

NTP 551: Prevención de riesgos en el laboratorio: la importancia del diseño

Prévention de risques au laboratoire: l'importance du dessin Risk prevention in the laboratory: the importance of the design

Redactores:

E. Gadea Carrera Licenciado en Ciencias Químicas

X. Guardino Solá Doctor en Ciencias Químicas

M. G. Rosell Ingeniero Técnico Químico

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

J.V. Silva Alonso Licenciado en Ciencias Químicas y Medicina

CENTRO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO DIPUTACIÓN REGIONAL DE CANTABRIA

Al igual que ocurre con la ubicación y la distribución (ver la NTP 550-2000), el diseño de un laboratorio también es importante en relación al riesgo que presente. En esta NTP se indican los aspectos que deben de tenerse en cuenta en el diseño de un laboratorio para tener un adecuado nivel de protección en el mismo, considerando sus necesidades y las actividades que se realizan.

Introducción

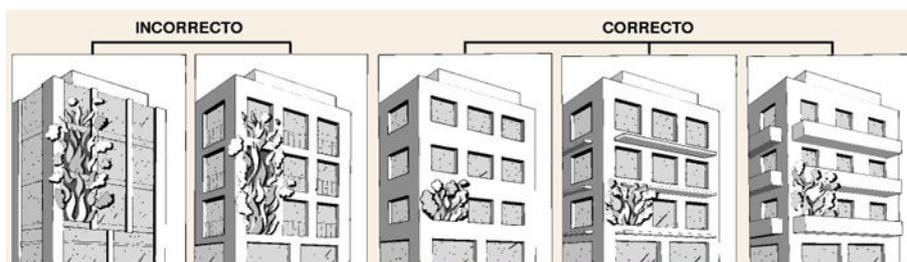
El diseño del laboratorio debe responder a las necesidades del mismo, predominando la seguridad, la funcionalidad y la eficacia, sobre los criterios puramente estéticos, si bien se deben intentar conjugar todos ellos. Los elementos a considerar en el diseño de un laboratorio se comentan a lo largo de la presente Nota Técnica de Prevención.

Fachadas

Es recomendable que las fachadas de los edificios dispongan de huecos que faciliten, para actuaciones de emergencia, el acceso a cada una de las plantas, con una altura mínima de 1,20 m y una anchura no inferior a 80 cm, no debiéndose instalar elementos que dificulten el acceso al edificio a través de los mismos. Para evitar en caso de incendio la propagación a pisos superiores, es recomendable que la separación vertical mínima entre ventanas sea de 1,8 m, solución que puede ser sustituida por la construcción de voladizos o cornisas de aproximadamente 1 m de ancho y una resistencia al fuego (RF, ver la NTP 550-2000) no inferior a la de la fachada. Otra alternativa puede ser la construcción de un balcón, preferiblemente sin acceso desde el interior, para

evitar la colocación de materiales o productos en el mismo. Las fachadas totalmente acristaladas no son aconsejables, ya que facilitan la propagación de los incendios a las plantas superiores. En este sentido, no hay que olvidar que los fuegos que afectan a dos o más plantas son difíciles de dominar. Ver la figura 1.

Figura 1.
Protección en fachadas



Tabiques de separación

Las características que deben cumplir las paredes divisorias están condicionadas por la clasificación con respecto al fuego del departamento de laboratorios y dependen principalmente del grado de riesgo existente en los laboratorios, de la estructura del edificio, de las actividades que se realizan y de la existencia o no de sistemas de extinción automáticos (ver la NTP 550-2000).

Como recomendaciones generales, no incluidas en las Normas Básicas de Edificación (NBE), los tabiques de separación del departamento con las áreas accesorias deben tener una RF mínima de 120, si el laboratorio está situado en un edificio industrial, y de 180 en caso de estar situado en un centro sanitario o de enseñanza, mientras que la RF de los tabiques de separación entre los diferentes locales del departamento están en función del tipo de riesgo existente en los mismos. Si el riesgo intrínseco es bajo o medio y no hay sistemas de detección y extinción automáticos, la RF de los tabiques de separación entre locales debe ser, como mínimo, de 60.

