

LENGUAJE DEL SISTEMA DE PREDICCIÓN DE CAMPBELL

Este sistema **nos permite anticiparnos** al comportamiento futuro del incendio, siendo una ayuda muy potente para el análisis de la emergencia por fuego forestal. Además, cuando se aplica correctamente, **permite el entendimiento entre Puesto de Mando Avanzado (PMA) y las diferentes unidades**, (es por tanto también un lenguaje). De nada servirá que el análisis sea bueno si los jefes intermedios no lo pueden o no quieren aplicarlo (incomprensión del analista). **Este sistema bien integrado puede ayudar a reducir la conocida “falta de coordinación” tan mencionada en muchos incendios.** La implantación del sistema requiere tener en cuenta dos cuestiones importantes:

a) Para integrarlo se requiere una inversión importante en **formación** del personal,

b) Se requiere un periodo de **tiempo** para su adaptación. Es muy recomendable la realización siempre de un análisis posterior (y su evaluación crítica) de cada incendio, con el objetivo de hacer una puesta en común de conocimientos y corregir aquellos errores subsanables.

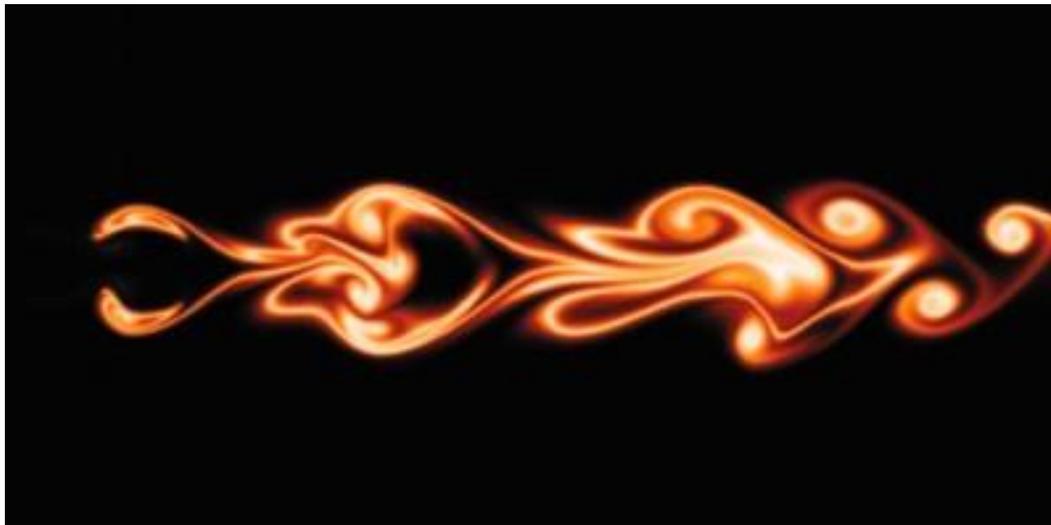
FACTORES BÁSICOS DE LA PROPAGACIÓN

Los factores básicos que afectan al comportamiento del fuego **pueden ser múltiples**. El famoso tetraedro del comportamiento no es más que una simplificación. Pero **realizar un análisis con más variables resulta muy complicado para el combatiente, máxime cuando la situación en la que se realiza en ocasiones es bajo mucha presión y estrés**, al trabajar en el incendio. Además, se suma a esto la **imperante necesidad de decidir que maniobras ejecutar a la llegada al incendio, cuando todavía sabemos poco sobre él**.



El sistema generado por el Analista Douglas Campbell **permite adaptar a nivel de campo este tetraedro** de forma cómoda, al establecer **alineaciones de factores o de fuerzas.**

Trabajaremos principalmente con tres variables,
PENDIENTE, VIENTO Y COMBUSTIBLE, y teniendo muy en cuenta la cuarta que es el **AMBIENTE DE FUEGO**



A) COMBUSTIBLE – ORIENTACIÓN

La orientación del combustible en la pendiente respecto a la radiación solar, indicando cuando éste (el combustible) estará frío y cuando caliente. De hecho, **la radiación solar interviene en la humedad ambiental en superficie y por tanto, en la disponibilidad del combustible.** La orientación tiene incidencia directa sobre:

- ✓ LA TEMPERATURA DEL COMBUSTIBLE
- ✓ EL TIPO DE VEGETACION
- ✓ METEOROLOGÍA



A la izquierda del cauce, la solana generó una carrera con mayor longitud de llama que en la margen derecha y mayores daños al arbolado, como se aprecia por sus efectos, este patrón es observable también en el barranco contiguo.

