

# Captación de Agua de Escorrentía

Por: Francisco Pelegrín Sánchez\*,  
Félix Moreno Lucas\*\*,  
Antonio Madueño\*

## RESUMEN

Se trata de un sistema de captación del agua que se escapa por escorrentía tras un episodio de lluvia mediante unas minipresas o diques prefabricados que se clavan en el suelo perpendiculares al flujo en los canales de desagüe naturales. Estas minipresas permiten frenar parcialmente este flujo, captarlo y conducirlo mediante unas tuberías flexibles ( mangueras ) hasta una balsa desde la que en verano se extrae el agua y se aplica en riego por goteo de carácter deficitario en olivar u otros frutales de secano en las áreas de montaña . El sistema permite captar mas del 50 % de la escorrentía, llegándose a almacenar hasta un 20-25 % de la precipitación anual.

## INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento de los recursos hídricos en regiones de clima mediterráneo ha sido un preocupación constante a lo largo de la Historia. Esta inquietud ha quedado reflejada recientemente en los trabajos presentados en el "16" Congreso Internacional de Riegos y Drenajes, El Cairo, Septiembre de 1996".

\* EUITA, Universidad de Sevilla

\*\* Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS-CSIC)



Marzo de 2001. Cubierta vegetal de avena-veza en parcela de olivar (anchura 4 m).

El término "Water harvesting" ó "Captación de agua" se ha popularizado en la actualidad, desde que en 1996, se publicó un trabajo denominado "Sustainability of Irrigated Agriculture" editado por L.S. Pereira et al., NATO ASI Series, Vol.312, en el que se recoge el artículo titulado: "WATER HARVESTING-PAST AND FUTURE" del profesor alemán Dr. D. Prinz que viene a ser un tratado donde se recogen las técnicas históricas y actuales de estos sistemas de captación.

En España, las regiones áridas, semiáridas y secas subhúmedas ocupan un tercio de sus superficie y desde hace más de cien años se vienen realizando acciones de repoblación forestal que han tenido como principal objetivo la protección del suelo y la regulación del ciclo hidrológico.

En la actualidad, en el marco del proyecto LUCDEME (Lucha contra la Desertización en el Mediterráneo), y en esa constante preocupación por los recursos hídricos, MARTINEZ AZAGRA

(1996), ha diseñado unas "trampas de agua" con lo que permite incrementar la infiltración y así, facilitar el arraigo y primer crecimiento de las repoblaciones en los climas mediterráneos.

AYUSO y col. (1986) y GIRALDEZ J. V. (1987), describen las técnicas tradicionales del aprovechamiento de las escorrentías en las regiones del Sudeste peninsular ( Almería y Murcia), tales como la construcción de terrazas, terrazas laterales con diques de tierra, caballones o boqueras que derivan las aguas de los cauces naturales o ramblas y como obras complementarias algunos depósitos o aljibes para la acumulación del agua.

MORALES, B. Y PASTOR, m. ( 1991), describen para una zona árida de Jaén, unos sistemas de pozas o diques de tierra, encadenadas, como medios útiles para la recogida del agua de escorrentía, dando como resultado una mayor producción de los olivos frente a los que no tenían tales pozas

