



NTP 500: Prevención del riesgo en el laboratorio: elementos de actuación y protección en casos de emergencia

Prévention du risque en laboratoire. Éléments d'actuation et de protection dans le cas d'émergence Risk prevention in the laboratory. Devices for action and protection in emergency situations

Redactores:

E. Gadea Carrera Licenciado en Ciencias Químicas

X. Guardino Solá Doctor en Ciencias Químicas

M.G. Rosell Farrás Ingeniero Técnico Químico

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

El laboratorio es un lugar donde, debido a las características del trabajo que en él se realiza, se pueden dar fácilmente situaciones de emergencia ocasionadas por derrames, salpicaduras o conatos de incendio, en las cuales una intervención rápida y eficaz evita que estos incidentes lleguen a convertirse en problemas más graves. Los elementos de actuación y protección son instrumentos que permiten controlar estas situaciones y de los que debe disponerse en función de las actividades y características de peligrosidad de los compuestos manipulados en el laboratorio.

Introducción

El trabajo de laboratorio tiene dos características principales que son: la utilización de gran variedad de productos químicos, frecuentemente en pequeñas cantidades y a menudo con peligrosidad y toxicidad elevadas, y la realización de operaciones muy diversas con ellos. La experiencia indica que los pequeños incidentes o accidentes que se producen en los mismos pueden ser controlados y tener unos efectos mínimos si se dispone de elementos de actuación adecuados y en número suficiente.

La eficacia de estos elementos está supeditada a su idoneidad y correcto funcionamiento, su buen estado de mantenimiento, y a un suficiente entrenamiento y formación del personal de laboratorio.

Los denominados elementos de actuación están constituidos básicamente por: **duchas de seguridad, fuentes lavaojos, mantas ignífugas, extintores, neutralizadores y equipos para ventilación de emergencia.**

En la actualidad no existe ninguna legislación que regule la instalación de estos elementos en los laboratorios, salvo en aquellos aspectos relativos a la protección de incendios que se indican en la Norma Básica de Edificación (**NBE-CPI 96** y anteriores). No obstante, la instalación de elementos de actuación y el establecimiento de un programa para su mantenimiento y utilización debe constituir una exigencia dentro del plan de emergencia y prevención de riesgos del laboratorio.

Elementos de actuación y protección. características

Los elementos de actuación y protección son sistemas que deben permitir una rápida actuación para el control de incidentes producidos en el laboratorio, tales como incendios y derrames, así como para la descontaminación de personas que hayan sufrido una proyección, salpicadura o quemadura. Su número y ubicación (que se comentan más adelante) están, relacionados con la distribución, los productos manipulados y almacenados y las operaciones que se lleven a cabo en el laboratorio. Desde el punto de vista práctico, deben hallarse ubicados en lugares en los que su utilización implique un mínimo desplazamiento desde el conjunto de puestos de trabajo en los que exista el factor de riesgo que desencadene la necesidad de su utilización.

Duchas de seguridad

Constituyen el sistema de emergencia más habitual para casos de proyecciones con riesgo de quemaduras químicas e incluso si se prende fuego en la ropa. A continuación se resumen las características más importantes que se requieren de una ducha de seguridad. Ver figura 1.

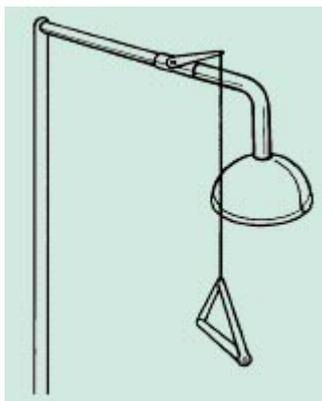


Fig. 1: Ducha de seguridad

La ducha deberá proporcionar un caudal de agua suficiente para empapar el sujeto completa e inmediatamente. El agua suministrada debe ser potable, procurando que no esté fría (preferiblemente entre 20 y 35° C) para evitar el riesgo que supone enfriar a una persona quemada en estado de shock y también que la poca aceptación del agua fría cause una eliminación insuficiente

del contaminante, al acortar el periodo de ducha. Asimismo es conveniente que disponga de desagüe (facilita enormemente su mantenimiento).

