

# INFORME SOBRE EL IMPACTO DEL INCENDIO FORESTAL DE SONEJA-AZUÉBAR, 2021



**Destinatario:** *Conselleria d'Agricultura, Desenvolupament Rural, Emergència Climàtica i Transició Ecològica. D.G. Prevenció de incendios*

**Redactado por:** Alloza J.A., Santana V., Vallejo V.R.

**20 de septiembre de 2021**

---

# INDICE

---

CONTENIDOS	Página
INTRODUCCIÓN	3
DESCRIPCIÓN DE LA ZONA QUEMADA	4
UNIDADES AMBIENTALES	13
SEVERIDAD DEL INCENDIO	16
RIESGO DE EROSIÓN	18
CAPACIDAD DE REGENERACIÓN	19
VULNERABILIDAD ECOLÓGICA	20
RECOMENDACIONES	21
ANEJO 1. LISTADO DE ESPECIES	26
ANEJO 2. INCENDIO DE ARTANA, 2016	27

## INTRODUCCIÓN

En este informe se describe la evaluación del impacto ecológico del incendio iniciado el 14 de agosto de 2021 que afectó a los términos municipales de Azuébar (58% de la superficie quemada), Soneja (41%) y Almedijar (1%; Figura 1 y 2).

Durante los días 9, 14 y 15 de septiembre se realizó la prospección de campo aplicando la metodología desarrollada por la Fundación CEAM (Alloza et al., 2014<sup>1</sup>). El perímetro del incendio, facilitado por la D.G. de Prevención de Incendios de la Conselleria d'Agricultura, Desenvolupament Rural, Emergència Climàtica i Transició Ecològica, se ha incorporado en el sistema informático POSTFIRE<sup>2</sup> para analizar la correspondiente cartografía temática. Igualmente, la prospección de campo se ha realizado con el apoyo de la App diseñada por el equipo CEAM para la evaluación del impacto ecológico. En la Figura 2 puede observarse la distribución de los puntos de muestreo y observación.

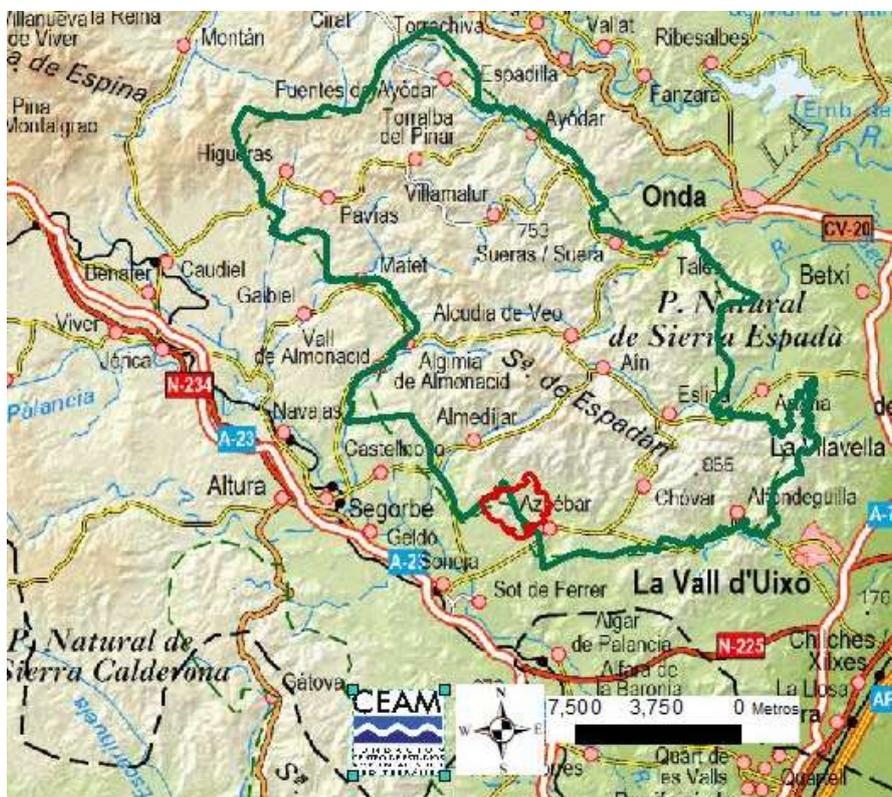


Figura 1. Localización de la zona quemada. En rojo perímetro provisional facilitado por la Dirección General de Prevención de Incendios Forestales de la Conselleria d'Agricultura, Desenvolupament Rural, Emergència Climàtica i Transició Ecològica. En verde perímetro Parque Natural Sierra d'Espadà.

<sup>1</sup> Alloza, J. A., García, S., Gimeno, T., Baeza, M. J., and Vallejo, V. R., 2014. Guía técnica para la gestión de montes quemados. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 188 pp.

<sup>2</sup> El sistema POSTFIRE es un proyecto, financiado por la Agencia Valenciana de Innovación, diseñado para facilitar la gestión de la información y toma de datos relacionada con la evaluación del impacto ecológico de los incendios forestales. Actualmente está en la fase final de desarrollo y próximamente se pondrá a disposición del público, en un portal web, los informes y datos de los grandes incendios registrados en la Comunitat Valenciana desde el año 1992.

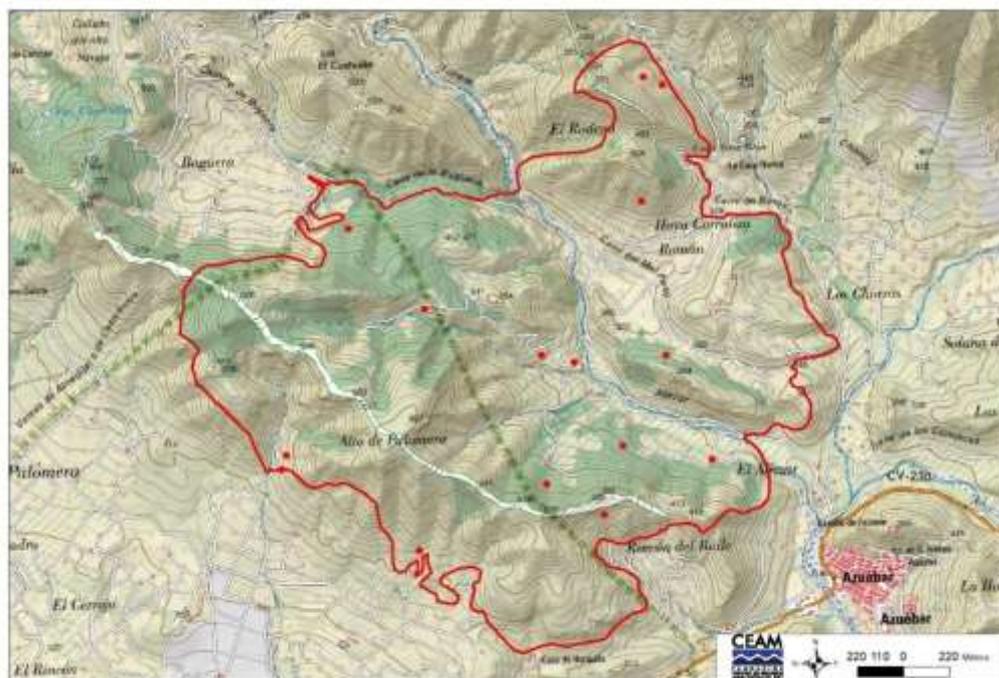


Figura 2. Distribución de puntos de muestreo y observación.

### DESCRIPCIÓN DE LA ZONA QUEMADA

El área afectada está comprendida mayoritariamente en el dominio climático de los encinares mesomediterráneos (Figura 3). En este tipo de bosques el árbol dominante sería la carrasca (*Quercus ilex ballota*), sin embargo, actualmente es muy poco abundante. La zona Noreste pertenece al dominio climático de los alcornoques mesomediterráneos pero, como ocurre con la carrasca, su presencia es testimonial en la zona quemada.

