las especies dedicadas a estos fines pueden ser de tipo herbáceo o leñoso, algunas muy prometedoras para las zonas mediterráneas, bien sea para la producción de biocombustibles como el bioetanol o derivados de éste, como es el ETBE, que se mezcla con gasolinas para la producción de las "sin plomo", o bien para su combustión y generación de gases calientes o energías eléctricas, mediante grupos turbina de vapor-alternador. Plantaciones leñosas como pueden ser chopos o eucaliptos, dependiendo de temperaturas y disponibilidad de agua, o especies herbáceas, entre las que parece tienen gran futuro el cardo "Cynara cardunculus", son las que por el momento parecen tener mejores perspectivas.

APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA RESIDUAL PARA DESALAR AGUA

Resumiendo lo indicado en los puntos anteriores, nos encontramos, concretamente para la zona de invaderos de Almería, con las siguientes premisas:

- Escasez de agua para los riegos, cada vez más cara y que crea un futuro incierto para la zona.

- Problemas medioambientales por acumulación de residuos de las explotaciones, con el consiguiente coste en su traslado a vertederos y consiguiente ocupación de terrenos para los mismos.

- Posibilidad de utilizar los residuos de las explotaciones como biomasa energética y consecuentemente producir energía eléctrica.

La conclusión a estas premisas parece fácil: producir energía eléctrica, eliminando al mismo tiempo la necesidad de vertederos, y aprovechar dicha energía para desalar agua del mar que contribuya a asegurar el riego futuro de las plantaciones.



La realidad es que la decisión, tal vez, no sea tan fácil, ya que tanto la generación de energía como la desalación por ósmosis inversa, que parece para este caso el sistema más conveniente, representan muy importantes inversiones y un estudio de viabilidad, sería necesario desde el punto de vista estrictamente económico.

Como cifras orientativas, a título de información, se puede decir que 1 kg de esta biomasa con 20% de humedad tiene un poder calorífico inferior (PCI) de unas 2000 Kcal (2 termias); que 1 termia = 1,16 kWh; que el coste de una planta de generación de energía de este tipo puede ser del orden de 150.000 Ptas por kW instalado y con un rendimiento energético del 25% aproximadamente; y que a esto habría que añadir, además, el costo de la planta de O.I. Unos simples cálculos nos llevaría a estimar que la instalación, que absorbería la totalidad, o una buena parte de los residuos agrícolas de la zona de la que estamos hablando representaría una elevada inversión.

Para estudiar la inversión desde el punto de vista estrictamente económico, sería necesario calcular los parámetros del análisis de inversión, como pueden ser el período de recuperación de la misma (Pay back) y la Tasa interna de rendimiento del proyecto (TIR). Hoy en día se consideran ya como proyectos aceptablemente rentables aquellos con una recuperación de 5 años y una tasa interna del 15%. Sin embargo, un proyecto como el que se plantea no puede ser considerado como "proyecto de rentabilidad", como tampoco puede serlo, aunque en otra escala, la desalación de agua de mar para el consumo humano.

La desalación para regar en los invernaderos debe ser "una inversión controlada de supervivencia". De supervivencia porque se juega, posiblemente, el futuro de los mismos y controlada porque no es posible lanzarse a aventuras económicas insostenibles. Existe, por otra parte la posibilidad de recibir ayudas de la UE, que pueden facilitar notablemente su desarrollo.

¿QUÉ ES LA OSMOSIS INVERSA?

El fenómeno de ósmosis natural es el paso de líquido a través de una membrana desde una solución diluida a una solución

concentrada con el propósito de igualar ambas concentraciones. Este fenómeno se manifiesta de forma natural en las membranas celulares, básicamente en el mundo vegetal y es la base de absorción de agua.

