El problema de las urbanizaciones y el fuego forestal. Aportaciones desde la experiencia en Cataluña durante la campaña forestal del 2003.

Marc Castellnou, Lluis Rodriguez, Marta Miralles
Divisió Operativa
Direcció General de Emergències y Seguretat Civil

Fig 1. Frente de fuego del incendio de Maçanet de la Selva (13/08/03) aproximándose a zona urbanizada. Observar la continuidad de vegetación que permite al fuego acercarse y entrar sin problemas al complejo de viviendas y jardines con masa forestal.

1.- INTRODUCCIÓN

La relación entre incendio forestal y infraestructuras humanas ha ido cambiando con los siglos. En la antigüedad los daños causados por incendios forestales en las infraestructuras eran mucho menores que en la actualidad. A lo largo del SXX hemos visto cada vez más incendios corriendo por masas forestales, causando daños en bienes y infraestructuras antro picas con la implicación directa de personas que esto supone.

Durante los años 70 y 80 la presencia de estas infraestructuras suponía tanto una dificultad a la extinción del incendio al hipotecar medios para la protección de viviendas como una oportunidad para detener el incendio por falta de combustible. Estos últimos años los incendios han empezado a correr por masas forestales, jardines y casas sin diferenciación, con fuegos de altas intensidades y velocidades de propagación tanto dentro como fuera de la urbanización. Ante esto el sistema de extinción se colapsa.

Fig 2 y 3. Vivienda quemando y vivienda con todo su alrededor quemado momentos después del paso del fuego en Santa Cristina d'Aro (29/08/03). Hay que destacar que las viviendas no queman al paso del frente, sino que entran en ignición en este momento y queman posteriormente.

El fuego puede llegar al mismo tiempo a muchas infraestructuras, y el sistema no las puede proteger todas, ni tampoco apagar el fuego, y es en esta situación límite para la extinción que la presión de la presión social aumenta, repercutiendo negativamente sobre la capacidad de tomar decisiones.

Es necesario, pues, entender los cambios en comportamiento de los incendios del último siglo, y los nuevos riesgos y oportunidades que han comportado. También hay que revisar los cambios que hemos introducido respecto a los sistemas de protección de la antigüedad, en que el número de infraestructuras afectadas era menor.

1.1.-Nueva generación de incendios

Para describir los cambios en el comportamiento de los incendios de los últimos 40 años, hablamos de 3 generaciones de incendios forestales que se han ido desarrollando a medida que el problema de los incendios forestales iba creciendo. Si la primera generación correspondía a incendios de grandes proporciones debido a la disponibilidad de superficie continua de combustible, fruto del abandono de campos de cultivo, la segunda correspondía a incendios cada vez más intensos y rápidos.

Estos aparecían gracias a la acumulación de vegetación combustible después de 10-15 años, tras abandonar no sólo estos cultivos, sino también la gestión tradicional de los bosques. En los años 90 asistimos a la llamada 3ª generación, que se caracteriza por la intensidad debido a incendios de copas pasivos y activos. Estos fuegos se presentan inalcanzables para cualquier tipología de extinción. Hemos asistido así a grandes incendios de más de 20.000 y 30.000 ha en toda Europa, y a los grandes episodios a escala continental, como la Navidad Negra Australiana del 2002-2003, el otoño 2003 de California, el verano del Mediterráneo Oriental en el 2000, y el del Mediterráneo Occidental en el 2003, etc.

Pero esta tercera generación, manifiesta otros comportamientos preocupantes, y uno de ellos nos permite clasificar una 4rta generación de incendios, que se caracterizan por propagar sobre un nuevo tipo de combustible: las urbanizaciones. Es decir, ya no tenemos un fuego que quema masa forestal y puede afectar vivienda, sino un incendio que propaga por masa forestal y jardines o casas sin dificultad ni diferenciaciones. Estos incendios propagan aprovechando la densidad de vegetación dentro de jardines así como la continuidad de carga de combustible entre bosque, zona urbanizada y el propio edificio.

Durante el verano del 2003 vivimos incendios de 4rta generación en Sant Llorenç Savall y Maçanet (Cataluña), Marsella y Nimes (Francia), Génova (Italia) y en el centro de Portugal, propagando con alta intensidad y velocidad dentro de zonas urbanizadas, no como fruto de la inercia que el fuego ha tomado en la masa forestal, sino utilizando el modelo de combustible de los jardines y las casas.

Podríamos decir que es una variante de las otras generaciones, especialmente de la 3ª, pero presenta como carácter diferencial el modelo de combustible y la capacidad de desarrollar fuegos de alta intensidad sobre él. Es más el fuego puede quemar toda la urbanización naciendo dentro de ella y no saliendo de la misma (como en el caso de Salou en 1998).

Ante estos incendios el dispositivo de actuación ha de cambiar el ‘modus operandi’, considerando dos pilares básicos:

1.- Prioridad de protección y por orden de: **personas, bienes y bosque**

2.- Defensa como estrategia inicial

Estas premisas nos dejan en clara desventaja al forzar la perdida de la iniciativa, táctica, esta que a través del análisis nos había permitido empezar a limitar y confinar los incendios de 3ª generación.

El sistema sé retroalimenta, ya que el aumento de posibles víctimas dificulta la toma de decisiones, debido al incremento de la presión de la sociedad.

1.2.-Antiguos sistemas de protección

Los autores modernos enfocan siempre la elección de un terreno para la fundación de una ciudad des de la perspectiva de la economía, los problemas de tránsito y los servicios. El fundador de una ciudad antigua tenía que abordar estos mismos problemas, pero no podía hacerlo sin haberlos traducido previamente a términos míticos. Cicerón, por ejemplo, enumera las distintas y notorias razones de orden geográfico, económico y higiénico que inducían a Rómulo a fundar su nueva ciudad donde lo hizo, pero a su exposición antepone la leyenda respecto a la elección de emplazamiento.

Los mitos permitían articular y difundir las prioridades en el concepto general de ciudad. La Pitia de Delfos propuso a dos fundadores potenciales, la elección entre la salud y la riqueza. Arquies escogió la riqueza (preferencia lógica en un corintio) y se le envió a Siracusa, mientras que Miscelo, que escogió la salud, fundó Crotona, la ciudad donde más tarde se establecería Pitágoras, que fomentó la creación de una comunidad regida por normas ascéticas, centrada en el estudio de las matemáticas y notablemente activa en los asuntos políticos.

