

LA DINÁMICA DEL INCENDIO FORESTAL COMO CONOCIMIENTO BASE PARA LA AUTOPROTECCIÓN Y LA SEGURIDAD EN ENTORNOS DE INCENDIO FORESTAL. CONCEPTOS BÁSICOS.

Cuando oímos el sonido de un tren simplemente con mirar a nuestro alrededor y ver que no nos encontramos dentro del trayecto de las vías entendemos que estamos seguros, *grosso modo* es lo mismo en los incendios forestales, si nuestros conocimientos son los suficientes como para saber que en nuestra situación estamos fuera de peligro, sentiremos que estamos seguros de la misma forma. Pero desgraciadamente en los incendios forestales el movimiento del incendio es más complejo que el del tren sobre su vía. Aun así, debemos de entender que la mejor medida de seguridad en incendios forestales es no estar donde no debemos, con esta simple cuestión no se necesitaría ninguna medida más. Pero para ello debemos poder predecir por donde y como se mueve nuestro tren.

En los módulos siguientes estudiaremos los factores básicos que determinan la evolución de los incendios forestales, pero antes de eso no debemos dejar de entender que nuestro objetivo: la predicción de la evolución de los incendios es realizada por nosotros, las personas, en el caso que nos ocupa. Esto nos debe hacer entender que al igual que si de un ordenador se tratase, si falla el estado de la maquina o su software (los programas), fallara la predicción. En nuestro caso si no disponemos de los suficientes conocimientos, no sabemos aplicar estos (no se dispone de la competencia), o física/psicológicamente estamos mal, el resultado será erróneo. Es por ello que el factor humano sea una cuestión fundamental, aunque no se desarrolle en este curso.

Las situaciones de cansancio, estrés, conflicto, presión por la responsabilidad, sentimientos (miedo, frustración, etc.), empeorarán la posibilidad de una buena predicción. Es por esto, que debamos entender que la valoración y desarrollo de una predicción es uno de los momentos más importantes para la seguridad en incendios forestales, actuando en consecuencia.

Las dificultades que iremos descubriendo a lo largo del curso dada la complejidad en las variables y sus interacciones, deben hacernos comprender que la predicción y control de la dinámica del incendio es una actividad que se inicia antes de llegar al incendio con la recogida de todos los datos posibles y debe continuar de manera constante hasta que hayamos salido del incendio.

Existe una norma internacional de seguridad en los incendios forestales ampliamente utilizada, denominada **OCEL o ampliada OACEL. Aunque no se centra en la dinámica del incendio, es una buena base de actuación segura, y por tanto, debemos conocerla y desarrollarla.**



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE



**COMITÉ DE LUCHA CONTRA
INCENDIOS FORESTALES**

PROTOCOLO OACEL

El protocolo OACEL (Observación, Atención, Comunicación, ruta de Escape y Lugar seguro) es un protocolo básico de seguridad para el personal de extinción que permite prevenir situaciones comprometidas. Este protocolo contempla de forma general las 18 Situaciones de atención y representa los componentes principales que dan lugar a las 10 Normas de combate. Originario de los Estados Unidos con la forma OCEL, el CLIF recomienda la incorporación del elemento Atención como una de las conclusiones obtenidas en la investigación del accidente mortal ocurrido en el incendio de Molinaferrera (León) en octubre de 2011.

Es un sistema proactivo, lo que significa que deben tomar la iniciativa quienes lo aplican, siendo responsables de conocer en todo momento su estado respecto a la seguridad, con objeto de modificarlo por sí mismos cuando sea necesario. La aplicación del OACEL implica una continua reevaluación de cada uno de sus cinco puntos, estableciéndose otros nuevos cuando hiciera falta.

Se debe aplicar en orden secuencial O-A-C-E-L. Es decir comenzar por cumplir con la Observación y continuar en orden hasta verificar la existencia del Lugar seguro. Si no se cumple con alguno de los puntos, seguir con las demás premisas del protocolo carece de valor.

▲ OBSERVACIÓN

Se debe conocer en todo momento el comportamiento del incendio forestal y cómo afecta, o puede afectar, a la posición de trabajo que ocupan los combatientes, sus rutas de escape y sus zonas de seguridad, ya sea por visión directa o ubicando un observador en un punto con suficiente visibilidad.

▲ ATENCIÓN

Se debe garantizar en todo momento una Atención continua a la evolución del fuego, tal que permita tener una conciencia real de la situación en la que se encuentran los combatientes. Mantener la Atención significa ser conscientes de los acontecimientos que están ocurriendo a nuestro alrededor y que pueden tener influencia en nuestro trabajo y seguridad. No basta con observar lo que ocurre, hay que ponerlo además en relación con el resto de factores que nos rodean y sus posibles consecuencias.

▲ COMUNICACIÓN

Se deben establecer y mantener en todo momento canales de comunicación entre el observador, estructura de mando y componentes del equipo de extinción. Esto es indispensable para garantizar la coordinación entre los medios y que sus acciones sean efectivas y seguras. El observador siempre ha de estar comunicado con todo el equipo, para avisar de cualquier novedad que suponga o pueda suponer un riesgo. Si las comunicaciones no están aseguradas durante las acciones de extinción se entra automáticamente en una situación de peligro.

▲ ESCAPE

Se debe establecer y mantener en todo momento una ruta de escape por la que abandonar de forma segura el lugar dónde se trabaja en el caso de que sea necesario, debido a cambios en el comportamiento del incendio. Dichas rutas de escape deben llevar siempre a un Lugar seguro. Las rutas de escape pueden cambiar según evoluciona el incendio y las operaciones de extinción, por lo tanto se deben reevaluar periódicamente y establecer nuevas rutas cuando sea necesario.