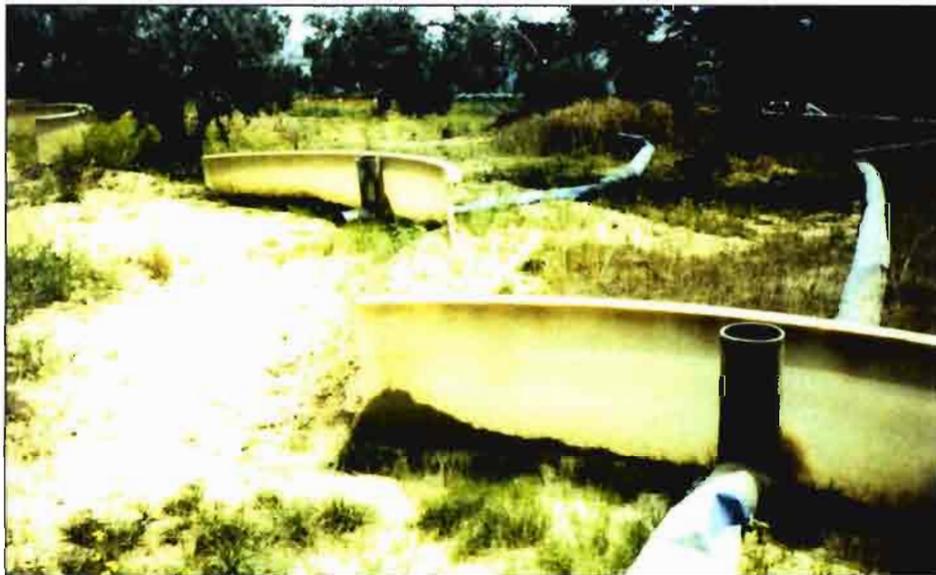
De otra parte, la utilización de la

Energía solar fotovoltaica en pequeñas instalaciones solares constituye una de las áreas temáticas prioritarias del III Plan Nacional de I+D y asimismo como acciones claves en la campaña para el despegue de las Fuentes de Energías Renovables dentro de lo que se denomina, Estrategia y un Plan de Acción Comunitarios ( Libro Blanco 1997), donde se prevén instalar en la CE, para el año 2010, un millón de sistemas fotovoltaicos de 1 kW de potencia uni-

dos subparcelas de 3000 m<sup>2</sup> útiles cada una, donde se llevan cabo dos sistemas de laboreo, una con laboreo tradicional ( LT) con control de las malas hierbas mediante sucesivo pases de cultivador y grada de discos y otra de no laboreo (N L) con implantación de cubiertas vegetales vivas siguiendo las curvas de nivel, en los cuatro metros centrales de las calles de los olivos. En esta parcela de (N L) se ha instalado el sistema de captación del agua de esco-

directa, específica para siembra de cubiertas, diseñada al efecto.

El sistema de captación consiste en unas pequeñas minipresas o diques, (foto 2) de pantalla prefabricada, colocadas transversalmente en los canales naturales de desagüe de las pequeñas cuencas a nivel de parcela por donde discurre el agua de escorrentía tras los diferentes episodios de lluvia. Las pantallas de estas minipresas se han fabricado con una lámina de fibra de vidrio de 4 x 1,20 m y 5 mm de espesor recubiertas de resina de poliéster y van



Vista de tres minipresas, equipadas con colector en forma de T invertida y tubería flexible de conexión.

taria, de los cuales unas 500.000 unidades están previstas que sean en zonas rurales.

La Universidad de Sevilla y el Instituto de Recursos Naturales (IRNAS) del CSIC están llevando a cabo el Proyecto FEDER, 1FD97-0720, en el que se han diseñado un sistema de captación del agua de escorrentía de la lluvia cuya técnica utilizada no se contemplaba en la obra anteriormente señalada.

### DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA Y OTRAS TÉCNICAS AUXILIARES

El Proyecto se está desarrollando en la finca "La Hampa", propiedad del Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS - CSIC), en el T.M. de Coria del Río (Sevilla). La parcela experimental es de aproximadamente 0,65 ha, tiene una pendiente media del 10% y está plantada de olivar de verdeo de 30-35 años de edad a un marco de plantación de 7 x 7 m. Esta parcela se ha dividido en

dos subparcelas de 3000 m<sup>2</sup> útiles cada una, donde se llevan cabo dos sistemas de laboreo, una con laboreo tradicional ( LT) con control de las malas hierbas mediante sucesivo pases de cultivador y grada de discos y otra de no laboreo (N L) con implantación de cubiertas vegetales vivas siguiendo las curvas de nivel, en los cuatro metros centrales de las calles de los olivos. En esta parcela de (N L) se ha instalado el sistema de captación del agua de esco-

rrentía dado que se espera que la erosión se reduzca al mínimo. En otoño de 1999 se implantaron en el centro de las calles ocupando una anchura de 4 m las siguientes mezclas de gramíneas y leguminosas:

- Ray grass (*Lolium perenne*) + Trebol (*Trifolium subterraneum*)
- Avena (*Avena sativa*) + Veza (*Vicia sativa* L.)
- Triticale + Veza (*Vicia sativa* L.)