Muchos de estos mitos establecían prioridades entre los aspectos a valorar en una ciudad o vivienda: de los vinculados a la pura supervivencia, como seguridad e higiene, a los que pretendían facilitar una vida mejor, como los aspectos de ergonomía y los psicosociales. Ante todo, un edificio o aún más una ciudad, tenía que valorar los aspectos de seguridad en la acepción más concreta de estar a resguardo. Es decir, al abrigo de sus enemigos, primero los naturales: agua, fuego, aludes, animales y finalmente humanos. Se fortificaban con defensas y construían escasas y controlables aberturas. Una cueva, una simple construcción excavada en la roca reúne todas estas características.

Hoy nos imaginamos la ciudad, nuestras urbanizaciones, como un entramado de construcciones que crecen de manera más o menos imprevisible. Contemplamos las ciudades como si se tratara de un fenómeno natural regido por la ley del crecimiento o expansión, una ley incontrolable. Se diría que las autoridades cívicas, e incluso los mismos planificadores, son incapaces de pensar la nueva ciudad como un todo, como un modelo que implique otros significados.

Y es ahora..., cuando nuestra educación y comportamiento son estrictamente urbanos..., cuando hemos hecho una apuesta de una manera casi unilateral hacia aspectos tecnológicos..., que inexplicablemente somos más vulnerables, y comienzan a quemar nuestros hogares, nuestras viviendas. Y es que hemos perdido de vista los pilares en que se sustentaban los antiguos sistemas de protección: la situación del hogar en zona segura, la gestión muy eficiente del combustible alrededor de la casa, su alto grado de resistencia al fuego, dado por el simple criterio estructural y los recursos humanos, ya que al no disponer de tecnología se conseguía un mejor comportamiento individual ante las emergencias.

No es solo que somos más vulnerables uno a uno, sino que nuestra sociedad, al crecer las zonas urbanizadas, coloca en estado de vulnerabilidad a muchas más personas que antiguamente. La sociedad ha ido colonizando zonas y lugares que tradicionalmente eran

respetados por su alto riesgo intrínseco. La joven Llei de Urbanisme de Cataluña intenta poner freno a esta expansividad reforzando la protección del suelo no urbanizable por inadecuación de usos (suprimiendo determinada normativa estatal de medidas liberalizadoras) y admitiendo únicamente nuevas viviendas en suelo no urbanizable si estas están vinculadas a una explotación agrícola, ganadera, forestal o rústica. Apuesta pues por un desarrollo sostenible, y al hacerlo indirectamente se acerca al concepto tradicional de seguridad ante el fuego.

Y es que en el quehacer diario nos hemos alejado de Miscelo y sus prioridades. Construimos hogares estéticamente agradables y con vistas al mar. Pero ¿son realmente seguras?... Si no es por otros motivos, también por todo esto, como podemos explicar que mientras en Australia queman las ciudades en Europa se queman las nuevas urbanizaciones?

Fig. 4. Con todo el territorio disponible, la casa pairal tiene el combustible alrededor de la casa gestionada, y está situada en una zona plana a distancia de la ladera. Fíjese que la casa no esta situada en el lugar con mejores vistas, que seria a la cima de la cresta, sino en una zona segura.

Fig. 5. En primer plano a la derecha, la casa pairal original, o la izquierda la moderna construcción del hijo, y al fondo una urbanización habitada por personas con una cultura más urbana. Observar los tres estadios y su entorno (continuidad de combustible).

2.-LOS INCENDIOS DEL VERANO 2003 A CATALUÑA: CARACTERÍSTICAS TECNICAS

Durante la campaña de verano 2003 vivimos algunos de los principales incendios de cuarta generación que han afectado Cataluña en las últimas décadas. Se hace necesario estudiar tanto el tipo de propagación de estos, como las características de las infraestructuras afectadas.

2.1.- Los hechos

Los incendios que afectaron urbanizaciones de forma intensa fueron básicamente los de Sant Llorenç Savall, Maçanet y Platja d'Aro durante el mes de agosto, y algunos durante el resto del año (Tabla 1).

Tabla 1. Incendios que durante el 2003 afectaron en Cataluña algún tipo de zona urbanizada o Interfície urbana

Incendio	Fecha	Superficie	Urbanización Afectada	Vegetación del entorno	Tipos afectación	Generación Incendio
Colera	25 enero	59 ha	Urbanización residencial	Matorral	Atraviesa	2ª
St. Feliu de Guíxols	31 enero	640 ha	Urbanización residencial	Alcornocal (*Quercus suber*)	Flanquea	3ª
Guissona	1 Julio	1301 ha	Casco Urbano tradicional	Campos rastrojo	Flanquea	2ª
Castellvell y el Vilar	13 Julio	391 ha	Urbanización residencial	Pineda (*Pinus halepensis*)	Flanquea	3ª
Constantí	16 Julio	34 ha	Polígono Industrial	Yermos y matorrales	Flanquea	2ª
Maçanet I	7 Agosto	88 ha	Urbanización residencial	Alcornocal (*Quercus Suber*)	Atraviesa	4ª
St. Llorenç Savall	10 Agosto	4579 ha	Urbanización residencial, Casco Urbano tradicional	Pineda (*Pinus halepensis*)	Atraviesa	4ª
Maçanet II	13 Agosto	1279 ha	Urbanización residencial, Casco Urbano tradicional	Alcornocal (*Quercus Suber*)	Atraviesa	4ª
Platja de Aro	24 Agosto	429 ha	Urbanización residencial	Alcornocal (*Quercus Suber*)	Atraviesa	4ª

2.2.- Tipo de infraestructuras urbanas afectadas

La tipología de interfície urbana afectada es diferente. La clasificamos según el incendio de diseño (Tabla 2).

Tabla 2.- Tipologías básicas de interfície urbana

TIPOLOGIA de IZ	DISSENY y ÚS	DAÑOS POTENCIALES
Urbanización Residencial	Zona urbana de casas unifamiliares o adosadas con un porcentaje de **superficie ajardinada o forestal > al 20 %**	Propaga por la vegetación entre las casas
Casco Urbano Tradicional	Zona urbanizada tradicional con calles y casas unifamiliares de varias alturas o bloques de pisos. El porcentaje de **superficie ajardinada o forestal es < 20%.**	No puede penetrar. Básicamente afecta las estructuras del perímetro exterior.
Polígono industrial:	Zona de polígono industrial, con calles y naves industriales.	Es una superficie dura pero puede propagar por los materiales almacenados (plásticos, papeles,...) o por solares aún no edificados pero sí con vegetación. Especialmente, afecta estructuras de1 perímetro exterior.
Estructura aislada	Estructura o casa envuelta por masas forestal o vegetación agrícola o de jardín.	La estructura se puede ver afectada por sí misma..

