

## FICHA DE LA TECNOLOGÍA

### *Estudio de análisis de riesgos y actuaciones urgentes de prevención para la restauración de áreas incendiadas*

#### TEMÁTICA

**Clasificación:** Sector Forestal

**Tema:** Restauración Hidrológico Forestal

**Subtema:** Modelos para la gestión

**Tipo:** Técnica

**Clasificación finalidad:** Restauración

**Objetivo:** Mejora de la cobertura del suelo

**Degradación afrontada:** Erosión laminar y en regueros

#### DESCRIPCIÓN

##### 1. INTRODUCCIÓN

Los incendios forestales suponen una importante alteración de los ecosistemas forestales, estando ligados a su desarrollo y contribuyendo en la configuración del paisaje, sobre todo en áreas mediterráneas. No obstante, la magnitud de algunos incendios o la frecuencia con la que se suceden, hacen que los sistemas forestales puedan ver limitado su desarrollo sostenible, al alterarse de manera irreversible los ciclos de regeneración natural, y que se originen procesos erosivos que degraden su potencialidad biológica.

Tras el incendio, el suelo desnudo se hace más estéril, con pobres estructuras y bajas relaciones de almacenamiento de agua. El medio es más hostil para las plantas, la vegetación produce menos biomasa, etc. La desaparición de la cubierta vegetal ocasiona, además de pérdida de beneficios directos, la eliminación de la función protectora que ejercía, lo que supone el desencadenamiento de fenómenos torrenciales y de procesos acelerados de erosión, transporte y sedimentación.

La destrucción de la vegetación provocada por el fuego, unido a las elevadas pendientes sobre las que habitualmente se localizan los incendios forestales, aumentan los procesos de erosión del suelo haciéndolo cada vez menos productivo, provocando avenidas, inundaciones, colmatación de embalses y desertificación.

El suelo es un bien difícilmente recuperable, la degradación de sus propiedades iniciales (físicas, químicas y biológicas), y la pérdida de nutrientes y de sus partículas más finas, hacen que el proceso de regeneración sea muy lento.

Tras el incendio, la cobertura normal del suelo queda drásticamente reducida. Apenas quedan cenizas y restos calcinados, que desaparecen rápidamente con las lluvias o con el viento, apareciendo de forma inmediata la erosión de esos terrenos incendiados con las primeras lluvias que suelen producirse a los pocos días o meses del incendio.

El flujo de agua sobre el terreno incendiado puede duplicarse o incluso triplicarse como consecuencia del volumen de sólidos en suspensión arrastrados, debido a la pérdida de cubierta vegetal y a la impermeabilidad y falta de capacidad de infiltración de la superficie del suelo. La escorrentía de un flujo laminar de las partes más elevadas de las laderas, es conducida hacia las zonas más bajas en pequeños regueros que se transforman rápidamente en grandes cárcavas de difícil corrección y tratamiento.

Los efectos de los incendios forestales sobre el suelo son:

- Menor agregación del suelo.
- Pérdida de horizontes húmicos.
- Disminución de la cantidad de materia orgánica.
- Pérdida de nutrientes.

## DESCRIPCIÓN

- Reducción de la infiltración del agua de las lluvias.
- Disminución de la rugosidad superficial.
- Aumento de la escorrentía superficial del suelo.
- Mayor evaporación de las capas superficiales.
- Menor porosidad del suelo.
- Disminución de los intercambios gaseosos.
- Disminución de la capa productiva.

En resumen, los incendios forestales dañan las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Por su parte, los posibles procesos erosivos desencadenados por el incendio pueden llegar a tener consecuencias tan negativas como:

- Pérdida de tierra fértil y elementos vegetales vivos.
- Colmatación de embalses y presas hidráulicas.
- Contaminación de aguas superficiales y subterráneas.
- Aterramiento de cultivos e infraestructuras agrarias.
- Creación/desaparición de cursos de agua.
- Disminución de la recarga de los acuíferos.
- Desaparición de acuíferos.

Asimismo es preciso analizar el impacto de los incendios sobre el paisaje. El paisaje es un elemento integrador de muchos valores (estéticos y emotivo, científicos y ecológicos, culturales) que van a verse drásticamente afectados por el paso del fuego.

La intensidad de los incendios, la frecuencia con que se sucedan, la desaparición de la vegetación, la fragilidad del medio, el tipo de clima y las características orográficas y topográficas de la zona, entre otros factores físicos del medio, determinan la rapidez y eficacia de la recuperación de las áreas quemadas. Si ésta no se produce de forma natural, es preciso llevarla a cabo artificialmente.

