Inspecciones de seguridad

Mejoramiento continuo, eficacia y eficiencia

Por Erich Fruchtnicht, John W. Fellers y Clay D. Hanks

La oficina ambiental, de salud y de seguridad del Centro de Ciencias de la Salud en la Universidad A&M de Texas (TAMHSC) tiene a su cargo garantizar la seguridad de todos los académicos, el personal, los estudiantes y los visitantes en ocho campus universitarios diseminados geográficamente por todo Texas. Para esta responsabilidad es fundamental identificar y evaluar los peligros de modo que se puedan adoptar las medidas correspondientes para brindar un ambiente seguro y entrenar debidamente al personal.

Para ello, el personal regularmente lleva a cabo inspecciones detalladas de todas las dependencias del TAMHSC. Basándose en los datos recopilados, ellos recomiendan mejoras en las dependencias para cumplir con los códigos, adoptar medidas proactivas para abordar posibles peligros, y crear y asignar entrenamiento para los académicos, el personal, los estudiantes y los investigadores a fin de abordar cualquiera de las deficiencias de seguridad mencionadas.

EN BREVE

- **Llevar a cabo la evaluación de riesgos y efectuar las inspecciones de seguridad ante incendios en un entorno académico puede demandar mucho tiempo y mucho personal.**
- **Supervisar las tendencias en las deficiencias de seguridad a fin de determinar la capacitación adecuada para los académicos y el personal es un paso fundamental para que el programa de SH&E sea más eficaz.**
- **Encontrar una solución económica que aproveche la tecnología puede hacer que el proceso de evaluación/inspección sea más eficiente.**
- **Mediante el uso de dispositivos móviles, una buena metodología de evaluación de riesgos y el calendario de inspección basado en los riesgos, las instituciones académicas pueden mejorar continuamente sus programas de inspección y capacitación de seguridad.**

La naturaleza detallada de estas inspecciones de seguridad había requerido históricamente el tiempo y esfuerzo concentrados de diversos profesionales de planta. De hecho, llevar a cabo una inspección completa de las dependencias más grandes del centro TAMHSC requirió que un equipo de tres miembros trabajara aproximadamente 4 días durante 8 a 10 horas. En promedio, hicieron falta 32 horas-empleado más para introducir los datos a mano en una computadora y generar informes que tenían, como promedio, aproximadamente unas 60 páginas de largo. El proceso de reintroducir los datos una vez que había finalizado la inspección introdujo el riesgo de errores en la transcripción. El riesgo se acentuaba si es que el autor original de las notas de inspección no era quien introducía los datos, debido a la subjetividad en la interpretación de lo manuscrito.

Además, normalmente se recurría a diferentes inspectores para realizar las inspecciones de seguimiento. Si bien todos los inspectores están plenamente calificados para efectuar la tarea de manera eficaz, es natural que cada inspector tenga una perspectiva ligeramente diferente sobre las deficiencias de seguridad individuales observadas. Las distintas perspectivas entre los inspectores o incluso los niveles diferentes de conciencia o agudeza del mismo en días diferentes son inevitables; esto afecta la uniformidad en la identificación de los peligros y, por consiguiente, la uniformidad y confiabilidad de los informes.

Se necesita una nueva solución

Como las oportunidades de ampliar los recursos o incorporar más personal eran limitadas debido a las difíciles condiciones económicas, fue necesario hacer más eficiente el proceso de inspección. La solución seleccionada debía

Erich Fruchtnicht, M.S., CHMM, es funcionario de seguridad en radiación en el Centro de Ciencias de Salud A&M DE Texas (TAMHSC) y director de desarrollo tecnológico para la Iniciativa de Tecnología Aplicada y Eficiencias (Applied Technology and Efficiencies Initiative, ATEI) del centro TAMHSC. Tiene un Bachillerato en Ciencias en Ingeniería Nuclear y una Maestría en Ciencias en Física de la Salud, ambos en la Universidad A&M de Texas. Ha sido conferencista e instructor de laboratorio en diversos cursos de mejoramiento profesional relacionados con la radiación, y ha sido invitado como orador en conferencias sobre biología de la radiación, física de la radiación y matemáticas. Fruchtnicht también ha colaborado en la creación de clases de capacitación sobre seguridad con radiación e instrumentación. Es miembro de Sigma Xi, de los capítulos internacionales y locales de la Sociedad de Física de la Salud, y MENSA.

John W. Fellers, M.S., CFPS, CFI, RAS, es director de salud y seguridad ambiental del centro TAMHSC, jefe de bomberos y director de iniciativas de eficiencia para ATEI en TAMHSC. Tiene un Bachillerato en Ciencias en la Universidad A&M de Texas y una Maestría en Ciencias (con énfasis en gestión en seguridad) de la Universidad A&M/Comercio de Texas. Fellers tiene certificación de OSHA en seguridad en la construcción y ha recibido capacitación en respuesta ante emergencias con materiales peligrosos (HazMat) en el Servicio de Extensión de Ingeniería en Texas. Fellers es miembro profesional del Capítulo de ASSE en la zona Central de Texas, pertenece al Consejo del Código Internacional de la NFPA, y es miembro del capítulo en la zona central para la seguridad ante incendios en los campus.

Clay D. Hanks, Ph.D., es director de operaciones y gestión de instalaciones en el centro TAMHSC, y director fundador de ATEI en TAMHSC. Tiene más de 30 años de experiencia en la construcción, recursos humanos, contratos, seguridad, investigación y administración comercial de educación superior, así como experiencia como director y coinvestigator en proyectos de investigación/sondeo externos en las áreas de abuso de drogas y alcohol, indemnizaciones para trabajadores, seguridad en la conducción de bicicletas, delitos y distribución industrial. Es coautor de artículos en revistas de economía, reseñas de libros y coautor de un manual de soluciones para acompañar un texto con métodos estadísticos. Tiene un bachillerato, maestría y doctorado en la Universidad A&M de Texas.