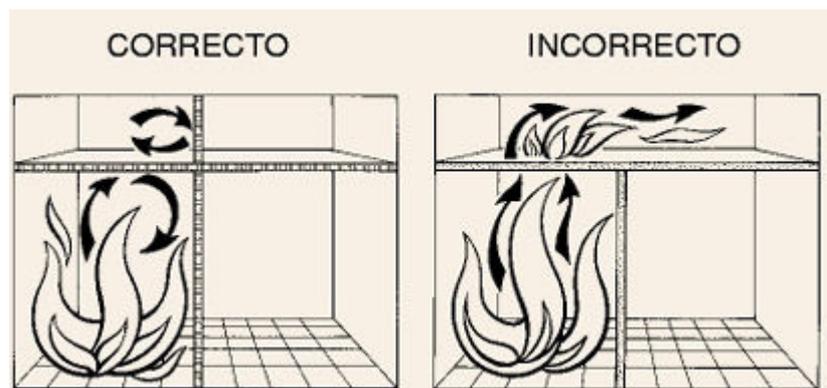
Techos y doubles techos

Los laboratorios deben tener una altura no inferior a 3 m (RD 486/97). El techo, donde habitualmente están situados los sistemas de iluminación general, debe estar construido con materiales de elevada resistencia mecánica y pintado o recubierto por superficies fácilmente lavables, evitándose la acumulación de polvo y materiales tóxicos. En laboratorios situados en locales de uso industrial, el material del techo debe ser del tipo incombustible (M0) o ininflamable (M1) (ver más adelante la tabla 2), y si están situados en un centro sanitario o docente sólo puede ser del tipo incombustible (M0).

Si se dispone de doble techo, éste debe ser de material incombustible (M0), lavable y diseñado y construido de manera que sea resistente, seguro y fácilmente desmontable. Un factor a considerar es su impenetrabilidad a gases

y vapores a fin de evitar que tanto estos contaminantes como el humo, en caso de incendio, puedan transmitirse a las dependencias adyacentes. En este sentido es también recomendable que los tabiques de separación lleguen hasta el forjado (ver figura 2). También deben valorarse sus propiedades en cuanto a transmisión de ruido. Se recomienda que tanto los techos como los doubles techos, estén pintados en blanco, lo que permite evitar diferencias muy acusadas de contraste entre ellos y las luminarias de los sistemas de iluminación.

Figura 2.
Tabiques y doubles techos



Suelos

Normalmente, los suelos suelen estar proyectados para una sobrecarga de uso mínimo de 300 kg/m^2 aunque en los recintos del departamento en que vayan a instalarse equipos o máquinas pesadas, estas cifras deben ser superiores. Es recomendable que tengan una base rígida y poco elástica, para evitar vibraciones especialmente en tareas como la pesada o el análisis instrumental. El revestimiento del suelo varía con relación a los productos químicos y tipo de actividad a desarrollar en el recinto, estando sus características, en algunos casos, específicamente establecidas (por ejemplo, el trabajo con radioisótopos o agentes biológicos). Los factores que suelen considerarse para la elección del material para el suelo son:

- Resistencia a agentes químicos (ver tabla 1)
- Resistencia mecánica
- Posibilidad de caídas, especialmente cuando están mojados
- Facilidad de limpieza y descontaminación
- Impermeabilidad de las juntas
- Posibilidad de hacer drenajes
- Conductividad eléctrica
- Estética
- Comodidad (dureza, ruido, etc.)
- Precio
- Duración
- Facilidad de mantenimiento

