

## ESTUDIO Y EVALUACION DE LAS HIDROTECNIAS E INFRAESTRUCTURAS HIDRAULICAS PARA LA PREVENCION DE LA DESERTIFICACIÓN EN EL ARCHIPÍELAGO CANARIO

**Santamarta Cerezal Juan Carlos.**

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Civil e Industrial. Universidad de La Laguna (ULL). Avenida Astrofísico Francisco Sánchez, s/n. 38206 La Laguna (Tenerife), Spain. [jcsanta@ull.es](mailto:jcsanta@ull.es)

### Resumen

El presente estudio tiene por objeto identificar los mecanismos y actuaciones que cada administración insular ha realizado con medios propios, así como los ejecutados por competencias transferidas desde el Gobierno de Canarias mediante presupuestos propios o procedentes de Europa, en materia de lucha contra la desertificación y recuperación de suelos, así mismo el presente estudio, establece las características generales de la hidrología forestal en medios volcánicos, también se evalúan e identifican actuaciones singulares, como son las *barreras verdes*, estas fueron visitadas para conocer in situ su estado actual y la eficacia para las que fueron propuestas, emitiendo los correspondientes informes técnicos, cuyo resumen general y conclusiones se expone en el presente trabajo y en la aplicación informática *Desercan* diseñada para el seguimiento y gestión de las actuaciones. Debido a las singularidades que presenta un terreno volcánico, desde el punto de vista hidrológico y forestal, en un primer momento se procederá a describir aquel, principalmente las cuencas hidrográficas volcánicas, para seguir con las principales actuaciones, hidrotecnias e infraestructuras planteadas por cada Administración, para finalizar, en el estado y eficacia de las mismas. Como recomendación y conclusión, el estudio aporta que para una lucha contra la desertificación en el archipiélago Canario es fundamental profundizar en el conocimiento de los procesos de degradación del suelo a diferentes escalas, teniendo en cuenta las peculiaridades de los terrenos insulares descritos. En este sentido la hidrología forestal aporta un valor de importancia fundamental.

Palabras clave: *medio volcánico, restauraciones hidrológicas, barreras verdes, erosión*

### INTRODUCCIÓN

La tipología de suelos representada en los terrenos volcánicos son los *andosoles* y los *aridisoles*. En los *andosoles* el material original lo forman, fundamentalmente, cenizas volcánicas, pero también pueden aparecer sobre otros materiales volcánicos como son las tobos, pumitas, lapillis (picón) y otros productos de

eyección volcánica (Guerra et al., 2003). Suelen aparecer en pendientes importantes lo que obliga a los agricultores a realizar abancalamientos para su uso. El perfil es de tipo AC o ABC.

Los Andosoles con carácter ándico es la tipología de suelo que ocupa una mayor extensión en las áreas forestales de Canarias y la erosión hídrica es el mayor factor que influye en el creyente proceso de desertificación

que se observa en la mayoría de islas del archipiélago Canario, la tasa de erosión (Rodríguez et al., 2002).

Según un estudio de un estudio elaborado por la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial del Gobierno de Canarias unas 329.000 hectáreas del archipiélago, el 43% de su superficie, están sometidas a intensos procesos de erosión por la lluvia y el viento, siendo Fuerteventura y Gran Canaria las islas que sufren este problema de forma más acuciante. Estos procesos de erosión hídrica y eólica suponen grandes pérdidas de suelo y por lo tanto pérdidas económicas y ambientales.

El estudio resalta, el grave problema que suponen para el suelo fenómenos como el empleo de agua de baja calidad, generalmente elevada salinidad, en los cultivos, el abuso de fertilizantes inorgánicos en detrimento de los orgánicos, la destrucción de masa forestal o el abandono de los sistemas agrícolas tradicionales. El informe encargado por el departamento autonómico advierte de que Canarias tiene un alto riesgo de desertificación en todas las islas, a excepción de La Palma.

Los ecosistemas y agrosistemas del Archipiélago canario se caracterizan por su fragilidad, lo que los hace extremadamente sensibles a los procesos de degradación ambiental. En este sentido, a las actuaciones humanas que inciden en los procesos de desertificación, hay que sumar manifestaciones naturales, como la salinización y sodificación natural, que afecta al 21% de la superficie del Archipiélago, concentrándose un 85% en las islas orientales.

Existen estudios publicados por el autor sobre la importancia y las singularidades que presentan los medios

volcánicos para mitigar la erosión, principalmente; los medios para optimizar los recursos hídricos en la planta mediante piroclastos, por condensación del agua de rocío, la importancia de los sistemas radicales del *Pinus canariensis*, para favorecer la sujeción de los suelos volcánicos y favorecer la infiltración, en los acuíferos insulares y por último las diversas tipologías de hidrotecnias para contener sedimentos y su relación con las infraestructuras hidráulicas.

