

EL ANÁLISIS DE INCENDIOS A TRAVÉS DE LOS ÍNDICES DE SEVERIDAD Y DISPONIBILIDAD AL CONSUMO. APLICACIONES EN EL SEGUIMIENTO DE INCENDIOS FORESTALES, DOS AÑOS DE EXPERIENCIAS EN EL PLAN INFOCA

Senra Rivero, Francisco (1)

Ruiz Gutiérrez, Carlos (2)

Martínez Carmona, Juan Francisco (3)

- (1) Ingeniero de montes. Técnico de operaciones. Plan INFOCA. Agencia de Medio Ambiente y Agua. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- (2) Ingeniero técnico forestal. Técnico de operaciones. Plan INFOCA. Agencia de Medio Ambiente y Agua. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- (3) Ingeniero de montes. Trabajador autónomo. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

1.- Resumen

El Plan INFOCA inició en 2010 un proyecto de normalización, documentación y análisis de toda la información relativa a los incendios forestales lo que, unido a su periódica divulgación, facilita al cuerpo técnico herramientas de seguimiento y análisis de las emergencias que se vienen produciendo en Andalucía.

Cada técnico de operaciones de INFOCA rellena una ficha de seguimiento donde se recogen datos (incluyendo imágenes) referentes al comportamiento del fuego, al consumo observado y sobre las actuaciones realizadas, incorporando croquis normalizados de éstas. Se han desarrollado índices específicos, como el Índice de Severidad del Comportamiento (ISC) y el Índice de Disponibilidad al Consumo (IDC), para caracterizar cada una de estas fichas y, por tanto, de los incendios forestales con presencia de personal técnico. El ISC caracteriza el incendio atendiendo a su comportamiento y se basa en la longitud de llama, actividad de fuego de copas, velocidad de propagación, distancia de focos secundarios y tipología de columna. El IDC ajusta el consumo observado por el técnico de operaciones con el tiempo de residencia del frente y el grado de alineación del mismo.

Los valores obtenidos de ISC e IDC son incorporados a un mapa regional y son divulgados semanal (alto riesgo) o quincenalmente (medio riesgo) desde el Centro Operativo Regional al resto del dispositivo, realizando así un seguimiento de la campaña en el tiempo y en el territorio. Este seguimiento proporciona una herramienta fundamental en la formación y en la toma de decisiones ante futuras emergencias.

El presente artículo desarrolla cómo se obtienen estos dos índices y se presentan algunas aplicaciones de los mismos.

2.- Introducción

La formación continuada junto con la propia experiencia del dispositivo juega un papel fundamental para la extinción eficiente y segura de los incendios forestales (Rodríguez y Silva et al., 2010). En este sentido es importante resaltar que el Plan INFOCA cuenta con uno de los dispositivos de extinción más experimentados del país tras 18 años en activo y una apuesta clara de continuidad laboral y formación continuada de su personal.

En la lucha contra los incendios forestales el aprendizaje a partir de la experiencia ha estado normalmente limitado al personal implicado, sin que éste revirtiera al resto de los componentes del plan de emergencias. Al ser un colectivo tan amplio y un territorio tan variable, es frecuente que se den importantes desigualdades tanto en el número como en la tipología de las intervenciones en las que se participa, lo que a su vez tiene repercusiones en la eficiencia y seguridad ante emergencias posteriores. Es necesario por tanto capitalizar las experiencias, ponerlas en valor para el conjunto del dispositivo.

Sin embargo, para corregir esta situación no basta con acopiar y distribuir esas experiencias, sino que esta información debe estar normalizada en su formato, lenguaje y procedimiento. Hasta 2009 la información que se recopilaba no solía estar disponible o en caso de estarlo no era homogénea, por lo que difícilmente llegaba a asimilarse por el conjunto del colectivo. La normalización de la documentación asociada a los incendios forestales es clave en la capitalización de la experiencia.

El análisis de los incendios en un contexto normalizado es una herramienta fundamental de gestión, tanto en las operaciones de extinción de incendios (identificando las situaciones de riesgo y ayudando a la dirección de la extinción en la toma de decisiones), como en la planificación y gestión del paisaje en la prevención de grandes incendios forestales (Grillo et al., 2008; Molina et al., 2009). Además, la documentación generada permite la capitalización de la experiencia, lo que beneficia a la formación del dispositivo, especialmente del cuerpo técnico.

En 2010 el Centro Operativo Regional del Plan INFOCA puso en marcha un proyecto de normalización, documentación, análisis y seguimiento de información asociada al comportamiento de los incendios forestales. Partiendo de la toma de datos en un estadillo normalizado (fichas de seguimiento) la información es procesada, analizada y compartida con todo el dispositivo a través de la publicación de las propias fichas de seguimiento así como de un boletín digital (semanal o quincenal, alto y medio riesgo respectivamente) que incluye un análisis de las observaciones y predicciones meteorológicas y sus implicaciones operativas. La **figura 1** muestra el flujo de trabajo desarrollado así como resultados del pasado año 2010.

Se desarrollaron índices específicos para caracterizar cada ficha de seguimiento y, por tanto, cada incendio forestal. Un índice se centra en la descripción del comportamiento del fuego (Índice de Severidad del Comportamiento o ISC) mientras que el otro lo hace en la disponibilidad del combustible (Índice de Disponibilidad al Consumo o IDC). Estos índices permiten tanto el análisis en profundidad de un incendio (cada ficha de seguimiento y, por tanto, cada índice se ubica en una zona o momento concreto del incendio) como el seguimiento de todos los incendios en el territorio a lo largo del tiempo. El presente trabajo describe el proceso de cálculo de los índices y las distintas aplicaciones de los mismos en el Plan INFOCA.

