

Protección Anticaídas
Eficacia de las estructuras residenciales para los sistemas de protección anticaídas

Por Jeremy Bethancourt y Mark Cannon

Son muchos aquellos en el sector de la construcción de viviendas que creen que la protección anticaídas para los trabajadores impone costos inaceptables al trabajo. Algunos sugieren que la implementación de estas protecciones podría costar \$5.000 dólares o más por estructura; sin embargo, este es un número arbitrario que la investigación y la experiencia de los autores no pudieron conciliar. Otra idea que predomina es que la protección anticaídas siempre requiere modificar y reforzar las estructuras antes de su utilización, lo cual necesita a su vez que un ingeniero deba validar y certificar el sistema. Otros han manifestado su preocupación de que no hay una distancia hasta el suelo suficiente en las típicas estructuras de familias individuales para que los trabajadores utilicen sistemas de detención de caídas

(Constructores de Viviendas de Arizona Central; NAHB, 2000.

No obstante, en los casos que se analizan en este artículo, las caídas en proyectos de construcción residenciales y comerciales ligeros son detenidas mediante sistemas de protección que el constructor y/o el contratista instala en estructuras sin modificar. Ningún ingeniero estuvo implicado en ninguna de las instalaciones, y las alturas laterales eran bajas, de aprox. 8 pies. Estos hallazgos sugieren una relación entre las soluciones rentables y las prácticas para la implementación de protec-

ciones anticaídas en construcciones residenciales y ligeras, mientras se cumplen los requisitos de la regulación federal. Un valor de la evaluación de estas caídas es que cada una tiene circunstancias únicas que demandan la eficacia del sistema de protección y de anclaje. Los lectores pueden comparar los anclajes que utilizan con aquellos descritos, y predecir con un alto grado de confianza que sus anclajes, cuando se utilizan de acuerdo a la disposición 29 CFR 1926(d)(15), funcionarán según lo previsto en caso de que ocurra alguna caída sin tener que contratar la asistencia de un ingeniero. Los datos han demostrado que los requisitos estructurales de ingeniería diseñados según lo dispuesto por el Código Internacional de Construcción (IBC, por sus siglas en inglés) y las directrices que se exponen en las Instrucciones de Seguridad para los Componentes de Construcción (BCSI, por sus siglas en inglés) son más que suficientes para que las estructuras de madera soporten el peso de un trabajador caído, conforme a los requisitos de la OSHA y las normas del ANSI.

Detención de caídas en la construcción de viviendas
En 2007, un contratista especializado en estructuras de madera pequeñas y medianas, tanto residenciales como comerciales, del suroeste de los Estados Unidos, comenzó a implementar protecciones anticaídas en conformidad con la norma 29 CFR 1926.501(b)(1) para todas las operaciones que superaran los 6 pies de altura. La protección consistía en un sistema de barandas o un sistema personal de detención de caídas (PFAS, por sus siglas en inglés), el cual se instalaba en las estructuras de madera (de tipo residencial y/o comercial ligero). Con la utilización de cuerdas de seguridad autorretráctiles (SRL) en un PFAS, en conformidad con la regulación federal, los empleados de este contratista registraron desde el año 2007 hasta ahora 14 incidentes en los que se evitó o detuvo una caída. En cada incidente, el trabajador se habría golpeado contra el suelo si no fuera por el PFAS. Es probable que la mayoría de estos incidentes hubieran provocado lesiones graves o fatales si no se

Descargo de responsabilidad
La Iniciativa Investigación en Seguridad de CPWR/ACTA fue posible a través del acuerdo de cooperación N° U60-OH 009762/CFDA N° 93.262 del NIOSH. Sus contenidos son de exclusiva responsabilidad de los autores y no representan necesariamente el punto de vista oficial del NIOSH.

Jeremy Bethancourt es director del programa de ACTA Safety y director de seguridad de Leblanc Building Co. Como profesional reconocido de las estructuras de madera, Bethancourt fue nombrado en 2012 miembro del Comité Asesor en Seguridad y Salud para el Sector de la Construcción de la OSHA. Posee un B.S. en Administración de Justicia/Sociología de la Universidad Estatal de Arizona y un A.A. en Estudios Preparatorios en Derecho del Colegio Comunitario de Glendale. Bethancourt es miembro profesional del Capítulo ASSE en Arizona.

Mark Cannon, P.E., es ingeniero consultor sénior en Augspurger Komm Engineering Inc. Ofrece consultorías en el campo de la ingeniería de la seguridad, incluidos el diseño, prueba y evaluación de protecciones anticaídas para diferentes empresas y la División de Arizona de Seguridad y Salud Ocupacional.

hubieran evitado o detenido. En cada caso, el trabajador sobrevivió a la caída con lesiones menores o ileso, y la estructura a la cual el anclaje estaba conectado no sufrió ningún daño.