3.- PROPAGACIÓN de LOS INCENDIOS

Ya hemos visto que los incendios afectaron distinta tipología de interfície. Los más importantes (los del mes de agosto) y que movieron más gente afectaron urbanizaciones residenciales, es decir, propagaron hacia las urbanizaciones, conectaron con el perímetro y la atravesaron. Este último paso no se dio en el polígono industrial (solo afectó al perímetro), ni el casco urbano tradicional donde el fuego rodeó el casco y afectó al perímetro, pero no lo atravesó.

Normalmente, los incendios que llegan a una estructura urbanizada se ven frenados por esta y se aprovecha para controlarlos. Para que el fuego en propagación libre sea capaz de atravesar una urbanización con altas intensidades, son necesarias unas condiciones meteorológicas extremas, que se repiten con cierta recurrencia, pueden ocurrir en unas topografías determinadas, y se propagan siguiendo un patrón de comportamiento. Es decir, estos incendios sólo pueden ocurrir ligados a determinados incendios de diseño, que se describen a la Tabla 3.

En las situaciones vividas durante el verano del 2003, al igual que sus antecedentes, el episodio permitió que el fuego no solo no se parase, sino que fue imposible su control.

Tabla 3. Incendios de diseño y ejemplos concretos del 2003. Los ejemplos en negrita se podrían clasificar plenamente como de 4arta generación.

Incendios de diseño	Ejemplos 2003	Características
Sur	Castellbell i el Vilar Maçanet I St. Llorenç Savall Maçanet II	Incendios dominados por situaciones de HR baja permanente y temperaturas altas. El viento marcando crestas, la orientación marcando valles, que determinan la evolución de un fuego. Fuegos de copas activas y pasivas posibles día y noche debido a las HR bajas. Sólo se pueden dar durante el verano. El ambiente de fuego que generan permite focos secundarios y remolinos.
Viento NW y eje de carena	Colera St. Feliu de Guíxols Guissona Platja de Aro Constantí	Incendios que siguen el eje de la cresta principal, con carreras ascendentes importantes por la vertiente a la sombra del viento. Es el contraviento el motor principal del avance. La fuerza del viento es el factor clave. Se pueden dar todo el año, y el viento permite la propagación por focos secundarios.

Los incendios de diseño que se caracterizan por este comportamiento son los del sur o los del NW (Tabla 3). En los dos episodios la HR baja es clave para permitir una alta disponibilidad de combustible. La fuerza motriz, en un caso del viento, en el otro la inestabilidad permite ambientes de fuego, es la que marca la diferencia creando focos secundarios que permiten al fuego saltar franjas y estructuras, y por tanto, penetrar dentro de complejos urbanizados a alta velocidad, escapando a la capacidad de extinción de los cuerpos de Emergencias.

Esta es pues la característica de estos tipos de incendios de diseño que pueden propagar por zonas urbanizadas. Incendios sin viento o con estabilidad no pueden entrar en este tipo de combustible y se apagan fácilmente. Por el contrario, incendios con focos secundarios y viento, o focos secundarios y altos crecimientos de llama o ambiente de fuego, escapan a la capacidad de control en ambientes urbanizados y se propagan libremente.

3.- FACTORES de PROTECCIÓN: OBSERVACIONES de LA CAMPAÑA

En el anterior apartado hemos estudiado las características que definen los incendios acontecidos en Cataluña durante la campaña 2003. Más arriba, a modo de introducción, hemos presentado los aspectos necesarios para la comprensión del problema.

Nos enfrentamos a la nueva generación de incendios, los que afectan a urbanizaciones, y en consecuencia es bueno recordar cuáles eran las prioridades que tradicionalmente nos hemos dado respecto a la protección de edificios.

Fig 6. La imagen del nuevo problema. El fuego puede atravesar la urbanización quemándola toda. No es sólo un problema que el fuego llegue a su perímetro si no que entre y la atraviese con altas intensidades.

Ahora, a continuación, tratamos de sintetizar los factores principales que influyeron en los daños a casas y infraestructuras observadas durante la campaña 2003, ofreciendo líneas de trabajo en cada materia para reconducir la situación actual

Los dividimos en cuatro grandes bloques:

1. Posición de la edificación respecto al entorno
2. Pirojardinería
3. Resistencias que ofrecen las estructuras
4. El elemento humano.

3.1.-Posición de la edificación respecto al entorno.

Este es un factor importante para evaluar el potencial de afectación de una estructura por un incendio forestal. La posición sobre el terreno determina, en función de la topología de incendios que afectan la zona, la potencialidad de afectación. Otra vez. El incendio de diseño es importante aquí. Observando los efectos sobre las distintas casas durante este verano hay que valorar lo siguiente:

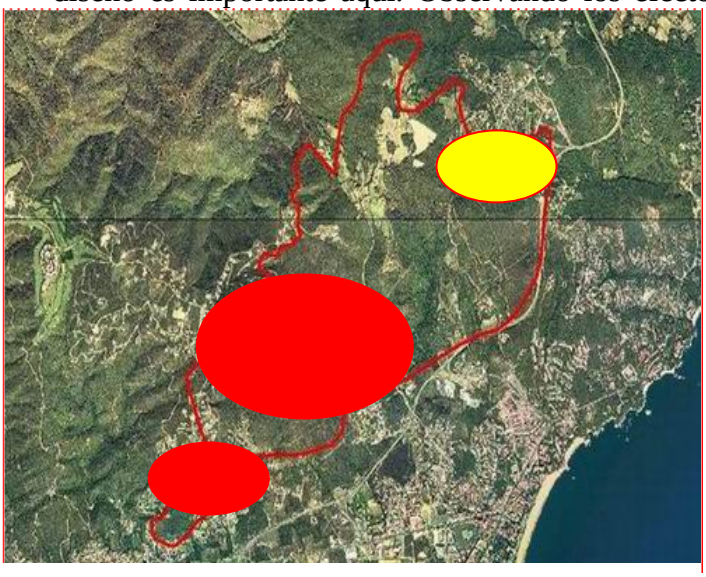

Fig 7. Incendio de Santa Cristina d'Aro (29/08/03) empieza en zona urbanizada y atraviesa diferentes zonas urbanizadas (manchas rojas). Siguiendo su eje de propagación por viento: la cresta. La última urbanización (mancha amarilla) se ve afectada pero no la atraviesa. Es ya al final de la cresta i de la alineación. Su posición respecto a este tipo de incendios la salva

- Incendios de Sur

Evitar posiciones expuestas en vertientes SE – S – SW – W. Estas son las exposiciones de más intensidad de fuego y de carreras ascendentes más importantes.

- Incendios de NW

Evitar posiciones en vertientes expuestas a W – NW – N – NE. En estas vertientes los vientos empujan el fuego. Evitar la exposición en vertientes SE– S – SW – W de sierras o ejes de crestas en dirección perpendicular a la dirección del viento NW. Es decir sierras NE – SW.

