

RECOMENDACIONES DE  
ACTUACIÓN **PARA SERVICIOS  
TÉCNICOS EN HOSPITALES**  
DURANTE LA CRISIS  
SANITARIA OCASIONADA POR  
EL COVID-19 (SARS-COV-2)

Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria del COIIM y AIIM



Colegio Oficial de  
Ingenieros Industriales  
de Madrid



ASOCIACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE MADRID



## Recomendaciones de actuación para servicios técnicos en hospitales

Con la colaboración de



## PROMOTORES

**César Franco Ramos**  
Decano del COIIM

**Luis Mosquera Madera**  
Presidente de la AEIH

## REDACTORES

**Carlos Jiménez Alonso.** *Presidente de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio Oficial y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid.*

**Carmen Vázquez Cáceres.** *Secretaria de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio Oficial y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid.*

**Juan Aunión Villa.** *Vocal de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio Oficial y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid.*

**Ignacio Narvárez Jareño.** *Vocal de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio Oficial y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid.*

**Daniel Sánchez Gallo.** *Presidente de la Comisión de Seguridad y Prevención Riesgos Laborales.*

*Colegio Oficial y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid.*

**Luis Fernando Talavera Martín.** *Vocal de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio Oficial y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid.*

**Laura-Andrea Gómez Delgado.** *Vocal de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio Oficial y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid.*

**Beatriz Blanco Burguillo.** *Vocal de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio Oficial y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid.*

**José Rincón Hernández.** *Vocal de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio Oficial y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid.*

**Pedro de Blas García.** *Vocal de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio Oficial y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid.*

**David Sanz Alemán.** *Vocal de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio Oficial y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid.*

**Rosana Herrero Moya.** *Vocal de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio Oficial y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid.*

**José Antonio Rodríguez Leyva.** *Vocal de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio Oficial y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid.*

**Juan Manuel Cerezo Ruiz.** *Vocal de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria. Colegio Oficial y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid.*

**Mario Hernández Ricote.** *Sales. Camfil España, S.A.*

# ÍNDICE

<b>1. Exposición de motivos</b>	<b>6</b>
<b>2. Alcance y duración</b>	<b>7</b>
<b>3. COVID-19 (SARS-Cov-2) y su interacción con la ingeniería del hospital</b>	<b>8</b>
<b>4. Ingeniería en el hospital</b>	<b>10</b>
<b>4.1 Organización, procesos y personal</b>	<b>10</b>
4.1.1 Equipos de protección individual	11
4.1.2 Personal de mantenimiento interno	13
4.1.3 Interacción con el resto del personal sanitario	14
4.1.4 Proveedores y contratistas	14
4.1.5 Aprovisionamiento	17
<b>4.2 Equipamiento electromédico</b>	<b>18</b>
4.2.1 Equipos críticos desde la perspectiva del COVID-19 (SARS-Cov-2)	18
4.2.2 Equipos críticos no vinculados al COVID-19 (SARS-Cov-2)	19
4.2.3 Prioridad en la realización de mantenimientos preventivos y correctivos	19
4.2.4 Recuperación de equipos críticos (bajas o averías)	21
<b>4.3 Instalaciones</b>	<b>22</b>
4.3.1 Instalaciones críticas desde la perspectiva del Covid-19	22
4.3.2 Instalaciones críticas no vinculados al Covid-19	28
4.3.3 Instalaciones de filtración de aire	30
4.3.4 Prioridad en la realización de mantenimientos preventivos y correctivos	36
<b>4.4 Suministros</b>	<b>38</b>
4.4.1 Gases medicinales	38
4.4.1.1 Fuentes	38
4.4.1.2 Red de suministro	38
4.4.1.3 Telemedida	40
4.4.1.4 Estado de la instalación	40
4.4.2 Electricidad	41
4.4.2.1 Red de grupo y SAI	41
4.4.2.2 Monitorización del consumo	43
4.4.2.3 Estado de la instalación	43

<b>4.5 Actuaciones de acondicionamiento</b>	<b>44</b>
4.5.1 Acondicionamiento de zona para UCI	44
4.5.1.1 Acondicionamiento inmediato	44
4.5.1.2 Acondicionamiento en medio plazo	45
4.5.2 Acondicionamiento de zona para hospitalización	46
4.5.2.1 Acondicionamiento inmediato	46
4.5.2.2 Acondicionamiento en medio plazo	47
4.5.3 Acondicionamiento de zona de Urgencias	47
4.5.3.1 Circulación de personas en Urgencias	48
<b>5. Bibliografía</b>	<b>49</b>

# 1 EXPOSICIÓN DE MOTIVOS:

Ante la crisis sanitaria ocasionada por el coronavirus COVID-19 (SARS-Cov-2), resulta de imperiosa necesidad contar con recomendaciones de cómo proceder con los trabajos de servicio técnico en el ámbito hospitalario, tanto electro-médico como de instalaciones electromecánicas.

El Colegio de Ingenieros Industriales de Madrid es una corporación de derecho público que tiene entre sus fines el asesoramiento a organismos del Estado, comunidades autónomas y corporaciones locales, con el objetivo de dar servicio a la sociedad.

Como respuesta a la emergencia sanitaria y en virtud de las funciones del Colegio, se procede a la realización de este conjunto de recomendaciones a través de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria del COIIM y AIIM, según estipula el Reglamento de Comisiones en el que se determina, entre otras, la emisión de dictámenes sobre temas solicitados por Colegio y Asociación dentro de su ámbito de actuación.

La Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria ha establecido un grupo de trabajo con varios de sus vocales y otros profesionales del sector con la tarea de elaborar el presente documento.

Teniendo en cuenta que muchos de los integrantes de este grupo de trabajo, además de ser colegiados y miembros de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria, son miembros de la Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria (AEIH), y en línea con las excelentes relaciones entre el Colegio y la AEIH, se procede a refrendar este documento de forma conjunta.

Por último, hay que recordar que este documento, se basa en las evidencias y el conocimiento disponibles y que la información sobre el COVID-19 (SARS-Cov-2) va ampliándose rápidamente.

## 2 ALCANCE Y DURACIÓN:

El alcance de este trabajo contempla recomendaciones sobre las siguientes áreas de actuación:

- Campos de organización del personal de mantenimiento en electromedicina e instalaciones.
- Suministros esenciales y acondicionamientos que se han de garantizar en áreas de tratamiento de pacientes con COVID-19 (SARS-Cov-2).

El objetivo es el de identificar los trabajos esenciales para mantener operativas las infraestructuras y equipamientos sanitarios que soportan la actividad asistencial durante la crisis sanitaria ocasionada por el COVID-19 (SARS-Cov-2), así como la adecuación de nuevas infraestructuras encaminadas a atender el pico de demanda de pacientes infectados con este virus que nuestro Sistema Nacional de Salud está sufriendo.

La vigencia de estas recomendaciones expirará tras la finalización de la presente crisis sanitaria o el 1 de julio del 2020.

Si la duración de la crisis se prolongase más allá del segundo trimestre de 2020, las consideraciones que se habrían de tener en cuenta serían otras y de mayor complejidad. A modo de ejemplo, la recomendación de posponer mantenimientos preventivos en el ámbito de PSANI (Productos Sanitarios Activos No Implantables) no impactaría, en el ámbito temporal contemplado en las presentes recomendaciones, con el Real Decreto 1591/2009 de PSANI ni con las recomendaciones de la Circular 3/2012 de la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios (AEMPS), pues aún habría tiempo para realizarlos antes de que terminase el año en curso.

# 3 COVID-19 (SARS-COV-2) Y SU INTERACCIÓN CON LA INGENIERÍA DEL HOSPITAL:

La crisis sanitaria ocasionada por el COVID-19 (SARS-Cov-2) impacta con especial dureza en los servicios asistenciales, estos precisan del soporte de los servicios técnicos para garantizar la disponibilidad de medios necesaria para el abordaje de dicha crisis.

Estos servicios son responsables de la gestión de instalaciones e infraestructuras, así como del mantenimiento de los equipos y sistemas electromédicos. Para ello, cuentan tanto con personal propio como personal externo. Ambos precisan indicaciones sobre cómo acometer las actuaciones imprescindibles en la actual situación, minimizando al máximo el riesgo de transmisión de esta infección y salvaguardando las plantillas que han de mantener un número suficiente de profesionales operativos para realizar los trabajos que sean necesarios.

Toda situación de crisis requiere de la activación de planes de contingencia que minimicen el impacto en el sistema. Bien es cierto que, debido a la magnitud de la actual crisis, que supera cualquier plan de contingencia estándar que pudiera existir, es preciso definir nuevas medidas concretas de procedimientos, agrupadas en una guía de actuación rápida y eficaz que agilice su implementación y que nos obligarán a salir de nuestra zona de confort en lo que respecta a los límites de actuación.

Este documento contempla con especial foco medidas para la protección (y autoprotección) como por ejemplo EPIs, de los trabajadores del centro de forma que se eviten contagios por la realización de las tareas de servicio técnico.

Por tanto y como resumen, la contribución del área de ingeniería al plan de contingencia tiene los siguientes objetivos:



- 1.** Ayudar a las direcciones de los hospitales con una guía de actuación en el área técnica ante la presente crisis.
- 2.** Optimizar los recursos humanos en el departamento técnico para asegurar el funcionamiento de los elementos críticos.
- 3.** Definir los grados de protección para el personal técnico.
- 4.** Definir las actuaciones imprescindibles a ejecutar en relación a instalaciones y equipamiento, así como su grado de protección y limpieza.