Los datos obtenidos de las caídas que realmente fueron contenidas y donde los trabajadores habían seguido los requisitos de la norma 29 CFR 1926.502(d)(15), han demostrado que el peso de un trabajador que cae es mucho menor a 5.000 libras (lo cual habla del requisito de que los anclajes soporten 5.000 libras o el doble del peso esperado). Cuando hay una distancia al suelo adecuada, los anclajes y equipos listos para usar no requieren la participación activa de un ingeniero al momento de su instalación y utilización, ya que las instrucciones del fabricante así lo indican.

En los casos que se analizan, el sistema de protección anticaídas se instaló siguiendo las instrucciones del fabricante y no se necesitó la asistencia de un ingeniero, es decir, no fue necesario que certificara el sistema o que diseñara o modificara la estructura para que soportara el peso de un trabajador que cae. Estos casos demuestran que los contratistas residenciales pueden, con sus propios medios, proporcionar los conocimientos técnicos necesarios para estar calificado, tal como se define en la norma 29 CFR 1926.32(m) y, por tanto, poder instalar sistemas de protección anticaídas en las estructuras existentes sin la intervención de un técnico especializado.

Al momento en que ocurrieron las caídas, se obtuvieron notas y fotografías para documentar los incidentes como registro interno; no se anticipó que el material se utilizaría después para publicar un informe de dominio público.

Cada informe de Detención de caídas y evaluación segura (Fall Arrest and Save Evaluation, FASE) generado mediante este análisis ofrece toda la información disponible, tales como fotografías, planos de construcción y recolección de experiencias basadas en observaciones y entrevistas con los trabajadores involucrados. Las distancias (excepto la altura de las construcciones) y fuerzas están aproximadas. Se proporciona la información que estaba disponible respecto a la edad, peso y altura del trabajador.

La Tabla 1 resume 10 de los incidentes que se analizaron, los cuales se analizan específicamente en sus respectivos informes FASE. En las páginas 62-63, encontrará la recreación de uno de estos, y en www.asse.org/psextra encontrará otro.

El objetivo de estos estudios de caso es demostrar que estos sistemas de protección anticaídas se instalaron y utilizaron de acuerdo a las instrucciones del fabricante y en conformidad con la norma 29 CFR 1926 M, Protección Anticaídas. El éxito es que, en cada caso, un trabajador que se salvó de una caída con pocas lesiones o ileso probó una instalación diferente de forma accidental. Además, los anclajes probados fueron instalados sin la participación directa de ingenieros, ya que se siguieron los

procedimientos normativos para la instalación y utilización del fabricante y de la OSHA.

Independientemente de las lagunas existentes en los datos, las caídas contenidas que se analizaron compartían estos aspectos en común: un trabajador cayó accidentalmente de un techo; el trabajador no se golpeó contra el suelo o el siguiente nivel inferior; la estructura a la cual el trabajador estaba atado no resultó con daños; y la estructura no estaba diseñada específicamente para un sistema de protección anticaídas. Esto fue independiente de la altura de la pared exterior a la cual estaba conectada la estructura del techo, que medía menos de 8 pies en varios casos.

Como demostración, se crearon animaciones para aquellos casos en que la información fue suficiente para describir la estructura a la cual estaba conectado el anclaje y la cinemática de la caída. Se intentó crear una representación de la caída que permitiera a los lectores comprender el escenario. Las imágenes de las animaciones se utilizaron en algunos informes FASE para explicar el incidente.

- Equipos utilizados durante las caídas detenidas
Las caídas de los trabajadores se detuvieron, por lo general, con uno o más de los siguientes elementos como parte de su sistema de protección anticaídas:
• Arnés unisex DBI/SALA Delta II;
• Línea de vida autoretráctil (SRL) Ultra-Lok DBI/SALA Clase B de 30 pies de largo con cuerda de salvamento de acero inoxidable de 3/16 pulgadas;
• Línea de vida Super Anchor Form-It (antes 3K);
• Línea de vida autoretráctil (SRL) Sidewinder Super An-