## **OBJETIVOS.**

Dentro de los objetivos del presente trabajo es establecer la viabilidad de las medidas protectoras de las masas forestales y protección de los suelos, propuestas en el archipiélago y analizar su eficiencia. En Canarias, en general, en las siete islas se utilizan como medida para la conservación de suelos y la reducción de la erosión, fundamentalmente la restauración vegetal, con especies autóctonas y los diques de contención de sedimentos, los cuales pueden ser construidos de varios materiales (volcánicos), mampostería, gaviones, e incluso de material vegetal como ramas o troncos (fajinas), procedentes, en algunos casos, de incendios forestales, en algunos casos. El otro objetivo que tuvo el estudio fue diseñar una herramienta informática eficaz y fácilmente manejable, para la gestión y clasificación de las actuaciones denominada *Desercan*. Por último, fue muy importante inicialmente, identificar el entorno físico y geográfico, en este caso volcánico e insular y su implicación con la hidrología forestal.

## **MATERIALES Y MÉTODOS.**

Para abordar el estudio, la metodología seguida, fue siguiendo tres paquetes de trabajo (WP), básicamente,

una fase de planificación del proyecto, estimando las actividades a ejecutar en el tiempo y la planificación de visitas a las siete islas del archipiélago Canario, en particular a cada unidad insular de medio ambiente, para ello, previamente se contactó con cada una de ellas, solicitando la fecha más conveniente para realizar la recopilación de datos. Antes de cada visita se ha hecho un estudio pormenorizado de las bases de datos medioambientales, facilitadas por la Dirección General del Medio Natural del Gobierno de Canarias, una vez obtenido los datos forestales de cada isla, se ha realizado, inicialmente, un estudio y análisis de los mismos, selección de infraestructuras a analizar en base a una cierta representatividad de cada actuación hidrológico forestal, medición de parámetros como; precipitaciones, morfología cuenca hidrográfica, colmatación de los diques, porcentaje de mareas en restauraciones forestales y por último la integración socio-económica y paisajística.

Se realizaron informes cuyas conclusiones, discusión y resultados se encuentran en el presente estudio. Como método de seguimiento y gestión, se desarrolló la herramienta informática, denominada *Desercan*, (Gestión de las Proyectos y Actuaciones contra la desertificación en Canarias), esta herramienta, reúne una colección de bases de datos, donde se almacena la información sobre diversos aspectos forestales relacionados con las hidrotecnias y reforestaciones para el análisis y la difusión, de la lucha contra la desertificación.

### **ESTUDIO DEL CASO CANARIO. HIDROLOGÍA FORESTAL VOLCÁNICA.**

La erosión hídrica en los suelos de tipo andosoles en general es bajo, el

problema de la erosión se presenta por el régimen de lluvias de las islas Canarias, torrencial, (precipitación elevada en poco intervalo de tiempo), este factor unido al de las grandes pendientes en las islas occidentales, provoca que los barrancos transporten importantes cantidades de acarreo y materiales en suspensión, perdiendo suelo, a velocidades elevadas del orden de 10 m/s en algunos casos, lo que perjudica a priori, aguas abajo, a las infraestructuras hidráulicas como los embalses, ya que estas se aterran con facilidad y su vida útil se reduce considerablemente.

En cuanto a las pendientes que presentan los cauces de los barrancos, en ausencia, de otras consideraciones geológicas, generalmente, son altas en cabecera y menores cuanto más se acercan a la zona costera. Otro factor importante es la edad geológica de las islas en este sentido tienen una morfología con mayores pendientes las islas de La Gomera, La Palma y El Hierro (esta última no dispone de prácticamente barrancos de importancia debido a su escasa edad, mientras que en las islas antiguas, geológicamente hablando, en las que el proceso dominante es la erosión, las pendientes son menores, como Lanzarote y Fuerteventura, los barrancos, en este caso, presentan pendientes más suaves y uniformes a lo largo de todo su recorrido. Las cotas de acarreo que pueden tener los barrancos, principalmente en su desembocadura son muy importantes, basta ver el ejemplo de los barrancos del norte de la isla La Gomera, donde se alcanzan cotas de más de 100 m.

Al ser las cuencas hidrográficas notablemente menores que en el caso continental, en Canarias se puede hablar de microcuencas hidrográficas, cuyo parámetro más importante no es la

escorrentía sino la infiltración debido a la importante permeabilidad, que presentan los materiales volcánicos en su origen, esto hace que las fórmulas, en relación a la escorrentía, utilizadas en medios continentales otorguen mucho valor a este parámetro hidrológico, situación que no es así en los terrenos e islas volcánicas.