▲ LUGAR SEGURO

La ruta de escape siempre ha de llevar hasta una zona en la que no haya peligro de ser alcanzado por el fuego ni un calor radiante excesivo, que consideramos Lugar o zona segura. Deben ser zonas que permitan a un combatiente soportar el paso del fuego sin más medidas de protección que su propio EPI. Por ello deberán estar libres de combustible o combustible muy escaso, existiendo diversas posibilidades, tanto naturales como construidas. Las zonas quemadas donde no queda combustible disponible (sin potencial de retorno), son buenos lugares seguros. Tener un escape a una zona segura no es en absoluto una medida de seguridad suficiente si no se cumple con O, A y C, ya que tanto la ruta como la zona podrían verse fácilmente comprometidas.

RECUERDE SIEMPRE QUE USTED ES EL PRIMER RESPONSABLE DE SU SEGURIDAD

<http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/incendios-forestales/>

Si nos damos cuenta las tres primeras: **Observación, Atención, Comunicación** van encaminadas en gran parte a obtener continuamente información que nos capacite para entender la situación actual y futura del incendio, para de esta manera, poder seleccionar nuestra mayores herramientas de seguridad, una Ruta de Escape segura hasta un Lugar seguro. Si no somos capaces de entender la evolución del incendio, no seremos capaces de garantizar la ruta de escape y el lugar seguro, y por tanto estaremos en un nivel de riesgo inasumible, nosotros y las personas bajo nuestra responsabilidad.

Como es deducible de la norma anterior, sino se puede garantizar el OCELA no debemos entrar en la zona del incendio. Y si ya estamos en esta situación el garantizar el OCELA se convertirá en nuestra primera prioridad.

Esta norma no solo es válida para la extinción de incendios, sino que debe de cumplirse en cualquier situación dentro de los entornos de incendios forestales. Uno de los problemas que han existido en las evacuaciones ha sido la elección de una ruta sin garantizar el OCELA y por tanto sin garantizar su seguridad.



Ilustración 1. Un autobús lleno de guardianes de prisión se vuelca y queda atrapado por las llamas * Fuego arrasa con 300 hectáreas de terrenos. (<http://www.elnuevodiario.com.ni/internacionales/89391-incendio-forestal-israel-deja-menos-40-muertos/>)

Este tema es un constante problema en la emergencia por incendios forestales, evacuar o confinar, o dicho de otra manera, sacar a las víctimas del lugar de peligro (casas, urbanizaciones, etc.) o protegerlas en el lugar donde se encuentran, como se puede deducir la mayor variable a tener en cuenta es la de disponer de una ruta segura, hacia un lugar seguro. Y este tipo de decisiones se basan en el conocimiento sobre la posible evolución del fuego, sobre su dinámica.

MODULO I. CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE INCENDIOS FORESTALES

Para comprender la naturaleza de la combustión y con ello, del fuego y de los incendios, se necesita comprender aspectos físicos y químicos del mismo, así como su relación con la materia. Por ello vamos a ver algunas definiciones que utilizaremos

Fuego e incendio

Según la Real Academia Española:

- El término “**fuego**” viene definido como: “*Calor y luz producidos por la combustión*”.
- Y el término “**incendio**” como: “*Fuego grande que destruye lo que no debería quemarse*”.

El **fuego** es la *manifestación de un tipo de reacción química* y, por tanto, depende básicamente de la naturaleza química del combustible.

El **incendio** expresa de alguna manera *el comportamiento del fuego*, ya que depende del estado físico y la distribución del combustible, así como de su entorno.

La Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes, desarrolla en su art. 6 que “*un **incendio forestal** es el fuego que se extiende sin control sobre combustibles forestales situados en el monte*”.

Esta misma ley en su art. 5 la definición de **monte**: “*Todo terreno en el que vegetan especies forestales arbóreas, arbustivas, de matorral o herbáceas, sea espontáneamente o procedan de siembre o plantación, que cumplan o puedan cumplir funciones ambientales, protectoras, productoras, culturales, paisajísticas o recreativas*.”

Tienen también la consideración de monte:

- a) *Los terrenos yermos, roquedos y arenas.*
- b) *Las construcciones e infraestructuras destinadas al servicio del monte en el que se ubican.*
- c) *Los terrenos agrícolas abandonados que cumplan las condiciones y plazos que determine la Comunidad Autónoma, y siempre que hayan adquirido signos inequívocos de su estado forestal.*
- d) *Todo terreno que, sin reunir las características descritas anteriormente, se adscriba a la finalidad de ser repoblado o transformado al uso forestal de conformidad con la normativa aplicable.”*

Tipos de incendio

De manera esquemática podemos dividir los incendios según:

- El estado del combustible.
- Por su origen.

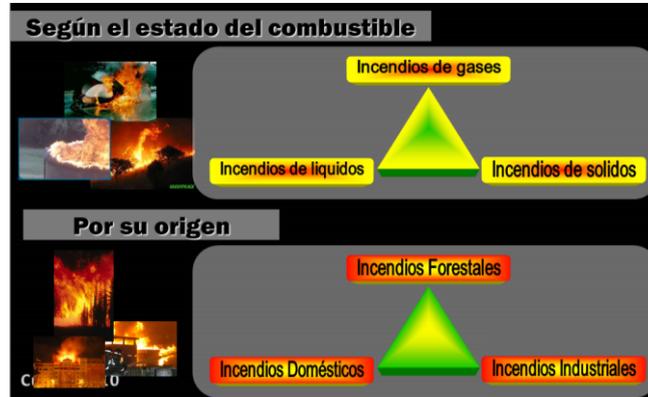


Ilustración 2. Tipos de incendio.

Cambios de estado

Es importante entender también como la materia en la naturaleza cambia de un estado a otro.

