

MODULO IV. FACTORES BÁSICOS EN EL COMPORTAMIENTO DEL INCENDIO FORESTAL: LA TOPOGRAFÍA.

Las formas y características del terreno tienen diferentes formas de influir tanto en la dinámica del incendio como en las actuaciones de los profesionales. En este apartado nos centraremos en su relación con la evolución de los incendios, no por ello es menos importante tener en cuenta que las diferentes formas orográficas pueden limitar la visión que se tiene de la zona de incendio tanto ocultando estructuras o factores geofísicos, como las zonas más bajas (valles o barrancos). Limitaciones muchas veces incrementadas por la distribución de los combustibles o por fenómenos meteorológicos.

Para el análisis de la topografía en un incendio es importante conocer sus formas de representación, mapas topográficos a través de sus líneas de nivel, ortofotos,... El conocimiento de estas queda fuera de las posibilidades de este curso por lo que invitamos al alumno a profundizar en su conocimiento. En este curso intentaremos eludir la necesidad de conocer el funcionamiento de los mapas topográficos a través de imágenes 3D, fotos de detalle, etc.

La topografía tiene efecto en los demás factores que influyen en la dinámica de los incendios forestales:

- Sobre el combustible.
- Sobre la meteorología.

Los efectos de la topografía sobre los incendios podemos agruparlos para una mejor conceptualización en tres factores principales que deben ser valorados para conocer la dinámica pasada, presente y futura del incendio:

1. La orientación.
2. La rugosidad.
3. La pendiente.

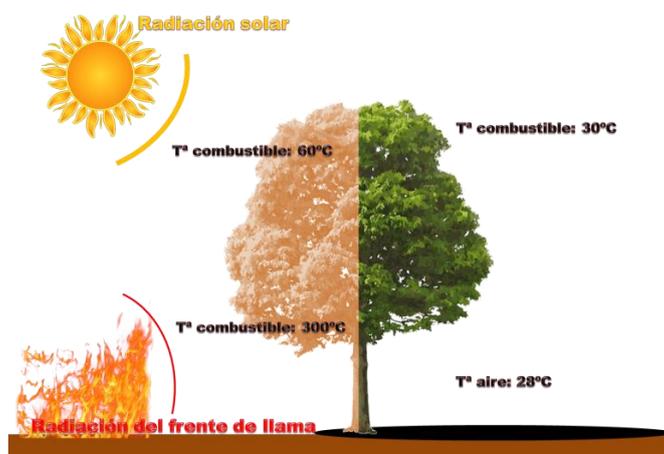


Es posible incluir en este grupo la Altitud o Posición respecto a la ladera.

La orientación

Entre los efectos de la orientación en la evolución de los incendios forestales encontramos el calentamiento por la radiación solar recibida, ya que afecta a las laderas expuestas a los rayos del sol, lo que incide en el precalentamiento de combustible, implicando que:

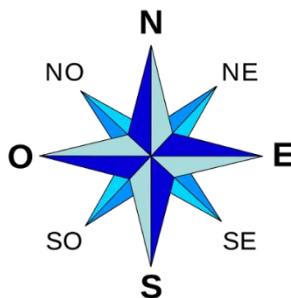
- El propio incendio tenga que aportar menor cantidad de calor para que el fuego se propague. De esta manera, una menor potencia del fuego nos dará un avance más rápido, ya que el tiempo y el calor necesarios para desecar el combustible será menor.
- Se necesite menos cantidad de calor por radiación para prender el combustible a una misma distancia y por tanto se agilizará el avance de las llamas.
- La posibilidad de que el combustible prenda con la aportación de calor por pavesas o cenizas candentes transportadas por los vientos es mayor.



Orientación y condiciones del combustible.

La orientación suele expresarse según los puntos cardinales, ósea la dirección según los mapas, referenciándose a partir del norte, indicando hacia qué punto ofrece la cara de la ladera:

- Norte (N).
- Noreste (NE).
- Este (E).
- Sureste (SE).
- Sur (S).
- Suroeste (SO).
- Oeste (O o W).
- Noroeste (NO o NW).



