Práctica

Eliminar mediante el diseño los peligros de la vida

Por Anjali Lamba

NIOSH está llevando a cabo una iniciativa nacional, lanzada en julio de 2007, llamada Prevención a través del diseño (PTD). Esta iniciativa ha convocado al gobierno, a los académicos y a la industria para promover el concepto de diseño y minimización de los riesgos ocupacionales. Una definición exhaustiva del PTD sería:

> El método óptimo de prevenir enfermedades, lesiones y fatalidades ocupacionales es "diseñar para eliminar" los peligros y riesgos, para que no exista necesidad de controlarlos durante las operaciones de trabajo. Este enfoque implica el diseño de herramientas, equipos, sistemas, procesos laborales e instalaciones orientados a reducir o eliminar los peligros asociados con el trabajo. (Young-Corbett, 2011)

EN BREVE

- **Este artículo proporciona ejemplos de la vida real de prevención por diseño (PTD) y aplicaciones exitosas de los conceptos y principios de la PTD.**
- **La colaboración inicial entre los involucrados es fundamental para la incorporación exitosa de los elementos de PTD en el diseño y en la construcción.**
- **Otras alternativas posibles para maximizar los beneficios de PTD incluyen trabajar con firmas de diseño y construcción, incorporar la PTD en LEED y hacer partícipe a OSHA en la promoción activa de la PTD en la construcción.**
- **El sólido respaldo del liderazgo de los organismos federales a esta iniciativa es fundamental.**

El objetivo de la PTD es eliminar los peligros y reducir los riesgos desde su origen considerando las implicancias de seguridad y salud en los inicios del ciclo de diseño; esto es más eficaz que el enfoque tradicional de gestión de riesgos. Los principios de la PTD también concuerdan con la conocida jerarquía de controles, en la cual los controles de ingeniería son siempre los más eficaces porque eliminan el peligro de raíz, o bien lo contienen o lo aíslan de modo que las exposiciones se controlan mediante el diseño. La PTD apoya la adopción de medidas de control de peligro en un punto más alto en la jerarquía de controles, enfocándose en la eliminación de peligros y la sustitución seguida de la minimización de los riesgos mediante la aplicación de controles técnicos y sistemas de advertencia durante las actividades de diseño, rediseño y reacondicionamiento. Sin embargo, la PTD también respalda la aplicación de controles administrativos y el uso del equipo de protección personal (PPE) cuando éstos ayudan a complementar una estrategia global de minimización de riesgos e incluyen el desarrollo de un programa adecuado, la implementación, la capacitación y supervisión de empleados (Schulte y Heidel, 2009).

Anjali Lamba, M.P.H., CIH, es higienista industrial principal en la rama de ingeniería química de la Oficina de Prevención de la Contaminación y Sustancias Tóxicas (Office of Pollution Prevention and Toxics) de la EPA. En este cargo, proporciona asistencia y asesoría técnica sobre la exposición y protección de trabajadores así como aspectos reglamentarios en el lugar de trabajo para los programas de EPA sobre sustancias químicas nuevas y existentes. Antes de incorporarse a EPA, Anjali trabajó en compañías asesoras y prestó apoyo sobre higiene industrial a diversos departamentos y organismos gubernamentales federales. Tiene una Maestría en Salud Pública (M.P.H.) en salud ambiental y ocupacional de la Universidad George Washington.

A medida que aumenta la conciencia sobre el concepto de PTD, más profesionales de SSyMA llaman a dar verdadero énfasis a los aspectos técnicos y de ingeniería de un diseño seguro durante la fase de planificación, lo cual reduce los riesgos y minimiza los peligros de un inmueble durante su vida útil. Este requisito se ilustra mediante la petición reciente de una propuesta de trabajo en el Astillero Naval de Portsmouth que especificaba: "Si no es factible eliminar o evitar la necesidad de trabajar en alturas con la consecuente exposición a posibles caídas, se deberán incluir medidas de control en el diseño para proteger al personal que lleva a cabo las labores de mantenimiento tras la culminación del proyecto".

La investigación realizada en EE. UU., la Unión Europea y algunos países en la Mancomunidad Británica, ha vinculado un alto porcentaje de las lesiones y fatalidades en la construcción con las decisiones que se tomaron antes de que comenzaran las labores de construcción. Ello se ha traducido en un esfuerzo para que los diseñadores evalúen los riesgos que crean sus diseños para los trabajadores de la construcción durante la edificación de inmuebles y estructuras (Furst, 2011).

Este artículo se basa principalmente en las actas de la sesión de práctica llevada a cabo durante la conferencia de NIOSH en agosto de 2011 "Prevention Through Design: A New Way of Doing Business" (Prevención a través del diseño: una nueva forma de hacer negocios) que se organizó para destacar el progreso hecho en la implementación de la iniciativa PTD desde su concepción. Mediante presentaciones basadas en casos de la vida real, los oradores mostraron ejemplos de aplicaciones satisfactorias de conceptos y principios PTD que se tradujeron en el diseño o rediseño de instalaciones de trabajo, herramientas, equipos, maquinaria, sustancias y procesos de trabajo. Las soluciones de diseño abarcaban desde la reducción de la exposición de los trabajadores a las emanaciones de asfalto hasta el rediseño de un montacargas para optimizar el campo visual del operador.