Para cualquier sustancia o mezcla, modificando sus condiciones de temperatura o presión, pueden obtenerse distintos estados o fases, estados de agregación de la materia. Estos poseen propiedades y características diferentes; los más conocidos y observables cotidianamente son cuatro, llamados fases sólida, líquida, gaseosa y plasmática. Tres de estos estados son comúnmente conocidos:

- **Sólido.**
- **Líquido.**
- **Gas.**

Debiendo incluir el **plasma** para el tema que tratamos.

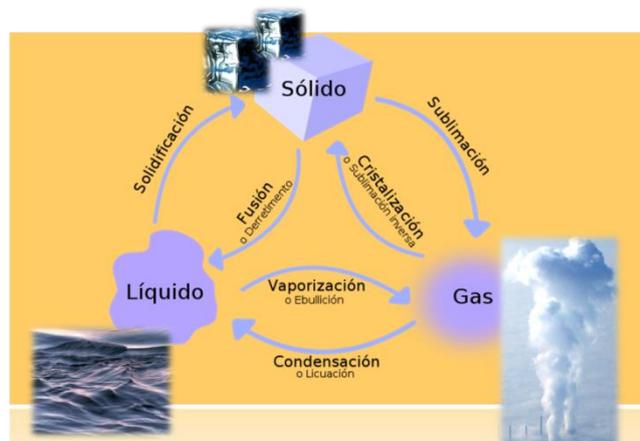


Ilustración 3. cambios de estado sólido-líquido-gaseoso.

Todos conocemos los tres estados incluidos en la imagen: **sólido**, **gas** y **líquido**, pero quizás el cuarto que hemos citado sea un poco más desconocido, el **plasma**, este lo podemos definir como “materia formada por moléculas o átomos disociados debido a las altas temperaturas, y para nuestros objetivos el ejemplo más práctico de plasma es el fuego.”

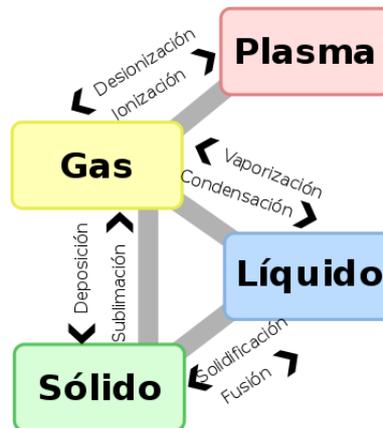


Ilustración 4. Cambios de estado sólido-líquido-gaseoso-plasma. (https://es.wikipedia.org/wiki/Cambio_de_estado)

Reacciones según efecto térmico

Una reacción química (cambio químico o fenómeno químico), la podemos definir como todo proceso termodinámico en el cual una o más sustancias (llamadas reactantes o reactivos), se transforman, cambiando su estructura molecular y sus enlaces, en otras sustancias, llamadas productos.

Las reacciones las podemos clasificar de diferentes maneras, pero para el tema tratado es interesante diferenciarlas por su efecto térmico. De esta manera, podemos dividir las en:

- Exotérmicas.
- Endotérmicas.
- Isotérmicas.

EXOTERMICAS	Son aquellas que producen un desprendimiento de energía (calor,...): COMBUSTIÓN
ENDOTERMICAS	Son aquellas que producen una absorción de calor: HIDRÓLISIS, SAL AMÓNICA+AGUA ,...
ISOTERMICAS	Son reacciones nulas

Ilustración 5. Tipos de reacción según su efecto térmico.

Combustión

Tal y como hemos visto en el apartado anterior, las reacciones exotérmicas son aquellas que producen energía, para el caso que nos ocupa nos centraremos en la combustión.

Partiendo de la teoría clásica, podemos entender la combustión como una reacción exotérmica de oxidación. Estas reacciones se dan de manera simplificada entre dos productos:

- Un **combustible** en fase condensada (sólida o líquida) o gaseosa, o en ambas a la vez.
- Un oxidante del combustible denominado **comburente**.

De manera general este tipo de reacciones desarrolla efectos de emisión de luz y calor.

Para nuestros objetivos es interesante ver dos tipos de combustión:

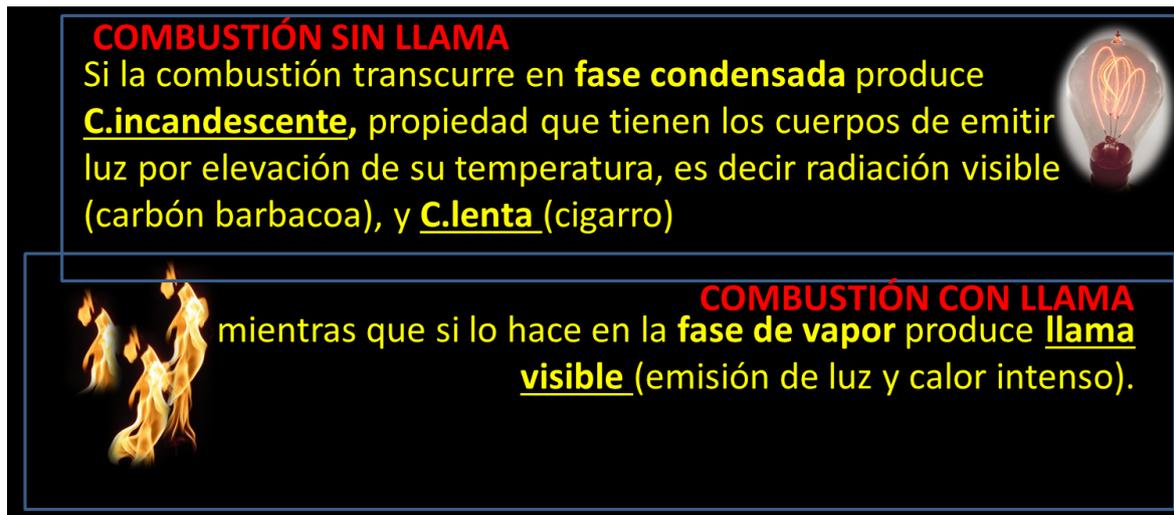


Ilustración 6. Tipos de combustión según la generación de llama.