PLAN INFOCA 2011 ANÁLISIS DE INCENDIOS FORESTALES



Información recopilada en campo por técnicos INFOCA



Información descrita en gabinete por técnicos INFOCA

El Centro Operativo Regional viene impulsando desde 2010 un proyecto de normalización, documentación y análisis de toda la información relativa a los incendios forestales lo que, unido a su periódica divulgación, facilita al cuerpo técnico herramientas de seguimiento y análisis de las emergencias que se vienen produciendo en Andalucía.



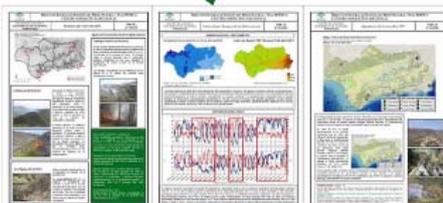
Durante la campaña de 2010 se puso en marcha una **ficha de seguimiento** para que los técnicos de operaciones pudieran documentar los incendios en los que interviniesen.

Como resultado, se recopilaron 239 fichas y se catalogaron un millar de fotografías que describen los 151 incendios más relevantes de la campaña 2010. El 93% de los incendios de más de 5 ha tuvieron al menos una ficha de seguimiento.



Bases de datos de INFOCA

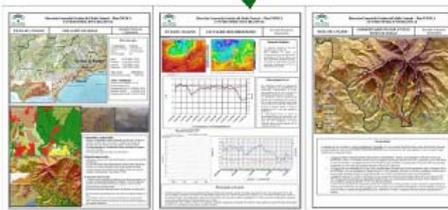
El análisis de la información procedente de estas fichas, junto con información meteorológica y el seguimiento de la disponibilidad del combustible y de la severidad de los incendios se compartió quincenalmente con todo el dispositivo a través de un **boletín digital**. Fueron distribuidos un total de 9 boletines de seguimiento el pasado año 2010. La **periodicidad** en 2011 será **semanal**.



Este esfuerzo en normalizar, analizar y compartir la documentación relativa a los incendios permite mejorar la **formación** del dispositivo INFOCA. Compartir de forma fluida y estandarizada la experiencia personal conlleva la profesionalización, transformar el conocimiento hasta ahora individual en **conocimiento corporativo** patrimonio de INFOCA y de la Consejería de Medio Ambiente.



Información meteorológica



Estos trabajos se integraron con los **informes de análisis** que, desde 2009 y una vez extinguido el incendio, se venían realizando para los fuegos más relevantes. Durante la campaña 2010 los técnicos analistas del COR asesoraron a la dirección de la emergencia. Este año suministrarán además un documento similar al de análisis **durante la extinción**.

Por último, se quiere hacer extensivo este análisis a **incendios históricos** (anteriores a 2009) que fueron especialmente significativos. A partir de todos los incendios analizados se definirá una **tipificación de incendios** por zonas en Andalucía.

Figura 1: esquema de flujo de trabajo en la normalización, documentación, análisis, seguimiento y divulgación de la información asociada a los incendios forestales en el Plan INFOCA.

El documento resultante, llamado *dossier de fichas de seguimiento*, es acumulativo en cada campaña, agrupando las distintas fichas en base a sus respectivos incendios. La integración de esta información cualitativa y cuantitativa en un gran repositorio accesible al dispositivo facilita no solo el análisis y tipificación de los incendios, sino la autoformación de todo el personal. El documento generado en 2010 incluyó 239 fichas correspondientes a 151 incendios entre julio y diciembre de 2010 (877 páginas y 996 imágenes). Hasta finales de agosto (momento de la entrega del presente artículo) se recibieron 183 fichas correspondientes a 119 incendios entre enero y agosto, generándose un documento de 698 páginas (1302 imágenes). La **figura 5** muestra los incendios documentados desde junio de 2010. Es de recibo destacar la buena respuesta del colectivo de técnicos de operaciones en el cumplimiento y consulta de las fichas; sin su trabajo este proyecto no habría sido posible.

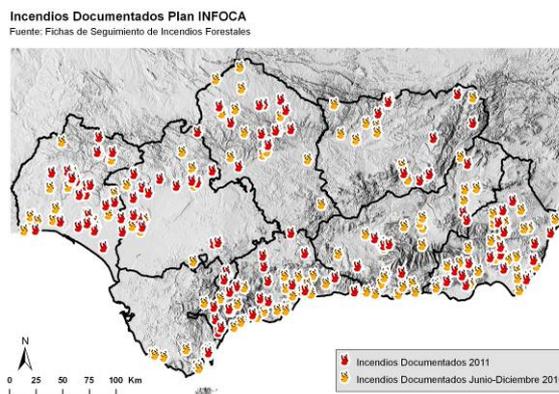


Figura 5: Incendios documentados hasta agosto 2011.

Las fichas se rellenan a los pocos días del incendio con la idea de incorporar la información al *boletín de seguimiento* que se distribuye a todo el dispositivo semanalmente. El dossier de las fichas de seguimiento se actualiza dos veces en semana. La información fluye así rápidamente, tanto la facilitada por el técnico de operaciones como la elaborada en el COR a partir de esta.

4.- Los índices de seguimiento en el Plan INFOCA

4.1.- El Índice de Disponibilidad al Consumo (IDC)

El *Índice de Disponibilidad al Consumo (IDC)* persigue la caracterización de la disponibilidad del combustible forestal y su posterior seguimiento a lo largo del tiempo. Se basa en los consumos documentados en las fichas de seguimiento que rellenan los técnicos de operaciones que participan en la extinción. Pero para poder caracterizar el territorio en el tiempo y espacio es necesario identificar qué factores explican la diferencia de consumo en un mismo incendio y realizar los ajustes necesarios de modo que se pueda extraer un valor de referencia que describa el conjunto del territorio.