TABLA 1.
Resistencia de distintos revestimientos a agentes químicos

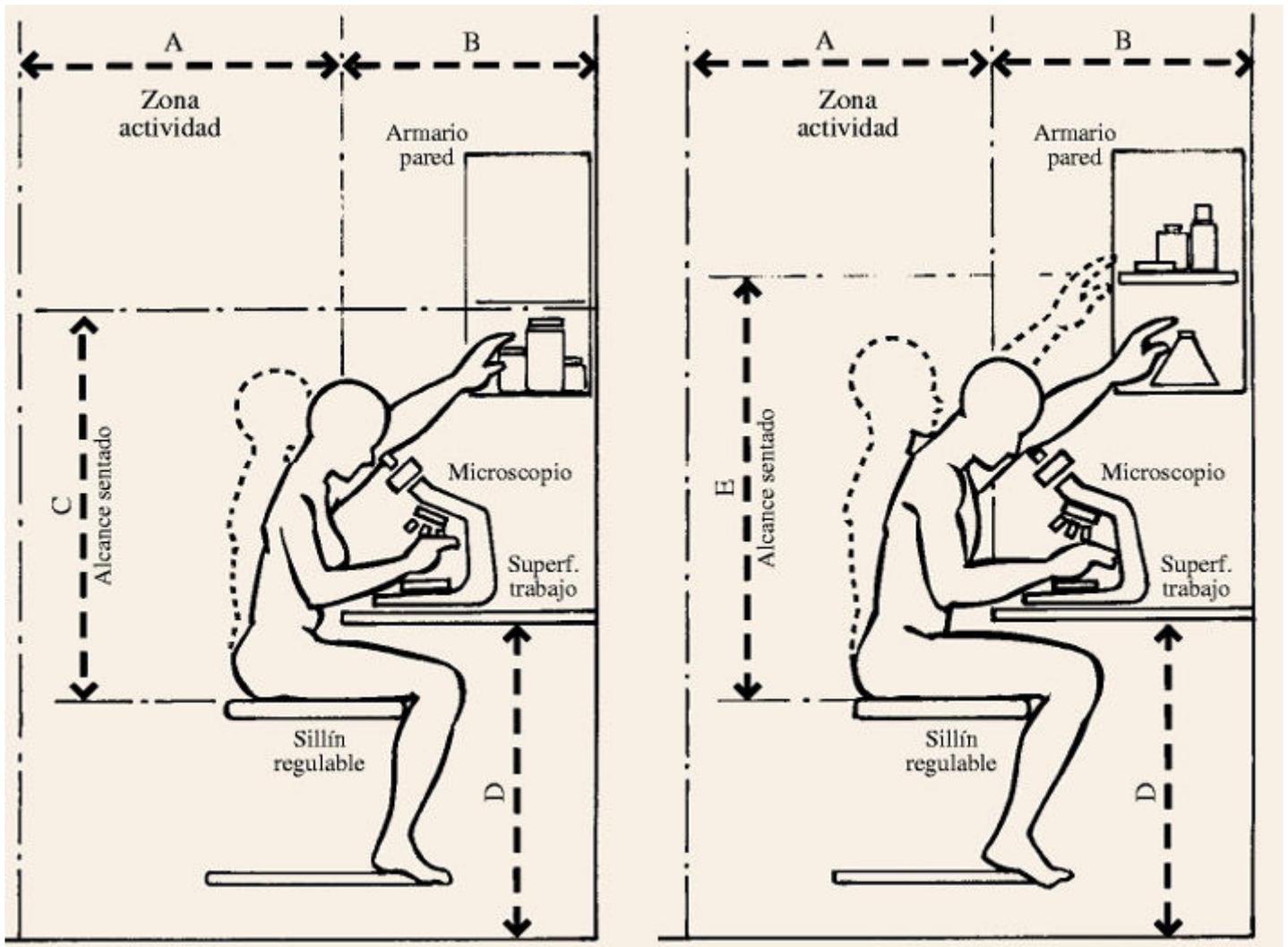
AGENTE QUÍMICO	MADERA DURA	LINÓLEUM	67% PVC	CERÁMICA VIDRIADA	TERRAZO	CEMENTO
Acetona, éter	R	R	M	B	B	B
Disolventes organoclorados	M	R	M	B	B	R
Agua	R	B	B	B	B	B
Alcoholes	R	B	B	B	B	B
Ácidos fuertes	R	M	B	B	M	M
Bases fuertes	M	M	B	R	M	M
Agua oxigenada 10%	M	B	B	B	B	M
Aceites	M	B	B	B	R	R
Facilidad de contaminación	M	M	R	B	M	M