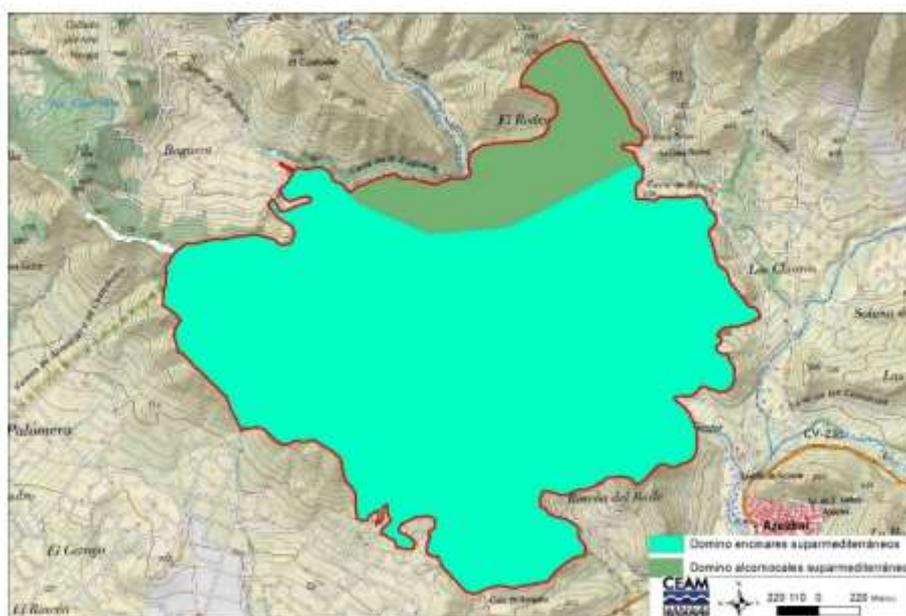


Figura 3. Distribución de los principales dominios de la vegetación potencial de la zona.

Prácticamente toda la superficie afectada por el incendio ha sido cultivada en el pasado. Actualmente gran parte de esta superficie está cubierta por vegetación forestal que ha ido colonizando los campos que se han ido abandonando progresivamente. Así, el incendio ha afectado mayoritariamente a vegetación forestal, pero con una importante afección a las zonas agrícolas distribuidas por el perímetro y en el interior de la zona quemada (Figura 4).



Figura 4. Afección a campos de cultivos situados en la zona central del incendio.

Los cultivos afectados (algarrobos, almendros y olivos) se encontraban en diferente estado de producción, desde cultivos en plena producción, cultivos recientemente abandonados y otros en abandono desde hace décadas.

Según la cartografía de modelos de combustible (D.G. Prevención de Incendios, 2019) el 72% de la superficie quemada se correspondía con modelos de combustible relacionados con matorral y el 13% a modelos de arbolado (F.C.C. > 30%); la superficie agrícola supondría el 14%. Según la cartografía del sistema POSTFIRE (actualizada y adaptada del mapa forestal), dentro de la superficie forestal quemada, el monte arbolado ocupa el 25% de la superficie, la superficie de matorral con pinar representa el 34% y el matorral casi el 41%.

En la prospección de campo se ha podido constatar que la distribución de arbolado de pino carrasco era bastante generalizada por toda la zona del incendio, colonizando laderas y cultivos abandonados, aunque con diferente fracción de cabida cubierta y densidades. La actualización de la cartografía con las observaciones de la prospección de campo y el apoyo de ortofotos indica que, en términos generales, las masas de pinar adulto ocupaban unas 256 ha frente a 176 ha cubiertas de matorral con arbolado disperso (Figura 5).

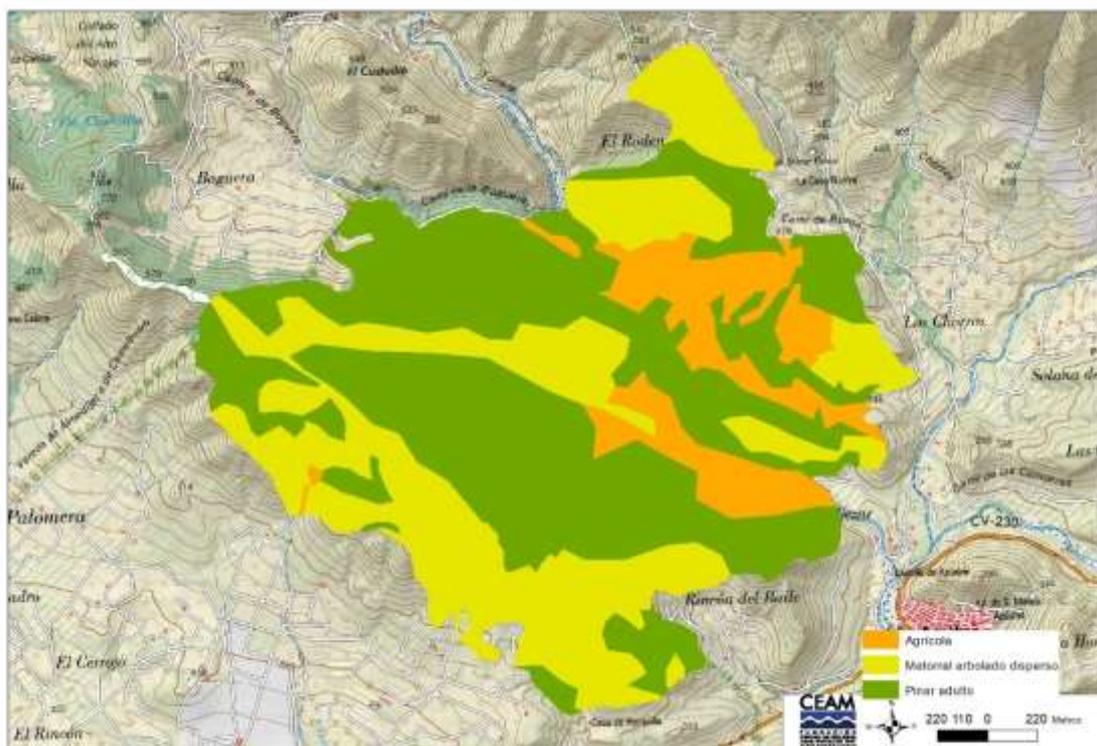


Figura 5. Distribución actual de los tipos de cubierta vegetal (elaboración propia)



Figura 6. Detalles de la vegetación en la zona quemada. Superior izquierda: ladera donde se alterna el pinar (colonizando bancales) con zonas de matorral (suelos más superficiales y mayor pendiente) y campos de cultivo en diferente estado de abandono. Inferior: vegetación representativa de la zona noreste, donde hay mayor presencia de frondosas arbóreas (carrasca y alcornoque). Derecha: ejemplar de algarrobo parcialmente afectado por el fuego.

Dentro del perímetro del incendio se han visto afectadas 260 ha del Parque Natural de la Serra d'Espadà (igualmente catalogadas como ZEPA y LIC). En términos de estructura de la vegetación y biodiversidad, no se observan diferencias entre la zona perteneciente al Parque y la exterior.

En cuanto a la propiedad del suelo, el incendio se ha propagado por suelo privado o de titularidad municipal, mayoritariamente sobre cultivos abandonados y colonizados por vegetación forestal.



Figura 7. Ladera totalmente abancalada, cubierta actualmente por pinar de pino carrasco.

Un 10% de la zona quemada se ha visto afectada, durante los últimos 25 años, por un incendio previo (Figura 8). Los años en los que se han registrado incendios previos son: 1993, 1995 (66% de la zona con recurrencia de incendios), 1998, 2000 y 2014.

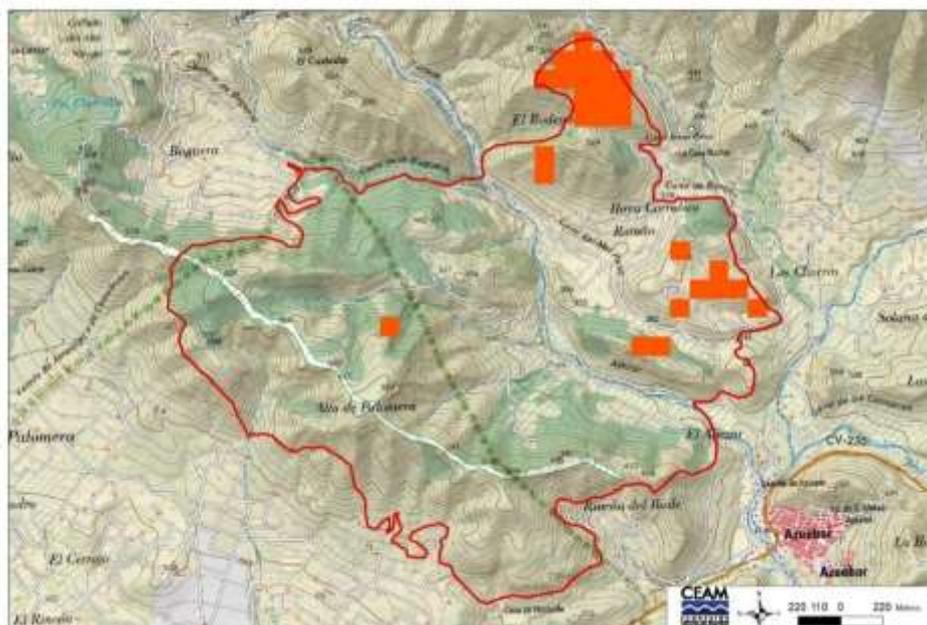


Figura 8. Recurrencia de incendios. En rojo superficie afectada por incendios en el periodo 1993-2020.