USO DE LAS CURVAS HORARIAS DE CALENTAMIENTO

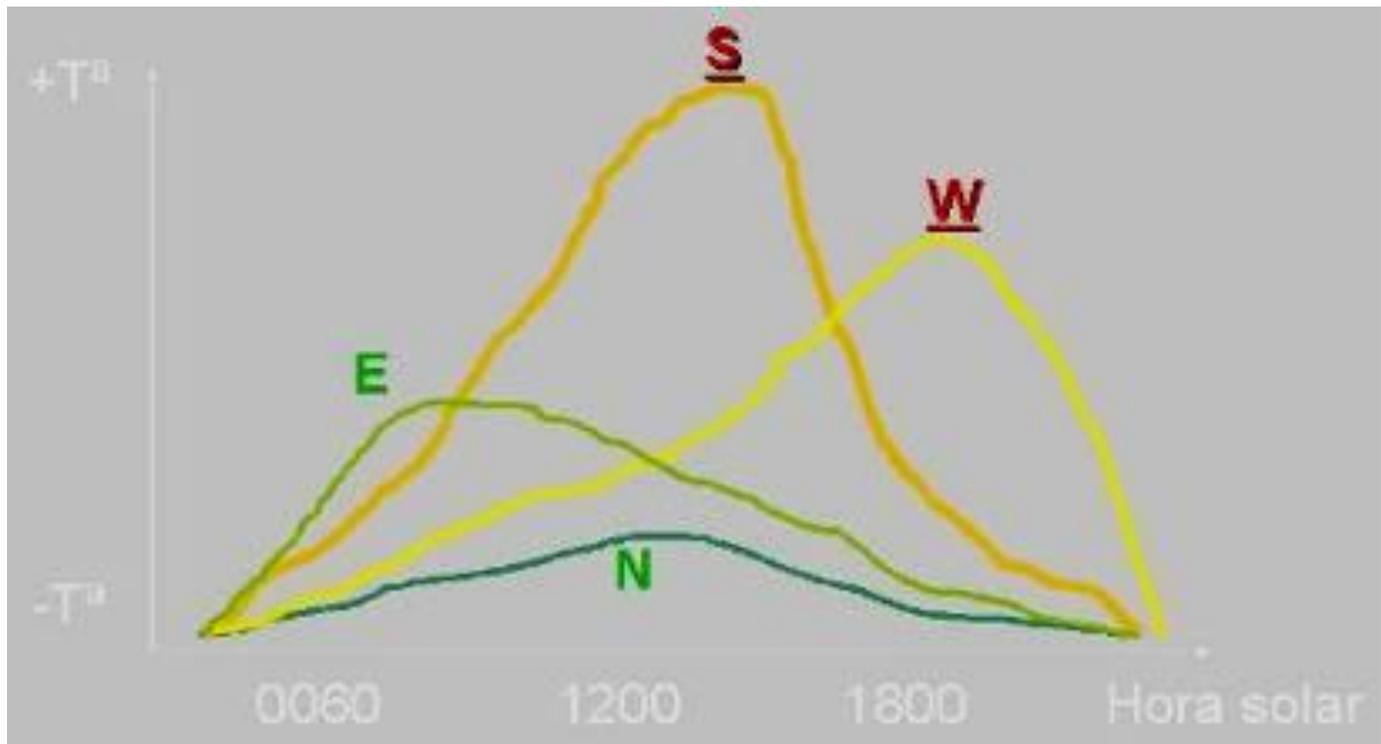
Uno de los aspectos más importantes que incorpora el Sistema de Predicción Campbell Language (CPSL) es que usa constante y acertadamente la clásica **gráfica de curvas horarias** (Figura). En ella, **se describe la influencia de la radiación solar sobre las cuatro exposiciones básicas**. En abscisas se establecen las horas solares y en ordenadas el calentamiento del combustible. Se observan 4 curvas para cuatro exposiciones, con cuatro picos que corresponden con:

- ❑ Exposición **ESTE** se calienta a partir de la salida del sol, coincidiendo su máximo calentamiento con las 9:00 horas solares (retrasada 1 hora-invierno o 2 horas-verano con la hora oficial) .

❑ Exposición **SUR**. Según asciende el sol de media mañana hacia su cenit se empieza a calentar, al incidir su radiación cada vez más directamente sobre el combustible. A las 13:00 horas solares esta exposición alcanzará su máxima temperatura (un poco después de recibir la máxima radiación incidente a las 12 solares). El pico de la exposición sur, en comparación con las otras exposiciones, es más alto, se calienta más.

❑ Exposición **norte** sufrirá un calentamiento, aunque mucho más moderado (el menor de todos) cuyo pico corresponde al mediodía solar.

❑ Exposición **oeste** la más caliente, con un máximo a las 18:00 h. Se ha ido calentando por el ambiente durante el día y además a estas horas sufre la radiación directa. Nótese que su pico (máximo) de calentamiento es mayor que el del este aunque la radiación solar directa acumulada que recibe a lo largo del día es igual en ambas exposiciones (este y oeste)



Curvas horarias de la temperatura del combustible. En abscisas, la hora solar (no es la misma que la del reloj) y, en ordenadas, la temperatura del combustible. Cada curva corresponde con el calentamiento de cada orientación

B) PENDIENTE

Es una fuerza importante al favorecer el ascenso a velocidad mayor del frente del incendio y poner los materiales combustibles más cerca de la radiación necesaria para comenzar a arder. En pruebas de laboratorio, se llegan a medir diferencias de velocidad del orden de 20 veces superiores en el ascenso que en el descenso