1) aumentar la eficiencia de la inspección; 2) reducir el número de profesionales de planta y horas-empleado totales requeridas para llevar a cabo las inspecciones; 3) mantener la integridad de los datos eliminando la repetición de las entradas relacionadas con el uso de notas manuscritas como referencia; 4) garantizar datos válidos y confiables que fueran significativos para marcar hitos y tendencias; y 5) generar informes automáticamente. La solución debía ser fácil de implementar (es decir, sencilla para el usuario) y económica, y tenía que funcionar igualmente bien en cada ubicación del campus y para cada inspector.

Idealmente, una metodología y proceso de inspección completos debieran dar como resultado datos cuantificables que identifiquen áreas de posible peligro; usar un proceso de análisis sólido para determinar la probabilidad; incorporar normas reconocidas a nivel nacional para determinar la posible gravedad y finalmente proporcionar clasificaciones de riesgos. TAMHSC ha desarrollado y adoptado una estrategia formal de evaluación de riesgos que utiliza tanto datos cualitativos como cuantitativos. Esta estrategia crea una evaluación de riesgos basada en los datos y sirve de guía para los profesionales de planta que garantiza una correcta aplicación del modelo de riesgo al determinar una frecuencia de inspección específica para cada instalación; proporciona uniformidad en el proceso de inspección; se traduce en una generación de datos confiables y válidos; y mejora la eficiencia de la inspección con respecto al proceso anterior. Realizar este proceso formal de evaluación de riesgos le ayuda al centro TAMHSC a establecer oportunidades de entrenamiento, reducir y eliminar riesgos, y proporcionar un ambiente seguro para los académicos, el personal, los estudiantes y los visitantes.

Los profesionales de SH&E del centro TAMHSC llevan a cabo inspecciones de seguridad detalladas y paseos por todas las dependencias de TAMHS. La frecuencia de estas actividades está determinada por los peligros generales, según se hayan identificado en el resumen del riesgos de las dependencias, así como de los datos recopilados durante las detalladas inspecciones de seguridad anuales de laboratorios y ante incendios. La frecuencia está sujeta a cambios en la medida en que varíen los peligros y los datos de inspección a lo largo del tiempo. Como mínimo, el cronograma de inspección basado en los riesgos se actualiza anualmente con el objeto de determinar la frecuencia de inspección para el año calendario siguiente.

Las inspecciones las realizan anualmente experimentados profesionales de SH&E con conocimientos de seguridad en laboratorios y ante incendios; el proceso abarca todos los edificios, salas, laboratorios y cualquier otro espacio que se encuentre dentro de las dependencias pertenecientes u operadas por el centro TAMHSC. El proceso involucra una respuesta de dos etapas ante los peligros: 1) respuesta ante las deficiencias individuales; y 2) modificación de la frecuencia de inspección basada en un análisis de los datos de las deficiencias a nivel de edificio y específico de cada sala.

Los peligros se clasifican en tres categorías al momento de la inspección:

1) los que se corrigen de inmediato en presencia del inspector;

2) los que se abordan en un plazo de 30 días tras la recepción del informe de inspección y se verifican durante la inspección de seguimiento;

3) los que requieren alguna acción que depende de una revisión administrativa.

Nancy Eaker, gerente de seguridad de laboratorios del centro TAMHSC, lleva a cabo la inspección de un laboratorio usando un iPad.

Para determinar la categorización, el inspector de SH&E considera muchos factores, tales como la probabilidad de que suceda un evento adverso debido al peligro identificado; la gravedad de un probable evento adverso; la ocupación de las dependencias; y las características de seguridad existentes. Una vez que se identifica un riesgo, un inspector determina los pasos de mitigación adecuados y comunica esta información mediante un informe de inspección a la parte encargada de la implementación.

El personal comienza a realizar inspecciones de seguimiento aproximadamente 30 días después de que se distribuyen los informes de inspección para garantizar que se haya adoptado la medida correctiva, y para proporcionar información o asesoría adicional si fuese necesario. Mediante este proceso, se identifica el riesgo, se determina y se comunica la mitigación y, a través de las inspecciones de rutina subsiguientes, se evalúa la eficacia del proceso para fines de mejoramiento continuo.

Luego de la inspección, se recopilan y se analizan los datos de deficiencias en busca de tendencias y para generar una visión global de la frecuencia de las deficiencias. El análisis permite a los profesionales de planta concentrarse en áreas, edificios o salas específicos, y asignar personal para que asista a capacitación focalizada en las deficiencias de seguridad observadas a fin de eliminar su recurrencia. Este análisis fija automáticamente la frecuencia de inspección para el año siguiente basándose en los criterios prestablecidos que derivan de las normas reconocidas a nivel nacional.

Debido a que la confiabilidad y validez de los datos generados es directamente proporcional a la de los datos ingresados, es fundamental garantizar la uniformidad en el proceso de inspección y adquisición de datos, eliminando la posibilidad de error humano. Para ello, se recurrió a una solución tecnológica de múltiples interventores.