Por el contrario, el fenómeno de ósmosis inversa consiste en invertir por medios físicos el fenómeno de la "ósmosis natural", con lo cual a partir de una solución concentrada en sales y aplicando una presión determinada se consigue el paso a través de una membrana desde esta solución concentrada a otra más diluida, con lo que se consigue obtener una solución muy diluida, a la que se llama "permeado" y otra muy concentrada, llamada "rechazo". Este fenómeno es aplicable a la desalación de agua de mar, y por el cual el agua contenida en la solución salina que constituye el agua del mar, pasa a través de membranas a un agua casi exenta de sales formando el "permeado" mientras queda una solución altamente concentrada en sal constituye la "salmuera o rechazo" que se devuelve al mar.

La ósmosis inversa funciona gracias a la existencia de unas membranas semipermeables que permiten el paso del agua, pero no las sales que lleva esta disueltas. Las membranas que generalmente se utilizan son:

- Membranas de acetato de celulosa
- Membranas de poliamida

En la Fig. 1 aparecen unos esquemas explicativos del fenómeno de ósmosis y en la Fig. 2 se incluye un Diagrama de Flujo Simplificado de una instalación de Ósmosis inversa para desalación de agua de mar.

De acuerdo con este Diagrama, el proceso consiste en una captación del mar y

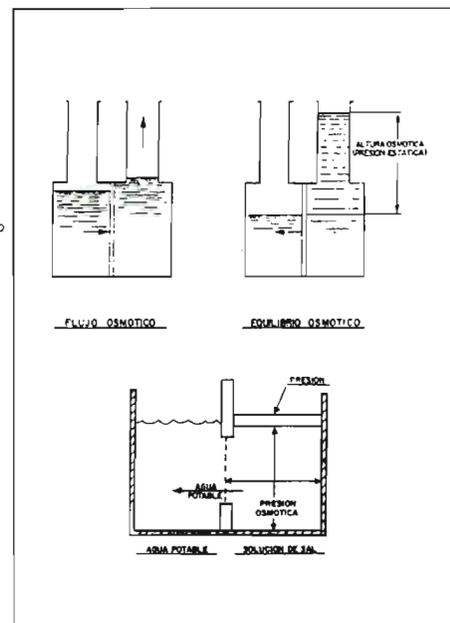


Fig. 1

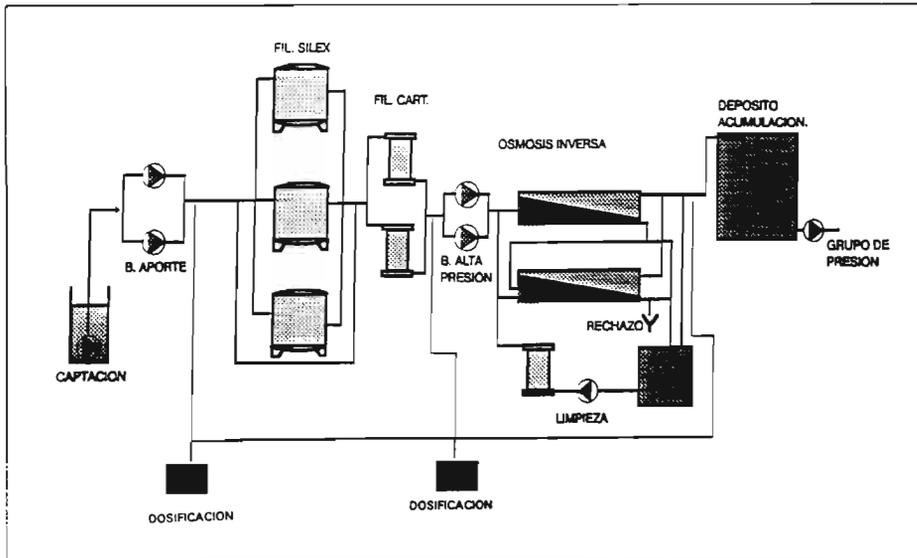


Fig. 2

bombeo del agua captada haciéndola pasar a través de unos filtros de arena y posteriores filtros de cartucho, todo ello encaaminado a la limpieza del agua. Durante esta fase se llevan a cabo unas dosificaciones de productos clorados que tienen por finalidad la destrucción de microorganismos, la adición de un ácido, generalmente clorhídrico, a fin de bajar el pH y contrarrestar la presencia de bicarbonatos, sulfatos en el agua, y finalmente un anti-incrustante. Por último, y antes de llegar a las bombas de alta presión, se añade bisulfato sódico para eliminar el cloro residual, cuya presencia puede degradar las membranas que van a realizar la función de la ósmosis inversa.