Muchas fuentes crean peligros en el lugar de trabajo. Una manera común de clasificar los peligros es por su tipo o categoría. Con esto en mente, y para permitir que los lectores identifiquen rápidamente sus áreas de interés, se han organizado ejemplos prácticos según estas categorías de peligros: químicos, físicos, ergonómicos y de seguridad. Diversas presentaciones también fomentaban la implementación y evaluación de prácticas PTD mediante el uso de sistemas de clasificación y otras herramientas y productos que ayudan a los profesionales en el diseño y la construcción de edificios y lugares de trabajo seguros y ecológicos. Estas se analizan en la sección "Sistemas de clasificación, herramientas, productos y enfoques" (página 38).

Peligros químicos

Al mantener los principios de PTD y la jerarquía de controles, se desarrollaron e implementaron controles

PTD: Área de práctica

El área de práctica en PTD se enfoca en demostrar el valor de incluir el tema de la salud y la seguridad de los trabajadores en las decisiones de diseño y en explorar vínculos con movimientos que apuestan por un diseño ecológico y sustentable. También incluye identificar y compartir procedimientos, procesos, equipos, herramientas y resultados satisfactorios a través de diversos medios (por ej., bases de datos en línea). Para la seguridad y la salud de los trabajadores, el diseño sustentable mejora la calidad de los ambientes interiores y optimiza las prácticas de operación y mantenimiento. Incluir cláusulas durante el diseño, construcción, ocupación y mantenimiento de instalaciones para evitar lesiones, enfermedades y fatalidades entre trabajadores es un componente fundamental del diseño sustentable.

de ingeniería para reducir la exposición de los trabajadores a sustancias químicas en los ejemplos que aquí se destacan. Además, en dos casos, se desarrollaron estrategias de control multifacéticas mediante laa asociación entre organismos gubernamentales, sindicatos y la industria para reducir la exposición de los trabajadores a sustancias químicas.

Espuma de poliuretano en aerosol

En 2009, la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) estableció el grupo de trabajo de Asesoría federal sobre la espuma de poliuretano en aerosol (SPF, por sus siglas en inglés) en asociación con NIOSH, OSHA, la Comisión de Seguridad de Productos para Consumidores (CPSC, por su sigla en inglés) y la industria del poliuretano para abordar los diversos problemas asociados con la exposición de los trabajadores al metilen difenil diisocianato (MDI) y otras sustancias químicas presentes en productos de SPF. El grupo de trabajo ha elaborado directrices sobre sencillos principios de diseño de ventilación por extracción para aplicadores y ayudantes que trabajen con SPF, ya que las estrategias de control técnico son el medio más eficaz de proteger a los trabajadores durante todas las fases de la aplicación de SPF (**www.epa.gov/dfe/pubs/projects/spf/ventilation-guidance.html**). Otros controles en terreno tales como el aislamiento que también son eficaces para controlar la migración de sustancias químicas incluyen: aislar la zona de rociado lo más posible; suministrar aire (activo o pasivo) en un extremo de la zona de rociado y dirigir el flujo de aire a través de la zona de rociado desde la parte limpia a la contaminada; filtrar y extraer el aire en el extremo contrario de la zona de rociado; y crear presión negativa dentro del recinto (Lamba, 2011).

Los controles que ya están en uso en los lugares de aplicación incluyen láminas plásticas para cubrir los entramados de las paredes, rejillas metálicas para controlar la expansión de la espuma (fotografía 1) y el uso de sistemas de movimiento de aire para intercambiar el aire en la zona de rociado con el objetivo de reducir las concentraciones de sustancias químicas en suspensión (fotografías 2 y 3). Además, el NIOSH ha desarrollado un prototipo de cabina de rociado de SPF (fotografía 4). Es fundamental capacitar a los trabajadores en todos los aspectos prácticos de la seguridad y la salud para poder así evitar y reducir las exposiciones. La industria de SPF entrega capacitación en línea a los aplicadores y tiene planificado ofrecer capacitación práctica a los trabajadores en un futuro cercano (Lamba, 2011).

Asociación del asfalto

Durante la década de 1990, la Asociación Nacional de Pavimentación con Asfalto (National Asphalt Pavement Association) se asoció con la industria, con NIOSH, con otros organismos gubernamentales y sindicatos para mejorar las condiciones laborales en las obras de pavimentación. Como resultado de ello, todas las pavimentadoras de encofrado deslizante fabricadas en EE. UU. fueron rediseñadas con mecanismos de ventilación a fin de reducir la exposición de los trabajadores a las emanaciones del asfalto. En Europa, el asfalto de mezcla en caliente se ha utilizado satisfactoriamente para mejorar las condiciones laborales, reducir las emisiones totales, ahorrar combustible, prolongar la temporada de pavimentación, mejorar la calidad y aumentar la vida útil del pavimento. Las primeras secciones de demostración de mezcla en caliente en EE. UU. se construyeron en 2004 (Acott, 2011).

Sustancias químicas de laboratorio

El transporte de líquidos peligrosos implica riesgos para los ocupantes de un inmueble. Diseñar una ruta apta en áreas de bajo tráfico y evitar los pasillos de salida se torna difícil si es que esto no se planifica durante las etapas iniciales del diseño del inmueble (por ej., el diseño de sistemas de mitigación de vapores puede mejorar la seguridad operacional de la instalación en caso de que se produzca el derrame de un líquido). Algunas instalaciones usan materiales altamente tóxicos, inflamables e incluso emplean gases pirofóricos. La exposición se puede evitar y mitigar mediante el uso de sobreembalajes y carros de contención para el transporte de sustancias químicas líquidas; la instalación de sistemas de extracción de vapores de emergencia en caso de derrame de líquidos; y separar el área de descarga y una zona de almacenamiento de gas para manipular el tráfico en dicho espacio cuando haya presencia de sustancias químicas peligrosas (Weaver, 2011).