La solución del centro TAMHSC

Tras una evaluación de las restricciones presupuestarias y la tecnología disponible, se identificó una solución relativamente económica pero a la vez promisoria: complementar la tecnología existente con software especializado. Tras investigar soluciones de software para múltiples plataformas que fueran móviles y sencillas para el usuario, los profesionales de planta determinaron que la plataforma móvil iFormBuilder de Zerion Software para Apple iPads ayudaría a que los inspectores llevaran a cabo sus labores de manera que pudieran superar las ineficiencias en el proceso actual. La aplicación es un

©TAMHSC MARKETING & COMMUNICATIONS

Tabla 1

Categorías de gravedad posible en MIL-STD-882

Descripción de la categoría	Número de la categoría	Posible contratiempo resultante
Catastrófico	I	Muerte o pérdida del sistema
Crítico	II	Lesión grave o daño en el sistema
Marginal	III	Lesión leve o daño en el sistema
Menos grave	IV	Lesión menos grave o daño en el sistema

Nota. Basic Guide to System Safety, *2a ed., por J.W. Vincoli, 2006, Hoboken, NJ: Wiley.*

Tabla 2

MIL-STD-882 Niveles de probabilidad

Descripción de la categoría	Nivel	Probabilidad de contratiempo
Frecuente	A	Con probabilidad de ocurrir frecuentemente
Probable	B	Ocurrirá varias veces durante la vida útil
Ocasional	C	Con probabilidad de ocurrir alguna vez
Remoto	D	Improbable, pero puede ocurrir
Improbable	E	Tan improbable que se puede asumir que no ocurrirá

Nota. Basic Guide to System Safety, *2a ed., por J.W. Vincoli, 2006, Hoboken, NJ: Wiley.*

generador de formularios totalmente personalizable que se puede usar en dispositivos móviles con iOS y Android, y que funciona mediante un servidor alojado, lo que permite accesibilidad en cualquier lugar donde exista una conexión a Internet. El personal puede usar un panel de control basado en Internet para crear y modificar formularios, y asignárselas al inspector correspondiente. El panel de control también permite la modificación y filtración de datos, la generación de informes y la exportación de datos en múltiples formatos de archivo. Una amplia comunidad de apoyo en línea colabora en el diseño de formularios con requisitos más complejos (por ejemplo, recuperación de datos, lógica Boolean en la presentación de los campos con entradas). Los formularios de inspección existentes del grupo fueron simplemente reconstituidos mediante la nueva aplicación de software y asignados a los inspectores según fuera necesario.

Se proporcionan iPads en forma estándar a todo el personal de seguridad del centro TAMHSC ya que mejoran el trabajo móvil y las capacidades de comunicación. Estos mismos dispositivos se utilizaron para instaurar el nuevo proceso de inspección, y así se amplió la utilidad de los bienes existentes y al mismo tiempo se redujeron los costos totales. En todos los campus de TAMHSC hay Wi-Fi, lo cual permite que los iPads se utilicen hasta su máximo potencial y permiten una conexión persistente a un servidor alojado desde cualquier lugar en que se vaya a realizar una inspección.

Con esto en mente, una conexión de Wi-Fi continua no es necesaria durante toda la inspección. Mientras el dispositivo tenga la versión más reciente del formulario de inspección, puede funcionar fuera de línea y almacenar los resultados de la inspección en la memoria para subirlos en algún otro momento al servidor alojado, cuando se disponga de una conexión a Internet.

El costo principal del nuevo proceso fue la suscripción al paquete de software iFormBuilder. El centro TAMHSC decidió que el paquete de "exploración" ($2.000 al año) fue la opción más adecuada y económica. El hardware necesario para instaurar la solución ya se tenía (iPads) o ya estaba instalado (Wi-Fi). El único paso que faltaba era instalar el software en cada dispositivo y diseñar los formularios mediante la interfaz en línea. Ambas tareas son relativamente sencillas, y todos los obstáculos mayores con respecto al diseño de los formularios y su instauración se abordaron y resolvieron trabajando con la comunidad de soporte en línea y el personal de asesoría tecnológica.

Los formularios de inspección están diseñados para coincidir con las versiones manuscritas, e incluyen encabezados y menús desplegables detallados de los elementos de inspección que le indican al inspector deficiencias de seguridad específicas que debe investigar, tal como se haría con una lista de verificación. Los menús se basan en los datos de inspección anteriores, en la experiencia en la industria y en los requisitos reglamentarios vigentes, de modo que guíen al inspector de planta a través de este proceso.

Debido a que cada inspector utiliza los mismos formularios provenientes de un servidor alojado, los campos de entradas son iguales en cada inspección, lo cual garantiza la uniformidad en la adquisición de datos. Además, el software se integra con las tecnologías incorporadas que permiten que un inspector tome fotografías y grabe memorandos de voz durante la inspección, los cuales se incorporan automáticamente. Estas capacidades basadas en hardware aportan un tremendo valor al informe resultante. Cuando la inspección haya terminado, los datos se cargan mediante Wi-Fi al servidor alojado y se almacenan para generar informes de manera automática y descargar datos sin procesar.

El uso de la tableta también permite que un inspector use audio y video para trabajar en tiempo real (en este caso mediante la aplicación FaceTime de Apple) con un experto para examinar y evaluar las condiciones en terreno. Debido a que el TAMHSC posee ocho campus universitarios diseminados por todo Texas, los inspectores pueden llevar a cabo inspecciones con confianza, sabiendo que el pleno uso de la plataforma iPad les permite disponer de acceso a expertos. Esto elimina la necesidad de que el experto viaje a entregar asesoría en terreno y lo hace disponible a múltiples inspectores por todo el estado simultáneamente, sin comprometer la integridad del proceso de inspección.

Aparte de los beneficios en cuanto a la eficiencia de la solución escogida, el proceso permite el análisis de datos para producir hitos y tendencias en cuanto a deficiencias de seguridad que antes eran inalcanzables. Además, los profesionales de planta pueden automatizar la generación del calendario de inspección basándose en datos cuantificables.

Gracias a esta solución, las inspecciones de seguridad son más eficientes y eficaces porque requieren menos tiempo y han ampliado el acceso a los expertos correspondientes. La identificación eficiente de las deficiencias de seguridad y las inspecciones precisas facilitan los mejores requisitos de capacitación para los académicos, los estudiantes, los investigadores y el personal de planta. Los inmensos ahorros en horas de trabajo que se logran con la autogeneración de informes compensan con creces el costo de la instauración del sistema. Sin embargo, la mayor capacidad para analizar los datos resultantes a fin de guiar la frecuencia de inspección y la capacitación objetivo ha reinventado la manera en que los profesionales de planta brindan sus servicios en cada campus.