En las siembras del otoño del 2000, la mezcla de Triticale y veza ha sido sustituida por Cebada (*Hordeum distichum*) + Veza (*Vicia sativa* L.).

En el manejo de las mismas, se ha aplicado la técnica de siega química con glifosato al final del invierno, dejando una franja central de aproximadamente 1 m para autosemillado.

Las siembras de 1999 se hicieron manualmente y en el otoño de 2000 se realizó una resiembra sobre los restos vegetales de la cubierta del año anterior, incluso sobre la cubierta parcialmente nacida, con una máquina de siembra

## TRAMPAS DE AGUA

### APORTES DE AGUA AL OLIVAR DE MONTAÑA

clavadas en el suelo, unos 40-50 cm. Estas pantallas o diques laminares permiten interrumpir momentáneamente el flujo de agua que baja, penetrando éste por un colector específico, también de resina de poliéster, diseñado en forma de T invertida de 20 cm de diámetro, de las que se montan en las conducciones enterradas de riego agrícola. Va situado en el centro de la pantalla con el tramo horizontal de la T a ras del suelo y atraviesa la pantalla. El tramo vertical del colector del mismo diámetro tiene una altura de 60-70 cm, queda aguas arriba de la pantalla y va rajado longitudinalmente con una anchura de las rajadas de 10 mm que permite el paso del agua y partículas en suspensión hasta ese tamaño. Las sucesivas pantallas o diques laminares a lo largo del canal de desagüe natural van conectadas entre sí mediante una tubería aérea flexible (manguera lay flat de presión) fabricada de Polivinilo con refuerzo de malla de nailon, de 20 cm de diámetro que se conecta a los extremos del tramo horizontal del citado colector mediante unas abrazaderas metálicas equipadas con tornillo periférico de apriete y sujeción. Estas mangueras finalmente descargan el agua

de escorrentía en una balsa de hormigón armado de  $10 \times 6 \times 3 = 180 \text{ m}^3$  de capacidad, mediante un doble sistema de decantación.

### Instalación de energía solar y riego por goteo

Como fuente de energía eléctrica se ha instalado un sistema solar fotovoltaico, formado por 10 paneles solares de  $100 \text{ Wp} / 24\text{V}$ , un inversor de corriente continua a corriente alterna trifásica  $220 \text{ V}$  de  $1,5 \text{ kW}$  de potencia, una electrobomba solar sumergida  $1 \text{ CV}$  de potencia que puede suministrar hasta  $2.400 \text{ l/h}$  a  $45 \text{ m}$  de altura manométrica.

El conjunto de placas solares van montadas en un soporte móvil o remolque especialmente diseñado para tal fin que permite transportar y utilizar en verano tal unidad fotovoltaica en una o dos balsas de agua durante el día. Y asimismo, durante el invierno,

**REDUCIR LA  
EROSION Y  
AUMENTAR LA  
PRODUCCIÓN**

guardar las placas en las fincas al amparo del deterioro climático o el vandalismo.

