

### La Tecnología De Activación De Los Rociadores De Cobertura Extendida

Una pregunta que siempre escuchamos es ¿Por qué los rociadores de cobertura extendida tienen bulbos de vidrio de 3 mms. y no de 5 mms?, ¿Esto quiere decir que todos los rociadores de cobertura extendida son de respuesta rápida? y ¿Cómo afecta la mayor cobertura de los rociadores de cobertura extendida a la capacidad del bulbo de activarse?.

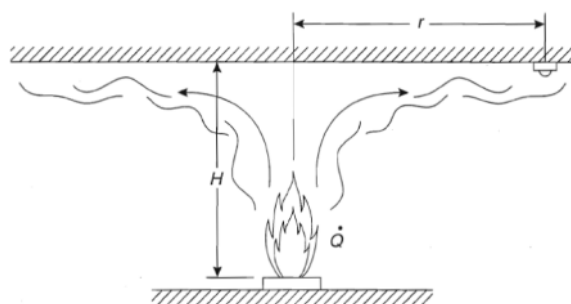
Para responder a estas consultas es necesario hacer algunos cálculos que permitan cuantificar los efectos termodinámicos que se generan cuando se produce un incendio en un área protegida con rociadores de cobertura extendida. Antes de mostrar estos cálculos definiremos un rociador de cobertura extendida como un rociador diseñado para cubrir áreas mayores a las de un rociador de cobertura estándar. Un rociador de cobertura extendida puede cubrir hasta 400 pies<sup>2</sup> (37.2 m<sup>2</sup>) en riesgos leves y ordinarios, mientras que la máxima cobertura de un rociador estándar en un riesgo ordinario es de 130 pies<sup>2</sup> (12.1 m<sup>2</sup>) y de 225 pies<sup>2</sup> (20.6 m<sup>2</sup>) en riesgos leves. La ventaja de este rociador está centrada en el ahorro de los costos en materiales y mano de obra, además de facilitar su uso en habitaciones que normalmente necesitarían más de un rociador para ser cubiertos, como es el caso de las habitaciones de hotel, que podrían ser cubiertas por un solo rociador, cuando con rociadores estándares se requerirían dos.



EXHIBIT 3.23 EC Sprinklers.  
(Courtesy of Viking®)

La pregunta que nace luego es, si bien es cierto un rociador de cobertura extendida puede cubrir un área mayor, gracias a su patrón de rociador extendido, ¿lograría activarse a la misma velocidad que un rociador de cobertura estándar de respuesta estándar o respuesta rápida?

Para dimensionar el tiempo de apertura de los rociadores, usaremos las correlaciones de Alpert's (Alpert Ceiling Correlations), que es un método que combina la física con datos experimentales con el fin de determinar algunos aspectos del comportamiento del fuego, como la temperatura en el centro de la pluma del fuego, la temperatura a la cual el elemento sensible del rociador llega a su temperatura de destrucción, la tasa de liberación de calor del fuego en función del tiempo y la velocidad del gas caliente. Estos valores se calculan en función de la distancia entre la base del fuego y el techo ( $H$ ), la distancia radial desde el centro de la pluma del fuego hasta el deflector del rociador ( $r$ ), el índice de tiempo de respuesta del elemento termo sensible (en este caso el bulbo del rociador) y el tamaño del crecimiento del fuego o tasa de liberación de calor en función del tiempo ( $Q$ ), la cual puede ser de tipo Lenta, Mediana, Rápida o Ultra Rápida. Estas tasas se miden en función del tiempo que toma al fuego en alcanzar una tasa de liberación de calor de 1055 kW. Un fuego con tasa de crecimiento Lenta tarda 600 segundos, una de crecimiento Mediana 300 segundos, una de



crecimiento Rápida 150 segundos y una de crecimiento Ultra Rápida 75 segundos. Las correlaciones quedan entonces definidas en dos opciones, como se muestra en las siguientes formulas, dependiendo de la relación que exista entre la distancia radial (r) y la distancia vertical (H).