Desde arriba: La rejilla metálica (fotografía 1) controla la expansión de la espuma, mientras que se pueden usar circuladores (fotografías 2 y 3) para intercambiar aire en la zona de rociado.

Peligros físicos

El ruido y la radiación fueron dos peligros físicos que se abordaron durante las presentaciones. Las exposiciones reiteradas a altos niveles de ruido pueden causar la pérdida permanente e incurable de la audición o tinnitus. La radiación por ionización se utiliza ampliamente en medicina y en la industria (por ej., en las radiografías, como isótopos radioactivos). La exposición a la radiación ionizante puede generar cambios genéticos, cáncer y otros efectos en la salud, incluso la muerte en casos extremos.

"Buy Quiet" y "Quiet-by-Design" ("Compra de equipos silenciosos" y "Diseño silencioso")

Al controlar las emisiones de ruido en los equipos se limita la exposición de los empleados y se reduce la necesidad del uso de equipos de protección auditiva personal. Baja el riesgo de la pérdida de la audición provocada por el

NIOSH ha construido un prototipo de cabina de rociado (fotografía 4, vista delantera).

NIOSH, DART

ruido, permite una mejor inteligibilidad de la voz y mejora la seguridad, la productividad y la comodidad en el lugar de trabajo. Los conceptos "Buy-Quiet" y "Quiet-by-Design" se aplican al diseño de espacios habitados y controlan el ruido ambiente en vez de controlar directamente la exposición; esto se logra comprando y diseñando equipos que por naturaleza generan menos ruido.

El enfoque "Quiet-by-Design", generalmente aplicado a los grandes sistemas de flujo de gas, abarca las compras "Buy-Quiet" de los componentes de origen. Además de la evidente prevención de la pérdida de la audición y otras ventajas, tiene mucho sentido desde el punto de vista económico invertir en equipos de bajo ruido durante la planificación y el diseño, en vez de implementar costosas soluciones de reacondicionamiento de ruido más adelante (Cooper, 2011).

La Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA, por sus siglas en inglés) ha adoptado el enfoque "Buy-Quiet" en un esfuerzo por reducir el ruido en sus centros en todos los EE. UU. En 2006, la NASA agregó requisitos específicos a su política de salud ocupacional en toda la organización. Cada planta de la NASA debe establecer un programa que incluye emisiones de ruido con criterios técnicos y de rendimiento al comprar o diseñar nuevos equipos que "deben producir ruido que se aproxime a los niveles de conservación de la audición de 80 dBA y más". Las emisiones de ruido se consideran igual que todos los demás criterios de especificación durante el proceso de adquisición, y se utiliza un análisis que aborda los puntos a favor y en contra para informar la selección, evaluando el costo de largo plazo de la exposición a cada producto en carpeta. La hoja de ruta "Buy-Quiet" de la NASA (http://buyquietroadmap.com/buy-quiet-purchasing), es un recurso en línea de acceso público que facilita la navegación gradual de compras de productos con bajo nivel de ruido (Cooper, 2011).

Soluciones técnicas de la Universidad de Purdue

En la Universidad de Purdue, se han instaurado soluciones de ingeniería basadas en el diseño para evitar la exposición de los farmacéuticos nucleares a la radiación. Se rediseñaron los protectores para la radiación de modo que se ajustaran a las diferencias de altura y de alcance de las trabajadoras de baja estatura y de los hombres de mayor altura (McGlothlin, 2011).

Peligros ergonómicos

Los peligros ergonómicos pueden causar trastornos musculoesqueléticos (MSD) incapacitantes de por vida en los músculos y en las articulaciones. Los MSD son la categoría de lesiones de mayor crecimiento entre las lesiones laborales e implican el pago de miles de millones de dólares por concepto de indemnizaciones cada año. A continuación se indican ejemplos de reducción de lesiones mediante el rediseño de procesos laborales. La PTD también puede aumentar la productividad y la calidad de los productos, tal como lo ilustra uno de los ejemplos.

Proceso de diseño manufacturero en Toyota

Toyota ha establecido criterios de diseño ergonómico en el proceso de diseño de sus automóviles. Los criterios se refieren a 42 elementos que contemplan seis categorías (específicas de Toyota): fuerza, peso, postura, herramientas, equipos y medio ambiente. El desarrollo y la implementación de estos criterios forman parte del concepto denominado «kaizen», que describe la cultura del mejoramiento continuo de la empresa (Horsford, 2011).

Investigación en la Universidad de Purdue

Estudiantes egresados en Purdue eliminaron tres diferentes peligros ergonómicos. Se evitaron lesiones relacionadas con el uso de herramientas quirúrgicas (para efectuar cirugías laparoscópicas) mediante el rediseño de tales herramientas para personas con las manos más pequeñas. La mayoría de las herramientas quirúrgicas están diseñadas para hombres, aunque muchos cirujanos laparoscópicos son mujeres.