Una vez establecidas algunas de las particularidades que presenta la hidrología forestal y los suelos, en un medio volcánico, es necesario plantear uno de los mayores problemas que presentan, actualmente, los suelos canarios. La mitad del suelo de Canarias se encuentra en la actualidad degradada biológicamente y el cien por cien del territorio del Archipiélago tiene un alto riesgo de desertización o desertificación, diferenciando que la desertización se produce por causas naturales y la desertificación, por acción del hombre. Las causas principales se han establecido en las siguientes (por orden de importancia);

- a) Erosión hídrica.
- b) Abandono de los cultivos aterrazados tradicionales Canarios.
- c) Presión urbanística, sobrepoblación.
- d) Incendios forestales.
- e) Sobrepastoreo.

En las islas Canarias, los sistemas y técnicas para conservar los suelos y realizar las restauraciones hidrológicas forestales, son similares a los utilizados en terrenos continentales, si bien en Canarias existen unos sistemas singulares que han funcionado desde hace tiempo con éxito comprobado, realmente son adaptaciones de la agricultura al medio y materiales circundantes, como los abancalamientos, las *cadena*s en Fuerteventura o bien los sistemas agrícolas, denominadas *gavias*, para

entornos semiáridos, aunque estas tecnologías además de la función conservadora de suelos tiene otra función principal que es la de recarga del acuífero. Estos sistemas también son ampliamente utilizados en Israel en el desierto del Negev.

Los sistemas estudiados para la aplicación y el presente estudio son los convencionales utilizados en medios continentales como son, los diques, muros e hidrotecnias (mampostería, gaviones y fajinas).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según el presente estudio, en el caso de las islas volcánicas se presentan dos factores importantes a la hora de hablar de hidrología forestal, erosión y la conservación de suelos.

El primer factor, es el régimen torrencial de lluvias, esto supone en los barrancos tienen un comportamiento muy irregular en relación a sus caudales, que son secos durante la mayor parte del año, pero que, debido a fuertes lluvias en poco intervalo de tiempo, se generan crecidas importantes y muy destructoras en ciertos casos. Por lo tanto se destruye suelo.

Generalmente en terrenos continentales, estas situaciones, se dan en zonas áridas o semiáridas o bien en zonas de alta montaña, en este caso se denominan *ramblas* o *barranqueras*.

Este caso comentado es el más usual en Canarias y en general en otras islas volcánicas como puede ser Hawaii o Cabo Verde.

El segundo factor, es la morfología y pendiente de las islas, debido a que de forman a partir de un

estratovolcán o varios, esto hace que, debido a la lluvia los materiales que están depositados en las laderas, se deslicen hacia los barrancos, creando canalillos, surcos e incluso cárcavas en los valles. Esta pendiente, también condiciona la velocidad del agua, muy elevada, favoreciendo el arrastre de los materiales sueltos, incluso de materiales de dimensiones elevadas que se encuentran en el fondo del barranco.

Factores tales como pendientes superiores al 30%, cobertura vegetal inferior al 60%, elevada erosividad de las lluvias fuertemente estacionales y otros factores antrópicos de uso del suelo, determinan en mayor medida que la erodibilidad en sí misma, el grado y la intensidad de la morfología erosiva (Ortega et al., 1992).

En el caso de estudio realizado, en la realización de los informes técnicos sobre la valoración y eficiencia de las hidrotecnias que mejor han funcionado para los proyectos destinados a las islas Canarias, los de mayor éxito han sido los de la Isla de Fuerteventura, con una colmatación media del 70%, también hay que destacar que esta isla presenta un gran problema de erosión y arrastre de sedimentos y está en un proceso geológico de desmantelamiento.

En la Gomera, los mejores resultados de eficiencia en actuaciones, se han dado en la zona más afectada de desertificación, los casos de éxito en las técnicas utilizadas, estas han incluido la utilización en muchos casos de fajinas naturales así como infraestructuras utilizadas para el aprovechamiento de la *lluvia horizontal* (precipitaciones de niebla o convectivas).

En el caso de la Isla de Gran Canaria, ha destacado la creación de *barreras verdes*, En este caso se han utilizado las tareas y técnicas hidrológicas que son comunes a todos los proyectos de hidrología forestal en el archipiélago. Consisten esencialmente en acometer la forestación del dominio público en aquellos tramos en los que técnicamente resulte viable.

