

OTROS ENFOQUES



Protección contra incendios en autopistas



por JAIME A. MONCADA*

Una revisión de 165 incidentes de incendio en puentes, entre 1997 y 2015, encontró que nueve puentes de acero y quince puentes de madera colapsaron después de incendios.

A las 6:22 de la mañana del domingo 11 de junio del 2023, un carro tanque con 32.200 litros (8.500 galones) de gasolina de 87 octanos se volcó debajo de un corto paso elevado en la Interestatal 95 (I-95), al noreste de la ciudad de Filadelfia, luego de que su conductor perdió el control cuando negociaba un cambio de dirección.

La I-95 es la autopista más importante del este de los Estados Unidos, comunicando a Miami con el Canadá, pasando por importantes ciudades como Daytona Beach, Savannah, Fayetteville, Richmond, Washington,

Baltimore, Filadelfia, Nueva York y Boston. Se estima que la I-95, en el tramo que pasa por Filadelfia, es transitada por 160.000 vehículos diariamente.

A raíz de este incidente, esta importante arteria se cerrará por varios meses, habiéndose desde ya decidido que el paso elevado se demolerá en ambas direcciones. Desafortunadamente, el intenso calor del incendio habría sobrecalentado las vigas de acero soportando la autopista, cediendo al peso del paso elevado tan solo 25 minutos después de haberse reportado el incendio, colapsando los cuatro carriles en dirección norte de la interestatal. Parece también que el conductor del carro tanque perdió la vida durante el incidente.

Ver Imagen Incendio I95

Esta no es la primera vez que un incendio de esta naturaleza ocurre. Por ejemplo, en Oakland, California, otro tanquero se incendió en medio de un laberinto de intercambios de autopistas, y el calor del incendio derrumbó más de 50 m de una rampa. En el Manual de Protección Contra Incendios de la NFPA, se reportan tres incendios más en la misma I-95, donde puentes fueron también afectados por incendios .

Estudios recientes han demostrado que los incendios son una amenaza real para los puentes. Una revisión de 165 incidentes de incendio en puentes, entre 1997 y 2015, encontró que nueve puentes de acero y quince puentes de madera colapsaron después de incendios y otros 35 fueron dañados de tal manera que tuvieron que ser reemplazados por nuevas estructuras. Este incidente de la I-95, ha puesto

el tema de la protección contra incendios de este tipo de puentes en la mesa de discusión.

Protección de los sobrepasos en autopistas

La realidad es que hoy día sobrepasos como el de la I-95 se diseñan para resistir el desgaste por el uso vehicular, los efectos del viento y los terremotos, pero no se diseñan para protegerlos contra la radiación de un incendio. La realidad es que el calor intenso de miles de galones de gasolina incendiada eventualmente va a, dramáticamente, debilitar las vigas que soportan este tipo de puentes y se derribará por su propio peso.

Las pruebas de laboratorio han demostrado que tal calor puede hacer que un puente de acero falle en 30 minutos. Mire hacia arriba la próxima vez que esté debajo de un paso elevado, y es muy probable que vea vigas de acero expuestas. Estas vigas soportan toda la carga del paso elevado, la mayor parte de la cual es el peso del propio paso elevado y los vehículos que transitan sobre él.

El acero funciona excelentemente bien casi todo el tiempo, pero el fuego es su talón de Aquiles. El acero conserva su resistencia hasta temperaturas de 315° C, pero la resistencia se reduce a la mitad a 600° C. El acero comienza a fundirse a aproximadamente 1500° C, aunque para ser conservador, el American Institute of Steel Construction (AISC) sugiere diseñar para la pérdida total de resistencia a una temperatura aproximada de 1200° C .



Paso elevado en la I-95 donde se aprecian las vigas metálicas

Momentos iniciales del incendio luego que el carro tanque se accidente

Colapso de los cuatro carriles de la I-95 al noreste de Filadelfia

Proceso de demolición del paso elevado días después del incidente

Fotografías tomadas de Google Street View, redes sociales y YouTube y editadas por IFSC

RESISTENCIA VS TEMPERATURA DEL ACERO

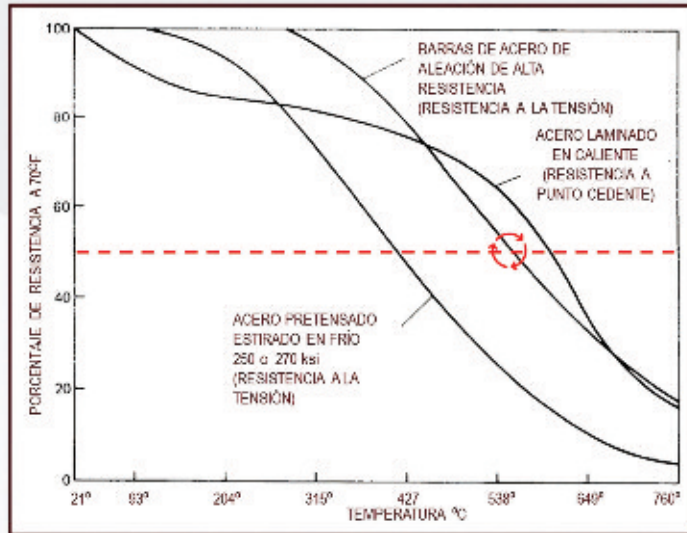


Imagen resistencia al fuego. Tablas de resistencia del acero a la temperatura. Gráfica tomada del curso sobre "Resistencia al Fuego Estructural" del Fire Protection Institute (www.fireprotectioninstitute.org)

Pero incluso por debajo de las temperaturas a las que el acero pierde su resistencia, el fuego puede deformar y torcer los miembros estructurales de acero. Aunque una estructura deformada o retorcida puede conservar sus propiedades materiales, su geometría puede haber comprometido su función.