## Relieve e hidrología

El relieve de la zona es montañoso y abrupto (Figura 9), con importantes diferencias altitudinales entre las zonas bajas del piedemonte (290 m) y las cotas más altas (en el extremo sur el *Alto de la Palomera* con 627 o, en el extremo norte, 507 m en *El Rodeno*). Únicamente en la parte central, en los márgenes de la *Rambla de Almedíjar*, se localizan zonas llanas ocupadas por cultivos.



Figura 9. Modelo digital de elevaciones de la zona afectada por el incendio.

Las zonas con pendientes más abruptas (superiores al 45%) representan aproximadamente el 7% de la zona quemada. Por el contrario, las pendientes medias o suaves (inferiores al 15%) están presentes en el 19.5% del área afectada (Figura 10). El resto del área (73%) presenta pendientes entre el 15-45%.

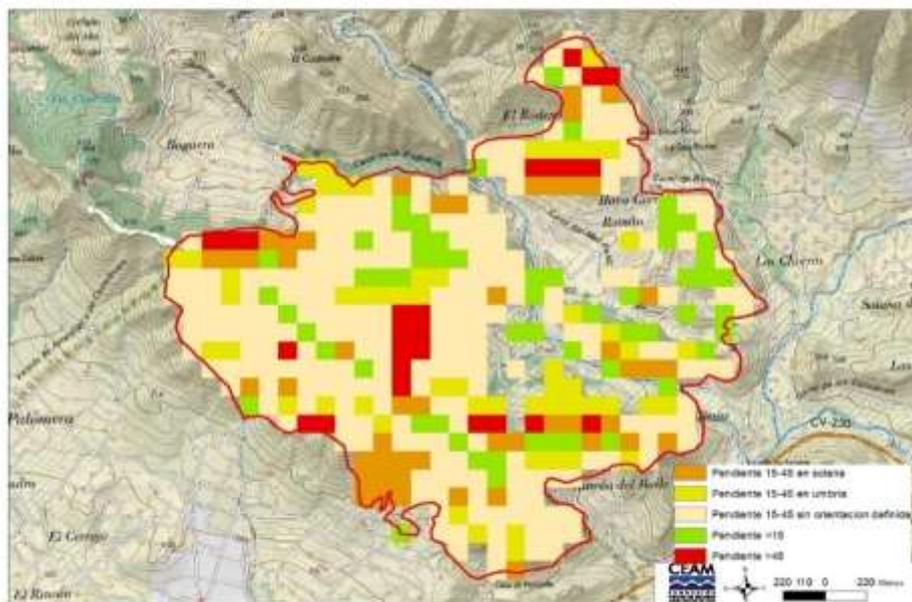


Figura 10. Distribución de pendientes y orientaciones.

Toda la zona quemada está en la cuenca del Río Palancia y vierte a tres subcuencas. El 64% de la superficie quemada vierte a *la Rambla de Almedijar*, el 11% al *Barranco Vidal* (confluye con la anterior en las proximidades del núcleo urbano de Azuébar) y el 25% al *Barranco del Puerco* (aguas abajo del núcleo urbano de Azuébar). Según la información del PATRICOVA (Plan de Acción Territorial de riesgo de inundación) en los alrededores del núcleo urbano de Azuébar hay delimitadas varias zonas con riesgo bajo de inundación (Figura 11), riesgo derivado de la presencia de zonas con peligrosidad geomorfológica y zonas con frecuencia baja de inundaciones (500 años) y calado bajo (<0.8 m), es decir, con nivel de peligrosidad 6 (el menor del PATRICOVA).

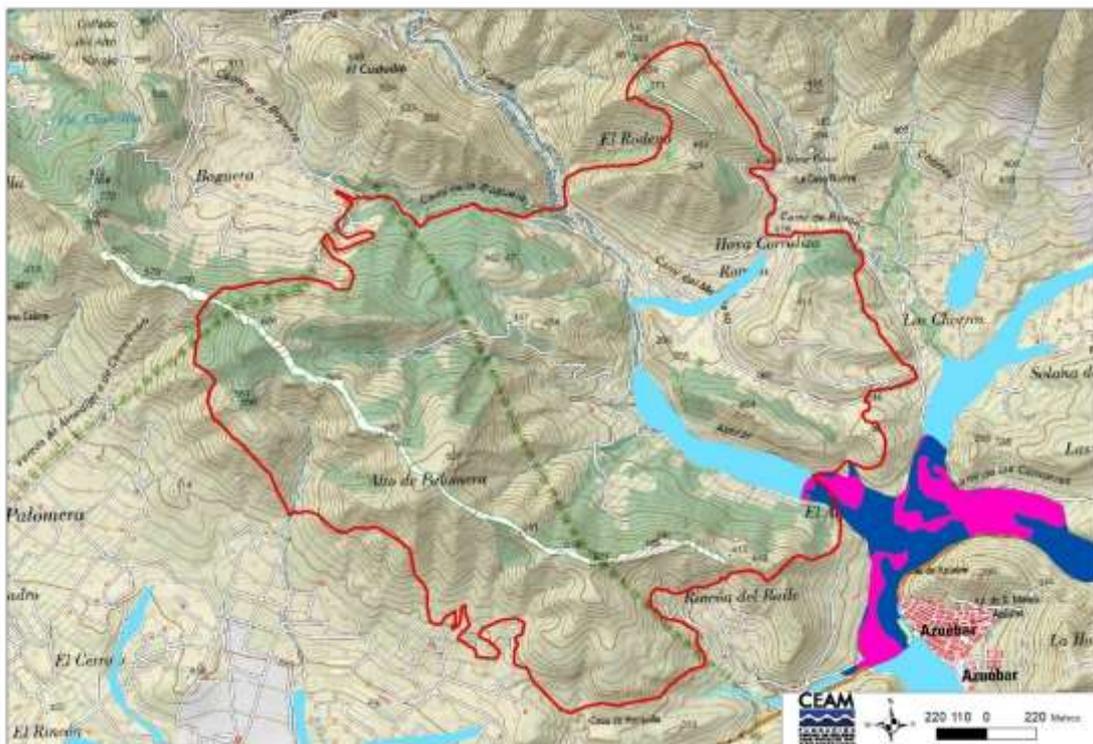


Figura 11. Zonas con peligrosidad geomorfológica (azul claro), peligrosidad nivel 6 (azul oscuro) y riesgo bajo de inundación (morado). Fuente: Cartografía PATRICOVA.

### Litología y suelos

Según el mapa geológico (Figura 12), las litologías corresponden mayoritariamente a materiales triásicos. En la parte oriental afloran materiales de la facies *Muschelkalk*, con alternancia de calizas, calizas dolomíticas y margas; en la parte nor-oriental el incendio ha afectado a afloramientos del *Buntsandstein* (rodano). Por el contrario, en la parte oriental afloran materiales del Jurásico (calizas recristalizadas) y Terciario, en este caso, además del *Muschelkalk* hay afloramientos de la Facies *Keuper* con presencia de yesos (zona del *Aljezar*)

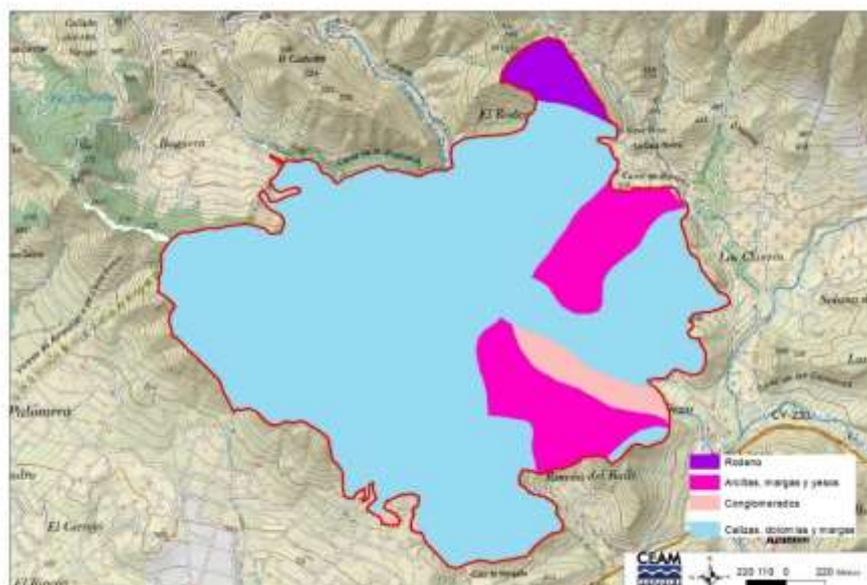


Figura 12. Distribución litologías dominantes (Fuente: Instituto Geológico y Minero, 1:50000). En la prospección de campo se identificó la zona de rodano y una alternancia de margas y sustratos calizos. Las zonas con presencia de margas están abancaladas y, en función del periodo transcurrido desde el abandono y la pendiente de la ladera, con síntomas, más o menos intensos, de procesos erosivos.