Desafíos y problemas

Instaurar todo nuevo proceso, especialmente un proceso que integra tecnología, inevitablemente presenta desafíos. La decisión de pasar de las inspecciones manuscritas a un método electrónico fue sencilla basándose en las eficiencias observadas,

Nathan Jennings, jefe asistente de bomberos de TAMHSC, inspecciona una bomba de incendios usando un iPad.

pero la decisión de cuál software usar sí presentó importantes desafíos. El personal de planta realizó una amplia investigación de las tecnologías disponibles que una plataforma electrónica y móvil. En la investigación inicial se utilizaron parámetros tales como la capacidad de usar las tabletas existentes, la generación automática de informes, el desarrollo de formularios personalizados y una opción de llevar a cabo inspecciones sala por sala.

Todos los involucrados notaron rápidamente que la capacidad de usar tabletas (en este caso, el iPad) limitaba las posibles opciones de despliegue ya que muchas empresas ofrecían software diseñado para computadoras o dispositivos de escaneo manuales. Inclinarse por esta opción habría requerido importantes costos iniciales para adquirir hardware y configurar software, además de otros gastos. El costo medio inicial cotizado por las empresas sondeadas que proporcionan equipos y licencias de software para dotar a cinco inspectores era de aproximadamente $20,500; este precio simplemente estaba fuera del alcance del departamento. Debido a que la mayoría de las capacidades ofrecidas por los programas más caros eran deseables (por ejemplo, el seguimiento automatizado de las deficiencias, la generación de órdenes de trabajo, el escaneo de códigos de barras, el análisis estadístico detallado), encontrar una opción con las mismas capacidades pero a la vez económica era todo un desafío.

Para reducir los costos de compra iniciales de una plataforma electrónica de inspección, el equipo evaluó qué funcionalidad era necesaria para realizar inspecciones de seguridad eficaces y para adquirir, clasificar y utilizar los datos resultantes de manera significativa. El grupo determinó que era importante poder crear formularios personalizados que cumplieran con los parámetros exactos de cada tipo de inspección; procesar automáticamente los datos recopilados durante las inspecciones mediante el software de manera tal que se pudieran formatear fácilmente y utilizar para la generación de informes y el análisis de riesgos; y usar los iPads pertenecientes al centro TAMHSC que ya estaban disponibles.

Estos criterios guiaron la búsqueda en App Store, utilizando términos como inspección de seguridad, EHS, SHE, inspección y formulario de inspección, hasta que se descubrió una aplicación adecuada. Si bien la aplicación seleccionada no tenía todas las características de las opciones más caras, cumplía más que satisfactoriamente las necesidades del grupo y ofrecía algunos beneficios inesperados tales como la capacidad de tomas fotografías y grabar memorandos de voz que se podían incluir en el registro de la inspección; la integración con una aplicación de otro fabricante para escanear códigos de barras que hacía uso de la cámara incorporada en el dispositivo; capacidad de asignar las inspecciones a personal específico; y la capacidad de enviar por correo electrónico los hallazgos de la inspección desde la aplicación.

Una vez seleccionada la aplicación, el siguiente desafío era obtener la aprobación del grupo de tecnología informática. Este grupo confirmó que el software satisfacía los requisitos informáticos tanto estatales como institucionales y ayudó a crear cuentas de iTunes App Store para cada miembro del equipo.

La instauración real de los formularios de inspección desarrollados presentaba sus propios desafíos. Cada persona tenía su propia familiaridad con el iPad y otra tecnología, lo cual se traducía en diferentes curvas de aprendizaje. Aquellos que contaban con más experiencia en tecnología se adaptaron al proceso de inspección electrónico el primer día, mientras que otros lo encontraron más difícil. Las reuniones individuales y la capacitación con el personal de SH&E lo suficiente para explicar el proceso de descarga de la aplicación y uso de los formularios ayudó a garantizar que todo el personal estuviera infor-

Uso de iPads para las inspecciones de SH&E

Puntos a favor

- Personalizado según especificaciones exactas.
- Las entradas precargadas en el formulario de menús desplegables permiten un ingreso rápido de los datos.
- Los formularios se pueden estandarizar para usar en todos los campus, logrando así una uniformidad en las inspecciones.
- Las actualizaciones de los formularios se hacen una sola vez y luego se extienden a todos los usuarios.
- Se puede enviar un informe de inspección directamente por correo electrónico desde el dispositivo.
- Se puede utilizar la cámara del dispositivo para tomar fotografías así como para hacer videoconferencias durante la inspección.
- Se puede asignar una inspección incompleta a otro usuario para que la termine desde el dispositivo.

Puntos en contra

- Tener que detener y cargar la batería en una inspección particularmente larga.
- El peso del dispositivo y su cubierta pueden transformarse en un problema durante las inspecciones largas.
- La generación de informes aún puede requerir la edición manual.

©TAMHSC MARKETING & COMMUNICATIONS

mado. La mayoría del personal se adaptó rápidamente. Además, se desarrolló un procedimiento de operación interno estándar como referencia sobre el uso del programa para realizar las inspecciones de seguridad.