Para aumentar la presión, base del concepto de la ósmosis inversa, se bombea a alta presión el agua depurada y filtrada a través de los racks de membranas con el fin de obtener el agua desalada aplicable al riego.

Naturalmente la O.I. es aplicable igualmente a aguas salobres continentales.

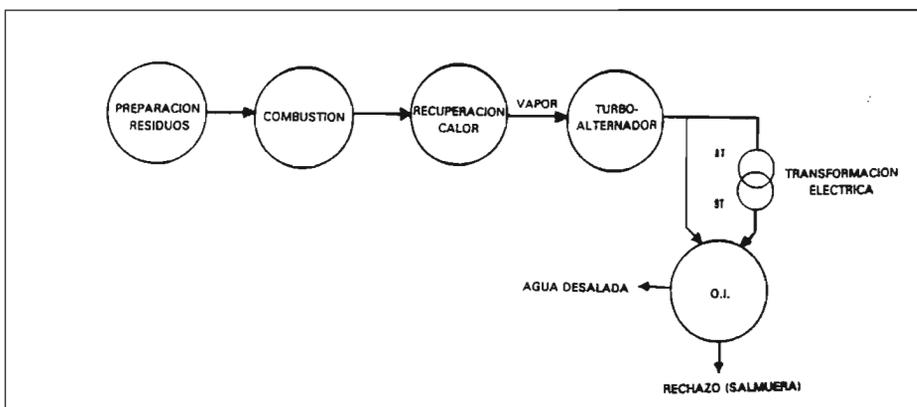


Fig. 3

CONSTITUCION DEL PROYECTO

En la Fig. 3 se recoge un Diagrama simplificado de bloques relativo a la constitución del proyecto del que venimos haciendo mención, y cuyo comentario explicativo es:

- *Gestión de residuos:* con este nombre, muy en boga hoy en día, se quiere significar el conjunto de operaciones que tienen por finalidad la recogida "in situ" de los residuos, su transporte, entrega y almacenamiento, o transformación de los mismos.

- *Preparación de los residuos:* esta operación tiene por objeto preparar los residuos para su combustión. La preparación (picado, molido, formación de pellets o briquetas etc..), estará en función del tipo de cámara de combustión seleccionada (parrillas, con lanzadera, quemadores de polvo, lecho fluido).

- *Combustión y recuperación de calor:* la combustión de los residuos preparados se realiza en la cámara de combustión, y los gases calientes de la misma, pasan a la caldera de recuperación de calor, que aprovecha el calor sensible de los gases para vaporizar el agua que circula por los haces tubulares de la caldera y acumular vapor de agua en el calderín de vapor. El vapor se producirá en las condiciones de presión y temperatura exigidas por la turbina de vapor del grupo turboalternador en función de la potencia eléctrica efectiva que se pretenda obtener en bombas del alternador.

- El grupo turboalternador transforma la energía mecánica en la turbina, y esta a

RIEGO

su vez hace girar al alternador que transforma la energía mecánica en eléctrica.

• **Transformación de la energía:** el voltaje en este tipo de alternadores suele ser 6.000 ó 11.000 voltios, lo que se llama media tensión (MT). La energía alimenta a la planta O.I., la cual trabaja con tensión de 380 V (BT), excepto las bombas de alta presión de alimentación del agua de mar a las membranas de ósmosis cuyos motores, en función del caudal y consecuentemente de la potencia absorbida, pueden trabajar a MT. Consecuentemente, será necesario transformar parte de la energía generada por el alternador de MT a BT.