En las cumbres y zonas de mayor pendiente dominan los afloramientos calizos con suelos muy superficiales. En general, predominan los suelos desarrollados sobre coluvios calizo-margosos que han sido objeto de aterrazamientos para el cultivo. Estos suelos son carbonatados, profundos (en las situaciones más llanas o estables) y con poca pedregosidad y con un riesgo de erosión muy relacionado con el estado de conservación de los bancales (Figura 13).



Figura 13. Superior izquierda: detalle de ladera sin abancalamientos por la presencia generalizada de afloramientos rocosos. Superior derecha: coluvios margo-calizos que dan lugar a suelos profundos, pero con riesgo de erosión por la degradación de los bancales. Inferior izquierda: ladera con predominio de sustratos deleznales (margas y arcillas) con síntomas de erosión previos al incendio. Inferior derecha: ladera con los muros de los bancales muy degradados.

## Clima

En la Tabla 1 se indican los valores promedio de temperatura y precipitación de las estaciones del Atlas Climático de la Comunitat Valenciana (Pérez Cuevas, 1994) próximas a la zona quemada. El promedio registrado en estas estaciones indica una temperatura media anual próxima a los 16°C, con una precipitación anual en torno a los 500 mm. Las precipitaciones máximas en 24 h se sitúan sobre los 100 mm (para periodo de retorno de 5 años; el máximo en el Comunitat está cifrado en 209,8 mm en Pego).

Tabla 1. Valores promedio de las estaciones termo-pluviométricas situadas en las proximidades de la zona quemada (Atlas Climático de la Comunidad Valenciana, 1961-1990).

LOCALIDAD	Altitud m	Temper. °C	Precipt mm	Precip. Máxima periodo retorno	
				2 años	5 años
CASTELNOVO	347		493	74	107
EMB. DE BENIT	226		524		
SEGORBE, HS	364	15.8	485	63	87.5
SEGORBE, MASIA CRUZ	325		490		
SEGORBE, MASIA HOYA	470		501		
SOT DE FERRER	230		433		

En los últimos 20 años (periodo 2000-2018) el promedio de precipitación registrado en las estaciones AEMET próximas a la zona ha sido de 500 mm, similar al promedio 1961-1990 del Atlas climático. Por el contrario, las precipitaciones máximas en 24 h han superado los 180 mm en 24 horas.

Según los datos de las estaciones del S.A.I.H de la Confederación del Júcar, desde mediados de agosto hasta principios de septiembre han tenido lugar unas intensas precipitaciones en la zona. Desde la extinción del incendio, prácticamente con sólo 2 episodios de lluvia, se han registrado más de 100 mm (Figura 14). Precipitaciones similares han quedado registradas en la red AVAMET (p.e. 77mm en Chóvar o 102 mm en Alfondiguilla), con máximos en 24 horas de casi 60 mm.

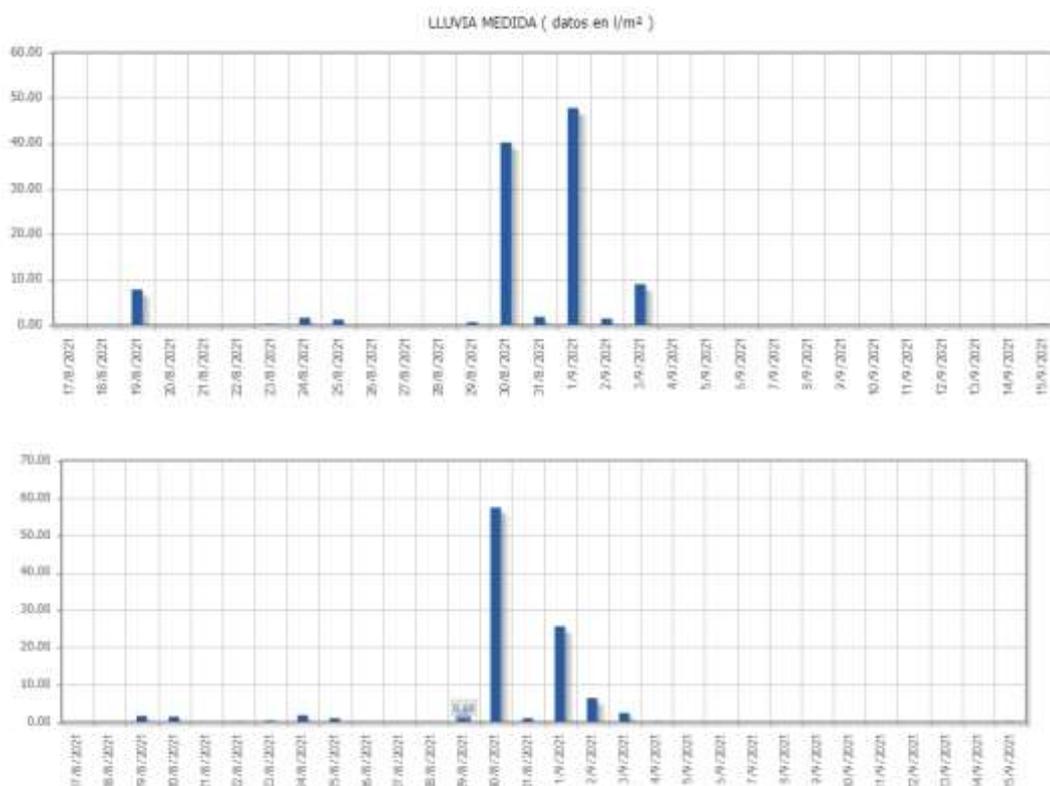


Figura 14. Distribución de la precipitación diaria registrada en el pluviómetro SAIH de la Confederación del Júcar en Sot de Ferrer (Superior) y Alfondeguilla (Inferior) con posterioridad al incendio (del 17 de agosto al 15 de septiembre).

Estas precipitaciones han originado un lavado y redistribución de cenizas y nutrientes a corta distancia, pero no han originado procesos erosivos graves (Figura 15).



Figura 15. Izquierda: detalle de la Rambla de Almedijar, en la que no se aprecian arrastres o deposiciones recientes. Derecha: lavado y redistribución de cenizas a corta distancia.

## UNIDADES AMBIENTALES

Por las diferentes características de la vegetación se pueden diferenciar 2 unidades ambientales dentro de la zona quemada (Figura 5): (1) Pinar maduro de carrasco, presente en 256 ha (superficies aproximadas), y (2) Matorral con arbolado disperso (176 ha).

### Pinar maduro de carrasco.

Esta es la unidad más extensa en la zona del incendio. Se ubica preferentemente en la zona central, en orientaciones norte o vaguadas pronunciadas. Se trata de un pinar originado por regeneración natural y que se desarrolla principalmente sobre cultivos abandonados. El pinar alcanzaba una cobertura promedio del 70% (Tabla 2). La densidad media del pinar se encuentra cercana a los 1000 individuos/ha y presenta una altura media de 9 m. Se trata de un pinar en estado de desarrollo maduro, donde aproximadamente el 60% de los individuos se encuentran en estado de latizal, el 30% en fustal, y solamente el 10% corresponde a monte bravo.

Tabla 2. Características estructurales de la masa de pinar maduro de carrasco.

	Promedio	Máximo	Mínimo
Cobertura (%)	70	98	55
Densidad (ind/ha)	988	1500	600
Altura (m)	9	12	6

En el estrato arbóreo se puede observar de forma puntual al algarrobo y al olivo, remanentes de la etapa de cultivo activo. No obstante, siempre presentan coberturas inferiores al 5%.

En el sotobosque dominan especies germinadoras como el romero y la aliaga, y en menor medida, especies rebrotadoras como el lentisco, el aladierno, la esparraguera y el espino negro (Tabla 3). En muchos casos el estrato herbáceo no se pudo apreciar claramente debido al consumo por efecto del fuego, pero estaba compuesto principalmente por lastón. Por su localización mayoritaria sobre campos de cultivo abandonados, en esta unidad ambiental la abundancia de especies rebrotadoras fue generalmente baja, no superando en ningún caso el 25% de cobertura total (Figura 16).

Tabla 3. Cobertura por especies dominantes y por estratos para la unidad de "Pinar maduro de carrasco".

Nombre científico <sup>3</sup>	Nombre común	Cobertura (%)
<i>Pinus halepensis</i>	Pino carrasco	55-95
<i>Ceratonia siliqua</i>	Algarrobo	0-5
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Romero	10-50
<i>Ulex parviflorus</i>	Aliaga	3-35
<i>Pistacia lentiscus</i>	Lentisco	1-25
<i>Rhamnus alaternus</i>	Aladierno	0-12
<i>Asparagus acutifolius</i>	Esparraguera	0-10
<i>Rhamnus lyciodes</i>	Espino negro	0-7
<i>Brachypodium retusum</i>	Lastón	5-10
<i>Macrochloa tenacissima</i>	Esparto	0-7
<b>TOTAL ARBÓREO</b>		<b>55-98</b>
<b>TOTAL MATORRAL</b>		<b>10-62</b>
<b>TOTAL HERBÁCEO</b>		<b>5-14</b>
<b>TOTAL REBROTADORA</b>		<b>7-25</b>



Figura 16. Imágenes de la unidad de "Pinar maduro de carrasco". Izquierda y Centro: pinares colonizados sobre cultivos abandonados. Izquierda: pinar de alta densidad quemado en las laderas que desaguan al *Barranco de la Boguera*.