***Al fondo la
cabeza de
incendio en
contraste con
la cola en
primera línea
de imagen***

C) VIENTO

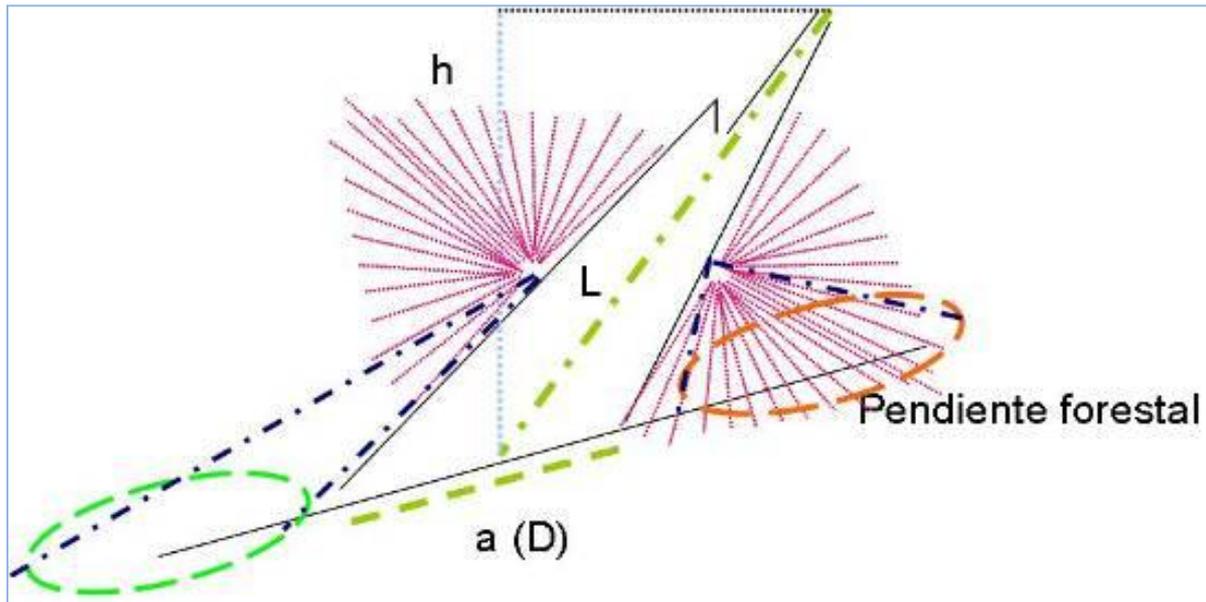
El viento contribuye a la propagación del frente cuando está a favor (alineado) mediante la aceleración de todo el proceso de combustión.



Esquema de una llama en una pendiente forestal. Se propaga ladera arriba más rápidamente que hacia abajo por dos razones:

- la llama inclinada y más próxima al suelo por delante, radia desde cada uno de sus puntos con más eficacia al combustible del suelo por arriba que por abajo (menor distancia),
- incidiendo más perpendicularmente y por tanto el sector circular radiado es mayor en grados cuando asciende (unos 85°) que cuando desciende (unos 25°) según se ve en los ángulos que forman las líneas azules del dibujo.

(L, longitud de la llama, h, altura de la llama, a (D) ancho de la llama)





casi tres horas de iniciarse el incendio

forex
Incendios forestales

Escala de Beaufort

Beaufort	Nombre	Nº de		
		Velocidad	Descripción	
		km / h	m / s	
0	Calma	0 - 1	0,0 – 0,3	El humo sube verticalmente
1	Aire ligero	1 - 5	0,3 – 1,5 lentamente	El humo se extiende
2	Brisa suave	6 - 11	1,5 – 3,0	El viento se nota en la cara y hace mover las hojas de los árboles
3	Brisa ligera	12 - 19	3,0 – 5,5	Las hojas, los brotes de los árboles se mueven y las banderas.
4	Brisa moderada	20 - 28	5,5 – 8,0	Se levanta polvo y vuelan papeles. Las ramas se mueven.
5	Brisa fresca	29 - 38	8,0 – 10,5	Los árboles jóvenes de balancean.
6	Brisa fuerte	39 - 49	10,5 – 13,5	Se mueven los árboles grandes y silban los cables eléctricos.
7	Viento moderado	50 - 61	13,5 – 17,0	Los árboles grandes se balancean. Difícil para avanzar contra viento
8	Viento fuerte	62 - 74	17,0 – 20,5	Las ramas se rompen y caminar cara al viento no es posible.
9	Ventada	75 - 88	20,5 – 24,5	Árboles caídos y pequeños destrozos en casas.
10	Viento muy fuerte	89 - 101	24,5 – 28,5	Árboles descalzados y viviendas dañadas
11	Viento huracanado	102 - 120	28,5 – 33,5	
12	Huracán	+ 121	+ 33,5	

LÓGICA DE CAMPO

El CPSL es sencillo de operar con los factores básicos de propagación del fuego comentados: orientación, viento y pendiente. El sistema singulariza estos elementos (causales) responsables del cambio de comportamiento del fuego

Esta lógica se basa en el sistema de **ALINEACIÓN DE FUERZAS**, entendiendo como tal el grado de coincidencia favorable o desfavorable respecto a la parte o sector del incendio observado de los tres factores ya mencionados, o más factores si desdoblamos alguno de ellos. Por ejemplo, podemos desdoblar el calor de combustible, o “Combustible – Orientación”, en modelo de combustible y exposición. O bien podemos añadir alguno más; por ejemplo cubierta de nubes o no de cada ladera, antecedentes de lluvia, presencia de rocío, etc.

Primeramente **se procede a aislar un frente** determinado, por ejemplo un flanco o la cabeza, para el análisis. A continuación **se analiza que factores están a favor y por tanto alineados para ese comportamiento.** Las predicciones de cambio de comportamiento pueden hacerse observando la fuerza y la alineación que esos factores tomarán al paso del frente. Por ejemplo: si dejan de estar alineadas, la intensidad disminuirá. Cuando se realiza el proceso de análisis se deben a su vez evaluar las zonas que se van a alinear al paso del frente en estudio

Tabla 6: Opciones posibles para la alineación de fuerzas.