# 4 INGENIERÍA EN EL HOSPITAL:

## 4.1 Organización, procesos y personal

Toda organización de una manera más o menos formal o explícita ordena su funcionamiento según distintos procesos. De forma general, un proceso implica una entrada de un elemento sobre el que se realizan una serie de acciones (que generalmente añaden valor) y dan lugar a una salida.

Al conjunto de los procesos y sus interacciones se le llama sistema. La representación gráfica del sistema se realiza a través de un mapa de procesos.

Salvo excepciones basadas en planes de contingencia, los sistemas están diseñados para un funcionamiento ordinario, por lo que, en una situación desconocida y excepcional, es necesario revisar determinados procesos y sus interacciones con el resto del sistema, porque es posible que dejen de cumplir su cometido o lo hagan de manera ineficiente o contraproducente.

El funcionamiento correcto de un proceso debe garantizarlo la persona responsable del mismo. Esta figura siempre debe existir y debe ser única.

En una situación de incertidumbre se recomienda realizar la siguiente revisión del sistema:

- Identificación de cada proceso y de su responsable.
- Identificación de las interacciones entre procesos (según mapa de procesos si existe).
- Análisis de cada proceso por su responsable. Se presenta un listado no cerrado de reflexiones a realizar por su responsable y equipo.
  - ¿Está cumpliendo con su finalidad?
  - ¿Cambia la salida del proceso?

- ¿Cambian las acciones a realizar en el proceso?
  - ¿Se debe simplificar el proceso?
  - ¿Se debe fusionar con otros procesos?
  - ¿Tiene interacciones nuevas con otros procesos?
  - ¿Requiere de recursos adicionales?
  - ¿Es prioritaria su realización?
  - ¿Se debe paralizar el proceso?
  - ¿Interfiere o retrasa otros procesos?
  - ¿Es interferido o retrasado por otros procesos?
- Implementación de cambios y comunicación al resto de responsables de procesos.
  - Seguimiento de la efectividad de los cambios y realización periódica del análisis.

Es posible que, en un escenario cambiante y con alto estrés, pueda parecer que tomar este tiempo de reflexión estratégica no sea una prioridad, pero la realidad es que cada perfil tiene su rol y no todos deben estar en la primera línea de intervención. Deben existir responsables que con una cierta distancia del foco de intervención vean más allá del día a día y puedan hacer este tipo de análisis.

#### **4.1.1 Equipos de protección individual**

Los equipos de protección tienen como finalidad proteger a las personas de determinados riesgos. Estos pueden ser de tipo colectivo si protegen a todo un conjunto de forma simultánea o individuales si únicamente lo hacen a las personas que los usan.

El equipo de protección individual (EPI) está asociado al tipo de riesgo y a las consecuencias que tiene el daño en caso de producirse.

En condiciones normales cada trabajador debe estar informado de los riesgos que implica realizar su trabajo y debe conocer la existencia y funcionamiento de sus equipos de protección. El problema que ha surgido a raíz de la crisis ocasionada por el COVID-19 (SARS-Cov-2) es que un gran número de trabajadores han quedado expuestos a riesgos cruzados de otros ámbitos y profesiones.

Este apartado se centra en los equipos de protección individual frente al contagio de COVID-19 (SARS-Cov-2) para el personal técnico. Es necesario seguir las indicaciones del personal sanitario existente en cada zona que requiera de la intervención del personal técnico.

La transmisión del virus se produce cuando éste entra en contacto con boca, nariz y ojos del afectado, por lo que los EPIs y medidas adicionales deben actuar de barrera.

- **Mascarillas:** La finalidad de la mascarilla en el usuario no contagiado es proteger la boca y nariz de la entrada de gotas del paciente positivo cuando habla, tose o estornuda o bien cuando es sometido a procedimientos generadores de aerosoles que pueden ocasionar exposición de alto riesgo. En el caso del personal técnico no debería estar expuesto a aerosoles por lo que el tipo de mascarilla recomendada es la mascarilla quirúrgica. El riesgo de exposición disminuye considerablemente con la distancia al paciente, por lo que en zonas abiertas o comunes en las que no hay contacto con pacientes contagiados no sería necesaria protección. Si el contacto se diera en zonas de alto riesgo existen mascarillas de más eficacia FFP2 y FFP3 que filtran gotas más finas y protegen en mayor medida. El uso de mascarillas de alta eficacia debe valorarse en todo momento, ya que cuando no es necesario su uso reduce el stock de estas y puede producir desabastecimiento para el personal sanitario que realmente las necesite.
- **Guantes y batas:** Protegen manos y ropa. En principio no se produce contagio a través de la piel, por lo que este tipo de EPIs tratan de evitar el contagio indirecto por el propio usuario cuando éste ha tocado una superficie contaminada y a continuación se toca la boca, nariz u ojos.
- **Gafas antisalpicadura:** Protegen los ojos de gotas, salpicaduras o aerosoles. Está recomendado en procedimientos de alto riesgo con paciente a menos de un metro. En general no será necesario para el personal técnico.

Como medida obligatoria a cualquier actuación está el lavado de manos con agua y jabón (si es posible con el procedimiento estándar) durante más de 20 segundos antes y después de la intervención o el uso de una solución hidroalcohólica.

#### **4.1.2 Personal de mantenimiento interno**

El personal de mantenimiento interno de los centros se convierte en pieza clave en este tipo de situaciones, ya que además de cumplir con las obligaciones habituales, debe ayudar en acciones de tipo logístico, montaje, transporte, traslados o cualquier otra acción que surja de las nuevas necesidades.

Se plantean recomendaciones desde **dos enfoques**:

**Organizativo**, con el objeto de asegurar la operatividad de la plantilla en todo momento, mediante las siguientes medidas:

- **Restrictivas:** Se protege a la plantilla con el fin de reducir las posibilidades de contagio simultáneo y aumentar su disponibilidad en un periodo largo:
  - Disminución del número de personas que prestan servicios en el hospital y establecer turnos rotativos. Consiste en “mandar a casa” a un porcentaje de la plantilla, de forma que esté disponible para cubrir bajas si surgen y para dar apoyo en momentos de acumulación de trabajo.
  - Establecimiento de grupos de trabajo independientes: Trabajos por parejas, individuales, o por especialidades (electricidad, mecánica, fontanería) evitando el contacto con el resto del personal, con la dificultad que ello conlleva si comparten espacios (talleres, vestuarios...).
- **Expansivas:** Si la carga de trabajo así lo requiere, se pueden ampliar los turnos mediante doblajes u horas extra.
  - Ampliación de los tres turnos (mañana, tarde y noche) de forma que se aumente el número de técnicos en cada uno de ellos. Se podría valorar si el turno de noche es necesario ampliarlo o mantenerlo en el mínimo.

**Informativo**, es importante recordar que este personal está en la primera línea de acción y que la desinformación puede dar lugar a errores, ineficiencia, desmotivación y preocupación. Por ello, se recomienda a los responsables de estos servicios:

- **Canalizar la información:** Se debe proporcionar la información escrita y verbal generada en otros niveles de la organización que pueda afectar a su trabajo, como protocolos de protección ante el coronavirus, nuevos procedimientos, zonas de acceso restringido y teléfonos.
- **Infundir ánimo y liderar el equipo:** Se debe mostrar cercanía y escuchar al personal y atender a sus inquietudes, dudas, sugerencias y preocupaciones.

Ser una referencia en la que se pueda ver reflejado el equipo es clave para mantener la moral del resto de la plantilla.

- Luchar contra la desinformación y bulos: Es muy habitual que circule todo tipo de información falsa con distintos objetivos por parte de sus creadores. Se tiende a dar más credibilidad a las malas noticias, a las catastróficas o aquellas que tienen consecuencias negativas. Se deben contrarrestar con información fiable y contrastada y en cualquier caso ponerlas en cuarentena hasta que puedan ser corroboradas.

#### **4.1.3 Interacción con el resto del personal sanitario**

Generalmente el personal técnico de ingeniería o mantenimiento tiene una interacción transversal con la mayoría de los departamentos del hospital, además de tener tareas propias que solo le competen a él. El conocimiento que tiene el técnico de todas las zonas del edificio, instalaciones y posibilidades de reacondicionamiento, es un valor que se debe poner al servicio del centro.

Los servicios técnicos de ingeniería o mantenimiento dan soporte a todas las áreas (asistencial, administrativa, apoyo, etc.) por lo que existe un elevado número de interacciones con distintos procesos. En una situación de emergencia surgen nuevas interacciones o se convierten en prioritarias algunas de las existentes.

La recomendación en este caso es poner al servicio de las nuevas necesidades asistenciales toda la capacidad técnica del centro. Para ello, es necesaria una coordinación interdepartamental y/o jerárquica a través de algún comité de crisis. En función del grado de formalidad que se le quiera dar puede ser desde reuniones informales, telefónicas, correos o reuniones en las que se convoque a participantes multidisciplinarios.

#### **4.1.4 Proveedores y contratistas**

La coordinación de los proveedores con los responsables de ingeniería del hospital es fundamental para que puedan desarrollar su trabajo correctamente.

Se plantean **3 ámbitos de aplicación** para las recomendaciones a proveedores:

**Red de contactos.** El hospital debe tener información de los responsables de la empresa proveedora, de sus técnicos y procedimientos extraordinarios que se hayan establecido. Particularmente se debería:

- Informar al hospital de los contactos del proveedor que puedan canalizar cualquier incidencia ordinaria, urgente, presencial o telemática.
- Informar al hospital de los responsables de prevención de riesgos laborales del proveedor.
- Informar al hospital de los técnicos que podrán tener presencia física puntualmente.
- Si el proveedor posee un plan de contingencia debe comunicarlo a los responsables del hospital que corresponda.