Cabe reseñar que en la ladera de orientación norte que desagua al *Barranco de la Boguera* se observa un pinar de alta densidad que ocupa, aproximadamente, entre 10-20 hectáreas. Este pinar probablemente tiene su origen a partir de la regeneración de un incendio previo ocurrido

<sup>3</sup> En el Anejo 1 se detalla el nombre científico, en valenciano y castellano, así como la estrategia de regeneración postincendio de las especies relacionadas en el informe.

varias décadas atrás. Sin embargo, este incendio no se encuentra registrado en la cartografía disponible (Figura 8). Esta masa llega a alcanzar densidades superiores a 80.000 individuos/hectárea, con un desarrollo estancado y bajo desarrollo del sotobosque debido a la competencia (Figura 162).

### Matorral con arbolado disperso.

Esta unidad se ubica principalmente en las laderas y piedemontes de exposición sur. No obstante, también se encuentra, aunque en menor medida, en otras orientaciones con abundantes afloramientos rocosos y escasa disponibilidad de suelo. En este caso, la cobertura de arbolado no supera el 20% (Tabla 4), compuesto de forma mayoritaria por pino carrasco en estado de latizal, con algún pie aislado en estado fustal. La densidad de arbolado de esta unidad se estima entre 100-150 individuos/hectárea.

Tabla 4. Cobertura por especies dominantes y por estratos para la unidad de "Matorral con arbolado disperso".

Nombre científico	Nombre común	Cobertura (%)
<i>Pinus halepensis</i>	Pino carrasco	0-15
<i>Quercus ilex</i>	Carrasca	0-15
<i>Quercus suber</i>	Alcornoque	0-10
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Romero	20-30
<i>Pistacia lentiscus</i>	Lentisco	1-25
<i>Rhamnus alaternus</i>	Aladierno	0-12
<i>Ulex parviflorus</i>	Aliaga	0-10
<i>Asparagus acutifolius</i>	Esparraguera	0-10
<i>Quercus coccifera</i>	Coscoja	0-7
<i>Juniperus oxycedrus</i>	Enebro	0-3
<i>Brachypodium retusum</i>	Lastón	5-15
<i>Stipa offneri</i>	Cerrillo	0-12
<b>TOTAL ARBÓREO</b>		<b>0-20</b>
<b>TOTAL MATORRAL</b>		<b>34-57</b>
<b>TOTAL HERBÁCEO</b>		<b>10-25</b>
<b>TOTAL REBROTADORAS</b>		<b>30-65</b>

Respecto a las especies de matorral, la especie dominante es el romero, con coberturas alrededor del 20-30%. En este caso, la presencia de especies rebrotadoras es superior a la unidad del pinar, destacando el lentisco (hasta un 25% de cobertura), el aladierno (hasta un 12%) y la esparraguera (hasta un 10%). En el estrato herbáceo dominaba el lastón y el cerrillo, con coberturas máximas de 15% y 12% respectivamente. En esta unidad ambiental la cobertura conjunta de especies rebrotadoras era alta, entre el 30 y el 65% (Figura 17).

Destacar que las laderas de orientación norte que vierten al Barranco Vidal, el arbolado disperso está compuesto principalmente por especies de frondosas como la encina (*Quercus ilex*) y el alcornoque (*Q. suber*). También es frecuente la presencia de olivo y algarrobo remanente de cultivos previamente activos (Figura 17). No obstante, esta zona representa una proporción minoritaria en lo que respecta esta unidad ambiental, entre 3 y 5 hectáreas aproximadamente.



Figura 17. Imágenes de la unidad de “Matorral con arbolado disperso”. Arriba a la izquierda, cercanías de “La Hoya Corraliza”. Abajo a la izquierda, alrededores del “Barranco del Puercu”. Arriba a la derecha, laderas que vierten al “Barranco Vidal”, y abajo a la derecha, alcornoque afectado por el incendio en la misma ladera.

## SEVERIDAD DEL INCENDIO

En base a las observaciones del muestreo de campo se constató que, en general, la severidad del incendio ha sido alta en el suelo y en la vegetación (Tabla 5; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), aunque con diferencias entre las unidades establecidas (Figura 18).

En la unidad de “Pinar maduro de carrasco”, la severidad del estrato arbóreo fue generalmente alta (50% de los puntos observados), mientras que la parte afectada con severidad muy alta fue menor (33%) (Figura 18). También se han observado pequeños rodales o individuos parcialmente afectados, tanto por el interior del incendio como en el perímetro, los cuales podrían constituir un foco de plagas hacia los pinares colindantes.

Tabla 5. Valoración de la severidad mediante observaciones de campo para las diferentes unidades ambientales, estratos de la vegetación y suelo.

Unidad ambiental			Severidad <sup>4</sup> (%afección)				Severidad global
			Baja	Media	Alta	Muy alta	
Pinar maduro de carrasco	Vegetación	Arbóreo	0	17	50	33	<b>Alta</b>
		Matorral	0	0	66	34	
		Herbáceo	0	0	100	-	
	Suelo	Consumo hojarasca	0	17	83	-	<b>Alta</b>
		Cenizas blancas	0	50	50	0	
Matorral con arbolado disperso	Vegetación	Arbóreo	0	5	95	0	<b>Alta</b>
		Matorral	0	20	40	40	
		Herbáceo	0	20	80	-	
	Suelo	Consumo hojarasca	0	60	40	-	<b>Media</b>
		Cenizas blancas	100	0	0	0	

En la unidad de “Matorral con arbolado disperso” la afección al estrato arbóreo fue mayoritariamente alta (95%) y de forma muy puntual media (5%). En el estrato de matorral, la severidad fue mayoritariamente alta en las dos unidades ambientales estudiadas (40-66%), mientras que severidades muy altas se observaron en el 34-40% de los puntos muestreados. El estrato herbáceo se vio consumido prácticamente en todo el incendio, salvo de forma puntual en la unidad “Matorral con arbolado disperso” (Tabla 5).

En el suelo, la severidad de la unidad de “Pinar maduro de carrasco” fue principalmente alta, con consumo total de la hojarasca en el 83% de los puntos observados. Sin embargo, la presencia de cenizas blancas, que indican severidades muy altas solo se apreció de forma puntual en el 50% de los casos (Figura 18). En la unidad de “Matorral con arbolado disperso”, la severidad en el suelo fue media, con hojarasca parcialmente consumida en el 60% de los casos y ausencia total de cenizas blancas (Tabla 5). Destacar que en laderas de orientación norte de “Pinar maduro de carrasco”, se observó de forma puntual la presencia de briófitos parcialmente quemados.

<sup>4</sup>Las categorías de severidad corresponden a los siguientes criterios:

**ARBOLADO.** Baja: parcialmente afectado en base de tronco, copa verde; Media: tronco parcialmente afectado, >50% copa verde; Alta:>50% hojas secas se mantienen en copa; pueden estar en suelo si la prospección es semanas después del incendio; Muy alta: completamente quemado, hojas consumidas.

**MATORRAL.** Baja: Más del 50% del matorral prácticamente no afectado o con porciones importantes aún verdes; Media: Más del 50% afectado, aunque se encuentren plantas con algunas partes verdes; Alta: todo el matorral quemado (sin hojas verdes) pero con ramillas finas terminales sin consumir; Muy alta: Totalmente chamuscado (solo permanecen las ramas más gruesas en pie (aprox. >6mm).

**HERBÁCEO.** Alta: Consumido; Media: Parcialmente quemado; Baja: Permanecen bastantes restos verdes



Figura 18. Imágenes de detalle sobre la severidad observada en los diferentes estratos de la vegetación. A la izquierda arriba y abajo, matorral quemado con severidad muy alta y consumo total de hojarasca. Centro, matorral afectado por severidad media y hojarasca parcialmente consumida. Arriba a la derecha, pinar afectado por severidad media. Abajo a la derecha, pinar afectado con severidad alta.

## RIESGO DE EROSIÓN DEL SUELO

Atendiendo a los factores considerados para estimar la vulnerabilidad del suelo a la erosión (Tabla 6), se han diferenciado dos categorías: vulnerabilidad (o riesgo) alta en el *Pinar maduro de carrasco*, mientras en que la unidad de *Matorral con arbolado disperso* se considera una vulnerabilidad media-baja.

La vulnerabilidad quedará matizada en función de la capacidad de regeneración por parte de la vegetación (próximo apartado y la probabilidad de que se registren precipitaciones intensas).