FACTOR	A FAVOR (+)				EN CONTRA (-)			
	VIENTO	+	+	+	-	+	-	-
PENDIENTE	+	+	-	+	-	+	-	-
ORIENTACIÓN	+	-	+	+	-	-	+	-
ALINEACIÓN	plena	media	media	media	poca	poca	poca	nula
	3/3	2/3	2/3	2/3	1/3	1/3	1/3	0/3



Campbell Prediction System Language (CPSL):



-  Carreras principales
-  Carreras topográficas

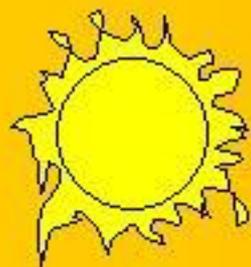
- Pendiente si/no
- Exposición si/no
- Viento si/no

- 0/3 fuera de alineación
- 1/3 poca alineación
- 2/3 media alineación
- 3/3 plena alineación



UL-UFF

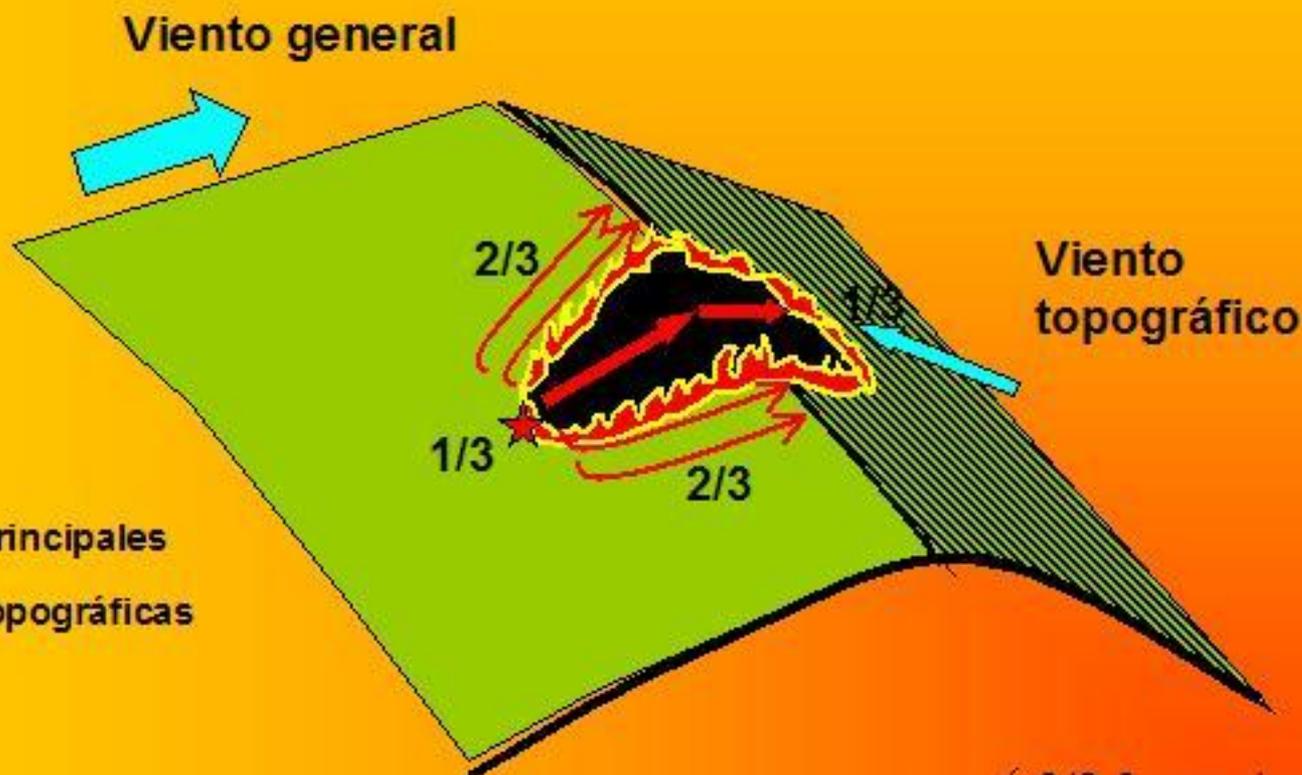
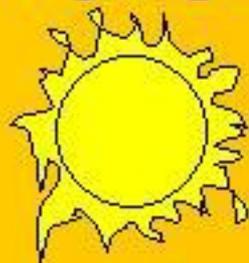
Campbell Prediction System Language (CPSL):





UL-UFF

Campbell Prediction System Language (CPSL):