Las lesiones en la rodilla y en la espalda sufridas por los trabajadores de EMT fueron abordadas mediante el diseño de una camilla ajustable. Los laboratorios fueron rediseñados para cumplir con la Ley de Estadounidenses con Discapacidades (Americans With Disabilities Act), lo que incluyó espacios de trabajo con accesibilidad para sillas de ruedas a fin de evitar lesiones entre los trabajadores del laboratorio con discapacidades en las extremidades inferiores (como amputaciones) mediante el diseño (por ej., cambiando la altura y profundidad de los lavaplatos o modificando la posición de los interruptores) (McGlothlin, 2011).

Peligros para la seguridad

Las caídas siguen siendo una causa de muerte permanente en EE. UU. y trabajar en alturas al instalar vigas de techumbres y techos en edificios convencionales es particularmente peligroso (Lyons, 2011). En 2009, las caídas representaron más de un tercio (34%) de las lesiones ocupacionales con resultado de muerte en la construcción (Behm, 2011).

Evitar resbalones, tropiezos y caídas en piso liso

En 2008, las caídas en piso nivelado representaron casi el 16% de las lesiones invalidantes totales con más de US$8 mil millones en costos (Liberty Mutual, 2010). La frecuencia de caídas en el mismo nivel y las tendencias de costos han demostrado una inclinación al alza desde la publicación del primer índice de seguridad en el lugar de trabajo en el año 2000. Los programas de prevención contra caídas se deben enfrentar de forma proactiva y ello comienza desde el diseño del inmueble. Las estrategias preventivas incluyen seleccionar la correcta superficie para los pasillos, mantener la superficie con buenos programas de limpieza y llevar a cabo inspecciones periódicas en busca de defectos. Una estrategia viable para la prevención de resbalones, tropiezos y caídas se centra en el diseño de estacionamientos y de aceras/bordillos, el diseño de escaleras y de accesos, y en la correcta instalación y diseño de sistemas de esteras (Maynard, 2011).

Caídas de altura: Perspectiva de los contratistas

Las entrevistas con contratistas dedicados a las áreas de la industria, comercio y de la construcción residencial revelan que el reconocimiento y control tempranos de posibles peligros durante la etapa de diseño es mucho más económico durante la vida útil de un inmueble que cuando se trata de aminorar dichos peligros después de que las instalaciones ya están habitadas. La prefabrica-

Reconocimientos

El autor agradece a las siguientes personas por contribuir resúmenes de sus presentaciones en la conferencia sobre PTD para este documento: Mohammad Ayub, Mark Behm, Beth Cooper, Kyle B. Dotson, H. Landis Floyd, Peter Furst, Thomas.J. Lyons, Dan MacLeod, Wayne S. Maynard, James D. McGlothlin, Gopal Menon, Paul Moore, Danezza Quintero, Sathy Rajendran, Nicholas Tymvios y John Weaver. Agradecimientos especiales a Pamela Heckel de NIOSH por coordinar la elaboración de este documento, por entregar valiosa información y por revisar la versión preliminar.

ción de elementos fuera de la obra en áreas controladas puede reducir el riesgo de caídas de altura en el trabajo durante la construcción (Hinze, 2011).

Las caídas en el lugar de trabajo son una de las principales causas de fatalidades en la industria de la construcción (CPWR, 2007). Considere estas cinco soluciones para reducir el riesgo de caídas:

•Se pueden usar correas temporales incorporadas en la estructura de hormigón de una edificación y unidas al refuerzo con un sistema personal de detención de caídas para las cuadrillas de construcción. Una vez que la estructura exterior permanente esté terminada, la porción expuesta de estas correas se puede retirar (Tymvios, 2011).

•Aumentar la altura de los parapetos de techos permite que las cuadrillas de construcción trabajen de manera segura e instalen los aparatos de las techumbres sin el riesgo de sufrir caídas. Posteriormente esos mismos parapetos protegerán a los trabajadores de mantenimiento (Tymvios, 2011).

•La colocación de portacables eléctricos y sistemas mecánicos subterráneos o dentro de la losa del suelo, en vez de hacerlo en altura, elimina la necesidad de que las cuadrillas de mantenimiento trabajen en escaleras (Tymvios, 2011).

•En el parque eólico Bowen, se unieron puntos de anclaje permanentes a las estructuras de las turbinas eólicas para brindar protección contra caídas a los trabajadores de mantenimiento (McGlothlin, 2011).

•Los elementos estructurales prefabricados reducen la necesidad de trabajar en alturas. Un contratista ha eliminado la construcción de techos en proyectos montándolos en el suelo. Esto no solo elimina la posibilidad de que alguien caiga, sino que el contratista observó que "en la práctica el proceso tardaba un 30% menos de lo esperado", ya que se accedía más fácilmente a los materiales y los trabajadores no limitaban su área de trabajo al peldaño de una escalera. Ahora instala las tejas, la iluminación, los ductos de ventilación y los sistemas eléctricos en el suelo antes de levantar el techo (fotografía 5), aumentando aún más la seguridad y la velocidad del trabajo (Lyons, 2011).