$$T_{\max} - T_{\infty} = \frac{16.9\dot{Q}^{2/3}}{H^{5/3}}$$

$$r/H < 0.18$$

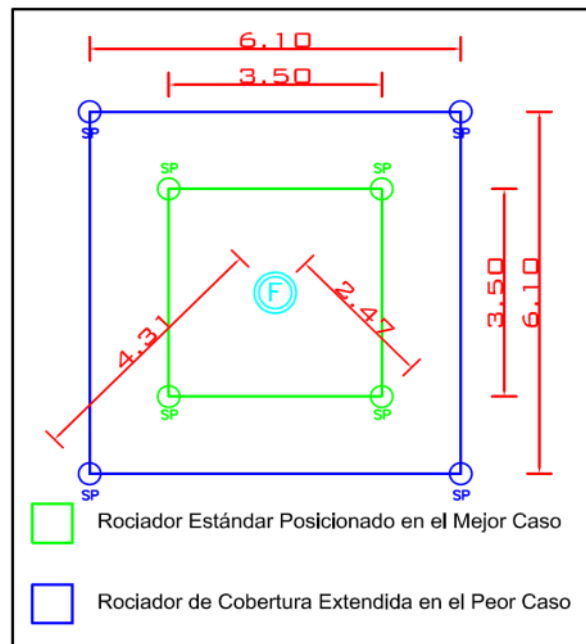
$$T_{\max} - T_{\infty} = \frac{5.38(\dot{Q}/r)^{2/3}}{H}$$

$$r/H > 0.18$$

Donde:

T <sub>max</sub>	=	Temperatura Máxima en el Techo (°C)
T <sub>∞</sub>	=	Temperatura ambiente previa al inicio del incendio (°C)
Q	=	Tasa de Liberación de Calor (kW)
H	=	Altura Libre desde la base del fuego hasta el Techo (m)
r	=	Distancia Radial desde el centro del fuego hasta el deflector del rociador (m)

Antes de realizar los cálculos, en el gráfico de la derecha, se muestran las posiciones más y menos críticas posibles, entre cuatro rociadores de cobertura extendida colocados a su máxima cobertura posible y cuatro rociadores de cobertura estándar colocados a su máxima pero más eficiente cobertura, todos ellos con temperatura de activación de 68°C. La situación más crítica que podría darse, es que el fuego se inicie y mantenga en el punto centro entre la cobertura de los cuatro rociadores, generándose una distancia radial de 4.31 metros para rociadores de cobertura extendida y 2.47 metros para rociadores de cobertura estándar. Imaginemos que la altura del techo es 2.10 m, la temperatura ambiente previa al inicio del incendio es 20°C y la velocidad de crecimiento del calor producido por el fuego es mediana, esto se conoce como la Tasa de



Liberación de Calor. Una tasa de liberación de calor mediana es una situación típica de la mayoría de riesgos ordinarios.

Para calcular el índice de tiempo de respuesta del rociador, usaremos la hoja técnica de uno de los fabricantes más reconocidos de bulbos de vidrio para rociadores (Marca JOB). Según esta hoja técnica un bulbo de vidrio de respuesta estándar (modelo G5) tiene un Índice de Tiempo de Respuesta (RTI) de 90 (m/s)<sup>0.5</sup> y un bulbo de vidrio de respuesta rápida (modelo F3) tiene un Índice de Tiempo de Respuesta (RTI) de 32 (m/s)<sup>0.5</sup>.

### Bulbos De Vidrio Especificaciones de la Sensibilidad Térmica de los Rociadores

Response	Type	Length [mm]	RTI*		Strength			Temperature								Type comp. Listed**
			Response Time Index [ms] <sup>1/2</sup>	[fts] <sup>1/2</sup>	Average Crush Load kN	lbs	Lower Tolerance Limit kN	lbs	Additional temperatures available							
								57°C 135°F orange	68°C 155°F red	79°C 175°F yellow	93°C 200°F green	141°C 286°F blue	182°C 360°F mauve	260°C 500°F black		
Standard	<b>G5</b>	16 / 20	90	163	4.0	880	2.5	550							UL, LPCB, VdS	
	<b>G5-XS</b>	16 / 20	90	163	5.5	1210	4.0	880							UL	
Inter mediate	<b>F5</b>	16 / 20	68	123	4.0	880	2.5	550							TFRI	
	<b>F4</b>	16 / 20	58	105	4.0	880	2.5	550							UL	
Fast	<b>F3-SP</b>	20	32	58	4.1	900	2.3	500							UL, LPCB	
	<b>F3</b>	16 / 20	32	58	3.5	770	2.0	440							UL, LPCB, TFRI	
	<b>F3-XS</b>	16 / 20	32	58	4.5	990	3.0	660							UL	
Super	<b>F3-F</b>	16 / 20	24	43	4.1	900	2.3	500							UL	
Fast	<b>F2.5</b>	16 / 20	24	43	2.5	550	1.25	275							UL, TFRI	
	<b>F2.5-XS</b>	16	24	43	4.0	880	2.1	460							UL, TFRI	
	<b>F2</b>	16	19	34	2.0	440	1.0	220							UL, TFRI	
Ultra	<b>F1.5</b>	16	14	25	1.0	220	0.5	110								