**Recomendaciones generales.** A continuación se exponen una serie de medidas generales que deberían cumplir los proveedores que vayan a acceder al hospital:

- Se ha de promocionar intensamente para todo equipamiento, electromédico o electromecánico, las intervenciones remotas que eviten exposición de técnicos y vectores de contagio.
- El personal externo debe estar informado de los principios básicos en prevención de contagios del COVID-19 (SARS-Cov-2) y procedimientos de actuación, así como recomendaciones propias que haya planteado cada hospital internamente. Se debe contar con esquemas visuales de operativa e información exhaustiva sobre:
  - Recomendaciones de higiene colectiva.
  - Recomendaciones para evitar los contagios.
  - Recomendaciones de limitar los encuentros.
  - Protocolos de limpieza de equipamiento en taller.
  - Recordatorio de buenas prácticas.
  - Medidas de actuación ante contagio.
- Proporcionar al personal técnico equipos de protección individual necesarios para el desempeño de su trabajo en áreas hospitalarias.
- Entregar un documento acreditativo personalizado, con autorización expresa para el desplazamiento, que garantice la movilidad de acuerdo con los requisitos establecidos en cada Comunidad Autónoma.
- Organizar la plantilla de técnicos de forma que haya un equipo que desarrolle labores del teletrabajo, y que inicialmente se mantenga en la reserva, sin contacto con el resto de los compañeros.

- Establecer grupos de trabajo en distintos turnos, con operativa de presencia independiente entre ellos.

**Recomendaciones durante la reparación.** Se proponen las siguientes medidas:

- Todos los técnicos estarán identificados de forma visible con una tarjeta acreditativa (entregadas por el hospital o propia del proveedor).
- Si se trabaja en un taller habilitado para reparaciones, se deben seguir las siguientes pautas para reducir el riesgo de contagio:
  - Realizar de forma regular una desinfección y limpieza a fondo de los puestos de trabajo permanentes.
  - Disponer a la entrada de los talleres una barrera de reducción de contaminación: en el suelo, una toalla o sábana impregnada con producto anti bactericida.
  - Establecer unos puestos físicos de recepción de material y equipamiento procedentes del hospital, y una zona contigua de limpieza y desinfección de equipamiento.
  - Mantener las distancias de seguridad entre los técnicos en los talleres (idealmente 2 m).
  - Garantizar la exclusividad en el uso de las herramientas. Cada técnico, utiliza exclusivamente su herramienta de mano.
  - Se cumplirá con una estricta higiene de manos, antes y después del contacto con un equipo médico.
  - Se dotará de un punto limpio en el taller, específico para la recogida de los equipos de protección individual (guantes, mascarillas y protección ocular anti-salpicaduras). Diariamente se vaciará ese cubo en una bolsa de residuo perfectamente cerrada.
- Restringir el movimiento del personal por las áreas hospitalarias, especialmente en áreas críticas con riesgo de exposición.
  - Actuar presencialmente sobre intervenciones correctivas urgentes.
  - Incentivar el envío de equipos a los talleres para su reparación.
- Solicitar a los centros hospitalarios accesos VPN para los recursos humanos destinados al teletrabajo.
- El técnico que acuda a los centros hospitalarios deberá comunicar previamente a los responsables definidos por los centros: horario previsto de presencia, área hospitalaria a la que va a acudir y dimensión de trabajos a realizar.



#### **4.1.5 Aprovechamiento**

Ante una crisis sanitaria del orden de la que actualmente estamos sufriendo, el orden, las herramientas de gestión y control de stock juegan un papel de vital importancia.

Si antes ya resultaba evidente lo vital que es para el área de ingeniería contar con un GMAO con un inventario actualizado y la aplicación de las “5s”, ahora se muestra como algo imprescindible.

La primera medida a realizar es la del aseguramiento de los repuestos esenciales tanto para el equipamiento electromédico como para las instalaciones generales más importantes. Vaya por delante la recomendación de disponer del ABC de dichos repuestos para los equipos críticos e instalaciones más importantes, con proveedores alternativos, como si se tratara de la acometida eléctrica de un hospital desde dos subestaciones diferentes para asegurar el suministro en caso de caída de una de ellas. Ni que decir tiene que al igual que en instalaciones críticas donde aplican configuraciones de 1+R, se ha de proceder de igual manera con estos repuestos. Y es que en estos momentos una simple batería de un respirador o unas ruedas de un portátil, son elementos vitales cuyo fallo puede provocar desenlaces fatales en muchos pacientes. El tiempo en la actual situación es tremendamente vital.

Cuando el enemigo te supera en número y además no conoces ni sus costumbres ni por donde puede efectuar su ataque más virulento, es esencial la anticipación y la rapidez de actuación. Para ello, resultan de especial utilidad herramientas fiables que permitan el control en tiempo real de los recursos disponibles (no solo a nivel de hospital sino en red), dotadas de la “inteligencia” suficiente para intentar en base a cada caso, evolución y otros parámetros, prever con un día de antelación, donde se van a requerir los recursos tanto de equipamiento como de posibles necesidades de repuestos. Esta predicción, a través de sistemas de administrativos de gestión y documentación, juntamente con una logística que tenga capacidad de trasladar en el día equipos y repuestos necesarios de un centro a otro, permite que se disponga de lo necesario, en el momento preciso y en el lugar adecuado. Para ello, no debemos obviar la complejidad de los trámites de gestión y administrativos necesarios para evitar contratiempos en esos traslados, como es la necesidad de conformar y validar certificados de movilidad.

En el siguiente apartado se relaciona el equipamiento al que se debe prestar especial atención ya que su adecuado funcionamiento juega un papel determinante en la recuperación de pacientes infectados por COVID-19 (SARS-Cov-2).

## 4.2 Equipamiento electromédico

### 4.2.1 Equipos críticos desde la perspectiva del COVID-19 (SARS-Cov-2)

La enfermedad por COVID-19 (SARS-Cov-2) causa infección del tracto respiratorio, que implica que aproximadamente el 14% de los pacientes necesite hospitalización y soporte de oxígeno, mientras que el 5% puede precisar un ingreso en UCI (porcentajes basados en los datos de contagiados oficiales de las personas a las que se les ha realizado la prueba PCR en los días de redacción del presente documento). En estos casos y según las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud, los equipos electromédicos más críticos para el tratamiento y diagnóstico de los pacientes contagiados son:

- Respiradores invasivos.
- Monitorización de constantes vitales, con especial atención a la temperatura y SPO2.
- Pulsioxímetros.
- Equipos de RX para exploraciones de tórax. Especialmente recomendable emplear los equipos portátiles.
- Ecógrafos empleados para el diagnóstico mediante exploración de tórax.
- Termocicladores para realizar PCR, centrífugas y otros equipos de laboratorio asociado a las pruebas diagnósticas.
- Laringoscopios y videolaringoscopios.
- Termómetros clínicos.
- Bombas de infusión y perfusión.

En aquellos casos en que su situación clínica lo requiera, se debe contar con un carro de parada disponible con al menos un desfibrilador y equipamiento para intubación.

Dada la ingente cantidad de respiradores invasivos que se prevén necesarios, un gran número de centros hospitalarios se están planteando como alternativa, en casos de extrema necesidad, emplear equipos de anestesia para ventilación invasiva de pacientes coronavirus. Recomendamos en cualquier caso, consultar las recomendaciones u observaciones al respecto que cada fabricante hubiese podido elaborar (en el caso de que las hubiera) y contar siempre con la participación activa de anestesistas en la decisión y, llegado el caso, implementación; pues son quienes conocen mejor la operativa y funcionamientos específicos de estos equipos que difieren en varios aspectos de los respiradores de UCI (por

ejemplo, los equipos de anestesia usan circuitos cerrados y los de UCI abiertos).

Otra alternativa **diferente** que también se están planteando muchos centros hospitalarios sería la ventilación mecánica de varios pacientes con el mismo respirador. Un ejemplo de esta técnica puede consultarse en un documento publicado el 20 de marzo de 2020 por Erwan L'Her, jefe del Servicio de Medicina Intensiva y reanimación del CHRU Brest y que ha sido traducido al castellano por el COIIM, gracias a la participación de Carles Calaf, especialista en enfermería médico-quirúrgica y tecnologías hospitalarias para críticos, y a los profesionales de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria del Colegio y la Asociación de Ingenieros Industriales.

#### **4.2.2. Equipos críticos no vinculados al COVID-19 (SARS-Cov-2)**

En otros servicios y aunque no se trate de equipamiento especialmente destinado ni al diagnóstico ni al tratamiento de pacientes con coronavirus, es recomendable extremar las precauciones con los siguientes equipos dado su relevancia con la potencial transmisión del virus:

- Equipos de esterilización.
- Lavadoras y desinfectadoras químicas de endoscopios.

Existen otros equipos críticos que no están intrínsecamente ligados al COVID-19 (SARS-Cov-2) y que es necesario que continúen en perfectas condiciones de funcionamiento:

- Equipos de soporte vital: bombas extracorpóreas, desfibriladores, marcapasos, incubadoras neonatales, etc.
- Equipos de hemodiálisis y hemofiltración.
- Equipos área quirúrgica: mesa quirúrgicas, láseres quirúrgicos, microscopios, etc.
- Equipos asociados al parto: cardiotocógrafos, mesas de parto, etc.
- Equipos de diagnóstico por imagen: Rx, Tac, Resonancias, ecógrafos, etc.