Una vez visto lo anterior,

¿Qué estado de la materia (sólido, líquido o gaseoso) se quema cuando existe llama?

Ningún cuerpo arde en su masa o volumen, sino que **LO QUE SE QUEMA SON LOS VAPORES QUE SE DESPRENDEN AL ALCANZAR LAS TEMPERATURAS DE IGNICIÓN, INFLAMACIÓN O AUTOINFLAMACIÓN.**

Proceso de combustión de la madera

Desde la visión macroscópica, los combustibles en el entorno forestal se componen de bosques, arboles,..., junto a otras formaciones vegetales. Si observásemos a escala microscópica, el combustible principal que se da en los entornos forestales será la madera, y a la vez esta podemos observar que se compone de celulosa, hemicelulosa y lignina, entre otros componentes menores.

Son la celulosa, la hemicelulosa y la lignina las que intervienen mayormente en el proceso de la combustión en las zonas forestales que arden.

Debemos entender que el proceso de la combustión está influenciado por los componentes químicos de la madera, pero el comportamiento del incendio sobre el espacio dependerá no solo

de la composición química de la madera, sino que junto a esta se tendrá que tener en cuenta las características macroscópicas que afecten a la zona donde se esté dando el incendio (topografía, clima,...).

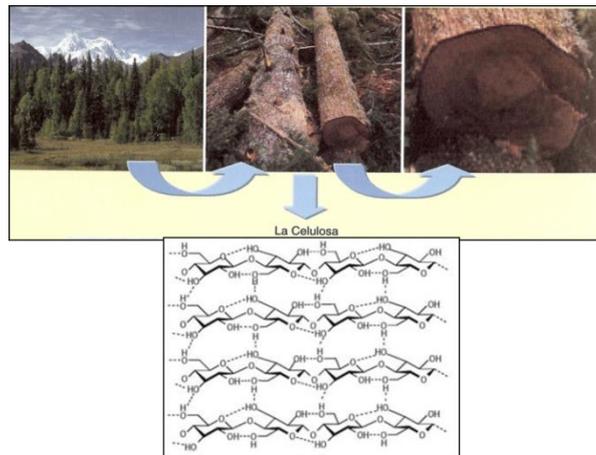


Ilustración 7. Imágenes de la celulosa como componente forestal (1).

Como complemento podemos observar la reacción química de combustión de la celulosa, componente principal de la madera:



Ilustración 8. Combustión de la celulosa.

Conceptos importantes



Ilustración 9. Aspectos relacionados con la Inflamabilidad (1).

A la energía que hace falta para que se inicie una reacción se le llama **energía de activación**.

Rango de Inflamabilidad. Rango de relación de combustible/comburente en el que puede inflamarse.

Límite inferior de Inflamabilidad. La menor concentración de combustible necesaria para inflamarse.

Temperatura de inflamación. Temperatura mínima a la cual se produce suficiente vapor para formar una mezcla que entre dentro del límite de inflamabilidad.

Temperatura de autoignición. Temperatura a la cual una sustancia inicia la combustión sin la presencia de llama.

Orientativamente para la madera podemos observar las siguientes relaciones importantes:

Mecanismo de transferencia de calor	Temperatura de la superficie de la madera (°C)	
	T. De inflamación	T. De autoignición
Radiación	300-400	600
Convección	450	490

Ilustración 10. Temperaturas de inflamación y autoignición según el mecanismo de transferencia de calor.

El proceso de combustión de la madera

En la imagen posterior podemos ver el proceso de combustión de la madera, debemos recordar que no es la parte sólida de la madera la que arde, y por tanto debe convertirse en gas antes de arder mediante la **pirólisis**¹, pero para que esto ocurra debe de evaporarse el agua/humedad que contenga. (Observar también el rango de temperaturas a las que pasan estos cambios en la parte inferior de la imagen).

Este proceso no es instantáneo como se puede entender, es necesario el paso por una serie de pasos, como se ha indicado:

1. Calentamiento previo (Deshidratación) en el que la madera sube de temperatura a los 100º, evaporando de manera gradual la humedad que contiene, en esta fase no se inicia la inflamación del combustible, no arde.
2. Una vez evaporada la humedad, el calor que sigue llegando al combustible, la madera, se utiliza para la descomposición de la madera sólida y la evaporación de las resinas u otros volátiles. Aun no arde.
3. Al llegar a una concentración suficiente del combustible vaporizado en la atmosfera ya es posible su inflamación por aporte de calor, siendo este momento el punto de ignición.
4. A partir del punto anterior, el propio combustible ardiente genera más calor, parte del cual produce un calentamiento del combustible aledaño acelerando el proceso de su combustión.
5. Una vez iniciada la combustión propiamente dicha, esta durará mientras que se mantenga un aporte en los cuatro factores de tetraedro del fuego.

¹ Descomposición química de materia orgánica y todo tipo de materiales, excepto metales y vidrios, causada por el calentamiento a altas temperaturas en ausencia de oxígeno... La pirólisis extrema, que solo deja carbono como residuo, se llama carbonización. <https://es.wikipedia.org/wiki/Pir%C3%B3lisis>



Ilustración 11. Etapas del proceso de combustión de la madera (1).

Gases de la combustión

GASES DE COMBUSTIÓN. Los gases de la combustión pueden ser definidos como aquellos gases que permanecerán cuando los productos de combustión son enfriados hasta alcanzar temperaturas normales.