Otros desafío destacable era encontrar una cubierta adecuada de lograr que la manipulación del dispositivo durante las inspecciones fuera más sencilla para el usuario. El equipo determinó que una cubierta con una correa vertical en la parte trasera que cruzara el dorso de la mano proporcionaba estabilidad para el ingreso de los datos. Se comprobó también que usar el iPad durante las inspecciones largas era agotador pues el peso del dispositivo podía causar fatiga tras sostenerlo por varias horas. Para contrarrestarlo, algunos miembros del personal descargaron la aplicación a sus teléfonos y utilizaron estos aparatos para efectuar las inspecciones. Además, durante una inspección más larga, cargar el dispositivo podría resultar problemático si es que se necesitaba interrumpir una inspección para hacerlo. Para aliviar este problema, los inspectores normalmente encuentran una fuente de energía durante el receso para almorzar o durante otros periodos de descanso similares.

Tal vez el desafío más frustrante era la pérdida ocasional de datos. Generalmente, este problema se ha debido a errores del usuario. Sin embargo, el uso de un aplicación en evolución conlleva riesgos, y cuando se producen tales pérdidas, hay quienes podrían desear volver a los métodos manuscritos. Mediante la capacitación continua sobre el dispositivo y la aplicación, y gracias a nuevos avances tales como la característica de guardado sobre la marcha, se puede evitar la ocurrencia de estas pérdidas. En general, la mayor eficiencia del proceso de inspección supera con creces los pocos casos en que hay pérdida de datos.

Análisis

El objetivo del análisis era generar tanto una clasificación de peligros como la probabilidad de que haya contratiempos que, si se combinan, creen un código de evaluación de riesgos (RAC) en conjunto con muchas normas reconocidas a nivel nacional. La clasificación de peligros la determinó el personal de SH&E basándose en criterios específicos. Los datos de inspecciones se utilizaron para determinar la probabilidad de contratiempos.

Al determinar las clasificaciones y niveles de peligros de las zonas dentro de las dependencias del centro TAMHSC, los profesionales de planta se remitieron a diversas organizaciones reconocidas a nivel nacional que se especializan en la creación de códigos y normas aceptados para regular la seguridad en inmuebles y procesos. A continuación aparecen las definiciones a partir de estos códigos, normas y pautas de las diversas clasificaciones y niveles de peligros.

NFPA

•**Peligro de laboratorio clase A** se refiere a un laboratorio que se considera en alto riesgo de incendio debido a la cantidad de líquidos y combustibles inflamables. Un laboratorio clase A tiene una cantidad máxima en uso de 20 galones por cada 100 pies cuadrados de superficie sin sobrepasar los 800 galones, y una cantidad máxima en uso y en almacenamiento combinados equivalentes al doble de la cantidad máxima en uso.

•**Peligro de laboratorio clase B** se refiere a un laboratorio que se considera en riesgo de incendio más moderado debido a la cantidad de líquidos y combustibles inflamables. Un laboratorio clase B tiene una cantidad máxima en uso de 10 galones por cada 100 pies cuadrados de superficie sin sobrepasar los 400 galones, y una cantidad máxima en uso y en almacenamiento combinados equivalentes al doble de la cantidad máxima en uso.

•**Peligro de laboratorio clase C** se refiere a un laboratorio que se considera con bajo riesgo de

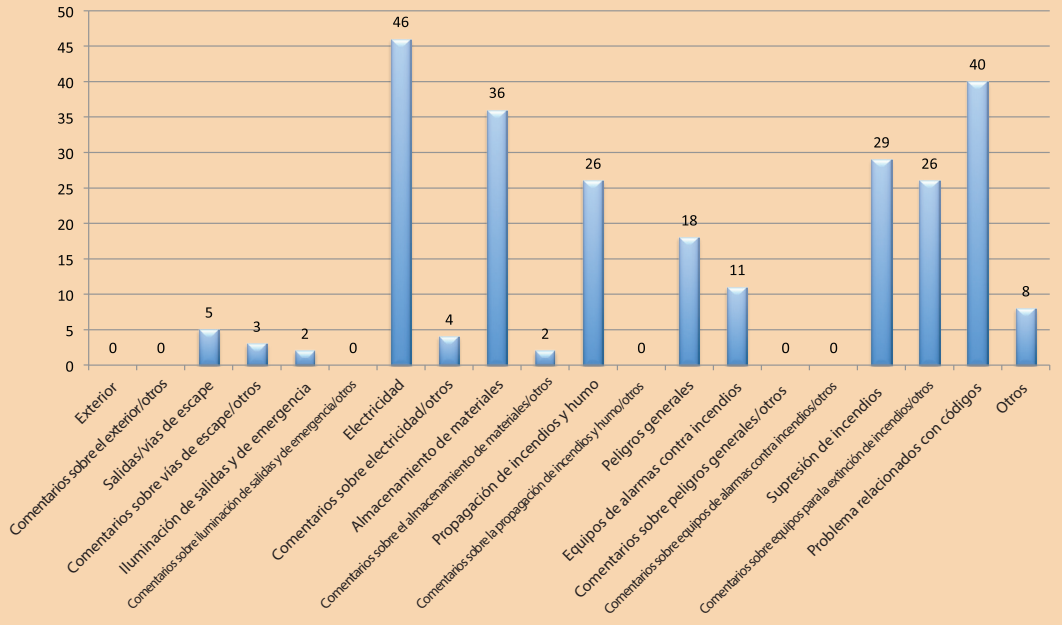
Tabla 3

Proceso para determinar la probabilidad de contratiempos

Porcentaje de deficiencias en la construcción	Descripción de la categoría	Nivel
> 75% de ocurrencia	Frecuente	A
> 50% de ocurrencia	Probable	B
> 25% de ocurrencia	Ocasional	C
> 5% de ocurrencia	Remoto	D
< 5% de ocurrencia	Improbable	E

Figura 1

Número de salas deficientes para cada categoría de peligro



incendio debido a la cantidad de líquidos y combustibles inflamables. Un laboratorio clase C tiene una cantidad máxima en uso de 4 galones por cada 100 pies cuadrados de superficie sin sobrepasar los 200 galones, y una cantidad máxima en uso y en almacenamiento combinados equivalentes al doble de la cantidad máxima en uso.