La Tasa de Consumo (TC)

La Tasa de Consumo hace referencia al combustible superficial consumido de mayor entidad en base a su estado (vivo/muerto) y su tamaño. Los combustibles se clasifican en el siguiente orden (de menor a mayor dificultad de consumo): muertos de 1h de tiempo de retardo, muertos de 10h, vivos finos herbáceos-hojas, vivos finos leñosos, muertos de 100h, vivos medios, vivos gruesos, muertos de 1000h. Las fichas de seguimiento recogen el combustible presente antes y después del incendio, calculándose así la TC como la mayor categoría consumida. Es evidente que la TC dependerá, no sólo del combustible presente y de su disponibilidad, sino de la propagación del frente a través del estrato superficial, por lo que se necesitan variables que permitan estandarizar los consumos al conjunto de incendios y/o situaciones.

Ajuste de la TC

Cada incendio va asociado a una enorme variabilidad, tanto de los escenarios físico y meteorológico como de la propia propagación del frente. Del conjunto de factores que inciden en el consumo del combustible se han considerado, no tanto por su importancia sino por la facilidad de identificación en campo y por estar ya recogidas en las fichas de seguimiento, los siguientes: el **tiempo de residencia** del frente de llama (relacionado con la velocidad de propagación), la exposición al calor convectivo (viento y pendiente) y **la exposición a la insolación**.

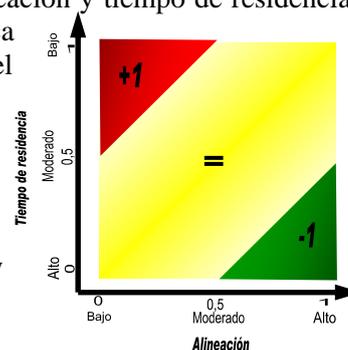


¿Cómo se obtienen los valores de las distintas variables?

Las fichas de seguimiento recogen la velocidad de propagación del frente documentado. Se considera que el tiempo de residencia del frente es inversamente proporcional a su velocidad, es decir, las velocidades de propagación altas (>30m/min) se asocian a tiempos de residencia bajos. De igual manera la exposición al calor convectivo del incendio depende de la alineación con el viento y la pendiente. Viento, pendiente e insolación son las tres variables de *Campbell Prediction System* (Campbell, 1991); todas ellas cuantificadas en las fichas de seguimiento.

Cálculo gráfico del factor de corrección de la Tasa de Consumo (TC) a IDC

Para caracterizar el territorio es necesario definir una situación de referencia (IDC) y, a partir de ella, ajustar el consumo observado en base a la alineación del frente y a la velocidad del mismo. Partiendo de la experiencia de los consumos observados en 2010 se identificó como situación de referencia al valor del TC cuando el frente evoluciona fuera de alineación y con una velocidad baja. Como se puede observar en la **tabla 1** de corrección de la TC, para condiciones de alineación y tiempo de residencia moderados no se realiza corrección alguna (zona amarilla). La gráfica adjunta muestra también cómo a partir de esa situación de referencia el IDC pasaría a TC + 1 (zona roja) en caso de tiempo de residencia bajo (velocidades de propagación mayores de 30 m/min) reflejando así que la disponibilidad debe ser mayor si, a pesar de ir muy rápido, es capaz de consumir igualmente. En el caso contrario, el IDC pasaría a TC - 1 (zona verde) si el frente avanza en plena alineación reflejando así que el consumo observado pudo deberse a la incidencia de la convección y no tanto a la disponibilidad propia del combustible.



Cálculo Aritmético del IDC

Una vez fundamentadas las definiciones y correcciones de las distintas variables que intervienen en el cálculo del IDC podemos relacionarlos de la siguiente manera:

$$IDC = TC + f_{\text{tiempo_residencia}} - \left(\left(\frac{f_{\text{viento}} + f_{\text{pte}} + f_{\text{orientacion}}}{5} \right) + 0,01 \right)$$

, cuantificando así las observaciones en campo para posteriormente obtener un valor del IDC extrapolable a toda situación similar. Se introduce un factor de corrección (0,01) producto del estudio de los datos registrados en 2010. La siguiente tabla (**tabla 1**) desglosa los valores que se incorporan en la ecuación.

Valor Tiempo de residencia	Factor Tiempo de residencia	Valor Orientación	Factor Orientación	Intervalo Pendiente	Factor Pendiente	Intervalo Beaufort (Km/hora)	Factor Veloc. Viento
<10 m/min	0	Insolación	0,5	0-10%	0,5	0-1	0
10-30 m/min	0,5			10-30%	1	1-5	0,5
>30 m/min	1			30-50%	1,5	6-11	1
				>50%	2	12-19	1,5
						20-28	2
						>29	2,5

Tabla 1: Codificación de los factores de ajuste del TC.

Caso práctico: cuatro fichas de seguimiento relativas al mismo incendio (viento y combustible no reales).

Como ejemplo de aplicación del cálculo del IDC en varias fichas referentes al mismo incendio se muestra el caso del incendio de Senés (2010).

Se recibieron cuatro fichas del mismo incendio en las cuales se registraron datos de las diferentes zonas de actuación. Como se puede observar en la **tabla 2**, se relacionan los valores observados y sus factores correspondientes (ver **tabla 1**).

Conjuntamente, cada técnico de operaciones proporciona la zona en la que ha trabajado, tipo de combustible consumido (TC), tiempo de residencia de la llama y grado de alineación.