- En general

Evitar posicionamientos de cresta pura, y buscar siempre la media ladera o el tercio inferior de esta. Buscar zonas planas en la medida de lo posible. La posición del solar respecto al entorno o la elección de la zona de edificación respecto al sol es decisiva en determinar su grado de vulnerabilidad.

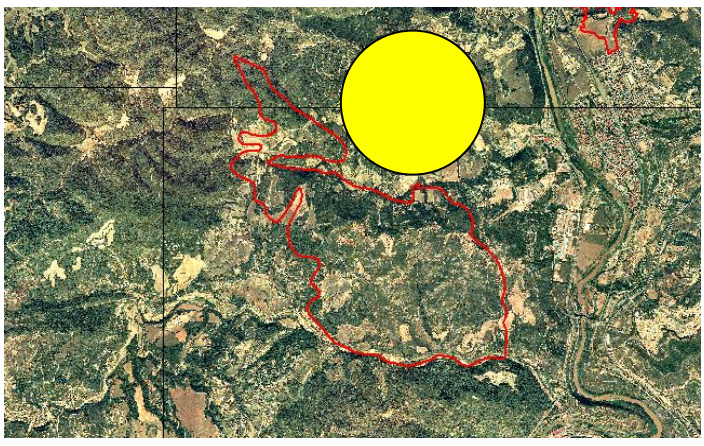

Fig 8. Incendio de Castellbell i el Vilar (13/07/03) sigue la carena y deja el flanco hacia la urbanización. Su posición favorece su defensa.

Normalmente esto lo deciden los propietarios o el arquitecto, y obedece a criterios estéticos o de confort. Poco a ver con la seguridad. Creemos que los planes de carrera de arquitectos y ingenieros deberían incluir nociones sobre el comportamiento del fuego y su relación con la topografía, y meteorología.

3.2.-Pirojardinería

Llamamos así a la jardinería que tiene como objetivo el diseño de jardines a nivel de especies y estructuras, y distribución de elementos, para reducir la posibilidad de que un incendio se inicie, o bien propague en caso de que llegue.

El objetivo es conocer las herramientas para diseñar el tipo y distribución de combustibles que permiten tanto parar la inercia del fuego como generar una carga de fuego que la estructura podrá absorber.

3.2.1. Distribución del combustible alrededor de la estructura urbanizada

Obviamente este es el factor determinante para que una estructura se queme o no, ya que fija la intensidad que se producirá en las inmediaciones de la estructura. Actualmente se están trabajando diferentes modelos de radiación para evaluar, vinculados a este proceso (FIRESTAR, 2003) pero en el ámbito general i práctico se puede concluir una estrategia básica, que consiste en una progresiva desaceleración del comportamiento del fuego, y por tanto del combustible que lo sustenta.

La estructura o complejo de estructuras se asimila a un figura de 3 anillos (Fig. 9)

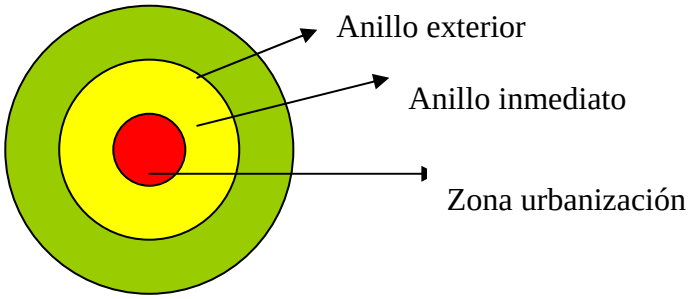

Fig. 9. Esquematización en anillos del entorno de una estructura.

El anillo exterior ha de jugar un papel de reducción de intensidad del frente para evitar que el fuego pueda atravesar la urbanización, y ha de permitir la creación de un frente de fuego que podrá ser extinguido en el anillo inmediato. Evitamos así que el incendio afecte la casa, al ser de más baja intensidad, pero así no evita la propagación del incendio que sigue su evolución.

En el anillo inmediato, la intensidad se reducirá hasta estar dentro de capacidad de extinción, y se pretende evitar que los focos secundarios propaguen y encuentren continuidad.

Fig 10.-Proceso a través del que el fuego penetra la zona urbanizada el día 7 de Agosto a Maçanet de la Selva. Observar como el fuego inunda de focos secundarios (flechas) la zona urbanizada. Una faja perimetral no es suficiente, hay que conseguir que no propague interiormente.

Como ya hemos comentado, en incendios de 3ª y 4ª generación, el lanzamiento de focos secundarios hace que el frente entre simultáneamente en los 3 anillos. El diseño debe conseguir una reducción progresiva de la carga de combustible desde el anillo exterior hasta el inmediato. El comportamiento del fuego no es lineal con el combustible y la topografía, sino que está determinado por su historia; el propio fuego influye en la disponibilidad de los combustibles de alrededor, así como en el campo de vientos. Al diseñar infraestructuras para parar el viento hay que tener en cuenta su propia inercia.

Por esta razón se propone una desaceleración progresiva del comportamiento del fuego. Las medidas de diseño se deben calcular en particular para cada caso, especialmente usando medidas de carga de fuego disponible según vegetación y materiales combustibles de la estructura (ver punto 3.3). Con todo, una aproximación seria la de la Tabla 5.

Tabla 5.- Recomendaciones generales para diferentes anillos de protección de anchura, de cobertura de vegetación y de modelos de combustible que permiten la desaceleración del fuego, evitar el incendio de copas, y cargas de fuego que las estructuras pueden absorber sin daños.

Estructura	**Anillo inmediato**	**Anillo exterior**
Urbanización	15-50 m 55% cobertura vegetación superficial y arbórea	50 – 200 m < 35 % cobertura vegetación superficial y arbórea
Estructura aislada	10 m < 20 % cobertura vegetación superficial y arbórea	10-50 m < 35 % cobertura de vegetación superficial y arbórea
Zona de urbanización	1 o 2 m 0 % cobertura vegetación	

En la zona de urbanización se debe evitar la cobertura continua, aunque sea de césped para evitar que el fuego pueda quemar y llegar a contactar con la estructura. Con 1 o 2 metros hay suficiente, ya que no se trata de evitar focos secundarios sino de contacto directo de llamas. Hay que evitar, en este punto, coberturas del suelo del estilo de *Juniperus sp o cupressus* reptantes, especies muy inflamables y que producirán una alta intensidad.

3.2.2. Comportamiento de fuego y estructura de vegetación

Toda la vegetación alrededor de la estructura de urbanización es combustible en el momento del incendio. El combustible lo podemos clasificar en los distintos modelos (Rothermel, 1972) y a partir de ellos extraer variables claves para nosotros: comportamientos del fuego que hay que esperar, y por tanto carga de fuego que manifestará. Este es el dato directamente utilizable por aquellos que diseñan infraestructuras.