Tabla 1
Resumen de las caídas analizadas

Fecha	Información personal	Anclaje	Estructura	Altura inicial	Circunstancias	Resultado
10/1/2007	Edad: 31 Altura : 5 ft 8 pulg Peso : 220 lb	Anclaje de barras de tres vigas	Vigas abiertas	9 Pies	El trabajador caminaba por encima de los materiales y se cayó de la cubierta superior	Lo encontraron colgando 2 pies por debajo de la cubierta superior
1/22/2008	Edad: 19 Altura : 5 ft 2 pulg Peso : 165 lb	Anclaje enclavado en la cubierta del segundo piso	Segundo piso terminado	~10 Pies	El trabajador guiaba una carga de material ligero y se salió del borde	No cayó hacia atrás, logró sujetarse
8/19/2008	Edad: 55 Altura : -- Peso : 120 lb	Anclaje enclavado	Vigas entabladas	9 Pies 1 pulg	Caminaba por la pendiente y tropezó con la cabeza de un clavo	Se cayó hacia delante desde el techo y se balanceó lateralmente
6/17/2009	Edad: 33 Altura : ~6 Pies Peso : --	Anclaje de barras de tres vigas	Vigas abiertas	18 Pies	Se saltó un bloque corto que estaba enclavado, el trabajador perdió el equilibrio y se cayó entre la pared y la imposta	Lo encontraron colgando con un ardo 0 aprox. 6 pulg bajo la línea del piso
7/30/2009	Edad: 32 Altura : ~6 Pies Peso : --	Anclaje enclavado	Vigas entabladas	~13 Pies	Caminaba por la pendiente cuando se soltó un revestimiento y le pegó por debajo, se cayó a través del agujero entre las vigas	Lo encontraron colgando 4.5 pies bajo la línea del piso
8/17/2009	Edad: 28 Altura : 5 ft 1 pulg Peso : 185 lb	Anclaje enclavado o de tres vigas	Segundo piso parcialmente entablado	~10 pies hasta la cubierta del segundo piso	Las vigas se separaron, lo que causó que el trabajador perdiera el equilibrio y se cayera entre las vigas	Logró salir por el suelo
4/9/2012	Edad: 19 Altura : -- Peso : 175 lb	Anclaje enclavado	Techo plano entablado	14 Pies 8 pulg	Estaba arrodillado sobre un borde y cayó de cabeza	Lo encontraron colgando entre 4 y 5 pies por debajo del techo
7/26/2012	Edad: 47 Altura : -- Peso : 185 lb	Anclaje enclavado	Techo parcialmente entablado	8 Pies	Se inclinó para colocar unos clavos a lo largo de la pendiente, se tropezó y cayó hacia el borde	Fue llevado hasta una parada en el techo
12/21/2012	Edad: 31 Altura : 5 ft 6 pulg Peso : 160 lb	Anclaje enclavado	Techo plano entablado	~12 Pies	Estaba caminando hacia atrás hasta el techo, mientras amarraba los CGS, se cayó en un agujero	Lo encontraron colgando entre las vigas dentro de la casa
5/20/2013	Edad: 40 Altura : 6 ft 2 pulg Peso : 165 lb	Anclaje enclavado	Vigas entabladas	9 Pies	Comenzó a dar saltos por el techo para evitar las partes sueltas, las placas aéreas de CGS se dañaron por el viento	Fue llevado hasta una parada en el techo

chor de 30 o 50 pies con cuerda de salvamento de acero inoxidable de 3/16 pulgadas;

- Anclaje Super Anchor Serie RS-20;
- Barra de seguridad Super Anchor (sistema de barras de tres puntos).

La información sobre estos equipos está disponible en el sitio web de cada fabricante (www.capitalsafety.com y www.superanchor.com, respectivamente). Su mención en este artículo no debe interpretarse como una promoción de los productos.

#### Capacitación de los trabajadores y la administración

Los sistemas de protección anticaídas fueron instalados por los trabajadores, quienes tuvieron la supervisión directa de una persona cualificada. De acuerdo a la norma 29 CFR 1926.32(l), una persona cualificada es:

quien, mediante la posesión de un grado reconocido, certificado o situación profesional, o que por su extenso conocimiento, capacitación y experiencia, ha demostrado con éxito su capacidad de solucionar o resolver problemas relativos al ámbito, trabajo o proyecto en cuestión.

Para este contratista de estructuras de madera, las personas cualificadas son supervisores y/o capataces que comenzaron como trabajadores especializados en estructuras y que luego pasaron a ocupar un rol de liderazgo.

Como capacitación, los supervisores y también todos los demás empleados recibieron al inicio de su contratación entre 6 y 8 horas de instrucción en aula sobre los siguientes temas: 1) cómo se fijan los sistemas de vigas de forma permanente o temporal de acuerdo a las instrucciones de los fabricantes y/o a la interpretación sobre el terreno del resumen BCSI B2 de la Asociación de Componentes de Construcción Estructural; 2) cómo el revestimiento está fijado a las vigas para crear la estructura apropiada para los anclajes de protección; 3) los requisitos de cubierta para las caídas con oscilación y distancias hasta el suelo adecuadas; 4) el recorrido por las instrucciones del fabricante para la instalación de los anclajes que van clavados y aquellos que cubren las vigas; 5) montaje y uso de un arnés de protección anticaídas; 6) instalación y teoría de la operación de las SRL. Además, todos los trabajadores reciben capacitación sobre el terreno, en la que deben demostrar que comprenden las metodologías de la sala de clases.

Durante su formación, se pide a los supervisores que recomienden un plan de protección anticaídas para un lugar de trabajo (incluida la selección de los equipos) y que determinen dónde se deben instalar los anclajes. A continuación, se les observa mientras supervisan la instalación de los sistemas y se les pregunta sobre temas que se trataron en clases. A los trabajadores y supervisores se les enseña que la protección anticaídas es un sistema y que todos sus componentes deben trabajar en conjunto para proteger debidamente a los trabajadores. Con este método, todos los trabajadores están facultados para instalar de forma correcta los anclajes bajo la supervisión de una persona competente que también está capacitada en cuanto a la ubicación de los anclajes de protección.