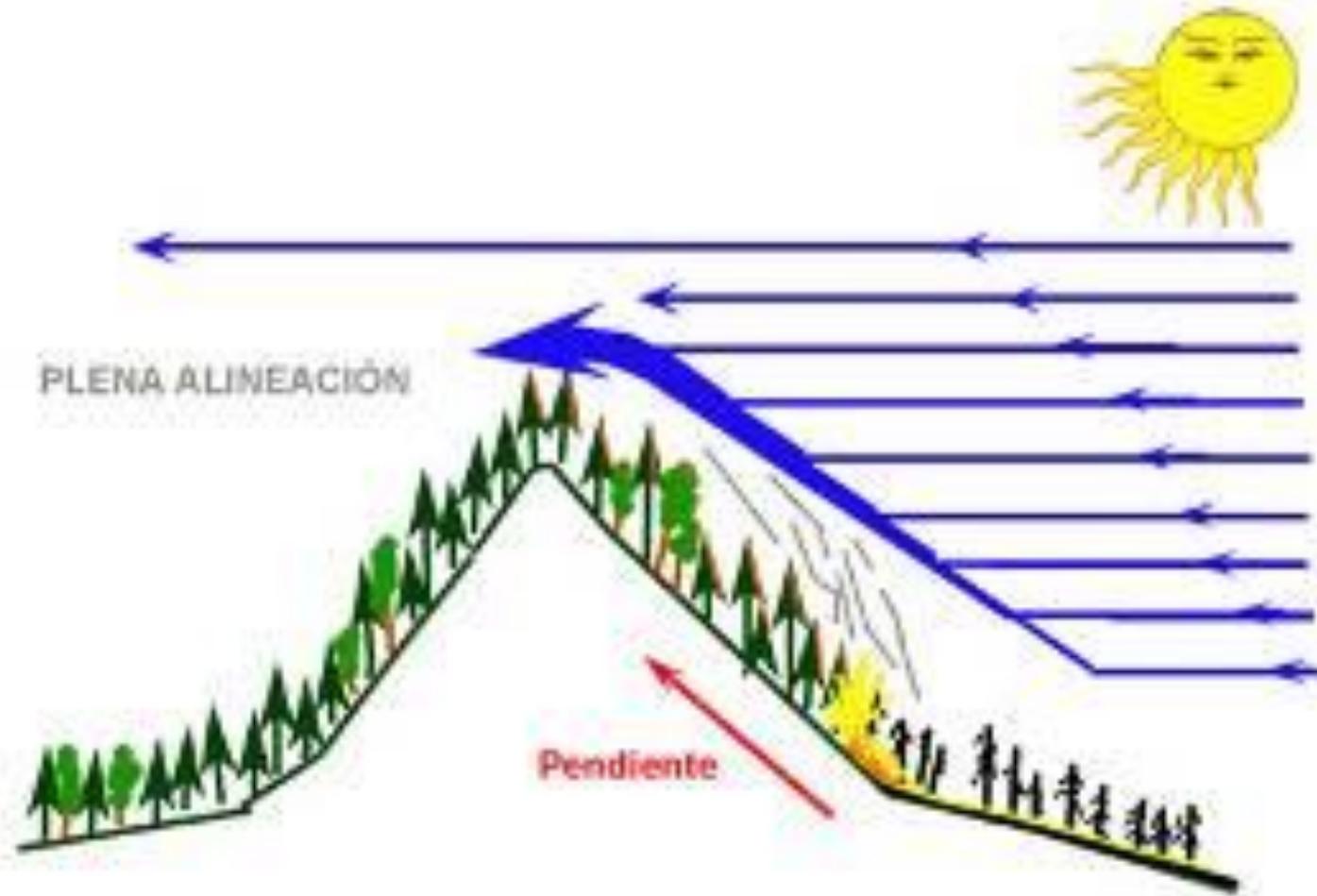


-  Carreras principales
-  Carreras topográficas

- Pendiente si/no
- Exposición si/no
- Viento si/no

- 0/3 fuera de alineación
- 1/3 poca alineación
- 2/3 media alineación
- 3/3 plena alineación

Sobre la alineación que se observe se deben identificar valores que cuantifiquen el comportamiento del incendio como la **LONGITUD DE LLAMA** o la **VELOCIDAD DE AVANCE**. Esto permite determinar, para esa alineación, si se está dentro o fuera del umbral de control. Además, podemos incorporar factores como la convección y su potencial emisor de pavesas o la capacidad de paso a copas. Aparte, **ESTOS VALORES OBSERVADOS SERVIRÁN EN FASES POSTERIORES SI EL DESARROLLO DEL INCENDIO PASA POR ALINEACIONES SIMILARES PARA EXTRAPOLARLOS Y POR TANTO ANTEPONERSE**



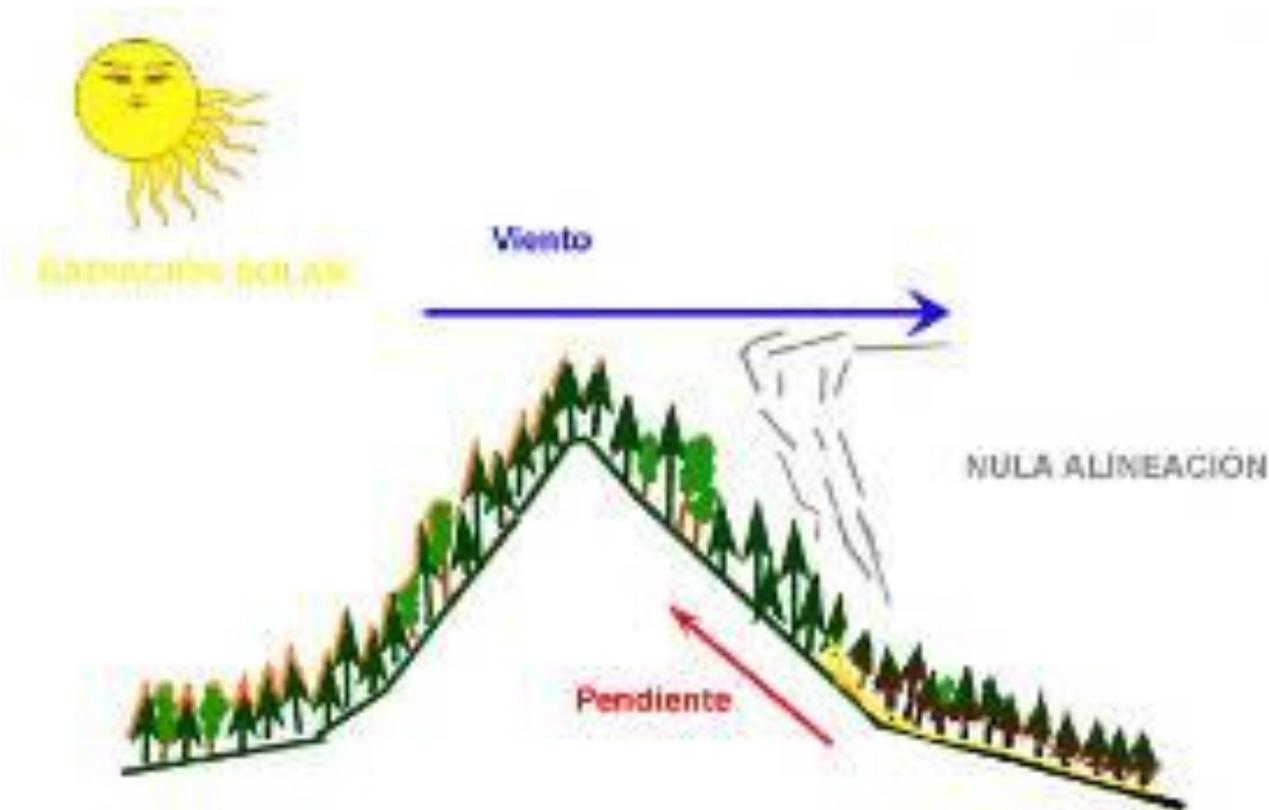
Carrera en plena alineación, pendiente, combustible caliente y viento



