

Prevención de caídas desde alturas por medio del diseño de elementos de seguridad integrados

DHHS (NIOSH) publicación N.º 2014-124
mayo de 2014

Prevención a través del diseño (PtD)

La prevención a través del diseño (PtD) aborda la exposición del trabajador a peligros durante las etapas de diseño de un proyecto. Por ejemplo, cuando se diseña o se renueva el diseño de un edificio u otra estructura, se podrían minimizar los riesgos de lesiones y muertes relacionadas con las caídas de los trabajadores de la construcción y los usuarios de las instalaciones terminadas si se usara un enfoque de PtD. NIOSH recomienda que los diseñadores de una instalación, sus dueños y constructores, así como los profesionales de seguridad y de la salud colaboren para hacer al menos una revisión de la seguridad del diseño a fin de estudiar y abordar los peligros que podrían ocurrir durante el ciclo de vida de la edificación.

Esta estrategia integra los elementos de seguridad en el diseño de la edificación, aborda los peligros de caídas cuando se hacen los planes de construcción, establece criterios de seguridad para la compra de equipos, e informa sobre los riesgos a los dueños del edificio y al personal de las instalaciones [Behm 2005], en lugar de depender de otras formas de protección como equipos de protección personal (EPP) o controles administrativos.

Descripción de la exposición

La construcción es una de las industrias más peligrosas [Toole y Gambatese 2008] y las caídas son una causa común de lesiones mortales en este sector. De las 4693 lesiones mortales que ocurrieron en el trabajo en el 2011, 553 (12%) fueron consecuencia de caídas desde una altura a un nivel más bajo. Las caídas mortales en la construcción representaron el 46% de todas las caídas mortales relacionadas con el trabajo en el 2011 [BLS 2012]. La OSHA estima que cada caída (tanto mortal como no mortal) desde una altura en la construcción cuesta entre 50,000 y 106,000 dólares [OSHA 2012]. Los trabajadores enfrentan el riesgo de caídas durante la etapa inicial de la construcción y, luego de la finalización, durante las operaciones, mantenimiento, restauración y demolición de edificaciones. Los elementos de la instalación que están asociados a las caídas son, entre otros, los bordes de pisos y techos, las plataformas elevadas, las cornisas,



los atrios, los tragaluces, las salas de máquinas, las escaleras de mano y las escaleras. Las caídas pueden ocurrir desde estructuras temporales que se usan en la construcción y el mantenimiento, como andamios o escaleras de mano, o desde componentes permanentes como los techos.

Normas

La norma 29 CFR* 1926.502 de la OSHA cubre los requisitos de los sistemas de protección contra las caídas. Uno de los siguientes elementos debe estar siempre presente para proteger a los trabajadores de las caídas:

- Barandas construidas específicamente para el trabajo, o las que están aprobadas para uso comercial, que cumplan con los requisitos de la OSHA respecto de la altura y la fortaleza [29 CFR 1926.502(b); Bobick et al. 2010].
- Puntos de anclaje diseñados adecuadamente y con sistemas personales de detención de caídas y cuerdas salvavidas [Bobick et al. 2010].
- Otros métodos de protección contra caídas como redes de seguridad [29 CFR 1926.502(c)].

Las normas [2007] ANSI Z359.0 a la Z359.18 del Instituto de Normas Nacionales de los Estados Unidos (ANSI, por sus siglas en inglés) describen los requisitos de seguridad para los sistemas de detención de caídas. La norma Z590.3 del ANSI aborda la prevención a través de recomendaciones de diseño para evitar peligros en los procesos de diseño y renovación de diseño.

Soluciones de diseño

Los diseñadores primero deberían tomar en cuenta la necesidad de contar con elementos permanentes para la protección contra caídas con el fin de proteger de este peligro a los trabajadores de la construcción, futuros ocupantes de las instalaciones y trabajadores a cargo de las reparaciones. Una revisión del diseño desde el punto de vista de la seguridad puede ayudar a evaluar las tareas que exponen a los trabajadores al peligro. Los diseñadores y los profesionales de seguridad y de la salud pueden usar una jerarquía de controles a fin de seleccionar las alternativas más adecuadas para abordar los riesgos que se hayan identificado [Gambatese et al. 2005]. La jerarquía de controles para la protección contra las caídas implica lo siguiente:

* Código de Regulaciones Federales (CFR, por sus siglas en inglés). Ver CFR en las referencias bibliográficas.