#### Estructuras implicadas en las caídas contenidas

El revestimiento de los tableros de partículas orientadas (OSB, por sus siglas en inglés) se enclavó a las vigas de acuerdo al IBC como parte del proceso de construcción estándar. Por lo general, los anclajes se enclavaron en la parte superior de los OSB en la cuerda superior de las vigas, cerca de las puntas de los techos inclinados. Dos de las caídas que se contuvieron ocurrieron en techos/cubiertas planos o casi planos (es decir, de menos de 0,25 pulgadas por cada pie de pendiente). Las barras de seguridad estaban ubicadas cerca de las vigas con reforzamientos

temporales y conectadas a tres vigas, de acuerdo a lo indicado en las pautas del fabricante. Los sistemas de vigas estaban reforzados de forma permanente y/o temporal según las instrucciones del fabricante de las vigas y/o a la interpretación sobre el terreno del resumen BCSI B2 de la Asociación de Componentes de Construcción Estructural. (Para obtener más detalles sobre el refuerzo de estructuras de madera, visite [www.sbcindustry.com](http://www.sbcindustry.com))

#### Análisis de rendimiento: Estructuras

Como se ha señalado, las caídas que se detuvieron ocurrieron en estructuras residenciales o comerciales ligeras que se construyeron en el suroeste de los Estados Unidos. Es razonable preguntarse si las estructuras destinadas para el mismo fin en otras partes del país serían tan resistentes como aquellas del suroeste y si serían capaces de manejar las fuerzas impuestas sobre la estructura por el anclaje que sostiene al trabajador que cae.

Para responder esta pregunta, se deben considerar las capacidades de la estructura del techo determinadas por las cargas del diseño que se basan en aquellos pesos generados por cargas estáticas, dinámicas, sísmicas y eólicas (IBC, 2009). Las caídas detenidas ubicaron las cargas sobre las estructuras del techo que fueron diseñadas de acuerdo a las cargas eólicas y sísmicas que están entre las más bajas de los Estados Unidos. Las cargas de nieve no se consideraron debido a su ubicación. En el suroeste, las cargas de diseño para techos también incluyen el soporte del peso de las placas de hormigón. Sin embargo, incluso este requerimiento ubica la fuerza del techo de la estructuras residenciales del suroeste entre las más bajas del país (Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano de Estados Unidos, 2000).

Por otra parte, un examen de las estructuras ubicadas alrededor de los anclajes después de las caídas no mostró ninguna deformación (los informes de inspección posincidente realizados por los equipos de mantenimiento en terreno del fabricante de vigas no observaron ninguna deformación). Esto indica que las cargas impuestas en las estructuras estuvieron por debajo de lo que se podría considerar como la tensión de fluencia localizada. Por último, los anclajes que se utilizaron se diseñaron y vendieron sin tener en cuenta los requisitos estructurales locales o regionales. El cálculo del factor de seguridad que se basa únicamente en el rendimiento y capacidad de las SRL y los anclajes, fue de al menos tres (es decir, al menos tres veces la resistencia necesaria para la carga objetivo). Se esperaba que este fuera al menos el mismo valor de cualquier parte del país.

La información proporcionada por el fabricante de las SRL, además de las numerosas pruebas de caída en terreno realizadas por el contratista durante 7 años, fue pertinente para infundir confianza en que las SRL y las estructuras construidas con fines similares funcionaran según lo esperado en el terreno. Asimismo, debido a que el fabricante sigue los requisitos impuestos por la norma ANSI/ASSE Z359.14, certifica el rendimiento mediante un aseguramiento de la calidad de las unidades terminadas en el proceso de fabricación y control de calidad.

De acuerdo a la norma ANSI/ASSE Z359.14, las SRL Clase B (el tipo utilizado en cada caída evaluada) deben proporcionar una distancia de detención máxima de hasta 54 pulgadas. Las SRL Clase B se utilizan en los sistemas PFAS para plataformas motorizadas y, de acuerdo con la norma 29 CFR 1910.66, Apéndice C (estándar para los sistemas PFAS en plataformas motorizadas), la OSHA exige que las SRL limiten la distancia máxima de desaceleración a 42 pulgadas. De este modo, el objetivo de rendimiento que emplea el fabricante es llevar una carga de 282 libras que cae de una altura de 6 pies a una parada a menos de 42

pulgadas. Físicamente, una carga de 282 libras que cae de una altura de 6 pies tiene una energía cinética de 1.692 libras.