Este soporte móvil es un remolque de tipo agrícola, de bastidor y plataforma metálicos, de un solo eje, de dimensiones  $4 \times 1,5 \text{ m}$ , ruedas de neumáticos de  $80 \text{ cm}$  de diámetro exterior, con enganche a la barra de tiro del tractor. Sobre la plataforma del mismo se ha diseñado un marco metálico abatible en el que apoyan y van cogidos los paneles. Este marco permite inclinar el plano de paneles a voluntad para la mejor captación de la energía solar según época del año y coordenadas del lugar. El marco con los paneles es desmontable del remolque pudiendo ser utilizado éste para otros usos agrícolas en la época de no utilización del sistema solar. En el propio bastidor del remolque va acoplado un armario protector en cuyo interior está localizado el inversor c.c./c.a y la aparamenta eléc-

trica de automatización y control.

El sistema solar fotovoltaico tiene como característica particular que carece de baterías de acumuladores de energía, debiendo funcionar el sistema con la energía solar recibida en tiempo real por lo que el arranque de la bomba y la regulación de su funcionamiento se debe programar adecuadamente y asimismo la bomba es de tipo solar con un amplio campo de trabajo. En cualquier caso, el riego está previsto que sea prácticamente en los meses de verano, en los que la radiación solar en las 6 horas centrales del día es bastante uniforme.

El Riego por goteo se ha diseñado siguiendo los siguientes criterios. Se trata de aprovechar un agua de escorren-

te almacenada en el mismo. Por tanto se pretende no regar todos los días, salvo algún período crítico. El aporte complementario mediante este tipo de riego deficitario a cada olivo será del orden de  $80 \times 60 = 4.800 \text{ l/año}$ , que representa en la parcela experimental de  $200 \text{ olivos/ha}$ , unos  $960-1000 \text{ m}^3/\text{ha}$ . Para el caso del olivar tradicional de áreas de montaña, con poblaciones del orden de  $100 \text{ árboles/ha}$  el aporte con el riego sería del orden de  $500 \text{ m}^3/\text{ha}$ . En estas zonas con una pluviometría media de  $500 \text{ mm/año}$ , una escorrentía del  $50\%$  y una captación del  $50\%$  de esta escorrentía, esto es, el  $25\%$  de la lluvia,  $125 \text{ mm}$ , se tendría por cada hectárea de impluvio,



Diciembre de 2000 Balsa llena. Al fondo paneles solares sobre remolque. Dentro de la balsa en primer plano, descarga de agua y tapas de los decantadores

tía captada y almacenada durante la época de lluvias y que según los objetivos marcados alcanzarán el  $20-25\%$  de la lluvia y con este agua se pretende complementar a los olivos con lo que se denomina riego deficitario. CASTRO J. y col.(1996), ZAPATA y col. (1995) esto es, un aporte controlado suplementario durante el verano que incremente la producción a un coste marginal equilibrado.

En el caso que se estudia se pretende suministrar un máximo de  $80 \text{ litros}$  por olivo y día durante  $60 \text{ días}$  al año, distribuidos desde Junio a Septiembre, dependiendo de la zona, tamaño del

agua para regar  $1250/500 = 2,5 \text{ ha}$  de un olivar de montaña con este sistema de riego deficitario. La superficie a regar con la misma hectárea de impluvio sería mayor, si la escorrentía es más alta o bien, el aprovechamiento de la misma es mayor del  $50\%$ . Con un aprovechamiento óptimo se podría alcanzar el regar hasta  $3,5-4 \text{ ha}$  con el agua captada en una hectárea.

La Instalación de riego por goteo consta de los siguientes elementos:

Electrobomba solar sumergida, de  $1 \text{ CV}$  de potencia, para un caudal y presiones de hasta  $2.400 \text{ l/h}$  a  $45 \text{ m}$  de altura manométrica, corriente alterna

## Nutrición Vegetal y Sustratos

con TECNOLOGÍA DE FUTURO

### HUMATOR

Acidos húmicos y fúlvicos



Concentrado líquido para aumentar la reserva del humus del suelo

### FULVIK

Correctores de suelos con ácidos fúlvicos



FULVIK: corrector natural a base de ácidos fúlvicos  
FULVIK Ca Plus: corrector de calcio y suelos salinos a base de ácidos fúlvicos

### KELAMIX



KELAMIX Fe 6% EDDHA  
KELAMIX P-40 Fe 2,4% EDDHA  
KELAMIX COMPLEX

trifásica a 220 V.

