



EUROPEAN FEDERATION OF CLINICAL CHEMISTRY
AND LABORATORY MEDICINE



Laboratorios verdes

ISBN 979-12-210-1814-1

GUÍA EFLM LABORATORIOS CLÍNICOS VERDES Y SOSTENIBLES

Ed. 2022 VERSIÓN ESPAÑOLA (AGOSTO 2023)

PRODUCIDO POR EL GRUPO DE TRABAJO DE LA
EFLM "GREEN & SUSTAINABLE LABORATORIES"

Traducido del inglés por Blanca Fabre-Estremera (Sociedad Española de Medicina de Laboratorio, SEQC-ML). Cortesía de la Dra. Tomris Ozben, presidenta de la EFLM y del Grupo de Trabajo de la EFLM "Green & Sustainable Laboratories". Este documento es una traducción proporcionada con fines informativos y educativos. En ninguna manera compromete la responsabilidad de la EFLM. En caso de ambigüedad y/o diferencias de interpretación en la versión española, los usuarios deben consultar la versión original en inglés, que siempre prevalece ya que representa la única versión circulante.

ÍNDICE

1. PREFACIO.....	4
1.1. ANTECEDENTES Y VISIÓN GENERAL	4
1.2. GRUPO DE TRABAJO DE LA EFLM - GREEN LABS.....	7
2. INTRODUCCIÓN	8
3. ESTRATEGIA QUÍMICA	11
3.1. INTRODUCCION.....	11
3.2. ¿QUÉ ES LA QUÍMICA VERDE?.....	16
3.3. LEGISLACIÓN.....	19
3.4. PRODUCTOS QUÍMICOS PELIGROSOS. ¿CÓMO PUEDEN LOS LABORATORIOS REDUCIR SU USO?.....	22
3.5. OBJETIVOS	25
3.6. ACCIONES.....	29
4. ESTRATEGIAS PARA EL CONSUMO DE ENERGÍA	30
4.1. INTRODUCCIÓN.....	30
4.2. IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS MEDIOAMBIENTALES PARA EL CONSUMO DE ENERGÍA	31
4.2.1. ¿Cómo pueden los laboratorios reducir el consumo de energía?	32
4.2.1.1. Apagado	32
4.2.1.2. Tecnología inteligente	32
4.2.1.3. Piénsalo dos veces	33
4.2.1.4. Temporizadores	33
4.2.1.5. Campanas extractores y cabinas de seguridad biológica (CSB)	33
4.2.1.6. Frigoríficos y congeladores	34
4.2.1.7. Residuos.....	34
4.2.1.8. Aire acondicionado.....	35
4.2.1.9. Equipos e instrumentación	35
4.2.1.10. Reactivos y consumibles.....	35
4.2.1.11. “Compartir es cuidar”.....	36
4.2.1.12. Transporte de muestras, fase pre-preanalítica y preanalítica	36
5. ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DE RESIDUOS	37
5.1. ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DE RESIDUOS	37
5.2. CLASIFICACIÓN Y GESTIÓN DE RESIDUOS.....	38
5.2.1. Gestión de sólidos no biológicos	39
5.2.1.1. Plásticos (69–76).....	39
5.2.1.2. Embalaje.....	41
5.2.1.3. E-Residuos (residuos eléctricos y electrónicos) (79,80).....	42
5.2.1.4. Medidas recomendadas para las Industrias de Diagnóstico In Vitro	42
5.2.2. Gestión de residuos biológicos de laboratorio (81,82).....	43
5.2.2.1. Definición y descripción de residuos biológicos	43
5.2.2.2. Procedimientos de desecho	44
5.2.2.3. Almacenamiento, etiquetado y transporte de residuos biológicos	45

5.2.2.4.	<i>Descontaminación en autoclave</i>	46
6.	ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DEL AGUA	47
6.1.	INTRODUCCIÓN.....	47
6.2.	¿CÓMO PUEDEN LOS LABORATORIOS REDUCIR EL CONSUMO DE AGUA?.....	49
6.2.1.	Medición/monitorización del consumo de agua (53,58,61,90–95)	49
6.2.2.	Equipos e instrumentación.....	50
6.2.3.	Torres de refrigeración en el laboratorio (89).....	51
6.2.4.	Equipos de laboratorio	51
6.2.5.	Equipos no especializados	52
6.2.5.1.	<i>Equipos de tratamiento de aguas</i> (53,86,91,92,96–98)	52
6.2.5.2.	<i>Sistemas de desinfección/esterilización</i> (89,91,92,98)	53
6.2.5.3.	<i>Sistemas fotográficos y de rayos X</i> (9)	53
6.2.5.4.	<i>Sistema de vacío</i> (9,92,97,98)	54
6.2.5.5.	<i>Baños de agua</i> (54,95,96,98)	54
6.2.5.6.	<i>Máquinas de hielo</i> (98)	54
6.2.5.7.	<i>Lavado y lavavajillas</i> (9)	54
6.2.5.8.	<i>Uso de papel</i> (98–100)	55
6.2.6.	Fuentes alternativas de agua (89).....	55
7.	CUESTIONES GENERALES	56
7.1.	POLÍTICA, EDUCACIÓN Y PROMOCIÓN	56
7.2.	ADMINISTRACIÓN DE LOS RECURSOS.....	56
7.3.	COMPRAS ECOLÓGICAS.....	57
8.	REFERENCIAS	58

1. PREFACIO

Preparado por:

Tomris Ozben

Grupo de Trabajo de la *European Federation of Clinical Chemistry (EFLM)* “*Green & Sustainable Laboratories*”, Presidenta

Presidenta de la *EFLM*

Universidad de Akdeniz, Facultad de Medicina, Servicio de Bioquímica Clínica, Antalya Turquía

Universidad de Modena y de Reggio Emilia, Facultad de Medicina, Servicio de Medicina Clínica y Experimental, Modena, Italia

La *EFLM* creó el Grupo de Trabajo “*Green & Sustainable Laboratories*” para ayudar a los laboratorios clínicos a implementar medidas sostenibles en Europa y el resto del mundo.

Su objetivo es recopilar y compartir las mejores prácticas para guiar a los laboratorios en su transición hacia unos espacios más sostenibles mediante la disminución de su impacto medioambiental y la implementación de acciones eficientes para minimizar el uso de energía, agua y productos químicos peligrosos, así como la generación de residuos sin comprometer la calidad de la atención médica.

1.1. ANTECEDENTES Y VISIÓN GENERAL

Preparado por:

Tomris Ozben

Grupo de Trabajo de la *European Federation of Clinical Chemistry (EFLM)* “*Green & Sustainable Laboratories*”, Presidenta

Presidenta de la *EFLM*

Universidad de Akdeniz, Facultad de Medicina, Servicio de Bioquímica Clínica, Antalya Turquía

Universidad de Modena y de Reggio Emilia, Facultad de Medicina, Servicio de Medicina Clínica y Experimental, Modena, Italia

Sheri Scott

Grupo de Trabajo de la *EFLM* “*Green & Sustainable Laboratories*”, Miembro
Escuela de Ciencia & Tecnología, Universidad de Nottingham Trent, Nottingham,
Reino Unido

Valérie Rampi

Grupo de Trabajo de la *EFLM “Green & Sustainable Laboratories”*, Miembro
Senior Manager de Medio Ambiente y Sostenibilidad, MEDTECH EUROPE, Bélgica

Damien Gruson

Grupo de Trabajo de la *EFLM “Green & Sustainable Laboratories”*, Miembro
Servicio de Medicina de Laboratorio, Clínica Universitaria Saint-Luc, Bruselas, Bélgica

La sostenibilidad es el equilibrio entre medio ambiente, equidad y economía (1). Una definición descrita por la *United Nation World Commission on Environment and Development* establece que “el desarrollo sostenible es aquel que cumple con las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”.

Los objetivos de 2015 *United Nations Sustainable Development Goals* son 17 objetivos globales que forman parte de la *United Nation's Sustainable Development Agenda* para acabar con la pobreza, proteger el planeta y garantizar la prosperidad para todos (2).

Cada objetivo general tiene otros más específicos que deben alcanzarse en los próximos 15 años. Estos objetivos fundamentan las prácticas sostenibles y el *European Green Deal (EGD)*. El *EGD* tiene como objetivo hacer de Europa el primer continente del mundo con un clima neutro en 2050, siendo una parte integral de la estrategia de la *European Commission* para implementar la *Agenda 2030* de las *United Nations* y los objetivos de desarrollo sostenible (3).

Esto constituye un gran desafío para los hospitales, los profesionales de la salud y los profesionales de la medicina de laboratorio, los cuales utilizan más energía y agua que las oficinas y generan grandes cantidades de residuos peligrosos y no peligrosos. Al mismo tiempo, es una gran oportunidad para contribuir a mejorar el rendimiento de la sostenibilidad de los laboratorios clínicos y los sistemas sanitarios de toda Europa.

La *European Commission* ya ha tomado iniciativas que los hospitales y centros implicados en el cuidado de la salud pueden tener en consideración. Un ejemplo de este tipo de proyecto es el proyecto *RES-HOSPITALS “Hacia hospitales con cero emisiones de carbono con sistemas de energía renovable”*, cuyo objetivo era reducir las emisiones de CO₂ de alrededor de 15.000 hospitales en Europa (3).

La medicina de laboratorio debe contribuir a un sistema de salud sostenible que garantice que los recursos se utilicen de manera eficiente desde un punto de vista ecológico, social y económico, al tiempo que brinda servicios de alta calidad a los pacientes y a los médicos (Figura 1). Las pruebas de laboratorio son elementos clave para la salud humana al ayudar a los médicos en la toma

de decisiones clínicas y al tener un gran valor en prevención primaria y secundaria (4,5). Los laboratorios clínicos también tienen varias oportunidades para avanzar en el logro de operaciones sostenibles para reducir su impacto negativos en el medio ambiente y la economía. Los laboratorios clínicos utilizan más energía y agua que las oficinas, generan enormes cantidades de residuos peligrosos y no peligrosos. Los laboratorios son grandes consumidores de energía y, por lo tanto, contribuyen en gran medida a las emisiones de carbono. Debido a sus requisitos energéticos relativamente altos, los hospitales y laboratorios deben esforzarse por cumplir a largo plazo con los objetivos de reducción de CO₂ establecidos por la *European Commission*. La incorporación de prácticas sostenibles en la rutina diaria del laboratorio permitirá ahorrar energía, reducir las emisiones y ayudar al *EGD* a alcanzar su *Climate and Sustainability Action Plan*.



Figura 1. Los laboratorios clínicos como colaboradores desde los diferentes puntos de vista de la sostenibilidad.

Los laboratorios clínicos pueden limitar su impacto ambiental y ofrecer servicios sostenibles al lograr reducciones en cuatro áreas clave: consumo de energía, consumo de agua, gestión de residuos y uso de productos químicos peligrosos. Estableciendo objetivos de desarrollo sostenible y aplicando múltiples medidas para la reducción en estas áreas, los hospitales y laboratorios clínicos pueden reducir su impacto medioambiental. Las medidas de sostenibilidad deben ser una pieza clave en el constante cambio del entorno sanitario. Estas medidas son necesarias para reducir el impacto negativo sobre el medio ambiente y la economía. Los sistemas de atención médica sostenibles deben superar importantes desafíos económicos y sociales para poder brindar servicios de atención médica sostenibles. Aunque esto suponga un gran coste

inicial, un uso más eficiente de la energía y de otros recursos de los sistemas de salud también conlleva a un potencial ahorro de gasto a largo plazo. A pesar de esto, queda un largo camino por recorrer para los hospitales, las estructuras sanitarias y los laboratorios clínicos en relación con el medio ambiente.

1.2. GRUPO DE TRABAJO DE LA EFLM - GREEN LABS

El Consejo Ejecutivo de la *EFLM* aprobó la creación del Grupo de Trabajo “*Green Labs*”, propuesto por la Presidenta de la *EFLM*, Tomris Ozben, el 17 de noviembre de 2021, y decidió que la *EFLM* debería liderar la implementación de prácticas de laboratorio clínico sostenibles en Europa. El Grupo de Trabajo “*Green Labs*” de la *EFLM* se creó con ese propósito. La *EFLM* dirigirá la transición de la comunidad de la medicina de laboratorio hacia la neutralidad de carbono en línea con el *EGD*.

El objetivo inicial de este nuevo Grupo de Trabajo es desarrollar directrices, criterios y recomendaciones claves para la integración de prácticas sostenibles en los laboratorios clínicos. Los laboratorios clínicos pueden trabajar para mejorar sus resultados en sostenibilidad siguiendo la Guía de la *EFLM* para Laboratorios Verdes, un conjunto de recomendaciones y buenas prácticas en cuatro áreas principales de su actividad: energía, agua, residuos y uso de productos químicos peligrosos.

El Grupo de Trabajo de la *EFLM* “*Green Labs*” pondrá en marcha un sistema que pueda guiar, apoyar y supervisar los esfuerzos de los laboratorios europeos para convertirse en Laboratorios Verdes, y entregará el Certificado de Laboratorio Ecológico de la *EFLM* a aquellos que cumplan los criterios requeridos tras haber evaluado su estado.

2. INTRODUCCIÓN

Preparado por:

Alistair Gammie

Grupo de Trabajo de la *EFLM “Green & Sustainable Laboratories”*, Miembro
Director General y Responsable de ValuMetrix, Ortho Clinical Diagnostics, Reino
Unido

Joseph Lopez

Grupo de Trabajo de la *EFLM “Green & Sustainable Laboratories”*, Miembro
Antiguo Presidente de la *Asia Pacific Federation for Clinical Biochemistry and
Laboratory Medicine (APFCB)*. Afiliaciones anteriores: Servicio de Ciencias
Biomédicas, Universidad de MAHSA e Instituto de Investigación Médica, Kuala
Lumpur, Malasia

Toda actividad humana repercute en el medio ambiente. Los factores ambientales contribuyen al cambio climático y, en consecuencia, son la causa fundamental de una importante carga de morbilidad y mortalidad, sobre todo en los países en desarrollo. Se estima que dicho impacto causa alrededor del 25% de las muertes y enfermedades en todo el mundo, alcanzando casi el 35% en regiones como el África subsahariana (6). Además, el medio ambiente a través de la contaminación es un factor de riesgo reconocido de morbilidad y mortalidad (7,8). Todas las organizaciones, incluyendo los laboratorios, tienen la obligación social de poner de su parte para paliar el daño que causan al medio ambiente y reducir las consecuencias medioambientales de sus actividades (6). Los laboratorios repercuten en el medio ambiente de varias formas y tienen la responsabilidad de reducir las consecuencias medioambientales de sus actividades (9).

Las consecuencias incluyen el calentamiento global debido al uso de energía, la subida del nivel del mar y los cambios ecológicos y en los patrones de enfermedad. También implican, entre otras cosas, la pérdida de recursos insustituibles, la reducción de la biodiversidad, la contaminación atmosférica, el consumo de energía y agua, la producción de calor, la producción cada vez mayor de residuos y la contaminación de lugares por los vertederos. Los cambios de los distintos parámetros que contribuyen al calentamiento global han sido resumidos por la *National Aeronautical and Space Administration (NASA)* de los Estados Unidos.

Las prácticas sanitarias tienen un impacto significativo en el medio ambiente. Los hospitales funcionan las 24 horas del día, todos los días del año, y tienen una gran huella ambiental. Su impacto en el medio ambiente es a través de diferentes procesos (10). Además de energía, los laboratorios también son

grandes consumidores de agua y productores de residuos y productos químicos. Se calcula que la mayoría de los laboratorios existentes pueden reducir su consumo de energía entre un 30% y un 50% con la tecnología actual, lo cual es significativo si se tienen en cuenta los costes energéticos anuales de entre 1.000 y 2.000 millones de dólares que generan en Estados Unidos (11). Sin embargo, pocos laboratorios clínicos cuentan con planes para hacer frente a esta situación, aunque a la mayoría les gustaría disponer de orientación si la tuvieran (9). Si se reduce significativamente el consumo y la producción de residuos, se puede conseguir un verdadero ahorro de costes y mejorar su impacto así como reducir la huella medioambiental. Los laboratorios sostenibles pueden ser económicamente beneficiosos. *Ross et al.* (12) han descrito cómo pudieron generar más de 800.000 dólares australianos de ahorro gracias a la implementación de la norma ISO14001.

Es importante que los fabricantes, las agencias reguladoras, los organismos profesionales y las instituciones que los acogen apoyen a los laboratorios en sus esfuerzos por mejorar sus resultados en sostenibilidad. Por ejemplo, en Reino Unido, la agencia de contratación de los servicios sanitarios británicos pide proveedores de cero emisiones y la *Sustainable Healthcare Coalition* de Reino Unido (<https://sustainablehealthcare.org.uk/>) lo verifica. Además del *EGD*, la nueva *Health and Care Act* entró en vigor en Inglaterra el 1 de julio de 2022. Esta ley obliga al *National Healthcare Service (NHS)* a tener en cuenta el cambio climático a la hora de tomar decisiones. La legislación establece que las organizaciones del *NHS* tendrán que considerar y cumplir el *Climate Change Act* de Reino Unido de 2008, con el fin de alcanzar los objetivos de emisión de gases de efecto invernadero y cumplir el *Environmental Act* de 2021, que incluye objetivos para mejorar el entorno natural, incluida la calidad del aire. El *NHS* también debe "adaptarse a cualquier impacto actual o previsto del cambio climático" (13). En Europa, el *Eco-Management and Audit Scheme (EMAS)* (14) ayuda a las organizaciones, incluidos los laboratorios, a evaluar, notificar y mejorar continuamente su comportamiento medioambiental, y la Organización No Gubernamental (ONG) *Healthcare without Harm* está elaborando un índice de productos sostenibles (15).

La única forma de conseguir un verdadero impulso en sostenibilidad es hacer campaña a favor del cambio y educar sobre los beneficios medioambientales y su rentabilidad. Por ejemplo, no siempre es fácil convencer a quienes solicitan pruebas de que algunas de sus peticiones son innecesarias. La comunicación también es un obstáculo que hay que superar, ya que son muchas las partes implicadas. La persistencia es la clave. Una vez implantado un sistema de sostenibilidad, la gente tiende a seguirlo y aplicarlo.

El objetivo de este documento es doble:

- (i) crear conciencia de que los laboratorios clínicos tienen una huella de

- carbono.
- (ii) orientar hacia cómo los laboratorios pueden reducirla.

En este documento, intentaremos orientar sobre cómo lograr una mayor sostenibilidad a través de cambios en la forma de gestionar:

- (i) Productos químicos.
- (ii) Energía.
- (iii) Residuos.
- (iv) Agua.

3. ESTRATEGIA QUÍMICA

Preparado por:

Mariana Marques

Grupo de Trabajo de la *EFLM “Green & Sustainable Laboratories”*, Miembro
Hospital Universitario São João University, Servicio de Patología Clínica, Oporto,
Portugal

Tomris Ozben

Grupo de Trabajo de la *European Federation of Clinical Chemistry (EFLM) “Green & Sustainable Laboratories”*, Presidenta

Presidenta de la *EFLM*

Universidad de Akdeniz, Facultad de Medicina, Servicio de Bioquímica Clínica,
Antalya Turquía

Universidad de Modena y de Reggio Emilia, Facultad de Medicina, Servicio de
Medicina Clínica y Experimental, Modena, Italia

3.1. INTRODUCCIÓN

Una de las primeras definiciones de sostenibilidad figura en el *Burtland Report*, publicado por las *United Nations* en 1987, en el que se afirmaba que el desarrollo sostenible implicaba satisfacer "las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus necesidades personales" (16). La definición propuesta por la Unión Europea (UE), sin embargo, es más amplia y considera un amplio abanico de estrategias de sostenibilidad, incluyendo aspectos humanos, medioambientales y económicos (17). A medida que la atmósfera se calienta y el clima cambia, algunas de las ocho millones de especies del planeta corre el riesgo de extinguirse; los océanos y los bosques han sido progresivamente destruidos y contaminados. La UE respondió a estos retos con la creación del *EGD*, cuyo objetivo es transformar la UE en "una sociedad justa y próspera, con una economía moderna, eficiente en el uso de los recursos y competitiva, que se proponga proteger, conservar y mejorar el capital natural de la UE, y proteger la salud y el bienestar de los ciudadanos frente a los riesgos e impactos relacionados con el medio ambiente" (18).