El cabezal debe tener un diámetro suficiente para impregnar totalmente al sujeto (20 cm), con orificios grandes que impidan su obstrucción por la formación de depósitos calcáreos. La distancia desde el suelo a la base del cabezal de la ducha debe permitir el acomodo de la persona erguida, (por ejemplo, de 2 a 2,3 m). La separación desde la pared al cabezal debería ser suficiente para acomodar, en caso necesario, a dos personas (por ejemplo, no inferior a 60 cm). También es recomendable que la distancia desde el suelo al pulsador no supere los 2 m.

La válvula de apertura debe ser de accionamiento rápido, por lo que no deben utilizarse los grifos convencionales. El pulsador/accionador debe ser fácilmente atrapable. Los modelos más adecuados son aquellos que tienen un accionador triangular unido al sistema mediante una barra fija (mejor que con cadena). Los pulsadores de pie no suelen utilizarse dada la facilidad de pisarlos inadvertidamente dando lugar al accionamiento involuntario del sistema y al riesgo de tropezar con ellos; una excepción son los sistemas que se accionan al situarse sobre una plataforma.

Las llaves de paso de agua de la instalación deben estar situadas en un lugar no accesible para el personal, al objeto de evitar que se corte el suministro de manera permanente por existencia de fugas u otras anomalías, que, por otra parte, deben ser inmediatamente comunicadas y reparadas. De este modo, las llaves se cerrarán exclusivamente en el momento de efectuar la reparación.

Es útil disponer de un sistema de alarma acústica o visual que se ponga en marcha al utilizar el equipo y así permita, que el resto de personal se entere de que existe un problema, y pueda acudir en auxilio. Las duchas colocadas en vestuarios o lavabos pueden realizar las funciones subsidiarias de las duchas de seguridad, especialmente en casos de laboratorios de poca superficie y para pequeñas quemaduras o salpicaduras en la ropa, ya que al hallarse fuera de la vista, permiten a la persona afectada despojarse de aquella sin ningún tipo de complejos.

Fuentes lavaojos

Es un sistema que debe permitir la descontaminación rápida y eficaz de los ojos y que está constituido básicamente por dos rociadores o boquillas separadas entre 10 y 20 cm capaces de proporcionar un chorro de agua potable para lavar los ojos o la cara, una pileta, de 25 a 35 cm, provista del correspondiente desagüe, de un sistema de fijación al suelo o a la pared y de un accionador de pie (pedal) o de codo. Ver figura 2.

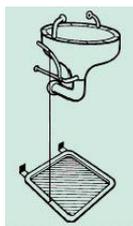


Fig. 2: Fuente lavaojos

El chorro proporcionado por las boquillas debe ser de baja presión para no provocar daño o dolor innecesario. Igual que se ha indicado para la ducha, el agua debe ser potable y es recomendable que sea templada. Con las llaves de paso del agua de la instalación se tendrán las mismas precauciones que para las duchas de seguridad.

Mantas ignífugas

Las mantas permiten una acción eficaz en el caso de fuegos pequeños y sobre todo cuando se prende fuego en la ropa, como alternativa a las duchas de seguridad. La utilización de la manta puede en ciertos casos evitar el desplazamiento del sujeto en llamas, lo que ayuda a limitar el efecto y desarrollo de éstas. Ver figura 3.



Fig. 3: Manta ignífuga

Existen en el mercado distintos mecanismos de almacenamiento que permiten su rápida utilización. Como material de la manta, descartada la utilización de amianto, existen actualmente alternativas basadas en fibra de vidrio y otros tejidos ignífugos o tratados con ignifugantes.

Una alternativa a las mantas ignífugas es la utilización de prendas o textiles poco combustibles o previamente humedecidos. Téngase en cuenta que la acción de las mantas ignífugas para apagar fuegos está pensada para una actuación rápida, durante un espacio de tiempo muy corto, que normalmente será inferior al requerido para que entre en combustión cualquier prenda confeccionada con materiales M1, M2 o, incluso M3, especialmente si se ha humedecido previamente.

Extintores

Si no es factible controlar los pequeños incendios que se producen en el laboratorio, por su ubicación, características, persistencia o extensión, con mantas ignífugas o textiles mojados, hay que recurrir a los extintores. Los

extintores son aparatos que contienen un agente o sustancia extintora que puede ser proyectada y dirigida sobre el fuego por acción de una presión interna. Ver figura 4.