R: regular; B: buena; M: mala

Puesto de trabajo

El diseño del puesto de trabajo debe tener en cuenta las recomendaciones básicas establecidas en relación con las medidas antropométricas y también que en el trabajo de laboratorio pueden alternarse las posiciones de pie o sentado. En el primer caso, implica que el plano de trabajo tenga una altura del orden de 95 cm, considerando que dicho plano debe estar entre 5 y 10 cm por debajo del codo. Por otro lado, para poder realizar el trabajo sentado con esta altura del plano de trabajo, se recomiendan sillas con respaldo y reposapiés, siendo preferibles a los clásicos taburetes, así como disponer de espacio suficiente para colocar los pies debajo del plano. Si se trata de puestos de trabajo de postura sentada, como por ejemplo el trabajo con microscopio, tendrán que tener las medidas adecuadas (ver figura 3), teniendo en cuenta, además el acceso a las estanterías que contienen materiales o productos. Si el trabajo es de pie estas estanterías no deben estar situadas a más de 150 cm de altura. Las distancias óptimas para el trabajo encima de una mesa se resumen en la figura 4, que, de manera indirecta, indican también el espacio necesario para cada trabajador.

Figura 3.
Trabajo sentado en el laboratorio. Distancias y alcances adecuados para mujer (izquierda) y hombre (derecha)



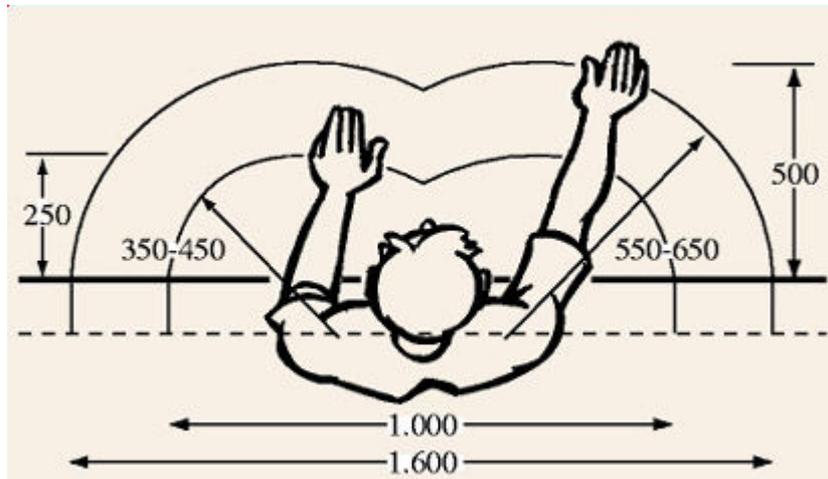
A	Zona de actividad	70 cm
B	Anchura mesa	60 cm
C	Alcance sentado	100 cm
D	Altura mesa	75 - 90 cm
E	Alcance sentado	110 cm

Las sillas deben proporcionar el equilibrio y confort suficientes y tener en cuenta las siguientes características de diseño:

- Anchura entre 40-45 cm
- Profundidad entre 38-42 cm
- Base estable provista de 5 patas con ruedas
- Disponibilidad de margen de regulación en altura, superior al habitualmente recomendado (38-50 cm)
- Asiento acolchado (2 cm sobre base rígida con tela flexible y transpirable)
- Impermeabilidad e incombustibilidad según las características del tipo de trabajo

Finalmente en cuanto a aspectos estrictamente estéticos, como el color, deberá atenderse a lo expuesto más adelante sobre combinaciones de colores generalmente aceptables y sus incompatibilidades.