En la siguiente tabla (**tabla 2**) podemos ver la determinación de los factores de conversión para el cálculo aritmético del IDC en cuatro zonas del incendio (véase la correspondencia de cada zona con la foto superior y las respectivas tablas de corrección (rojo-amarillo-verde).

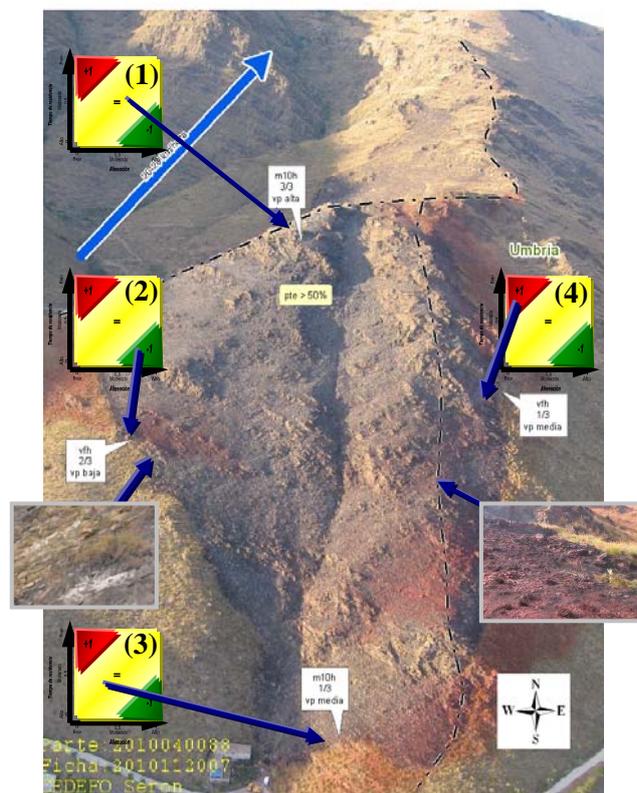


Figura 6: Ejemplo del ajuste TC en cuatro casos. Los datos iniciales del incendio fueron velocidad viento (20-28 km/h) y pendiente (>50%).

#	Ficha	Combustible consumido	TC	Tiempo residencia	Factor tiempo residencia	Alinea. viento	Factor viento	Alineado pendiente	Factor pte	Alinea. orientación	Factor orientación	IDC
(1)	Cabeza	m10h	3	bajo	1	Sí	2,5	Sí	2	Sí	0,5	2,99 (3)
(2)	Flanco izquierdo	vfh	4	alto	0	No	0	Sí	2	Sí	0,5	3,49 (3)
(3)	Cola	m10h	3	moderado	0,5	No	0	No	0	Sí	0,5	3,39 (3)
(4)	Flanco derecho	m10h	3	moderado	1	No	0	No	0	No	0	3,69 (4)

Tabla 2: factores y ajuste del TC en los cuatro casos descritos en la figura 6.

Toda esta información queda sintetizada en una codificación que no permite obtener información sobre la fase o situación del incendio, su propagación y el tipo de consumo observado:

ESCENARIO O SITUACIÓN:
A.- Se describe la zona en máxima alineación del incendio (cabeza) a la llegada.
B.- Se describe el incendio (globalmente) en toda la intervención.
C.- Se describe solo la zona de trabajo o sector asignado, de forma genérica.
D.- Se describe solo la zona de trabajo o sector en un momento puntual.

Codificación del IDC: Ejemplo: **A_534**
Tipo de combustible consumido: 1 (sin consumo completo de ningún tipo); 2 (finos muertos 1h); 3 (muertos 10h); 4 (vivos finos herbáceos); 5 (vivos finos leñosos); 6 (muertos de 100h); 7 (vivos medios); 8 (vivos gruesos); 9 (muertos 1000h).
Tiempo de residencia del frente de llama (inversamente relacionado con la velocidad de propagación): 1 (bajo); 3 (moderado); 5 (alto)
Grado de alineación: cuantificación grado de alineación Campbell. (de 0 a 5 puntos). Suma de los siguientes factores a favor del frente: insolación (no-0ptos; -sí 0,5ptos); pendiente (0-10%-0,5 pto; 10-30% - 1 pto; >30%-1,5 pto); y viento (1-5 km/h- 0,5 pto; 6-11 km/h-1 pto; 12-19 km/h-1,5 pto; 20-28 km/h-2 pto; >29 km/h-2,5 pto).

Valor de la ficha
Valor derivado

- 1 (sin consumo)
- 2 (muertos 1h)
- 3 (muertos 10h)
- 4 (vivos finos hojas)
- 5 (vivos f. leñosos)
- 6 (muertos 100h)
- 7 (vivos medios)
- 8 (vivos gruesos)
- 9 (muertos 1000h)
- Queda combustible sin consumir
- Todo el combustible consumido

Figura 7: Situaciones, codificación y simbología del IDC

Discusión

El índice es una herramienta útil que caracteriza la disponibilidad del combustible en base a la observación de personal técnico experimentado. Presenta algunas limitaciones debido a la gran variabilidad, tanto del combustible como del escenario donde se desarrolla el incendio y de la zona y fase del propio incendio. Algunas de estas limitaciones fueron subsanadas, como la zona y fase de desarrollo del incendio, a través de la incorporación del escenario. De esta forma, por ejemplo, se puede hacer un seguimiento sobre los IDC en el ataque inicial (situación A) o para el conjunto del incendio (situación B). Otras limitaciones, como las derivadas de la enorme variabilidad del combustible, podrían subsanarse incluyendo el modelo de combustible en el código final del IDC.