Fig. 4: Extintor portátil

Dado que existen distintos tipos de fuego, que se clasifican según se trate de sólidos, líquidos, gases, metales o de origen eléctrico, debe decidirse en cada caso el agente extintor adecuado: agua pulverizada o a chorro, polvo, polvo polivalente, espuma, hidrocarburos halogenados o CO₂ . Ver cuadro 1.

Cuadro 1. Tipos de extintores según clases de fuego

Clases de fuego	Agentes extintores						
	Agua chorro	Agua pulverizada	Espuma física	Polvo seco	Polvo polivalente	Nieve carbónica CO ₂	Halones
A SÓLIDOS	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
B LÍQUIDOS	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI
C GASES	NO Extingue SI Limita propag.			SI	SI	SI	SI
D METALES	NO*	NO*	NO*	NO*	NO*	NO*	NO*
E ELÉCTRICOS	NO	SI HASTA 20.000 V	NO	SI	SI HASTA 1.000 V	SI	SI

CLAVES: **SI** Bueno **SI** Aceptable **NO** Inaceptable o Peligroso
* REQUIERE AGENTES ESPECIALES

Para su uso en el laboratorio, la experiencia demuestra que los más prácticos y universales son los de CO₂ , ya que, dada la presencia de instrumental eléctrico delicado y productos químicos reactivos, otros agentes extintores podrían producir agresiones irreparables a los equipos o nuevos focos de incendios. Debe tenerse en cuenta, además, que el extintor portátil, que debe ser de fácil manejo y poco peso, puede volcar, romper o proyectar el material de vidrio que se halla en las poyatas, generando, asimismo, nuevos focos de incendio, vertidos o reacciones imprevistas. Es totalmente desaconsejable la utilización de extintores no adecuados a las características del material que arde, ya que pueden favorecer el desarrollo del incendio. La utilización de extintores portátiles en los laboratorios debe valorarse cuidadosamente,

sobretudo si se trata de fuegos muy localizados que afecten solamente a áreas reducidas de los mismos. Téngase en cuenta que, a los inconvenientes citados, deben añadirse los problemas de limpieza posterior.

Neutralizadores

Otros elementos de actuación y protección para actuaciones de emergencia en caso de derrames o vertidos accidentales son los agentes neutralizadores. Los neutralizadores y absorbentes o adsorbentes necesarios estarán en función de la actividad del laboratorio y de los productos utilizados. Normalmente debe disponerse de agentes específicos para ácidos, bases, disolventes orgánicos y mercurio, lo que constituye el denominado “equipo básico”. Ver figura 5.

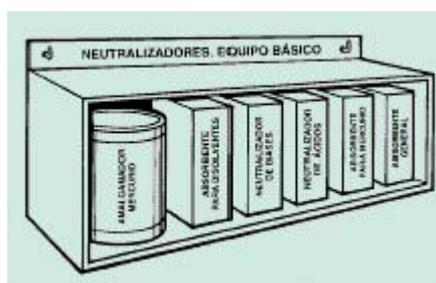


Fig. 5: Equipo básico de neutralización

Asimismo es recomendable disponer de materiales altamente adsorbentes para control físico de vertidos que no requieran tratamientos especiales o como complemento de éstos.

Equipos para ventilación de emergencia

La ventilación de emergencia consiste es una instalación que, en caso de necesidad, genera un elevado caudal de aire de extracción que barre completamente el conjunto del laboratorio o una parte prefijada del mismo. Puede consistir, bien en la combinación de varios ventiladores conectados directamente al exterior y la adecuada distribución de las entradas de aire, bien en un accesorio de la ventilación general del laboratorio que permita temporalmente un importante aumento en el caudal de renovación. Se utiliza en casos de emergencia originados por fugas de gases o grandes vertidos de productos volátiles y permite la rápida eliminación del contaminante ambiental generado o mantener una atmósfera respirable durante el tiempo empleado en la evacuación del laboratorio o en actuar para reducir el foco de emisión. Para su implantación y utilización correcta deben valorarse los aspectos relacionados con el riesgo de explosión y la contaminación ambiental. Ver la [NPT-373.95](#).

Situación, instalación y mantenimiento

Los elementos de actuación y protección deben situarse en lugares de fácil accesibilidad desde cualquier lugar del laboratorio, y lo más cerca posible de

las zonas de mayor riesgo, procurando que su ubicación no genere un nuevo riesgo para el laboratorio.