Para llevar ese peso a una parada, el fabricante selecciona una fuerza y distancia de detención de la caída particulares. Esto es similar a llevar un automóvil a una parada al frenar; mientras más fuerte uno frena el auto, más corta es la distancia que se necesita para detenerse. Para las SRL que se utilizan en estos casos de caídas, el fabricante diseñó el sistema de frenado para que limitara la fuerza de detención promedio entre 500 y 700 libras. Esto se traduce en una distancia de desaceleración de 40 y 29 pulgadas, respectivamente. Esto satisface los requisitos de la norma ANSI/ASSE Z359.13, ya que mantiene la fuerza de detención promedio bajo las 900 libras, y la fuerza de detención de la OSHA, al mantenerla bajo las 42 pulgadas. Además, esto también limita la fuerza aplicada al anclaje cuando hay una SRL implicada en una caída producida en una construcción residencial. Esta es la razón por la que los anclajes no fallan en las caídas que se detuvieron.

La Figura 1 presenta una típica curva de prueba de certificación para la SRL que se utilizó. Todas las pruebas de certificación proporcionadas por el fabricante muestran una curva de rendimiento con características en común. Cuando se impone por primera vez el peso de prueba sobre la cuerda SRL al fondo de la caída de 6 pies, se necesitan aproximadamente 40 milisegundos para alcanzar un máximo de corta duración de 900 a 1.000 libras. Esto se considera como una fuerza temporal y que tiene un efecto limitado sobre el sistema, si lo hubiere, debido a la pequeña cantidad de energía que se le asocia según lo calculado por el área bajo la curva. Después del pico inicial, la curva desciende y muestra el comportamiento de frenado de la SRL. Por ejemplo, la curva de la Figura 1 tiene una fuerza de detención promedio de 568 libras y una distancia de detención de 32,5 pulgadas. Según lo indicado en la norma ANSI/ASSE Z359.1, el fabricante lleva a cabo las pruebas de calificación en las cuerdas de seguridad autorretráctiles bajo temperaturas de -40 °F (-4,4 °C) y 130 °F (54,4 °C), con una humedad relativa del 85%. Se espera que las SRL funcionen bajo cualquier condición climática.

Una consideración importante para los usuarios de PFAS es que las pruebas del fabricante no simulan el cumplimiento del sistema cuando se utilizan en el mundo real. Las pruebas de certificación consisten en atar fuertemente una carga a la cuerda y luego lanzarla en dirección del suelo. En el uso real, una caída provoca que la cuerda caiga al nivel de la superficie del techo; y después es jalada sobre el borde en que cayó el trabajador. Cuando la SRL comienza a bloquearse, la cuerda empieza a tirar sobre el anillo en D del arnés del trabajador y se tensa a su alrededor. Esto tira el arnés hacia la ropa del trabajador y comprime los tejidos blandos del cuerpo directamente bajo la zona donde está el arnés. Este proceso progresivo de quitar la holgura del sistema atenúa la intensidad a la cual se tensa la cuerda y limita la carga máxima en el sistema. La intensidad de inicio de la aplicación de la carga se amortigua básicamente a través del cumplimiento del sistema. Por lo tanto, en vez de un gran aumento como el que se ve en las pruebas de laboratorio, es más posible que ocurra una curva inicial parabólica o trapezoidal más baja.

#### Análisis de rendimiento: Factores de seguridad

Un examen del anclaje y la estructura de soporte después de cada caída detenida que se analizó, mostró que la única evidencia física de un evento se obtenía de la curvatura de las pestañas del anclaje. Los anclajes se instalaron con cinco clavos 16d en cada lado de la pestaña, y los anclajes están diseñados para soportar hasta 3.000 libras. La caída que se detuvo el 19 de agosto de 2008 ocurrió con este tipo de anclaje, excepto que estaba instalado con solo 7 de los 10 clavos. Suponiendo una correlación directa entre el número de clavos y la carga de trabajo, en teoría, este anclaje podía soportar hasta 2.100 libras solo por el hecho de estar instalado de forma incorrecta. Suponiendo también que la SRL que detuvo la caída limitó la carga aplicada al límite superior de diseño de 700 libras, entonces el factor de seguridad en este evento era de al menos tres.