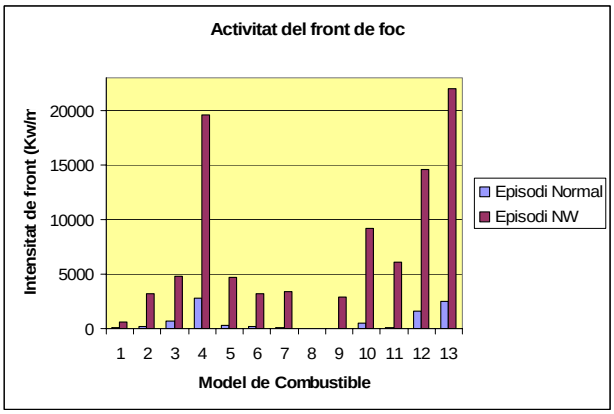

Gráfico 1.- Intensidad mostrada por cada modelo de combustible (kW/m) tipo en situación de incendio de diseño de NW (viento 40 km/h y HR 15 %) y incendio topográfico normal de día de verano (viento 10 km/h y HR 42 %).

Fig 11 y 12. Los setos a base de *Cupressus sp* son altamente inflamables y juegan el papel de vectores de propagación hacia dentro. La imagen inferior muestra como solo el seto a quemado afectando des del resto del jardín y casa. Cambiando estas especies, la autoprotección de la casa mejora sensiblemente

Copas

El número de árboles presentes en el jardín es también un limitante. Cuánta más densidad de copas, mayor posibilidad de fuego de copas o antorcheo. Esta propagación es la que hace posibles altas intensidades, y está fuera de capacidad de extinción. Todas las casa quemadas este verano en las dos urbanizaciones (Maçanet y Platja de Aro) tenían esta alta intensidad cercana.

Destacamos la indiferencia entre especies como pinos (*Pinus halepensis, Pinus nigra, Pinus sylvestris*) o encinas (*Quercus ilex o Quercus suber*). Tanto unos como otros en incendios de 3ª o 4ª generación manifiestan altísimas intensidades y velocidades de propagación. Existe diferencia entre estas especies a la hora de quemar, pero esto es en episodios de incendios de diseño menos intensos.

Se ha podido observar en la Tabla 5 la diversa tipología de vegetación alrededor de las urbanizaciones afectadas. No podemos acusar pinos, matorrales o encinas. Simplemente la presencia de estructuras forestales densas, con material muerto en cantidad. Estas estructuras, que corresponden a modelos 4 o 7 de los modelos de combustible son las peores. Habría que tender a modelos más estructurados, y que queman con mucha menos intensidad (Gráfico 1).

3.2.3. Elementos de separación a la zona de urbanización

La presencia de elementos de separación de jardín, comúnmente llamados setos, formados con especies siempre verdes como los cipreses (*Cupressus sempervivens*, *Cupressus arizonica*...) constituyen un buen camino para el fuego, son un factor que favorece su propagación. Estas especies propagan con alta intensidad y velocidad, especialmente si tienen continuidad densa, como es el caso de los setos. Durante el incendio de Vall d'Aro, el 24 de Agosto, muchas parcelas y casas se vieron afectadas sólo por la propagación del fuego por estas estructuras, dejando el resto del jardín intacto. Hay que tener en cuenta que a pesar de la tendencia a trabajar con modelos de combustible, a igualdad de modelo, podemos tener especies más inflamables y capaces de generar múltiples focos secundarios.

Fig 13. En el incendio de Maçanet 2003, camiones protegiendo la urbanización cerca de un seto de cipreses y , instantes después, el fuego propagando por estos setos.

3.3.-Resistencias que ofrecen les estructuras

3.3.1. ¿Dónde está el enemigo?

La normativa de aplicación en materia de prevención de incendios en estructuras (edificaciones) en el estado español contempla de una manera muy preferente, la hipótesis de un incendio nacido en su interior (el enemigo está dentro). Y es aquí donde surgen todos los condicionamientos de comportamiento ante el fuego de los elementos constructivos y materiales. Incluso la idea subyacente en toda la normativa, no explicitada de forma contundente, es favorecer la utilización de fachadas y cubiertas de resistencias al fuego medias, y esto es lógico bajo esta estructura mental, dado que si estas tuviesen alta resistencia al fuego, podrían dificultar a la disipación térmica, con lo que se generaría la necesidad de aumentar la estabilidad y la resistencia de los elementos interiores al sector incendiado.

Fig 14. Toda la vegetación quema dentro del ambiente de fuego, también el césped verde, y esto nos hace llegar el fuego a la casa

Pero, ¿qué pasa cuando el enemigo está fuera, cuando tratamos de un incendio forestal que amenaza desde su exterior?

Para la protección de las infraestructuras debe tomarse en consideración la interacción de dos elementos: la intensidad del fuego que puede generar el combustible externo, ya sea en el llamado anillo inmediato o en la propia zona de urbanización, y la capacidad de resistencia que pude ofrecer la estructura a esta intensidad.

3.3.2. Carga de fuego externa

Respecto al primero de los elementos, a parte de lo que dicen las normativas de ámbito catalán, reguladas por los departamentos de Medi Ambient i Habitatge, y el de Interior, solo encontramos una referencia de carácter estatal en el recientemente anulado Reglament de Seguretat contra Incendis en Establiments Industrials, y con carácter de recomendación en un apéndice de la NBE-CPI/96, y fija solo parámetros, creemos, poco tecnificados: franja perimetral de seguridad y densidad arbórea.

Son suficientes estos parámetros?... Se refieren sólo a lo que hemos definido como anillo exterior ... de que sirve tener estas superficies pretratadas, si después por focos secundarios el fuego correrá dentro de la zona de urbanización?... Disponemos de algún parámetro, que nos ayude a entender que sucederá en el interior de la urbanización? ... Para asegurar la protección de las estructuras organizadas en urbanizaciones, ¿no seria más lógico, y técnico a la vez, usar el concepto de carga de fuego existente en el exterior de la estructura (entendiendo por exterior los anillos ya nombrados en el apartado 3.2.1) donde se pretende una desaceleración que impide la formación de incendios conducidos por ambiente de fuego.?

Es evidente que detrás de este concepto encontramos el conocimiento de las estructuras de vegetación, modelos de combustibles y pirojardinería. En definitiva, el dominio de determinados conocimientos forestales. Pero este concepto es a la vez que más preciso, más entendedor para todas las personas implicadas en el mundo de la construcción, que saben manejarlo y diseñar elementos resistentes a determinadas cargas. Una vez más, el mundo forestal y el de bomberos, divergen en el apartado de prevención, en sus conceptos y sus unidades.