La continua recogida de nuevas fichas de seguimiento y su posterior análisis permitirá, no solo el ajuste del propio índice, sino asociarlo a condicionantes meteorológicos a escala sinóptica y local de forma que se puedan establecer implicaciones operativas antes incluso de producirse la emergencia.

4.2.- El Índice de Severidad del Comportamiento (ISC)

El *Índice de Severidad de Comportamiento (ISC)* caracteriza la severidad del comportamiento del incendio forestal en base a las observaciones que el técnico de operaciones recoge en la ficha de seguimiento tras cada intervención.

El índice se compone de diferentes variables que describen: la longitud del frente de llama; la presencia de fuego activo o pasivo de copas; presencia y distancia de focos secundarios; la velocidad de propagación y la tipología de columnas del incendio. Además y de forma similar al IDC, el escenario o la situación a la que hace referencia la ficha de seguimiento (A, B, C o D) es incorporado al código resultante para enmarcar el resultado en el contexto del incendio. La **figura 8** muestra la codificación y simbología del ISC.

<p>ESCENARIO O SITUACIÓN: A.- Se describe la zona en máxima alineación del incendio (cabeza) a la llegada. B.- Se describe el incendio (globalmente) en toda la intervención. C.- Se describe solo la zona de trabajo o sector asignado, de forma genérica. D.- Se describe solo la zona de trabajo o sector en un momento puntual.</p>		<table border="1"> <tr><td></td><td>ISC = 1</td></tr> <tr><td></td><td>ISC = 2</td></tr> <tr><td></td><td>ISC = 3</td></tr> <tr><td></td><td>ISC = 4</td></tr> <tr><td></td><td>ISC = 5</td></tr> <tr><td></td><td>ISC = 6</td></tr> <tr><td></td><td>ISC = 7</td></tr> <tr><td></td><td>ISC = 8</td></tr> <tr><td></td><td>ISC = 9</td></tr> </table>		ISC = 1		ISC = 2		ISC = 3		ISC = 4		ISC = 5		ISC = 6		ISC = 7		ISC = 8		ISC = 9
	ISC = 1																			
	ISC = 2																			
	ISC = 3																			
	ISC = 4																			
	ISC = 5																			
	ISC = 6																			
	ISC = 7																			
	ISC = 8																			
	ISC = 9																			
<p>Codificación del ISC: Ejemplo: D_54033</p> <p>Longitud de llama: 1 (<0,5 m); 2 (0,5-1 m); 3 (1-3 m); 4 (3-5 m); y 5 (>5 m). Actividad de copas: 0 (sin copas); 1 (sin actividad); 3 (pasivo puntual); 4 (pasivo masivo); y 5 (activo). Distancia de emisión de focos: 0 (sin focos secundarios); 1 (0-10 m); 2 (10-50 m); 3 (50-100 m); 4 (100-200 m.); y 5 (>200 m). Velocidad de propagación: 1 (<10 m/min); 3 (10-30 m/min); y 5 (>30 m/min). Tipología de columna: 0 (no densa); 1 (columna única); 2 (columnas dispersas); 3 (columna densa); 4 (col. partida en altura); y 5 (columna convectiva).</p>																				

Figura 8: Situaciones, codificación y simbología del ISC

¿Cómo se obtienen los valores de las distintas variables?

Todas las variables son recogidas en las fichas de seguimiento que cada técnico de operaciones usa para documentar el comportamiento del fuego y los trabajos desarrollados en la intervención. Para la clasificación de los valores se han considerado las siguientes premisas: que sean de fácil estimación y reconocimiento por los técnicos responsables de operaciones y seguridad del personal; con clara orientación hacia las implicaciones operativas (consecuencias de cada variable en la seguridad y técnicas a emplear); y convenientemente dimensionados para ser usados durante todo el año (bajo, medio y alto riesgo). Así, por ejemplo, la velocidad de propagación tiene tres clases, debido a la

dificultad de medición, mientras que la longitud de llama tiene cinco con el propósito de diferenciar las propagaciones menos severas en bajo riesgo.

Este índice está en continuo proceso de ajuste y desarrollo, por lo que no se descartan modificaciones, tanto en las variables (posibilidad de incorporar alguna más) como, principalmente, en la clasificación de las mismas. A modo de ejemplo podríamos poner el caso de la “distancia de focos secundarios” donde se plantea reducir el número de categorías de 5 a 3 para poder especificar si son casos aislados o masivos (mayor severidad). El número abundante de fichas recibidas permitirá a corto o medio plazo definir completamente las variables y las categorías más adecuadas para reflejar la severidad de los incendios en Andalucía. Los posibles cambios se testan en todas las fichas recopiladas para respetar, en la medida de lo posible, los índices históricos y así permitir el seguimiento anual.

Cálculo del ISC

El ISC es un valor único asociado a cada combinación de las 5 variables que lo integran. El proceso inicial de cálculo consiste en la asignación del valor máximo de cualquiera de las variables consideradas, lo que implicaría un primer valor comprendido entre 1 y 5. Debido a que las variables no están categorizadas según un mismo nivel de severidad (por ejemplo, la categoría 5 de longitud de llama no es equiparable a la 5 de la actividad de copas), se estableció una matriz de casos especiales que, mediante la combinación de los distintos valores, corrige los valores de ISC.

La matriz de casos especiales incorpora las combinaciones entre las distintas variables documentadas en las fichas de seguimiento. A pesar de las 422 fichas recibidas entre junio del pasado año y agosto del presente año, son todavía muchas las combinaciones pendientes de analizar, de ahí que el cálculo del ISC esté todavía en proceso de ajuste. Por ejemplo, en todas las fichas y debido a las condiciones generalmente favorables que hemos experimentado estos dos años en Andalucía, no se ha documentado ningún caso de $ISC = 8$ o 9 , con sólo cuatro casos de $ISC = 7$.