•**Peligro de laboratorio clase D** se refiere a un laboratorio que se considera con un riesgo mínimo de incendio debido a la cantidad de líquidos y combustibles inflamables. Un laboratorio clase D tiene una cantidad máxima en uso de 1 galón por cada 100 pies cuadrados de superficie sin sobrepasar los 75 galones, y una cantidad máxima en uso y en almacenamiento combinados equivalentes al doble de la cantidad máxima en uso (NFPA, 2011).

Ejemplo de cálculo

Nominalmente, un laboratorio en dependencias grandes del centro TAMHSC debiera tener 415 pies cuadrados brutos de espacio. De acuerdo con un inventario químico para esta sala, contiene las siguientes cantidades combinadas en uso y en almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles: líquidos inflamables = 24 galones; líquidos combustibles = 3 galones.

De acuerdo con la fórmula en NFPA 45, la norma sobre protección contra incendios para laboratorios donde se utilizan sustancias químicas (2011), primero se debe calcular el número de unidades de 100 pies cuadrados en el espacio. En este caso, esa cifra correspondería a 415/100 o 4,15. Luego, se divide el total combinado de galones de líquido inflamable y combustibles por 4,15. Esto significaría que hay aproximadamente 6,5 (27 dividido por 4,15) galones combinados de líquido inflamable y combustible por cada 100 pies cuadrados de espacio de laboratorio. Basándose en este cálculo, el laboratorio clasifica como clase C según la definición de la NFPA—6,5 galones combinados en uso y en almacenamiento es menos que el límite de los 8 galones en uso y en almacenamiento por cada 100 pies cuadrados.

CDC

•**Bioseguridad nivel 1** significa que es apto para el trabajo con agentes bien caracterizados de los cuales se sepa que no suelen causar enfermedades en humanos adultos inmun-competentes, y que representan un posible peligro mínimo para el personal del laboratorio y para el medio ambiente.

•**Bioseguridad nivel 2** significa que es apto para el trabajo con agentes que representan peligros moderados para el personal y para el medio ambiente. El personal del laboratorio cuenta con capacitación específica sobre la manipulación de agentes patógenos y es supervisado por científicos competentes en la manipulación de agentes infecciosos y procedimientos afines; el acceso al laboratorio está restringido cuando se está realizando el trabajo; y todos los procedimientos en los cuales puedan surgir aerosoles o salpicaduras infecciosas se realizan en armarios biológicos de seguridad u otros equipos de contención física.

•**Bioseguridad nivel 3** abarca las dependencias clínicas, de diagnóstico, de docencia, de investigación de producción en las que se lleven a cabo labores con agentes autóctonos o exóticos que puedan causar enfermedades graves o potencialmente letales por la vía de la inhalación. El personal del laboratorio debe recibir una capacitación específica sobre el manejo de agentes patógenos y potencialmente letales, y debe ser supervisado por científicos competentes en la manipulación de agentes infecciosos y procedimientos afines.

•**Bioseguridad nivel 4** cubre el trabajo con agentes peligrosos y exóticos que representen un alto riesgo individual de infecciones de laboratorios transmitidas por aerosol y enfermedades de riesgo vital que sean frecuentemente fatales, para las cuales no existan vacunas ni tratamientos, o algún agente con riesgo de transmisión desconocido (CDC, 2009).

Consejo de código internacional.

•**Alto peligro grupo H** incluye, entre otros, el uso de un edificio, estructura o parte de ella que involucre la manufactura, procesamiento, generación o almacenamiento de materiales que constituyan un riesgo físico o para la salud en cantidades que sobrepasen lo permitido en las áreas de control que cumplen con la Sección 2703.8.3, basados en los límites máximos permitidos para las áreas de control establecidas en las tablas 2703.1.1(1) y 2703.1.1(2) del Código Internacional de Incendios (International Fire Code).

Tabla 4

Matriz de peligros

Frecuencia de ocurrencia	Categorías de peligros			
	Catastrófica I	Crítica II	Marginal III	Menos grave IV
A: Frecuente	1A	2A	3A	4A
B: Probable	1B	2B	3B	4B
C: Ocasional	1C	2C	3C	4C
D: Remoto	1D	2D	3D	4D
E: Improbable	1E	2E	3E	4E

Nota. Basic Guide to System Safety, *2a ed., por J.W. Vincoli, 2006, Hoboken, NJ: Wiley.*

Tabla 5

Índice de riesgo tal como se describe en MIL-STD-882

Código de evaluación de riesgos	Criterios de riesgo
1A, 1B, 1C, 2A, 2B, 3A	Inaceptable
1D, 2C, 2D, 3B, 3C	No deseable
1E, 2E, 3D, 3E, 4A, 4B	Aceptable con revisión
4C, 4D, 4E	Aceptable sin revisión

Nota. Basic Guide to System Safety, *2a ed., por J.W. Vincoli, 2006, Hoboken, NJ: Wiley.*

Tabla 6

Frecuencia de inspección

Código de evaluación de riesgos	Frecuencia de inspección
1A, 1B, 1C, 2A, 2B, 3A	Diaria hasta corregir
1D, 2C, 2D, 3B, 3C	Mensual (1 y 2); trimestral (3)
1E, 2E, 3D, 3E, 4A, 4B	Anual
4C, 4D, 4E	Anual