Figura 4.
Área de trabajo sobre una mesa



Elementos vidriados

El vidrio es un material incombustible que funde a 900°C, lo que unido a su facilidad de fragmentarse por efecto de las elevadas temperaturas o la proximidad de una llama, hace que, desde el punto de vista de incendio, presente graves problemas cuando se utiliza en edificios. Por ello, y dado que la RF del vidrio normal es mínima, en los casos en que sean necesarias RF elevadas, deben utilizarse vidrios especiales como el armado o el pavés de vidrio.

Otro factor de inseguridad derivado de la utilización del vidrio normal se debe al hecho de que es un material fácilmente atravesado por la energía radiante. Ello puede provocar, en áreas no afectadas directamente por un incendio, la autoinflamación de materiales o la ruptura de recipientes por un aumento de presión en su interior.

La utilización habitual de grandes superficies acristaladas como elemento de separación entre laboratorios, permite la disponibilidad de luz natural y que disminuya la sensación de claustrofobia. Sin embargo no debe olvidarse que son un factor de inseguridad, puesto que su fácil rotura en caso de incendio hace que las llamas puedan propagarse rápidamente a otros laboratorios o locales, por lo que en ningún caso se pueden considerar como un elemento delimitador de un sector de incendios.

Ventanas

Las ventanas reducen la sensación de claustrofobia y permiten la visión lejana, disminuyendo la fatiga visual, influyen en la iluminación del recinto y si son

practicables (opción recomendable), posibilitan la renovación del aire en caso de necesidad, aunque también tienen el inconveniente de permitir la transmisión de ruidos externos y de ser una vía de propagación de incendios. No obstante, en caso de incendio permiten: presenciar el desarrollo de las operaciones de rescate, su utilización como vías de evacuación (siempre que sean practicables), la entrada de los bomberos y de sus sistemas de extinción, y de aire fresco.

El marco de las ventanas debe ser de material difícilmente combustible para impedir la propagación de un posible incendio a pisos superiores. Si están situadas en la planta baja no se deben poder abrir hacia el exterior, salvo que existan elementos que impidan que las personas que circulan por el exterior lo hagan cerca de ellas. En aquellos casos en que sea necesario situar mesas de trabajo frente a las mismas, la altura del antepecho no debe ser inferior a 1 m. En el caso de que hayan materiales, productos o aparatos situados delante de las ventanas, es conveniente que la parte inferior de las mismas no sea de vaivén o no se abran hacia adentro. En laboratorios con riesgo de explosión, deben acoplarse ventanas que ceden ante los efectos de una sobrepresión.

Un buen sistema es el de doble ventana, ya que amortigua el ruido exterior y reduce la pérdida de energía debida a la diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior de los locales. Otro aspecto importante a considerar es la facilidad de limpieza de la cara externa de los cristales, para ello existen dos soluciones, los marcos desmontables y la utilización de doble cristal en un sistema de volteo, lo que permite la limpieza desde el interior.

Puertas

Los principales factores a considerar en el diseño e instalación de las puertas se comentan brevemente a continuación.