More details and other temperature ranges are available on request

\*Tested in a test fixture: c=0,5 (m/s)<sup>1/2</sup>

\*\*detailed information on listed temperature ranges on request

Aplicando los datos considerados para nuestro caso particular, ahora calcularemos los tiempos de apertura bajo las siguientes hipótesis:

1. Cálculo del tiempo de apertura de un rociador de cobertura extendida de respuesta rápida.
2. Cálculo del tiempo de apertura de un rociador de cobertura extendida de respuesta estándar.
3. Cálculo del tiempo de apertura de un rociador de cobertura estándar de respuesta rápida.
4. Cálculo del tiempo de apertura de un rociador de cobertura estándar de respuesta estándar.

Los resultados se muestran a continuación:

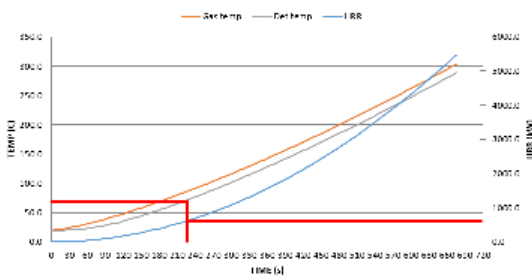
**Rociador de Cobertura Extendida Respuesta Rápida**

INPUT PARAMETERS			CALC. PARAMETERS		
Ceiling height (H)	2.1	m	R/H	2.052	
Radial distance (R)	4.31	m	dT(cj)/dT(pl)	0.186	
Ambient temperature (To)	20	C	u(cj)/u(pl)	0.110	
Actuation temperature (Td)	68.00	C	Rep. t2 coeff.	k	
Response time index (RTI)	32.00	(m-s) <sup>1/2</sup>		Slow	0.003
Fire growth power (n)	2	-		Medium	0.012
Fire growth coefficient (k)	0.012	kW/s <sup>n</sup>		Fast	0.047
Time step (dt)	5	s		Ultrafast	0.400
<b>Activation Time</b>	<b>220</b>	<b>s</b>			
<b>HRR at Activation Time</b>	<b>580.8</b>	<b>kW</b>			

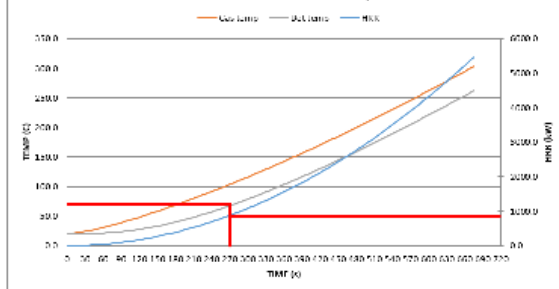
**Rociador de Cobertura Extendida Respuesta Estándar**

INPUT PARAMETERS			CALC. PARAMETERS		
Ceiling height (H)	2.1	m	R/H	2.052	
Radial distance (R)	4.31	m	dT(cj)/dT(pl)	0.186	
Ambient temperature (To)	20	C	u(cj)/u(pl)	0.110	
Actuation temperature (Td)	68.00	C	Rep. t2 coeff.	k	
Response time index (RTI)	90.00	(m-s) <sup>1/2</sup>		Slow	0.003
Fire growth power (n)	2	-		Medium	0.012
Fire growth coefficient (k)	0.012	kW/s <sup>n</sup>		Fast	0.047
Time step (dt)	5	s		Ultrafast	0.400
<b>Activation Time</b>	<b>275</b>	<b>s</b>			
<b>HRR at Activation Time</b>	<b>907.5</b>	<b>kW</b>			