En los últimos años se ha producido un aumento de los residuos, incluyendo los peligrosos, debido a la industrialización, la urbanización, el desarrollo económico y el aumento de la población. Se calcula que en 2012 se generaron más de 1.300 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos, con una previsión de 2.200 millones de toneladas de residuos en 2025 (19). Además,

este problema también tiene un gran impacto social, económico y medioambiental en Europa, donde se producen aproximadamente 3.000 millones de toneladas de residuos al año, de los cuales 100 millones son peligrosos (20). Sin embargo, como los residuos sanitarios son significativamente más peligrosos, requieren un enfoque diferente para que se reduzcan los riesgos para los trabajadores y la población general (19). Se calcula que el 15% de los residuos sanitarios son peligrosos (infecciosos, tóxicos o radiactivos) (21), y que los residuos químicos o farmacéuticos representan el 3% de todos los residuos asociados a la asistencia sanitaria (22). En los países con mayores recursos económicos se generan 0,5 kg de residuos peligrosos por hospital al día, mientras que en los países con menos recursos económicos se generan 0,2 kg (subestimación debida a la falta de separación entre residuos peligrosos y no peligrosos) (21). Por lo tanto, los residuos médicos se han convertido en uno de los contaminantes más importantes en todo el mundo y en Europa, afectando a la calidad del suelo, del agua y del aire. Es una prioridad para las organizaciones sanitarias que se cuente con equipos multidisciplinares que aborden estas cuestiones de sostenibilidad (23).

Los productos químicos, aunque son un tipo de residuo peligroso, han enriquecido a la sociedad y están muy presentes en la UE, ya que la industria química europea ha pasado de 326.000 millones de euros en 1995 a 615.000 millones de euros en 2016 (24). Además, la producción mundial de productos químicos ha ido en aumento, al igual que la importación anual de productos manufacturados a la UE -que casi se ha triplicado entre 2000 y 2015-, incluso en países con escasa regulación en materia de productos químicos. De hecho, en 2016 se importaron en la UE 3,4 toneladas de productos *per capita*, de las cuales el 20% procedían de China (25). Además, la proporción de productos químicos producidos en la UE ha ido disminuyendo, aunque sigue siendo su cuarta industria más importante, con 30.000 empresas y dando empleo a 1,2 millones de personas y a otras 3,6 millones de forma indirecta (26). Aproximadamente el 60% de las más de 100.000 sustancias químicas presentes en el mercado de la UE se consideran peligrosas para el medio ambiente y/o para la salud humana, y el 11,2% de la producción mundial de sustancias químicas de la UE se atribuye a trabajos sanitarios y sociales (25).

En cuanto a los riesgos relacionados con las sustancias químicas, pueden surgir tanto de la producción como del transporte, del uso o de la eliminación. Dada la problemática que rodea a los productos químicos, es prioritario gestionarlos de forma correcta y sostenible. Se sabe que las sustancias químicas peligrosas afectan a la salud en la UE, ya que se asocian con el cáncer, los trastornos del desarrollo neurológico y las enfermedades reproductivas, metabólicas, cardiovasculares y respiratorias (27,28). En general, los subgrupos de población más vulnerables tienen más

probabilidades de desarrollar enfermedades relacionadas con la contaminación (por ejemplo, los niños de bajo nivel socioeconómico) (19).

Además, la exposición a sustancias químicas, incluso en dosis bajas, puede promover resultados de salud a largo plazo, tales como la disminución de la fertilidad, bajo peso al nacer y condiciones neuropsiquiátricas en los niños – entre el 10 y el 15% de todos los nacimientos presentan trastornos del desarrollo neuroconductual, trastornos por déficit de atención con hiperactividad (TDAH) y del espectro autista (25). Además, cada vez hay más sustancias químicas peligrosas en los tejidos y en la sangre de los humanos (26), que pueden inducir efectos tóxicos combinados mayores que los efectos de cada sustancia química por separado (25). La exposición combinada a sustancias químicas peligrosas se ha asociado a tasas de natalidad más bajas y a un menor crecimiento fetal (26). Además, existe un importante impacto económico debido a la exposición a sustancias químicas alteradoras endocrinas, con 157.000 millones de euros gastados cada año, y aproximadamente 1.500 millones de euros atribuidos sólo a las enfermedades reproductivas femeninas (25).

Por otra parte, las sustancias químicas peligrosas pueden causar el agotamiento del ozono estratosférico y afectar a los ecosistemas, la flora y la fauna (19,28). En concreto pueden disminuir la calidad del agua y del aire, contaminar la tierra y afectar a los insectos polinizadores, especialmente si se utilizan y/o desechan sin tener en cuenta las directrices legales, científicas y técnicas vigentes (27,28). Por lo tanto, la contaminación química contribuye significativamente al actual problema mundial del cambio climático y la pérdida de biodiversidad (29). En el sector sanitario, la eliminación de residuos sin tratar puede favorecer la contaminación del agua potable, de las aguas subterráneas y superficiales si no se construyen en vertederos adecuados; la incineración inadecuada de residuos puede provocar contaminación atmosférica y residuos de cenizas, generación de dioxinas y furanos cancerígenos procedentes de sustancias que tienen cloro y propagación de metales tóxicos procedentes de materiales que contienen plomo, mercurio y cadmio (21). Datos recientes apuntan a más de 2,5 millones de zonas posiblemente contaminadas en Europa, de los que se sabe que el 14% están contaminados y necesitan medidas de control de daños (27). Por ese motivo, los nuevos procesos y tecnologías de producción, así como los nuevos productos químicos, deben ser sostenibles durante todo el ciclo de vida del producto (29).

El impacto económico de la contaminación del medio ambiente es importante, ya que los costes de reparación son muy elevados debido a la pérdida de agua potable, tierras y bancos de peces (25). El coste de la eliminación de residuos sanitarios corresponde al 25% del gasto global del sector sanitario en Estados Unidos (30). Además, la descontaminación de los recursos naturales, así como

de edificios e infraestructuras, es extremadamente cara: la contaminación por bifenilos policlorados representó un gasto de 15.000 millones de euros entre 1971 y 2018 en la UE (25).

La idea de la Química Verde nació a finales del siglo XX como respuesta a la carga sanitaria, medioambiental y económica causada por los productos químicos peligrosos, incluyendo los vertidos tóxicos. Este concepto se define como "el diseño de productos y procesos químicos que reducen y/o eliminan el uso o la generación de sustancias peligrosas" (25). Las sustancias químicas deben utilizarse y producirse de forma que se maximice su contribución a la sociedad y se minimice su impacto medioambiental y en la sociedad (26). La Química Verde y sus principios pueden proporcionar una estrategia para reducir la contaminación, la producción de sustancias peligrosas y la prevención de accidentes, al tiempo que se evalúa el impacto global del ciclo de vida de una sustancia química determinada (25). Es importante señalar que una gestión medioambiental eficaz en el laboratorio clínico llevará a un mayor rendimiento de la calidad, ya que ambas cuestiones están interrelacionadas.

La *European Commission* adoptó la *Chemicals Strategy for Sustainability* de la UE el 14 de octubre de 2020. Dicha estrategia es el primer paso hacia la ambición de contaminación cero para un medio ambiente libre de tóxicos anunciada en el *EGD*. Esto impulsará la innovación de productos químicos seguros y sostenibles y aumentará la protección de la salud humana y el medio ambiente contra los productos químicos peligrosos. La estrategia propone una hoja de ruta y un calendario bien definidos para la transformación de la industria con el objetivo de atraer inversiones hacia productos y métodos de producción seguros y sostenibles. https://ec.europa.eu/environment/strategy/chemicals-strategy_en

En línea con el *EGD*, la estrategia aspira a un entorno libre de tóxicos, en el que los productos químicos se produzcan y se utilicen de forma que maximicen su contribución a la sociedad, incluyendo la transición ecológica y digital, al tiempo que se evitan daños al planeta y a las generaciones actuales y futuras. Se contempla a la industria de la UE como un agente competitivo a escala mundial en la producción y el uso de sustancias químicas seguras y sostenibles.

La *Chemicals Strategy for Sustainability* hacia un medio ambiente libre de tóxicos:

- Garantizará una mejor protección de la salud humana y del medio ambiente frente a los productos químicos peligrosos.
- Impulsará la innovación de productos químicos seguros y sostenibles.
- Permitirá la transición hacia sustancias químicas diseñadas de forma segura y sostenible.

Esto es el primer paso por dar hacia la ambición de contaminación cero para un medio ambiente libre de tóxicos anunciada en el *EGD*.

Hay pruebas que avalan los efectos beneficiosos de la regulación en la gestión de residuos. Un estudio reciente señala un posible ahorro en costes de residuos de más de 700 millones de dólares en cinco años si todos los hospitales de Estados Unidos instituyeran estrategias de gestión de residuos y de 2.700 millones de dólares en cinco años si se aplicara la reutilización de dispositivos médicos de un solo uso (21,31). Además, la adquisición de productos químicos de UE ha sido eficaz en reducir la exposición humana y ambiental a las sustancias peligrosas etiquetadas por la UE en las últimas tres o cuatro décadas, con algunos datos preliminares apuntando a la sustitución de estos productos químicos (21). El Reglamento de la UE *Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH)* ha estimado un ahorro de costes de 100.000 millones de euros en un periodo de tiempo entre 25 y 30 años para el medio ambiente y la salud humana (32). De esa manera, la normativa para aplicar una gestión segura y sostenible de los residuos sanitarios puede evitar gastos en resultados de salud adversos e impactos ambientales debido a la liberación de sustancias químicas peligrosas (21).

Aunque el 84% y el 90% de los europeos están preocupados por el impacto de las sustancias químicas en la salud y el medio ambiente (26), respectivamente, la falta de formación y conocimientos sobre los productos químicos y su peligro puede dar lugar a problemas de seguridad laboral y medioambiental. Por ello, es fundamental que los profesionales y estudiantes que realizan actividades con productos químicos peligrosos reciban la formación adecuada (28). Por lo que respecta a la atención sanitaria, la falta de conocimientos o de concienciación sobre las prácticas sostenibles por parte de los empleados de los laboratorios clínicos es el obstáculo más común para la sostenibilidad en el sector sanitario (33).

Por ello, las sociedades científicas relacionadas con los laboratorios desempeñan un papel fundamental en la formación y orientación continuada.

Aunque las estructuras y los métodos para una asistencia sanitaria sostenible están ya bien definidos en cuanto a sus objetivos en el ámbito social, económico y medioambiental, falta consenso sobre las estrategias que deben aplicarse en los laboratorios clínicos (33). De hecho, una encuesta realizada por la *International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (IFCC)* informó de que la mayoría de los laboratorios encuestados no habían abordado cuestiones de sostenibilidad, y que era necesario disponer de directrices oficiales sobre cómo reducir su huella de carbono (34).

3.2. ¿QUÉ ES LA QUÍMICA VERDE?

El concepto de Química Verde aplica soluciones científicas innovadoras para resolver problemas medioambientales planteados en el laboratorio. El concepto de Química Verde fue introducido a finales de los años 90 por Paul Anastas y John Warner. Ellos desarrollaron los *Twelve Principles of Green Chemistry* (35). Estos principios pueden agruparse en "Reducción del riesgo" y "Minimización de la huella medioambiental", que incluyen la reducción tanto de la cantidad de residuos de sustancias químicas peligrosas como de la toxicidad de esas sustancias; la mejora del proceso de producción; la disminución del uso de recursos y de las emisiones de gases de efecto invernadero; la mejora de la seguridad; y los aspectos económicos y sociales de las sustancias químicas (25).

El objetivo de la Química Verde es reducir el impacto de las sustancias químicas en la salud humana y eliminar prácticamente la contaminación del medio ambiente mediante programas de prevención específicos y sostenibles. La Química Verde busca medios de reacción alternativos y respetuosos con el medio ambiente y, al mismo tiempo, se esfuerza por aumentar las velocidades de reacción y reducir las temperaturas de reacción.

La herramienta *DOZN™ Quantitative Green Chemistry Evaluator* de Merck Sigma Aldrich es una herramienta cuantitativa, pionera en la industria, que utiliza los *12 Principles of Green Chemistry* para comparar la ecología relativa de sustancias químicas, rutas sintéticas y procesos químicos similares (<https://www.sigmaaldrich.com/TR/en/services/software-and-digital-platforms/dozn-tool>).

<https://www.sigmaaldrich.com/TR/en/technical-documents/technical-article/analytical-chemistry/green-chemistry-principles>

La empresa *Merck Sigma Aldrich* dispone de 4 categorías de productos alternativos más ecológicos que cumplen al menos uno de los siguientes criterios:

1. Productos rediseñados para mejorar su huella medioambiental.
2. Productos alineados con los *12 Principles of Green Chemistry*.
3. Los productos facilitados ayudan a hacer posible alternativas más ecológicas.
4. Los productos *Design for Sustainability* (DfS) demuestran características significativas de sostenibilidad.

El concepto de Química Verde, junto con la estrategia de la UE para un medio ambiente no tóxico, puede considerarse parte de los objetivos globales de

sostenibilidad. Además, el diseño de productos químicos seguros y sostenibles es un enfoque previo a la comercialización que se esfuerza en suministrar sustancias que minimicen su impacto sobre la salud y el medio ambiente (26).

En cuanto a las estrategias para promover la Química Sostenible en los laboratorios clínicos, existen enfoques generales tanto para la gestión de los residuos como para la selección y gestión de las sustancias químicas, tal como se observa en la Figura 2 y en la Figura 3.

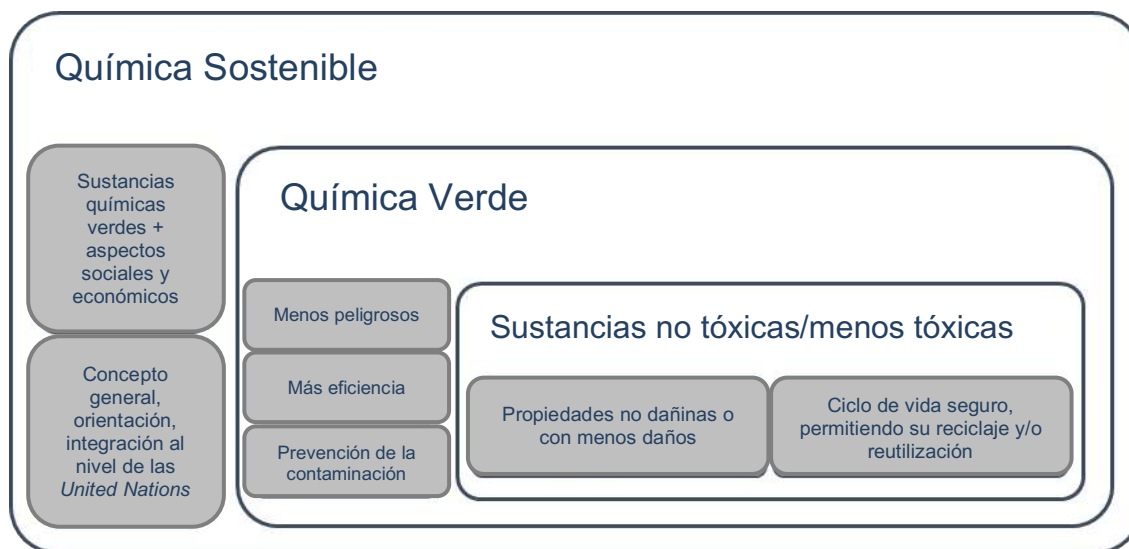


Figura 2. Relación entre los conceptos de Química Sostenible, Química Verde y sustancias no tóxicas/menos tóxicas (26).

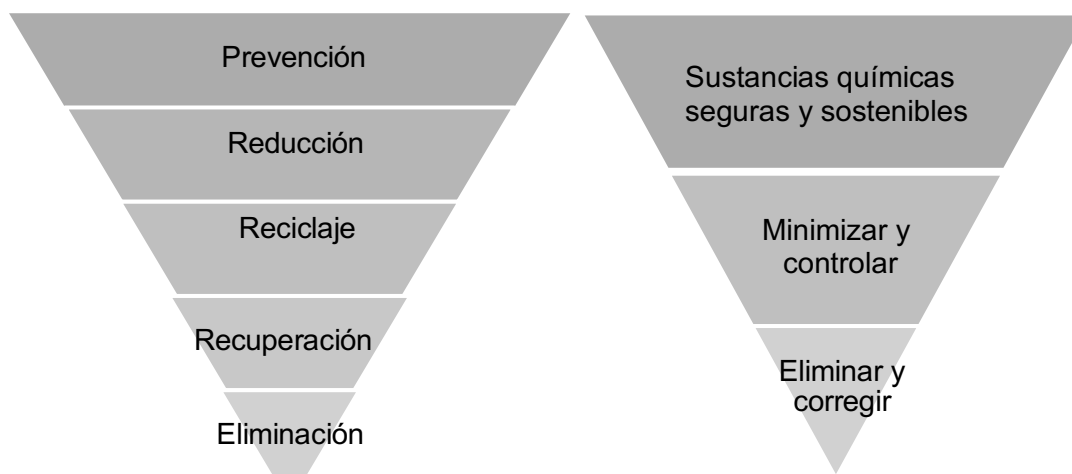


Figura 3. Jerarquía de gestión de residuos químicos peligrosos (26).

Eliminar/reducir o sustituir productos químicos peligrosos:

- Eliminar los productos químicos siempre que sea posible:
 - o Cambiar los termómetros de mercurio y dejar de utilizar bromuro de etidio para los geles.
 - o Considerar el desarrollo de reacciones químicas sin disolventes.
 - o Utilizar simulaciones con el ordenador como sustituto de los experimentos.
- Reducir las cantidades de productos químicos nocivos, reactivos y precursores si no pueden excluirse:
 - o Utilizar reacciones químicas más eficientes.
- Utilizar la Química Verde para sustituir los productos químicos por alternativas menos tóxicas:
 - o *Catsub* – 300 ejemplos de sustitución de sustancias químicas peligrosas.
 - o *Cefic LRI toolbox* – Evaluación de riesgos y de pruebas de toxicidad.
 - o *CLEANTOOL* – Base de datos de productos químicos de limpieza alternativos.
 - o *EC (2012) Guidance* – Identificación de productos químicos que podrían o deberían ser; evaluación de alternativas teniendo en cuenta el riesgo, los requisitos técnicos y las consideraciones prácticas y económicas.
 - o *EPA* – Diseño para el Medio Ambiente Evaluaciones de Alternativas.
 - o *German Column Model (Spaltenmodell)* – Comparación de peligros y riesgos de diferentes sustancias químicas.
 - o *Green alternatives wizard* – Posibles sustitutos de sustancias químicas peligrosas.
 - o *INRS* – Identificación de posibles áreas de exposición en el lugar de trabajo y comparación de sustancias químicas.
 - o *Keki-Arvi* – Evaluación y prevención de riesgos.
 - o *OECD Toolbox* – Evaluación de alternativas y normativa general, listas y metodología.
 - o *Stoffenmanager* – Evaluación de la exposición química y

posibles medidas de control, incluyendo la sustitución.

- o *SUBSPORT* – Sustancias y tecnologías alternativas.

3.3. LEGISLACIÓN

El marco jurídico vigente de la UE sobre sustancias químicas, en particular *REACH* y *Classification, Labelling and Packaging (CLP) Regulations*, es la legislación más estricta del mundo en la regulación de sustancias químicas y afecta a industrias de todo el mundo. La *Chemicals Strategy* sugiere que se refuercen con revisiones específicas de ambos reglamentos para garantizar que haya suficiente información sobre las sustancias químicas fabricadas o importadas en la UE.

Es necesario aplicar y hacer cumplir la legislación europea sobre sustancias químicas para garantizar su cumplimiento en todo el ciclo de vida de las sustancias químicas: producción, comercialización, liberación y eliminación. En la actualidad, casi el 30% de las alertas sobre productos peligrosos en el mercado se refieren a riesgos debidos a sustancias químicas. Además, sólo un tercio de los registros de las sustancias químicas registradas por la industria bajo la *REACH* cumplen plenamente los requisitos de información.

La Comisión llevará a cabo auditorías sobre los sistemas de cumplimiento de los Estados miembros y presentará propuestas para reforzar aún más los principios de "sin datos no hay mercado" y de "quien contamina paga".

La REACH, ha categorizado unas sustancias como extremadamente preocupantes, así como las recogidas en los *Classification, Labelling and Packaging (CLP) Regulations* como sustancias con efectos crónicos sobre la salud y el medio ambiente.