Figura 2

Calendario de inspección generado automáticamente

Planta	RAC-Lab	RAC-FLS	Frecuencia de inspección - Lab.	Frecuencia de inspección - FLS
HSC Planta N° 1	3C	3D	Trimestralmente	Anualmente
HSC Planta N° 2	4C	4D	Anualmente	Anualmente
HSC Planta N° 3	-	4A	-	Anualmente
HSC Planta N° 4	-	4E	-	Anualmente
HSC Planta N° 5	3C	3D	Trimestralmente	Anualmente
HSC Planta N° 6	-	4D	-	Anualmente
HSC Planta N° 7	3B	3D	Trimestralmente	Anualmente
HSC Planta N° 8	3C	3D	Trimestralmente	Anualmente
HSC Planta N° 9	3E	3D	Anualmente	Anualmente
HSC Planta N° 10	3E	3E	Anualmente	Anualmente

- **Alto peligro grupo 1** abarca edificios y estructuras que contienen materiales que representan riesgo de detonación.
- **Alto peligro grupo 2** se refiere a edificios y estructuras que contienen materiales que representan un riesgo de deflagración o de combustión acelerada.
- **Alto peligro grupo 3** incluye edificios y estructuras que contienen materiales que ya resisten la combustión o que representan un riesgo físico.
- **Alto peligro grupo 4** abarca edificios y estructuras que contienen materiales que constituyen un riesgo para la salud.
- **Alto peligro grupo 5** se refiere a instalaciones de fabricación de semiconductores y áreas comparables de investigación y desarrollo en las cuales se utilicen materiales de producción riesgosos y la cantidad adicional de materiales sobrepase los límites estipulados en las tablas 2703.1.1(1) y 2703.1.1(2) del Código Internacional de Incendios (Consejo del Código Internacional, 2012).

Matriz de evaluación de riesgos

Utilizando estas definiciones, el personal de SH&E realizó una revisión cualitativa de altonivel de las operaciones sabidamente peligrosas dentro de las dependencias del centro TAMHSC y compiló esta información en un resumen de riesgos de las instalaciones. Esta información, junto con los datos detallados recopilados durante el proceso de inspección de seguridad hecho sala por sala, se utiliza para asignar las categorías de gravedad, de probabilidad y de frecuencia para cada inmueble y laboratorio. Este proceso es congruente con la metodología establecida en la Norma Militar 882 (MIL-STD-882). Las tablas 1 y 2 (página 30) proporcionan una explicación adicional de este método.

Análisis de los datos

El paso siguiente implica analizar los datos extraídos con el software de la aplicación, que generalmente se exporta a un formato de hoja de cálculo (por ejemplo, Excel). Los datos en la hoja de cálculo aparecen en forma de cadenas de texto separadas por comas para cada deficiencia observada y se organizan en celdas. Cada columna corresponde a un encabezado o campo de entrada del formulario de inspección, y cada fila corresponde a la sala en la cual se llevó a cabo la inspección. Una columna de datos contiene el código de descripción de un edificio que se usa para clasificar los datos por inmueble. Las múltiples deficiencias en cada categoría para una sala individual se informan en la misma celda. De este modo, cualquier celda que contenga deficiencias separadas por comas reflejará las deficiencias que se encuentren únicamente en dicha sala.

Las cadenas de texto se descomponen en entradas individuales y se convierten en datos numéricos para demostrar el número total de deficiencias por categoría de cada sala. A partir de estos datos, el personal puede calcular un porcentaje global de cumplimiento para el edificio (es decir, la proporción de las deficiencias observadas con respecto al número total de deficiencias posibles) y un porcentaje de salas que cumplen (es decir, la proporción de salas sin deficiencias con respecto al número total de salas en el edificio). Estos dos valores se utilizan como sistema de calificación de un edificio a fin de ayudar a guiar los esfuerzos para enfocar la capacitación del personal correspondiente y/o encontrar métodos de mejorar el programa de seguridad en los campus o en dichos edificios.

Las categorías de peligro analizadas aparecen en la barra lateral de la página 34, y algunas de ellas contienen hasta

Categorías de peligro analizadas por el centro TAMHSC

Incendios y seguridad

Exterior
Comentarios sobre el exterior/otros
Salidas/vías de escape
Comentarios sobre vías de escape/otros
Iluminación de salidas y de emergencia
Comentarios sobre Iluminación de salidas y de emergencia/otros
Seguridad eléctrica
Comentarios sobre electricidad/otros
Almacenamiento de materiales
Comentarios sobre el almacenamiento de materiales/otros
Propagación de incendios y humo
Comentarios sobre la propagación de incendios y humo/otros
Peligros generales
Comentarios sobre peligros generales/otros
Equipos de alarmas contra incendios
Comentarios sobre equipos de alarmas contra incendios/otros
Equipos para la extinción de incendios
Comentarios sobre equipos para la extinción de incendios/otros
Problemas relacionados con códigos
Otros

Seguridad en el laboratorio

Aseo
Comentarios sobre el aseo/otros
Seguridad general
Comentarios sobre seguridad general/otros
Bioseguridad
Comentarios sobre bioseguridad/otros
Sustancias químicas
Comentarios sobre sustancias químicas/otros
Prácticas seguras en el laboratorio
Comentarios sobre prácticas seguras en el laboratorio/otros
Campanas para emanaciones
Comentarios sobre campanas para emanaciones/otros
Equipos de seguridad
Comentarios sobre equipos de seguridad/otros
Eliminación de desechos
Comentarios sobre la eliminación de desechos/otros
Seguridad eléctrica
Comentarios sobre electricidad/otros
Materiales radiactivos
Comentarios sobre materiales radiactivos/otros
Otros

23 posibles deficiencias, con la opción "comentarios/otros" diseñada como comodín en el caso de que un inspector observe una deficiencia que no haya aparecido específicamente dentro del menú desplegable de categorías en el formulario o bien si es necesaria una mayor descripción.

Identificar la categoría de peligro en que había deficiencias en la mayoría de las salas es muy útil porque indica la categoría en la cual es más probable que haya un contratiempo para ese edificio, y se puede usar para determinar la probabilidad de dicho contratiempo (tabla 3, página 32). En la figura 1 (página 32), este valor máximo sería la categoría eléctrica con 46 salas en las que se observaron deficiencias.