**Rociador de Cobertura Extendida Respuesta Rápida**



**Rociador de Cobertura Extendida Respuesta Estándar**



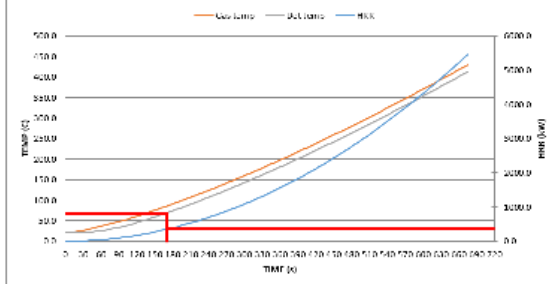
**Rociador de Cobertura Estándar Respuesta Rápida**

INPUT PARAMETERS			CALC. PARAMETERS		
Ceiling height (H)	2.1	m	R/H	1.176	
Radial distance (R)	2.47	m	dT(cj)/dT(pl)	0.269	
Ambient temperature (To)	20	C	u(cj)/u(pl)	0.175	
Actuation temperature (Td)	68.00	C	Rep. t2 coeff.	k	
Response time index (RTI)	32.00	(m-s) <sup>1/2</sup>		Slow	0.003
Fire growth power (n)	2	-		Medium	0.012
Fire growth coefficient (k)	0.012	kW/s <sup>n</sup>		Fast	0.047
Time step (dt)	5	s		Ultrafast	0.400
<b>Activation Time</b>	<b>170</b>	<b>s</b>			
<b>HRR at Activation Time</b>	<b>346.8</b>	<b>kW</b>			

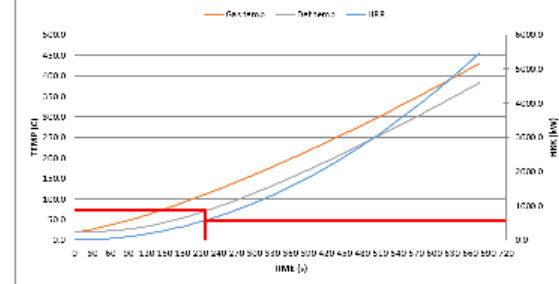
**Rociador de Cobertura Estándar Respuesta Estándar**

INPUT PARAMETERS			CALC. PARAMETERS		
Ceiling height (H)	2.1	m	R/H	1.176	
Radial distance (R)	2.47	m	dT(cj)/dT(pl)	0.269	
Ambient temperature (To)	20	C	u(cj)/u(pl)	0.175	
Actuation temperature (Td)	68.00	C	Rep. t2 coeff.	k	
Response time index (RTI)	90.00	(m-s) <sup>1/2</sup>		Slow	0.003
Fire growth power (n)	2	-		Medium	0.012
Fire growth coefficient (k)	0.012	kW/s <sup>n</sup>		Fast	0.047
Time step (dt)	5	s		Ultrafast	0.400
<b>Activation Time</b>	<b>215</b>	<b>s</b>			
<b>HRR at Activation Time</b>	<b>554.7</b>	<b>kW</b>			

**Rociador de Cobertura Estándar Respuesta Rápida**



**Rociador de Cobertura Estándar Respuesta Estándar**



## Conclusiones:

1. Un rociador de cobertura extendida de respuesta rápida ubicado a la máxima cobertura posible, protegiendo un riesgo ordinario con una tasa de liberación de calor mediana, se abre 5 segundos después que un rociador de cobertura estándar de respuesta estándar ubicado a su máxima pero más eficiente cobertura posible, sin embargo se abre 50 segundos después que un rociador de cobertura estándar de respuesta rápida.
2. Los valores indicados en el numeral anterior se incrementan en 55 segundos para rociadores de cobertura extendida de respuesta estándar.
3. Un rociador de cobertura extendida de respuesta estándar ubicado a la máxima cobertura posible, protegiendo un riesgo ordinario con una tasa de liberación de calor mediana, se abre 60 segundos después que un rociador de cobertura estándar de respuesta estándar y 105 segundos

después que un rociador de cobertura estándar de respuesta rápida, causando además que las tasas de liberación de calor máximas del fuego previsto para este cálculo, estén a punto de alcanzarse (907.5 kW contra un máximo de 1055 kw).