Para evitar efectos negativos a largo plazo, la exposición de las personas y el medio ambiente a estas sustancias preocupantes debe reducirse al mínimo y sustituirse en la medida de lo posible. Las más nocivas deben prohibirse especialmente en los productos de consumo y permitirse sólo para usos sociales esenciales demostrados y cuando no existan alternativas aceptables.

La legislación sobre sustancias químicas cuenta con más de 100 directivas y reglamentos. Esta sección sólo se refiere a los documentos más importantes:

- ***United Nations Sustainability Development Goals:***
 1. Sin pobreza.
 2. Hambre cero.

3. Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades.
 4. Educación de calidad.
 5. Igualdad de género.
 6. Garantizar la disponibilidad y gestión sostenible del agua y depuración para todos.
 7. Energía asequible y limpia.
 8. Trabajo decente y crecimiento económico.
 9. Construir una infraestructura resiliente, promover la inclusión y la industrialización sostenible y fomentar la innovación.
 10. Reducir las desigualdades.
 11. Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.
 12. Asegurar patrones de consumo y de producción sostenibles.
 13. Acción climática.
 14. Garantizar la vida bajo el agua.
 15. Proteger, restaurar y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar los bosques de forma sostenible, luchar contra la desertificación y detener y revertir la degradación de la tierra y la pérdida de la biodiversidad.
 16. Paz, justicia e instituciones sólidas.
 17. Consorcio para los objetivos.
- ***World Summit on Sustainable Development (WSSD)***: lograr una gestión medioambientalmente racional de los productos químicos y de todos los residuos a lo largo del ciclo de su vida.
 - ***European Green Deal (EGD)***.
 - ***European List of Wastes (LoW)***.
 - ***EU Waste Framework Directive***.

- **Basel convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal.**
- **Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS)**, adoptado formalmente en julio de 2003 por el *Economic and Social Committee* de las *United Nations*.
- **Regulation on the Registration, Evaluation, Authorization, and Restriction of Chemicals (REACH).**
- **Regulation on the Classification, Labelling and Packaging of hazardous substances (CLP).**
- **United Nations Environment Program on Mercury.**
- **International Organization for Standardization (ISO):**
 - o ISO 14000.
 - o ISO 14001:2015.
 - o ISO 9000.
 - o ISO 15189.
 - o ISO 19011.
- **Environmental, health and safety guidelines (EHS)** de la **International Finance Corporation (IFC)** en salud y seguridad en el trabajo.
- **Otros documentos europeos:**
 - o **Directive 91/157/EEC1** para la limitación del mercurio en las pilas.
 - o **Directive 67/548/EEC** sobre la clasificación y etiquetado de sustancias peligrosas para el medio ambiente.
 - o **Commission notice on technical guidance on the classification of waste (2018/C 124/01).**
 - o **EU Waste Management Directive 2018/851**, por la que se modificó la del 2008 (*Directive 2008/98/EC*).
 - o **Directive 2011/65/EU** sobre las restricciones en aparatos eléctricos y electrónicos.

3.4. PRODUCTOS QUÍMICOS PELIGROSOS. ¿CÓMO PUEDEN LOS LABORATORIOS REDUCIR SU USO?

La producción química es uno de los sectores más contaminantes y con mayor consumo de energía y recursos, y está estrechamente integrada con otros sectores y procesos que consumen mucha energía. Aunque la industria química europea ya ha invertido en la mejora de las plantas de fabricación, la transición ecológica y digital todavía requiere importantes inversiones para el sector. Los procesos y tecnologías industriales novedosos y más limpios ayudarían no sólo a reducir la huella medioambiental de la producción química, sino también a reducir costes, mejorar la preparación para el mercado y crear nuevos mercados para la industria química sostenible europea.

Debe darse prioridad a la eficiencia energética para tratar de cumplir con los objetivos del *EGD*, y combustibles como el hidrógeno renovable y el biometano producido de forma sostenible podrían desempeñar un papel decisivo para la sostenibilidad de las fuentes de energía. Las tecnologías digitales -como el internet, el *big data*, la inteligencia artificial, los sensores inteligentes y la robótica- también pueden desempeñar un papel importante en el desarrollo de los procesos ecológicos de fabricación. Además, las innovaciones químicas pueden aportar soluciones sostenibles en todos los sectores para reducir la huella medioambiental global de los procesos de producción.

Las sustancias químicas están omnipresentes en nuestra sociedad y han sido fuentes de mejora de la salud humana y la esperanza de vida, específicamente en la asistencia sanitaria y en los laboratorios clínicos. Sin embargo, representan posibles causas de efectos adversos para la salud humana y el medio ambiente debido a su peligrosidad potencial (24,36). Así pues, la definición y clasificación de los productos químicos peligrosos es clave para identificar y prevenir la exposición a estas sustancias, lo que puede hacerse mediante etiquetas y fichas de datos de seguridad.

Las definiciones de residuo peligroso difieren según el país, aunque en general se entiende por residuo peligroso a un material perjudicial para la salud humana o para el medio ambiente que ya no se utiliza para su fin original y se destina a su eliminación, pero que sigue siendo peligroso (19,29). El riesgo puede aumentar a medida que cambia la composición de los residuos (19). En la UE, los residuos peligrosos se basan en la *Decision on the List of waste* junto con el Anexo III del *Waste Framework Directive*. En los laboratorios clínicos, los residuos químicos incluyen disolventes y reactivos, esterilizantes, desinfectantes, baterías, metales pesados procedentes de dispositivos médicos, material de diagnóstico radiactivo y mezclas químicas (21).

Hay varias propiedades que pueden hacer que los productos químicos sean peligrosos, como ser explosivos, oxidantes, altamente inflamables, inflamables, irritantes, nocivos, tóxicos, cancerígenos, corrosivos, infecciosos,

tóxicos para la reproducción, mutagénicos, sensibilizantes, ecotóxicos o capaces de liberar gases tóxicos o muy tóxicos en contacto con el agua, el aire o un ácido, así como los productos químicos que dan lugar a otra sustancia con alguna de las características mencionadas después de su eliminación (37).

A la hora de abordar el potencial de peligrosidad de una sustancia química, hay que tener en cuenta varios aspectos (38):

- Propiedades fisicoquímicas.
- Cantidad producida/importada y utilizada en cada aplicación del producto.
- Duración y frecuencia de la exposición.
- Transformación y degradación de los productos.
- Principales impurezas y aditivos.
- Vías probables de acceso al medio ambiente, distribución medioambiental y degradación o transformación.
- Duración y frecuencia de las emisiones en diferentes entornos y su respectiva dilución.
- Rutas probables de exposición y absorción en los seres humanos
- Escala geográfica de exposición
- Liberación de la sustancia química en función de la matriz
- Disponibilidad de datos precisos sobre la exposición
- Gestión de riesgos aplicada o recomendada

En cuanto al impacto medioambiental de las sustancias químicas peligrosas, éstas pueden entrar en los ecosistemas naturales en el momento de su extracción, fabricación, uso posterior (por ejemplo, en laboratorios clínicos) o a través de la eliminación/reciclaje/reutilización de la sustancia (27). La evaluación debe incluir los efectos potenciales en medio acuático, terrestre y atmosférico, así como en la actividad microbiológica de los sistemas de tratamiento de aguas residuales y los impactos a través de la acumulación en la cadena alimentaria (38). Además, su impacto varía según el tipo y el volumen/concentración de la sustancia química; el medio afectado (aire, agua, tierra); la duración de la exposición (aguda ó crónica); el momento de la liberación en el ecosistema, los receptores expuestos (por ejemplo, especies) y su sensibilidad a la sustancia química (27). Estas evaluaciones ayudan a categorizar a una sustancia química peligrosa y a definir la concentración por debajo de la cual no se espera que se produzcan efectos adversos en la esfera medioambiental de interés - Concentración Prevista sin Efecto (*Predicted No-Effect Concentration [PNEC]*) (38). Además, existen cuestiones relativas a las

sustancias químicas reutilizadas en una economía circular, ya que esto puede aumentar la circulación de sustancias químicas peligrosas. Una clase importante de sustancias químicas son las determinadas como muy persistentes (resistentes a la degradación), ya que su estabilidad indefinida favorece su acumulación hasta niveles nocivos (25). Recientemente han cobrado relevancia los efectos combinados de sustancias químicas, que consisten en la exposición a bajas concentraciones de diferentes sustancias químicas peligrosas, aunque todas ellas estén por debajo de la *PNEC* (39).

La lista de clasificación de sustancias y productos químicos peligrosos puede consultarse en el documento de la UE "*Regulation on the Classification, Labelling and Packaging of hazardous substances (CLP)*" (40) y en el *REACH*. El *European Waste Catalogue* clasifica los residuos de la asistencia sanitaria humana o animal y/o de la investigación relacionada y los divide además en secciones aplicables a los productos químicos de los laboratorios clínicos (41):

- 18 01 Residuos de la atención sanitaria, diagnóstico, tratamiento o prevención de enfermedades humanas.
- 18 01 06 Productos químicos que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas.
- 18 01 07 Productos químicos distintos de los mencionados.

Según el inventario de la *European Chemistry Agency (ECHA) / CLP*, hay más de 120.000 sustancias químicas registradas y 2.327 sustancias peligrosas de un total de 4.231 clasificadas como "nocivas para el medio acuático" (27). En Europa, los contaminantes del suelo más comunes incluyen metales pesados, aceites minerales e hidrocarburos poliaromáticos (HAP) (27). La siguiente tabla incluye las sustancias químicas más comúnmente registradas en *REACH* (29):

Sustancia	Número de registros
Etanol	707
Dihidróxido de sodio	577
Hierro	535
Óxido de etileno	526
Etileno	450
Carbón vegetal	413
Óxido de aluminio	412
Aluminio	385
Estireno	358
Metiloxirano	355

Dióxido de silicio	339
Propeno	335
Sulfafo de calcio	325
Dióxido de titanio	316
Hidróxido de sodio	310
Etano-1,2-diol	306
Silicio	301
Metanol	284
Óxido de calcio	278
Propano-1,2-diol	276

Tabla 1. Sustancias más comunes registradas en *REACH*.

Además, según la *Directive 2011/65/UE* relativa a productos sanitarios, existen sustancias restringidas que tienen una concentración máxima tolerada por peso en materiales homogéneos, éstas son, plomo (0,1%), mercurio (0,1%), cadmio (0,01%), cromo hexavalente (0.1%), polibromobifenilos (PBB) (0,1%), polibromodifeniléteres (PBDE) (0,1%), ftalato de bis(2-etilhexilo) (DEHP) (0,1%), butilbencilftalato (BBP) (0,1%), dibutilftalato (DBP) (0,1%) y diisobutilftalato (DIBP) (0,1%) (42). El mercurio tiene un alto potencial tóxico tanto para los seres humanos como para la fauna, especialmente en forma de metilmercurio; sin embargo, el uso de este metal pesado está disminuyendo en todo el mundo, y en la UE esto es debido a la disponibilidad de alternativas sin mercurio y a las crecientes restricciones normativas para su uso (43). En Europa, el mercurio se utiliza en el sector químico, en las luces, interruptores y controles eléctricos, en los equipos de medición y control, en las amalgamas dentales, en las baterías y en las plantas de cloro-álcali (43).

El grupo de *Environmental, Health and Safety (EHS)* de *Pfizer Global Research and Development* inició un proyecto para evaluar la pertinencia de los disolventes más comunes basándose en criterios de (i) Seguridad de los Trabajadores, (ii) Seguridad de los Procesos y (iii) Consideraciones medioambientales y normativas. Las recomendaciones fueron publicadas en *Green Chem.*, 2008,10, 31-36 (DOI: 10.1039/B711717E).

3.5. OBJETIVOS

El objetivo del módulo "Química Verde" es educar e informar sobre los productos químicos peligrosos y las formas efectivas de disminuir los productos químicos peligrosos en los laboratorios.

- Estandarización de los procesos de sostenibilidad de química verde y de productos químicos peligrosos en los laboratorios clínicos.
- Motivar a los profesionales de la Medicina de Laboratorio a aplicar medidas de sostenibilidad relacionadas con la química verde y los productos químicos peligrosos.
- Promover el aumento de los datos sobre sustancias químicas peligrosas procedentes de los laboratorios clínicos, incluidos nuevas perspectivas y resultados.
- Apoyar cambios en las actitudes y comportamientos de la comunidad en relación con los productos químicos, específicamente entre los profesionales sanitarios.
- Promover programas educativos sobre química verde.
- Esforzarse en llegar a un número significativo de países europeos y laboratorios clínicos con acciones sostenibles en relación con las sustancias químicas.
- Prevenir la contaminación del aire, agua y suelo con sustancias químicas peligrosas y sus repercusiones medioambientales, sanitarias y económicas.
- Mejorar la salud laboral.
- Aumentar la eficiencia de los recursos.
- Reducir los gastos de recogida, tratamiento y eliminación de residuos químicos peligrosos.
- Promover sistemas de gestión sostenibles.
- Aumentar indirectamente la demanda y la innovación de productos químicos seguros y sostenibles.

Contratación pública

La sanidad representa aproximadamente la mitad del gasto público de la UE, con más de 15.000 hospitales (44). Por lo tanto, los laboratorios clínicos pueden desempeñar un papel en el cambio de la oferta y la demanda de productos químicos hacia alternativas ecológicas mediante la adopción de una política de compra ecológica, que incluya la selección y adquisición de productos que minimicen el impacto ambiental a lo largo de todo su ciclo de vida: utilizar productos químicos reciclables, reciclados, menos tóxicos y producidos localmente siempre que sea posible.

Gestión y almacenamiento del inventario de productos químicos

- No almacenar productos químicos en la vitrina de gases, especialmente sin un sellado adecuado.
- Mantener y revisar el inventario de productos químicos para evitar compras excesivas y garantizar que los productos químicos caducados se eliminan adecuadamente.
- Fechar y utilizar los productos químicos y reactivos según el orden de entrada.
- Comprar la cantidad mínima necesaria de productos químicos.
- Compartir productos químicos y reactivos:
 - Aumentar la colaboración entre laboratorios clínicos.
 - Organizar intercambios de productos químicos.
- “Productos químicos como servicio”: un nuevo modelo de negocio en el que el proveedor contrata el suministro de sólo la cantidad de productos químicos necesarios, resultando en beneficios sanitarios, medioambientales y económicos para ambas partes (19).

Reducir y reciclar disolventes

Reducir el uso de disolventes orgánicos reciclándolos, reduciendo así la exposición y los residuos químicos - muchos disolventes (acetona, acetonitrilo, xileno, alcohol, formalina) pueden destilarse eficazmente hasta alcanzar una pureza de +99% a través de recicladores *in situ* (34):

- El xileno, el alcohol y el formol pueden reciclarse utilizando un *CBG Biotech Supreme Solvent Recycler (Thermo-Fisher Scientific)*.

Es necesario comprar pequeños volúmenes de forma intermitente para reponer el volumen muerto que se pierde durante el proceso de reciclado, lo que también resulta económicamente favorable.

Gestión de residuos químicos

- En los casos en que no se puedan excluir las sustancias químicas peligrosas, es fundamental contar con una gestión específica y una separación segura y eficaz de los residuos (19).
- La eliminación de los residuos químicos debe ser lo más segura posible, garantizando que se traten lo más cerca posible de su fuente (20).
- Etiquetar, almacenar y eliminar los productos químicos peligrosos de acuerdo con los procedimientos y teniendo en cuenta los residuos especializados del laboratorio clínico; preferiblemente, redactar

Procedimientos Normalizados de Trabajo (PNT) para la manipulación de residuos químicos/productos químicos peligrosos.

Número racional de pruebas

Los costes de las pruebas de laboratorio constituyen aproximadamente el 3% de todos los costes clínicos, y una estrategia común para reducir el gasto sanitario es la reducción aleatoria de los presupuestos de laboratorio y de las pruebas innecesarias (45). Así, la revisión de las solicitudes de pruebas de laboratorio para identificar su redundancia puede disminuir el número de reactivos y productos químicos peligrosos utilizados. La Organización Mundial de la Salud (OMS) publicó una lista de pruebas esenciales de Diagnóstico In Vitro (DIV), que identificó 35 categorías de pruebas de DIV generales que pueden utilizarse para el diagnóstico de varias enfermedades comunes y 27 categorías de pruebas de DIV para el tratamiento de la infección por VIH, tuberculosis, malaria, hepatitis B y C, sífilis e infección por VPH (46).

Política

- Instituir una política medioambiental, proporcionar documentación y un programa de formación del personal sobre cuestiones medioambientales y buenas prácticas.
- Promover auditorías para evaluar el progreso antes y después de las medidas sostenibles.
- Nombrar un responsable de medio ambiente y obtener el apoyo de los responsables de las Secciones y del Jefe de Servicio para defender la responsabilidad corporativa, los beneficios económicos y el aumento de la reputación del laboratorio para los clientes y la comunidad.
- Dar ejemplo a través de los responsables de las Secciones y del Jefe de Servicio y proporcionar información a los empleados.
- Aplicar medidas de control para evitar o minimizar la liberación de sustancias peligrosas en el entorno de trabajo y el número de empleados expuestos. Formar a los trabajadores en el uso de sustancias químicas peligrosas, en las prácticas de trabajo seguras y en el uso adecuado de equipos de protección individual (EPI).

Promoción

La comunidad en general apoya las iniciativas medioambientales. Una pieza fundamental es implicar a los grupos asociados con el laboratorio clínico, como pacientes, proveedores, compañeros de trabajo y el gobierno.

3.6. ACCIONES

- Publicar planes de acción y guías acerca de los productos químicos peligrosos y la química verde, incluyendo encuestas y *checklists*.
- Formar de los 49 Representantes de las Sociedades Nacionales para que se conviertan en Delegados/Embajadores de Laboratorios Verdes en materia de química verde y sustancias químicas peligrosas.
- Promover reuniones con las Sociedades Nacionales sobre sustancias químicas peligrosas y medidas de sostenibilidad.
- Crear talleres sobre química verde para toda la Comunidad de la *EFLM*.
- Crear una certificación para Laboratorios Verdes, incluyendo la química sostenible.

4. ESTRATEGIAS PARA EL CONSUMO DE ENERGÍA

Preparado por:

Wendy Brennan

Grupo de Trabajo de la *EFLM "Green & Sustainable Laboratories"*, Miembro Servicio de Virología, Servicio de Microbiología Clínica, Hospital Universitario de Galway, Galway, Irlanda

Snežana Jovičić

Grupo de Trabajo de la *EFLM "Green & Sustainable Laboratories"*, Miembro Servicio de Bioquímica Médica, Facultad de Farmacia, Universidad de Belgrado, Belgrado, Serbia

4.1. INTRODUCCIÓN

Los laboratorios clínicos consumen entre 3 y 6 veces más energía por m² que un edificio de oficinas. Esto se debe al funcionamiento permanente de los equipos especializados de laboratorio, pero también a los sistemas de ventilación (alrededor del 50-80% del consumo energético), así como a la necesidad de controlar la temperatura y la humedad (10).

El transporte de muestras y las fases pre-preanalítica y preanalítica son otros ámbitos de reflexión para reducir la huella de CO₂ de los laboratorios clínicos (47,48).

Para aplicar buenas prácticas medioambientales, es importante implantar un Sistema de Gestión Medioambiental y definir una política de sostenibilidad adecuada. La minería de datos y la inteligencia artificial pueden contribuir a maximizar la eficiencia energética, medir y controlar la huella de carbono. Esto ofrece soluciones sostenibles y reduce los costes (49). Sin embargo, la transformación hacia un laboratorio sostenible empieza ya con reducciones sencillas y fáciles de aplicar por parte del personal del laboratorio, en las que los responsables de las Secciones y los Jefes de Servicio pueden asumir un papel de liderazgo y dar ejemplo.

La mejora medioambiental debe basarse en el concepto de las tres Rs: **Reducir** (reducir el consumo de energía, de recursos naturales y de productos inseguros), **Reutilizar** (reutilizar los artículos en la medida de lo posible antes de sustituirlos) y **Reciclar** (transformar los materiales usados en nuevos productos, evitando así los residuos, reduciendo el consumo de materias primas frescas, el uso de energía y la contaminación del aire y el agua) (9).