Si tenemos la misma situación pero con viento en contra, del oeste, será **media alineación** o “está en **2/3**”. Se observará como la columna de humo asciende inicialmente la ladera para luego, a más altura, al verse expuesta al viento general, tumbarse en su misma dirección

En inicio el incendio presenta alineación ladera-combustible caliente (lo que genera potencia convectiva) y un viento general en contra que tumba la columna, cuando esta supera la cresta, sobre la parte baja del incendio lanzando focos secundarios que comprometían seriamente las operaciones iniciales de contención por los flancos desde atrás



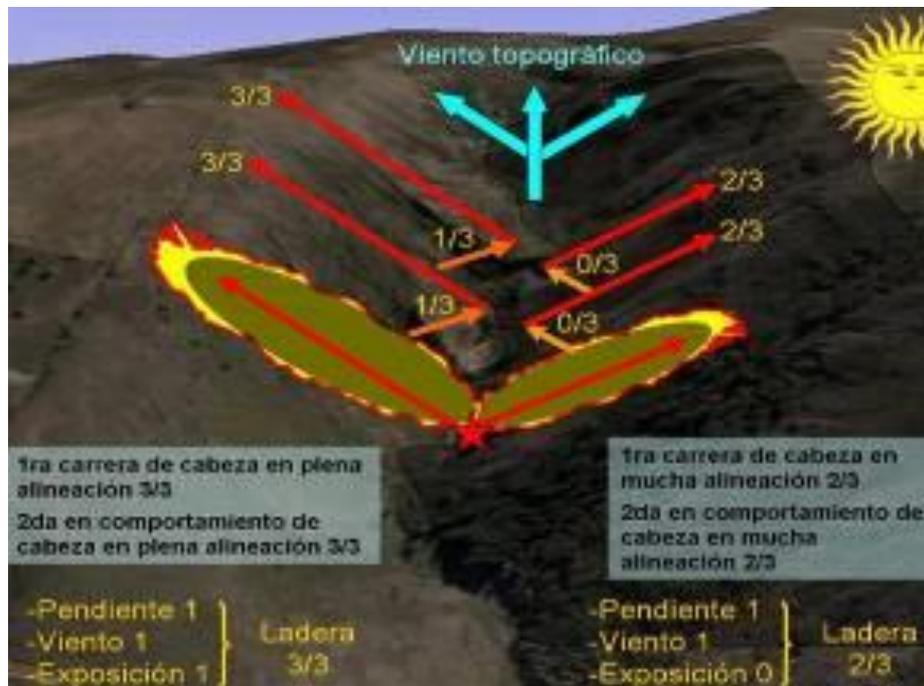


Otra cosa es lo que ocurrirá al pasar la cresta, pasará a 1/3 o combustible caliente. Si el viento importante, se podría generar un contraviento como se explicó en el apartado 3.3. que potenciaría al ascenso.



Si por el contrario el frente principal ha superado ya la cresta y comienza a descender en contra de viento la ladera fría a las 18:00 h (combustible frío), estamos en **nula alineación, 0/3**. El frente para avanzar debe **bajar** una pendiente a **contraviento** y en **combustible frío (alineación, 0/3)**.

Por último, podemos hacer más complejo el desarrollo del análisis al comprobar como **en ocasiones no todos los factores tienen el mismo peso en el análisis de alineación de fuerzas**, moviéndose en unos rangos más o menos amplios. Por ejemplo, con pendientes muy escarpadas (incendio topográfico) el viento y la radiación pueden apenas hacerse notar cuando están a favor frente al factor pendiente, que es quien domina. Lo mismo con un incendio conducido por un viento muy fuerte en una zona con poca pendiente, expuesta o incluso en sombra, el fuego puede llegar a regirse en exclusividad por el viento. En las Figuras se describe la alineación de fuerzas sobre un barranco con insolación en una sola ladera y reposicionamiento continuo del flanco izquierdo. En este caso no se le ha dado excesivo valor al viento en el cauce.



Propagación topográfica en el que se observan las diferentes alineaciones de fuerzas

CARRERAS POTENCIALES Y PUNTOS CRÍTICOS

Si las **carreras de un incendio** las definimos como las superficies y distancias recorridas por un frente en plena o media alineación (por ejemplo la cabeza o el flanco izquierdo), **las carreras potenciales serán las que se desprenden del análisis previo.**

Los cambios de alineación se corresponden con **puntos de inflexión**. El incendio al llegar a ciertas zonas cambia de comportamiento porque se pierde o se gana uno de los factores de causa comentados (se pierde o se gana alineación). *Si el cambio es a peor, serán generadores de carreras* (zonas en las que el fuego avanza con mayor velocidad de propagación) y por tanto los identificaremos como puntos críticos.