Caída de objetos

Las grandes oportunidades de PTD son evidentes en la construcción o remodelación de edificios, pero la ejecución requiere una planificación oportuna. Cuando se reparan estructuras de azoteas y sistemas mecánicos de edificios, la protección típica en altura para peatones es común y de alto costo (fotografía 6). Un método más sencillo mantiene los elementos en el techo y requiere menos mantenimiento cuando se instala correctamente. Por ejemplo, en una obra en Nueva York, el costo de mantener tal protección para las aceras era de $500,000 ya que el proyecto iba a tardar 1 año y se necesitaba proteger a los peatones en una manzana completa de la ciudad. En cambio, se diseñó e instaló una barrera en la azotea (fotografía 7) antes de que se comenzara el trabajo, con un costo total de $110,000 para proteger la misma área (Lyons, 2011).

Edificios: Seguros de construir, operar y mantener

La tecnología ecológica en azoteas (por ej., paneles solares, turbinas eólicas, vegetación) es un área en la cual la integración de conceptos de PTD podría eliminar peligros y reducir el riesgo para los trabajadores. La vegetación vertical y en azoteas son parte de una ciencia de edificación ecológica emergente. La PTD no compromete la estética ni los beneficios ambientales de los sistemas ecológicos en los techos. Ejemplos de las investigaciones de techos ecológicos en Singapur y EE. UU. ilustran la oportunidad de que la PTD influya en la seguridad del ciclo vital y salud en techos vegetales.

Si bien no se han documentado muertes en el lugar de trabajo que se hayan producido por la instalación o mantenimiento de vegetación en azoteas, los peligros y riesgos son evidentes. Las consideraciones de diseño incluyen acceso seguro para los usuarios, protección contra caídas para los instaladores y el personal de mantenimiento, las implicancias de las cargas estructurales y la relación entre la vegetación y los demás peligros conocidos en el edificio. Los jardines en las azoteas constituyen un ejemplo comercial clásico de por qué el diseño seguro es preferible al rediseño seguro (Behm, 2011).

RANDALL BUTLER

Un techo construido en el suelo (fotografía 5) que se está colocando en una estructura.

Diseño y ejecución de proyectos cruciales

El diseño inteligente puede proporcionarle al ingeniero la capacidad de fomentar la toma de medidas correctas durante emergencias. Los ejemplos incluyen la instalación de portagafas de seguridad en los puntos de entrada a las áreas en las cuales se deben usar dichos aparatos; utilizar órdenes en voz alta para complementar las alarmas sonoras en el edificio para la evacuación y búsqueda de refugio; y el uso de cerrojos automáticos y funciones de desbloqueo en las puertas para mantener a las personas lejos de las áreas en las que existan peligros y, al mismo tiempo, facilitar el acceso a los rescatistas durante situaciones de emergencia. Los sistemas de seguridad en edificios se pueden programar para controlar el acceso a ciertas áreas específicas. Dicho control se puede integrar en el programa de capacitación de seguridad para garantizar que todo el personal que ingrese a un área haya recibido el debido entrenamiento sobre los peligros presentes ya conocidos y que su capacitación esté actualizada (Weaver, 2011).

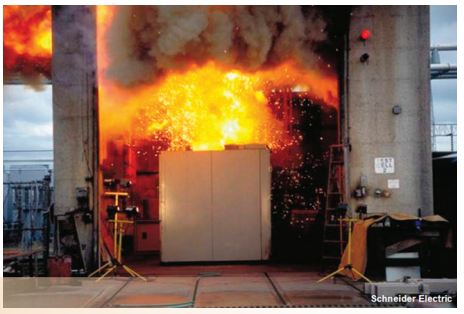
©T.J. LYONS

Rediseño de ambulancias para reducir las lesiones del EMS

La División de Investigación de Seguridad (Division of Safety Research) de NIOSH, el Departamento de Seguridad Nacional (Department of Homeland Security) y el Instituto Nacional de Normas y Tecnología (Nacional Institute for Standards and Tech-

JEFF HUTCHENS

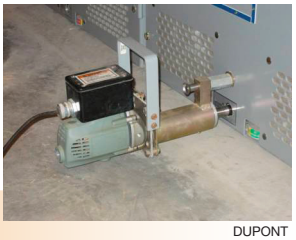
Típica protección en altura (fotografía 6, arriba) y su instalación en el techo (fotografía 7, a la izquierda).



SCHNEIDER ELECTRIC

En la fotografía 8, una prueba de los interruptores con arcos voltaicos muestra la energía de los arcos canalizada en dirección opuesta al lugar en que una persona podría estar parada.

nology, NIST) están realizando investigaciones continuas sobre las normas del diseño de ambulancias. Su trabajo se enfoca en la resistencia del vehículo ante colisiones, la ergonomía para los ocupantes y los factores humanos. Los resultados de las pruebas NIOSH de choque de vehículos, las pruebas dinámicas de las monturas del equipamiento, las restricciones de ocupantes y los sistemas de asientos se están transformando en las normas de la División de Fabricantes de Ambulancias de la Asociación Nacional de Equipos para Camiones (National Truck Equipment Association). Las futuras pruebas de NIOSH y las evaluaciones de factores humanos/ergonómicos de NIST servirán de respaldo para el desarrollo de nuevas Normas Automotrices para Ambulancias NFPA 1917 (Moore, 2011).



DUPONT

IRISS

Desde arriba: Un dispositivo sencillo (fotografía 9) permite la inserción y el retiro seguros de los disyuntores mientras el instalador está a una distancia segura. Los orificios de visualización (fotografía 10) permiten la inspección y medición desde la parte exterior del panel.