A la hora de estimar la huella de carbono del laboratorio clínico producida por

el consumo de energía -y dejando a un lado los instrumentos específicos de laboratorio- también deben tenerse en cuenta las infraestructuras del laboratorio, como los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC), los de iluminación y los de procesamiento de datos (ordenadores). Estos cuatro grupos consumidores de energía tiene un gran impacto medioambiental no sólo consumiendo energía (es decir, electricidad y gas), sino también agua y generan residuos, tal y como se ilustra en la Figura 4 (50).

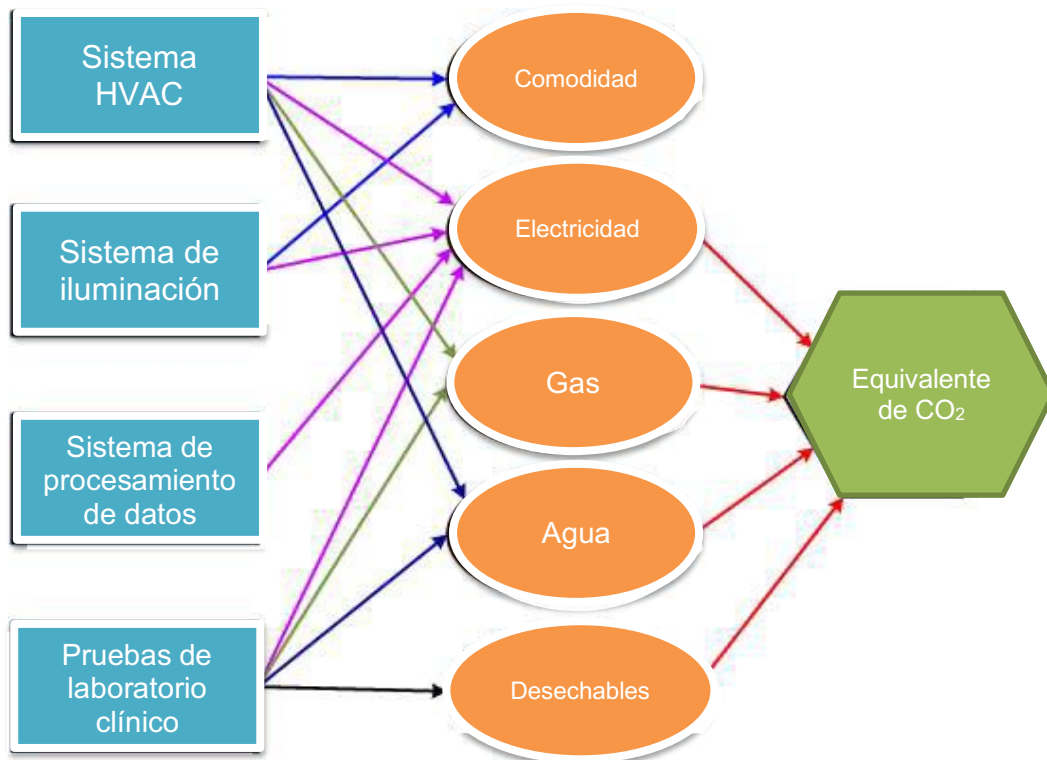


Figura 4. Consumidores individuales de energía en un laboratorio clínico y su impacto en la huella de carbono (50).

4.2. IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS MEDIOAMBIENTALES PARA EL CONSUMO DE ENERGÍA

Los objetivos de las prácticas sostenibles en los laboratorios clínicos con respecto a la gestión del consumo de energía pueden definirse de la siguiente manera (10,49):

- Reducir el consumo de energía en el flujo de trabajo del laboratorio.
- Reducir el consumo de gasolina por parte de la logística y el personal del laboratorio:

Si se utilizan vehículos para el transporte de muestras, seleccionar los que consuman menos combustible, así como sus rutas, y revisar periódicamente su uso.

Motivar al personal del laboratorio para que utilice el transporte público, el coche compartido o la bicicleta cuando acuda al trabajo, con el fin de reducir su huella de carbono individual.

- Invitar a los proveedores a unirse a los esfuerzos del laboratorio para introducir buenas prácticas medioambientales.
- Diseñar una estrategia energéticamente eficiente y respetuosa con el medio ambiente de los edificios de laboratorios y hospitales.

Aplicar buenas prácticas medioambientales al renovar o construir un nuevo edificio de laboratorio. Contratar a arquitectos con certificación LEED (Líder en Eficiencia Energética y Diseño) para garantizar la aplicación de las mejores estrategias y prácticas de construcción (51).

- Utilización de fuentes de energía renovables cuando y donde sea posible (energía eólica, solar fotovoltaica y solar térmica).
- Colaboración entre edificios hospitalarios y redes de laboratorios para compartir recursos.

4.2.1 ¿CÓMO PUEDEN LOS LABORATORIOS REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGÍA?

4.2.1.1. APAGAR

Uno de los métodos más sencillos para reducir el consumo de energía es apagar las luces, los ordenadores, los instrumentos y los equipos al final del día o cuando no se utilicen. Esto es especialmente importante sobre todo en aquellos equipos que tienen un componente de calefacción o refrigeración, ya que son grandes consumidores de energía. Puede aplicarse más fácilmente introduciendo un "sistema de pegatinas de semáforo" en los equipos eléctricos. Los responsables de las Secciones y el Jefe de Servicio deberán acordar qué equipos pueden apagarse. Por ejemplo (52- 55):

- Verde: apague el equipo cuando haya terminado de usarlo.
- Naranja: consulte con el personal responsable si puede apagarse después de usarlo o al final del día.
- Rojo: debe permanecer encendido.

4.2.1.2. TECNOLOGÍA INTELIGENTE

- Instalar luces con sensores en todos los pasillos y zonas de uso poco frecuente o almacenes.

- Sustituir las luces por otras más eficientes cuando y donde sea posible, y cambiar las bombillas fluorescentes por LED. Los LED proporcionan la misma intensidad luminosa, tienen una vida útil más larga y consumen un 50% menos de energía, lo que también contribuirá al ahorro.
- Utilizar luz natural en la medida de lo posible, desaconsejando el uso habitual de luz artificial cuando haya suficiente luz natural. También debe considerarse la iluminación de tareas, que ilumina áreas de trabajo específicas, y la iluminación modular que sigue a los muebles modulares de laboratorio, bancos, armarios de bioseguridad... (53,54,56).
- Utilizar energía solar, biocombustibles sostenibles y sistemas combinados de calor y electricidad para complementar las necesidades de electricidad y calor (57).
- Asegurarse de que los ordenadores, las impresoras y los escáneres tienen activado el modo de ahorro de energía o de suspensión para aumentar el ahorro de energía durante toda la jornada laboral. No se debe utilizar salvapantallas, ya que requieren capacidad de procesamiento y memoria, lo que a su vez consume energía (53,58).

4.2.1.3. PIÉNSALO DOS VECES

- Reducir y disuadir al personal de imprimir, fomentar la impresión sólo cuando sea necesario.
- Reducir el número de correos electrónicos que se envían, especialmente los que contienen archivos adjuntos. La mayoría ignora que el correo electrónico medio tiene una huella de carbono de entre 4 y 50 g de CO₂ en función de los archivos adjuntos. Una medida eficiente podría ser darse de baja de listas de correo electrónico que no tengan valor o interés (59,60).

4.2.1.4. TEMPORIZADORES

- Instalar temporizadores en los equipos, por ejemplo en los baños de agua y en los bloques térmicos. Los temporizadores garantizan que el equipo esté listo para su uso cuando sea necesario y que no permanezca encendido mucho tiempo después de haberlo utilizado.

4.2.1.5. CAMPANAS EXTRACTORAS Y CABINAS DE SEGURIDAD BIOLÓGICA (CSB)

- Cerrar la ventana de las campanas extractoras cuando no se utilicen, ya

que el ventilador que contienen aspira continuamente aire caliente o acondicionado de la sala. Estas campanas de extracción pueden consumir tanta energía como varias casas al día (56,58).

- Las cabinas de seguridad biológica (CSB) pueden apagarse cuando no se necesiten o al final del día, según convenga. Son equipos que consumen mucha energía, aproximadamente la mitad que una casa al día. Es importante asegurarse de que los pequeños electrodomésticos utilizados dentro de las campanas de extracción o las CSB también estén apagados cuando no se utilicen. Si se utiliza la luz ultravioleta como método de descontaminación, se puede instalar un temporizador y hacerla funcionar sólo cuando el laboratorio esté vacío para evitar que los rayos UV dañen al personal. El funcionamiento prolongado puede degradar los productos con el tiempo, por lo que la mejor práctica es que funcione durante 30 minutos, ya que esto es suficiente para descontaminar la cabina y, en la mayoría de las circunstancias, la descontaminación UV no es necesaria (53,61-63).

4.2.1.6. FRIGORÍFICOS Y CONGELADORES

- Mantener los frigoríficos y congeladores organizados para reducir los tiempos de apertura, ahorrando así energía y tiempo.
- Revisar regularmente lo que se almacena para evitar la acumulación de artículos que ya no se necesitan.
- Descongelar rutinariamente los congeladores y vaciar con regularidad los artículos almacenados para garantizar su funcionamiento eficiente y reducir el consumo de energía. Rellenar los espacios vacíos con cajas de almacenamiento vacías o bolsas de hielo para evitar el exceso de hielo.
- Cambiar periódicamente los filtros que sea necesario cambiar, limpiar las bobinas de refrigeración de los frigoríficos y congeladores y limpiar el sellado de las puertas.
- Siempre que sea posible, se puede pasar de -80°C a -70°C sin que ello afecte a la viabilidad o ponga en peligro los artículos almacenados. Se ha demostrado que este cambio permite ahorrar hasta un 30% de energía (52,53,58).

4.2.1.7. RESIDUOS

- Los autoclaves deben funcionar de la manera más eficiente posible. Esto podría incluir una ruta de dos flujos en la que los artículos se envíen al

autoclave o al lavavajillas, según corresponda. Los autoclaves sólo deben funcionar cuando estén llenos, lo que puede significar compartir las cargas dentro de los servicios. Establecer un calendario puede ayudar a coordinarse. Es necesario asegurarse de que los residuos de laboratorio o clínicos que se envían al autoclave son necesarios. Esto debe revisarse periódicamente para asegurar que las prácticas están actualizadas.

4.2.1.8. AIRE ACONDICIONADO

- Asegurarse de que las ventanas no están abiertas o de que no se utilizan radiadores mientras las unidades de aire acondicionado están en funcionamiento. Los controles de temperatura y humedad deben ajustarse en función de las demandas estacionales. Hay que cerrar las puertas de las habitaciones en las que se esté utilizando el aire acondicionado (56).

4.2.1.9. EQUIPAMIENTO E INSTRUMENTACIÓN

- Durante el proceso del concurso, elegir equipos e instrumentación que tengan una calificación de estrella energética y pocas necesidades de aire acondicionado o calefacción. Es esencial comprar equipos e instrumentos nuevos que sean eficientes desde el punto de vista energético.
- Los responsables deben insistir en que los proveedores se lleven los materiales de embalaje para reutilizarlos o reciclarlos tras el suministro de instrumentos y equipos. También están obligados a recoger los instrumentos viejos para su reciclado según la normativa europea sobre residuos electrónicos (WEEE). Hay que asegurarse de que todos los equipos sean seguros y estén descontaminados cuando sea necesario.
- Siempre que sea posible, los equipos nuevos deben comprarse localmente para reducir la huella de carbono asociada a la entrega y el suministro.
- Si es posible, incluir un elemento ecológico en las adquisiciones (53,58,64).

4.2.1.10. REACTIVOS Y CONSUMIBLES

- Los reactivos y consumibles deben obtenerse y fabricarse lo más localmente posible para reducir la huella de carbono asociada al transporte.
- Los productos deben comprarse al por mayor, especialmente los de uso común en todos los servicios. Esto puede suponer un ahorro tanto económico como energético.

- Debatir con los proveedores para reducir los envases, especialmente los difíciles de reciclar o los no reciclables, como el poliestireno (10,52).

4.2.1.11. “COMPARTIR ES CUIDAR”

- Los servicios o laboratorios más pequeños podrían considerar la posibilidad de compartir equipos en lugar de comprar los suyos propios. Por ejemplo, autoclaves, congeladores, impresoras, campanas extractoras, ciclos térmicos, filtros de agua y desionizadores. Todos estos elementos se comparten fácilmente con una mínima planificación y elección de turnos (52,54).

4.2.1.12. TRANSPORTE DE MUESTRAS, FASES PRE- PREANALÍTICA Y PREANALÍTICA

- Cuando sea posible, utilizar alternativas como la bicicleta o coches pequeños para el transporte de muestras y materiales de laboratorio en distancias cortas.
- Si es posible, utilizar vehículos híbridos o eléctricos para el transporte de muestras y materiales de laboratorio.
- Explorar alternativas futuras como el transporte de drones, una solución que se está imponiendo en varios campos de la sanidad (65).

5. ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DE RESIDUOS

Preparado por:

Joseph Lopez

Grupo de Trabajo de la *EFLM “Green & Sustainable Laboratories”*, Miembro Antiguo Presidente de la *Asia Pacific Federation for Clinical Biochemistry and Laboratory Medicina (APFCB)*.

Afiliaciones anteriores: Servicio de Ciencias Biomédicas, Universidad de MAHSA e Instituto de Investigación Médica, Kuala Lumpur, Malasia

Alistair Gammie

Grupo de Trabajo de la *EFLM “Green & Sustainable Laboratories”*, Miembro Director general y Responsable de ValuMetrix, Ortho Clinical Diagnostics, Reino Unido

De la cantidad total de residuos generados por las actividades sanitarias, alrededor del 85% son residuos no peligrosos. El 15% restante se considera material peligroso, que puede ser infeccioso, tóxico o radiactivo. Las medidas para garantizar una gestión segura y ambientalmente racional de los residuos sanitarios son esenciales para prevenir impactos adversos de dichos residuos sobre la salud y el medio ambiente (66).

5.1. ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DE RESIDUOS

Los residuos de laboratorio son aquellos que han estado en contacto directo con organismos patógenos o fluidos corporales y otros elementos que se utilizan en el laboratorio.

Los residuos médicos normalmente se envían a vertederos o se incineran. Los vertederos filtran sustancias químicas nocivas al suelo y al suministro de agua. La incineración de residuos médicos genera contaminantes atmosféricos como dioxinas, furanos y partículas. Los laboratorios tienen la obligación social de reducir y gestionar mejor sus residuos. Para lograrlo, es necesario que los laboratorios presionen a las industrias de DIV, a los organismos profesionales y las autoridades reguladoras. Nuestro objetivo es fomentar la mejora del rendimiento medioambiental, impulsada por la motivación más que por el cumplimiento de la normativa.

La gestión de los residuos de los laboratorios clínicos debe basarse en los tres pilares de las buenas prácticas medioambientales: **Reducir, Reutilizar y Reciclar**. La mejor estrategia para gestionar los residuos de laboratorio debe

considerarse desde el momento de la compra. El principio fundamental que rige la gestión prudente de los residuos de laboratorio es que no debe iniciarse ninguna actividad a menos que se haya formulado un plan para la eliminación de los residuos no peligrosos y peligrosos. La aplicación de este sencillo principio garantiza el cumplimiento de los requisitos normativos locales y nacionales para la manipulación de residuos y evita dificultades inesperadas, como la generación de una forma de residuo (por ejemplo, biológico, químico o radiactivo) para la que la institución no está preparada (66-68).

Aunque el impacto de cada fuente de residuos pueda parecer relativamente menor, su efecto acumulativo potencial sobre el medio ambiente puede ser significativo. La producción de residuos debe medirse y gestionarse. Minimizar la cantidad de residuos producidos en su laboratorio puede ayudarle a controlar mejor su gestión de residuos. La producción de residuos debe medirse y gestionarse. Los laboratorios deben aspirar a gestionar sus residuos de la siguiente manera:

- (i) Reducir su cantidad.
- (ii) Reutilizar o redistribuir los materiales sobrantes no deseados.
- (iii) Tratar y/o reciclar los materiales de los residuos.
- (iv) Eliminar mediante incineración, tratamiento o enterramiento en tierra.

Una de las formas de minimizar los residuos es asegurarse de que sólo se realizan las pruebas necesarias. Esto también tiene sentido desde el punto de vista económico. Las solicitudes de pruebas deben ser examinadas periódicamente.

5.2. CLASIFICACIÓN Y GESTIÓN DE RESIDUOS

Los residuos de los laboratorios clínicos pueden clasificarse de varias maneras. Nosotros proponemos las siguientes categorías:

- **Sólidos no biológicos** como plásticos, envases, E-residuos (residuos eléctricos y electrónicos) y una mezcla de residuos sólidos como el papel.
- **Residuos biológicos:** esta categoría incluye el vidrio, los objetos punzantes...
- **Productos químicos:** líquidos, orgánicos, sólidos. En esta categoría se incluyen a los desinfectantes, disolventes, detergentes utilizados con fines de laboratorio, pilas y metales pesados procedentes de instrumentos como el mercurio de termómetros rotos.

La gestión de los residuos químicos se trata en la sección sobre productos químicos de este documento.

5.2.1. GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS NO BIOLÓGICOS

5.2.1.1. PLÁSTICOS (69–76)

La contaminación por plásticos se ha convertido en uno de los problemas medioambientales más urgentes. A escala mundial, se calcula que la producción e incineración de plástico bombeó a la atmósfera más de 850 millones de toneladas de gases de efecto invernadero en 2019. Para 2050, esas emisiones podrían aumentar a 2.800 millones de toneladas, y una gran parte podría evitarse mediante un mejor reciclaje (69).

Los **plásticos de un solo uso** representan alrededor del 40% del plástico que se produce cada año. Muchos de estos productos pueden persistir en el medio ambiente durante cientos de años. Además de ensuciar, el plástico también contamina por la liberación de compuestos utilizados en su fabricación. Las ciencias biomédicas son grandes consumidoras de plásticos de un solo uso. De hecho, algunas áreas de la ciencia, como la biología molecular, han crecido en la era del plástico de un solo uso (72).

Los **microplásticos**, es decir, las partículas diminutas de plástico, proceden de muchas fuentes y son omnipresentes. Llegan al ser humano a través de los alimentos y del agua, así como al respirarlas. Se ha demostrado que los microplásticos dañan la fauna y las células humanas en el laboratorio (71).

REDUCIR El Uso de Plásticos

Sustitutos de los plásticos: Los laboratorios pueden reducir su consumo de plásticos eligiendo sustitutos del plástico, siempre que sea posible, como el vidrio. Se ha comprobado que los sustitutos del vidrio son eficaces en artículos de plástico como placas de Petri, frascos de diversas formas y tamaños, pipetas y puntas de pipeta (con las metálicas), tubos de muestras, viales, cestas, tubos Falcon, tubos de ensayo y botes de peso.

Equipos y reactivos: El uso reducido de plásticos también puede conseguirse desde el concuso de equipos y reactivos. Se debería tratar de elegir aquellas empresas de DIV que:

- Produzcan equipos con contenido reducido de plástico.
- Suministren productos con envases reducidos y/o envases respetuosos con el medio ambiente, por ejemplo, los tubos Falcon empaquetados.
- Estén dispuestas a recuperar las carcasas de los equipos usados.

- Permitan la reutilización de accesorios de plástico, por ejemplo, el de las gradillas originales.
- Estén dispuestos a recuperar los envases y los recipientes de plástico usados de los reactivos.

Además, reducir el número de proveedores o comprar a través de un consolidador para disminuir el número de entregas, ayuda al medio ambiente.

REUTILIZAR Plásticos

- Los laboratorios deben reutilizar tantos artículos como sea posible. Los artículos reutilizables pueden tener un rendimiento comparable al de los materiales de un solo uso.
- Siempre que sea posible, considere la posibilidad de reutilizar los siguientes artículos: cajas de puntas de pipeta, pipetas y puntas de pipeta cuando se realicen alícuotas, botes de peso, guantes (se pueden descontaminar con etanol), tubos y cubetas (con un aclarado intermedio), vasos de precipitados o recipientes de puntas.
- Los laboratorios deben sustituir el material de plástico desechable incluso en los procedimientos estériles, por ejemplo, eligiendo placas de cultivo de vidrio en lugar de placas de plástico desechables. Sin embargo, si existe alguna preocupación, considere la posibilidad de reutilizarlos sólo en situaciones en las que no sea necesario un procedimiento estéril.