Puntos cardinales.

La orientación, teniendo en cuenta la situación en el planeta, no es lo mismo estar en el hemisferio sur o el norte, establece:

- La cantidad de luz solar que le llega, y por tanto la cantidad de calor del sol que recibe.
- La precipitación que acoge.
- El viento que soporta.

Si nos percatamos estos factores influyen directamente a su vez en las condiciones del combustible del que dispondrá la ladera.

La orientación Sur y Suroeste (en el hemisferio Norte)

Reciben mayor cantidad de luz solar directamente, lo que influye sobre la zona, calentando el combustible y secando el entorno, lo que en zonas altas adelantará el deshielo sobre otras orientaciones.

Es por tanto una orientación que favorece propagaciones más rápidas y agresivas del fuego en los incendios forestales.

La orientación Norte

Esta orientación de las laderas soporta más sombra al tener el sol una insolación desde el sur. La aportación de calor es menor y por tanto hay temperaturas más bajas, la humedad es mayor y suelen darse mayor espesor en los combustibles con más humedad.

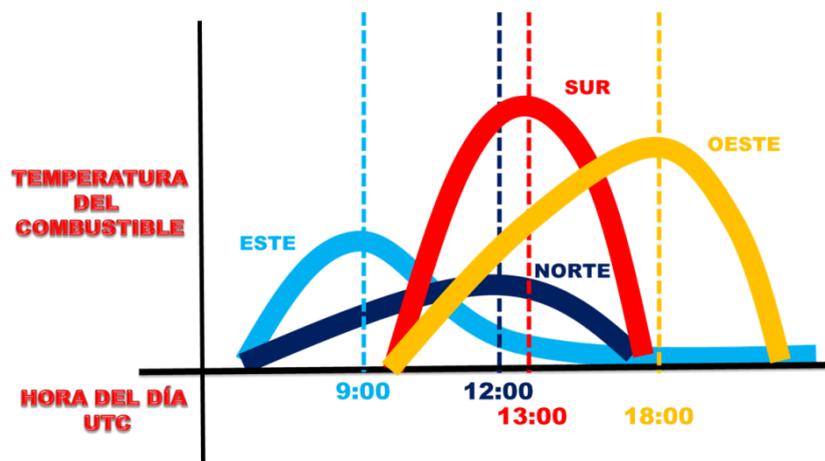
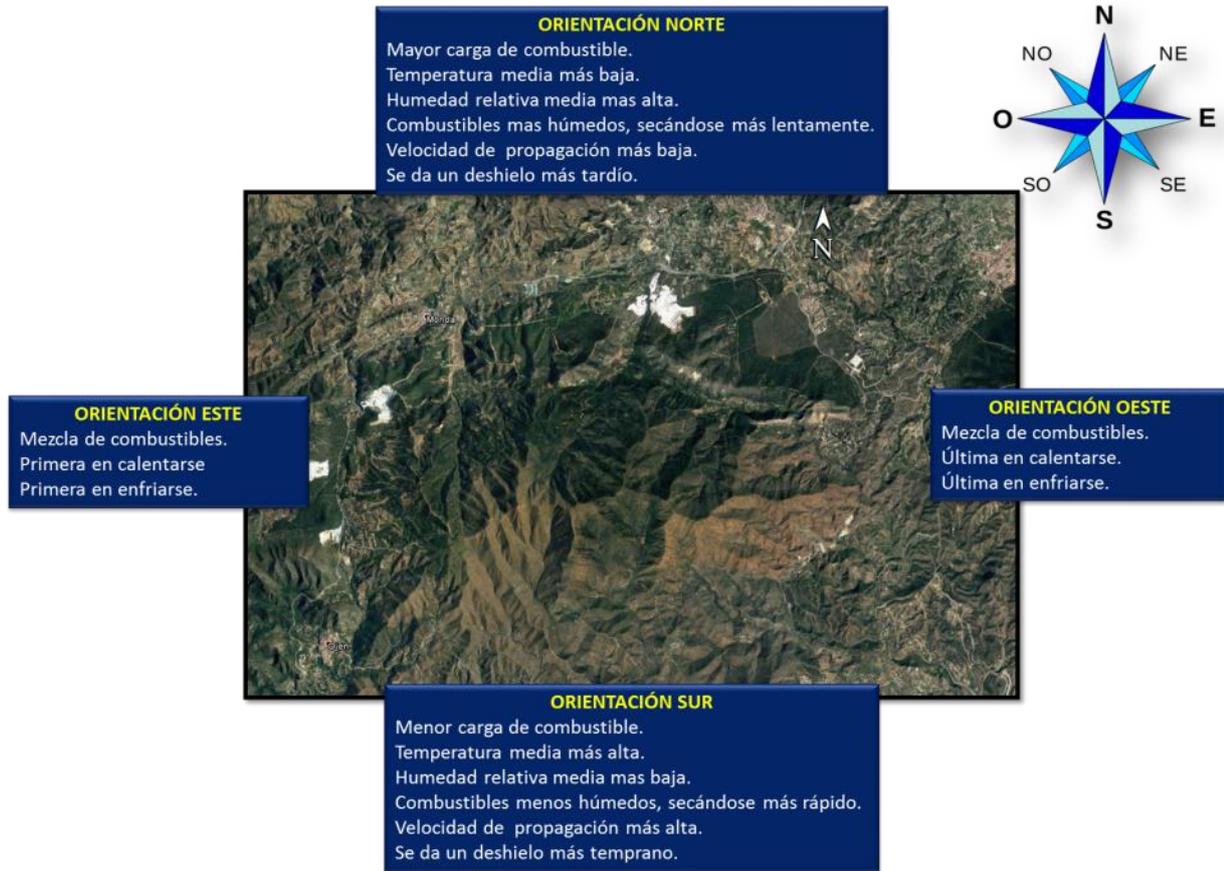
Aunque las condiciones son más desfavorables para la evolución del incendio con respecto al calor y humedad, hay que tener en cuenta que en incendios en los que existan otras variables favorables la cantidad mayor de combustible los hará incendios más activos.