Tabla 6. Vulnerabilidad (o riesgo) a la erosión de las unidades ambientales. Los indicadores mostrados fueron valorados durante la prospección de campo en los diferentes puntos de muestreo.

Indicadores	Pinar maduro de carrasco	Matorral con arbolado disperso
Pendiente (°)	31-45	>45
Profundidad del suelo (cm)	>30	<30
Suelo desnudo (%)	>60	31-60
Signos de erosión previa	Puntuales/frecuentes	Puntuales/frecuentes
Encostramiento del suelo	Leve	Leve
Presencia de bancales	Abundantes	Puntuales
Estado de los bancales	Desmoronamientos puntuales	Desmoronamientos generalizados
<b>Vulnerabilidad a la erosión</b>	<b>Alta</b>	<b>Media-Baja</b>

En el caso del “*Pinar maduro de carrasco*”, el riesgo de degradación viene determinado por sus altas pendientes y disponibilidad de suelo. Por el contrario, el riesgo está mitigado por el abancalamiento generalizado de las laderas en las que se desarrolla esta unidad. Sin embargo, el estado de estos bancales es bastante irregular, con desmoronamientos puntuales en algunas laderas, pero generalizados en otras (p.e. laderas del Aljezar). Generalmente estas situaciones de desmoronamiento se producen sobre los sustratos más margosos, lo cual ha favorecido el desarrollo de procesos erosivos previos al incendio y que ahora pueden potenciarse si se producen lluvias muy intensas. Igualmente, estos pinares se desarrollan sobresuelos profundos (>30cm de profundidad) y presentan elevados porcentajes de suelo desnudo sin protección. No obstante, la caída de acículas no consumidas puede suponer cierta protección en algunos rodales (Figura 19).

En el caso de las unidades de “*Matorral con arbolado disperso*”, el riesgo de erosión se considera bajo. A pesar de sus altas pendientes, la menor disponibilidad de suelo (<30 cm de profundidad), así como la menor proporción de suelo desnudo (31-60%), conlleva que en este caso el riesgo sea entre medio y bajo. En esta unidad ambiental el suelo tiene una alta pedregosidad, lo que a su vez confiere una mayor dificultad al arrastre de sedimentos.



Figura 19. Imágenes de detalle del riesgo de erosión. Izquierda arriba y abajo, zonas de “*Matorral con arbolado disperso*” con alta pedregosidad y baja disponibilidad de suelo. Derecha, zonas abancaladas con desmoronamiento de muretes que pueden potenciar los procesos erosivos.

## CAPACIDAD DE REGENERACIÓN

En general se espera una buena capacidad de regeneración de la vegetación afectada por el incendio (Tabla 7).

Respecto a la regeneración del estrato arbóreo, dominado por el pino carrasco, se espera una buena respuesta. Se trataba de un pinar maduro con abundantes piñas en su copa. Tras el incendio las piñas se han abierto y actualmente ya se encuentra una densidad de piñones en el suelo suficiente para conseguir una regeneración del pinar con la densidad previa al fuego, o incluso en alta densidad (Figura 20).

Tabla 7. Indicadores de la capacidad de regeneración de las unidades ambientales.

Indicadores	Pinar maduro	Matorral con arbolado disperso
Especies serótinas	Si	Si
Presencia de piñas	Abundantes	Abundantes
Densidad piñones (piñones·m <sup>-2</sup> )	7	<1
Recubrimiento rebrotadoras (%)	7-25	30-65
<b>Capacidad de regeneración</b>	<b>Alta</b>	<b>Muy Alta</b>

La presencia de especies rebrotadoras era alta en la unidad de “*Matorral con arbolado disperso*”, con una F.C.C. superior al 30%. Sin embargo, en las unidades de “*Pinar maduro de carrasco*” no se superó el umbral del 30% de cobertura de rebrotadoras (umbral de recubrimiento de vegetación por encima del cual el riesgo de erosión se reduce significativamente).



Figura 20. Indicios de regeneración de la vegetación un mes después del incendio. Arriba a la izquierda, vigoroso rebrote de la esparraguera. Abajo a la izquierda, rebrote de un individuo de lentisco. Centro, rebrote desde las ramas de copa del alcornoque. Arriba a la izquierda, emergencia de plántulas de algarrobo producidas por germinación tras las primeras lluvias postincendio. Abajo a la izquierda, dispersión de semillas de pino tras la apertura de piñas serótinas a consecuencia del incendio.

## VULNERABILIDAD ECOLÓGICA

La integración de la valoración de los apartados anteriores muestra que las dos unidades consideradas manifiestan una diferente vulnerabilidad frente al incendio (Tabla 8).

En la unidad de *Matorral con arbolado disperso*, las altas pendientes asociadas con la degradación de los muretes de los bancales hacen que esta unidad sea vulnerable en caso de lluvias torrenciales. Sin embargo, la elevada presencia de especies rebrotadoras propiciará una rápida recuperación de la cubierta vegetal.

En los pinares maduros, por su ubicación en superficies más estables (bancales), el riesgo de erosión será menor. Bajo un régimen de precipitaciones normal, la germinación de los piñones será suficiente para regenerar nuevamente la masa de pinar. Sin embargo, en las situaciones más degradadas (presencia de sustratos más deleznable y con muros de bancales desmoronados) la vulnerabilidad puede considerarse alta. En estas zonas, la presencia de la madera quemada puede añadir un factor de vulnerabilidad adicional, ya que su caída y el descalce de troncos puede potenciar procesos erosivos.

Tabla 8. Indicadores de la vulnerabilidad ecológica para las diferentes unidades ambientales descritas.

Indicadores	Pinar maduro de carrasco	Matorral con arbolado disperso
Capacidad de regeneración	Alta	Muy Alta
Severidad en la vegetación	Alta	Alta
Severidad en el suelo	Alta	Media
Vulnerabilidad a la erosión	Alta	Media-Baja

A medio plazo (5 años), una excesiva regeneración del pinar podría comprometer el propio desarrollo del pinar, creando formaciones de alta densidad, con crecimientos estancados y con acumulación de combustible, factores de riesgo para la propagación de un nuevo incendio.

## RECOMENDACIONES

En la prospección de campo no se han identificado situaciones extremas de riesgo inducidas por el incendio. Las zonas más vulnerables ya presentaban procesos de degradación previos al incendio, procesos que ahora pueden verse incrementados si se producen precipitaciones intensas. En base a la información recopilada, se pueden establecer las siguientes recomendaciones (Tablas 9 y 10 y Figura 21):



Figura 21. Localización de posibles zonas de actuación postincendio. En rojo perímetro del incendio. En blanco, zonas con riesgo de caída de troncos en zonas de tránsito. En amarillo otras zonas de actuación postincendio: A) Control de la erosión y de la madera quemada en el entorno de *La Boguera*, B) Zona potencialmente apta para la reintroducción de alcornoque (no urgente). C y D) Bancales situados en la base de laderas muy degradadas (en torno al *Aljézar*). E) Análisis hidrológico para identificar posibles hidrotecnias. F) Zona de cultivo muy degradada en el *Rincón del Baile*. G) Reposición cultivos afectados por el incendio (parcelas dispersas por todo el incendio). H) Pequeñas vaguadas con bancales degradados.

Uno de los principales riesgos, directamente derivados del incendio, puede originarse por la caída de troncos en las vías de circulación que transcurren por la zona quemada. La pista que circula por la parte central, paralela a la Rambla de Almedíjar, se encuentra en buen estado y es de amplia circulación. El resto de las pistas son accesos a las fincas de cultivo (algunos ya abandonados), en su mayoría son estrechas, con fuertes pendientes y firme en mal estado. La presencia de árboles quemados de gran porte en los márgenes constituye un factor de riesgo de daños directos sobre posibles transeúntes y de accesibilidad. Por ello se recomienda el apeo de los pinos más próximos a las pistas, su trituración y distribución por el suelo.

El incendio ha afectado a cultivos agrícolas que estaban en diferente estado de producción. La afección derivada del incendio podría acelerar procesos generalizados de abandono, por lo que se recomienda un tratamiento específico para que estos cultivos puedan seguir actuando como discontinuidades dentro de la masa forestal.

En el área quemada, los árboles parcialmente afectados por el fuego deben tener un seguimiento detallado de las poblaciones de escolítidos para evitar focos de infección.



Figura 22. La presencia de pinos parcialmente afectados por el incendio aconseja realizar un seguimiento sobre la posible evolución de plagas (escolítidos), más propensas a desarrollarse sobre estos ejemplares debilitados.

Si bien el riesgo hidrológico es bajo (PATRICOVA) y la afección a la cuenca es de escasa extensión, la proximidad de la confluencia de la Rambla de Almedíjar y la Rambla de Chóvar al núcleo urbano de Azuébar, podría justificar un estudio hidrológico de mayor detalle que analice las necesidades (y, en su caso, ubicación) de hidrotecnias para laminar posibles avenidas.