RECICLAR Plásticos

En Europa, la valorización energética es la forma más utilizada para eliminar los residuos plásticos, seguida por el reciclado. Alrededor del 25% de todos los residuos plásticos generados se depositan en vertederos. La mitad del plástico recogido para reciclar se exporta para ser tratado en países fuera de la UE. A nivel mundial, los investigadores estiman que la producción e incineración de plástico bombeó más de 850 millones de toneladas de gases de efecto invernadero a la atmósfera en 2019. Para 2050, se calcula que esas emisiones podrían ascender a 2.800 millones de toneladas, una gran parte de las cuales podría evitarse con un mejor reciclaje (69).

Normalmente, los residuos plásticos de laboratorio se empaquetan y se "esterilizan con un autoclave" -un proceso de esterilización que consume mucha energía y agua y que a menudo utiliza vapor a presión- y luego se envían a vertederos. Pero no todos los residuos plásticos están demasiado contaminados como para reciclarlos (72,75). *Kuntin* (75) y sus colegas desarrollaron una "estación de descontaminación" con un remojo en un desinfectante de alto nivel durante 24 horas, seguido de un aclarado para la descontaminación química. También compraron plásticos más fáciles de

reciclar. Gracias a estas medidas, han reducido el plástico que antes enviaban al vertedero cerca de una tonelada al año. Han estudiado la forma de comprar a granel siempre que sea posible, para reducir, por ejemplo, los residuos de los envases.

Los plásticos que más se reciclan son el poliestireno (PS), el polipropileno (PP) y el polietileno de alta o baja densidad (HDPE/LDPE). Los consumibles de uso común, como los tubos de centrifuga, son de PP, mientras que las placas de cultivo y los matraces suelen ser de PS. El HDPE y el LDPE se encuentran sobre todo en las tapas.

El reciclaje de residuos plásticos no peligrosos también se está convirtiendo en una opción para los laboratorios. Muchos transportistas de residuos están empezando a aceptar los residuos plásticos no peligrosos de los laboratorios. Varios proveedores ofrecen programas de reciclaje para sus productos. (LOS RECICLADORES EUROPEOS [77]). La empresa *Polycarbin* (78) ha desarrollado un concepto de circularidad para que los laboratorios reciclen los plásticos y es importante que los laboratorios de diagnóstico empiecen a evaluar la viabilidad de reciclar los plásticos.

Alternativas a los plásticos actuales

Varias empresas han estado trabajando para desarrollar plásticos fabricados a partir de fuentes renovables y biodegradables. Entre ellas se encuentran *BASF* y *NatureWorks* (Innetonka, Minnesota, Estados Unidos de América). *BASF* ha desarrollado una película de poliéster compostable llamada "*Ecoflex®*" y está fabricando y comercializando bolsas completamente biodegradables, "*Ecovio®*", hechas de esta película junto con almidón de mandioca y carbonato cálcico. Sin embargo, ninguna de ellas se utiliza de forma generalizada.

5.2.1.2. EMBALAJE

Los materiales de embalaje son artículos como la espuma de poliestireno, el cartón o el papel. Estos materiales contribuyen en gran medida al exceso de residuos. Por ello, los laboratorios pueden:

- Negociar con los proveedores para recuperar y reutilizar los materiales de embalaje.
- Además, los laboratorios también pueden negociar con los proveedores para reducir el volumen de residuos de cartón y plástico que se incorpora en el envase de sus productos. Sin embargo, esto no puede cambiarse sin pasar por el debido proceso normativo.
- Invertir en un compresor de espuma de poliestireno (*Styrofoam*). El

producto comprimido puede utilizarse para otros fines.

RECOMENDACIÓN: Este grupo pide un periodo de amnistía acordado por todas las autoridades reguladoras a nivel mundial para permitir a las empresas revisar y perfeccionar sus estrategias de envasado para minimizar los residuos mediante un proceso de documentación simplificado. Esto permitiría a todos los fabricantes contribuir a este esfuerzo.

5.2.1.3. **E-RESIDUOS (RESIDUOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS) (79,80)**

Se calcula que en 2021 se generaron 57,4 Mt (millones de toneladas métricas) de E-residuos en todo el mundo. Europa tiene, con diferencia, la tasa más alta de recogida y reciclado, con un 42,5%. En 2022 habrá más de **347 Mt** de residuos electrónicos sin reciclar (79). Los E-residuos no se biodegradan, por lo que se acumulan dondequiera que se viertan. El vertido de E-residuos es perjudicial para el medio ambiente, ya que toxinas como el mercurio, el plomo, el cadmio, el níquel, el berilio y el arsénico pueden filtrarse en el suelo y en el agua y ser nocivas para la salud humana.

Los equipos médicos que ya no se utilicen, los tubos fluorescentes, pilas, teléfonos, ordenadores... deben reciclarse o eliminarse de acuerdo con la normativa local. *Cambridge Design* (80) ha publicado un documento en el que se revisan los puntos de vista tanto del laboratorio como de los fabricantes y se diseña un plan de 10 puntos. Los laboratorios se deben esforzar en **comprar productos electrónicos respetuosos con el medio ambiente**: buscar productos etiquetados con *Energy Star* o certificados por la Herramienta de *Electronic Product Environmental Assessment Tool (EPEAT)*.

5.2.1.4. **MEDIDAS RECOMENDADAS PARA LOS FABRICANTES DE LAS INDUSTRIAS DE DIAGNÓSTICO IN VITRO**

- **Productos y etiquetados ecológicos** (también denominados *etiquetas ambientales* o *ecoetiquetas*): Los productos ecológicos pueden definirse como productos que contienen materiales reciclados, que reducen los residuos, conservan la energía o el agua, utilizan menos embalaje y reducen la cantidad de tóxicos eliminados o consumidos. Los fabricantes deben elaborar un modelo de etiquetado ecológico como el que se ha introducido en la UE, donde los electrodomésticos que tienen una tecnología eléctrica energética tengan una clasificación de la A a la E basada en criterios acordados.

- **Hardware:** Desde el punto de vista del *hardware*, debería prestarse más atención a la prolongación de la vida útil de los equipos, ya sea mediante un modelo de reacondicionamiento/reciclaje *in situ* con plazos de sustitución más largos y/o mediante iniciativas de canibalización que utilicen como mínimo los revestimientos de los instrumentos preutilizados.
- **Software:** Los *softwares* obsoletos suelen conllevar a la introducción de un nuevo *hardware*. Desde el grupo se hace un llamamiento a los fabricantes para que estudien el futuro de sus productos, de modo que puedan utilizar nuevos programas informáticos con inteligencia artificial (IA, aprendizaje automático) sin necesidad de sustituciones adicionales.
- **Química a microescala:** Reducir los procedimientos de ensayo a un mínimo práctico reduce la cantidad total de residuos generados. También tiene ventajas en materia de seguridad y costes.

5.2.2. GESTIÓN DE RESIDUOS BIOLÓGICOS DE LABORATORIO (81,82)

Adaptado de los protocolos de la Universidad de Connecticut y de la Universidad de Carolina del Norte en Chapel Hill:

5.2.2.1. DEFINICIÓN Y DESCRIPCIÓN DE RESIDUOS BIOLÓGICOS

Los residuos biológicos de laboratorio pueden definirse como residuos patológicos infecciosos o potencialmente infecciosos, así como los recipientes y suministros generados durante su manipulación y/o almacenamiento. Los **residuos biológicos** incluyen:

- Líquidos: medios de cultivo celular, sobrenadante, sangre o fracciones de sangre (suero)... que contengan agentes biológicos viables.
- Cualquier parte del cuerpo humano, tejidos y fluidos corporales, incluyendo los no infecciosos.
- Cualquier parte de un animal infectado o potencialmente infectado por una enfermedad transmisible.
- Residuos sólidos de laboratorio no punzantes (frascos de cultivo celular y placas de Petri de plástico vacías, tubos de plástico vacíos, guantes, envoltorios, tejidos absorbentes...) que puedan estar contaminados con agentes biológicos viables.
- Todos los objetos punzantes y cortantes utilizados en la atención médica, en el diagnóstico y en investigación.

- Cristalería de laboratorio que se crea que está contaminada con un agente biológico peligroso.
- Cualquier material recogido de un derrame de residuos infecciosos o de quimioterapia.
- **Residuos mezclados con residuos infecciosos** que no puedan considerarse residuos químicos peligrosos o residuos radiactivos.

5.2.2.2. **PROCEDIMIENTOS DE DESECHO**

Residuos líquidos

Los residuos biológicos líquidos se pueden verter por el desagüe (alcantarillado sanitario), con agua corriente **después de haber sido descontaminados** con un autoclave o con medios químicos químicos. El fregadero debe enjuagarse bien y desinfectarse después del procedimiento de eliminación.

Descontaminación química: Puede realizarse utilizando *PRESEPT™*, un desinfectante biocida basado en la acción del trocloseno sódico (NaDCC). Proporciona protección contra todos los organismos, incluyendo los *Staphylococcus aureus* resistente a la metilicina (SARM), VIH, Hepatitis B y Herpes. La sangre desnaturalizada puede desecharse por los desagües del laboratorio con abundante agua. Los sólidos que sean demasiado grandes para el fregadero pueden eliminarse como los residuos biológicos.

Residuos punzantes

- Algunos contenedores de objetos punzantes pueden derretirse si se esterilizan con un autoclave. En ese caso, debe recurrirse a la descontaminación química del contenido, cuyo desinfectante será un equivalente del agente tuberculocida registrado por la *EPA* de los Estados Unidos, como la lejía doméstica estándar diluida al 10%. Es importante llenarlo con la dilución adecuada de desinfectante y dejarlo reposar durante la noche. Después, se deberá vaciar el líquido, sellar y etiquetar el recipiente y colocarlo en una caja-bolsa.
- Alternativamente, los contenedores sellados de objetos punzantes no tratados pueden colocarse en las cajas-bolsas con otros residuos biológicos no tratados. Se debe anotar la dirección de la institución en cada contenedor de objetos punzantes, indicando si está tratado o no.

Residuos no punzantes

Los métodos aceptables para su eliminación son los siguientes:

- Los residuos biológicos descontaminados con autoclave, descontaminación química u otro método adecuado pueden etiquetarse y eliminarse como residuos no biopeligrosos/no infecciosos en la basura normal.
- Si se dispone de autoclave, esterilizar los residuos en una bolsa específica, pegar una cinta indicadora de autoclave y colocarlo en una bandeja segura. Después de la esterilización y de que la bolsa se haya enfriado, escurrir el líquido restante y colocar los residuos sellados en la caja-bolsa para su recogida. No hay que vertir el medio de agar licuado por el desagüe. **Tampoco esterilizar con el autoclave contenedores u otros recipientes que contengan lejía.** La combinación de lejía y residuos de algodón y aceite (autoclaves mal limpiados) puede provocar una combustión explosiva dentro del autoclave.

Residuos mezclados: La siguiente fórmula sirve para determinar el flujo de residuos.

Biológico + Químico Peligroso = Residuo Químico

5.2.2.3. ALMACENAMIENTO, ETIQUETADO Y TRANSPORTE DE RESIDUOS BIOLÓGICOS

Almacenamiento: No se debe permitir que los residuos biológicos se acumulen. Deben descontaminarse y eliminarse diariamente o con regularidad. Si es necesario almacenar material contaminado, debe hacerse en un contenedor rígido alejado del tráfico general y preferiblemente en una zona segura. Los residuos biológicos tratados, sin incluir los objetos punzantes usados, pueden almacenarse a temperatura ambiente hasta que el contenedor de almacenamiento o la caja-bolsa estén llenos, pero no más de 48 horas. Pueden refrigerarse hasta 1 semana a partir de la fecha de generación. Los residuos biológicos deben fecharse cuando se refrigeren para su almacenamiento. Si los residuos biológicos se vuelven putrescentes durante el almacenamiento, deben trasladarse fuera del centro en un plazo de 24 horas para su procesamiento y eliminación. Los contenedores de objetos punzantes pueden utilizarse hasta que llenar sus 2/3 o 3/4 partes, momento en el que deben descontaminarse, preferiblemente con un autoclave, y eliminarse como residuos médicos regulados.

Etiquetado de residuos biomédicos:

- Cada bolsa individual o contenedor de objetos punzantes debe etiquetarse con la dirección de la institución, el edificio de origen y el número de

habitación/sala. Hay que indicar si los residuos de la caja están tratados.

- Los residuos no biopeligrosos/no infecciosos deben estar etiquetados.
- Se debe utilizar cinta de autoclave como prueba de descontaminación.

Transporte: El transporte de residuos biológicos fuera del laboratorio, con fines de descontaminación o almacenamiento hasta su recogida, debe realizarse en contenedores cerrados a prueba de fugas etiquetados como "riesgo biológico". El transporte de residuos médicos regulados o de residuos biológicos de riesgo a través de la vía pública debe cumplir la normativa gubernamental de transporte.

5.2.2.4. **DESCONTAMINACIÓN CON AUTOCLAVE**

La esterilización con autoclave de vapor suele considerarse el método de elección para descontaminar cultivos, material de vidrio de laboratorio y otros artículos pequeños que se sabe están contaminados con agentes infecciosos. La ubicación del autoclave dentro del laboratorio minimiza los problemas de almacenamiento y transporte. Los residuos esterilizados con autoclave pueden eliminarse como residuos generales.

Los protocolos para la esterilización con autoclave de vapor pueden variar entre los laboratorios. Un procedimiento operativo escrito debe, como mínimo:

- Establecer los parámetros, determinados a partir de pruebas, que proporcionan un tratamiento consistente, como el tiempo de exposición, la temperatura y la presión.
- Identificar los contenedores de tratamiento estándar y la colocación de la carga en la unidad de tratamiento con vapor.
- Prever y llevar a cabo un programa continuo de formación para todos los usuarios.
- Prever un programa de garantía de calidad para asegurar el cumplimiento del plan de gestión de residuos biológicos.
- Mantener un registro escrito para cada unidad de tratamiento con vapor.

Los residuos biológicos deben someterse a un tratamiento de vapor con temperatura, presión y tiempo suficientes para demostrar una eliminación de las esporas de *Bacillus stearothermophilus* colocadas en el centro de la carga de residuos. Los residuos no se considerarán tratados si la cinta o el indicador equivalente no muestran que durante el proceso se alcanzó una temperatura de al menos 121 °C (250 °F). La eficacia de la esterilización deberá comprobarse con esporas de *Bacillus stearothermophilus* al menos cada 40 horas de funcionamiento.

6. ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DEL AGUA

Preparado por:

Ferhan Sagin

Grupo de Trabajo de la *EFLM “Green & Sustainable Laboratories”*, Miembro
Universidad Ege, Facultad de Medicina, Servicio de Bioquímica Médica, Bornova,
İzmir, Turquía

Sanja Stankovic

Grupo de Trabajo de la *EFLM “Green & Sustainable Laboratories”*, Miembro
Universidad de Kragujevac, Facultad de Ciencias Médicas, Servicio de Bioquímica y
Universidad de la Clínica Centro de Serbia, Servicio de Bioquímica Médica, Belgrado,
Serbia

6.1. INTRODUCCIÓN

La crisis del agua se identifica como el riesgo mundial más grave para la próxima década (83). El sexto *Sustainable Development Goal of the United Nation’s 2030 Agenda* hace referencia al agua y remarca la importancia de su gestión para el sustento de la humanidad (84). En todo el mundo, los laboratorios clínicos consumen mucha agua (de cuatro a cinco veces más que los edificios comerciales de tamaño similar) para satisfacer las cargas de procesamiento y refrigeración, entre otras necesidades (10,85,86). Aunque la conservación del agua se ignora, se pasa por alto y a menudo se concibe erróneamente como algo efectivamente ilimitado y sin coste, representa el aspecto clave de un laboratorio sostenible. La conservación del agua se define como cualquier acción que reduzca la cantidad de agua extraída de las fuentes de suministro de agua, reduzca su uso consuntivo, su pérdida o desperdicio, mejore la eficiencia de su uso, aumente su reciclaje y reutilización o evite su contaminación (87).

¿Por qué la conservación del agua debería ser una prioridad para los laboratorios? En primer lugar, existe una amplia gama de equipos que utilizan agua en los laboratorios y con pequeños pasos es relativamente fácil mejorar la eficiencia, lo que llevará potencialmente a un importante ahorro. Se pueden conseguir ahorros económicos con medidas de eficiencia hídrica y sin grandes desembolsos de capital. Gran parte de estos ahorros pueden realizarse inmediatamente mediante pequeñas reparaciones en la infraestructura y a través del comportamiento del personal, mientras que otros pueden requerir una inversión inicial de capital que puede recuperarse en un periodo de

amortización determinado. Por otro lado, reducir la cantidad de agua utilizada en los laboratorios garantizará que la humanidad disponga de suministros seguros para el futuro. Además, conservando agua también se conserva energía. Aumentando la eficiencia mediante prácticas de conservación y reciclaje del agua, las instalaciones de laboratorio pueden reducir aún más el consumo de energía y, por tanto, la huella de carbono.

Como preparación para el desarrollo de una estrategia del agua, la cuestión de la gestión del agua debe plantearse desde los responsables de las Secciones y del Jefe de Servicio. Estos también deberían debatir la posibilidad de integrar objetivos de eficiencia hídrica en los indicadores clave de rendimiento (88).

Aunque los laboratorios nunca podrán reducir su consumo de agua al nivel de las oficinas, merece la pena trabajar en estrategias de conservación eficientes y mantener el consumo de agua lo más bajo posible. Al principio, los laboratorios no deberían ser demasiado ambiciosos. Deben fijar inicialmente objetivos alcanzables para la introducción de buenas prácticas medioambientales y empezar con medidas que sean factibles. Esto implica la reducción del consumo de agua (49). Todos los esfuerzos deben considerarse como un proceso de mejora continua.

Los objetivos de las prácticas sostenibles en los laboratorios clínicos en relación con la gestión del consumo de agua pueden definirse de la siguiente manera (9,51,58,89):

- Evaluación de la calidad del agua necesaria para cada proceso de laboratorio.
- Reducción del consumo de agua en el flujo de trabajo del laboratorio.
- Adopción de una política de compras ecológicas.
- Mejora de los equipos de proceso del laboratorio (refrigeración de los equipos, aclarado y control del flujo).
- Diseño respetuoso con el agua y el medio ambiente de los edificios de los laboratorios/hospitales. Utilización de LEED en los proyectos de laboratorios (eficiencia del agua como una de las siete categorías).
- Utilización de fuentes de agua alternativas cuando y donde sea posible (recuperación de condensados de aire acondicionado y recogida de agua de lluvia).
- Colaboración entre edificios hospitalarios y redes de laboratorios para compartir recursos.

6.2. ¿CÓMO PUEDEN LOS LABORATORIOS REDUCIR EL CONSUMO DE AGUA?

6.2.1. MEDICIÓN/MONITORIZACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA (53,58,61,90–95)

- **Agua de grifo**

Cerrar siempre el grifo cuando no se utilice.

Utilizar grifos electrónicos que se cierren automáticamente cuando no se necesiten.

Colocar carteles con recordatorios para cerrar el grifo.

- **Utilizar temporizadores**

Instalar o utilizar temporizadores en las zonas de uso crítico o continuo del agua.

- **Instalar aireadores de bajo caudal**

Los aireadores de bajo caudal son dispositivos pequeños y muy baratos que simplemente se enroscan en el grifo, reducen el caudal a 0,5-1,5 garrapas/minuto y lo mezclan con aire, reduciendo el desperdicio de agua sin alterar la productividad del uso del agua. Se recomienda instalar aireadores nuevos en los laboratorios que no los tengan o que estén obsoletos.

- **Instalar limitadores de caudal**

Algunos accesorios (por ejemplo, fregaderos y lavabos) tienen caudales de agua no regulados que pueden provocar un mayor consumo. La instalación de limitadores de caudal con presión equilibrada suele ser una forma rentable de reducir el consumo de agua sin afectar a los requisitos funcionales.

- **Instalar aireadores en los fregaderos**

En el laboratorio, esto implica quitar los tubos y las lengüetas de los grifos, enroscar un aireador de fregadero y sustituir el tubo (que se utiliza para llenar los recipientes y evitar las salpicaduras), y fijarlo con una abrazadera. Esto es muy barato, la instalación puede completarse en cinco minutos y el resultado es una reducción de hasta el 50% en el consumo de agua.

- **Instalar *misers* de agua** para reducir el consumo (la instalación de *misers* de agua en autoclaves y esterilizadores reduce el consumo de agua en un 50%).