1. Eliminar o modificar el propio peligro de caídas es la estrategia preferida:
 - a. Adoptar un diseño de edificaciones que tengan un solo nivel a ras del suelo en lugar de múltiples niveles en elevaciones sería la mejor forma de eliminar el peligro de caídas.
 - b. Usar parapetos o barandas permanentes para separar al trabajador del elemento de peligro de caídas sería la siguiente estrategia preferida para eliminar el riesgo de caídas.
2. La segunda alternativa es proporcionar un sistema para detener la caída que sujete al trabajador a través de un punto de anclaje, un conector, una cuerda de seguridad y un arnés de cuerpo entero a fin de evitar que el trabajador entre en contacto con el elemento de peligro.
3. Instalar un sistema de detención de caídas: Esta última opción también usa un punto de anclaje, conectores, cuerdas de seguridad y arneses de cuerpo entero, pero el trabajador queda expuesto a la caída y el diseño está hecho para detener la caída cuando esta ya se ha iniciado.

La instalación de elementos de protección permanentes contra caídas, dependiendo del momento en que se instalen durante el proceso de construcción, también se puede usar para proteger a los trabajadores de las caídas durante la fase de construcción.

Un requisito común a todos los métodos de protección contra caídas es la provisión de lugares de anclaje y apoyo que estén diseñados e instalados de forma adecuada y que incluyan un “punto de conexión seguro o un componente terminal de un sistema de protección contra caídas o sistema de rescate capaz de soportar de manera segura el impacto de la fuerza que ejerce un sistema de protección contra caídas o un subsistema de anclaje” [ANSI/ASSE 2011]. En muchos tipos de edificaciones comerciales e institucionales, el equipo se puede integrar de manera permanente a las partes de acero o concreto de la edificación y usarse para instalar los sistemas de protección contra caídas.

Estos elementos de seguridad integrados podrían usarse para prevenir caídas durante la construcción y el mantenimiento de la edificación después de la construcción. Los elementos integrados pueden incluir correas de concreto, puntos de anclaje para usarse junto con sistemas personales de detención de caídas y cuerdas salvavidas, o barandas de apoyo [ver NIOSH 2013 para obtener información detallada, diagramas y fotografías de varios elementos de diseño].

Los elementos de seguridad temporales no son parte de la edificación una vez finalizada la construcción. Los elementos de seguridad permanentes son parte de la edificación aún después de finalizada la construcción. Planificar la instalación de elementos permanentes es la estrategia

preferida e implica la participación del arquitecto y los ingenieros consultores que diseñan la edificación. Estos elementos proveen protección a los trabajadores de la construcción, a los de operaciones y mantenimiento, y a los que harán renovaciones, restauraciones, desmontajes o modificaciones.

La decisión de incluir elementos temporales la toman los ingenieros y el personal de seguridad de la empresa constructora. Estos elementos temporales benefician a los trabajadores de la construcción y en general se quitan una vez que se termina la construcción. Los reglamentos generales de la OSHA para la construcción [29 CFR 1926 subparte M] establecen que la protección contra las caídas debe estar a 6 pies con propósitos temporales o de construcción. Otras industrias tienen diferentes requisitos de protección relacionados con la altura, y se pueden encontrar en el reglamento de la OSHA correspondiente.

Inserciones para barandas de apoyo

Las inserciones de acero se pueden empotrar a lo largo de los bloques de concreto para que las barandas se puedan instalar en los bordes de todos los pisos durante la construcción. Las inserciones proveen un método seguro de instalación de barandas que es más rápido de colocar en comparación con los sistemas de barandas sujetadas con pernos. Las inserciones se pueden utilizar tanto para los sistemas temporales usados durante la construcción como para los sistemas de barandas o parapetos permanentes usados no solo en la construcción, sino también en las operaciones y el mantenimiento, y para otras necesidades futuras del ciclo de vida de la edificación.

Puntos de anclaje integrados al techo

Los puntos de anclaje son necesarios cuando se elige un sistema personal de prevención de caídas o un sistema personal de detención de caídas. Se pueden instalar varios puntos de anclaje integrados a fin de proporcionar lugares donde sujetar las cuerdas salvavidas horizontales o verticales que se usan en estos sistemas. Deben ser independientes del anclaje usado para apoyo o para suspender las plataformas, y deben poder sostener al menos 5000 libras [29 CFR 1926.502(d)(15)].