El abandono de cultivos, la fuerte pendiente y la presencia de litologías más deleznales ha favorecido el desmoronamiento de muros de bancales con el consiguiente desarrollo de procesos erosivos. En la prospección de campo se han identificado varias zonas con desmoronamientos de bancales. Las más vulnerables se encuentran en las inmediaciones de El Aljézar, El Rincón del Baile, y La Boguera entre otros (Figura 21). En estas zonas sería conveniente controlar los procesos de degradación (previos al incendio) limitando la circulación de agua.

La mayor parte de los procesos de degradación identificados están relacionados con la rotura del muro de bancales y la consiguiente creación de vías de concentración de escorrentía (Figura 23). La reconstrucción extensiva de los muros es una opción poco viable técnica y económicamente y se debería limitar a las situaciones puntuales de máximo riesgo o como actuaciones de conservación del patrimonio. En las laderas con madera quemada se recomienda la construcción selectiva de fajinas o la fijación de troncos transversalmente en las vías de circulación de la escorrentía.



Figura 23. Ladera con desmoronamiento de muros y concentración de escorrentía. La disposición de fajinas o fijación de troncos transversalmente en las vías de circulación podrían frenar los procesos de degradación, ya activos con anterioridad al incendio.

La parcelación en pequeñas propiedades, la falta de accesos a las masas forestales, la elevada pendiente y la estrechez y falta de conectividad entre bancales, dificulta los tratamientos mecánicos de extracción o trituración de la madera quemada sin que haya efectos contraproducentes en la generación de procesos erosivos. En aquellos casos en los que las pistas discurren paralelamente a los bancales, la madera se podría triturar y esparcir como acolchado para proteger al suelo. La apertura de nuevas vías de saca no sería recomendable.

En áreas de fuertes pendientes, con suelos deleznable y con presencia de fustales sería recomendable el apeo controlado de los pinos de mayor diámetro para evitar su caída incontrolada, con los consiguientes problemas de descalzamiento. Parte de los pies apeados se pueden depositar en la base de los muretes o contrapendiente en las laderas de mayor pendiente.

En aquellos casos (limitados) donde se considere, la apertura de nuevas vías de saca debería ajustarse a las limitaciones de pendientes y su ejecución no debería activar procesos degradativos que puedan aumentar la erosión de los suelos. Cualquier posible actuación sobre la madera quemada habría que hacerla con mucha precaución. Se recomienda retrasar los posibles tratamientos de extracción de madera quemada en las zonas con suelos susceptibles a la erosión. En las zonas de pinar quemadas con baja severidad, la caída de las acículas puede proteger al suelo frente al riesgo de erosión.

Por el importante volumen de madera quemada en terreno privado se recomienda la constitución de un grupo de trabajo específico, con participación de los propietarios, para abordar las prioridades y formas de actuación

Dada la escasa presencia de alcornoque y carrasca en toda la zona sería recomendable, a medio-largo plazo, promover bosques mixtos mediante la introducción de estas especies, en los sustratos adecuados, actuación que igualmente incrementaría la diversidad y resiliencia frente al fuego de los pinares. Esta actuación se podría concentrar en antiguos bancales con suelos profundos.

A corto-medio plazo (5 años), conviene evaluar la densidad de regeneración de pinos en toda el área incendiada. En caso de apreciar elevadas densidades habría que considerar tratamientos a corto-medio plazo de eliminación de individuos hasta densidades que garanticen la recuperación de los pinares, optimizando las tasas de crecimiento y la salud de los individuos. Aunque no hay dos incendios iguales, la similitud de condiciones ambientales y socioeconómicas entre el incendio de Artana del año 2016 y el de Azuébar, permite prever una evolución similar en ambos incendios. En el Anejo 2 se indica un breve resumen de los seguimientos realizados por el equipo del CEAM en la zona quemada en julio del 2016.

Tabla 9. Recomendaciones de actuaciones a corto plazo.

Tipo de riesgo	Actuación	Ubicación
Riesgo para Infraestructuras o personas	Eliminación del arbolado que pueda constituir un riesgo para las personas o tránsito de vehículos.	Márgenes de pistas
Riesgo erosivo	Romper la continuidad en las vías de circulación de escorrentía con la construcción selectiva de fajinas o fijación de troncos de mayor tamaño transversalmente. Apeo controlado de los pinos de mayor porte, tipo fustal, para evitar la potenciación del riesgo erosivo por caída y descalce. En medida de lo posible colocar los troncos perpendicularmente a la línea de máxima pendiente.	Laderas con procesos erosivos activos con anterioridad al incendio (el Aljezar, La Bogueira, Rincón del Baile)
Riesgo hidrológico	Realización de estudio hidrológico para identificar posibles actuaciones de hidrotecnia.	Rambla de Almedíjar

Tabla 10. Actuaciones de seguimiento a medio plazo.

Tipo de riesgo	Actuación	Ubicación
Riesgo de plagas	Seguimiento de los rodales parcialmente afectados por el fuego con el objetivo de prevenir posibles focos de plagas (escolítidos).	Por la zona han quedado árboles parcialmente afectados.
Riesgo de incendio	Seguimiento de la regeneración del pinar a medio plazo (3-5 años). Determinar si existe una alta regeneración del pinar que pueda comprometer su desarrollo y crear formaciones de alta densidad, cantidad de combustible y continuidad. Realizar claros para reducir la densidad.	Unidad de Pinar maduro de carrasco
	Seguimiento de la regeneración del matorral a medio (3-4 años después del incendio). Especialmente la regeneración de matorral de aliaga ( <i>Ulex parviflorus</i> ), altamente inflamables por su carga de biomasa fina y seca. En su caso, realizar desbroces de control.	Unidad de Pinar maduro de carrasco
Riesgo erosivo	Seguimiento de las actuaciones de mitigación de la erosión como fajinas, reconstrucción de muretes y apeo de troncos. Corregir posibles deterioros o deficiencias.	Zonas donde se hayan realizado actuaciones postincendio.
Incrementar la resiliencia y la biodiversidad	Plantaciones localizadas con especies rebrotadoras	Bancales con suelos profundos y orientación umbría en los que la presencia de especies germinadoras (especialmente <i>U. parviflorus</i> ) sea claramente dominante. Bco. Vidal (Alcornoque)

## ANEJO 1. LISTADO DE ESPECIES

Listado de especies dominantes encontradas en la zona quemada.

Nombre común castellano	Nom comú valencià	Nombre científico	Estrato	Regeneración postincendio
Pino carrasco	Pi blanc	<i>Pinus halepensis</i>	Arbóreo	Germinadora
Algarrobo	Garrofer	<i>Ceratonia siliqua</i>	Arbóreo	Rebrotadora
Carrasca	Carrasca, Alzina	<i>Quercus ilex</i>	Arbóreo	Rebrotadora
Alcornoque	Surer, surera	<i>Quercus suber</i>	Arbóreo	Rebrotadora
Lentisco	Llentiscle	<i>Pistacia lentiscus</i>	Matorral	Rebrotadora
Aladierno	Aladern	<i>Rhamnus alaternus</i>	Matorral	Rebrotadora
Esparraguera	Espareguera	<i>Asparagus acutifolius</i>	Matorral	Rebrotadora
Espino negro	Arçot	<i>Rhamnus lyciodes</i>	Matorral	Rebrotadora
Romero	Romer, Romaní	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Matorral	Germinadora
Sabina	Savina	<i>Juniperus phoenicea</i>	Matorral	No regenera
Coscoja	Coscoll, Garric	<i>Quercus coccifera</i>	Matorral	Rebrotadora
Enebro	Ginebre, Càdec	<i>Juniperus oxycedrus</i>	Matorral	Rebrotadora
Aliaga	Argelaga, Aulaga	<i>Ulex parviflorus</i>	Matorral	Germinadora
Brezo	Cepell, Bruc	<i>Erica multiflora</i>	Matorral	Rebrotadora
Esparto	Espart	<i>Macrochloa tenacissima</i>	Herbáceo	Rebrotadora
Lastón	Fenàs	<i>Brachypodium retusum</i>	Herbáceo	Rebrotadora
Esparto	Espart	<i>Stipa tenacissima</i>	Herbáceo	Rebrotadora
Cerrillo escobero	Pelaguer junci	<i>Stipa offneri</i>	Herbáceo	Rebrotadora

## ANEJO 2. Evaluación y seguimiento de la regeneración en el incendio de ARTANA DE 2016

En este anejo se realiza un breve resumen de las previsiones realizadas en el informe de impacto de urgencia del incendio de Artana y los posteriores seguimientos realizados por el equipo CEAM en 2017 y 2018. Esta evolución podría ser similar a la esperada en el incendio de Azuébar.