A continuación se muestran algunos ejemplos del ISC obtenido a partir de los distintos códigos (figura 9). Se observa (1) el caso del incendio de Villaviciosa (Córdoba, 20/07/11) con distintos valores del ISC en base al grado de alineación y combustible (de izquierda a derecha: frente en plena alineación en matorral; flanco en contra pendiente y viento; cabeza con escasa alineación y presencia de arbolado; cabeza en plena alineación y arbolado).



Figura 9: Distintos ejemplos del ISC de un mismo incendio (Villaviciosa, 20/07/11)

Discusión

El ISC es un índice de cálculo rápido que permite determinar la severidad de un incendio o de una zona o fase del mismo. Las aplicaciones son diversas (como se indican en el siguiente apartado) pero destaca el potencial para documentar casos de análisis y como valor de referencia a la hora de establecer implicaciones operativas durante la extinción.

El desarrollo del ISC se estructuró en dos fases. La primera consiste en la recopilación de cinco variables y definición de casos especiales basados en éstas y en la experiencia. En una segunda fase, los casos especiales serán analizados estadísticamente, buscando correlaciones entre las variables y definiendo posibles modelos de regresiones múltiples. Este análisis verificará la conveniencia de las variables y categorías elegidas, propondrá otras a considerar y recalculará el ISC final para el conjunto de todas las fichas de seguimiento. Lo presentado en el IV SINIF responde a la primera fase de desarrollo del ISC. Previsiblemente, para el final de campaña de 2011 se abordará el análisis estadístico de los resultados de 2010 y 2011, si bien y debido a la dos campañas de alto riesgo de incendio en Andalucía de moderada severidad, es posible que sea necesario ampliar el periodo de estudio hasta recoger combinaciones más extremas.

Dentro de las limitaciones intrínsecas al propio índice, podríamos decir que depende, en gran medida de las condiciones locales (meteorología, orografía, combustibles...), de la propia zona o sector que se documente (cabeza, flanco o cola) y de la evolución del incendio. En este sentido un mismo incendio puede reflejar ISCs distintos, todos correctos. También es frecuente que incendios en la misma zona y en el mismo día pueden tener valores distintos, simplemente porque varíe, por ejemplo, la alineación. Por ello, el índice puede dar lugar a cierta confusión si se usa por sí solo para hacer un seguimiento a lo largo del año y para una zona heterogénea. Esta limitación en un seguimiento continuo podría paliarse si el ISC fuera caracterizado basándose en la condición sinóptica, meteorología y a la tipología del incendio. Esta es una línea de trabajo abierta actualmente y permitirá tomar decisiones pro-activas antes y durante la extinción.

4.3.- Aplicaciones del IDC e ISC en el Plan INFOCA

La documentación normalizada de los incendios es el paso previo al análisis y seguimiento de los mismos, para lograr posteriormente la caracterización del territorio y meteorología (a nivel sinóptico y de mesoescala) con el objetivo de establecer implicaciones operativas, antes y durante la extinción. En el Plan INFOCA y tras dos años de desarrollo del proyecto de análisis y seguimiento, son todavía muchos los pasos necesarios hasta poder establecer la tipología de incendios, más si cabe en un territorio tan extenso y de enorme variabilidad. En este contexto se describen las principales aplicaciones del IDC e ISC en nuestro dispositivo:

Documentación y análisis de incendios

La obtención del IDC e ISC en cada ficha de seguimiento proporciona información normalizada sobre el incendio a la llegada del primer medio (evolución libre del mismo en la mayoría de los casos), sobre el conjunto del incendio, en una zona uniforme de trabajo, o en un momento y/o zona concreta de la intervención. Como resultado y especialmente en los incendios de más entidad donde la presencia de más de tres técnicos de operaciones es habitual, el comportamiento del incendio y los consumos obtenidos están ampliamente descritos. Esta información es crucial para el análisis del incendio, resultados que se ponen a disposición del conjunto del dispositivo, bien incorporados al boletín de seguimiento (como un caso de análisis), bien en un documento de análisis específico (informe de análisis).

A modo de ejemplo se muestra el caso del incendio de Villaviciosa (Córdoba) el pasado 20 de julio, donde se muestran los valores de IDC e ISC para cada ficha de seguimiento (9 en total), en su ubicación correspondiente (**figura 10**). La información se complementa con imágenes de las propias fichas, reflejando tanto el comportamiento del frente (ISC) como el consumo (IDC). A partir de esta información, el análisis de los ejes de propagación y de los frentes (reconstrucción del incendio) es más preciso.