#### **4.2.3. Prioridad en la realización de mantenimientos preventivos y correctivos**

En estos momentos de aislamiento y preocupación por la expansión del virus,

la recomendación general es la de posponer todos los mantenimientos preventivos que no impacten en la seguridad de las personas.

Con esta medida se pretende minimizar la circulación de técnicos por zonas de riesgo y evitar de esta manera un posible vector de contagio. De forma adicional, también se consigue limitar la exposición al virus de personal técnico crítico y garantizar en la medida de lo posible que en el momento que surja la necesidad, pueda abordar actividades más prioritarias en estas circunstancias como puedan ser la adecuación de nuevos espacios o la realización de mantenimientos correctivos.

Por el contrario, conviene en la medida de lo posible realizar una revisión a los equipos que vayan a estar asociados al tratamiento de pacientes infectados con COVID-19 (SARS-Cov-2), de forma que se disminuya el número de intervenciones correctivas una vez que el equipamiento esté en espacios de riesgo.

El equipamiento al que conviene realizar un mantenimiento preventivo, siempre que se disponga del tiempo suficiente antes de su puesta en funcionamiento con pacientes contagiados, es el siguiente:

- Respiradores y equipos de anestesia. Es de especial relevancia vigilar el estado de la batería. Es posible que estos equipos se destinen a espacios habilitados temporalmente para UCI sin UPS o sin grupos electrógenos y deben poder funcionar el máximo tiempo posible sin suministro eléctrico.
- Monitorización: Se debe revisar con atención el estado de las baterías.
- Termómetros clínicos: En aquellos casos que el equipo lo permita, es recomendable hacer un ajuste para asegurar la precisión del equipo.

En cuanto a la realización de mantenimientos correctivos, no se debe menospreciar la importancia de ninguna familia de equipamiento y se deberá priorizar las actuaciones en función de la tipología y redundancia del equipo, según la disponibilidad de cada hospital.

En este sentido, será necesario prestar especial atención a los equipos que por su tipología es probable que exista un elevado número y, por lo tanto, se pueda retrasar el correctivo de aquellos que hayan estado en contacto con pacientes. El objetivo principal es evitar la transmisión del virus y por ello, en caso de que se considere necesario atender dichos correctivos, es necesario extremar su limpieza y desinfección. Los equipos a los que se hace referencia son los siguientes:

- Aspiradores
- Bombas de infusión y perfusión.
- Camas y colchones antiescaras.
- Caudalímetros y vacuómetros.
- Esfigmomanómetros y tensiómetros
- Termómetros
- Fonendoscopios
- Glucómetros
- Laringoscopios
- Mantas calefactoras
- Oftalmoscopios y otoscopios
- Pulsioxímetros portátiles
- Grúas de paciente
- CPAP domiciliarios
- Bombas de insulina

#### **4.2.4. Recuperación de equipos críticos (bajas o averías)**

Se puede plantear la posibilidad de que, en caso de que el hospital tuviese alguno de los equipos críticos enumerados en los apartados anteriores dados de baja o con averías complejas pendientes de resolver, se evaluase su puesta en funcionamiento. Una posibilidad para ello podría ser su reparación con piezas originales de otros equipos en la misma situación, en cuyo caso se debería verificar, con la ayuda de los manuales de servicio, que las versiones del hardware y software fuesen compatibles.

Se han de seguir todas las precauciones necesarias para garantizar en todo momento la seguridad de pacientes y/usuarios. En esta línea procede revisar la existencia de notas de seguridad de los equipos en cuestión (que, de existir, deberían aplicarse) y realizar un chequeo completo de funcionamiento. Si fallase alguna funcionalidad que no comprometiese la salud de pacientes y/o usuarios, se debería indicar de forma visible en el propio equipo para conocimiento de los profesionales que lo pudiesen terminar usando. Si el fallo comprometiese la salud de pacientes y/o usuarios, el equipo no debería ponerse en funcionamiento.

## 4.3 Instalaciones

### 4.3.1. Instalaciones críticas desde la perspectiva del COVID-19 (SARS-Cov-2)

La exposición al virus se puede presentar de dos maneras, mediante la transmisión de contacto cercano a través de gotas “grandes” (> 10 micras), que se liberan y caen a superficies a no más de 1-2 m de la persona infectada, o la transmisión por aire a través de partículas “pequeñas” (<5 micras), que pueden permanecer en el aire durante horas y pueden transportarse a largas distancias.

Estas pequeñas partículas se generan, por ejemplo, al toser, estornudar y hablar. Se forman pequeñas partículas (núcleos o residuos de gotas) a partir de gotas que se evaporan (generalmente en milisegundos) y se desecan. El tamaño de una partícula de coronavirus es de 80-160 nanómetros y permanece activa en condiciones interiores comunes hasta 3 horas en aire interior y 2-3 días en superficies de una habitación (a menos que haya una limpieza específica).

Estas pequeñas partículas de virus permanecen en el aire y pueden viajar largas distancias transportadas por los flujos de aire en las habitaciones o en los conductos de aire de extracción de los sistemas de ventilación.

#### **Ventilación y climatización:**

Teniendo en cuenta el criterio de propagación anteriormente mencionado se recomienda:

- **Aumento del suministro de aire y la ventilación de extracción:**

En edificios con sistemas de ventilación, se recomiendan tiempos de operación prolongados: la modificación de la programación horaria para aumentar la ventilación encendiendo unas 2 horas antes de lo habitual y apagando también más tarde de lo habitual. Se recomienda, si es posible, mantener la ventilación encendida 24 horas, 7 días a la semana, reduciendo las renovaciones de aire cuando se encuentren las zonas desocupadas.

Teniendo en cuenta las necesidades asociadas a la época del año podemos encontrar con incrementos de consumos asociados a calefacción y refrigeración, pero los beneficios con relación al control del virus hacen recomendable esta estrategia.

Esta forma de funcionamiento exige más a las centrales térmicas, especialmente si además se pasa a funcionamiento con todo aire exterior (como veremos más

adelante). Se debe prestar especial atención a las centrales térmicas y se recomienda posponer las paradas prolongadas por mantenimiento de las centrales y equipos de producción térmica, manteniendo el máximo número de equipos disponibles mientras dure esta situación especial.

De manera general se aconseja suministrar tanto aire exterior como sea razonablemente posible. Siendo clave la cantidad de aire fresco suministrado por persona.

Los sistemas de ventilación y extracción de los baños deben mantenerse las 24 horas del día, los 7 días de la semana, y asegurarse de que se crea depresión en las zonas sucias.

- **Funcionamiento con todo aire exterior, evitando recirculación de aire:**

Es necesario evitar la recirculación de aire durante los episodios de COVID-19 (SARS-Cov-2), para ello se pasa a funcionamiento con todo aire exterior permanentemente y se cierran las compuertas de recirculación (a través del control automático o manualmente), en caso de hacerlo a través del control automático es recomendable una comprobación visual para confirmarlo.

La existencia de filtros de aire en retorno y/o impulsión no exime a esta estrategia de evitar la recirculación tal como se ha indicado; los filtros estándar no filtran partículas con virus de forma efectiva. Por otro lado, incluso en caso de climatizadores equipados con filtros absolutos se recomienda evitar la recirculación como medida de precaución adicional, si es posible.

Como se ha descrito anteriormente este modo de funcionamiento exigirá más a las centrales térmicas, que deben tener el mayor número de equipos disponibles.

Este modo de funcionamiento también podría limitar la capacidad de enfriamiento o calefacción y comprometer el confort térmico, que en cualquier caso ha de quedar subordinado a los beneficios en relación con la transmisión del virus.

- **Mayor uso de la ventilación directa si es necesario:**

La recomendación general es mantenerse alejado de espacios abarrotados y mal ventilados. En edificios sin sistemas de ventilación se recomienda el uso activo de ventanas operables (mucho más de lo normal, incluso cuando esto cause cierta incomodidad térmica). La ventilación a través de ventanas es la única forma de aumentar la renovación de aire, en las zonas en las que sea posible. Se pueden abrir ventanas durante 15 minutos aproximadamente al entrar en la habitación.

La apertura de las ventanas del baño se deberá evitar: las ventanas abiertas en inodoros con sistemas de extracción pasiva o mecánica pueden causar un flujo de aire contaminado desde el inodoro a otras habitaciones, lo que implica que la ventilación pueda funcionar en sentido inverso. Si no hay ventilación de extracción adecuada de los inodoros y no se puede evitar su ventilación por medio de ventanas, es importante mantener las ventanas abiertas también en otros espacios para lograr flujos cruzados en todo el edificio.

• **La humidificación y la temperatura interior no tienen efecto práctico:**

El virus COVID-19 (SARS-Cov-2) es bastante resistente a los cambios ambientales y susceptible solo a una humedad relativa muy alta por encima del 80% y una temperatura por encima de 30 °C, que no es alcanzable y aceptable en los edificios por otros motivos (por ejemplo, confort térmico). Por tanto, no parece una opción cambiar la temperatura del aire y los niveles de humedad para un mejor control del virus.

Así, los sistemas de calefacción y refrigeración pueden funcionar normalmente ya que no hay implicaciones directas en la propagación de COVID-19 (SARS-Cov-2). Por lo general, no es necesario ningún ajuste de los puntos de consigna para los sistemas de calefacción o refrigeración.