Cabezal de riego sin equipo de fertirrigación, equipado con filtro de arena, filtro de anillas, valvulería y manómetros de control. Como elementos de automatización y control consta de un contador volumétrico con emisor de pulsos cada 10 litros y un Programador por tiempos, comercial, de 12 V, DC, subordinado al contador volumétrico.

Tubería de impulsión, de Polietileno B.D, de 50 mm de diámetro y 6 atm de presión y ramales portatopos de 16 mm y 4 goteros por olivo, de 4 l/h de caudal autocompensantes y antidrenaje

### RESULTADOS

El proyecto se comenzó en junio de 1999 y tiene de vigencia hasta Diciembre de 2001. Durante el otoño de 1999, se construyó la balsa de hormigón y se implantaron las cubiertas vegetales en la subparcela de No Laboreo (NL) y se dieron las labores de cultivo en la de laboreo tradicional (LT). Para ambas parcelas se siguieron periódicamente los estados fenológicos de los olivos.

La campaña agrícola 99/00 (1-10-99/30-9-00) fue de pluviometría muy escasa, no superándose en la finca los 300 mm por lo que la implantación de las cubiertas se realizó con el apoyo de un riego por aspersión, siendo suficiente para el desarrollo, las lluvias de primavera.

En la foto 1 se puede apreciar en marzo del 2001, el estado de una de las repeticiones de la cubierta formada por avena-veza, donde no se aprecia la leguminosa al ser prácticamente anulada por la competencia de la gramínea. En el centro de la calle se aprecia la avena autosemillada, de mayor porte, a pesar de haber pasado por encima con la sembradora de cubiertas vegetales resembrando en diciembre de 2000, toda la banda.

En la foto 2, se muestra un vista de tres de las cuatro minipresas colocadas en la parcela, las dos de la izquierda captan el agua de escorrentía directamente de dos canales de desagües naturales que han sido interceptados por las pantallas. La de la derecha se aprecia

que en el trasdós de la pantalla se ve el colector conectado con la tubería flexible que viene desde otra minipresa situada aguas arriba de ésta. Por tanto, la minipresa de la derecha de la fotografía, recoge el agua de su área de impluvio y asimismo, permite circular el agua que le viene de otra situada en una cota superior

La foto 3 muestra la balsa en diciembre de 2000, completamente llena, con 180 m<sup>3</sup> de agua y al fondo se ve parcialmente el conjunto de paneles solares que están montados sobre el remolque descrito y en primer plano la descarga de las conducciones de las minipresas y las tapas de los dos decantadores instalados.

La balsa se ha cubierto con una malla de sombra de las utilizadas en los invernaderos para disminuir las pérdidas por evaporación directa.

Durante el verano de 2000 no se pudo aplicar el riego debido a que en la campaña 99-00, no se recogió ninguna agua de escorrentía. En el verano de 2001, se podrá aplicar y ver el funcionamiento del sistema programado de riego deficitario mediante energía solar fotovoltaica sin baterías.

### POSIBLES APLICACIONES EN OLIVAR Y OTRAS PLANTACIONES DE TIPO ECOLÓGICO.

El sistema está orientado como una aportación complementaria de agua a las plantaciones de olivar de montaña y otros frutales de secano como pueden ser los almendros de Granada y Almería. Se espera que el aumento de producción con estos riegos deficitarios junto a la denominación en su caso de cultivo ecológico, permita aumentar la rentabilidad de estos cultivos, en demanda creciente en Europa.

### AGRADECIMIENTOS.

Los autores agradecen a la Dirección General de Investigación, Subdirección de Proyectos de Investigación, la oportunidad de expresar estos resultados, obtenidos al amparo de la concesión del Proyecto FEDER, 1FD97-0720, (01-jun-99/31-12-01), del programa HID.