Seguridad eléctrica

Las actividades técnicas que abordan la seguridad por diseño, respaldadas por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (Electrical and Electronics Engineers, IEEE) y NFPA, han contribuido al desarrollo y la aplicación de soluciones de diseño técnico para la reducción de la exposición a los peligros eléctricos. Los cambios hechos al diseño inicial de los equipos pueden proteger a los usuarios posteriores contra el riesgo de electrocución y arcos voltaicos. Los interruptores y los equipos se han diseñado para contener y desviar los arcos voltaicos dentro de la unidad (fotografía 8). Un dispositivo sencillo (fotografía 9) permite la inserción y el retiro seguros de los disyuntores mientras el instalador está a una distancia segura. Los orificios de visualización (fotografía 10) permiten la inspección y medición desde el exterior del panel (Floyd, 2011).

Colapsos estructurales

La tasa de fatalidades en la industria de la construcción es aproximadamente cuatro veces más alta que en todas las demás industrias. Los errores en la construcción contribuyeron al 80% de los colapsos estructurales investigados por OSHA desde 1990 a 2008 (Ayub, 2011). El 20% restante de los incidentes se atribuyeron a defectos en el diseño estructural.

Estos incidentes fatales se podrían haber evitado si es que se hubiesen tomado en cuenta los peligros y se hubieran incorporado las soluciones durante la fase de diseño, junto con la correcta coordinación entre el ingeniero y el contratista durante la construcción. Las áreas particulares de interés para los ingenieros en la etapa del diseño son (Ayub, 2011):

- El ancho de la columna debiera ser mayor o igual que el perímetro del ancho de la viga.
- Proporcione detalles sobre el espaciado entre las barras de refuerzo, la correcta longitud de desarrollo y del empalme en las uniones de la viga con la columna. Evite la congestión de las barras de refuerzo para evitar oquedades (vacíos) en el hormigón.
- Considere las cargas de construcción durante el diseño de las losas del piso y las columnas (del garaje de estacionamiento).
- Para las vigas de postensado, evite los anclajes de extremo fijo en ambos extremos de una columna interior.
- Los cálculos del diseño del encofrado deben considerar las propiedades de la mezcla de hormigón real utilizada; la tasa de vertido; y el uso de un retardante en la mezcla del hormigón.
- Los cálculos del diseño de vigas de acero compuesto deben considerar el diseño de vigas no compuestas durante la construcción para las cargas vivas durante el proceso; y el diseño de vigas compuestas para las condiciones finales.
- Revise la estabilidad estructural contra la deformación torsional durante la fase de construcción para las vigas principales de puentes y cualquier armazón de acero exterior que soporte armazones de acero secundarias.
- Los fabricantes de los armazones de madera deben diseñar crucetas temporales para los tramos superiores a los 60 pies.
- Coloque puntos de anclaje para la protección contra caídas durante las labores de construcción y para las futuras labores de mantenimiento.
- Los requisitos de OSHA para un factor de seguridad son diferentes a los de las normas consensuadas tales como ACI, AISC, AITC y IBC respecto de temas tales como el diseño de andamios, los anclajes para la protección contra las caídas, el calibre de cables para las vigas de elevación y los equipos.

En un proyecto de construcción de acero y hormigón, el puente de acero Canopy (de 575 pies de largo y 11 a 18 pies de ancho) estaba en construcción cuando se desplomó (fotografías 11 y 12). Al momento del colapso, todo el armazón estructural era sostenido por más de 15 torres de refuerzo temporales y el hormigón era vertido sobre la superficie del puente. Entre los factores que incidieron en el hecho se incluyen:

- Las estructuras permanentes estaban hechas de acero de alta resistencia. El diseñador de los refuerzos también asumió una resistencia superior del acero para la estructura temporal, pero no se especificaron en el bosquejo de entibación.
- El contratista no especificó la resistencia del acero al obtener las torres de refuerzo.
- Los diagramas del diseño estipulaban que las torres de refuerzo debían estar a una distancia no superior a 30 pies entre sí. Las torres fueron reubicadas por el contratista para proteger árboles.
- Algunos anclajes helicoidales tenían una profundidad de incrustación insuficiente (Quintero & Menon, 2011).

Sistemas de calificación, herramientas, productos y enfoques

Rol del propietario para facilitar la PTD

La PTD se ve facilitada cuando se incluyen a los profesionales de SSyMA en las primeras etapas del proceso del proyecto. Las listas de verificación de diseño de seguridad ayudan al equipo de diseño a identificar los posibles peligros. El propietario informado puede seleccionar diversas opciones para eliminar un peligro mediante el diseño. Para facilitar este proceso de toma de decisiones existen herramientas específicas, tales como los sistemas de gestión de información de edificios, que prácticamente describen una edificación y todos sus componentes antes de su construcción (Toole, 2011).

Sustentabilidad ambiental y seguridad ocupacional para el mantenimiento preventivo de edificios ecológicos

A medida que aumenta la cantidad de edificios ecológicos, una mejor comprensión de los riesgos asociados con las características ecológicas podría evitar lesiones. El sistema de evaluación y clasificación de la seguridad y la salud ocupacional para edificios ecológicos fomenta el diseño de las características de estos inmuebles que pueden evitar o

minimizar los peligros laborales. Un ejemplo de ello puede ser introducir numerosos tragaluces para obtener mayor iluminación pero garantizar consideraciones de diseño de modo que los trabajadores que quiten la nieve alrededor de los tragaluces o que los limpien no sufran caídas cuando los tragaluces estén tapados por la nieve (Omar, 2011).