Asimismo, no hay necesidad de cambiar los puntos de consigna de los sistemas de humidificación. Teniendo en cuenta la estacionalidad actual, estos sistemas no deberían estar en funcionamiento de ninguna manera.

• **Aseguramiento de las secciones de recuperación de calor:**

Los dispositivos de recuperación de calor pueden transportar virus unidos a partículas desde el lado de extracción al lado de impulsión a través de pequeñas fugas. En los intercambiadores de calor rotativos (incluidas las ruedas entálpicas) las partículas se depositan en el lado del aire de retorno de la superficie del intercambiador de calor, pudiendo incorporarse cuando el intercambiador de calor gire hacia el lado del aire de impulsión. Por tanto, se recomienda apagar (temporalmente) los intercambiadores de calor rotativos durante los episodios de COVID-19 (SARS-Cov-2).

En el caso de que exista sospecha de que hay fugas en las secciones de recuperación de calor, es recomendable realizar ajuste de presión o derivación, para evitar una situación en la que una presión más alta en el lado de extracción pueda provocar fugas de aire hacia el lado de impulsión.



La transmisión de partículas de virus a través de dispositivos de recuperación de calor no es un problema cuando el sistema de recuperación está equipado con una unidad de doble bobina, u otro dispositivo de recuperación de calor que garantice una separación del aire del 100% entre el lado de retorno y el de suministro.

• **Control de los fancoils con recirculación local y similares:**

Si es posible, los sistemas descentralizados, como las unidades de fan coil que utilizan la recirculación local, deben pararse para evitar la resuspensión de partículas de virus a nivel de la habitación (especialmente cuando las habitaciones son utilizadas normalmente por más de un ocupante); los filtros de estas unidades no retienen partículas pequeñas ni virus.

Esta recomendación es difícil de llevar a cabo en muchas áreas, porque comprometería la correcta ventilación de las zonas y la climatización. En esos casos, estas unidades se incluirán en las campañas de limpieza, ya que pueden recoger partículas como cualquier otra superficie de la habitación.

Se recomienda la limpieza de rejillas, tanto de impulsión como de retorno, siempre que un paciente contagiado abandone una habitación.

• **Control de los conductos de aire:**

Si se siguen las recomendaciones anteriores sobre el cierre de las compuertas de recirculación, y el funcionamiento en modo todo aire exterior, la limpieza extraordinaria de los conductos no es efectiva contra la posible infección de habitación a habitación: en estas condiciones el sistema de ventilación no sería una fuente de transmisión entre zonas o habitaciones.

Los virus unidos a partículas pequeñas no se depositan fácilmente en los conductos de ventilación y, en cualquier caso, el flujo de aire los arrastraría. Por tanto, no se necesitan cambios en los procedimientos normales de limpieza y mantenimiento de conductos.

Consideramos mucho más importante aumentar el suministro de aire fresco, y evitar la recirculación de aire de acuerdo con las recomendaciones anteriores.

• **Control de los filtros de aire exterior:**

En el contexto de COVID-19 (SARS-Cov-2), la evidencia hasta ahora es que en muy raras ocasiones la contaminación por virus ha sido a través del aire exterior. Solo en el caso de que la salida de los sistemas de extracción de aire se encuentre muy

cerca de la toma de entrada del aire de impulsión (lo cual no debería existir en condiciones normales de cumplimiento de normativa) se debería analizar esa posibilidad.

Desde la perspectiva del reemplazo del filtro, se pueden utilizar procedimientos de mantenimiento normales. No hay indicios de que los filtros obstruidos sean una fuente de contaminación en este contexto, pero reducen el flujo de aire de suministro, lo que tiene un efecto negativo en las contaminaciones interiores.

En conclusión, no parece necesario cambiar los filtros de aire exterior existentes y reemplazarlos con otro tipo de filtros, ni su sustitución antes de lo habitual si no se comprometen los caudales de aire de suministro.

• **Los filtros de aire locales en habitación, utilidad en situaciones específicas:**

Los filtros de aire en una habitación eliminan eficazmente las partículas del aire, lo que proporciona un efecto similar en comparación con la ventilación. Para ser efectivos, los filtros de aire deben tener al menos eficiencia de filtro HEPA, lo cual no es tan habitual. Los dispositivos que usan principios de filtración electrostática en general también funcionan de forma aceptable.

Debido a que el flujo de aire a través de los filtros de aire es limitado, el área que pueden servir de forma efectiva es con normalidad bastante pequeña, generalmente menos de 10 m<sup>2</sup>. Por tanto, si se opta por un filtro de aire, se recomienda ubicar el dispositivo cerca de la zona de respiración.

En cualquier caso, aumentar la ventilación de aire fresco a través del sistema de climatización y ventilación es mucho más eficiente.

Un equipo especial de tratamiento por ultravioleta para el suministro de aire en conducto también es efectivo para matar bacterias y virus, pero esta solución generalmente sólo la encontramos en instalaciones críticas de atención sanitaria, y su instalación a gran escala en un corto plazo de tiempo en amplias zonas de hospitalización, consultas, o circulación, no parece viable.

**Instalación de gases medicinales:**

Dada la necesidad terapéutica de los afectados por COVID-19 (SARS-Cov-2), la red de gases medicinales se vuelve especialmente crítica. Los dos gases más demandados son, según nos dice la experiencia actual en España y los datos provenientes de Italia, el oxígeno y el aire medicinal.

Es importante destacar que la instalación de gases medicinales por su propia naturaleza no debe ser manipulada en ningún caso por personal sin el conocimiento y entrenamiento adecuado.

En condiciones normales, la red de gases medicinales se diseña conforme a lo indicado en la norma UNE-EN ISO 7396 y más concretamente se dimensiona según criterios de dotación de número de tomas por área terapéutica, caudales de diseño y simultaneidad de puestos según la práctica habitual siguiendo los documentos recomendados en la norma, especialmente el cuaderno de cálculo FD S 90-155.

La particularidad de la enfermedad que nos ocupa hace que las previsiones de caudal de cálculo y coeficiente de simultaneidad reflejados en los documentos de diseño se sobrepasen de forma importante.

Centrándonos en los dos principales gases demandados que son el oxígeno y el aire, veamos a modo de ejemplo el cálculo para una red en una zona de habitaciones de hospitalización convencional:

- Oxígeno, caudal de cálculo de 10 l/min, con coeficiente de simultaneidad de 20%.
- Aire medicinal, caudal de cálculo de 30 l/min, con coeficiente de simultaneidad de 10%.

En el caso concreto para un puesto de UCI los cálculos son los siguientes:

- Oxígeno, caudal de cálculo 60 l/min, con coeficiente de simultaneidad de 60%.
- Aire medicinal, caudal de cálculo 30 l/min, con coeficiente de simultaneidad de 60%.

En el área de hospitalización, si una determinada área se destina a pacientes afectados por COVID-19 (SARS-Cov-2), el coeficiente de simultaneidad previsto en los cálculos del 20% se elevará al 100%, es decir 5 veces más. La experiencia en algunos hospitales de Italia es que dicho coeficiente se ha llegado a multiplicar por 7. En el resto de las áreas podríamos hacer cálculos parecidos.

A pesar de que los documentos de cálculo mayoran las secciones de canalización requerida, se están observando casos donde se empieza a producir descenso de la presión en las canalizaciones, con las consiguientes alarmas una vez que el sistema se sale de la tolerancia prevista en la norma. Este efecto se acusa más en instalaciones que han sufrido ampliaciones de dotación sobre los cálculos previstos en proyecto original, o en redes que por su antigüedad están completamente fuera de los criterios anteriores.

La solución normalmente pasa por aumentar la presión de regulación en la línea, siempre y cuando la caída de presión no sea demasiado alta.

Esta solución puede derivar a zonas con presiones superiores a las de diseño en instalaciones concebidas en simple reducción, lo que puede resultar problemático si se sale de la tolerancia marcada de la norma y se activan las alarmas de las redes de gases.

La modificación de presión será menos relevante en instalaciones con diseño en doble reducción, ya que la afectación se limitará aguas abajo del conjunto de segunda reducción del ramal afectado.

En todas ellas, una vez que pase la situación de emergencia se deberá volver a hacer una regulación de presión para evitar alarmas por alta presión.

#### **4.3.2 Instalaciones críticas no vinculados al COVID-19 (SARS-Cov-2)**

El correcto funcionamiento de las instalaciones no vinculadas al COVID-19 (SARS-Cov-2) que son vitales para el funcionamiento del centro deberá garantizarse, asegurando así también la operatividad de las instalaciones críticas vinculadas al COVID-19 (SARS-Cov-2).

#### **Suministro eléctrico:**

En los lugares en los que pacientes estén conectados a respiradores y/o existan medidas de aislamiento con sistemas de ventilación, debe asegurarse la conexión de los sistemas allí instalados y del área en general a un grupo electrógeno de emergencia, así como a sistemas de alimentación ininterrumpida (SAIs). De esta forma se asegura la continuidad de alimentación eléctrica a respiradores, monitorización y sistemas de ventilación generales, además de iluminación y todos aquellos otros sistemas que el hospital requiera para el funcionamiento del área y el soporte de pacientes.

SAIs, grupos eléctricos, centros de transformación, cuadros generales y cuadros secundarios de zonas afectadas deben mantenerse operativos, y se recomienda posponer todas aquellas tareas que impliquen parada prolongada o indisponibilidad de equipos, salvo que sean estrictamente necesarias para asegurar su funcionamiento.