La orientación Este

Esta orientación favorece un calentamiento sobre las primeras horas del día, teniendo un periodo de enfriamiento por la tarde y al anochecer.

La orientación Oeste

Al contrario que la orientación Este empiezan a calentarse más tarde a lo largo del día.



Inflamabilidad del combustible según orientación de la exposición y hora del día. Sistema Campbell.

La rugosidad

Con este término incidimos en la forma que tiene el terreno. La forma del terreno puede afectar al recorrido del fuego, su velocidad y su intensidad del incendio.

Este factor afecta al comportamiento del viento, las precipitaciones, la orientación, el combustible,..., o sea, a la mayoría de los factores que influyen en el comportamiento del incendio.

Dentro de las formas más características por los efectos que pueden darse encontramos las siguientes:

Efecto sobre los flujos de viento en los cañones o valles

Las corrientes de viento suelen seguir la dirección de cañones y barrancos o al menos se ven afectadas por estas. Si la dirección del viento es cercana a la dirección del cañón o del valle tenderá a seguir su curso, si está cerca de su perpendicular tenderá a generar remolinos y regímenes turbulentos de viento.

Si el valle por el que corre un flujo de viento se divide generará una división del flujo incrementando el nivel de turbulencias, sobre todo cerca del punto de división.

Barrancos

El efecto de los barrancos sobre los incendios principalmente es importante al generar un “efecto chimenea”.

El efecto chimenea viene generado por el efecto de canalización que forman las paredes ascendentes del barranco, que al igual que una chimenea canalizan a la vez los vientos naturales y los generados por el propio incendio aumentando su velocidad. El precalentamiento creado por las laderas y el viento caliente que por convección por parte del incendio aceleran el calentamiento de los combustibles y por tanto su velocidad. Dando como resultado, en numerosas ocasiones una gran velocidad de propagación, lo que se suele denominar, un comportamiento extremo del fuego.