FLAMA. La flama es el cuerpo visible y luminoso de un gas quemándose, volviéndose más caliente y menos luminosa cuando está mezclada con más cantidades de oxígeno. Esta pérdida de luminosidad es el resultado de una combustión más completa del carbono. Por esta razón, la flama está considerada como un producto de una combustión incompleta.

Diferencias entre combustión completa e incompleta	
COMBUSTIÓN COMPLETA	COMBUSTIÓN INCOMPLETA
<ul style="list-style-type: none"> -Mucho oxígeno -Humo blanco -Sin residuo -Llama azul -Produce CO₂ y H₂O 	<ul style="list-style-type: none"> -Poco oxígeno -Humo negro -Deja residuo negro (hollín) -Llama amarilla -Produce C, CO, CO₂ y H₂O

Ilustración 12. Diferencias entre combustión completa/incompleta.

HUMO. El humo es el producto visible de una combustión incompleta.

Triángulo/Tetraedro del fuego

Antiguamente se denominaba **Triángulo del fuego** a el conjunto de elementos necesarios para que se dé el fuego: **Comburente** (en nuestro caso el oxígeno de la atmosfera), **Combustible** y **Calor** (Energía de activación).

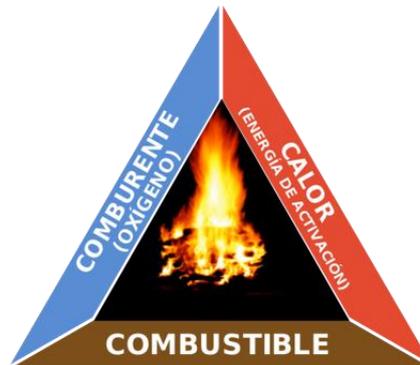


Ilustración 13. Triangulo del fuego.

Posteriormente dado que un combustible puede encenderse con una cierta energía de activación pero apagarse momentos después al no mantener la energía necesaria para que siga ardiendo, se incluyó a los tres anteriores la necesidad de una **reacción en cadena**, que mantenga la reacción y por tanto el fuego, pasando a denominarse **Tetraedro del fuego**, ya que el tetraedro es una figura formada por cuatro lados unidos.



Ilustración 14. Tetraedro del fuego.

Formas de transmisión del calor

La transferencia de calor es una de los procesos importantes en los incendios forestales, ya que podríamos decir que posibilita se mantenga la reacción en cadena que permite al incendio desplazarse.

Se manera genérica se definen tres formas distintas de transferencia de calor:

- Convección.
- Radiación.
- Conducción.

La convección

Este modo de transferencia de calor se produce a partir de dos mecanismos que se dan a la misma vez:

- **Difusión.** Aportado por la transmisión de calor de la zona caliente a la zona limítrofe, en el caso que nos ocupa de las zonas ardientes al aire que lo rodea por conducción. Esta transmisión se da cerca de la superficie de contacto, donde la velocidad del aire es baja.
- **Movimiento global del fluido.** La extensión de la capa de calor generada por difusión, y las diferentes densidades generadas por las diferencias de calor producen movimientos globales del aire que transportan a su vez el calor lejos de las superficies de las que partió.

Podemos imaginar estos dos efectos en el ejemplo de un cazo que colocamos con agua en el fuego:

- La base del cazo caliente aporta calor al agua que está justo en contacto con ella (difusión).
- La difusión cada vez calienta más cantidad de agua, la cual pierde densidad con respecto a la que se encuentra lejos del fondo del cazo. Al ser menos densa, “más ligera”, el agua caliente de la base, esta tiende a subir transportando el calor a la superficie, y en el ejemplo que nos ocupa del cazo, generando un movimiento circular al bajar el agua más fría, más densa, son las llamadas corrientes de convección.

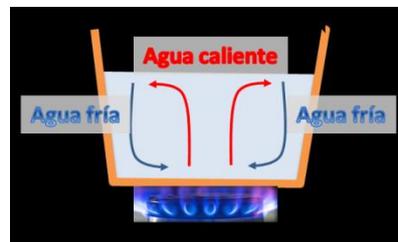


Ilustración 15. Corrientes de convección en un cazo con agua.

FORMAS DE TRANSMISIÓN DEL CALOR

Convección

Se compone de dos mecanismos:

- **Difusión:** debido al movimiento molecular aleatorio (conducción).
- **Movimiento global del fluido**

forex
Incendios forestales

Ilustración 16. Convección (1).

La transferencia de calor por convección se clasifica en función del tipo de flujo del fluido:

- Si el flujo es debido a influencia externa al propio inducido por el calor de la zona se denomina **convección forzada**. En caso de un incendio forestal por un viento que azote la zona.

- Si el flujo ascendente se debe al calor radiado por el elemento caliente, se denomina convección natural. Es el caso de un incendio que no tenga vientos, ni factores externos influyendo.

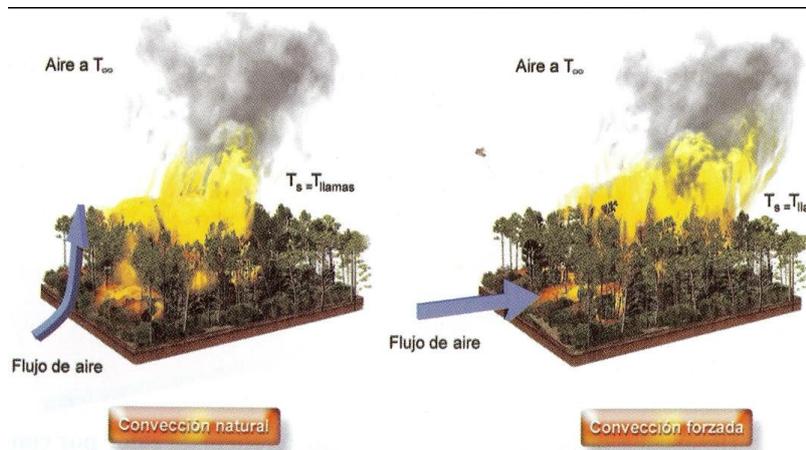


Ilustración 17. Tipos de convección en incendios forestales en función del flujo (1).