- **Llevar a cabo auditorías** en relación con el agua (identificar sus patrones de uso y cuantificar las oportunidades potenciales de ahorro de agua).

- **Instalar contadores de agua que registren los datos para supervisión continua**

Esto ayuda a identificar tendencias, patrones de uso y fugas. Los contadores que registran los datos son útiles porque los datos fuera de horario (cuando se espera que el uso del agua sea muy bajo) están fácilmente disponibles. Estos registros generalmente provienen del distribuidor de agua.

- **Instalar submedidores**

La monitorización de edificios independientes y de procesos permite controlar el uso y las tendencias en todo el recinto. El uso de contadores conectados a un sistema de gestión de edificios facilita la recopilación de los datos.

- **Mantenimiento y comprobación periódica del sistema de fontanería** (de acuerdo con los procedimientos operativos estándares del laboratorio).

- **Comprobar si hay fugas en los grifos** y comunicarlo inmediatamente al Servicio de Instalaciones o al administrador del edificio para su reparación inmediata. Los grifos con fugas que gotean una vez por segundo pueden desperdiciar 3.000 garrafas de agua al año.

- **Comprobar si hay fugas en autoclaves, máquinas de hielo y equipos refrigerados por agua** (en cualquier lugar donde haya una tubería que tenga agua constantemente) y comunicarlo inmediatamente al Servicio de Instalaciones o al administrador del edificio para su reparación inmediata.

6.2.2. EQUIPOS E INSTRUMENTACIÓN

Selección de equipos e instrumentación (9):

- En la evaluación previa a la compra de equipos e instrumentos, debe introducirse la evaluación del consumo de agua. Debe darse prioridad a los artículos de bajo consumo de agua, a los fabricantes que utilicen procesos de fabricación respetuosos con el medio ambiente y/o a los que dispongan de certificación ISO de buenas prácticas medioambientales, apoyando así el compromiso del laboratorio con el medio ambiente.
- Si es posible, incluir un elemento ecológico en las compras. Las compras sostenibles, a veces denominadas Compras Preferentes desde el Punto de Vista Medioambiental, pueden desempeñar un papel importante en la

consecución de las estrategias de sostenibilidad de un hospital.

- El cambio a un sistema de laboratorio automatizado ofrece la oportunidad de introducir mejoras significativas en las buenas prácticas medioambientales, tanto para los pacientes como para el laboratorio (reducción del número de tubos de sangre que se recogen de cada paciente, reducción de los costes materiales, disminución del consumo de agua y de los residuos).

6.2.3. TORRES DE REFRIGERACIÓN EN EL LABORATORIO (89)

Las torres de refrigeración, que forman parte de muchos edificios de laboratorio, podrían representar una gran oportunidad para una mayor eficiencia:

- Aumentar la tasa de reciclado de la torre reduce el consumo de agua de llenado.
- Controlar y gestionar mejor de la química del agua.
- Utilizar conductímetros y caudalímetros.
- Diseñar una mayor eficiencia hídrica mediante la reducción del penacho (condensación inocua del aire impulsado caliente que asciende desde la parte superior del equipo de enfriamiento) o un diseño de torre híbrido.
- Utilizar filtración de flujo lateral, cubiertas de luz solar, sistemas alternativos de tratamiento del agua y sistemas automatizados de productos químicos.
- Reducir los gastos de agua y desagüe; el ahorro también se deriva de tener que comprar menos productos químicos para tratar el agua.

6.2.4. EQUIPOS DE LABORATORIO

Refrigeración de equipos, equipos de lavado y control del flujo (53,89-91)

Además, la eficiencia hídrica puede tener lugar en la refrigeración de los equipos, en el lavado y en el control del flujo:

- Reducir/eliminar la refrigeración de paso único (normalmente consume más agua que cualquier otro método de refrigeración en los laboratorios). La mejor forma de combatir el derroche de agua asociado a la refrigeración de paso único es utilizar un proceso de recirculación o un bucle de refrigeración a través de un baño de agua fría. Eliminarlo de su flujo de trabajo puede ahorrar cientos de miles de garrafas de agua al año y evitar el riesgo de inundaciones. Si es posible, es aconsejable trasladar el procedimiento a una sala más fría.

- Utilizar refrigeradores pequeños para un mayor control del agua y un menor consumo.
- Lavar a contracorriente para utilizar el agua más limpia sólo en los últimos pasos del lavado, y llevándolo a cabo por tandas. Utilizar una válvula de control o solenoide para permitir que el agua fluya sólo cuando se esté utilizando la unidad.

6.2.5. EQUIPOS NO ESPECIALIZADOS

Los equipos no especializados, como los sistemas de tratamiento de aguas, esterilización, fotografía, rayos X y vacío, también pueden beneficiarse de la aplicación de procesos de eficiencia hídrica:

6.2.5.1. EQUIPOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS (53,86,91,92,96–98)

- Utilizar la purificación del agua sólo cuando sea necesario y adecuar el proceso a la calidad real del agua requerida.
- Lavar la cristalería o los instrumentos de volumen con agua corriente antes de utilizar agua desionizada para la última etapa de aclarado.
- Determinar la calidad del agua requerida en cada aplicación; utilizar el nivel de calidad más bajo apropiado para orientar el diseño del sistema (*FEMP 2004*).
- Limitar el uso de agua desionizada. El *College of American Pathologists* (CAP) recomienda que toda el agua utilizada para cualquier aplicación en pruebas de laboratorio cumpla como mínimo la norma *Clinical Laboratory Reagent Water* (CLRW) especificada por el *Clinical Laboratory Standards Institute* (CLSI). Además, el agua de alimentación de los instrumentos debe cumplir las especificaciones del fabricante del instrumento -que pueden ser más rigurosas que las normas CLRW- para garantizar resultados precisos y reproducibles.
- Elegir un proceso de filtración que se ajuste a los requisitos del laboratorio en cuanto a la calidad del agua, incluyendo el volumen total y la velocidad a la que se necesitará, de modo que el sistema pueda diseñarse y dimensionarse adecuadamente.

El principal tratamiento suele ser una membrana de ósmosis inversa, que elimina hasta el 99% de las impurezas del agua. Otras tecnologías de apoyo incluyen módulos y cartuchos específicos, lámparas ultravioleta y

ultrafiltración para garantizar aún más que la calidad del agua cumple los requisitos de la norma *CLRW* de forma constante y fiable, al tiempo que se minimizan los costes de funcionamiento y la necesidad de intervención del usuario.

- Considerar el uso de uno de los sistemas patentados para mejorar la eficiencia del sistema; usar un modelo que elimine el exceso de productos químicos de la película reduce el arrastre de productos químicos en un 95% y reduce la cantidad de agua necesaria en el ciclo de lavado.

6.2.5.2. SISTEMAS DE DESINFECCIÓN/ESTERILIZACIÓN (89,91,92,98)

- Enfocarse en el consumo de agua para autoclaves y esterilizadores que pueden consumir grandes cantidades de agua.
- Funcionar a plena capacidad.
- Ponerlos en modo de espera o apagar las unidades que no estén en uso o instalar una función de apagado automático si no interfiere con el funcionamiento normal de la unidad.
- Elegir un autoclave del tamaño adecuado para el número de ciclos que se realicen.
- Tener en cuenta la eficiencia del agua al comprar autoclaves.
- Ajustar los caudales a los mínimos recomendados por el fabricante, y revisarlos y reajustarlos periódicamente.
- Instalar dispositivos de ahorro de agua en los autoclaves existentes siempre que sea posible.
- Considerar la posibilidad de adquirir un *kit* de adaptación para la conservación del agua; actualmente hay muchos disponibles para las unidades más antiguas. Reducen el consumo de agua controlando el flujo de agua de templado (ahorran unas 2.900 garrafas al día) o sustituyendo el mecanismo *venturi* para hacer el vacío (ahorran aproximadamente 90 garrafas por ciclo).
- Existen modelos más nuevos que consumen menos agua (y energía).

6.2.5.3. SISTEMAS FOTOGRÁFICOS Y DE RAYOS X (9)

- Pasar a la fotografía y rayos X digitales y a la impresión informatizada

para eliminar necesidades de agua y productos químicos para la impresión.

6.2.5.4. SISTEMA DE VACÍO (9,92,97,98)

- Eliminar los aspiradores de vacío. En su lugar, utilizar una bomba de vacío. Esto puede ahorrar unos 900 litros (238 garrafas) de agua por hora de uso.
- Instalar un sistema de vacío de laboratorio o emplear pequeñas bombas de vacío eléctricas para crear las diferencias de presión necesarias para aplicar el vacío.
- Apagar siempre las bombas de vacío cuando no estén en uso. Dejar las bombas de vacío funcionando continuamente provoca fallos en la bomba y un uso excesivo de agua para refrigeración.

6.2.5.5. BAÑOS DE AGUA (54,95,96,98)

- Cuando se trabaje con un baño de agua, taparlo siempre. Esto permite mantener la temperatura requerida utilizando menos energía y reduce la evaporación.
- Utilizar hielo derretido para procedimientos no estériles como el llenado de baños de agua.
- Utilizar un "baño de agua" sin agua o un baño de microesferas como alternativa a un baño de agua tradicional para reducir el consumo de agua y energía y reducir el riesgo de crecimiento microbiano y contaminación de la muestra.

6.2.5.6. MÁQUINAS DE HIELO (98)

- Utilizar máquinas de hielo refrigeradas por aire en lugar de por agua (circuito abierto), o conectarlas a un circuito de refrigeración que funcione todo el año, si se dispone de él.
- Especificar máquinas de hielo *ENERGY STAR* que consuman de media un 15% menos de energía y un 10% menos de agua.
- Apagarlas por la noche y los fines de semana.

6.2.5.7. LAVADO Y LAVAVAJILLAS (9)

- Considerar el remojo en lugar del enjuague continuo.

- Poner en marcha el lavavajillas sólo cuando esté completamente cargado.
- Utilizar lavavajillas nuevos que consuman menos agua que los modelos antiguos.
- Utilizar detergentes de aclarado más nuevos y limpios.
- Reducir el número de ciclos de aclarado siempre que sea posible y utilizar el caudal mínimo (50).

6.2.5.8. USO DE PAPEL (98–100)

- Comprar papel sin cloro.
- Reciclar y reutilizar el papel.
- Al comprar papel reciclado, el consumo de agua para fabricar el papel se reduce en casi un 60%.
- Disuadir al personal de imprimir menos, fomentar la impresión sólo cuando sea necesario.
- Reducir el papel a un “entorno sin papel” con la implementación y el uso de la prescripción y transmisión electrónica de resultados.
- Estimular los intercambios informáticos entre laboratorios para las solicitudes y la transmisión de los resultados.
- Integrar los servicios de laboratorio en las historias clínicas electrónicas y en los centros de datos sanitarios.

6.2.6. FUENTES ALTERNATIVAS DE AGUA (89)

Los edificios de los laboratorios pueden aumentar su suministro total de agua utilizando fuentes alternativas de agua no potable:

- Recuperar agua condensada, que está relativamente libre de minerales y otros sólidos.
- Recoger agua de lluvia como otra fuente de agua no potable.
- Recuperar aguas residuales para algunas aplicaciones no potables, como la recarga de torres de refrigeración.

7. CUESTIONES GENERALES

7.1. POLÍTICA, EDUCACIÓN Y PROMOCIÓN

Política

- Instituir una política medioambiental, proporcionar documentación y un programa de formación del personal sobre cuestiones medioambientales y buenas prácticas.
- Promover auditorías para evaluar el progreso antes y después de las medidas sostenibles.
- Nombrar un responsable de medio ambiente y obtener el apoyo de los responsables de las Secciones y del Jefe de Servicio para defender la responsabilidad corporativa, los beneficios económicos y el aumento de la reputación del laboratorio para los clientes y la comunidad.
- Dar ejemplo a través de los responsables de las Secciones y del Jefe de Servicio y proporcionar información a los empleados.
- Aplicar medidas de control para evitar o minimizar la liberación de sustancias peligrosas en el entorno de trabajo y el número de empleados expuestos. Formar a los trabajadores en el uso de sustancias químicas peligrosas, en las prácticas de trabajo seguras y en el uso adecuado de equipos de protección individual (EPI).
- Educar y comunicar acerca de la política medioambiental a las diferentes partes implicadas en las diferentes fases del ciclo analítico (fases pre-preanalítica, preanalítica, analítica y postanalítica) incluyendo tanto las actividades hospitalarias como las de Atención Primaria (cuando sea relevante).

Promoción

- La comunidad en general apoya las iniciativas medioambientales. Una pieza fundamental es implicar a los grupos asociados con el laboratorio clínico, como pacientes, proveedores, compañeros de trabajo y el gobierno.

7.2. ADMINISTRACIÓN DE LOS RECURSOS

Los costes de las pruebas de laboratorio constituyen aproximadamente el 3% de todos los costes clínicos, y una estrategia común para reducir el gasto sanitario es la reducción aleatoria de los presupuestos de laboratorio y de las pruebas innecesarias (101). Así, la revisión de las solicitudes de pruebas de

laboratorio para identificar su redundancia puede disminuir el número de reactivos y productos químicos peligrosos utilizados. La Organización Mundial de la Salud (OMS) publicó una lista de pruebas esenciales de Diagnóstico In Vitro (DIV), que identificó 35 categorías de pruebas de DIV generales que pueden utilizarse para el diagnóstico de varias enfermedades comunes y 27 categorías de pruebas de DIV para el tratamiento de la infección por VIH, tuberculosis, malaria, hepatitis B y C, sífilis e infección por VPH (47). La reducción de las pruebas innecesarias parece ser uno de los enfoques más eficaces para reducir la huella de carbono de la patología (47).

Se recomienda la implementación de grupos consultores para educar sobre el uso racional de las pruebas de laboratorio entre los entornos hospitalarios y de Atención Primaria. La revisión de la gestión de las pruebas urgentes en la atención ambulatoria podría ser interesante, ya que las analíticas urgentes que requieren mensajeros de guardia tienen impacto en la huella de carbono (48).

Realizar las pruebas con prudencia significa también recomendar pruebas para el diagnóstico y la prevención cuando se sospeche que no se solicitan y pueda tener consecuencias sanitarias. El caso de la Atención Primaria en España puede ser un ejemplo (103).

Por lo tanto, la administración de los recursos de laboratorio implica intervenir en ambos lados, tanto en la solicitud excesiva como en la insuficiente.

7.3. COMPRAS ECOLÓGICAS

La sanidad representa aproximadamente la mitad del gasto público de la UE, con más de 15.000 hospitales (44). Por lo tanto, los laboratorios clínicos pueden desempeñar un papel en el cambio de la oferta y la demanda de productos químicos hacia alternativas ecológicas mediante la adopción de una política de compra ecológica, que incluya la selección y adquisición de productos que minimicen el impacto ambiental a lo largo de todo su ciclo de vida: utilizar productos químicos reciclables, reciclados, menos tóxicos y producidos localmente siempre que sea posible.

La Comisión Europea y varios países europeos han elaborado orientaciones para la contratación pública ecológica con la inclusión de criterios medioambientales claros y verificables para productos y servicios para ayudar en el proceso de la contratación (105).

8. REFERENCIAS

1. Sustainable health systems. *Nature Sustainability* 2022 5:8 [Internet]. 2022 Aug 17 [citado el 21 de Agosto de 2022];5(8):637–637. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41893-022-00951-3>.
2. Home - United Nations Sustainable Development [Internet]. [citado el 13 de Agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/>.
3. The European Green Deal Investment Plan and JTM explained [Internet]. [citado el 21 de Agosto de 2022]. Disponible en: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_20_24.
4. Pennestri F, Banfi G. Value-based healthcare: The role of laboratory medicine. *Clin Chem Lab Med* [Internet]. 2019 Jun 1 [citado el 13 de Agosto de 2022];57(6):798–801. Disponible en: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/cclm-2018-1245/htm>.
5. Price CP, St John A. The Role of Laboratory Medicine in Value-Based Healthcare. *J Appl Lab Med* [Internet]. 2020 Nov 1 [citado el 13 de Agosto de 2022];5(6):1408–10. Available from: <https://academic.oup.com/jalm/article/5/6/1408/5904439>.
6. How Much Global Ill Health Is Attributable to Environmental: Epidemiology [Internet]. [citado el 13 de Agosto de 2022]. Disponible en: https://journals.lww.com/epidem/Abstract/1999/09000/How_Much_Global_Ill_Health_Is_Attributable_to.27.aspx.
7. Mü nzel T, Hahad O, Sørensen M, Lelieveld J, Daniel Duerr G, Nieuwenhuijsen M, et al. Environmental risk factors and cardiovascular diseases: a comprehensive expert review. *Cardiovasc Res* [Internet]. 2021 Oct 5 [citado el 13 de Agosto de 2022];00:1–23. Disponible en: <https://academic.oup.com/cardiovascres/advance-article/doi/10.1093/cvr/cvab316/6381568>.
8. Coleman CJ, Yeager RA, Riggs DW, Coleman NC, Garcia GR, Bhatnagar A, et al. Greenness, air pollution, and mortality risk: A U.S. cohort study of cancer patients and survivors. *Environ Int*. 2021 Dec 1;157:106797.
9. Lopez JB, Badrick T. Proposals for the mitigation of the environmental impact of clinical laboratories. *Clin Chem Lab Med* [Internet]. 2012 Sep 1 [citado el 13 de Agosto de 2022];50(9):1559–64. Disponible en: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/cclm-2011-0932/htm>.

10. Lopez JB, Jackson D, Gammie A, Badrick T. Reducing the Environmental Impact of Clinical Laboratories. Clin Biochem Rev [Internet]. 2017 [citado el 13 de Agosto de 2022];38(1):3. Disponible en: [/pmc/articles/PMC5548370/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35548370/).
11. The Guardian view on plastics: a treaty could stem the tide | Editorial | The Guardian [Internet]. [citado el 13 de Agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.theguardian.com/commentisfree/2022/mar/08/the-guardian-view-on-plastics-a-treaty-could-stem-the-tide>.
12. Ross J, Penesis J, Badrick T. Improving laboratory economic and environmental performance by the implementation of an environmental management system. Accreditation and Quality Assurance [Internet]. 2019 Oct 1 [citado el 13 de Agosto de 2022];5(24):319–27. Disponible en: https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.springer-doi-10_1007-S00769-019-01388-6.
13. Mahase E. New legislation places duty on NHS to tackle climate change. BMJ [Internet]. 2022 Jul 7 [citado el 13 de Agosto de 2022];378:o1681. Disponible en: <https://www.bmj.com/content/378/bmj.o1681>.
14. EMAS – Environment - European Commission [Internet]. [citado el 13 de Agosto de 2022]. Disponible en: https://ec.europa.eu/environment/emas/index_en.htm.
15. Health Care Without Harm [Internet]. [citado el 13 de Agosto de 2022]. Disponible en: <https://noharm-uscanada.org/>.
16. Marimuthu M, Paulose H. Emergence of Sustainability Based Approaches in Healthcare: Expanding Research and Practice. Procedia Soc Behav Sci. 2016;224:554–61.
17. Health Organization Regional Office for Europe W. Environmentally sustainable health systems: a strategic document [Internet]. 2017. Disponible en: <http://www.euro.who.int/pubrequest>.
18. European Commission. European Green Deal [Internet]. 2019 [citado el 27 de Agosto de 2022]. Disponible en: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:208111e4-414e-4da5-94c1-852f1c74f351.0004.02/DOC_1&format=PDF.
19. Hyman M, Turner B, Carpintero A. Guidelines for National Waste Management Strategies: Moving from Challenges to Opportunities. The Inter-Organisation Programme for the Sound Management of Chemicals (IOMC). 2013;112.
20. European Commission. Preparing a Waste Prevention Programme Guidance document. 2012.