La creciente preocupación mundial por la sostenibilidad y multifuncionalidad de los recursos naturales y por la preservación del medio ambiente, conlleva el compromiso de observar los principios y criterios universales de conservación del patrimonio forestal, que asegure, ahora y en el futuro, las funciones ecológicas, económicas y sociales de los terrenos forestales.

Puede definirse una metodología para restaurar los sistemas forestales incendiados, de manera que se consiga frenar los procesos erosivos actuales, controlar las posibles avenidas, favorecer la regeneración natural de la cubierta vegetal y reforestar las zonas desprovistas de vegetación. Esta metodología comprende acciones en las cuencas vertientes (ayudas a la regeneración natural, repoblaciones forestales, apilado y eliminación de madera quemada, etc.) y acciones puntuales en la red de drenaje (hidrotecnias de corrección) y en las laderas, así como en la red viaria.

### 2. OBJETIVOS

La restauración de áreas incendiadas tiene como objetivos fundamentales la recuperación del ecosistema afectado y el control de los procesos erosivos que tras el incendio pueden desencadenarse y que incrementan notablemente la magnitud y duración del impacto del incendio. En concreto pueden citarse las siguientes finalidades:

- Recuperación de la integridad del ecosistema, o, al menos, de sus aspectos más relevantes en términos de composición, estructura y funcionamiento.
- Conservación y mejora del suelo, cuyas características iniciales, especialmente contenido y calidad en materia orgánica, textura, estabilidad de agregados y velocidad de infiltración, juegan un papel relevante no sólo en el posible proceso erosivo post-incendio sino también en la posibilidad de exploración del sustrato por parte de las plantas y en las reservas de agua disponibles para ellas, factores críticos en la supervivencia de los nuevos individuos introducidos por siembra y/o plantación o procedentes de regeneración.
- Limitación de la escorrentía y de la pérdida de suelo por erosión en laderas.
- Control de la erosión en cauces, en los que se origina la mayor producción de sedimentos.
- Reducción del riesgo de avenidas e inundaciones tras el incendio, ya que el incremento de los caudales máximos inducido por el incendio puede aumentar significativamente el riesgo de daños sobre personas, infraestructuras y otros bienes materiales.
- Reducción de la emisión de sedimentos y de la colmatación de embalses y presas.
- Reducción de la contaminación de aguas superficiales y subterráneas.

## DESCRIPCIÓN

### 3. DESCRIPCIÓN

A la hora de realizar la restauración de una zona forestal incendiada, lo primero que hay que determinar es la urgencia de dicha recuperación. Para ello hay que tener en cuenta la extensión de la superficie incendiada, las características de los ecosistemas afectados y el impacto socioeconómico que el incendio va a ocasionar en la comarca. No debe realizarse ninguna actuación restauradora sin un estudio completo del medio físico y socioeconómico, de sus recursos y de su evolución dinámica, y sin una planificación, en el espacio y en el tiempo, de todas las actuaciones.

Es evidente, que una primera observación de la zona quemada y de las consecuencias del incendio, permitirá ver el grado de urgencia de las actuaciones a realizar, así como los principales tipos de acciones a ejecutar. Los resultados de este análisis permitirán, pues, planificar las actuaciones, delimitando por un lado las actuaciones de urgencia y, por el otro las actuaciones para la restauración de la cubierta forestal tras el incendio.

#### ESTUDIO Y ANÁLISIS DE RIESGOS GENERADOS

De forma previa a la definición de las actuaciones de urgencia, hay que realizar un Estudio y Análisis de Riesgos Generados, como consecuencia de los daños ocasionados y de los peligros que la deforestación producida pueden generar.

La necesidad de este estudio se justifica porque la pérdida de cubierta vegetal del suelo tras el incendio puede ocasionar, sobre todo en caso de precipitaciones de importancia en los meses siguientes al incendio, problemas de fuertes crecidas en los cauces que drenan la zona, así como un incremento de los riesgos de erosión laminar y en regueros. Por ello, es necesario estudiar y evaluar las posibles situaciones de riesgo, que como consecuencia de todo ello puedan presentarse, con objeto de plantear las actuaciones que eviten o aminoren dichos riesgos.

El objetivo final del estudio es la definición de las actuaciones de prevención de riesgos debidos a posibles procesos erosivos y fuertes escorrentías, tras el análisis de los mismos.