Herramientas de desarrollo de la PTD

Entre las herramientas y los procesos para que estos conceptos se materialicen se incluyen:

- Usar un proceso orientado por la evaluación de riesgos que aspire a bajar el riesgo a cero para las personas/medio ambiente.
- Usar una jerarquía de controles para lograr un nivel de riesgo tolerable (lo más bajo que sea posible o ALARP).
- Investigar incidentes y llevar a cabo análisis de las causas raíz para aprender lecciones que impulsen una mejor comprensión de los riesgos y las conductas.
- Capacitar a los gerentes principales para que comprendan el efecto del diseño de instalaciones en las lesiones/enfermedades.
- Usar software de simulación tridimensional para crear instalaciones virtuales que permitan a los espectadores hacer un recorrido por el proyecto planificado (Borowski, 2011).

ANSI Z10: Sistemas de gestión de salud y seguridad ocupacional:

ANSI/AIHA/ASSE Z10-2012 proporciona un enfoque sistemático amplio a la gestión de la seguridad ocupacional dentro de las organizaciones, y aborda los procesos para reconocer las oportunidades de evitar incidentes que pudieran haber sido omitidos en los programas contemporáneos de seguridad y salud. Los sistemas basados en ANSI Z10-2012 y las normas globales equivalentes son proactivos e incluyen procesos para garantizar y mejorar continuamente la eficacia de los elementos (es decir, planificar, hacer, revisar, actuar) (Dotson, 2011).

Ciclo de vida de la construcción

Revisar holísticamente el ciclo de vida de un proyecto importante significa identificar los peligros inherentes en cada etapa. Es necesario aplicar pasos detallados al planificar un proyecto importante para poder evaluar los riesgos para los trabajadores, no solo durante la construcción, sino también tras la ocupación. Se deben tomar en cuenta las amenazas a largo plazo para los trabajadores de mantenimiento en los cálculos del costo del proyecto (Furst, 2011).

Costos/beneficios de las intervenciones ergonómicas para pequeñas empresas

Una nueva técnica denominada análisis de demandas cronológicas y físicas es una herramienta comprobada para aumentar la seguridad, la calidad y la producción a partir de cambios prácticos y sencillos pero eficaces en estaciones de trabajo para trabajadores de bodegas. Por ejemplo, rediseñar técnicamente un montacargas de tarimas redujo los incidentes de tensión en la espalda y los hombros en el 58% y 33%, respectivamente, y significó ahorros de tiempo del 48%. Las soluciones de PTD en otra planta aumentaron la producción de 125 unidades al día a 250. Los cambios en el método utilizados para cargar una máquina redujeron el tiempo para la tarea en un 93%. No solo la planta redujo los incidentes con tiempo perdido y los reclamos, también hubo un importante avance en la eficiencia y la calidad (MacLeod, 2011).

Sistema de clasificación de seguridad y salud sustentables en la construcción

El puente de acero Canopy (de 575 pies de largo y 11 a 18 pies de ancho) estaba en construcción cuando se desplomó (fotografías 11 y 12).

OSHA, DIRECTORIO DE CONSTRUCCIÓN

El sistema de clasificación de seguridad y salud sustentables en la construcción (Sustainable Construction Safety and Health, SCSH) es una herramienta diseñada para mejorar la seguridad y la salud del trabajador en la construcción. El SCSH se utiliza para planificar y evaluar el grado de prioridad que se le asignará a la seguridad y la salud en la construcción, y se abordan en la planificación, el diseño y en la construcción del proyecto. La SCSH aspira a eliminar los peligros en el lugar de la construcción y así reducir las lesiones y fatalidades de trabajadores. Los investigadores recientemente lanzaron un sitio web (www.sustainablesafetyandhealth.com) que cuenta con una calculadora de SCSH en línea (Rajendran, 2011).

Alianza con OSHA: Mesa redonda de la seguridad en la construcción

OSHA ha desarrollado una serie de productos educativos mediante una Alianza de mesas redondas de la construcción. La presentación de diapositivas "Prevención de fatalidades de caídas y lesiones en la construcción" (Prevention of Fall Fatalities and Injuries in Construction), disponible en inglés y en español, aborda las principales causas de caídas en la industria de la construcción y proporciona asesoría en la prevención de caídas para los ingenieros de diseño, contratistas y trabajadores. Otra presentación de diapositivas, "Design for Construction Safety, 2-to-4-Hour Course" (Diseño para la seguridad en la construcción, curso de 2 a 4 horas) proporciona información técnica sobre el diseño para la seguridad en la construcción. Las exposiciones comunes se pueden eliminar mediante el diseño, tales como las caídas desde bordes de techos sin protecciones, las caídas a través de aberturas de pisos, acceso a escotillas, tragaluces y alturas insuficientes de parapetos de techos (Quintero & Menon, 2011).

Conclusión

La colaboración inicial entre los diversos interventores es crucial para la incorporación satisfactoria de los elementos de la PTD en el diseño y la construcción. Idealmente, los

arquitectos y los ingenieros, los profesionales de SSyMA, la administración de los inmuebles y de operaciones, y también los contratistas debieran revisar y examinar la viabilidad de la construcción en los proyectos que diseñen antes de comenzar la edificación propiamente tal (Ayub & Menon, 2011). Durante el diseño y la planificación iniciales, se deben identificar y eliminar todos los peligros para la construcción y para los trabajadores de mantenimiento y los ocupantes (Furst, 2011) con controles administrativos o de procedimientos que funcionen como respaldo más que como los métodos principales para mitigar el riesgo (Weaver, 2011).