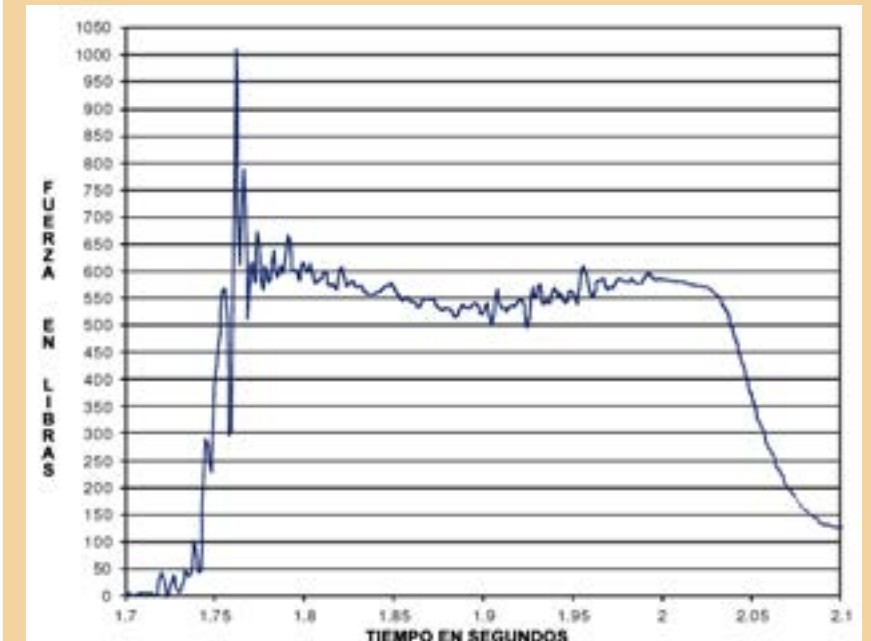
Los anclajes de barras de tres vigas instalados de acuerdo a las instrucciones del fabricante están diseñados para soportar 5.000 libras. La capacidad superior del límite de carga de 700 libras permitida por la SRL, cuando se divide en 5.000 libras, da como resultado un factor de seguridad de siete. Ambos factores de seguridad asociados al anclaje enclavado y al anclaje de vigas satisfacen los requisitos de la disposición 29 CFR 1926.502(d)(15)(i), la cual establece que los PFAS deben estar diseñados con un factor de seguridad de al menos dos.

#### Puntos de anclaje recomendados

Las estructuras de techos que están diseñadas y fabricadas de acuerdo al IBC no contienen puntos de anclaje discriminatorios. La estructura es una red o rejilla de miembros interconectados y, como sistema, está diseñada para transferir y compartir las cargas entre aquellos miembros.

Figura 1

## Típica curva de prueba de certificación para la SRL Ultra-Lok



*Nota. Informe de prueba de calidad de laboratorio N° 27850, Capital Safety, 25 de julio de 2012.*



# Informe de evaluación de seguridad para la detención de caídas N° 10-1-07

Identificación FASE N° 10-1-07  
Fecha y hora: 1 de octubre de 2007, 9:47 am  
Tipo de construcción: Estructura residencial, vivienda unifamiliar

## Incidente de caída

El empleado estaba trabajando en la cubierta superior de una estructura de un piso durante el montaje de las vigas. Estaba ubicándose en su posición para ayudar a montar el revestimiento del tablero de partículas orientadas (OSB) que había sido elevado por una grúa móvil. Estaba caminando sobre la cubierta superior y, mientras se ubicaba sobre la puerta de entrada, se resbaló o perdió el equilibrio y cayó de lado sobre la cubierta. La caída fue detenida por un sistema personal de detención de caídas (PFAS) que estaba conectado a un sistema de anclaje de barras de tres vigas. El empleado fue rescatado en un minuto. Tal como está dispuesto en los estatutos, el incidente se investigó a fondo y se interrogó a todos los empleados pertinentes.

### Detalles adicionales

- Altura de la pared: 9 pies
- Inclinación del techo: 4/12
- Clima: Típico de Arizona, soleado con una brisa suave. No se consideró como consecuencia para el accidente
- Empleado: 31 años; 5 pies, 8 pulgadas de altura; 220 libras de peso; 7 años de experiencia en estructuras de madera
- Idioma: Español (México)
- Tamaño del equipo: Seis trabajadores
- Tiempo en la tarea: 9 días trabajando específicamente en esta tarea
- Capacitación: Formación en Prevención de Caídas, Subparte M de la norma 29 CFR 1926 y uso del PFAS

### Medidas de protección anticaídas

Escaleras en la medida de lo posible; PFAS donde el acceso a las escaleras no fuese práctico, protectores contra deslizamientos para prevenir la caída de material, zona de acceso controlado para restringir el área a los trabajadores sin la capacitación adecuada.

### Equipo

- Arnés unisex DBI/SALA Delta II
- Ultra-Lok DBI/SALA de 30 pies de largo con cuerda de salvamento de acero inoxidable de 3/16 pulgadas
- Barra de seguridad Super Anchor (sistema de barras de tres vigas)

### Detalles del Anclaje

La barra de seguridad Super Anchor se utilizó con un refuerzo temporal instalado en el sistema de vigas (vea las fotos de la escena del incidente) de acuerdo a la interpretación sobre el terreno del resumen BCSI B2 de la SBCA.

### Fase de construcción próxima al incidente

Montaje de vigas de madera fabricadas. El incidente ocurrió inmediatamente después de que se instalaron y reforzaron temporalmente las vigas durante la etapa de disposición de material (revestimiento de OSB) en varias ubicaciones. No se instaló ningún revestimiento en ningún lugar de la estructura principal del techo en voladizo.