#### - Estudio de hidráulica torrencial

A partir de la pertinente recopilación de datos referentes al relieve, clima, suelo y estado de la cubierta vegetal se procede al estudio del comportamiento torrencial de la zona incendiada, realizando un análisis comparativo de dicho comportamiento antes y después del incendio, teniendo en cuenta los cambios acaecidos en el complejo hidrológico suelo-vegetación de la zona incendiada y por lo tanto en su capacidad de producir escorrentía directa para un aguacero dado, así como en su erosionabilidad. Para ello se contemplan los siguientes aspectos: cálculo de caudales líquidos, determinando los caudales máximos de avenida para diferentes secciones de la red de drenaje; cuantificación de la erosión laminar y en regueros, valorándose a partir del modelo RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation), identificándose mediante trabajo de campo y fotointerpretación, las áreas con mayores procesos erosivos; cálculo de la emisión de sedimentos y caudales sólidos, determinando la emisión de los sedimentos aportados por una tormenta procedentes de la erosión anteriormente calculada, estimándose mediante la aplicación del modelo MUSLE (Modified Universal Soil Loss Equation), para diferentes periodos de retorno y en las secciones anteriormente determinadas. Este cálculo permite conocer en cada caso la densidad de la corriente debida exclusivamente al transporte de este tipo de materiales. A partir de los resultados anteriores se estima el caudal sólido transportado por la corriente de agua, en las diferentes secciones de la red de drenaje y para distintos periodos de recurrencia.

#### - Análisis de riesgos hidrológicos y riesgos debidos a la erosión

El análisis de riesgos de tipo hidrológico se realiza con el fin de identificar puntos críticos en los que la generación de caudales líquidos y sólidos puedan afectar a bienes e infraestructuras (viarias, hidráulicas,...). Para ello puede realizarse un estudio de inundabilidad en las situaciones anterior y posterior al incendio en una serie de tramos y secciones consideradas críticas a priori. El análisis de riesgos se debe extender fuera del perímetro del incendio, en función del riesgo generado en superficies dominadas a la zona quemada.

El análisis de riesgos debidos a la erosión detecta las zonas más vulnerables a sufrir un incremento de procesos erosivos como consecuencia del paso del incendio.

De acuerdo con los resultados de estos análisis, y de la fotointerpretación y reconocimiento en campo, se elabora una zonificación del terreno en función de las distintas categorías y tipos de riesgo.

A la vista del análisis de riesgos efectuado, se realiza la propuesta de actuaciones urgentes para prevenir los efectos inmediatos de los procesos erosivos y de fuertes escorrentías que, en mayor o

## DESCRIPCIÓN

menor grado, son característicos tras la desaparición de la protección que proporcionaba la cubierta vegetal.

Para lograr la restauración completa de los sistemas forestales incendiados no basta con estas actuaciones urgentes, es fundamental la restauración de la cubierta vegetal en la zona quemada, ya sea implantando directamente la vegetación más adecuada en cada caso, o bien ayudando al desarrollo de la regeneración natural que espontáneamente vaya surgiendo.

### ACTUACIONES URGENTES DE PREVENCIÓN

En las zonas críticas identificadas mediante el análisis de riesgos hidrológicos y debidos a la erosión, en las que el incremento de escorrentías, caudales líquidos y caudales sólidos como consecuencia de la desaparición de la cubierta vegetal en la zona incendiada supone un aumento del riesgo sobre personas, infraestructuras y otros bienes, deben tenerse en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Indicar el riesgo existente en las zonas críticas identificadas, mediante la adecuada señalización, bandos municipales, etc.
- Cuando las previsiones meteorológicas avancen posibles precipitaciones de fuerte intensidad en la zona, debe advertirse la posibilidad de daños por inundaciones en dichas zonas críticas a través de los medios de comunicación locales.
- Proceder a la limpieza de los cauces en las zonas críticas, eliminando el exceso de vegetación, restos y sedimentos en los cauces.
- Adecuar los pasos de agua en las pistas forestales que recorren la zona afectada directamente por el incendio: limpiar sedimentos y restos acumulados, reparar los desperfectos y reparar o despejar las cunetas.
- Realizar las medidas necesarias en la zona incendiada para reducir la emisión de sedimentos, que pueden disminuir la capacidad de desagüe de las secciones.
- En todas aquellas zonas en las que, por pendiente y demás condicionantes del medio, sea mayor el riesgo de erosión, construir fajinadas, escalones de matorral o acordonamientos realizados con material procedente de los pies quemados (troncos de pequeño diámetro y ramaje), tanto para retener el suelo como para poner obstáculos a la circulación de la escorrentía en las laderas e impedir la formación de regueros y cárcavas incipientes.
- Construir albarradas y pequeñas estructuras transversales de corrección en vaguadas y torrenteras, que a la vez que retienen materiales, suponen puntos fijos que ralentizan la excavación producida por la corriente en la red de drenaje.
- Realizar actuaciones específicas en puntos críticos con riesgo elevado de tipo hidrológico, como mejora de las secciones de desagüe, construcción de obras transversales en los cauces, etc.
- Establecer recomendaciones para aminorar los efectos que sobre las zonas más sensibles a la erosión pueden producir las labores de saca de la madera, en cuanto a apertura de vías para la saca, limitaciones al tránsito de maquinaria, procedimientos especiales en caso de zonas especialmente sensibles, etc.