Fig 15. Efecto del fuego sobre vidrios y cerramientos de las aberturas exteriores.

3.3.3. Capacidad de resistencia de los materiales

El segundo elemento hace referencia a la resistencia que ofrecen las edificaciones. Más concretamente, a los elementos de cerramiento de estos. Los incendios del 2003 han afectado de una manera más intensa a pequeñas edificaciones – viviendas unifamiliares – donde estos cerramientos, al ser a menudo de carga , implican a menudo una considerable resistencia al fuego. Pero estamos condenados a que los incendios forestales que afecten la interficie, lo hagan en edificios singulares, donde esta capacidad de resistencia no será igual; o en edificios de uso industrial situados en el perímetro de las urbanizaciones. Aquí, los cerramientos de las fachadas y cubiertas de poca

masa y gran aislamiento térmico pueden aumentar los efectos del incendio convirtiéndose, de nuevo, en incendios de 4ª generación, donde ahora eso que carga el incendio no es solo la vegetación existente en la zona de urbanización, sino el propio edificio junto a los materiales que almacena

Durante los incendios del 2003, el comportamiento de las edificaciones ha sido en general aceptable excepto en algunos casos puntuales. Eso se debe, como se ha afirmado anteriormente al carácter de vivienda unifamiliar, donde la piel del edificio es resistente al fuego, dadas sus características portantes.

3.3.4.- Aberturas

Otro punto interesante son las aberturas en fachadas. Excepto los casos en que estas ventanas han quedado abiertas (luego hablaremos de este, el elemento humano), o de aberturas de ventilación (no protegidas) ya sea en aberturas de ventilación (no protegidas) ya sea en techos sanitarios o cubiertas, hay que destacar que, en general, todos los acristalamientos se han comportado de una manera bastante efectiva. Son contadas las ocasiones en que las aberturas de las fachadas protegidas por vidrio han sido la única causa de que el incendio penetrase en la vivienda. La práctica generalizada del uso del doble acristalamiento, por tal de protegerse térmicamente, ha sido bastante efectiva; presentando normalmente deformaciones y rompimientos en el vidrio expuesto al exterior, aunque difícilmente se ha afectado el situado en el interior.

Creemos que este comportamiento ha sido debido en gran manera a la propia naturaleza del combustible, a pesar de tratarse de incendios de alta intensidad.

Es conocido que el vidrio es un mal conductor del calor, y si se expone a cambios bruscos en la temperatura, puede desarrollar esfuerzos peligrosos. Esto conduce a la fractura, resultante de la diferencia de temperatura entre la superficie y el interior. Por razones bastante obvias, el enfriamiento brusco, que pone a la superficie del vidrio a tensión, es mucho más peligroso que el calentamiento brusco, que pone esta superficie a compresión.

Y es que en un incendio forestal el enfriamiento se produce de manera progresiva, por existencia de brasas que se enfrían de una manera relativamente lenta. Nada a comparar con otro tipo de combustibles, con velocidad de propagación mucha más rápida, y que en consecuencia el enfriamiento es más brusco al agotarse este instantáneamente.

Un elemento a considerar, sin embargo, es cuando alrededor de estas aberturas se instalan elementos combustibles provisionales o añadidos, como pueden ser: cajas de persiana instaladas en el exterior sin ninguna protección, toldos, parasol,... Estas fuentes de calor estables, próximas y no siempre asimilables a un combustible vegetal provocan comportamientos diferentes a los aquí descritos a propósito de los acristalamientos.

3.3.5.- Configuración volumétrica

Finalmente, un aspecto decisivo no es solo la calidad de la piel que envuelve el edificio sino la configuración volumétrica de este. Es evidente que cuanta más piel para la misma superficie útil, o la proliferación de voladizos y elementos horizontales no protegidos y situados en la cara opuesta al avance del incendio, aumenta la superficie de contacto de las llamas, y optimiza toda la transferencia de calor.

Ahora ya no hablamos solo de un elemento vertical expuesto a fenómenos de conducción y radiación que simplemente recibe el impacto de un frente, sino que además de incrementarse los anteriores tenemos en el elemento horizontal todos los fenómenos

conectivos, este elemento puede también convertirse en depositario de algún foco secundario, que queda allí de forma estable hasta agotarse. En definitiva hace más vulnerable esta edificación.

Un resumen: el enemigo aquí viene de fuera; necesidad de cuantificar de manera científica la carga de fuego esperable; diseñar nuestros edificios de manera que puedan soportar el impacto de la mencionada carga, atendiendo a la proliferación de elementos provisionales que alteren esta, y dedicar especial atención a la configuración volumétrica de nuestros edificios.

3.4.- El elemento humano

3.4.1.- Perdida de pulsación en la extinción y presión social

La tendencia natural, dada nuestra formación de origen (ingenierías o arquitecturas), es centrarnos en aspectos técnicos, cuantificables, esperando después, que las personas que interviene en una emergencia (actuantes y víctimas) se comporten como máquinas programadas... Nada más lejos de la verdad. El tratamiento de las personas en situaciones de emergencia seguramente llegará a ser el motor de cambio más radical en este aspecto.

Y es que, la percepción de la sociedad ha sido que los incendios forestales existían, que eran puntuales, ya que al no correr por dentro de la urbanización, en pocos casos el fuego prendía alguna casa. Mientras esto sucedía la presión de la sociedad en la resolución de estos era relativamente soportable. Ahora entramos en una nueva etapa, donde se ven afectadas directamente muchas personas.

Este hecho nos obliga a los bomberos a priorizar a la gente y sus bienes, antes que abordar el ataque al incendio. Es decir, a utilizar tácticas defensivas.

Los incendios de 4ª generación afectan urbanizaciones enteras, y crean gran cantidad de emergencias. Aparece con más fuerza el concepto de simultaneidad de servicios.

Esto comporta al menos dos cuestiones. La primera es que, como se ha dicho al principio del artículo, perdemos:

1. la iniciativa al tener que tomar posiciones defensivas (táctica esta que a través del análisis nos había permitido empezar a limitar y confinar los incendios de 3ª generación).

2. la capacidad de organización de la emergencia, dado el aspecto de simultaneidad, comentado anteriormente

Fig 16. La prioridad en la defensa de bienes y personas fuerza a la perdida de pulsación en la extinción del incendio. Hay que educar a la sociedad para la autoprotección, y mejorar la eficiencia de la respuesta.