• **Osmosis inversa.** Como instalación final tenemos la Planta O.I., cuyo funcionamiento se ha indicado en el apartado anterior.

COMO HA DE PLANTEARSE LA REALIZACION DEL PROYECTO

Al entrar en el estudio en firme de un proyecto de este tipo hay que llevar a cabo las siguientes fases:

• Inventario de residuos, que, en base a las alternativas rotacionales de cultivos, permitirá llegar a determinar la disponibili-

dad cuantitativa de los mismos, base de partida del dimensionamiento de la instalación generadora de energía y desalación.

• Ensayos de preparación y caracterización de la biomasa, que mediante las oportunas tomas de muestras, permitirá realizar los oportunos ensayos de combustión a fin de obtener datos como:

- analítica de residuos
- definición de los sistemas de preparación de residuos en correlación con el sistema de combustión a utilizar
- determinación del poder calorífico inferior (PCI) de las muestras
- balances energéticos

• Estudio de ubicación de las instalaciones, concretando:

- disponibilidad de terrenos
- captación de agua de mar y evacuación del rechazo de salmuera
- impulsión de agua desalada y su incorporación al sistema de riego existente.
- disponibilidad de alimentación eléctrica del exterior

• Definición de los sistemas técnicos a instalar, como son:

- sistema de combustión de residuos

- caldera de recuperación de calor
- turboalternador de vapor
- racks de membranas para O.I.
- equipos e instalaciones complementarias

• Estudio económico, que, en base a las inversiones a realizar y a los resultados energético-económicos inherentes al funcionamiento del sistema, permita llegar a resultados tales como:

— cuenta de resultados a lo largo de la vida considerada para el proyecto, normalmente 10-15 años

— calendario de amortizaciones

— rentabilidad del proyecto, reflejada en los índices de rentabilidad de la inversión, en función de los balances (cash-flow) a lo largo de la vida del proyecto.

— “rentabilidad derivada”, teniendo en cuenta que el productor final no está destinado a ser un bien comercial, si no un bien intermedio para permitir otro proceso productivo, en este caso la continuidad futura de la producción de los invernaderos, lo que persigue que la rentabilidad económica y la rentabilidad derivada se integren para producir una “rentabilidad económico-social”.

AQ

LIBROS



OFERTA EDITORIAL

AQ

LIBROS

• INSTALACIONES DE BOMBEO PARA RIEGO Y OTROS USOS

Pedro Gómez Pompa. 392 páginas (190 figuras y 75 fotos). 3.500 pta.

Este libro no se ha concebido como un tratado de proyecto o construcción de bombas, sino más bien como un manual para el usuario y el proyectista y director de obra de instalaciones de bombeo de agua fundamentalmente con destino a uso agrícola y en especial a riegos, drenajes y abastecimiento de granjas. Gran parte de información facilitada en el libro procede de los mismos fabricantes de los equipos; la otra parte, probablemente la más novedosa, ha sido recogida en congresos o demostraciones de maquinaria agrícola.

El autor ha tenido muy presente las necesidades de los alumnos de las Escuelas Técnicas que proyectan sus primeras instalaciones de bombeo y tienen dificultades para tomar puntos de referencia que los orienten en su trabajo de fin de carrera. La mayoría de las instalaciones de bombeo que se proyectan para riego utilizan bombas centrífugas, por lo que no es de extrañar que el espacio dedicado en esta obra a este tipo de bombas sea mucho más amplio que el correspondiente a otros modelos menos aplicados en el terreno agrícola. Pedro Gómez Pompa es Doctor Ingeniero Agrónomo, Catedrático de Ingeniería Rural de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de la Universidad de Extremadura, en Badajoz.

Agricultura

EDITORIAL AGRÍCOLA ESPAÑOLA, S.A.

Caballero de Gracia, 24, 3º izqda. - Teléfono: 521 16 33 - FAX: 522 48 72. Madrid-28013