21. World Health Organization. Healthcare waste [Internet]. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>; [citado el 27 de Agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>.
22. Padmanabhan KK, Barik D. Health Hazards of Medical Waste and its Disposal. Energy from Toxic Organic Waste for Heat and Power Generation. 2019 Aug;99–118.
23. Klangsin P, Harding AK. Medical Waste Treatment and Disposal Methods Used by Hospitals in Oregon. J Air Waste Manage Assoc [Internet]. 1998;48(6):516–26. Disponible en: https://www.tandfonline.com/action/journalInformation?journalCode=ua_wm20.
24. Amec Foster Wheeler. Study supporting the Fitness Check on the most relevant chemicals legislation (“Fitness Check +”) - Publications Office of the EU [Internet]. 2017. Disponible en: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/07ad8b92-dbca-11e7-a506-01aa75ed71a1/language-en>.
25. Publications Office of the EU. Study for the strategy for a non-toxic environment of the 7th Environment Action Programme [Internet]. 2017 [citado el 27 de Agosto de 2022]. Disponible en: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/89fbbb74-969c-11e7-b92d-01aa75ed71a1>.
26. tks | publisher, event organiser, media agency | The EU chemical strategy for sustainability towards a toxic-free environment - tks | publisher, event organiser, media agency [Internet]. Disponible en: https://www.teknoscienze.com/tks_article/the-eu-chemical-strategy-for-sustainability-towards-a-toxic-free-environment/.
27. Amec Foster Wheeler. Study on the cumulative health and environmental benefits of chemical legislation - [Internet]. Publications Office of the EU. 2017. Disponible en: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/b43d720c-9db0-11e7-b92d-01aa75ed71a1/language-en>.
28. Giovanni C, Marques FLN, Günther WMR. Laboratory chemical waste: hazard classification by GHS and transport risk. Rev Saude Publica [Internet]. 2021;55:102. Disponible en: [/pmc/articles/PMC8621485/](https://doi.org/10.1186/s12942-021-00148-5).
29. ENVIRONMENTAL HAZARDOUS MATERIALS MANAGEMENT. Environmental, Health, and Safety (EHS) Guidelines GENERAL EHS GUIDELINES: [Internet]. 2007; Disponible en: <http://www.cdc.gov/niosh/npg/>.
30. Bauchner H, Fontanarosa PB. Waste in the US Health Care System. JAMA [Internet]. 2019;322(15):1463–4. Disponible en:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31589277/>.

31. Kaplan S, Sadler B, Little K, Franz C, Orris P. Can sustainable hospitals help bend the health care cost curve? Issue Brief (Commonw Fund) [Internet]. 2012;29:1–14. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23214181>.
32. EU Commission. The European Parliament the Council and the European Economic and Social Committee. Commission General Report on the operation of REACH and review of certain elements - Conclusions and Actions. 2018.
33. Molero A, Calabrò M, Vignes M, Gouget B, Gruson D. Sustainability in Healthcare: Perspectives and Reflections Regarding Laboratory Medicine. Ann Lab Med [Internet]. 2021 Mar 3 [citado el 27 de Agosto de 2022];41(2):139. Disponible en: </pmc/articles/PMC7591295/>.
34. Lopez JB, Badrick T. Proposals for the mitigation of the environmental impact of clinical laboratories. Clin Chem Lab Med [Internet]. 2012 Sep 1 [citado el 27 de Agosto de 2022];50(9):1559–64. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22962217/>.
35. Anastas PT, Warner JC. Green chemistry : theory and practice | WorldCat.org [Internet]. 1998 [citado el 27 de Agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.worldcat.org/title/green-chemistry-theory-and-practice/oclc/39523207>.
36. United mNations. GHS Rev.9 | UNECE [Internet]. 2020 [citado el 27 de Agosto de 2022]. Disponible en: <https://unece.org/transport/documents/2021/09/standards/ghs-rev9>.
37. European Parliament. DIRECTIVE 2008/98/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives (Text with EEA relevance). 2008.
38. Lewis B, Olivier Chamel, Mahsan Mohsenin, Enn Ots, Edward T. White. Sustainaspeak : a guide to sustainable design terms. 2018.
39. Commission to the Council. Communication from the Commission to the Council - The combination effects of chemicals. Chemical mixtures. 2012 [citado el 27 de Agosto de 2022];2012. Available from: <http://ec.europa.eu/environment/chemicals/effects.htm>.
40. EP and EC. Regulation (EC) No 1272/2008 - classification, labelling and packaging of substances and mixtures (CLP) | Safety and health at work EU-OSHA [Internet]. 2008 [citado el 27 de Agosto de 2022]. Disponible en: <https://osha.europa.eu/en/legislation/directives/regulation-ec-no-1272-2008-classification-labelling-and-packaging-of-substances-and-mixtures>.

41. Fortunati GU, Belli G, Schmitt-Tegge J. The European Waste Catalogue. Technologies for Environmental Cleanup: Toxic and Hazardous Waste Management [Internet]. 1994 [citado el 27 de Agosto de 2022];191–215. Disponible en: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-017-3213-0_10.
42. EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL. DIRECTIVE 2011/65/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 8 June 2011 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment (recast) (Text with EEA relevance). 2011.
43. European Commission. Brussels Requirements for facilities and acceptance criteria for the disposal of metallic mercury. 2010.
44. European Commission. Indicators for Sustainable Cities Environment Science for Environment Policy. 2015 [citado el 27 de agosto de 2022]; Disponible en: www.urbanchinainitiative.typepad.com/files/usi.pdf.
45. Verna R, Velazquez AB, Laposata M. Reducing Diagnostic Errors Worldwide Through Diagnostic Management Teams. *Ann Lab Med* [Internet]. 2019 [citado el 27 de agosto de 2022];39(2):121–4. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30430773/>.
46. World Health Organization. First WHO Model List of Essential In Vitro Diagnostics (WHO Technical Report Series, No. 1017). 2018;1–66.
47. McAlister S, Barratt AL, Bell KJL, McGain F. The carbon footprint of pathology testing. *Medical Journal of Australia* [Internet]. 2020 May 1 [citado el 13 de agosto de 2022];212(8):377–82. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.5694/mja2.50583>.
48. Nicolet J, Mueller Y, Paruta P, Boucher J, Senn N. What is the carbon footprint of primary care practices? A retrospective life-cycle analysis in Switzerland. *Environ Health* [Internet]. 2022 Dec 1 [citado el 13 de agosto de 2022];21(1):1–10. Available from: <https://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12940-021-00814-y>.
49. Molero A, Calabrò M, Vignes M, Gouget B, Gruson D. Sustainability in Healthcare: Perspectives and Reflections Regarding Laboratory Medicine. *Ann Lab Med* [Internet]. 2021 Mar 1 [citado el 13 de agosto de 2022];41(2):139–44. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33063675/>.
50. Ni K, Hu Y, Ye X, AlZubi HS, Goddard P, Alkahtani M. Carbon Footprint Modeling of a Clinical Lab. *Energies* 2018, Vol 11, Page 3105 [Internet]. 2018 Nov 9 [citado el 13 de agosto de 2022];11(11):3105. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1996-1073/11/11/3105/htm>.

51. LEED rating system | U.S. Green Building Council [Internet]. [citado el 15 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.usgbc.org/leed>.
52. Green Labs | Sustainability at Harvard [Internet]. [citado el 13 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://green.harvard.edu/programs/green-labs>.
53. Trinity Green Labs Guide. Trinity College Dublin Sustainability Guide for Researchers.
54. 10,000 Actions (The University of Manchester) [Internet]. [citado el 15 de agosto de 2022]. Available from: <https://www.socialresponsibility.manchester.ac.uk/signature-programmes/10000-actions/>.
55. My Green Lab [Internet]. [citado el 13 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.mygreenlab.org/>.
56. UV Lights in Biosafety Cabinets | Office of Environmental Health and Safety [Internet]. [citado el 13 de agosto de 2022]. Available from: <https://ehs.princeton.edu/laboratory-research/biological-safety/biological-safety-cabinets/uv-lights-biosafety-cabinets>.
57. Creating sustainable clinical laboratories of the future [Internet]. [citado el 13 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.santosh.ac.in/blog/creating-sustainable-clinical-laboratories-of-the-future>.
58. My Green Lab [Internet]. [citado el 16 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.mygreenlab.org/>.
59. Do Emails Leave a Carbon Footprint? [Internet]. [citado el 13 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.greenmatters.com/p/do-emails-leave-carbon-footprint>.
60. Email's Carbon Footprint - IT Services - Trinity College Dublin [Internet]. [citado el 13 de agosto de 2022]. Available from: <https://www.tcd.ie/itservices/news/emails-carbon-footprint/>.
61. Green Labs Guide.
62. UV Degradation Effects in Materials – An Elementary Overview » UV Solutions [Internet]. [citado el 13 de agosto de 2022]. Available from: <https://uvsolutionsmag.com/articles/2019/uv-degradation-effects-in-materials-an-elementary-overview/>.
63. Biosafety Cabinet UV Light Pitfalls | Baker [Internet]. [citado el 13 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://bakerco.com/communication/latest/biosafety-cabinet-uv-light-pitfalls/>.
64. Business Waste Management – Commercial Waste Collection [Internet].

- [citado el 13 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.businesswaste.co.uk/>.
65. Snouffer E. Six places where drones are delivering medicines. *Nat Med.* 2022 May 1;28(5):874–5.
 66. Health-care waste [Internet]. [citado el 13 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>.
 67. Endris S, Tamir Z, Sisay A. Medical laboratory waste generation rate, management practices and associated factors in Addis Ababa, Ethiopia. *PLoS One* [Internet]. 2022 Apr 1 [citado el 13 de agosto de 2022];17(4):e0266888. Available from: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0266888>.
 68. Plastic waste and recycling in the EU: facts and figures | News | European Parliament [Internet]. [citado el 13 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20181212STO21610/plastic-waste-and-recycling-in-the-eu-facts-and-figures>.
 69. Plastic pollution facts and information [Internet]. [citado el 16 de agosto de 2022]. Available from: <https://www.nationalgeographic.com/environment/article/plastic-pollution>.
 70. Microplastics from European rivers spreading to Arctic seas, research shows | Plastics | The Guardian [Internet]. [citado el 13 de agosto de 2022]. Disponible en: https://www.theguardian.com/environment/2022/mar/16/microplastics-from-european-rivers-spreading-to-arctic-seas-research-shows?CMP=Share_AndroidApp_Other&fbclid=IwAR0Q8CPtye2Xeh9G7Z1CL7OLvAbv-SOs_D9kCgv9J9GR2eHJefHVb036RSY.
 71. Can laboratories curb their addiction to plastic? | Plastics | The Guardian [Internet]. [citado el 15 de agosto de 2022]. Available from: <https://www.theguardian.com/environment/2019/nov/10/research-labs-plastic-waste>.
 72. 10 ways to reduce your throwaway plastics | Sustainable UCL - UCL – University College London [Internet]. [citado el 15 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.ucl.ac.uk/sustainable/10-ways-reduce-your-throwaway-plastics>.
 73. Reducing single-use laboratory plastics Background and description. [citado el 15 de agosto de 2022]; Available from: <https://thebiologist.rsb.org.uk/biologist/158-biologist/features/2072->.
 74. How to... reduce your lab's plastic waste [Internet]. [citado el 15 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://thebiologist.rsb.org.uk/biologist-features/how-to-reduce-your-lab-s-plastic-waste>.

75. Clinical Labs: Making the Switch to Green | AACC.org [Internet]. [citado el 15 de agosto de 2022]. Available from: <https://www.aacc.org/cln/articles/2019/march/clinical-labs-making-the-switch-to-green>.
76. About | Plastics Recyclers Europe [Internet]. [citado el 15 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.plasticsrecyclers.eu/about>.
77. Polycarbin [Internet]. [citado el 15 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://polycarbin.com/>.
78. 17 Shocking E-Waste Statistics In 2022 - The Roundup [Internet]. [citado el 15 de agosto de 2022]. Disponible en: https://theroundup.org/global-e-waste-statistics/?gclid=CjwKCAjwT7SWBhAnEiwAx8ZLapmMQQIVUbYqFyh3YMjoeZI8XqcAKwTqlOyGEPpN6HMI8G8BXxVYdxoCcXIQAxD_BwE_-
79. Ten ways to reduce E-waste in product development – Cambridge Design Partnership [Internet]. [citado el 15 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.cambridge-design.com/blog/ten-ways-to-reduce-e-waste-in-product-development/>.
80. Regulated Waste Management | Environmental Health and Safety [Internet]. [citado el 16 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://ehs.uconn.edu/regulated-waste-management/>.
81. Biological Waste Disposal Policy - Environment, Health and Safety [Internet]. [citado el 15 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://ehs.unc.edu/biological/policy/>.
82. The Global Risks Report 2022 17th Edition. 2022;
83. Refworld | Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development [Internet]. [citado el 15 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.refworld.org/docid/57b6e3e44.htm>.
84. Sustainable Laboratory Design | WBDG - Whole Building Design Guide [Internet]. [citado el 15 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.wbdg.org/resources/sustainable-laboratory-design>.
85. Tanner S. Water Efficiency Guide for Laboratories; Laboratories for the 21st Century: Best Practices (Brochure). [citado el 15 de agosto de 2022]; Disponible en: www.gc3.com/srvccntr/cycles.htm.
86. Tate S. NEW MEXICO OFFICE OF THE A WATER CONSERVATION •GUIDE FOR• 1-8 0 0-WAT E R-N M. 2001.
87. Environment and sustainability Health Technical Memorandum 07-04: Water management and water efficiency-best practice advice for the healthcare sector. 2013 [citado el 15 de agosto de 2022]; Disponible en:
- 88.

<http://www.nationalarchives.gov.uk/doc/open-government-licence/>.

89. Tanner S. Water Efficiency Guide for Laboratories; Laboratories for the 21st Century: Best Practices (Brochure). [citado el 15 de agosto de 2022]; Disponible en: www.gc3.com/srvccntr/cycles.html.
90. 5 Tips for Reducing Water Usage in Your Lab - Total Water [Internet]. [citado el 15 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.total-water.com/blog/5-tips-reducing-water-usage-lab/>.
91. Reducing water use at healthcare facilities [Internet]. [citado el 15 de agosto de 2022]. Available from: <https://www.health.vic.gov.au/planning-infrastructure/reducing-water-use-at-healthcare-facilities>.
92. S-Lab Environmental Good Practice Guide for Laboratories-A Reference Document for the S-Lab Laboratory Environmental Assessment Framework ©S-Lab Developed by the S-Lab (Safe, Successful and Sustainable Laboratories) initiative of HEEPI (Higher Education for Environmental Performance Improvement) See www.goodcampus.org Inspired by the pioneering work of the LabRATS (Laboratory Research and Technical Staff) programme at the Lab-CURE: Chemicals, Utilities, Resources and Environment in Laboratories. 2011 [citado el 15 de agosto de 2022]; Disponible en: www.goodcampus.org.
93. UC Irvine Sustainability - UCI Sustainability Resource Center [Internet]. [citado el 15 de Agosto de 2022]. Disponible en: <https://sustainability.uci.edu/>.
94. Water Conservation - Green Labs - UCI Sustainability Resource Center [Internet]. [citado el 15 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://sustainability.uci.edu/water-conservation-green-labs/>.
95. Green Labs | Penn Sustainability [Internet]. [citado el 15 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://sustainability.upenn.edu/resources/guides-manuals/green-labs>.
96. Pure Water Facilitates Fast and Accurate Results from Clinical Analyzers | Today's Clinical Lab [Internet]. [citado el 15 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://www.clinicallab.com/pure-water-facilitates-fast-and-accurate-results-from-clinical-analyzers-26440>.
97. Klangsin P, Harding AK. Medical waste treatment and disposal methods used by hospitals in Oregon, Washington, and Idaho. J Air Waste Manage Assoc. 1998 Jun 1;48(6):516–26.
98. Fennelly O, Cunningham C, Grogan L, Cronin H, O'Shea C, Roche M, et al. Successfully implementing a national electronic health record: a rapid umbrella review. Int J Med Inform. 2020 Dec 1;144:104281.

99. Resolving the Ammonia Paradox | AACC.org [Internet]. [citado el 21 de agosto de 2022]. Available from: <https://www.aacc.org/cln/articles/2022/julyaugust/resolving-the-ammonia-paradox>.
100. Verna R, Velazquez AB, Laposata M. Reducing Diagnostic Errors Worldwide Through Diagnostic Management Teams. *Ann Lab Med* [Internet]. 2019 [citado el 13 de agosto de 2022];39(2):121. Available from: [:/pmc/articles/PMC6240519/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3484519/).
101. World Health Organization. First WHO Model List of Essential In Vitro Diagnostics (WHO Technical Report Series, No. 1017). 2018;1–66.
102. Salinas M, López-Garrigós M, Uris J, Leiva-Salinas C, Pérez-Martínez A, Miralles A, et al. A study of the differences in the request of glycated hemoglobin in primary care in Spain: A global, significant, and potentially dangerous under-request. *Clin Biochem*. 2014 Aug 1;47(12):1104–7.
103. Indicators for Sustainable Cities Environment Science for Environment Policy. 2015 [citado el 13 de agosto de 2022]; Disponible en: www.urbanchinainitiative.typepad.com/files/usi.pdf.
104. Green Public Procurement - Environment - European Commission [Internet]. [citado el 13 de agosto de 2022]. Disponible en: https://ec.europa.eu/environment/gpp/index_en.htm.
105. Sustainability at NC State University [Internet]. [citado el 15 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://sustainability.ncsu.edu/>.
106. Safe management of wastes from health-care activities / edited by A. Prüss, E. Giroult, P. Rushbrook [Internet]. [citado el 13 de agosto de 2022]. Disponible en: https://ec.europa.eu/environment/gpp/index_en.htm.

EFLM

EUROPEAN FEDERATION OF CLINICAL CHEMISTRY
AND LABORATORY MEDICINE



Laboratorios verdes

ISBN 979-12-210-1814-1

CHECKLIST EFLM

BUENAS PRACTICAS

MEDIOAMBIENTALES PARA

LABORATORIOS CLÍNICOS

Ed. 2022

PRODUCIDO POR EL GRUPO DE TRABAJO DE LA EFLM "GREEN & SUSTAINABLE LABORATORIES"

Traducido del inglés por Blanca Fabre-Estremera (Sociedad Española de Medicina de Laboratorio, SEQC-ML). Cortesía de la Dra. Tomris Ozben, presidenta de la EFLM y del Grupo de Trabajo de la EFLM "Green & Sustainable Laboratories". Este documento es una traducción proporcionada con fines informativos y educativos. En ninguna manera compromete la responsabilidad de la EFLM. En caso de ambigüedad y/o diferencias de interpretación en la versión española, los usuarios deben consultar la versión original en inglés, que siempre prevalece ya que representa la única versión circulante.



Checklist – Gestión de los productos químicos peligrosos

n.	ACCIÓN	Siempre Ó ya completado	A veces Ó en proceso	No Ó rara vez; (acuerda ser regular en un plazo de tres meses)	No tiene previsto empezar en el próximo año	No aplicable
GENERAL						
1	¿Ha recibido su laboratorio apoyo de la dirección para introducir prácticas sostenibles?					
2	¿Se ha comprometido públicamente su laboratorio a adoptar o introducir prácticas sostenibles?					
3	¿Ha creado un Comité de Sostenibilidad o ha nombrado a un responsable (Responsable de Sostenibilidad) para introducir y mantener prácticas sostenibles?					
4	¿Ha preparado un programa para formar al personal en prácticas sostenibles?					
5	¿Ha tomado medidas para reducir el número de pruebas solicitadas y, en caso de que searelevante, ofertadas?					
6	¿Conoce el personal del laboratorio los 12 Principles of Green Chemistry? https://www.worldcat.org/title/green-chemistry-theory-and-practice/oclc/39523207					
7	¿Se han implementado prácticas de Química Verde en los laboratorios siempre que sea posible en relación con la carga sanitaria, medioambiental y económica causada por sustancias químicas peligrosas, incluyendo los vertidos tóxicos?					
8	¿Se utiliza habitualmente un sistema de seguimiento de los productos químicos?					
9	¿Compra el laboratorio sólo las cantidades necesarias de productos químicos en lugar de grandes cantidades?					
10	¿Se comparten los productos químicos sobrantes con otros laboratorios que puedan necesitarlos?					
11	¿Se comparten los productos químicos dentro del laboratorio?					
12	¿Se comparten los productos químicos entre laboratorios?					
13	¿Están etiquetados los productos químicos?					