**Interpretación de Resultados:**

Como se puede apreciar de los resultados, no existe mayor diferencia entre el tiempo de apertura de un rociador de cobertura extendida de respuesta rápida y un rociador de cobertura estándar de respuesta estándar, por lo tanto se puede considerar que ambos tienen el mismo tiempo de respuesta, o en otras palabras la extensión en el área de cobertura no está afectando la capacidad del sistema de rociadores para detectar un incendio. Sin embargo como un rociador de cobertura extendida de respuesta rápida colocado a su máxima cobertura posible no tiene la misma velocidad de respuesta que un rociador de cobertura estándar de respuesta rápida (hay casi un minuto de retardo), no se puede considerar que un rociador de cobertura extendida es un rociador de respuesta rápida y por lo tanto no adquiere esta característica simplemente por el hecho de contar con un bulbo de vidrio de 3 mms. Este cálculo es consistente con las aprobaciones de UL.

Por ejemplo en la tabla de la derecha, se observa que un rociador de Cobertura Extendida modelo EC-11 o EC-14 de la marca Tyco espaciado a su máxima distancia (20' x 20'), no es considerado un rociador de respuesta rápida para riesgos ordinarios en cualquier temperatura de activación aun cuando el bulbo sea de 3 mms., sin embargo sí es considerado un rociador de respuesta rápida para riesgos leves cuando la temperatura de activación oscila entre 135°F (57°C) y 175°F (79°C). Si bien no es la intención de este artículo corroborar termodinámicamente la información de esta tabla, debe quedar claro que mientras los laboratorios de UL desarrollan la tabla mediante pruebas reales, el modelo matemático que estamos presentando en este artículo es un modelo simplificado que no representa la realidad y la dinámica de los incendios en toda su extensión, pero permite brindar una sensación de la escala en la que se mueven los tiempos de activación según el área de cobertura y el tipo de bulbo de vidrio que ofrece el fabricante. Finalmente nos falta responder la consulta:

¿Por qué los rociadores de cobertura extendida tienen bulbos de vidrio de 3 mms. y no de 5 mms?. Como ahora debemos saber, todos los rociadores de cobertura extendida tienen bulbos de vidrio de 3 mms. pero eso no los hace necesariamente rociadores de respuesta rápida, sin embargo suponiendo que existiesen rociadores de cobertura extendida de respuesta estándar, por los resultados obtenidos en el cálculo precedente, se abrirían muy tardíamente causando que las tasas de liberación de calor máximas se alcancen previo a la activación del rociador.

Area	Style	Light Hazard					Ordinary Hazard				
		135°F (57°C)	155°F (68°C)	175°F (79°C)	200°F (93°C)	286°F (141°C)	135°F (57°C)	155°F (68°C)	175°F (79°C)	200°F (93°C)	286°F (141°C)
14 x 14	Upright or Pendant	-	-	-	-	-	QR	QR	QR	QR	QR
	Style 30 Recessed	-	-	-	-	-	QR	QR	QR	QR	QR
	Style 40 Recessed	-	-	-	-	-	QR	QR	QR	QR	QR
16 x 16	Upright or Pendant	QR*	QR*	QR*	QR*	QR*	SR	SR	SR	SR	SR
	Style 30 Recessed	QR*	QR*	QR*	QR*	QR*	SR	SR	SR	SR	SR
	Style 40 Recessed	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	SR	SR	SR	SR	SR
18 x 18	Upright or Pendant	QR*	QR*	QR*	QR*	QR*	SR	SR	SR	SR	SR
	Style 30 Recessed	QR*	QR*	QR*	QR*	QR*	SR	SR	SR	SR	SR
	Style 40 Recessed	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	SR	SR	SR	SR	SR
20 x 20	Upright or Pendant	QR*	QR*	QR*	SR*	SR*	SR	SR	SR	SR	SR
	Style 30 Recessed	QR*	QR*	QR*	SR*	SR*	SR	SR	SR	SR	SR
	Style 40 Recessed	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	SR	SR	SR	SR	SR

QR: Quick Response  
SR: Standard Response  
N/A: Not Applicable  
\* Does not apply to Upright K=14.0

**TABLE B**  
**SENSITIVITY RATING FOR UL AND C-UL LISTING OF SERIES EC-11 OR EC-14 SPRINKLERS**  
(Refer to Table D for Permitted K-Factor/Area Combinations)



El presente artículo es una interpretación personal del autor y no representa la posición oficial de ninguna normativa o de la ciencia de la protección contra incendios, como tal ésta no podrá ser usada para defender una posición ante la autoridad competente. El lector es libre de estar de acuerdo con todo o parte de lo que aquí se menciona.