### Descripción de cómo ocurrió el incidente

Según el trabajador, se estaba tomando posición para ayudar a montar el revestimiento que había elevado una grúa móvil. Estaba caminando sobre la cubierta superior. Mientras se ubicaba en (y sobre) la puerta de entrada, o bien perdió el equilibrio y cayó de costado sobre la cubierta o se resbaló sobre la cubierta en el borde de la pared frontal exterior. La ubicación de la caída fue sobre una ventana que se abría a la derecha de la entrada principal (frente a la estructura).

### Rescate

Después del incidente, el trabajador y la persona que lo rescató entregaron detalles sobre dónde y a qué altura cayó antes de que el sistema detuviera su caída.

### Descripción de las lesiones

El proveedor médico autorizado no reportó ni encontró lesiones.

## Análisis de la carga

Sobre la base de la información disponible, los detalles de esta caída detenida incluyeron lo siguiente:

- El trabajador dio un paso en falso o perdió el equilibrio y se cayó de una cubierta superior estando de pie.
- En ese momento, estaba lateralmente aprox. a 18 pies del anclaje y a 10 pies bajo la pendiente. La cuerda se extendió aprox. 20 pies.
- Puesto que estaba conectada al anillo en D del trabajador, en un principio, la cuerda estaba en ángulo recto hacia arriba, después cayó y quedó sobre las vigas mientras caía.
- El trabajador cayó entre las vigas en la parte de atrás. Mientras caía, la cuerda pasó sobre la cola de viga en la esquina formada por la cola y la cubierta superior, y limitó el balanceo (Fotografía 4).
- Como el anillo en D del trabajador pasó por la cola de viga, la cuerda comenzó a extenderse desde la SRL.
- El trabajador fue encontrado colgando con el anillo en D aproximadamente a 2 pies por debajo de la cubierta superior.
- Se estima que las distancias de la caída libre y la detención fueron de aprox. 5 y 2 pies, respectivamente.
- Aparte de los indicadores de carga de impacto sobre la SRL y el arnés de cuerpo completo que muestra que hubo un impacto, el examen de la barra de seguridad y las vigas a las que estaba conectada revelaron que no hubo ninguna deformación ni signos de que hubiese ocurrido una caída.
- Se realizó una evaluación en terreno independiente por parte del fabricante de la viga, lo cual corroboró que la estructura no tuvo daños como resultado de la detención.
- De una altura inicial de 9 pies, si el trabajador no hubiera usado un PFAS, se habría golpeado contra el suelo, cayendo a 24 pies por segundo, o 16 millas por hora.

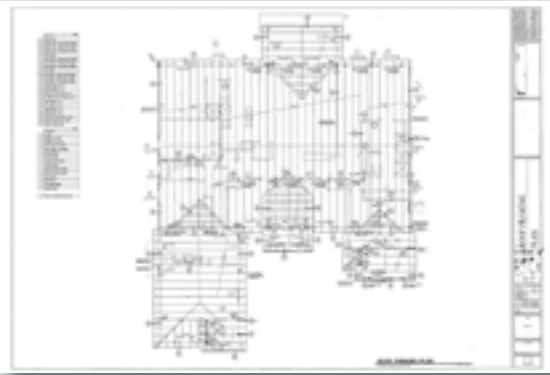


Figura 1: Proyecto del sistema de vigas



Fotografía 2: Anclaje y SRL del PFAS utilizado por el trabajador. Todos el equipo se dejó en el lugar para la fotografía.



Fotografía 4: Cable de la SRL y gancho de seguridad donde se detuvo la caída. Observe la cercanía al cordón superior de la viga y la pared, y la ruta de la cuerda sobre la parte de atrás de la viga.

Después de que se detuvo la caída, ambos trabajadores hicieron una demostración del rescate en una ubicación similar. El trabajador que cayó aparece en la Fotografía 5, mostrando su altura sobre el suelo donde quedó suspendido, y recreó con un compañero cómo fue rescatado.

## Documentación de la escena



Fotografía 1: Construcción de la estructura de madera de la casa después de que se instalaron y fijaron las vigas. Se apilaron unos OSB sobre la entrada a la derecha cuando el trabajador se cayó.



Fotografía 3: Parte inferior del sistema de vigas y anclaje utilizado en la caída contenida.



bros a medida que las cargas se aplican al techo. Según lo establecido por el SBCS, los anclajes de tres vigas requieren la incorporación temporal de vigas de madera de 2x4 como refuerzo, con un proceso que está bien documentado y comprendido por los constructores. Los anclajes enclavados están diseñados para colocarse en la parte superior del revestimiento y centrarse sobre una viga, lo cual es un procedimiento fácil de seguir. En la medida en que el instalador siga las instrucciones del fabricante del anclaje, este funcionará según lo previsto. Este método se siguió para todos los anclajes que sostuvieron al trabajador en las caídas detenidas, con excepción de uno.