Hoy día existen múltiples soluciones para corregir los problemas de erosión del suelo tras los incendios, pero no todas son posibles y eficaces, por la necesidad de una actuación inmediata, ya que a veces no existe material vegetal tras el incendio o no se dispone de él en cantidad suficiente.

Dado que en estos casos es muy importante actuar con rapidez para evitar los problemas debidos a la erosión referidos anteriormente, una solución ideal sería la aplicación de soluciones rápidas y sencillas, que tengan efectos inmediatos de conservación del suelo a nivel ecológico y paisajístico, al menos sobre las áreas o enclaves de mayor repercusión sobre su entorno (laderas sobre urbanizaciones, presas, carreteras, arroyos, etc.).

Ante estas consideraciones, una alternativa acertada es la utilización de materiales prefabricados naturales (mantas o mallas orgánicas, biorrollos o fajinadas orgánicas), que constituyen soluciones de fabricación industrial, rápidas de conseguir en cantidades suficientes para actuaciones de emergencia, de gran facilidad de manejo e instalación, y de probada eficacia en sus resultados.

Estos materiales tienen múltiples funciones en el funcionamiento hidráulico del suelo, como son: evitar que el agua de lluvia impacte directamente contra el suelo; mejorar la agregación del suelo; aumentar la rugosidad disminuyendo la velocidad del agua y el transporte de partículas, y por tanto, aumentar la sedimentación de sólidos en suspensión. Son también una fuente inmediata de aporte de materia orgánica, ayudando al rápido establecimiento vegetal, constituyendo un elemento integrador y de

## DESCRIPCIÓN

fomento de hábitats de fauna y vegetación, y de integración paisajística.

### 4. APLICACIONES

Esta metodología tiene su aplicación en las zonas forestales afectadas por el fuego, y sus objetivos fundamentales son: la recuperación natural o artificial del ecosistema afectado y la prevención y control de los procesos erosivos que desencadenan los incendios y de sus consiguientes efectos.

## TECNOLOGÍAS RELACIONADAS

- Utilización de fajinadas para el control de la erosión en laderas y taludes.
- Utilización de escalones de matorral para el control de la erosión en laderas y taludes.
- Utilización de biorrollos para el control de la erosión.
- Utilización de paquetes de matorral y material vivo para la reparación de depresiones y cárcavas.
- Mulches para el control de la erosión.
- Hidrosiembras para conservación de suelos.
- Mantas orgánicas para el control de la erosión.
- Mallas y redes para el control de la erosión y otras aplicaciones.
- Diseño de sistemas de recolección de aguas para repoblación forestal: Modelo MODIPÉ (Modificación de Precipitaciones por Escorrentía).
- Tratamientos selvícolas para la restauración de masas forestales mediterráneas.
- Restauración de masas forestales en zonas quemadas.
- Tractor todo terreno de alta estabilidad TTAE.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

- Contreras, V. y De Sousa, S.P. Nuevos materiales para el control de los incendios. Sevilla Wildfire 2007.
- Copano, C. (2007). Restauración de zonas quemadas. Sevilla Wildfire 2007.
- Vega, J.A. (2007). Bases ecológicas para la restauración preventiva de zonas quemadas. Sevilla Wildfire 2007.

## IMÁGENES



*Restauración de áreas incendiadas.*



*Restauración de áreas incendiadas.*

### BIBLIOGRAFÍA ASOCIADA

**Título:** Bases ecológicas para la restauración preventiva de zonas quemadas.

**Autor:** VEGA, J.A.

**Publicación:** WildFire 2007, Sevilla

**Editorial:** Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente.

**Localidad:** Madrid, España      **Año:** 2007      **Tipo:** Comunicación congreso

**Título:** Restauración de zonas quemadas.

**Autor:** COPANO, C.

**Publicación:** WildFire 2007, Sevilla

**Editorial:** Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente.

**Localidad:** Madrid, España      **Año:** 2007      **Tipo:** Comunicación congreso

**Título:** Nuevos materiales para el control de los incendios.

**Autor:** CONTRERAS, V. y DE SOUSA, S.P.

**Publicación:** WildFire 2007, Sevilla

**Editorial:** Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente.

**Localidad:** Madrid, España      **Año:** 2007      **Tipo:** Comunicación congreso

### PROYECTOS RELACIONADOS

**Proyecto:** --

**Investigador Principal:** --

**Otros Investigadores:** --

**Entidad Investigadora:** --

**Otras Entidades Investigadoras:** --

**Entidad Financiadora:** --

**Observaciones:** --