Este tipo de evoluciones son causa de un alto número de accidentes en los incendios forestales.

Otro de los efectos que pueden generar los barrancos son el precalentamiento del combustible y la propagación del fuego, por partículas incandescentes o pavesas, de las laderas opuestas, si el fuego accede al barranco de manera lateral.

Estos tres efectos son más pronunciados cuanto más angosto y estrechos sea el barranco.



Ilustración 1. Barrancos.

Collados o degolladas

Los vientos que llegan a un collado pueden aumentar la velocidad según pasan por esta formación orográfica, generando remolinos una vez la dejan atrás, a sotavento.

Si la evolución del incendio lleva la misma dirección del viento este se verá afectado acelerando su evolución y generando situaciones de riesgo al aumentar el riesgo para los profesionales durante la extinción de los incendios.



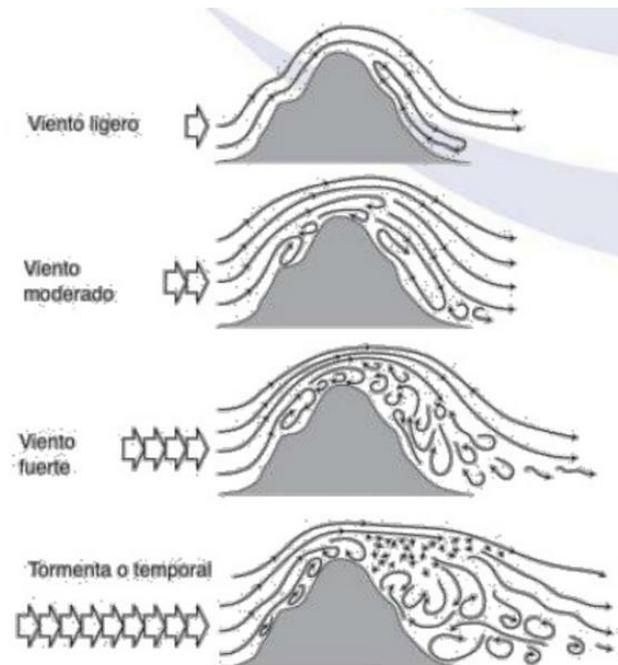
Collado.

Crestas

Son las zonas altas de las montañas, si no son muy escarpadas y rematan de manera suave son denominadas lomas.

En estas zonas se da la confluencia de las caras de la montaña o ladera, las cuales tienen componentes de viento normalmente diferentes:

- Si el viento en una de las caras es mucho mayor que en la otra el efecto que se generará será el de turbulencias en la otra cara, a sotavento de la corriente.



Efecto generado en el viento por las cumbres o lomas.

- Si los flujos de viento en las dos caras son parecidos en intensidad y fuerza se generara una inestabilidad en la cumbre, verticalizando las llamas según se acerca el frente de fuego.



Efecto de vientos de parecida intensidad en laderas opuestas.

En las crestas se suele dar una mayor aceleración de los frentes por el efecto de la ladera y suelen ser zonas de gran generación de pavesas.

A su vez, es una realidad que el efecto cumbre puede ir en contra de la evolución del incendio. Así, si el viento en cumbre en la ladera contraria a la que evoluciona el incendio es igual o más fuerte que el de la propia ladera del incendio al llegar este a la cumbre se lo encontrara en contra, por lo que dificultará su avance. A este proceso, junto al paso de una ladera descendente a otra ascendente, se le suele denominar cambio de ladera.

Como se puede intuir el *cambio de ladera* de un fuego en descenso por una ladera a otra ascendente, normalmente marcará una aceleración de la evolución del incendio al ser favorecido por la pendiente, como se verá a continuación.