Número

Es recomendable que los departamentos de laboratorios dispongan de una segunda puerta de salida si hay riesgo incendio o de explosión, pueda bloquearse la salida, se trabaje con gases a presión o correspondan a espacios de más de 100 m². En la práctica, el número de puertas estará establecido por las necesidades de eua Dimensiones mínimas La altura de paso libre de las puertas debe estar comprendida entre 2,0 y 2,2 m, su anchura suele ser de 90 o 120 cm, según sea de una o doble hoja, no debiendo ser inferior a 80 cm en ningún caso. Para evitar accidentes, las puertas de acceso a los pasillos no deben ser de vaivén, mientras que las que comunican los laboratorios entre sí pueden serlo. Las puertas corredizas deben descartarse de manera general, tanto por las dificultades de accionamiento si se tienen las manos ocupadas, como en caso de evacuación. Se recomienda que tanto unas como otras estén provistas de un cristal de seguridad de 500 cm² situado a la altura de la vista, que permita poder observar el interior del laboratorio sin abrir la puerta, y así evitar accidentes.

Entrada y salida del laboratorio

Para facilitar la entrada y salida al recinto con las manos ocupadas, las puertas deben poderse abrir con el codo o el pie, no debiéndose acoplar sistemas de cierre de pasador, ni a las puertas de los laboratorios, ni a las de los departamentos, debido a la dificultad que representaría su apertura en caso de emergencia. Todas las puertas deben disponer de dispositivos que permitan su apertura desde dentro en cualquier circunstancia, (si es necesario, sistemas antipánico) a fin de evitar que el personal pueda quedar atrapado en el laboratorio en caso e incendio.

Sentido de apertura

Según la NBE-CPI/96 las puertas previstas para la evacuación de más de 100 personas deben abrirse «siempre» en el sentido de la evacuación. Aunque ésta circunstancia no sea habitual, excepto para algunos laboratorios de prácticas, como norma general se considera que es conveniente que las puertas de los laboratorios se abran favoreciendo el sentido de la marcha (de salida) evitándose que queden encajadas en caso de accidente. En caso de estar situadas en un pasillo muy transitado, pueden retranquearse, aun a costa de perder una pequeña superficie de laboratorio, lo que impide que su apertura dificulte la evacuación; otra alternativa que soluciona parcialmente el problema es que puedan abrirse 180°. También es recomendable que las puertas que comunican entre sí distintos laboratorios se abran en el sentido de la evacuación y desde el laboratorio con mayor riesgo hacia el de menor riesgo.

Resistencia al fuego (RF)

La mínima RF de una puerta depende de la RF exigible al sector de incendio en que vaya a ser instalada, debiendo ser de, al menos, la mitad de la RF del elemento compartimentado r . Si el paso entre sectores se realiza a través de un vestíbulo previo, la RF de las puertas será de al menos la cuarta parte de la exigida para el elemento compartimentador. En un laboratorio con riesgo de incendio bajo es recomendable una RF-30, aunque la **NBE-CPI/96** fija una RF-60 mínima para las zonas de riesgo especial. A modo de ejemplo, debe considerarse que una puerta convencional de doble tablero de contrachapado sólo tiene una RF de 5-8 minutos.

Materiales y acabados

La selección de materiales para el acabado de las paredes, techos y suelos se efectúa, a veces, considerando solamente factores estéticos, la capacidad, el aislamiento térmico, o la resistencia mecánica, ignorándose casi por completo el comportamiento frente al fuego. Cada vez, sin embargo, se estudian mejor estos recubrimientos, habiéndose llegado a la conclusión de que si bien no suele comenzar en ellos el incendio, son factores de primera magnitud en su propagación. Cuando se produce un conato de incendio en un local, la temperatura de sus revestimientos aumenta bruscamente, por lo que llega rápidamente un momento en el que, si son combustibles, tiene lugar su

inflamación y se generaliza el incendio. Por ello, en los locales en los que se manejan productos inflamables, los revestimientos deben ser M0 ó M1 (ver tabla 2). Cuando un elemento de material incombustible, M0, está recubierto de una lámina fina de material combustible, por ejemplo, una pared de yeso con papel pintado, se suele considerar que el material sigue siendo M0 si el espesor de la película es inferior a 1 mm.