14	¿Están etiquetados los contenedores de residuos?					
15	¿Están tapados y cerrados todos los contenedores de residuos químicos?					
16	La definición y clasificación de los productos químicos peligrosos es clave para identificar y prevenir la exposición a estas sustancias, pudiendo hacerse con etiquetas y fichas de datos de seguridad. ¿Hay suficientes etiquetas en el laboratorio para identificar determinados reactivos químicos?					
17	¿Hay etiquetas en las salas de residuos que resuman los procedimientos adecuados para los residuos químicos?					
18	¿Se eliminan los contenedores de productos químicos de acuerdo con los procedimientos del hospital/laboratorio clínico?					
19	¿Se eliminan los residuos químicos en el contenedor correcto, los cuales se encuentran etiquetados adecuadamente y se recogen en la zona correcta?					
20	¿Existen Procedimientos Normalizados de Trabajo escritos para la gestión de los residuos químicos?					
21	¿Existen Procedimientos Normalizados de Trabajo escritos para los procedimientos de laboratorio de alto riesgo?					
22	¿Se reduce el uso de productos químicos siempre que sea posible?					
23	¿Se elimina, sustituye o reduce el uso de sustancias peligrosas?					
24	¿Se utilizan simulaciones con el ordenador en lugar de reacciones químicas siempre que sea posible?					
25	¿El laboratorio reduce la cantidad de experimentos/pruebas caseras con fines educativos o de investigación siempre que sea posible?					
26	¿Se utiliza el número mínimo de experimentos o de experimentos a microescala siempre que sea posible?					
27	¿Se intentan consolidar varias pruebas en un número reducido de equipos de laboratorio?					
28	¿Se aplica en el laboratorio una política de pruebas racionales (gestión de la demanda)?					
29	¿Se realizan auditorías anuales de pruebas de laboratorio solicitadas?					

30	¿Mantiene el laboratorio un inventario actualizado de productos químicos al menos una vez al año?					
31	¿Hay un inventario de productos químicos peligrosos y no peligrosos?					
32	¿Se pone la fecha a los productos químicos cuando se abren y se usan según el criterio "el primero en entrar, es el primero en salir" para mantener frescos los suministros?					
33	¿Se eliminan cada año los productos químicos antiguos y obsoletos?					
34	¿Se buscan y utilizan alternativas químicas ecológicas siempre que sea posible (por ejemplo, bromuro de etidio)?					
35	¿Utiliza el laboratorio termómetros sin mercurio?					
36	¿Utiliza el laboratorio bombillas de microscopio sin mercurio ni halogenuros metálicos?					
37	¿Recicla el laboratorio los disolventes?					
38	¿Existe una lista de disolventes en función de (i) la Seguridad de los Trabajadores, (ii) la Seguridad de los Procesos y (iii) las Consideraciones Medioambientales y Reglamentarias (preferibles, utilizables, indeseables)?					
39	¿Se tiene en cuenta el desarrollo de reacciones químicas sin disolventes?					
40	¿Se reutilizan las botellas de productos químicos como botellas de desecho?					
41	Al enjuagar, ¿se utiliza una cantidad mínima de agua para diluir el producto químico en las botellas y luego se tira el resto del agua por el fregadero?					
42	¿Saben los profesionales del laboratorio qué productos químicos pueden tirarse por el fregadero?					
43	¿Saben los profesionales del laboratorio cómo comprobar si un producto químico puede tirarse por el fregadero?					
44	¿Saben los profesionales del laboratorio dónde se encuentra el kit para derrames?					
45	¿Se dispone del equipo adecuado para derrames?					

46	¿Saben los profesionales del laboratorio cómo eliminar los productos químicos líquidos que no pueden tirarse por el fregadero?					
47	¿Saben los profesionales del laboratorio cómo eliminar los productos químicos sólidos?					
48	¿Han recibido los profesionales del laboratorio formación sobre prácticas de química ecológica?					
49	¿Los profesionales de laboratorio están formados en gestión de residuos químicos?					
50	¿Reciben los profesionales del laboratorio formación sobre higiene y seguridad química?					
51	¿Se forma al personal de laboratorio en las lesiones y enfermedades por productos químicos?					
52	¿Sabe cómo gestionar los accidentes químicos si ocurren aunque dedique atención a prevenirlos?					
53	¿Compra rotuladores de pizarra con base de agua o alcohol en lugar de petróleo?					
54	¿Invierte el laboratorio en nuevos procedimientos para minimizar el uso y los residuos químicos?					
55	¿Se siguen al pie de la letra las legislaciones, direcciones y reglamentos relacionados con los productos químicos?					

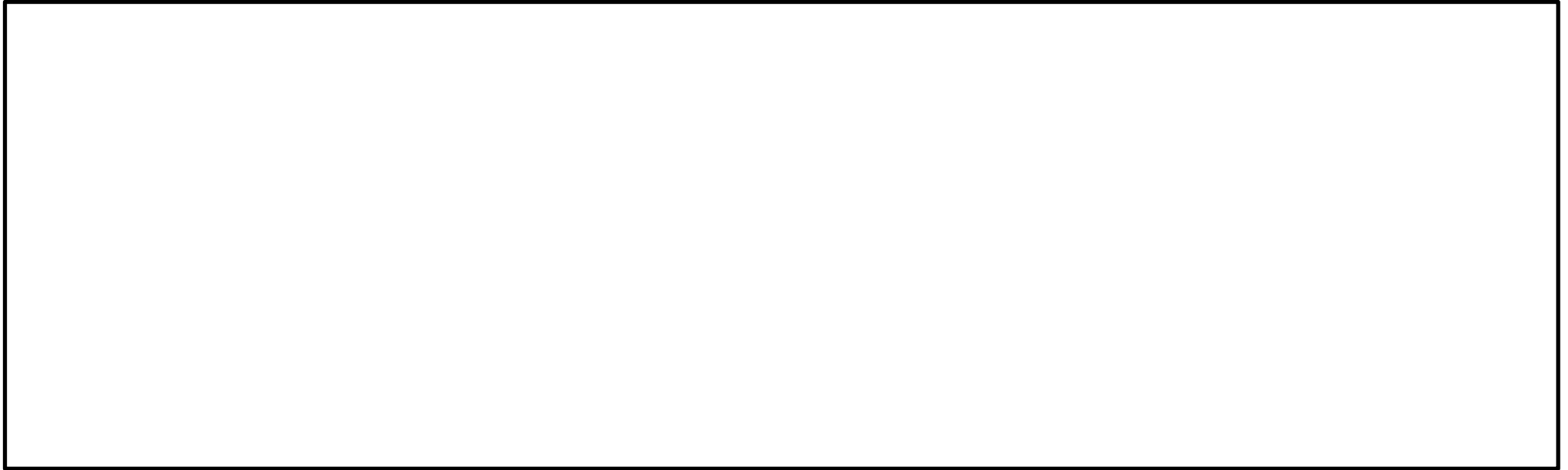
Comentarios

Checklist – Gestión de energía

n.	ACCIÓN	Siempre Ó ya completado	A veces Ó en proceso	No Ó rara vez; (acuerda ser regular en un plazo de tres meses)	No tiene previsto empezar en el próximo año	No aplicable
1	¿Apaga las luces, ordenadores, instrumentos y equipos al final del día o cuando no se utilizan?					
2	¿Apaga los analizadores y otros equipos analíticos cuando no están en uso?					
3	¿Utiliza luces con sensores en los pasillos y zonas de uso poco frecuente, como los almacenes?					
4	¿Utiliza iluminación de bajo consumo (por ejemplo, iluminación LED)?					
5	¿Utiliza la luz natural en el laboratorio en la medida de lo posible?					
6	¿Utiliza iluminación por áreas de trabajo y por módulos que siga el mobiliario del laboratorio?					
7	¿Se ha asegurado de que los ordenadores, impresoras y escáneres tengan activado el modo de ahorro de energía o de suspensión?					
8	¿Ha reducido el número de impresiones?					
9	¿Ha instalado temporizadores en los equipos que pueden retrasar el trabajo o que tardan en iniciarse cuando se encienden?					
10	¿Mantiene cerradas las ventanas de las campanas extractoras cuando no se utilizan?					
11	¿Apaga las cabinas de seguridad biológica cuando no se necesitan o al final de la jornada?					
12	¿Son sus frigoríficos y congeladores energéticamente eficientes/inteligentes?					
13	¿Está organizado el contenido de los frigoríficos y congeladores (por ejemplo, con cubos y etiquetas)?					
14	¿Tira regularmente los artículos de los frigoríficos y congeladores que ya no necesita?					

15	¿Cambia con regularidad los filtros que lo necesitan, limpia los serpentines de refrigeración de las neveras y congeladores, y limpia el sellado de las puertas?					
16	¿Descongela los congeladores al menos una vez al año?					
17	¿Ha aumentado la temperatura de los congeladores de -80 °C a -70 °C?					
18	¿Devuelve los materiales de embalaje a los proveedores para su reutilización o reciclaje tras el suministro de instrumentos y equipos?					
19	¿Envía los equipos viejos a reciclar?					
20	¿Se asegura de que las ventanas no estén abiertas, de que no se utilicen los radiadores y de que las puertas de las habitaciones están cerradas mientras funcionan los aparatos de aire acondicionado?					
21	¿Adapta los controles de temperatura y humedad a las necesidades estacionales?					
22	¿Es la eficiencia energética un criterio importante para la selección de un nuevo equipo de laboratorio?					
23	¿Utiliza reactivos y consumibles de producción local, cuando están disponibles?					
24	¿Realiza un mantenimiento periódico adecuado de todo el equipo?					
25	¿Utiliza los autoclaves y lavavajillas a plena capacidad (los pone en marcha sólo cuando están llenos)?					
26	¿Comparte sus equipos (autoclaves, congeladores, impresoras, campanas extractoras, ciclos térmicos, filtros de agua/desionizadores) con otras secciones?					
27	¿Selecciona vehículos de bajo consumo para el transporte de muestras?					
28	¿Revisa periódicamente las rutas y el uso de los vehículos para el transporte de muestras?					
29	¿Fomenta y motiva a su personal para que utilice el transporte público o la bicicleta?					
30	¿Utiliza alguna de las fuentes de energía sostenible (energía solar, biocombustibles sostenibles, sistemas combinados de calor y electricidad) para complementar las necesidades de electricidad y calor?					

Comentarios

A large, empty rectangular box with a black border, intended for entering comments or feedback.

Checklist - Gestión de residuos

n.	ACCIÓN	Siempre Ó ya completado	A veces Ó en proceso	No Ó rara vez; (acuerda ser regular en un plazo de tres meses)	No tiene previsto empezar en el próximo año	No aplicable
POLÍTICAS DE COMPRA ECOLÓGICA						
1	¿Ha introducido requisitos de sostenibilidad en las fases de concurso de las nuevas compras?					
2	¿Da preferencia a los fabricantes que utilizan procesos de fabricación respetuosos con el medioambiente y/o a los que tienen certificación ISO de buenas prácticas medioambientales?					
3	¿Negocia con los proveedores actuales de las empresas de Diagnóstico In Vitro (DIV) para reducir/minimizar los envases o utilizar envases más respetuosos con el medio ambiente?					
4	¿Insiste en que se utilicen la menor cantidad posible de materiales de embalaje?					
5	¿Negocia con los proveedores la devolución de los envases usados?					
6	¿Negocia con los proveedores actuales para que recuperen los envases?					
7	¿Negocia con los proveedores de DIV para que reduzcan el contenido de plástico de sus instrumentos?					
8	¿Utiliza reactivos o suministros de fabricación local procedentes de fuentes lo más cercanas posible al laboratorio para reducir la huella de carbono asociada al transporte o, como mínimo, dispone de un informe de sostenibilidad claro que establezca cómo va a lograr un nivel cero de emisiones netas de carbono?					
9	¿Negocia con los servicios de limpieza que utilicen detergentes respetuosos con el medioambiente?					
GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS NO BIOLÓGICOS						
10	¿Ha anunciado una política para reducir, reutilizar y reciclar en la medida de lo posible todos los residuos sólidos?					
11	¿Dispone de una política específica para reducir el uso de plásticos, especialmente los de un solo uso?					
12	¿Identifican los plásticos de un solo uso que podrían reciclarse, reutilizarse o sustituirse por otros materiales como el vidrio?					

13	Siempre que sea posible y seguro, ¿se utiliza material de laboratorio lavable o reutilizable en lugar de artículos desechables de un solo uso?					
14	¿Está familiarizado el personal de limpieza con el reciclaje de los residuos?					
15	¿Se ha adquirido un compresor de espuma de poliestireno (Styrofoam)?					
16	¿Se reciclan, venden o reutilizan los equipos informáticos, tóneres de impresora, teléfonos móviles, tablets y ordenadores portátiles obsoletos?					
17	¿Utiliza el laboratorio impresoras multifunción centrales que escanean, envían faxes, imprimen y copian, eliminando la necesidad de equipos caros de impresión personales?					
18	¿El laboratorio compra y utiliza pilas recargables cuando están disponibles?					
19	¿Se recogen y reciclan las pilas usadas cuando existe dicho servicio?					
20	¿Se comprimen las cajas de cartón antes de echarlas a reciclar?					
21	¿Todas las actividades del laboratorio son de residuo cero? (Sin basura; sólo artículos reciclables y compostables). Esto significa reutilizar tazas, botellas, vajilla y cubiertos.					
22	¿Se recicla el material de embalaje limpio y no contaminado que no ha entrado en el laboratorio clínico? - Cartón, poliestireno, papel, plástico de burbujas, etc.					
23	¿Existe un plan para reducir el uso de tubos de extracción de sangre y otros plásticos siempre que sea posible?					
24	¿Existe un plan para reutilizar las bolsas de recogida de muestras y los frascos de recogida de orina?					
25	¿Utiliza muebles de laboratorio reciclado y reciclable siempre que sea posible?					
26	¿Reduce el uso de papel, por ejemplo, utilizando las dos caras?					
27	¿Reduce el uso de papel, por ejemplo reciclando el papel usado?					
28	¿Reduce el uso de papel, por ejemplo, introduciendo auditorías de papel para controlar el uso?					
29	¿Reduce el uso de papel, por ejemplo, cambiando a sistemas electrónicos sin papel siempre que sea posible?					

30	¿Se recicla el papel y el cartón?				
GESTIÓN DE RESIDUOS BIOLÓGICOS					
31	¿Existe un protocolo para la descontaminación química y la eliminación de todos los residuos biológicos líquidos, como sangre, plasma y otros fluidos biológicos?				
32	¿Existe un protocolo para la descontaminación y eliminación de los objetos punzantes?				
33	¿Existe un protocolo para la descontaminación con autoclave?				
34	¿Se ha adquirido en el laboratorio una recicladora para disolventes orgánicos?				
35	¿Cumplen los protocolos de almacenamiento y transporte de residuos biológicos los requisitos legales locales y/o europeos?				

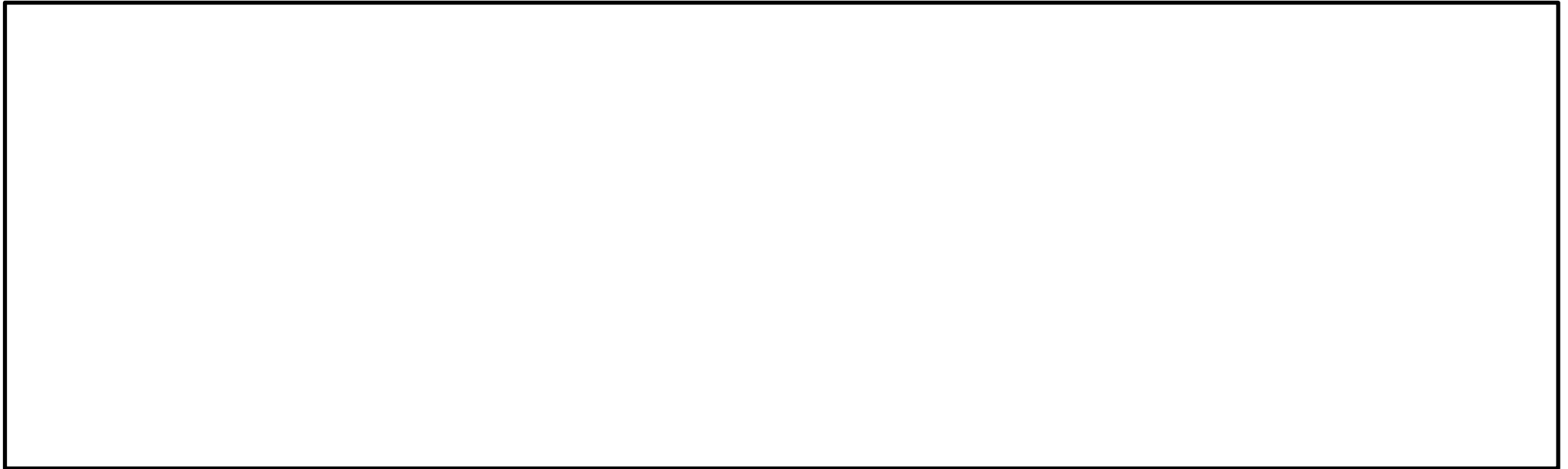
Comentarios

Checklist – Gestión de agua

n.	ACCIÓN	Siempre Ó ya completado	A veces Ó en proceso	No Ó rara vez; (acuerda ser regular en un plazo de tres meses)	No tiene previsto empezar en el próximo año	No aplicable
1	¿Dispone de una estrategia clara para elegir dispositivos que ahorren agua ó que sean eficientes en el consumo de agua a la hora de seleccionar nuevos equipos de laboratorio?					
2	¿Ha identificado claramente su laboratorio qué nivel de pureza del agua es necesario para el trabajo, con el objetivo de minimizar su coste e impacto medioambiental?					
3	¿Coordina y comparte sus equipos (autoclave, filtros de agua, desionizadores, etc.) con otros laboratorios cercanos?					
4	¿Dispone de una estrategia para concienciar sobre el impacto medioambiental del uso del agua?					
5	¿Reduce al mínimo el uso de la destilación para purificar el agua?					
6	¿Se utiliza agua de ósmosis inversa para alimentar el sistema de desionización siempre que sea posible?					
7	¿Utiliza agua con el menor grado apropiado para la tarea y utiliza agua de ósmosis inversa con moderación?					
8	¿Utiliza temporizadores para las válvulas de agua y están ajustados al tiempo mínimo necesario?					
9	¿Ha instalado misers de agua en los esterilizadores / autoclaves?					
10	¿Utiliza un “baño de agua” sin agua o un baño de microesferas como alternativa a un baño de agua tradicional para reducir el consumo de agua, energía y la proliferación de bacterias?					
11	Si utilizan autoclaves / esterilizadores / lavavajillas en su laboratorio, ¿los hace funcionar a plena capacidad?					
12	Si utiliza autoclaves / esterilizadores en su laboratorio, ¿los comparte con otras secciones?					
13	¿Lava eficazmente los utensilios de laboratorio? ¿Utiliza el agua de forma eficiente para la limpieza y el aclarado?					
14	¿Comprueba las temperaturas de entrada y salida del agua y los caudales para asegurarse de que se ajustan a las recomendaciones del fabricante?					

15	¿Pone los autoclaves, lavavajillas y baños de agua en modo de espera o los apaga cuando no están en uso?					
16	¿Están visibles en todo el laboratorio carteles/pegatinas de concienciación sobre el agua?					
17	¿Tiene carteles con recordatorios para cerrar el grifo?					
18	¿Forma adecuadamente al personal y a los visitantes sobre cómo y dónde informar fugas en todos los puntos de uso del agua?					
19	¿Informa al personal sobre los objetivos del programa de gestión del agua?					
20	¿Utiliza equipos de recirculación de agua de circuito cerrado en todos sus sistemas de refrigeración?					
21	¿Se asegura de que el agua de refrigeración se recircula en lugar de desperdiciarse continuamente?					
22	¿Sigue las directrices de eliminación de productos químicos no peligrosos para desechar productos químicos por el desagüe?					
23	¿Neutraliza los líquidos corrosivos (a un pH entre 5,5-10,5) antes de verterlos por el desagüe?					
24	¿Recoge el agua de lluvia?					
25	¿Recicla y reutiliza el papel? Al comprar papel con contenido reciclado, el consumo de agua para fabricar el papel se reduce en un 60%.					
26	¿Controla regularmente el consumo para detectar fugas e identificar oportunidades de mejora?					
27	¿Informa inmediatamente a mantenimiento de los grifos que gotean o pierden agua?					
28	¿Sustituye los equipos refrigerados por agua por otros refrigerados por aire o por la mejor tecnología disponible de eficiencia energética/agua?					
29	¿Se sustituyen los aspiradores de vacío de agua por bombas de membrana/diafragma/sin aceite?					
30	¿Los grifos del laboratorio están equipados con aireadores o desviadores de agua para reducir el caudal de agua?					

Comentarios

A large, empty rectangular box with a black border, intended for entering comments or feedback.