La pendiente

Es esta la que más determina el comportamiento de los incendios forestales por norma general en los factores de la topografía.

La pendiente podemos definirla como la inclinación del terreno sobre el plano horizontal, existen dos modos de indicarla:

- En %. La cual sería la altura subida (en metros) en una distancia horizontal de 100 metros, o su equivalente (longitud cogida en horizontal/distancia vertical subida en la longitud cogida x 100).

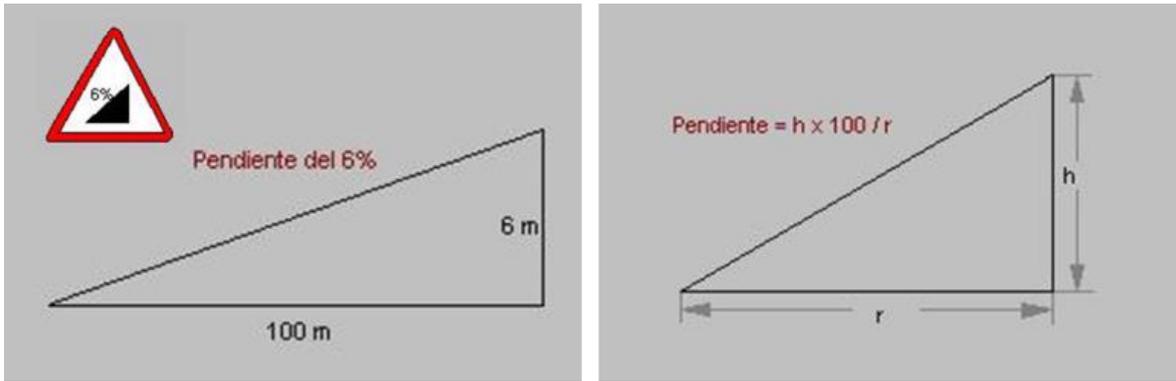


Ilustración 2. Pendiente por %.

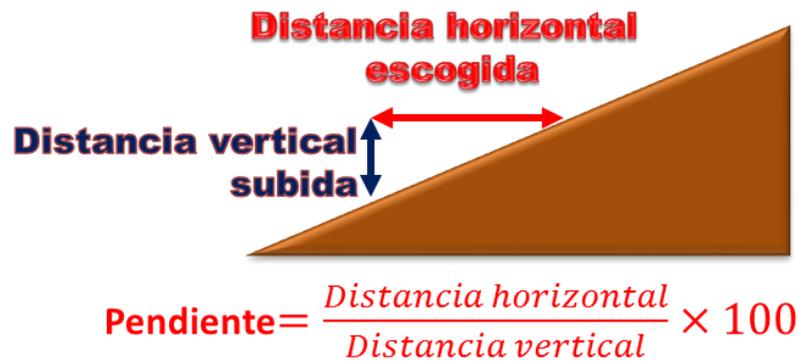


Ilustración 3. Calculo de pendientes por porcentaje.

- En grados. Partiendo de la horizontal, 0º, el ángulo que forma el plano de la ladera con este.



Pendiente.

Pendiente (%)	Angulo (°)	Descripción
0	0	Terreno Llano
3'5	2	Leve inclinación.
5	3	Máxima en vías férreas.
9	5	Pendientes grandes en carreteras generales
14	8	Pendiente fuerte en carreteras de montaña
21	12	Pendientes muy fuertes en carreteras de montaña
30	17	Cuestas fuertes en pistas forestales
50	27	Típica en senderos de montaña
70	35	Pendientes de montaña fuertes
100	45	Pendientes muy fuertes. Ocasionalmente se necesitaran las manos. Con nieve, equipo de alpinismo (piolet y crampones).
173	60	Requiere atención. Hay que trepar por terrenos rocosos. Puede requerir uso de cuerda. Con nieve se requerirá equipo de alpinismo.
373	75	Requiere técnicas de escalada.
inf	90	Pared vertical, sólo superable con técnicas de escalada de dificultad.