Fig 17. En Maçanet 2003, camiones de bomberos en una maniobra defensiva de proteger una urbanización. Estas posiciones defensivas nos situan en una dicotomía entre la seguridad del personal de extinción y la protección de bienes

La segunda cuestión: que todas las maniobras se realizaran, cada vez más, en medio de un clima de alta presión, ejercida por los directamente implicados, por medios de comunicación y por autoridades cívicas... Presión que coartará en gran medida nuestra toma de decisiones.

A continuación se muestran diversos ejemplos de este tipio de maniobra defensivas de la urbanización desde la urbanización, las cuales impiden la extinción del fuego des del bosque y se pierde eficacia en su lucha, pues el fuego sigue propagando libremente y incrementando, a su vez, la emergencia y los recursos necesarios.

Fig 18. El incendio de Castellbisbal (05/07/05) empezó en una zona forestal entre polígonos industriales y urbanizaciones y propagó en dirección a otra gran urbanización. La trama urbana y forestal obliga a tomar decisiones en priorización de asignaciones de recursos.

Fig 19. La llegada del fuego (Castellbisbal 2005) des del fondo del valle al limite de las primeras casas (flecha negra) de la urbanización obliga a que varias dotaciones de bomberos se ubiquen en sus jardines para evitar que ardan (maniobra defensiva flecha roja). Mientras el fuego se va abriendo por todo el flanco izquierdo afectando, minuto a minuto, a nuevas casas, hecho que obliga a pedir más medios de extinción para su defensa.

Fig 20. Las labores de extinción del fuego desde la parte baja del valle hacia arriba (flecha azul), hasta llegar a las casas apagando todo el flanco, permite evitar que nuevas carreras del fuego afecten a nuevas casas y, por lo tanto, solucionar el problema de la protección de la urbanización. Ésta es la maniobra de extinción más eficiente porque evita el crecimiento del fuego con los medios de extinción justos y necesarios. Para ello es necesario que éstos no queden hipotecados en los jardines de las casas y puedan llegar hasta dónde se pueda apagar el fuego con eficiencia.

Otro ejemplo de éste tipo de actuaciones lo encontramos en el fuego de Castellnou del Bages (18/07/05) con 963 ha quemadas en unas 12 horas.

Fig 21. La obertura constante y progresiva del flanco izquierdo del fuego provoca el incremento lineal del frente que llega al pueblo. El cierre del flanco des de su base (círculo azul) hacia el frente (flecha azul) es la maniobra que permite evitar nuevas carreras del flanco y poder defender el pueblo con el mínimo número de medios. Si no se realiza esta maniobra de extinción la llegada del fuego al pueblo hipoteca todos los recursos y no se pueden destinar esfuerzos a extinguir el fuego, poniendo en riesgo a otras interfases cercanas.

La aparición de problemas en la interfície actúa, pues, como un auténtico punto de inflexión en la resolución de los incendios forestales. Se evidencia cada vez más que la prioridad es la persona y no tanto el bosque. En consecuencia, la resolución de estos acontecimientos oscilará desde organizaciones únicamente forestales hacia otras más integrales, y que llaman genéricamente bajo la expresión de protección civil.

Recapitulando todo lo anterior podemos decir que los incendios que afectan la interfície urbana comportan:

a) Perdida de la pulsación en la extinción del incendio.

b) Incremento de la presión social (aparición de nuevos objetivos, dificultad en ejecutar tareas agresivas...)

Las líneas de trabajo para contrarrestar estos nuevos fenómenos deberían ser:

a) Incrementar la eficiencia del dispositivo de respuesta en base, no solo a un incremento de medios, sino a un aumento de la capacidad de organización, análisis y movilidad de estos. Esto permitirá recuperar velocidad en la extinción para compensar el aumento de velocidad en que el incendio afecta estructuras. Por tanto, permitirá no perder totalmente la pulsación del incendio.

b) Intensa acción pedagógica a la sociedad buscando la complicidad con el dispositivo de respuesta, y que dé herramientas a esta para ejecutar comportamientos adaptativos al incendio dirigidos a la autoprotección y el autocontrol. Esto permitirá aligerar la presión.

3.4.2.-Actuantes

El problema es la perdida de la pulsación en la extinción del incendio, y el objetivo a conseguir es el incremento de la eficiencia del dispositivo de respuesta basándose en un aumento de la capacidad de organización, análisis y movilidad de estos.

Se propone un cambio en la cultura de la organización que afecte a la estrategia de toma de decisiones (mejora de la eficiencia). Esto implica el mismo cambio, ahora en los agentes implicados, y en la creación de determinadas células. Damos por supuesta la necesidad de profundizar en autoprotección y respuesta psicológica de los actuantes.

Las líneas de trabajo más importantes en las que incidir serian:

- Creación y potenciación de unidades altamente especializadas, que aborden espacios y momentos decisivos en los que el fuego pueda perder su pulsación (por lo que deben disponer de alta capacidad de detectar estos momentos). Otras unidades que dominen la ejecución de evacuaciones especiales. Trabajo semi-autónomo.

- Incorporación de células de organización altamente especializadas (PT: Punto de Tránsito, y CCA: Centre de Mando Avanzado) que permitan optimizar los recursos y coordinación con otros entes y servicios. Que contengan al menos las siguientes áreas:

    - Análisis – Anticipación

    - Comunicación interna / Gestión de medios/ Coordinación con otros Servicios y Entes

- Logística
- Comunicación externa (tirar información, pero también recibirla (como se está percibiendo nuestra tarea))
    - Servicios y Estamentos políticos y sociales
    - Medios de comunicación

- Redistribución de las tipologías de toma de decisiones entre los mandos
    - Más capacidad de toma de decisiones de los mandos intermedios
    - Ir al esquema de:
        - Altos Mandos: Objetivos (visión global, análisis, anticipación)
        - Mandos intermedios: Estrategias de ejecución (configuración de maniobras)
        - Mandos de equipo: Ejecución de la Maniobra.

3.4.3.-Posibles víctimas

El problema es el incremento de la presión social que dificulta nuestra toma de decisiones a la vez que ralentiza nuestra capacidad de respuesta, y el objetivo a conseguir es intentar debilitar esta presión.

Sólo podremos aligerar esta presión si realizamos una intensa acción pedagógica que varíe la percepción actual en la sociedad, y que de herramientas a las posibles victimas. Esta información / formación preventiva permitirá:

- INFORMAR sobre la presencia de un riesgo y las consecuencias.
- DAR A CONOCER la existencia de planes de emergencia y el funcionamiento de los mismos.
- AYUDAR a comprender y canalizar para la posibilidad de vivir un incendio.
- ENSEÑAR y POTENCIAR comportamientos adaptativos dirigidos a la autoprotección y el autocontrol.
- FOMENTAR la responsabilidad de colaborar y participar en actividades en materia de seguridad y autoprotección.