La convección es una de las principales líneas de transmisión de calor a tener en cuenta para la seguridad en los incendios forestales, por diferentes motivos:

- Transporta el calor más lejos que los otros sistemas de transmisión del calor, ya que el aire calentado es desplazado por los flujos a los que hemos hecho referencia, pudiendo precalentar los combustibles a su paso o ser peligroso por su temperatura aun alejado del frente de fuego. Un ejemplo de esto lo podemos ver si colocamos la palma de la mano encima de una llama, veremos que aun alejada nos llega a quemar, pero si la colocamos en el lado y recibimos el calor por radiación, nos daremos cuenta que podemos mantenerla más cercana sin quemarnos.
- Transporta a su vez al humo, los gases y las partículas desprendidas del incendio, lo que puede hacer una zona insegura y peligrosa aun a gran distancia del frente del incendio.

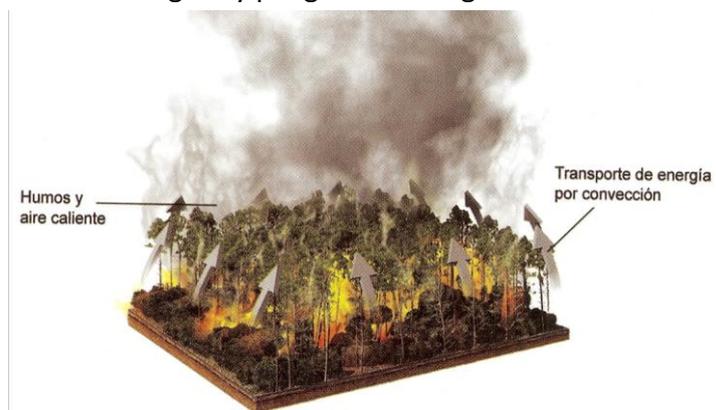


Ilustración 18. Calentamiento de copas por convección.

La radiación

Junto con la convección es el mecanismo que, en un incendio, transmite la mayor parte del calor.

Denominamos **radiación térmica o calorífica** a la emitida por un cuerpo debido a su temperatura, esta transmisión se realiza en forma de ondas electromagnéticas, por lo que no necesitan material alguno para desplazarse.

Una de sus características más importantes es que tiene una gran dependencia de la distancia, moderadas variaciones de la distancia al cuerpo caliente hacen descender mucho el calor que le llega.

La radiación en los incendios dependerá, de la distancia al frente de llama y de la longitud de la llama en este frente.

Algunos autores consideran que este mecanismo es el mayor responsable del precalentamiento de los combustibles en los frentes de fuego,

FORMAS DE TRANSMISIÓN DEL CALOR

Es el mecanismo responsable máximo del precalentamiento del combustible

Radiación

$$Q = \frac{E}{4 \pi d^2}$$

Q = Flujo de calor emitido (W/m²)
E = Flujo de energía emitido (W)
d = distancia entre la fuente emisora y el receptor (m)




Ilustración 19. Radiación (1).

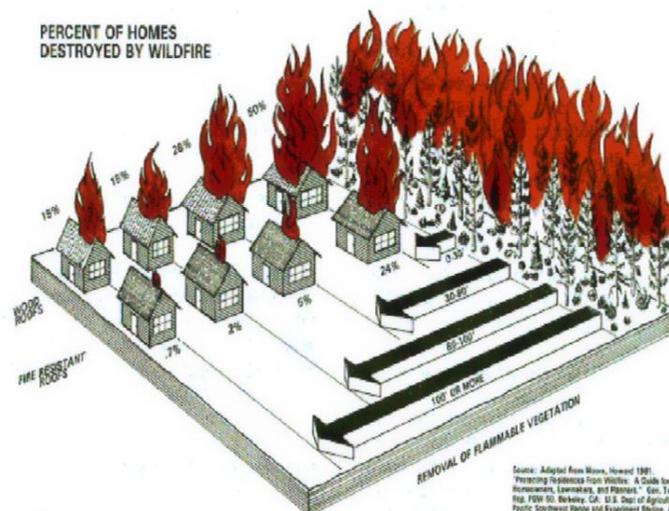


Ilustración 20. Efectos de la radiación en un incendio según la distancia.

Normalmente en los incendios forestales ha de tenerse en cuenta todas las formas de transmisión del calor, siendo importante la conjunción que se da entre convección y radiación para algunas situaciones en los valles cerrados.



Ilustración 21. Efecto conjunto radiación-convección (1).

La conducción

Transferencia de energía de las partículas más energéticas a las menos energéticas de una sustancia o medio, por la interacción entre ellas.

Sería la que se daría entre las moléculas de un mismo combustible (tronco, rama, etc.). De esta manera para nuestra seguridad la conducción la podemos evitar tocando los materiales en combustión o si lo hacemos que sea con protección (guantes, etc.).

Algunos autores consideran las pavesas o los focos secundarios por objetos incandescentes o ardientes parte de la conducción.

Pavesas y Material rodante

Ya sea considerados formas de transmisión dentro de la conducción o fuera de las formas de transmisión del calor, existen dos fenómenos que se dan en los incendios que son participes en su evolución, son:

- Las pavesas. Son partículas pequeñas y ligeras de materia inflamada que se desprende de un cuerpo en combustión, pudiendo viajar en los flujos de aire/humo largas distancias, que pueden producir el inicio de un foco secundario en el incendio.