Por otra parte, el cambio de operación en la instalación de ventilación y climatización recomendadas antes en este documento, darán lugar previsiblemente a

un aumento de potencia eléctrica demandada, principalmente para producción térmica.

Por tanto, es recomendable revisar centros de transformación, CGBT y SAIs afectadas para comprobar que este incremento no superará la capacidad de esos elementos de la instalación o puedan poner en riesgo puntualmente su funcionamiento (potencia o temperatura en transformadores, protecciones magneto-térmicas, capacidad de SAIs, etc.) y la continuidad de suministro eléctrico. Si esto ocurriera sería necesario realizar las acciones oportunas para no poner en riesgo la continuidad de suministro.

Por otra parte, debido al posible aumento de potencia necesaria, es recomendable comprobar la carga que soportará el grupo electrógeno y verificar que ésta no supera su capacidad real. Si fuese necesario, se recomienda modificar la estrategia de deslastre de carga (en su caso y si es posible) para asegurar su capacidad en condiciones de corte de red y garantizar la alimentación de las áreas críticas, y/o realizar otro tipo de actuaciones necesarias.

### **Suministro de gas y gasoil:**

También con motivo del cambio de estrategia en la operación de la instalación de ventilación y climatización, es previsible un aumento de consumo de gas y/o combustibles, por lo que se recomienda un control más frecuente de los niveles en los depósitos de acumulación para prever los nuevos intervalos de suministro en caso necesario.

Por otra parte, es recomendable posponer los trabajos que impliquen paradas prolongadas o indisponibilidad de los tanques de almacenamiento, si es posible.

### **Producción térmica (frío y calor), bombeo y distribución, legionela:**

El aumento de los horarios de ventilación y el funcionamiento con todo aire exterior también exige más a las centrales térmicas, por ello se les debe prestar especial atención y se recomienda posponer las paradas prolongadas por mantenimiento de centrales y equipos de producción térmica, manteniendo el máximo número de equipos disponibles.

Es recomendable comprobar que esta nueva situación no supere la capacidad de las centrales de producción, y que en cualquier caso no conlleve un

incumplimiento de los requerimientos legales de prevención contra la legionelosis (Tª de ACS, etc.).

Es aceptable un razonable menor control de los parámetros de confort térmico para funcionar en modo todo aire exterior y con horarios más amplios de ventilación, pero no así un menor control de las medidas contra la legionelosis.

Las centrales de bombeo y las temperaturas, caudales o presiones de distribución también pueden verse afectadas por el aumento de demanda térmica, según el diseño de cada instalación. Por tanto, se recomienda un control adicional para comprobar que las eventuales desviaciones respecto al funcionamiento habitual son aceptables (aunque no fueran las óptimas en condiciones normales) y no ponen en riesgo la continuidad de funcionamiento de otros sistemas en el edificio.

#### **Transporte neumático de muestras y documentos:**

Este sistema no es crítico en sí mismo, pero su funcionamiento disminuye el desplazamiento de personal entre diferentes áreas del hospital, y por tanto las oportunidades de transmisión del virus, por lo que su uso es recomendable que se potencie.

Sin embargo, hay que tener en cuenta la posible contaminación de los propios cartuchos utilizados y su capacidad para trasladarla; por tanto, se recomienda tratar con el Servicio de Medicina Preventiva un sistema de prevención o desinfección de cada cartucho en cada estación inmediatamente antes de ser enviado y después de ser recibido (por pulverización por ejemplo u otro método) y/o de desinfección diaria.

#### **Sistema de vacío:**

Se debe mantener su funcionamiento de la forma habitual, se recomienda poner si es posible los trabajos que impliquen paradas prolongadas o indisponibilidad, a no ser que sean necesarios para asegurar la propia continuidad de servicio.

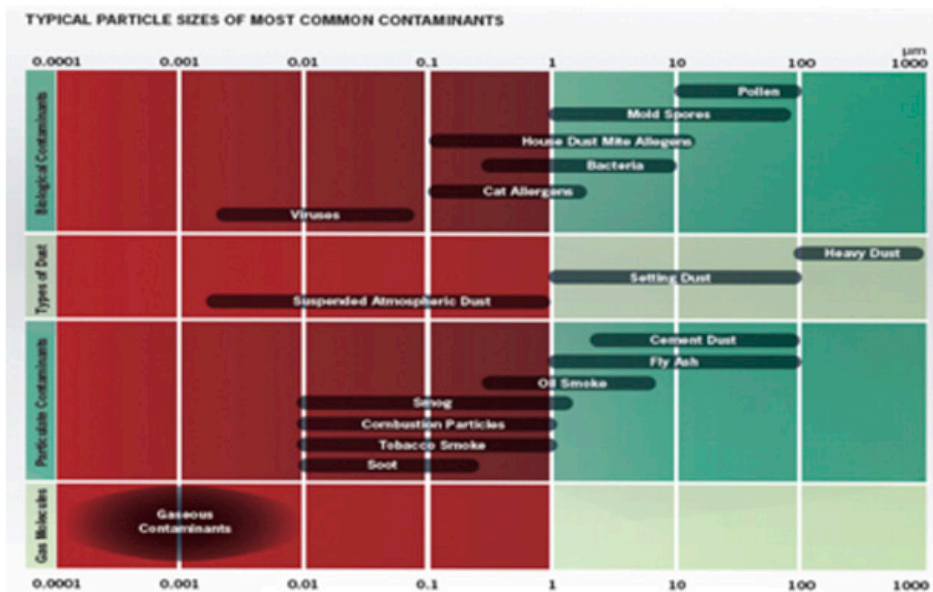
#### ***4.3.3 Instalaciones de filtración de aire***

Las organizaciones profesionales de ingeniería especializada recomiendan filtros de aire HEPA en hospitales, clínicas de control de infecciones y otros centros de salud para eliminar microbios, virus y otras partículas peligrosas.

Las soluciones de filtración de aire dependen de la categoría del riesgo cuando se aplican. Las áreas de alta densidad con el entorno más afectado, como laboratorios, unidades de contención y zonas en cuarentena, necesitan un nivel mucho más alto de protección en comparación con los entornos de exposición de bajo riesgo o las áreas controladas como hogares o espacios de pequeñas empresas. La aplicación de alto riesgo necesita equipos de contención y filtración de aire HEPA Clase H13 EN1822 99,95% MPPS, o superior junto con el uso de equipo y ropa de personal especial, así como un suministro de aire segregado, entre otras precauciones.

La eficacia de los filtros HEPA se mide en porcentaje de retención respecto a MPPS (tamaño de partícula más penetrante). Las MPPS son típicamente de tamaño entre 0,1-0,25 micras. Los virus tienen un tamaño inferior a este rango (<0,1micra) y las bacterias por encima (>0,2micras). Por lo general se unen a partículas más grandes. También es importante entender que los filtros HEPA no matan activamente a los organismos vivos, los capturan y los mantienen dentro de la matriz del filtro.

Por tanto, un filtro H13, con eficacia del 99,95% para MPPS, tendrá una eficacia del 100% para prácticamente todos los virus y bacterias.



Los virus generalmente se propagan a través de microorganismos que se transmiten por el aire. El aire interior es más difícil de recircular y, como consecuencia, es más difícil eliminar los contaminantes. Este aire se confina y no tiene espacio para escapar, al recircular causa la transmisión de infecciones. Por lo tanto, es más probable que se detecten infecciones en el interior.

### **Purificadores:**

Los purificadores de aire, para ser efectivos deben tener, al menos, eficacia de filtración HEPA H-13 EN1822 99,95% MPPS.



Los purificadores de aire pueden suministrar aire extremadamente puro a superficies particularmente sensibles. Los purificadores de aire patentados limpian el aire incluso de las partículas más pequeñas. Con estos equipos se depura y purifica lo que el enfermo exhala al ambiente.

Se recomienda que los caudales de aire y su distribución en los locales sean los adecuados para el espacio en cuestión, así se evitarán zonas donde se pueda respirar aire no limpiado. En las habitaciones habilitadas para la contención y observación de emergencia, a mayores de ventilar lo máximo posible, es conveniente filtrar con depuradores provistos de filtros HEPA H-13 EN1822, 99,95%MPPS que recirculen el aire interior.



### **Equipos de contención:**

Para las extracciones de aire se recomiendan equipos de contención con filtración HEPA H-13 según EN1822 99.95% MPPS, tipo Bag in – Bag out (BIBO) en las extracciones de las zonas que se quieran controlar. Los cajones de seguridad están indicados principalmente para aplicaciones altamente sensibles donde las personas corren riesgo de exposición a virus o microorganismos altamente infecciosos. Después de su uso, se ha de contemplar que los filtros generalmente contienen contaminantes dañinos.

Otra medida de contención recomendable es usar doble puerta en el vestíbulo entre la entrada y la habitación. Una puerta en este espacio reduce la entrada de aire exterior de pasillos y zonas comunes en un 92% aproximadamente a las habitaciones. Con esto se evita contaminar al personal sanitario y al personal de servicio. Si no son posibles estas actuaciones, como solución tenemos los purificadores de aire.

### **Áreas de Alto Riesgo:**

Las áreas que albergan a pacientes catalogados como de alto riesgo, entre los que las hay personas confirmadas con COVID-19 (SARS-Cov-2), requieren un mayor nivel de protección. Si la configuración actual del sistema de ventilación HVAC lo permite, la eficacia mínima recomendada es un filtro HEPA H13 99,95% MPPS con una prefiltración adecuada de eficacia menor. Se recomienda consultar la versión más reciente de EN 1822/ISO 16890 para obtener orientación.