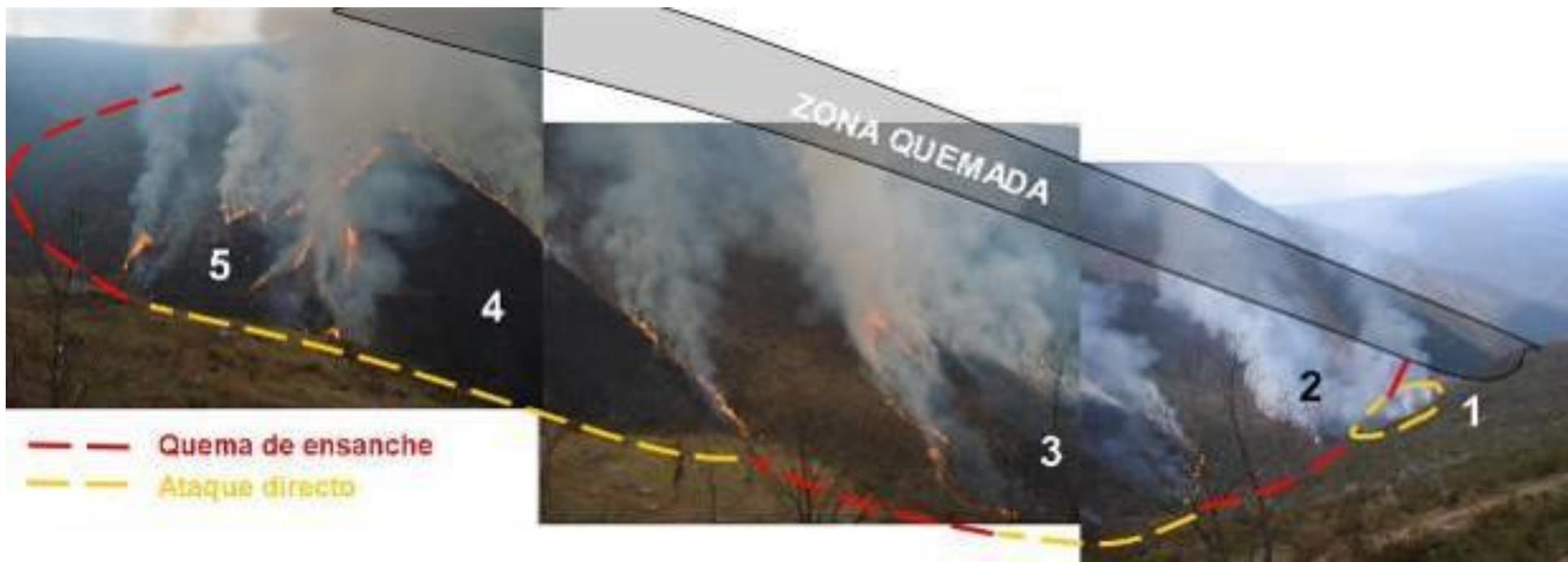
Incendio de Guadalajara del 2005, carrera inicial. Los dos flancos presentan sendos puntos de inflexión, el izquierdo a menos (baja de alineación) y el derecho a más (en el barranco).

En las fotos anteriores se aprecia la fase inicial en plena alineación del Gran Incendio Forestal de Guadalajara, 2005. A la izquierda se aprecia una cabeza muy intensa (3/3) y dos flancos idénticos, el de la izquierda cercano a un punto de inflexión (borde de cresta) que le hará bajar de alineación por pendiente negativa y el flanco derecho a otro punto de inflexión donde la alineación aumenta por pendiente positiva (punto de inflexión crítico en el barranco). La figura inferior muestra la firma del incendio (esto se desarrollará con mayor profundidad en el Capítulo 4.7) en las tres alineaciones del flanco izquierdo, las dos ya comentadas y una tercera al terminar su descenso y cruzar el barranco donde se intuye el efecto de un contraviento.



Identificación del punto crítico en la carretera, pero no existe ventana de actuación puesto que el frente ha generado focos secundarios en la ladera opuesta, que se encuentra en plena alineación

Por tanto, a partir de los **puntos críticos** o “triggers” (del inglés gatillo o disparador) identificaremos las **carreras potenciales** o “tracks”. El analista debe detectar ambos, saber reflejarlos en un mapa requerido el caso, y poder comunicarlo a través del plan al dispositivo que actuará en la extinción. Para ello, evaluaremos el estado actual del incendio y la alineación de cada frente (o sector del perímetro del incendio).