Las duchas y fuentes lavaojos pueden disponerse como equipo conjunto o de forma separada, considerando la proximidad de conducciones de agua y desagües. El lugar elegido para su instalación debe ser fácilmente accesible y visible, preferiblemente en la dirección de salida del laboratorio, y no debe tener en las proximidades tomas ni aparatos eléctricos. La zona de ubicación debe mantenerse libre de materiales, aparatos y productos. Es importante considerar que la situación de las duchas y fuentes lavaojos, en determinados casos, puede significar un entorpecimiento en situaciones de evacuación.

Para la ubicación y número de extintores portátiles a instalar debe considerarse la ya citada NBE que establece (art. 21.1) que el recorrido, en la misma planta, desde cualquier origen de evacuación hasta un extintor, no superará los 15 m (10 m para locales o zonas de riesgo alto cuya superficie sea menor de 100 m²). La existencia de instalaciones fijas de extinción: bocas e hidrantes de incendios, columna seca e instalaciones automáticas, regulada asimismo por la NBE, afecta evidentemente a la planificación de la protección contra incendios en el laboratorio. La ubicación de las mantas ignífugas está en función de su proximidad a las zonas del laboratorio en las que existe un mayor riesgo de incendio.

Los neutralizadores y adsorbentes necesarios deben situarse en un lugar centralizado del laboratorio cerca de las mesas de trabajo, y en todos aquellos lugares en los que puedan producirse derrames o vertidos accidentales, como es el caso del almacén.

En el cuadro 2 se resumen a modo de recomendación una serie de aspectos relativos a la situación de los diversos elementos de actuación, y a su control y mantenimiento.

Cuadro 2. Situación, control y mantenimiento de los elementos de actuación

ELEMENTOS DE ACTUACIÓN	SITUACIÓN	CONTROL Y MANTENIMIENTO ^{A)}
DUCHA FUENTE LAVAOJOS	Lugar alcanzable en menos de 15 s desde cualquier puesto de trabajo. En dirección a la salida habitual del laboratorio.	Caudal, calidad del agua y correcto funcionamiento del sistema.
MANTA IGNÍFUGA	Laboratorio, o unidad, en que se trabaje con productos inflamables. Cerca de la mesa de trabajo.	No precisa mantenimiento.
EXTINTOR	Ver NBE-CPI/96 Laboratorio, o unidad, en que se trabaje con productos inflamables.	Revisión anual y retimbrado cada 5 años. Debe estar contemplado en el plan general de medios

	En un extremo de la mesa de trabajo y en la dirección habitual de salida del laboratorio. Almacén de productos inflamables.	de extinción del edificio.
NEUTRALIZADORES	Lugar centralizado. Cerca de las mesas de trabajo. En el almacén de productos.	Control de stock. Gestión de los residuos ^{B)}

- A. Se debe designar por el responsable del laboratorio a una persona encargada del seguimiento del programa de mantenimiento.
- B. Los residuos generados por la vía de vertidos, una vez neutralizados deben recogerse y gestionarse de acuerdo con el programa de residuos general del laboratorio.

Señalización, información y formación

La presencia en los laboratorios de diferentes elementos de actuación y protección no implica que los aspectos de seguridad por ellos cubiertos se den por resueltos. Su eficacia radica, no sólo en que estén en perfecto estado de utilización, sino que el personal de laboratorio conozca su ubicación y sus condiciones de utilización . Ello hace necesario que todos los elementos de actuación estén correctamente señalizados (ver figura 6) y que el personal de laboratorio este informado, formado y entrenado.



Fig. 6: Señalización de los elementos de actuación

El personal debe conocer la utilidad, situación y condiciones de utilización de las duchas de seguridad y fuentes lavaojos, especialmente en aquellos aspectos tales como el tiempo mínimo que debe aplicarse agua a los ojos, habitualmente 20 minutos, tiempo de ducha o bien en qué casos es preferible quitar la ropa al accidentado, etc. En el caso de los derrames o vertidos accidentales el procedimiento de actuación establecido debe incluir la designación de responsables, así como la manera de reducir la exposición del personal y la dispersión de la contaminación. Todo ello estará contemplado en el plan de seguridad y emergencia del laboratorio y deberá existir constancia de su conocimiento por parte de los posibles afectados.