Se trata pues de la realización de una profunda acción social, basada sobretodo en aspectos de formación y información que permite el anteriormente nombrado cambio cultural. La ejecución de estas acciones ha de corresponder con toda clase de ayudas comunicativas, a los posteriores actores (agentes de emergencia y de orden). Hay que recordar que estos que preparan el antes pasan a ser los referentes en la resolución de una emergencia.

Habrá que vencer primeramente las resistencias que generamos habitualmente las personas cuando nos avisan de la probable ocurrencia futura de un acontecimiento (Ejemplo: candidatos a sufrir infartos, accidentes de tránsito, mal tiempo,...), las reacciones habituales son: la negación directa, el desplazamiento de responsabilidades, la minimización, la trivialización, la confianza exagerada en las propias capacidades o en las tecnológicas, o evitar afrontar el problema.

Esta fase supone una barrera para las campañas preventivas, que deberemos salvar. Pero está claro que mostrar un riesgo es, en cambio, el inicio de un proceso para empezar a valorarlo, y tomar medidas oportunas para intervenirlo.

Desde el punto de vista de contenidos, proponemos tres grandes líneas de trabajo:

- Concepto de: somos vulnerables
  - Explicación de que el riesgo 0 no existe, que no podemos anular el riesgo. Que lo hemos de aceptar pero podemos, sí, introducir medidas correctoras (carga de fuego del combustible y resistencia al fuego de la edificación). Podemos también después, tomar protecciones colectivas. Finalmente hemos de tener planificada y ensayada nuestra actuación en situación de emergencia.
- Concepto de autoprotección
  - Necesidad de analizar nuestro riesgo concreto (incendios esperables, puntos vulnerables) y estudio de los medios de protección. Elaborar, con las ayudas técnicas, una propuesta de mejoras (carga de fuego, resistencia al fuego de la edificación, medidas de incorporación de medios de protección y otros vinculados a infraestructuras)
  - Estudio de la secuencia de acción a seguir, organigrama ante la emergencia, definición de equipos y roles, aspectos de implementación.
  - Implantación: evaluar económicamente y temporalizar las medidas y ejecución. Designación de las personas que forman parte de los equipos de emergencia, si la autoprotección es colectiva. Estudiar y ejecutar como se realizará la formación y información a los visitantes.
  - Abordaje de otros aspectos que se puedan considerar como de ayudas a la implantación: nociones de liderazgo, toma de decisiones, información sobre el comportamiento de las personas en situaciones de emergencia, tareas de mantenimiento....
- Concepto de: es el fuego siempre un enemigo? La ecología del fuego nos permitirá:
  - Un cambio cultural que permite pasar del miedo al fuego, al respeto al fuego.
  - El consenso social en la utilización del fuego técnico en tareas de extinción, en tareas de extinción pasiva y que incluso nos pueda permitir dejar quemar un incendio por su función globalmente beneficiosa.

Los aspectos de vulnerabilidad y esta cultura del fuego son acciones más profundas, culturales y por tanto, intangibles; pero son imprescindibles para conseguir una correcta mentalización en autoprotección y en llegar a un consenso social que permita a los bomberos aplicar, antes y durante el incendio, estrategias aparentemente más agresivas que las desarrolladas hasta ahora.

Hemos anunciado anteriormente que en los fuegos que afectan la interficie, al tener que realizar tareas defensivas, perdemos seguramente la iniciativa de la extinción, y en consecuencia, la percepción que tendrá de nosotros la sociedad será la de estar asistidas por organizaciones con baja eficacia.

Esto debe realizarse sin pararse a reflexionar que muchas de las causas del episodio que acaban de vivir son anteriores a la aparición del incendio, y que en algunas, los propios individuos tienen un alto nivel de responsabilidad (elección del lugar de la estructura, diseño y resistencia de esta, nivel de carga de la jardinería, conductas en el momento del impacto...)

Aparecen entonces manifestaciones conductuales de duelo, rabia, aflicción,... Las organizaciones y sus representantes políticos han de estar preparados para este tipo de conductas. Y han de percibir esta situación, a parte de con normalidad, también como una oportunidad. Una ocasión para ello es una vez superados los incendios. Es entonces cuando mejor se pueden abordar los aspectos de prevención, ya que los afectados reducen radicalmente su resistencia a la aceptación del riesgo y su falsa creencia de invulnerabilidad, obviamente porque han vivido un desastre y su debilidad ante él.

4.- CONCLUSIONES

La percepción del ciudadano era que el fuego forestal era un elemento ajeno a su entorno más inmediato. En el año 2003, los medios de comunicación hicieron ver al gran público que los fuegos pueden afectar a sus viviendas. Pero desde el punto de vista de los servicios de extinción, se constata que los incendios forestales ya no solo amenazan unas pocas viviendas y estructuras individuales de manera incidental, sino que propagan a través de la urbanización, forzando la perdida de iniciativa en la extinción de los GIF, poniendo a los bomberos en situación del peligro, y creando simultáneamente múltiples emergencias.

Ante este nuevo escenario se desarrollan diferentes líneas de trabajo:

- ✓ De cara a evitar la propagación del fuego de alta intensidad dentro de urbanizaciones, hay que desacelerar el comportamiento del fuego previamente a su ocurrencia mediante tratamientos de combustible.
- ✓ Hay que crear estructuras tolerantes al paso del fuego para la protección , definiendo la carga de fuego del anillo inmediato, y la zona de urbanización, y definiendo para las infraestructuras, tanto su resistencia al fuego como el diseño y ubicación de estas.
- ✓ Aumento de la eficiencia del sistema de extinción, tanto en la mejora de la organización, como mediante la creación de equipos que de una manera semiautónoma se aseguren de no perder la pulsación de la extinción.
- ✓ Propiciar un cambio cultural en la sociedad, para aprender a convivir con el riesgo, adoptando conductas adaptativas al fuego.

5.- BIBLIOGRAFIA

Real decreto 786/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (BOE de 30 de julio de 2001). Apéndice 2.9 Riesgo de fuego forestal

Decret 241/1994, de 26 de juliol, sobre condicionants urbanístics i de protecció contra incendis en els edificis, complementaris de la NBE-CPI/91. Annex. Art. 5 Edificacions que afronten amb àrees forestals

Decret 64/95, de 7 de març, pel qual s'estableixen mesures de prevenció de incendis forestals

Real decreto 2177/1996, de 4 de octubre, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación NBE-CPI/96 “Condiciones de protección contra incendios en los edificios”

La idea de ciudad. Joseph Rykwert. Ediciones Sígueme S.A., 2002

Manual del vidrio en la construcción. Joseph S. Amstock. McGraw-Hill