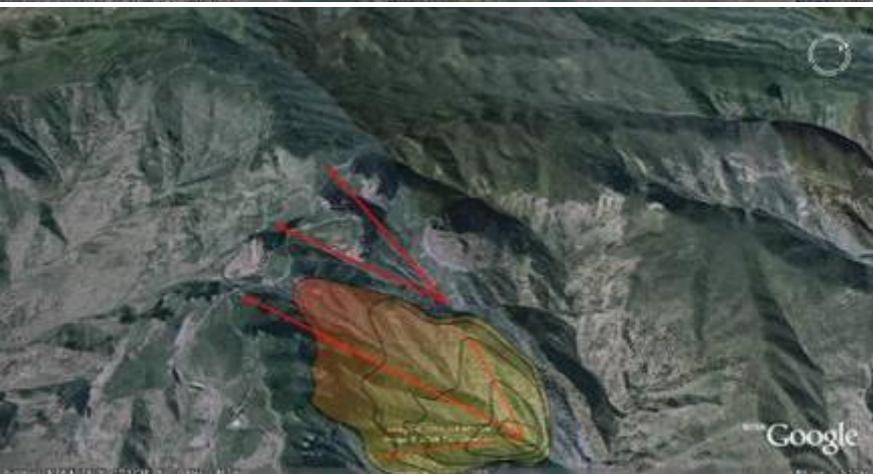
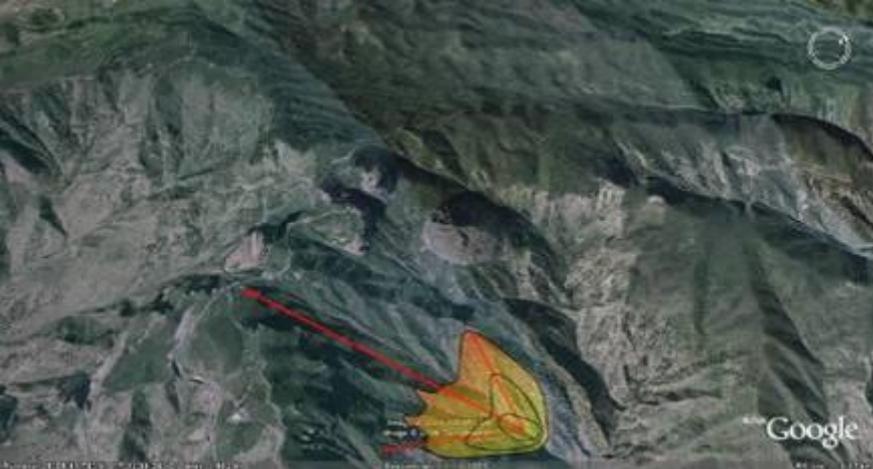
Simultaneidad de incendios. Cuatro se desarrollan en la ladera opuesta (nº2 al 4) y un quinto en esta ladera (nº 1), todos topográficos

. Dado el estado y previsible evolución se establece el cauce como punto crítico.



final del incendio. En la imagen de la izquierda se aprecia el inicio, arriba a la izquierda, de una quema de ensanche. En la de la derecha se observan los dos frentes chocando (flanco izquierdo y quema).

Dado el estado y previsible evolución se establece el cauce como **punto crítico**.



***de La Gomera del 1984. Fases:
Las carreras potenciales se
extienden desde el fondo de
primer barranco hasta la
divisoria de aguas de la
cabecera. El flanco derecho se
abre entrando en el segundo
barranco (el cauce es el punto
crítico) generando dos nuevas
carreras que acaban en
accidente con muertes.***

forex
Incendios forestales

VENTANA DE ACTUACIÓN

Cada vez que el incendio llega a un punto de inflexión se producirá un cambio, a peor o mejor. **El tiempo que tarde el frente en llegar a ese lugar y la distancia a recorrer constituyen el margen de maniobra del que pueden disponer las unidades para el control del frente. Por tanto, LA VENTANA DE ACTUACIÓN SE CONSTRUIRÁ A PARTIR DE ESE MARGEN.**

Por ejemplo, determinamos que un frente al llegar a un punto crítico va a cambiar a peor, estando ahora dentro del umbral de capacidad (pongamos 1 metro de longitud de llama). Sabemos que pasado ese punto pasará a estar fuera de capacidad de extinción, incrementa la alineación de fuerzas. *A priori* no sabemos cuanta longitud de llama tendrá, ni su velocidad, solo que será mayor. Pero según explicamos en el capítulo 1, si podemos estimar la longitud de llama si observamos con detalle el fuego. A partir de allí, debemos determinar si hay o no ventana de actuación. La pregunta que se tiene que hacer el analista es: ¿las unidades son capaces de establecer el control antes de que el incendio llegue a ese punto?. Si no es así, deberá renunciarse a esa oportunidad por cuestiones de seguridad y eficiencia.



Trabajo combinando medios aéreos y personal de tierra en incendio de alta montaña para evitar posicionamiento (y carrera posterior) de la cola del fuego en la parte baja de la ladera

PROPUESTA DE PROTOCOLO

a) Identificación del patrón de propagación del incendio

b) Identificación del factor dominante del frente (de cada cabeza o sector)

c) Identificación de si el frente está dentro o fuera del umbral de control

d) Identificación de los puntos de inflexión de cada frente

e) Interpretación de cambios de factor

f) Elaboración de predicciones

LENGUAJE DE COMUNICACIÓN

a) Construcciones Básicas:

- 1) Tipos de fuegos: conducidos por viento, topográfico o de combustible
- 2) *Alineación de fuerzas*
- 3) *La situación va a mejor / peor*
- 4) *Subir o bajar en la curva*
- 5) *Ventana de actuación*
- 6) *¿Qué dice el fuego?*
- 7) *Umbral de control*
- 9) *Tácticas oportunistas*

a) Protocolo de lenguaje:

Una construcción típica de comunicado habría de tener la siguiente estructura:

a) Identificación del tipo de incendio (en si ya, el factor dominante) + el tipo de alineación. Eje/s principal/es de avance

b) Identificación del factor dominante del frente (también “motor del incendio o del frente”) y su evolución inmediata. Ejes secundarios.

c) Umbral de control para cada frente. Dentro o fuera de capacidad.

d) Puntos de inflexión y cambios de alineación de factores. Constatación del momento y / o lugar de superación del límite de control: punto crítico.

e) Previsión. Carreras potenciales. Ventana de actuación.

f) Estrategias. Opciones y propuestas. Aquí entrarían las prioridades de actuación en sintonía con las de emergencia. Protocolo LACES-OCELS.

g) Tácticas. Opciones y propuestas. Lo último sería el ataque, decidir que técnica vamos a usar y con que herramientas.