Correas integradas al concreto

Las correas se instalan antes de la fundición y se sujeta cada una a la parte reforzada (p. ej., barra de refuerzo de acero) que se coloca dentro de una columna, viga o bloque de concreto. El otro extremo de la correa y su anillo D de conexión se dejan colgando, lo que permite que los trabajadores sujeten a la correa el arnés personal de protección contra caídas u otro equipo personal de seguridad. Los anillos D y los ganchos de deslizamiento con cierre deben tener la capacidad de sostener cargas de 5000 libras [29 CFR 1926.502(d)(3) y 29 CFR 1926.502(d)(9)].

Las correas deben cumplir los requisitos de la norma Z359.1 de ANSI. En general las correas se quitan después de que la construcción ha finalizado, por lo tanto, esta opción tiene como fin proveer anclaje de protección temporal contra caídas a los trabajadores de la construcción.

La decisión de integrar inserciones de concreto se debe tomar durante el diseño conceptual de una edificación. Solo se necesitará una mínima cantidad adicional de diseño [NIOSH 2013]. Se está realizando una investigación sobre la seguridad de las nuevas y ecológicas edificaciones certificadas por el U.S. Green Building Council Leadership in Energy and Environmental Design (LEED, por sus siglas en inglés), y se han hecho recomendaciones para incluir elementos de seguridad de prevención a través del diseño en estos nuevos proyectos. La inclusión de disposiciones durante la construcción de edificaciones a fin de prevenir lesiones, enfermedades y muertes entre los trabajadores de la construcción es un componente esencial del diseño sostenible [Harte 2009].

Ahorro de costos y ventajas de los elementos permanentes

De acuerdo con los reglamentos de la OSHA, los empleadores son las entidades responsables de la seguridad de los trabajadores. Quizás es por esta razón que los arquitectos e ingenieros de diseño no siempre toman en cuenta los peligros durante la fase de diseño de un proyecto de construcción. También es posible que los diseñadores de edificaciones se muestren cautelosos a la hora de asumir la responsabilidad de futuros incidentes de seguridad; sin embargo, no existe ninguna investigación que indique que los diseñadores que toman en cuenta la seguridad tengan una mayor probabilidad que los que no lo hacen de enfrentar una demanda. También es posible que los diseñadores perciban que los elementos de seguridad toman más tiempo para instalar y cuestan más dinero; los proyectos de diseño deben cumplirse dentro de un plazo determinado y ser económicos para el dueño [Gambatese et al. 1997; Gambatese et al. 2005; Toole and Gambatese 2008]. Pero se ha demostrado que tener los elementos de seguridad contra caídas incorporados en el diseño original e integrados de manera permanente en el concreto ahorra dinero. La protección contra caídas puede hacerse de manera más eficiente si los elementos se instalan de manera permanente, en lugar de enfrentar los costos adicionales de la instalación temporal de la protección contra caídas cada vez que se hace una tarea de mantenimiento o renovación de techo [Gambatese et al. 1997]. Según lo dicho por Rajendran y Gambatese [2013], los puntos de anclaje en el techo son generalmente de bajo costo.

Estudio de caso

El Programa de Análisis de Casos de Muerte Ocupacional y Evaluación de Controles de NIOSH (FACE) respalda los programas de investigación de muertes en varios estados. El siguiente caso ocurrido en Nueva Jersey ilustra la importancia de hacer las instalaciones de manera correcta y de cómo los anclajes integrados podrían haber prevenido una caída.

Un trabajador de la construcción de 51 años murió luego de caer desde el techo de un depósito industrial en construcción. Estaba usando un equipo de protección completo, incluido un arnés y una cuerda de seguridad retractable conectada a un anclaje de metal temporal instalado como parte del sistema de protección contra caídas de la construcción. El anclaje estaba sujeto al borde principal del entablado corrugado, que no estaba fijo. Cuando el anclaje se soltó, el trabajador cayó al suelo desde una altura de 40 pies.

Además de placas y tornillos de anclaje inadecuados, otro factor que influyó en la caída fue que el borde donde la placa de anclaje estaba montada no estaba fijo. Si la placa de anclaje hubiese sido un elemento integrado que formara parte del sistema de protección contra caídas permanente, el anclaje no se habría soltado y causado que la víctima cayera al suelo [NJ DOH 2012].