#### Conclusión

Los autores analizaron varias caídas ocurridas en construcciones, en donde las circunstancias que las originaron son frecuentes, por lo que es probable que puedan replicarse en actividades de construcción similares. Los trabajadores involucrados estaban realizando tareas de rutina. Aunque la cinemática, configuración y orientación de cada caída fueron únicas, todos los incidentes compartieron características en común:

- Un trabajador cayó accidentalmente mientras trabajaba sobre una estructura de madera.
- El trabajador no se golpeó contra el suelo o un nivel inferior.
- La estructura a la cual el trabajador estaba atado no sufrió daños.
- El sistema de protección anticaídas fue instalado por una persona cualificada o por los trabajadores bajo la supervisión de una persona cualificada.
- La estructura no estaba diseñada específicamente para un sistema de protección anticaídas.
- El trabajador estaba capacitado en el uso de sistemas de protección anticaídas, incluidos los PFAS.
- Las distancias al suelo oscilaron entre 8 a 19 pies.
- Ningún trabajador murió o resultó con lesiones graves producto de la detención de la caída.
- La mayoría de los trabajadores no tuvo ninguna lesión; solo hubo lesiones menores que necesitaron primeros auxilios.
- Los sistemas y equipos de protección anticaídas que utilizaban correspondían a modelos disponibles en el mercado (o fácilmente disponibles desde diversos fabricantes).
- En ninguno de los casos mencionados se necesitó asistencia técnica especial (es decir, un ingeniero) para la aplicación y uso del sistema.

El antiguo paradigma que establece medidas especiales para que las estructuras soporten los sistemas de protección anticaídas se basa en la disposición 29 CFR 1926 502(d)(15) 5,000-lb, que dice que todo anclaje que pueda soportar su carga está en condiciones de soportar el peso de un trabajador que cae. Este tipo de enfoque en el final se ha obviado por los ingenieros que adoptan un enfoque en el inicio, mediante el diseño de sistemas de protección que limitan las cargas de un trabajador que cae muy por debajo de las 5.000 libras, en el orden de 700 libras o menos. Por tanto, el criterio para que los diseños estructurales soporten las 5.000 libras de un trabajador que cae se ve anulado cuando los trabajadores usan sistemas de protección anticaídas diseñados por ingenieros.

Mediante caídas reales, se ha demostrado que las estructuras diseñadas de este modo pueden soportar a los trabajadores cuando los PFAS se diseñan, instalan y utilizan de acuerdo a la segunda y tercera parte de la norma 29 CFR 1926 502 (d)(15). La Parte 2 establece que un PFAS completo debe mantener un factor de seguridad de al menos dos, y la Parte 3, requiere que su utilización sea

bajo la supervisión de una persona cualificada. Esto excluye los costos adicionales que significan la contratación de un ingeniero o un arquitecto profesional para diseñar y crear estructuras únicas para facilitar la protección anticaídas. Los constructores de viviendas y contratistas especializados en el rubro pueden, en cambio, invertir en arneses reutilizables, SRL, anclajes de tres vigas o anclajes de un solo uso cuyo costo es menor y, lo más importante, invertir en capacitaciones adecuadas para proteger a los trabajadores mientras cumplen las normas de protección anticaídas de la OSHA. PS

#### Referencias

- Constructores de Viviendas de Arizona Central (enero de 2000). Carta al Subsecretario del Trabajo, Jeffress: Comentarios sobre la norma de protección anticaídas. Phoenix, AZ: Autor.
- Consejo Internacional de Códigos (2009). Código Internacional de la Construcción. Washington, DC: Autor.
- Asociación Nacional de Constructores de Viviendas (NAHB). (2000). Petición para modificar la Norma de Protección Anticaídas (29 CFR 1926, Subparte M). Washington, DC: Autor.
- Asociación de Componentes de Construcción Estructural. Información de seguridad para los componentes de construcción. Madison, WI: Autor.
- Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano de Estados Unidos (2000). Guía para el diseño estructural de viviendas (ed. 2000). Washington, DC: Autor, Oficina de Desarrollo de Políticas e Investigación.

#### Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a las siguientes personas y organizaciones: John N. LeBlanc, Mike Pentecost, Russ Thompson, Dave Hamilton, Bill Hoover, Ernie Miller, Matt Nichols, Mark Hendricks, Chad Coons, Toni DiDomenico, Mark Norton, Matt Gillen, Justin Bahr, Larry Barambah, Dave Barber, Jenny Mandeville, Paul Lagerstedt, Mark Langford, Tom Wolner, Gustavo Portillo, Rick Stark, Dave Bessey, Jeff Eschliman, LeBlanc Building Co., EMOSC Consulting, Maracay Homes, Super Anchor Safety, Capital Safety, R&K Truss, Peterson Dean Roofing, Capítulo de la ASSE en Arizona, División de Seguridad y Salud Ocupacional de Arizona, Asociación Nacional de Constructores de Viviendas, Capítulo del Consejo Nacional de Seguridad de Arizona, OSHA, NIOSH, Asociación de Constructores de Viviendas de Arizona Central, Asociación Nacional de Contratistas de Tejados, Asociación de Empresas de Arizona y CPWR. Para Luis.