La mayor seguridad para los trabajadores y la reducción en las tasas de lesiones y enfermedades se traducen en menores costos por indemnizaciones para los trabajadores y en una mayor valorización de la empresa, incluyendo una entrada más rápida en el mercado, una mejor eficiencia operacional, un mejor estado de ánimo entre los empleados, una reducción del ausentismo y de la rotación de empleados, una mejor calidad de los productos y mayores cuotas de mercado (Schulte & Heidel, 2009).

Por ejemplo, los exitosos programas "Buy-Quiet" de largo plazo producen significativos ahorros de costos al reducir la necesidad de usar protección auditiva, disminuir los accidentes con tiempo perdido y al evitar errores costosos durante la producción (Cooper, 2011). Las entrevistas con los contratistas en la construcción industrial, comercial y residencial revelan que es mucho más económico hacer cambios orientados a mejorar la seguridad en el presupuesto de la construcción en contraposición al presupuesto de las operaciones (Hinze, 2011).

La educación de todos los grupos de interesados identificados es una tarea importante. Los participantes de la conferencia enfatizaron que se debe crear una demanda por PTD mediante opciones tales como la Mesa Redonda de Usuarios de la Construcción, el Liderazgo en Diseño Energético y Ambiental (Leadership in Energy and Environmental Design, LEED) del Consejo Estadounidense de Construcción Ecológica, y empresas de diseño y construcción. Trabajar con firmas de diseño y construcción que tengan un incentivo para incorporar el PTD, integrar estos principios en el LEED e involucrar activamente a OSHA en la promoción de PTD en la construcción, son otras alternativas para maximizar los beneficios de este concepto (Schneider, 2011).

En los pocos años desde que NIOSH lanzó su iniciativa, ha habido importantes avances en la reducción de riesgos para los trabajadores mediante el diseño y rediseño de instalaciones, métodos de trabajo, procesos, equipos y productos, y mediante la implementación de controles centrados en la ingeniería. Los ejemplos destacados en este artículo demuestran que la PTD es una herramienta eficiente y eficaz para crear instalaciones seguras y altamente funcionales. Sin embargo, aún falta mucho por hacer y el sólido liderazgo de los organismos federales que ha respaldado algunas de las iniciativas detalladas debe continuar. **PS**

Presentaciones citadas

Las presentaciones citadas se encuentran en **www.asse.org/professionalaffairs_new/ptd.php,** bajo "Supporting Documents" (Documentos de respaldo). Las reseñas biográficas de los oradores se encuentran en "Speaker Bios" (Biografías de los oradores) en el mismo sitio web. Las presentaciones citadas fueron:

Acott, M. (2011). Plenary session.
Ayub, M. (2011). Structural collapses during construction: Lessons learned 1990-2008.
Behm, M. (2011). Vegetative roofs.
Borowski, J. (2011). Plenary session.
Cooper, B. (2011). Buy-Quiet/Quiet-by-Design.
Dotson, K.B. (2011). AIHA PTD-related activities: Z-10.
Floyd, H.L. (2011). Progress in impacting policy in workplace electrical safety.
Furst, P. (2011). Life cycle approaches to project design.
Hinze, J. (2011). PTD from the project and contractor's perspective.
Horsford, W. (2011). Plenary session.
Lamba, A. (2011). Spray polyurethane foam: EPA considerations.
Lyons, T.J. (2011). Designing out the use of ladders.
MacLeod, D. (2011). Costs/benefits of ergonomic interventions for small business.
Maynard, W.S. (2011). Plenary session.
McGlothlin, J. (2011). Engineer 2020: Prevention through design.
Moore, P. (2011). Ambulance redesign to reduce EMS injuries.
Omar, M. (2011). Incorporating OSH into LEED certification.
Quintero, D. & Menon, G. (2011). PTD current and future activities and challenges.
Rajendran, S. (2011). Sustainable construction safety and health rating system.
Schneider, S.P. (2011). Plenary session.
Toole, M. (2011). Owner involvement in PTD.
Tymvios, N. (2011). A review of safety on four LEED projects and PTD construction case studies.
Weaver, J. (2011). PTD as a part of capital project design and execution from the project manager's perspective.
Young-Corbett, D. (2011). Inclusion of PTD into engineering education.

Descargo de responsabilidad
Los descubrimientos y conclusiones en este artículo no han sido divulgados formalmente por NIOSH y no se debe considerar que representan la decisión ni política de ningún organismo. Además, el contenido de este artículo no refleja los puntos de vista ni posiciones de EPA.

Referencias

CPWR. (2007). The construction chartbook: Construction death and injury rates in selected industrial countries. Extraído de www.cpwr.com/pdfs/CB%204th%20Edition/31_50%20Safety%20and%20Health.pdf

Liberty Mutual Insurance. (2010). Libery Mutual Workplace Safety Index. Hopkinton, MA: Liberty Mutual Research Institute for Safety.

Schulte P. & Heidel, D. (17 de junio de 2009). PtD in Motion (Ejemplar 4). Extraído de www.cdc.gov/niosh/topics/ptd/pdfs/PtD-inMotion-Issue4.pdf