Los objetivos que tienen estos proyectos son múltiples y de interés general:

f) Reducir la escorrentía y erosión en las vaguadas

g) Aumentar la capacidad de infiltración y recarga del acuífero

h) Elevar el nivel de captación de la *lluvia horizontal* por obstáculo físico con el mar de nubes de los alisios

i) Potenciar las barreras verdes como fajas húmedas para la lucha contra incendios forestales

j) Aprovechar los barrancos para favorecer áreas de influencia socioeconómica

k) Aprovechar los barrancos como conectores y pasillos de biodiversidad

Los casos realizados en la Isla de Gran Canaria han sido exitosos, algunas especies utilizadas, principalmente endémicas Canarias, han sido; Faya (*Myrica faya*), Pino canario (*Pinus canariensis*), Brezo (*Erica arborea*), Nogal (*Junglans regia*), Castaño (*Castanea sativa*), Follao (*Viburnum thymus subsp. rigidum*), Acebiño (*Ilex canariensis*), Palo blanco (*Picconia excelsa*), Laurel (*Laurus azorica*) etc. (Ojeda G, 2008). La elección ha sido en función del logro que se quería conseguir, un aprovechamiento agroforestal, una barrera de avance de incendios forestales, una mejor sustentación del suelo o bien un incremento de la biodiversidad de la cuenca restaurada.

En general en las islas occidentales (Hiero, La Palma, Gomera) las infraestructuras seleccionadas se encuentran en funcionamiento normal, si bien los problemas hidrológicos en estas islas han sido a consecuencia de los últimos incendios forestales sufridos en estos últimos años.

En las islas orientales, se da la circunstancia de que son áreas muy influenciadas por el entorno climático cercano, que es en este caso el desierto del Sáhara, esto unido a un proceso ya comentado de desmantelamiento por erosión además de un relieve que deja pasar las lluvias (masas nubosas) hacia otras islas que por altitud pueden hacer de efecto barrera, hacen que los problemas de desertificación y desertización sean notables y cualquier medida estudiada sea efectiva y de resultado al poco tiempo de ser instalada.

Como recomendación final del estudio, sería recomendable incluso necesario anualmente, realizar un informe con una periodicidad anual, para comprobar nuevamente la eficiencia de las medidas implantadas así como la propuesta de nuevas medidas.

### **Agradecimientos**

Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial, Dirección General del Medio Natural. Gobierno de Canarias.

Colegio de Ingenieros de Montes en Canarias

### **BIBLIOGRAFIA**

DEL PALACIO [ET AL.], 1999; La restauración hidrológico-forestal en

España. Gestión Sostenible de los recursos suelo, agua y vegetación. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

GUERRA, JA., ARBELO, CM. ET AL. 2003. Erosión diferencial de andosoles y aridisoles en dos zonas climáticas de Tenerife. Edafología Vol 10.pp 229-237.

GUZMAN OJEDA, J. 2008; *Creación y mantenimiento de barreras verdes: Experiencia y proyección*. XV Jornadas Forestales de Gran Canaria.

MARTÍNEZ DE AZAGRA, NAVARRO HEVIA, 1996; Hidrología Forestal. Universidad de Valladolid. Valladolid.

ORTEGA, M.J., GONZÁLEZ, M.C., PADRÓN, P.A. Y RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, A. 1992; Estudio de las propiedades físicas de los horizontes superficiales de los suelos volcánicos de Canarias. Su influencia en la erodibilidad. Comunicaciones. III Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Universidad de Navarra. Pamplona: 564-567

RODRIGUEZ A, ARBELO C.D., GUERRA, J.A., MORA J.L. 2002; Erosión hídrica en andosoles de las islas Canarias. Edafología, Vol 9 (1), pp. 23-30.

SANTAMARTA CEREZAL JC. 2006; Restauraciones hidrológicas-forestales en barrancos volcánicos. IV Jornadas Forestales de la Macaronesia, pág. 101-104. La Palma Tenerife. España.

TABLAS E ILUSTRACIONES A INCLUIR

ISLA	PORCENTAJE DE TERRITORIO EXPUESTO A PROCESOS DE EROSIÓN
FUERTEVENTURA	59.4 %
GRAN CANARIA	56.7%
LA GOMERA	47.1%
TENERIFE	41.9%
LANZAROTE	30.6%
EL HIERRO	15.8%
LA PALMA	8%

**Tabla 1.** Superficie sometida a intensos procesos de erosión según isla. Fuente Viceconsejería de Medio Ambiente y ordenación del territorio.



**Ilustración 1;** Erosión en laderas de la Isla de Fuerteventura. Fuente (Santamarta 2007)



**Ilustración 3.** Infraestructuras de protección del suelo que obtuvieron informes más favorables en el informe final del estudio, gavionadas y de mampostería de piedra. Fuente ( Santamarta, 2007)



**Ilustración 4.** Realización de barreras verdes en barrancos en la Isla de Gran Canaria. Fuente (Santamarta, 2007)



**Ilustración 2.** Vista de la aplicación informática DESERCAN diseñada para la gestión de los proyectos e hidrotecnias. (Santamarta 2007).