Ilustración 22. Las pavesas como forma de transmisión del calor (1).

- Material rodante. Son materiales ardientes que por efecto de la pendiente pueden desplazarse del frente o interior del incendio a una zona en la que el incendio todavía no ha llegado.



Ilustración 23. Material rodante como forma de transmisión de calor.

Ambas formas de extender el frente de fuego son muy peligrosas para el personal actuante en la extinción de los incendios forestales al poder quedar atrapados entre dos frentes de fuego, muchas veces sin saberlo, pudiendo cerrar las rutas de escape previstas por seguridad (OCELA).

Partes de un incendio forestal

Es importante comprender para situar las partes de un incendio que se debe orientar el incendio **de cola**, zona de donde viene el viento o más baja en la ladera, en donde el incendio evoluciona más lento, **a cabeza**, zona hacia donde se dirige el incendio (frente del incendio en la imagen), quedando así un flanco derecho y uno izquierdo que unen por cada uno de los lados cabeza y cola.

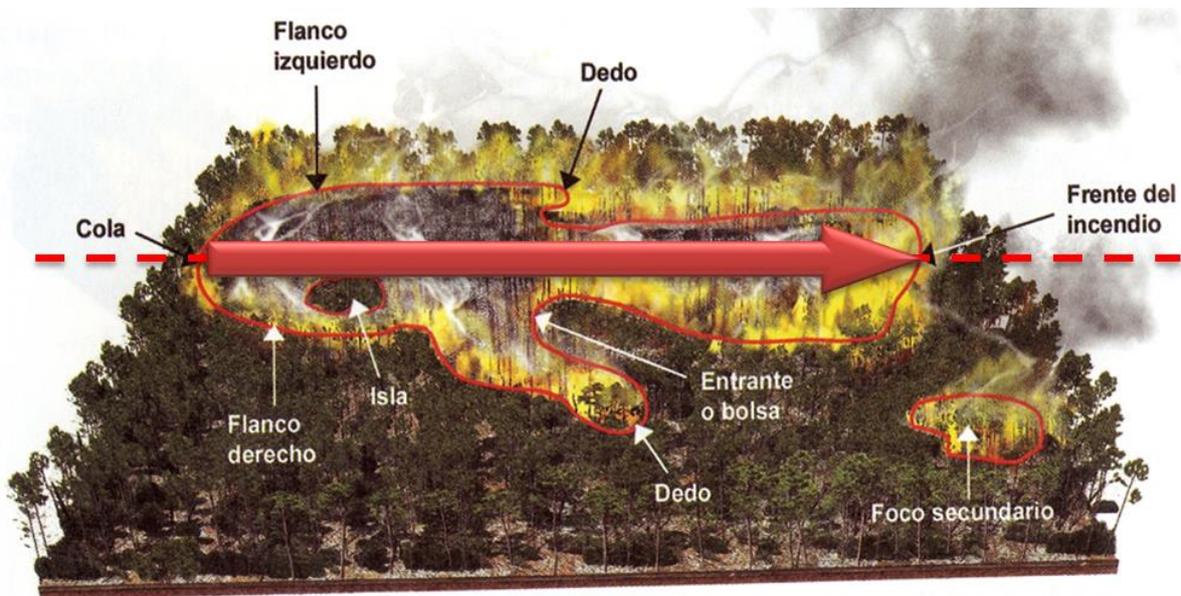


Ilustración 24. Partes de un incendio forestal (1).

Así podemos definir los siguientes conceptos:

- **Cabeza.** Es la parte más activa del incendio, pudiendo darse en incendios a partir de cierta entidad varias cabezas.
- **Flanco.** Son las partes del perímetro del incendio que unen la cabeza con la cola.
- **Cola.** Parte del incendio opuesta a la cabeza. Es la parte que suele quemar más lentamente.
- **Focos secundarios.** Zonas de fuego apartadas del fuego principal, normalmente producidas por pavesas, material rodante,...
- **Dedo.** Lengua de fuego que avanzando más que el flanco al que pertenece adquiere forma de dedo o saliente.
- **Isla.** Zona dentro del incendio que queda sin quemar "a modo de isla verde".
- **Entrante o bolsa.** Zona sin quemar que queda entre diferentes dedos o estos con los flancos.

Tipos de incendio

Normalmente se clasifican los incendios según el combustible que está ardiendo en función de su situación espacial: bajo el suelo, en la superficie, en alto (copas de los árboles), de esta manera nos encontramos fuegos de:

- **Subsuelo o de suelo.** Este tipo de incendio se propaga por la materia orgánica que se encuentra bajo el suelo, suele ser raíces y materia orgánica en descomposición. Al disponer de poco oxígeno, por estar enterrada, suele tener una combustión incandescente y pocas veces da presencia de llama.

Estos fuegos son complicados ya que son difícilmente detectables (humo saliente del suelo, calor residual, etc.), y peligrosos por diferentes motivos: pueden provocar fuegos de superficie al ascender, generan huecos en los que es posible caer, etc.

La única manera de detenerlo de manera fiable es generarle zanjas hasta suelo mineral que delimiten su zona de expansión. Es importante entender que en algunas zonas el grosor de la capa orgánica puede ser de varios metros, por ejemplo en las turberas.



Ilustración 25. Imagen de incendio de subsuelo (1).