Recomendaciones

Los dueños y diseñadores de edificaciones deberían tomar las siguientes medidas para prevenir caídas [NIOSH 2013; NYC DOB 2008; NJ Health 2012]:

- Hacer una revisión del diseño respecto de la seguridad cuando se hacen remodelaciones, renovaciones o nuevas construcciones, a fin de identificar y tomar en cuenta las tareas que podrían implicar riesgo de caídas durante el ciclo de vida de la instalación. Usar estrategias de prevención a través del diseño para prevenir riesgos de caídas o para proporcionar elementos de ingeniería que provean protección contra caídas.
- Consultar a ingenieros profesionales certificados para instalar nuevos elementos o para remodelar edificaciones más antiguas con nuevos elementos de seguridad integrados de manera permanente.
- En las construcciones nuevas, un arquitecto o un ingeniero estructural debe preparar un plano indicando el lugar donde se encuentren los puntos de anclaje de protección contra caídas y su capacidad, a fin de guiar al personal de construcción y de mantenimiento.

- Garantizar que una persona competente[†] [29 CFR 1926.32(f)] inspeccione el sistema de detención de caídas antes y durante la instalación.
- Hacer que una entidad calificada pruebe en el lugar el funcionamiento de los sistemas de detención de caídas integrados en el concreto a fin de garantizar que puedan sostener las cargas previstas.
- Garantizar que una persona competente inspeccione y evalúe con regularidad los sistemas de detención de caídas para detectar daños.
- Garantizar que nadie use el sistema antes de que se cumplan las condiciones enumeradas anteriormente.

Agradecimientos

Este documento fue preparado por E. A. McKenzie, Jr., División de Investigaciones de Seguridad; Matt Gillen, Oficina del Director; y Susan Afanuh, División de Educación e Información, Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional.

Referencias

ANSI [2007]. Safety requirements for personal fall arrest systems, subsystems, and components. Standard Z359.1.

ANSI/ASSE [2011]. Prevention through design guidelines for addressing occupational hazards and risks in design and redesign processes. Standard Z590.3.

Behm M [2005]. Linking construction fatalities to the design for construction safety concept. *Safety Sci* 43:589–611. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753505000731>.

BLS [2012]. Table A–9. Fatal occupational injuries by event or exposure for all fatal injuries and major private industry 1 sector, all U.S., 2011. Washington, DC: Bureau of Labor Statistics. <http://www.bls.gov/iif/oshwc/cfoi/cftb0267.pdf>.

Bobick TG, McKenzie, Jr, EA, Kau T-Y [2010]. Evaluation of guardrail systems for preventing falls through roof and floor holes. *J Safety Res* 41: 203–211.

CFR. Code of Federal regulations. Washington, DC: U.S. Government Printing Office, Office of the Federal Register.

[†] “Persona competente” es quien sea capaz de identificar riesgos existentes y predecibles en los alrededores o condiciones de trabajo insalubres, riesgosas o peligrosas para los empleados, y quien tenga la autorización para tomar medidas correctivas inmediatas a fin de eliminar esos riesgos [29 CFR 1926.32(f)].

Gambatese JA, Hinze JW, Haas CT [1997]. Tool to design for construction worker safety. *J Arch Eng March*:32–41.

Gambatese JA, Behm M, Hinze JW [2005]. Viability of designing for construction worker safety. *J Constr Eng Manage September*:1029–1036. <http://faculty.kfupm.edu.sa/cem/jannadi/Viability-of-Designing-for-Construction-Worker-Safety.pdf>.

Harte A [2009]. Safe and green building design. PtD in Motion Newsletter. *July (5)*:9–10.

NJ DOH [2012]. Hispanic construction worker wearing fall protection dies after falling 40 feet from roof. Trenton, NJ: New Jersey Department of Health, Public Health Services branch, Division of Epidemiology, Environmental and Occupational Health, Occupational Health Surveillance Unit. <https://www.cdc.gov/niosh/face/stateface/nj/09NJ099.html>.

NYC DOB [2008]. Regulatory Notice: new protocols for existing and new concrete-embedded fall arresting systems. New York City Department of Buildings. http://www.nyc.gov/html/dob/downloads/pdf/regulatory_fall_arrest_061308.pdf.

NIOSH [2013]. Architectural design and construction: instructor's manual. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health. <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2013-133>.

OSHA [2012]. Workers' compensation costs of falls in construction. Washington, DC: U.S. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration. <http://www.osha.gov/dcsp/products/topics/businesscase/costs.html>.

Rajendran S, Gambatese JA [2013]. Risk and financial impacts of prevention through design solutions. *Pract Period Struct Des Constr 18(1)*:67–72.

Toole TM, Gambatese J [2008]. The trajectories of Prevention through Design in construction. *J Safety Research 39*:225–230. <https://www.cdc.gov/niosh/topics/ptd/pdfs/Toole.pdf>. CFR. Code of Federal regulations. Washington, DC: U.S. Government Printing Office, Office of the Federal Register. http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_id=10758&p_table=S_TANDARDS.