El acero calentado por tiempo suficiente puede haber sufrido engrosamiento o enfriamiento demasiado rápido (por la extinción de incendios con agua), donde estas distorsiones se hacen permanentes en el acero. Los aceros estructurales templados y los sujetadores de alta resistencia de las vigas pueden debilitarse a temperaturas muy por debajo del punto de fusión y pueden necesitar ser reemplazados después de un incendio.

Encajonar el acero en concreto como se hace en las columnas de edificios para que sean resistentes al fuego es una forma de proteger las vigas de acero de fallas por el calor. El concreto, con su masa térmica, actúa como un aislante y disipador del calor, y ralentiza el aumento de temperatura en el acero, dando mayor tiempo de respuesta a los bomberos.

Sin embargo, revestir acero en concreto no es una panacea. Cubrir el acero con concreto agrega peso, costo y tiempo al proyecto, así como pone más masa por encima de lo que

podría fallar por razones distintas al fuego. Por otro lado, en incendios de derrames de gasolina, donde el incremento de temperatura es rápido y a temperaturas en exceso a 1.000° C, el concreto sufre desmenuamiento (spalling), donde básicamente el concreto experimenta micro explosiones que lo hacen desmoronar.

Otras opciones son las pinturas intumescentes o los materiales resistentes al fuego aplicados por aspersión (Spray applied fireproofing). La pintura intumescente es un líquido que se aplica sobre el acero que se hincha como resultado de su exposición al calor, lo que lleva a un aumento en el volumen y una disminución en la densidad, evitando la transferencia del calor.

Es importante que estas pinturas sean listadas por un laboratorio independiente al fabricante y que el espesor de la pintura sea evaluado luego de su aplicación por un ingeniero de protección contra incendios competente. El material aplicado por aspersión es también otra opción, ampliamente utilizada en edificios. Dependiendo del elemento estructural a proteger, se debe ejecutar un cálculo del espesor del material pasivo cortafuego y que este material sea también listado y que sea evaluado su método de aplicación y espesor durante la instalación, por un ingeniero de protección contra incendios.

¿Qué dice la Normativa de la NFPA?

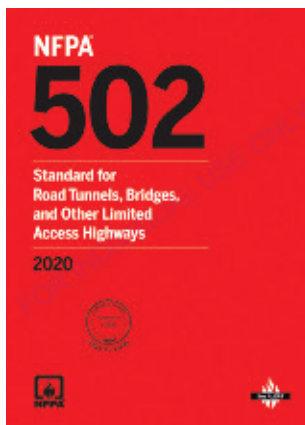
Desde los años 80, la NFPA publica la NFPA 502, una norma que proporciona requisitos de seguridad humana y protección contra incendios para autopistas de acceso limitado, túneles de carreteras, puentes, autopistas elevadas, autopistas subterráneas y autopistas que pasan debajo de otras estructuras.

El capítulo más utilizado de esta norma es sobre la protección de túneles vehiculares, por tener estos el riesgo de incendio más complejo. Existe una larga lista de serios incidentes de incendios, siendo los más conocidos los incendios del túnel en el Monte Blanco entre Francia e Italia y el Channel Tunnel entre Inglaterra y Francia. Esta norma establece criterios como por ejemplo evacuación, ventilación de emergencia/control de humos y resistencia al fuego estructural, estableciendo criterios más estrictos dependiendo de la longitud del túnel.

La norma también establece criterios de protección contra incendios para puentes, centrándose en puentes que tengan tramos de más de 300 m de longitud. La norma asume que el incidente de incendio en un puente es una situación menos riesgosa que un incendio en un túnel, por no estar el puente confinado o encerrado. Sin embargo los puentes tienen desafíos

importantes como es el acceso limitado del cuerpo de bomberos. La norma requiere un estudio de ingeniería para establecer la protección contra incendios estructural del puente.

El paso elevado de la I-95, donde ocurrió el incidente cerca de Filadelfia, no clasifica como un puente suficientemente largo, ni creo que se pudiera considerarse como un túnel, de manera que los requisitos de la NFPA 502 no se puedan aplicar a esta estructura. La discusión actual entre ingenieros de protección contra incendios e ingenieros civiles gira alrededor de la necesidad de una mejor protección y el costo de esta. Por un lado están aquellos que argumentan que este incidente recalca la necesidad de una regulación más amplia que incluya protección contra incendios en los pasos elevados, mientras están quienes tienen argumentos más prácticos, aduciendo que el costo de la posible protección de estos pasos elevados sería prohibitivo, máxime cuando en Estados Unidos existe una infraestructura de autopistas que ya muestra grandes problemas de mantenimiento. Lo más lógico, creo yo, sería analizar este tipo de estructuras evaluando si el incendio expone a la ciudadanía a un riesgo latente si hubiera un incendio. **V**



Pie de página:

1. Bridge Fires: Fiction or Reality? I. Paya-Zaforteza & G. Peris-Sayol, SFPE Europe
2. Fire Protection Handbook, 20th Edition, pg. 21-210
3. Bridge Fires: Fiction or Reality? I. Paya-Zaforteza & G. Peris-Sayol, SFPE Europe
4. Design Guide 19: Fire Resistance of Structural Steel Framing, American Institute of Steel Construction, 2003.

* Jaime A. Moncada, PE, un ingeniero de protección contra incendios, es director de International Fire Safety Consulting (IFSC), una firma consultora en ingeniería de protección contra incendios con sede en Washington, DC y con oficinas en Latinoamérica. El correo electrónico del Ing. Moncada es jam@ifsc.us.