TABLA 2.
Clasificación de materiales respecto a su comportamiento frente al fuego
(Norma UNE- 23727)

CLASE	COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO
M0	Incombustible
M1	Combustible pero ininflamable
M2	Inflamabilidad moderada
M3	Inflamabilidad media
M4	Inflamabilidad alta

En los laboratorios en que no se manipulen productos inflamables, se recomienda que materiales como alfombras o moquetas no tratadas con productos ignifugantes, ocupen una superficie inferior al 10% de la del local o departamento de laboratorio. Deberá tenerse un cuidado especial con elementos como las cortinas, debido a su facilidad para inflamarse al estar abundantemente aireadas. Si es necesario colocarlas en un local con riesgo de incendio, deberán ser de un material incombustible (M0), como, por ejemplo, la fibra de vidrio.

Finalmente, por lo que se refiere al material a emplear en las mesas de trabajo, llamadas también poyatas (o poiatas), mesas de laboratorio, mesetas o bancos de prueba o de trabajo, debe procurarse combinar su resistencia mecánica y a los agentes químicos con la facilidad de lavado y descontaminación, así como con los aspectos estéticos y de comodidad.

Respecto a la resistencia mecánica, debe valorarse, por un lado, las operaciones que se vayan a realizar, que pueden incluir golpes, raspaduras, o aplicación de material cortante, y, por otro, los instrumentos a colocar encima, que por su peso pueden romper superficies duras consideradas adecuadas por su resistencia química y/o a raspaduras y material cortante.

En cuanto a la resistencia química, sirve de referencia lo expuesto en la tabla 1, aunque siempre existe la posibilidad de una protección adicional para operaciones específicas. Si se utilizan superficies con alicatado, éste deberá ser de calidad, aunque habrá que prever también la calidad del cemento de unión, ya que puede convertirse en material absorbente de los productos que se viertan en la superficie. La madera dura tratada, muy utilizada, aunque proporciona sensación de confort y calidad, debe descartarse en aquellos casos en que puede haber riesgo de contaminación por absorción de vertidos o salpicaduras; este aspecto es muy importante cuando se trata de productos de elevada toxicidad u olor penetrante. En el caso de la utilización de

radioisótopos o en la manipulación de agentes biológicos deben emplearse los materiales específicamente recomendados, impermeables, exentos de poros y ranuras, que permitan una fácil limpieza y descontaminación (ver RR.DD. 664/97 y 665/ 97). Si en el laboratorio se utilizan habitualmente productos corrosivos, debe descartarse al máximo el empleo de partes metálicas, que requerirían un mantenimiento frecuente. En general es recomendable el uso de los nuevos tipos de materiales poliméricos por su baja porosidad y facilidad de lavado y descontaminación.

Aunque ya se han citado al hablar del diseño del puesto de trabajo, desde el punto de vista estrictamente de seguridad debe valorarse la conveniencia o no de disponer de estantes sobre las mesas de laboratorio o poyatas, debido al peligro de caídas y roturas de recipientes y envases de productos químicos peligrosos depositados en los mismos. No obstante, los estantes resultan de gran utilidad para depositar pequeños objetos o instrumentos utilizados normalmente en el trabajo de laboratorio, facilitando la disponibilidad de la mesa de laboratorio o poyata.

Color del techo, paredes, suelo y mobiliario

Los aspectos más importantes que deben considerarse al elegir los colores para el laboratorio son las interferencias que pueden ejercer al efectuar comprobaciones del color de un determinado proceso (por ejemplo virajes), el factor de reflexión de la pintura elegida y la armonía entre los colores. A modo de recomendación general, en un laboratorio se debe elegir el blanco o el crema para las paredes y mobiliario. La elección de tonos claros tiene el efecto beneficioso de aumentar la sensación de amplitud de los recintos pequeños y de facilitar la visión de la señalización y carteles indicadores.