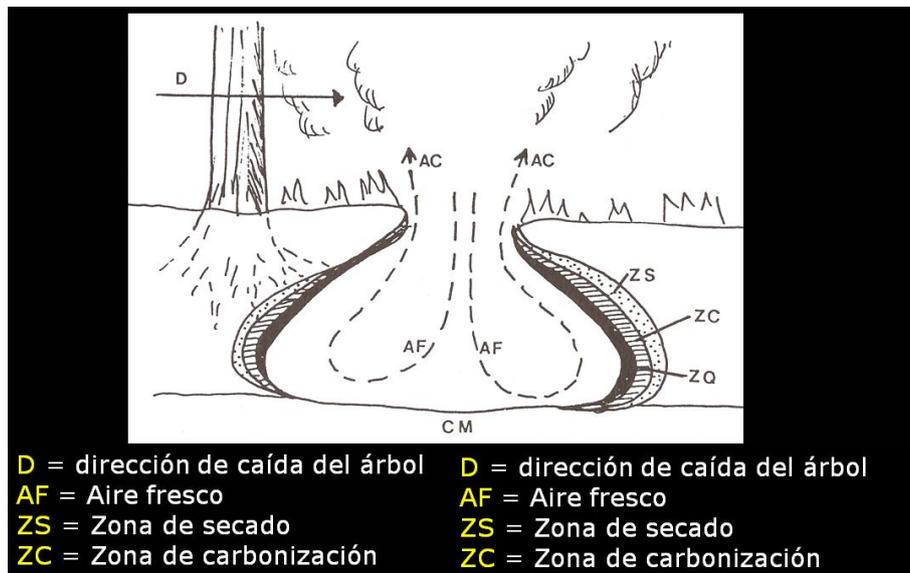


Ilustración 26. Partes de un incendio de subsuelo en turba.

- **Superficie.** La propagación del combustible se da por la vegetación que encontramos más cercana al suelo (hierbas, matorral, troncos y ramas caídos, ...)



Ilustración 27. Tipos de incendio de superficie (1).

- **Copas.** El fuego utiliza las coronas de los árboles para avanzar. En este podemos ver diferentes comportamientos:
 - **Antorcheo.** El fuego pasa de superficie a copas de manera puntual solo a uno o unos pocos arboles cada vez, sin continuidad.
 - **Copas pasivo.** El fuego de copas se da conjuntamente con el de superficie, siendo el fuego de superficie el que aporta la energía de avance, sin este el fuego de copas no se daría.
 - **Copas activo.** El fuego avanza por las cimas de los arboles sin estar unido a un fuego de superficie. Este tipo de incendios suelen estar unidos a vientos importantes y una densidad de las coronas significativa. Siendo una forma de incendio que se da normalmente en los denominados Grandes Incendios Forestales (GIF), aunque no exclusivamente.



Ilustración 28. Tipos de incendios de copas: De copas pasivo y de copas activo (1).



Ilustración 29. Tipo de incendio de copas. Incendio de copas independiente (1).

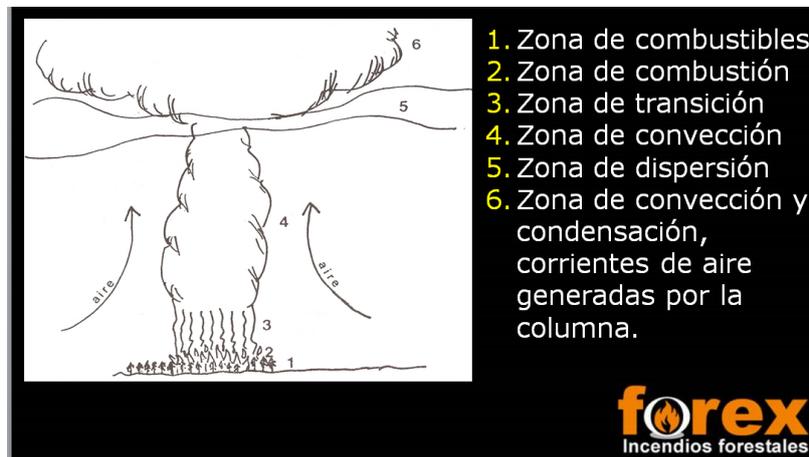


Ilustración 30. Partes de la columna de convección de un incendio de copas.

A su vez es posible clasificar los incendios según el factor principal que lo dirige:

- Combustible.
- Topografía (topográfico).
- Viento.

Factores que rigen el comportamiento del incendio

La dinámica del incendio forestal nos ha venido determinada por tres factores principales históricamente, el triángulo del comportamiento, compuesto por:

- **La meteorología.** La cual influye en el comportamiento del incendio de diferentes formas: Humedad relativa, Temperatura o/y viento, siendo este último uno de los principales factores que nos determina el tipo de incendio que se dará.
- **Topografía.** Los elementos más importantes mediante los cuales la topografía determina la evolución del incendio suelen ser, la orientación al sol, la rugosidad del terreno y la pendiente, siendo esta la más influyente normalmente.

- **Combustible.** Siendo importante en este la humedad del combustible y la carga (cantidad de combustible), definiendo la carga la intensidad del frente de llama.

Entendiendo que estos tres factores están interrelacionados, todos influyen entre sí, se construyó de manera nemotécnica lo que se ha llamado el triángulo del comportamiento.



Ilustración 31. Triángulo del comportamiento del incendio forestal.

Este es el concepto base y por tanto, podríamos decir, el más importante para entender la dinámica del incendio forestal. No solo los tres componentes sino la interrelación que estos dan sobre el incendio forestal.

Algunos autores, al igual que pasa con el triángulo /tetraedro del fuego, introducen un factor más denominando al conjunto tetraedro del comportamiento. Este nuevo factor es el denominado **Ambiente de fuego.**

Este factor, ambiente de fuego, nos lo encontramos en los GIF (Grandes Incendios Forestales), son las condiciones que el propio incendio genera sobre las condiciones meteorológicas (temperatura, humedad relativa y ambiente de fuego), que pasan a ser las más importantes en la dinámica del incendio o al menos a influir de manera determinante en esta.

Dado que estamos en un curso de iniciación, nos centraremos en la importancia del triángulo del comportamiento, analizando sus factores en los próximos temas.