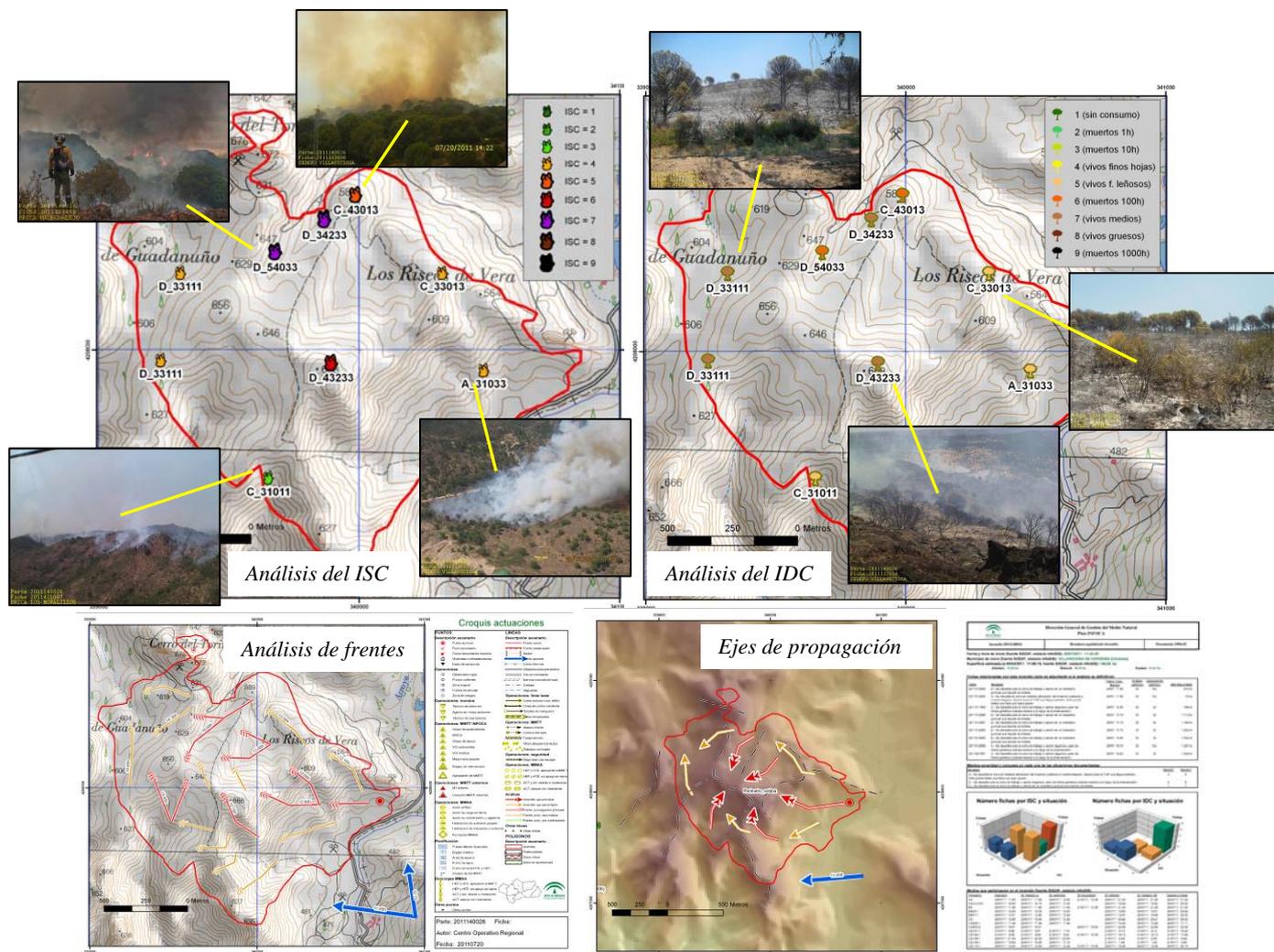


Figura 10: Caso de análisis del incendio de Villaviciosa (Córdoba, 20/07/2011). Estudio del ISC e IDC.

Los análisis resultantes son divulgados a través de dos formatos principales: el boletín de seguimiento (como un caso de análisis dentro del boletín de seguimiento semanal) y las fichas de análisis, documento más completo que incorpora el análisis del escenario físico y meteorológico y que se realiza para incendios singulares. En ambos casos el análisis facilita el conocimiento o lecciones aprendidas al conjunto del dispositivo.

En un caso concreto de análisis, el estudio del IDC aporta además información sobre los efectos del incendio en la vegetación, algo que podría ser de interés en posteriores planes de restauración.

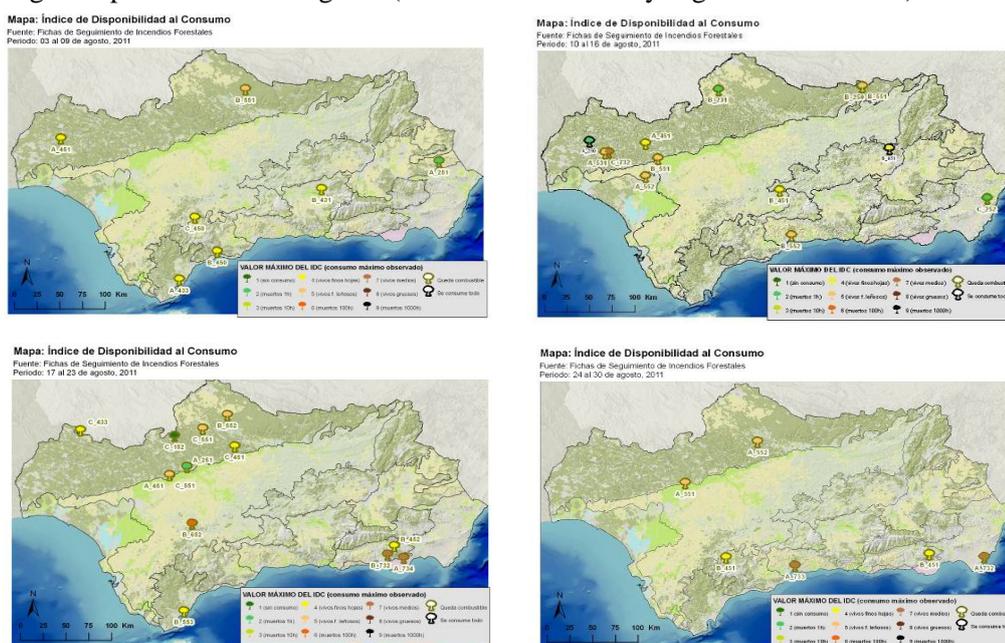
Seguimiento

El análisis del IDC e ISC y su posterior seguimiento en el tiempo (a corto, medio y largo plazo) permite identificar qué tipo de incendios se están desarrollando en una determinada zona y momento y qué se puede esperar en territorios similares. Este seguimiento reduce las incertidumbres sobre el comportamiento del incendio y facilita la toma de decisiones operativas, previas y durante la extinción.