Gambatese JA, Hinze JW, Haas CT [1997]. Tool to design for construction worker safety. *J Arch Eng March*:32–41.

Gambatese JA, Behm M, Hinze JW [2005]. Viability of designing for construction worker safety. *J Constr Eng Manage September*:1029–1036. <http://faculty.kfupm.edu.sa/cem/jannadi/Viability-of-Designing-for-Construction-Worker-Safety.pdf>.

Hsaio H, Simeonov P [2001]. Preventing falls from roofs: a critical review. *Ergonomics 44(5)*:537–561.

ICC [2012]. International Building Code. International Code Council, Standard 714.1.

NIOSH [1997]. Project engineer dies in fall from roof in Massachusetts. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, MA FACE 97-MA-044-01. <https://www.cdc.gov/niosh/face/stateface/ma/97ma044.html>.

NIOSH [2000]. Worker deaths by falls: a summary of surveillance findings and investigative case reports. By Braddee RW, Hause MG, Pratt S. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No. 2000-116. <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2000-116/pdfs/2000-116.pdf>.

NIOSH [2013]. Architectural design and construction: instructor's manual. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No. 2013-133. <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2013-133>.

OSHA [2012]. Workers' compensation costs of falls in construction. Washington, DC: U.S. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration. <http://www.osha.gov/dcsp/products/topics/businesscase/costs.html>.

OSHA Alliance Program [2010]. Construction workplace design solutions: specify sufficient wall height to allow parapets to function as fall prevention. OSHA Alliance Program Construction Roundtable http://www.designforconstructionsafety.org/Documents/Parapets_rev9.doc.

Pupkin A [2013]. Parapet roofs. Ezine Articles. August 15. <http://ezinearticles.com/?Parapet-Roofs&id=7937534>.

Rajendran S, Gambatese JA [2013]. Risk and financial impacts of prevention through design solutions. *Pract Period Struct Des Constr* 18(1):67-72.

Toole TM, Gambatese J [2008]. The trajectories of Prevention through Design in construction. *J Safety Research* 39:225-230. <https://www.cdc.gov/niosh/topics/ptd/pdfs/Toole.pdf>.

Para obtener más información

La información en este documento se basa en la investigación relacionada con las iniciativas de prevención a través del diseño (PtD). Puede encontrar más información sobre la PtD en el sitio web de NIOSH en <https://www.cdc.gov/niosh/topics/PtD>.

Puede encontrar más información sobre la prevención de lesiones por caídas en el siguiente sitio web:

- <https://www.cdc.gov/niosh/topics/falls>

Puede encontrar más información sobre el Programa FACE de NIOSH en el sitio web del instituto:

- <https://www.cdc.gov/niosh/face>
- Haga clic aquí para ver una lista de los informes de FACE de NIOSH relacionados con las caídas en el ámbito de la construcción.
- Haga clic aquí para ver una lista de los informes estatales de FACE relacionados con las caídas en el ámbito de la construcción.
- Haga clic aquí para ver una lista de los informes de FACE de NIOSH relacionados con la PtD.

Para recibir información sobre otros temas de seguridad y salud ocupacionales, comuníquese con NIOSH:

Teléfono: 1-800-CDC-INFO (1-800-232-4636) Línea TTY: 1-888-232-6348 • CDC
INFO: www.cdc.gov/info

O visite el sitio web de NIOSH en [/spanish/NIOSH/](http://spanish/niosh/).

Para recibir una actualización mensual de las noticias de NIOSH, suscríbase a *NIOSH eNews* en www.cdc.gov/niosh/eNews.

La mención de cualquier compañía o producto no constituye respaldo alguno por parte de NIOSH. Además, las referencias a sitios web fuera de NIOSH no constituyen un respaldo de NIOSH a las organizaciones patrocinadoras ni a sus programas o productos. Más aún, NIOSH no se responsabiliza del contenido de estos sitios web.

Este documento es de dominio público y se puede copiar o reproducir libremente. NIOSH invita a todos los lectores de *Soluciones de diseño para el lugar de trabajo* a ponerlo a disposición de todos los empleadores y trabajadores interesados.

Como parte de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades, NIOSH es la agencia federal encargada de realizar investigaciones y hacer recomendaciones a fin de prevenir enfermedades y lesiones relacionadas con el trabajo.

Publicación del DHHS (NIOSH) núm. 2014-124

Mayo de 2014