Correspondencia entre los formatos de pendiente (% y Angulo en grados).



Medición de pendiente mediante clinómetros.

La pendiente afecta a la altura de la llama y a su velocidad de propagación. Si los valores de las demás variables permanecen constantes podemos afirmar que a mayor pendiente mayor será la longitud de llama y la velocidad de propagación.

Este efecto que se da en fuegos que ascienden por una pendiente es generado por diferentes causas, entre ellas:

- Al inclinarse el terreno la llama estará más cerca de combustible adyacente, facilitando a su vez el paso a copas al disminuir la distancia con las llamas de superficie.
- El viento de ladera o/y la succión generada en el frente de llama por la convección del aire caliente hacen que la llama se tumbe hacia la ladera, acercando más a esta al combustible superior y por tanto generando una mayor longitud de llama.
- El aire caliente de la convección que evoluciona sobre la pendiente precalentando el combustible, junto a la mayor intensidad de la llama que se refleja en una mayor radiación, aceleran el proceso de pirolisis del combustible y por tanto la velocidad de avance del fuego.
- Otras causas que se pueden dar es el avance por pavesas y material incandescente arrastrado por el viento y la convección a puntos más adelantados que el propio frente del incendio.

También es posible que el fuego avance ladera abajo si dispone de combustible disponible a través de pavesas o material rodante ardiente, provocando nuevos focos que inducirán a nuevas carreras de fuego en dirección a la pendiente.



Foco por material rodante.

Los cambios en la pendiente modifican a su vez los efectos del viento en el incendio. Para pendientes con inclinaciones superiores al 20 %, cada aumento adicional del 20 % implica un aumento 1,5 km/h en la componente "ascendente" del viento.

- En pendientes del 20 al 40 %, se sumaría una componente ascendente de 1,5 km/h al viento al nivel de las llamas.
- En pendientes del 40 al 60 %, la componente ascendente es de 3 km/h.
- y para las pendientes de más del 60 % los vientos al nivel de las llamas aumentan en 4,5 km/h.

De esta manera, haciendo una aproximación, la relación entre la pendiente y altura de llama/velocidad de propagación sería la siguiente:

- 20-40 % de pendiente, dos veces la altura de llama y cuatro veces la velocidad de propagación.
- 40-60% de pendiente, dos veces y media la altura de llama y ocho veces la velocidad de propagación.
- 60-80% de pendiente 3 veces la altura de llama y 14 veces la velocidad de propagación.



Evolución agresiva de un frente ladera arriba.

Una de las mayores lecciones que debemos sacar de estos contenidos es el gran riesgo que supone trabajar por encima de un fuego en una ladera o vaguada, por lo tanto debe evitarse en lo posible.

Altitud o Posición respecto a la ladera

La temperatura y humedad cambian con la altura en las montañas y laderas, lo que influye en el combustible y por tanto en la velocidad de propagación de los incendios.

Las zonas más bajas suelen ser más secas debido a las temperaturas más altas y a la humedad menor que suelen tener. Y por tanto favorecen combustibles más secos y menos densos que a mayor altura lo que favorece la ignición y la velocidad de avance.

La parte superior al contrario suele tener temperaturas más bajas y mayor humedad, por lo que los combustibles tienden a estar más densos y húmedos, lo que favorece menores velocidades que

en la parte inferior. En carreras de fuego que se inicien en la parte inferior el efecto de la pendiente puede anular las características enumeradas al precalentar los combustibles pudiendo darse fuegos muy violentos y rápidos, dada la mayor carga de combustible.

En la parte intermedia suele darse una transición, influyendo sobre todo las condiciones locales del momento.

El factor que tratamos es muy influenciado por otros como los efectos locales, la orientación, los apantallamientos entre estructuras orográficas, por lo que solo es orientativo, debiendo siempre ser valorado bajo sus condiciones específicas.

REALIZAR COMO COMPLEMENTO LA UNIDAD 2 DEL S-290.