La principal aplicación del **IDC** es la de permitir un seguimiento de la variación de la disponibilidad del combustible en el tiempo (a lo largo de todo el año y comparando periodos entre sí) y en el espacio (en toda la Comunidad o en zonas homogéneas). El valor del IDC debe interpretarse como una referencia pues, como se comentó anteriormente, son muchas las variables que influyen en el consumo observado. El seguimiento en cada territorio será de interés mientras que los combustibles de mayor tamaño (vivos y muertos) no estén totalmente disponibles, algo que únicamente ocurren en periodos de gran estrés hídrico.

El **ISC** permite clasificar la severidad de los incendios según su propagación. Sin embargo, son tantos los condicionantes que afectan a esta propagación que el valor global, por sí solo, no permite hacer un seguimiento más allá de servir como valor de referencia. Para poder hacer un seguimiento activo es necesario identificar las variables consideradas (código del ISC) y relacionarlas con el escenario donde se desarrolla el incendio.

Actualmente son varias las herramientas que permiten en el Plan INFOCA llevar un seguimiento de la situación. Entre ellas destaca el boletín de seguimiento y el dossier de las fichas de seguimiento. Ambos documentos incorporan los cálculos del IDC e ISC para cada ficha de seguimiento, lo que unido a una descripción de la meteorología observada y previsiones futuras (en el caso del boletín) proporciona una herramienta fundamental en la formación y en la toma de decisiones ante futuras emergencias. En el IV SINIF se presenta el trabajo “análisis y seguimiento de incendios forestales y sus aplicaciones en un sistema de emergencias pro-activo; experiencias en el Plan INFOCA” (Ruiz, C. et al) en el que se describen en mayor profundidad estas herramientas y donde se muestran algunas experiencias en la cual se analizan IDC e ISC. Como ejemplo se muestra (**figura 11**) la evolución del IDC a lo largo del presente mes de agosto (boletines de análisis y seguimiento 21 a 24).



5.- Conclusiones

Aunque el proyecto de análisis y seguimiento en el dispositivo INFOCA lleva apenas dos años en marcha, los resultados hasta ahora son muy satisfactorios y la acogida, dentro del dispositivo, ha sido extraordinaria. Gracias al trabajo de los técnicos de operaciones en las fichas de seguimiento, existe una información normalizada que, una vez procesada y analizada, es compartida por todo el dispositivo semanalmente. Este breve plazo de tiempo es fundamental para que la información recibida pueda ser tenida en cuenta ante las futuras emergencias.

Los índices permiten caracterizar la disponibilidad del combustible (IDC) y severidad del comportamiento del incendio (ISC) a partir de las fichas de seguimiento procesadas. Los valores obtenidos son incorporados a un mapa regional y son divulgados desde el Centro Operativo Regional al resto del dispositivo, realizando así un seguimiento de la campaña en el tiempo y en el territorio. Además, tanto ISC como IDC son incorporados a los casos de análisis, lo que unido a su divulgación, permiten la retroalimentación del dispositivo.

Son aún muchos los pasos que deben ser dados: consolidación del proyecto, ajuste de las variables consideradas, documentación de incendios históricos, definición de zonas homogéneas en el territorio, caracterización de tipologías de incendios en ellas, etc. Tras ellos se podrán definir relaciones entre escenario físico, meteorológico (sinóptico y local), tipologías de propagación y los dos índices (ISC e IDC), lo que facilitará al dispositivo tomar decisiones pro-activas (implicaciones operativas) en las emergencias por incendio forestal en Andalucía.

Agradecimientos: Nos gustaría recalcar nuestro agradecimiento a Dolores Ayllón Valle, Directora del Centro Operativo Regional, por impulsar este proyecto. No queremos tampoco dejar de agradecer el trabajo desarrollado por los técnicos de operaciones INFOCA: nada de esto habría sido posible sin su compromiso serio y responsable. También debemos destacar la continua divulgación de documentación por parte de los Centros Operativos Provinciales, pues la clave de este proyecto reside en compartir toda la información generada. Solo así el aprendizaje repercute en el conjunto del dispositivo. Por último, a Francisco J. Morilla por sus aportaciones al presente artículo.

6.- Bibliografía consultada

Campbell, D.1991. *The Campbell Prediction System. A Wild Land Fire Prediction and Communication System.* Ojai Printing and Publishing Company. System. Ojai, Ca.

Grillo, F. et al. 2008. *Análisis del Incendio Forestal: Planificación de la Extinción.* Ed. AIFEMA.

Molina, D. et al. 2009. *Incendios Forestales: Fundamentos, Lecciones Aprendidas y Retos de Futuro.* Ediciones AIFEMA.

Rodríguez y Silva, F. Morales, C. 2010. *La incertidumbre en las operaciones de extinción de incendios, una aproximación metodológica desde las herramientas de planificación empresarial.* III Simposio Nacional sobre Incendios Forestales. La Nucía, 21-22 octubre 2010.

Senra, F.; Ruiz, C.; Martínez, J. 2011. *La capitalización de la experiencia en el Plan INFOCA a través de la documentación normalizada de los incendios forestales.* Foresta nº51. Madrid. P. 76-83.