### **Elementos de filtración químicamente inertes:**

Estos filtros deberán cumplir con las normativas de no proliferación de contaminantes tanto en su construcción como en su uso (ISO,VDI,CE, PROSAFE), además de ser resistentes a los productos químicos para su descontaminación.

Según las evidencias sanitarias existentes hasta el momento, el contagio del COVID-19 (SARS-Cov-2) tiene tres posibles vías: a través de gotículas en el aire; a través de pequeñas partículas en superficies que podamos tocar y llevar a ojos, cara o nariz; y a través de vía fecal-oral. La principal que nos ocupa en los sistemas HVAC es la primera vía, que podemos dividir en:

- Transmisión vía gotículas de gran tamaño (> 10 micras). Estas partículas no llegarán a más de 1-2 metros de la persona infectada y caerán sobre superficies cercanas al emisor.
- Transmisión a través de partículas de pequeño tamaño (<5 micras). Estas partículas pueden permanecer en el aire más tiempo y ser transportadas.

El tamaño de una partícula de coronavirus es de 80-160 micras y puede permanecer activa en condiciones climáticas interiores hasta tres horas y sobre superficies hasta 2-3 días (salvo que se realice una limpieza especial).

Centrándonos en estas partículas de pequeño tamaño, resulta recomendable tratar de controlar la transmisión vía gotículas en los locales. Para ello, se han de utilizar de forma correcta los sistemas HVAC.

A continuación, se indican una serie de recomendaciones definidas por REHVA (Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Association): Incrementar la tasa de aire de ventilación, incluso cuando no exista ocupación y mantener la extracción de aire de aseos y zonas de potencial riesgo activa de manera continua.

- La modificación de las condiciones de temperatura y humedad no tienen eficacia frente al control del COVID-19 (SARS-Cov-2): no alterar las condiciones de confort.
- El COVID-19 (SARS-Cov-2) presenta resistencia a cambios ambientales y es vulnerable únicamente con humedades relativas y temperaturas inaceptables dentro de los edificios.
- No usar recirculación. Cerrar las compuertas de recirculación y forzar la utilización de aire exterior 100% incluso cuando esto penalice la capacidad de enfriamiento o calentamiento. Las condiciones de temperatura y humedad representan un papel secundario frente a la higiene en la situación actual.
- El sistema de ventilación es recomendable mantenerlo limpio.
- Se han de seguir los periodos habituales de limpieza de conductos. El sistema de ventilación no es un lugar donde estas partículas se vayan a depositar, sino que serán arrastradas con la corriente de aire, siendo expulsadas al exterior si se cumplen con las indicaciones de los puntos anteriores.
- Reemplazar los filtros de aire exterior en rara ocasión representará una medida efectiva para frenar la posible contaminación por virus en el aire nuevo. El tamaño del COVID-19 (SARS-Cov-2) es inferior a la clase de filtración ISO 16890 ePM1. Por ello, se han de utilizar filtros HEPA.

Las habitaciones diseñadas para este tipo de control de seguridad biológica deberían cumplir:

Estado de depresión y tratadas tanto en la impulsión como en la extracción con filtros HEPA H-13 99,95% MPPS EN 1822, frente a pasillos y zonas comunes.

**Áreas que requieren salas de presión negativa:**

- Habitaciones de aislamiento para infecciones aerotransportadas.
- Salas de espera de urgencias y de radiología.
- Salas de descanso.
- Cuartos oscuros, lavado de vidrio, citología, histología, microbiología, medicina nuclear y patología.
- Esterilización, laboratorios y salas de autopsia.
- Talleres sucios o salas de explotación.
- Habitaciones sucias o descontaminadas para centro médico y abastecimiento quirúrgico.
- Cuartos de lavandería y de basuras.
- Vestuarios de trabajadores.
- Cuartos oscuros, lavado de vidrio, citología, histología, microbiología, medicina nuclear, patología.
- Esterilización, laboratorios y salas de autopsia.
- Talleres sucios o salas de explotación.
- Habitaciones sucias o descontaminadas para centro médico y abastecimiento quirúrgico.
- Cuartos de lavandería y de basuras.
- Vestuarios de trabajadores.

De cara a las instalaciones de observación es altamente desaconsejable la instalación de split, pues puede constituir un foco de difusión de coronavirus grandísimo y enfermar a gente sana.

#### **4.3.4 Prioridad en la realización de mantenimientos preventivos y correctivos**

##### **Instalaciones industriales:**

Se recomienda posponer todos los mantenimientos preventivos no imprescindibles que deban ser realizados en áreas con presencia de pacientes o personal sanitario, incluyendo los *fancoils* de habitaciones y similares, para reducir las oportunidades de transmisión del virus entre diferentes zonas del hospital.

Para las zonas en las que si dispongan de un horario de ocupación se recomienda, si es posible, limitar la entrada para preventivos a los horarios de no afluencia, con un margen desde el fin de la ocupación para asegurar la renovación de aire.

Se recomienda que aquellos mantenimientos que pueda provocar averías en la instalación y puedan ser realizados en otro momento, se pospongan hasta que termine el estado de alarma. Por ejemplo, generalmente el tratamiento anti-legionella ya sea por choque térmico o por cloración (nunca los dos tratamientos a la vez) general que en las instalaciones ya sea por dilataciones o corrosión aparezcan fugas que puedan afectar algunas zonas del centro.

Aquellos mantenimientos que requieran un corte en los suministros (SAIs sin bypass, centros de transformación, baterías de condensadores) que puedan suponer un riesgo y que no sean imprescindibles, se recomienda que sean pospuestos en lo posible para ser realizados en periodos de normalidad.

Se recomienda la organización de un mantenimiento exhaustivo y/o puesta en marcha de equipos que estén de backup. Aquellos que generalmente no sean utilizados y que se puedan requerir en la situación actual (enfriadoras, calderas, grupos electrógenos).

Se recomienda realizar todos los trabajos de mantenimiento correctivo, adoptando en su caso las protecciones necesarias que indique el supervisor de la zona o el servicio de medicina preventiva, en caso de que sea necesario.

##### **Instalación de gases medicinales:**

A continuación, se da una serie de recomendaciones que antes de adoptarse, deberían ser acordadas por escrito entre el centro hospitalario y el suministrador, ya que pueden suponer un incumplimiento de las obligaciones contractuales o de las recomendaciones del fabricante.

Tareas que pueden ser aplazadas:

- Análisis de calidad del gas en puntos de consumo.
- Revisiones rutinarias de equipos que no impliquen sustituciones de piezas según recomendaciones del fabricante.
- Mantenimiento preventivo de centrales de backup, etapas de regulación y tomas de gases (por la robustez de estos equipos se aconseja realizar únicamente tareas de mantenimiento correctivo).
- Mantenimiento preventivo de filtros bacteriológicos de redes de vacío.

Tareas que no deben ser aplazadas

- Mantenimientos correctivos.
- Pruebas legales de equipos a presión (al menos mientras la autoridad competente no exime temporalmente de su realización).
- Mantenimientos preventivos de equipos que impliquen sustituciones de piezas según recomendaciones del fabricante.

## 4.4 Suministros

### 4.4.1. Gases medicinales

#### 4.4.1.1 Fuentes

Basado en la experiencia que nos llega de Italia, las fuentes más confiables son, con mucha diferencia, los propios tanques de líquido criogénico. La disponibilidad de producto en las plantas de suministro es altísima, por lo que no se verá afectado el suministro más allá del crecimiento de consumo que obligará a aumentar la frecuencia de llenado de los tanques.

En estas circunstancias el suministro con botellas es el menos fiable, ya que por la propia tipología del producto, se requiere un buen retorno de envases vacíos a las plantas de llenado para poder mantener el flujo de suministro.

Bajo estas condiciones estamos observando que el retorno se ralentiza dramáticamente, lo que corresponde con la experiencia reportada al respecto desde Italia. Esto está sucediendo principalmente por dos motivos:

- Sobrestock (aumento de dotación de los centros hospitalarios).
- Ralentizado del flujo de botellas dentro del centro hospitalario, por medidas de asepsia de las botellas al salir de zonas infectadas, etc.

Por otra parte, en el caso de que se pretenda acometer ampliaciones de zonas suministradas desde botellas, se ha visto que este sistema no es fiable. Una botella al flujo demandado por estos pacientes sólo dura unas pocas horas, lo que hace inviable mantener un número de pacientes medio suministrado mediante esta solución.

Por todo lo anterior, se recomienda que las nuevas zonas de puestos que se instalen para la emergencia se hagan mediante instalación de tomas alimentadas por canalización (a su vez alimentada por fuente de líquido criogénico).

#### 4.4.1.2 Red de suministro

Como se ha indicado en el punto 4.3.1, la condición de cálculo para la que está dimensionada la red del hospital se puede ver comprometida con facilidad una vez que ya estén los pacientes en la zona.

Si la caída de presión es fuerte se puede ver comprometida la correcta administración del oxígeno o aire en el área, afectando también esa caída de presión

a todas las zonas alimentadas aguas abajo del mismo regulador (conjunto de segunda reducción o regulador principal en su caso).

La caída de presión, sin tener que ser muy alta, puede tener incidencia en el funcionamiento de equipamiento sensible a este parámetro como son respiradores y máquinas de anestesia.