En los despachos, cuartos de balanzas, salas de reuniones, etc., se pueden utilizar diferentes combinaciones en paredes, techos, suelo y mobiliario, para obtener un ambiente agradable. Hay que tener en cuenta que algunas combinaciones son rechazadas y otras bien aceptadas. En la tabla 3 se indican ejemplos de compatibilidad de colores.

TABLA 3.
Compatibilidad de colores

MEZCLAS CONSIDERADAS INCOMPATIBLES	COMBINACIONES GENERALMENTE BIEN ACEPTADAS			
	TECHO	PARED	SUELO	MUEBLES
Azul - verde	Blanco	Verde pálido	Verde pálido	Gris verdoso
Rojo - verde	Blanco	Rosa pálido	Tabaco claro	Castaño
Azul - marrón	Blanco	Azul pálido	Gris	Gris

Iluminación

El nivel de iluminación del laboratorio debe adaptarse a las exigencias visuales de los trabajos que se realicen en él. Siempre que sea posible se recomienda disponer de iluminación natural complementada con iluminación artificial para

garantizar las condiciones de visibilidad adecuadas durante la jornada laboral. En aquellas tareas en que se precisen niveles de iluminación específicos se colocaran puntos de iluminación localizada.

De acuerdo con el RD 486/1997 y normas UNE 72163:84y 72112:85 (ver tabla 4), se considera que el nivel de iluminación general adecuado para el laboratorio es de 500 lux. Cuando los niveles de exigencia visual de la tarea sean muy altos el nivel de iluminación mínimo es de 1000 lux. En el proyecto de norma europea prEN 12464, apartado B: «Actividades Industriales y Artesanales» también se considera que el nivel de iluminación adecuado para los laboratorios es de 500 lux.

Estos niveles deberán ser incrementados cuando un error en la apreciación visual de la tarea pueda suponer un peligro para el trabajador que la ejecuta o para terceros y cuando los trabajadores requieran un nivel de luz superior al normal como consecuencia de su edad o de una menor capacidad visual.

La utilización de pantallas de visualización de datos (PVD) también debe ser considerada al fijar las necesidades de iluminación de un laboratorio. El RD 488/97 sobre el trabajo con PVD hace referencia a los requerimientos de iluminación en función de su ubicación, ausencia de reflejos y deslumbramientos.

TABLA 4.
Niveles de iluminación

R. D. 486/97		NORMAS UNE 72163:84 y 72112:85	
Exigencias de la tarea	Nivel mínimo requerido(Lux)	Categoría de la tarea	Nivel mínimo recomendado
Bajas	100	D (fácil)	200
Moderadas	200	E (normal)	500
Altas	500	F (difícil)	1000
Muy altas	1000	G (muy difícil)	2000
		H (complicada)	5000

Bibliografía

1. X. GUARDINO, et al. **Seguridad y condiciones de trabajo en el laboratorio** INSHT, Barcelona, 1992.
2. X. GUARDINO, J.V. SILVA, E. GADEA Ubicación, distribución y diseño de los laboratorios Técnicas de laboratorio, 188(1), 17-24 (1994)
3. A. HERNÁNDEZ, X. GUARDINO (Coordinadores) **Condiciones de trabajo en centros sanitarios** INSHT, Madrid, 2000
4. J. PANERO, M. ZELNIK Las dimensiones humanas en los espacios interiores Gustavo Gil, Barcelona, 1989
5. **Real Decreto 2177/1996, de 4.10.** (M. Fom., BBOOE 29.10., rect.13.11.1996). Norma Básica de la Edificación "NBE-CPI-96: Condiciones de protección contra incendios de los edificios".

6. **Real Decreto 486/1997, de 14.4** (M. Trab. y Asun. Soc., BOE 23.4.1997). Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
7. **Real Decreto 488/1997, de 14.4** (M. Trab. y Asun. Soc., BOE 23.4.1997). Disposiciones de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.