### Incendio de Artana de 2016

Fecha de inicio del incendio: 25 de julio, 2016

Fecha de prospección: principios de agosto, 2016



Figura 1. Localización incendios de Azuébar y Artana.

Incendio del 25 de julio de 2016 que afectó a 1.534 ha en los términos municipales de Artana, Onda, Tales, Alcudia de Veo y Eslida. La prospección de campo e informe de evaluación se realizó en agosto de 2016. Otros seguimientos e informes se realizaron en octubre 2016, enero 2017 y julio 2018.

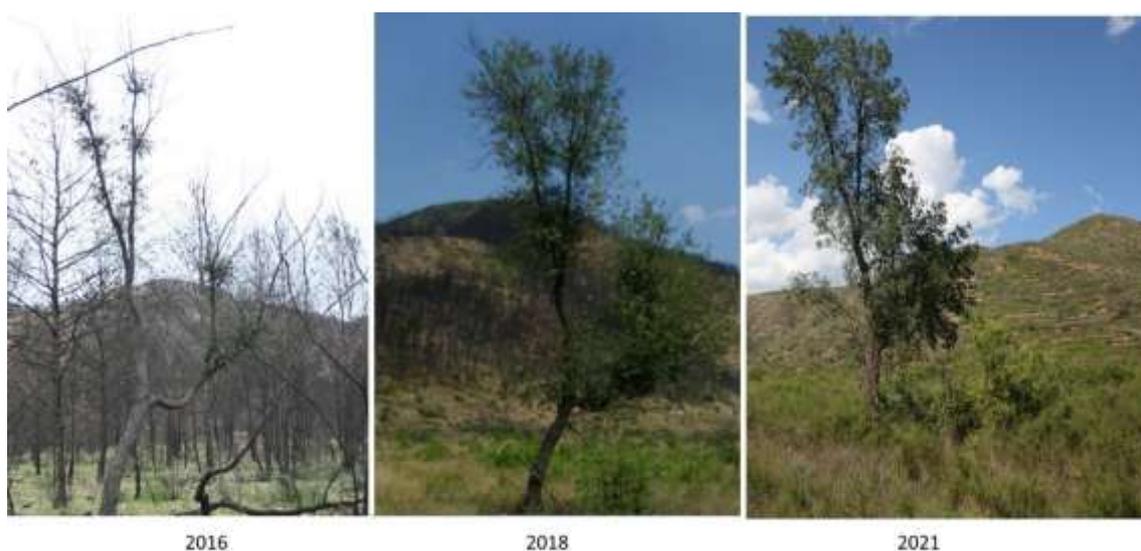


Figura 2. Evolución de un alcornoque afectado por el incendio

## Prospección agosto 2016: informe de evaluación del impacto

### *Descripción de la zona quemada*

Al igual que el incendio de Azuébar, la superficie quemada era mayoritariamente forestal, de propiedad privada y situada dentro de los espacios de la Red Natural 2000 y Parque Natural Serra d'Espadà. En este incendio, la superficie de interfaz (agrícola o urbana) era escasa.

Como en Azuébar, desde el año 1993 (año a partir del cual se disponen de registros cartográficos de incendios en la zona) únicamente se han registrado pequeños incendios.

En cuanto a litología, también hay coincidencias entre ambos incendios. En el de Artana la zona quemada también está situada mayoritariamente sobre materiales triásicos, constituidos por dolomías de la facies *Muschelkalk*.

En la zona de Artana, la precipitación media anual está sobre los 500-550 mm, con una temperatura media anual de 16-17 °C. La precipitación máxima esperada en 24 horas está comprendida entre 75 y 115 mm, para periodos de retorno de 2 y 5 años respectivamente.

La vegetación forestal estaba dominada principalmente por pinares de carrasco (96% de la superficie), según la cartografía PATFOR la mayor parte con una fracción de cabida cubierta (F.C.C.) por encima del 50. En las observaciones de campo se detectó que la fracción de cabida cubierta de los pinares era, en general, superior a las indicadas por la cartografía.

El matorral desarrollado bajo el pinar estaba dominado por especies rebrotadoras, muy abundantes como resultado de la dispersión por frugívoros. En las zonas próximas a caminos y áreas con menor fracción de cabida cubierta del pinar, el matorral está dominado por especies germinadoras como *Ulex parviflorus*, *Rosmarinus officinalis*, *Cistus monspeliensis* y *Cistus albidus*.

El abanalamiento de las laderas era generalizado, con buen estado de conservación en toda la zona incendiada, a excepción de las zonas concretas.

La severidad del incendio fue heterogénea, con zonas de alta severidad y otras de media-baja

### **Informe de evaluación del impacto (agosto 2016)**

A los pocos días de extinguido el incendio se realizó la primera prospección para evaluar el riesgo de erosión y la regeneración esperable de la vegetación

Según las previsiones de nuestro informe de urgencia, a medio plazo se esperaba una buena recuperación de la vegetación que mantendría una composición y estructura similar a la situación previa al incendio. El estrato arbóreo se preveía que regeneraría satisfactoriamente, incluso con densidades excesivas en determinadas áreas. El estrato arbustivo, con una cobertura mayor al 60% y dominado por especies rebrotadoras, no presentaría problemas de regeneración.

## Evaluación efectos temporal de lluvias del 2016

Durante el otoño del 2016 en la zona se produjo un temporal de intensas lluvias. En 2016, con posterioridad al incendio se registraron casi 300 mm, con 6 episodios de precipitación superior a 15 mm en 24 horas. En el temporal de finales de diciembre la precipitación total fue de casi 100 mm, con un máximo en 24 h de 44 mm. En la prospección realizada en enero 2017 se observaron procesos de lavado generalizados, con una intensa movilización de cenizas y sedimentos, aunque generalmente a corta distancia. Por toda la zona había procesos generalizados de erosión laminar, sin embargo, el abancalamiento de las laderas y la permeabilidad de los suelos limitó la acumulación de escorrentías y su posterior evolución hacia la formación de regueros

Durante el recorrido no se observó ningún tipo de tratamiento post-incendio. La madera quemada permanecía en pie. Sí se observó decaimiento en árboles parcialmente afectados por el incendio.

## Seguimiento de la regeneración. Julio 2018

Transcurridos casi dos años del incendio, la vegetación cubría el suelo en porcentajes comprendidos entre el 40-60%. En el matorral, la especie dominante era *Ulex parviflorus* (ocupando en algunas zonas valores próximos al 40% del recubrimiento vegetal total). La germinación del pino era muy variable, pero en todos los casos se observó una germinación suficiente para garantizar el desarrollo de un pinar. Las densidades más representativas corresponderían a 750-12.000 brinzales/ha.



Figura 3. Densidad heterogénea del regenerado de pino carrasco en 2018.

El grado de recubrimiento del suelo por la vegetación (y la pedregosidad superficial) ya era suficiente para reducir el riesgo de erosión a niveles similares a la situación previa al incendio. En este sentido, la presencia generalizada de laderas abancaladas contribuyó a impedir el desarrollo de procesos erosivos de gravedad.



Figura 4. Evolución de un regenerado en 2018 y 2021.

En 2018, las actuaciones postincendio que se había realizado básicamente eran:

- Adecuación de pistas.
- Tratamiento de madera quemada. Las zonas de extracción se limitaban a los márgenes de algunas pistas y bancales próximos. En alguna zona con facilidad de acceso, se realizó una extracción total de la madera. Por el contrario, en otras laderas se realizaron pequeñas actuaciones construyendo fajinas. En las zonas con actuación sobre la madera quemada no se observaron efectos negativos sobre la vegetación en regeneración. En el contexto de todo el incendio, las superficies donde se había realizado algún tratamiento con la madera quemada eran relativamente pequeñas. A pesar del tiempo transcurrido desde el incendio, la mayor parte de la madera quemada permanecía en pie.
- Plantaciones: se realizó una plantación de reducida extensión. Aunque se identificaron algunas marras, el resultado en cuanto a supervivencia parecía adecuado.
- En los recorridos efectuados por la zona quemada y por su perímetro exterior, no se observó presencia de plagas.



Figura 5. Ladera abancalada, cubierta por pinar de carrasco adulto en 2016 (izquierda) y en la actualidad (derecha, 2021) con regenerado hiperdenso y trocos caídos.

Actualmente, transcurridos 5 años del incendio, globalmente la zona del incendio de Artana ha desarrollado una continua y densa cubierta vegetal, con una abundante presencia de rodales de *Ulex parviflorus* y pino carrasco hiperdensos (más de 10.000 pies/ha) que, junto con los restos de la madera quemada, constituyen una peligrosa carga de combustible. Situación que queda agravada por la continuidad y extensión de estas zonas, muy propensas a propagar un nuevo incendio.



Figura 6. Imágenes del estado en 2021 de la regeneración de la cubierta vegetal. A destacar la elevada acumulación de combustible y su continuidad, lo cual incrementa el riesgo de propagación de un nuevo incendio.