Cuando se analiza colectivamente en una matriz de peligro (tabla 4, página 33), estos puntos de datos proporcionan una herramienta para determinar los riesgos aceptables y los inaceptables. La tabla 5 (página 33) muestra el índice de riesgo correspondiente tal como se describe en MIL-STD-882 y explica esencialmente cada RAC de un modo que puede demostrar la necesidad y la prioridad de respuesta implícita.

Basándose en el índice de riesgo, el personal de seguridad del centro TAMHSC desarrolla un programa de inspección basado en riesgos para el siguiente año calendario. El grupo interpreta los criterios de riesgo de MIL-STD-882 para fijar una plazo de resolución y, como resultado de ello, creó el calendario de frecuencia de inspección (tabla 6, página 33). Tal como se indicó, la asignación de la frecuencia de inspección se basa en el juicio y la experiencia de los profesionales de planta, y el peligro para el personal o equipos del centro TAMHSC presentado por una deficiencia del RAC correspondiente que sigue sin resolverse por un lapso superior al período de inspección de seguimiento.

Se asignan códigos de evaluación de riesgo independientes sobre la base de los datos de seguridad ante incendios y de laboratorio a fin de asegurar que se aborden las divergentes categorías de peligro de acuerdo con el máximo riesgo que cada una presente. Si los procesos inspección se efectúan en forma separada los datos adquiridos en cada uno de ellos se deben procesar y analizar también de manera independiente para logra una comparación justa. Los RAC derivados, con la frecuencia de inspección aplicada, dan como resultado un calendario de inspección autogenerado (figura 2).

La meta de largo plazo es efectuar análisis de múltiples años para determinar las tendencias en las deficiencias observadas, sus ubicaciones y frecuencias. Las tendencias afectarán el programa de seguridad y los ajustes de capacitación proporcionando una métrica de su éxito.

Además, el proceso de análisis se puede aplicar a procesos de inspección similares pues los rótulos de las categorías de peligro no son pertinentes desde el punto de vista del procesamiento de datos. Se podría sustituir cualquier conjunto de encabezados y subcategorías, permitiendo un proceso de análisis idéntico para muchos otros datos derivados de formularios. Por ejemplo, el grupo tiene planificado aplicar el proceso de inspección y los análisis de datos al programa de seguridad de radiación. El resultado final será analizar todos los programas centrados en riesgos idénticamente para obtener mejores datos de tendencias.

Las futuras revisiones de los análisis de datos incorporarán un mayor grado de automatización y flexibilidad integrada en los campos de entrada. Este cambio eliminará el pre-procesamiento de datos que se debe efectuar antes de que cargar en el programa de análisis los datos de inspección. Debiera ser posible automatizar cada aspecto del análisis de riesgos, excluyendo las inspecciones y posiblemente la asignación de la clasificación de peligro, lo cual debe ser determinado por un profesional experimentado y es un tanto subjetivo por naturaleza.

Erich Fruchtnicht, funcionario de seguridad en radiación del centro TAMHSC, lleva a cabo la inspección usando un iPad.

Conclusión

Utilizar la tecnología actual (es decir, los iPads) y la metodología de evaluación de riesgos ha mejorado considerablemente la eficiencia y eficacia de la inspección. El centro TAMHSC ha reducido significativamente el tiempo destinado a la creación de informes mediante informes autogenerados a partir de los datos adquiridos. Además, las horas-empleado requeridas para llevar a cabo las inspecciones han bajado y el grupo espera mayores reducciones a medida que se siga desarrollando el programa.

Gracias a la tecnología seleccionada, el software y el enfoque de procesamiento de datos, el centro TAMHSC ahora puede identificar, cuantificar y evaluar el riesgo de manera más permanente y precisa. La combinación de tecnología, proceso y metodología de inspección mejora la eficiencia y proporciona datos cuantificables.

Estos datos se pueden usar para diseñar respuestas ante los riesgos identificados de manera adecuada y orientada a los hechos, como por ejemplo, entregando capacitación focalizada al personal específico en las áreas de seguridad más deficientes. Debido a que los peligros se identifican sala por sala en cada edificio, estos datos se utilizan para supervisar las mejoras, instaurar cambios en la capacitación, y maximizar la eficiencia y eficacia del programa de seguridad.

El nuevo proceso de inspección ha producido ahorros considerables. En 2012 comparado con el 2011, con la instauración de esta nueva tecnología, las horas-empleado destinadas a la realización de inspecciones disminuyeron aproximadamente en un 51.09%, y además se mejoraron la validez y la confiabilidad. Esto se traducirá en ahorros en cuanto al menor tiempo destinado como en la reducción de viajes a los ochos campus situados por todo Texas. **PS**

Referencias

CDC. (2009). Laboratory biosafety level criteria (Section IV). In *Biosafety in microbiological and biomedical laboratories* (5ta ed.). Washington, DC: U.S. Department of Health and Human Services, autor. Extraído de **www.cdc.gov/biosafety/publications/bmbl5/BMBL5_sect_IV.pdf**

International Code Council. (2012). Use and occupancy classifications (Chapter 3, International Building Code). Washington, DC: Autor. Extraído de **http://publicecodes.cyberregs.com/icod/ibc/2012/icod_ibc_2012_3_sec007.htm**

NFPA. (2011). Standard on fire protection for laboratories using chemicals (NFPA 45). Quincy, MA: Autor.

U.S. Department of Defense. (2012). System safety program requirements (MIL-STD-882E). Washington, DC: Autor.

Vincoli, J.W. (2006). *Basic guide to system safety* (2a ed.). Hoboken, NJ: Wiley.

©TAMHSC MARKETING & COMMUNICATIONS