El entrenamiento es especialmente importante para el uso de los extintores, ya que debido a su peso y a la rapidez con que se agota su contenido, su empleo puede resultar no sólo inútil, sino contraproducente. En caso de duda sobre la posibilidad de controlar el fuego, es recomendable activar el plan de emergencia y proceder a la evacuación del laboratorio. Por otro lado, el personal debe conocer la utilidad de las mantas ignífugas, su ubicación (no suelen disponer de señalización específica) y su forma de utilización.

Aspectos a considerar en la elección e instalación de elementos de actuación y protección en el laboratorio

La implantación de los equipos de actuación y protección exige como primera acción la evaluación de los riesgos en el laboratorio, considerando la actividad del mismo y las operaciones características que se desarrollan en él, las instalaciones existentes y los productos y agentes biológicos empleados. Para su elección e instalación se deben tener en cuenta, además, aspectos como el tamaño, ubicación y distribución, la situación de los desagües y conducciones de suministro (agua, gases y electricidad), la situación de las entradas y salidas, así como del número de personas que habitualmente trabajan en él. Ello permite conocer el número y tipo de elementos o equipos necesarios para cada laboratorio, así como su distribución y situación más idónea.

En el cuadro 3 se indican, a modo de ejemplo, riesgos asociados a una serie de actividades habituales en los laboratorios y los elementos de actuación a contemplar.

Cuadro 3. Operaciones, riesgos y elementos de actuación necesarios

OPERACIONES	RIESGOS (*)	ELEMENTOS DE ACTUACIÓN
Trasvase de líquidos.	Salpicaduras/impregnación de la ropa, vertidos.	Ducha, lavajos, neutralizadores, ventilación de emergencia.
Operaciones con vacío: evaporación, destilación, filtración, secado.	Proyecciones, salpicaduras, vertidos, incendio.	Ducha, lavajos, neutralizadores, manta ignífuga, extintor.
Reacciones químicas.	Explosión, proyecciones, salpicaduras/ impregnación de la ropa, vertidos, incendio.	Ducha, lavajos, neutralizadores, manta ignífuga, extintor, ventilación de emergencia.
Extracciones con líquidos.	Salpicaduras, vertidos, incendios.	Ducha, lavajos, neutralizadores, manta ignífuga, extintor.
Destilación.	Proyecciones, salpicaduras,	Ducha, lavajos,

	vertidos, incendio.	neutralizadores, manta ignífuga, extintor.
Desecado.	Explosión, incendio.	Ducha, lavaojos, manta ignífuga, extintor.
Limpieza de vidrio.	Salpicaduras.	Ducha, lavaojos.
Transporte de productos químicos.	Vertidos, salpicaduras/impregnación de la ropa.	Extintor, ducha, manta ignífuga.
Uso de instrumentación química en general.	Incendio, explosión.	Neutralizadores, ducha.

(*) En esta valoración solo se citan, y no de manera exhaustiva, los riesgos relacionados con las técnicas y operaciones específicas del laboratorio, que es donde los elementos de actuación son útiles. No se han considerado los riesgos no específicos, como, por ejemplo, el eléctrico o el de caídas, ni los generados por las instalaciones específicas del laboratorio.

Para la instalación definitiva de los equipos debe considerarse la adaptación de las necesidades existentes a las disponibilidades de espacio, distribución, y de organización, excepto, evidentemente en las zonas de riesgo elevado, en las que primarán de manera absoluta las medidas de protección, aunque ello implique modificaciones estructurales u organizativas importantes. Los casos especiales deben considerarse de manera independiente, como sería el de los laboratorios docentes o de prácticas en donde en determinados momentos puede haber un elevado número de personas poco expertas en espacios relativamente grandes, o bien laboratorios donde se manipulan sustancias o fuentes radiactivas, con elevado riesgo biológico o de incendio y explosión. Paralelamente a la instalación de los equipos, debe elaborarse el programa de mantenimiento por escrito y, de acuerdo con los criterios descritos en los apartados anteriores, el de formación e información el personal.

Bibliografía

(1) GUARDINO X. et. al. **Seguridad y Condiciones de Trabajo en el Laboratorio** INSHT, Barcelona, 1992

(2) GADEA, E. GUARDINO, X. ROSELL, M.G. **Elementos de actuación en caso de emergencia: Programa de implantación en los laboratorios del CNCT** Trabajo presentado en el III Forum Europeo de Ciencia, Seguridad y Salud celebrado en Oviedo, 23-26 de Septiembre de 1998