De igual forma también afectará a la posología dispensada por caudalímetros que tienen tarados para presiones dentro del rango de tolerancia de la norma.

La presión nominal se deberá mantener dentro de los valores de la norma, es decir entre 4 y 5 bar, con un tarado de alarmas que se encuentre conforme indique la norma en un  $\pm 20\%$  sobre la presión nominal.

Como es lógico para lograr el máximo flujo podemos regular la presión más cerca de los 5 bar. Siempre con atención en los sistemas que no cuentan con conjuntos de segunda reducción para que no se sobrepase este valor en alguna zona del hospital. En el caso de contar con conjuntos de segunda reducción la regulación se hará sólo para el ramal indicado. No olvidar tarar las alarmas al  $\pm 20\%$  de la presión nominal para detectar cualquier mal funcionamiento (elevación de presión por paso directo del regulador o caída de presión por cualquier motivo).

Es importante introducir este criterio en la evaluación de la idoneidad de un área para el ingreso de pacientes con alta demanda de oxígeno o aire.

También es importante evaluar este criterio a la hora de plantear el punto más adecuado de realizar el “picaje” sobre canalizaciones existentes para instalar nuevas redes de emergencia dedicadas a la habilitación de nuevas zonas de tratamiento de pacientes Covid-19.

Por supuesto cualquier modificación/ampliación de la red debe ser llevada a cabo por técnicos competentes en la materia con el conocimiento y entrenamiento adecuado.

Para este tipo de intervenciones sería necesario contactar con el proveedor habitual para que de soporte de ingeniería a la hora de evaluar la mejor solución, y posteriormente provea los técnicos y materiales adecuados.

La urgencia no debe dejar de lado que se realicen los debidos programas de puntos de inspección para garantizar que la red construida es perfectamente funcional y segura para los pacientes.

#### 4.4.1.3 Telemedida

Los sistemas de telemedida instalados habitualmente en las fuentes de suministro son robustos y fiables con carácter general.

No obstante, dada la excepcionalidad de la situación, es muy previsible que las redes de comunicación ya sea por línea terrestre o tecnología inalámbrica, estén sometidas a un estrés muy superior al normal, lo cual podría derivar en fallo de comunicación.

Por tanto en estos casos de emergencia es altamente recomendable introducir dentro de las rondas de chequeo habituales del servicio de mantenimiento todos las fuentes de suministro, tanques criogénicos y centrales de botellas para controlar los niveles de líquido criogénico en los tanques y presión remanente en las rampas de botellas de *backup*. Es recomendable como mínimo una ronda cada 6 u 8 horas.

Cualquier variación anormal de las presiones o niveles de tanque deben ser inmediatamente reportadas al suministrador para que reponga los productos.

#### 4.4.1.4 Estado de la instalación

Como hemos visto, la instalación de gases medicinales es absolutamente crítica en esta situación y va a estar sometida a un uso intensivo muy por encima del que se hace de forma normal.

Se debe realizar verificación periódica del estado de los componentes críticos de la instalación, es decir, tanques criogénicos, centrales de botellas, reguladores principales, conjuntos de segunda reducción y sistemas de alarma. Se verificará también la condición de formación de hielo en los gasificadores de los tanques criogénicos (que se prevé superior a la habitual), válvulas de seguridad, etc.

Será altamente recomendable introducir estos elementos dentro de las rondas del servicio de mantenimiento (mínimo 3 ó 4 rondas al día).

Se deberá estar atento especialmente a cualquier variación de presión sobre la nominal del centro, especialmente en las horas de pico de consumo en función de la actividad del mismo, si bien en este tipo de emergencia pueden diferir de las horas de consumo pico habituales.

Se controlará si se producen ruidos o vibraciones en los reguladores, así como



condensación por encima de la habitual, lo que denotaría que los equipos están trabajando en condiciones anormales.

Se debe vigilar si se producen silbidos y/o vibraciones en las canalizaciones que alertan también flujos por encima de las condiciones normales.

Es importante que todo el personal que manipule la instalación de gases medicinales cuente con los conocimientos y el entrenamiento adecuado, y siga escrupulosamente todas las consignas de seguridad. En estos momentos de crisis se ha de ser especialmente cuidadoso con todo lo relativo a la seguridad y no tomar atajos.

Ante la mínima duda contactar con el proveedor de gases que estará en la mejor disposición de ayudar.

#### **4.4.2 Electricidad**

La electricidad es el suministro más importante que existe en un edificio sanitario. Hoy en día sería impensable alumbrar con velas las habitaciones o quirófanos como se hacía a principios del siglo pasado. Además, el equipamiento electromédico del que depende el soporte vital de muchos pacientes funciona sólo con electricidad.

Por todo ello, garantizar el suministro eléctrico en un hospital es un fundamental en cualquier momento, pero en situaciones de alarma como la actual se convierte en un factor crítico y de vital importancia, debido a que existen numerosos pacientes cuya vida depende de la máquina a la que están conectados.

##### **4.4.2.1 Red de grupo y SAI**

En un hospital, disponer de grupos electrógenos no solo es indispensable sino obligatorio según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (RBT). Según la ITC-BT 28 se ha de disponer de grupo de suministro complementario de electricidad para alumbrado de emergencia. Añadido a esto, la ITC-BT 39 especifica que en quirófanos y salas de intervención debe de existir un suministro complementario al grupo.

Evidentemente, el sistema de alimentación a través de grupos electrógenos, según el reglamento en situaciones como la actual, no es suficiente. Por lo tanto, para garantizar el suministro según las necesidades mencionadas es necesario

poder disponer de una fuente de suministro alternativa y segura, mediante grupos o SAI's en una serie de zonas además de las indicadas en el RBT, las cuales se detallan a continuación por orden de criticidad:

- UCI
- Reanimación
- Neonatología
- Urgencias
- Grupos de presión de agua
- Grupo de vacío
- Alumbrado Hospitalización (incluyendo Psiquiatría)
- Laboratorios (principalmente urgencias)
- Endoscopias
- Alumbrado radiología
- Ascensores críticos
- Servicios esenciales de administración

En el caso de equipos de radiología, si se dispone de potencia suficiente en grupos mediante redundancias escalonadas, debería poder conmutarse en caso de necesidad alguna sala de RX o TAC; aunque esta situación no es la habitual en la mayoría de los hospitales. En caso de no disponer de un grupo redundante, se deberán utilizar los equipos portátiles de RX, debiendo prever un número mínimo suficiente de ellos. Estos equipos son manejables, de gran eficiencia y coste asequible.

No obstante, en caso de ausencia de potencia instalada redundante a base de grupos electrógenos y en casos de emergencia, se pueden dar soluciones provisionales a base de poner a disposición del hospital grupos de alquiler suficientemente preinstalados, para que a través sencillas maniobras manuales, se pueda dar servicio alternativo o sustitutivo.

Como medida complementaria no alternativa, se considera vital la instalación de SAI's en zonas críticas, garantizándose la continuidad de la alimentación eléctrica durante los períodos transitorios de conmutación de los grupos. Con ello, también se garantiza el correcto funcionamiento de los equipos críticos o vitales, en caso de fallo de las propias baterías de seguridad.

La recomendación es que: "Toda zona susceptible de tener conectado un equipo de soporte vital debe de disponer de SAI", con la suficiente potencia y autonomía,

no menos de 20 minutos a plena carga. Además, debe ser de tipo online, es decir, que la carga esté alimentada continuamente sin conmutaciones entre fuentes de suministro. Se recomiendan las siguientes zonas:

- UCI
- Reanimación
- Urgencias
- Zonas habilitadas para pacientes con soporte respiratorio

#### 4.4.2.2 Monitorización del consumo

La monitorización del consumo en situaciones como la actual, no es relevante. Se deben de almacenar los datos para analizarlos cuando la situación lo permita.

#### 4.4.2.3 Estado de la instalación

Mantener un buen estado de la instalación eléctrica es obligatorio, ya no solo en este tipo de situaciones, sino en el día a día. Además de tener toda la documentación (esquemas unifilares, potencias, etc.) actualizada y disponible. Una mala selectividad o una ineficiente red equipotencial, puede hacer que un fallo en cualquiera de los miles de equipos instalados, tanto asistenciales como de servicios, produzca el disparo aguas arriba de elementos principales de protección. Ello puede suponer, no solo la interrupción del suministro a zonas vitales, sino la gran dificultad añadida de localizar el origen de la avería.

Las acciones para tomar por orden de prioridad son:

- Revisión paneles de aislamiento zonas críticas.
- Revisión cuadros zonas críticas.
- Revisión de red equipotencial.
- Revisión térmica de cuadros críticos, aguas arriba y aguas abajo.
- Revisión de transformadores y condensadores.
- Análisis de selectividad por zonas críticas.

Un punto importante es poder disponer de suministros de reserva. En los diseños se suelen dejar un 20% de los instalados para que bajo una emergencia se pueda tener esa potencia extra que permita en casos excepcionales, dar suministro a nuevas zonas con las garantías de instalación y almacenamiento.

## 4.5 Actuaciones de acondicionamiento

Las actuaciones de acondicionamiento de un área como UCI deben tener como punto de partida:

- Número de camas necesarias.
- Espacios disponibles dentro del hospital.
- Disponibilidad de instalaciones y cercanía.
- Disponibilidad de recursos humanos y materiales para hacer la conversión. Incluidos los propios y los de los proveedores.

En siguientes apartados, se plantean diferentes escenarios según la rapidez de actuación y disponibilidad de recursos:

- Acondicionamiento inmediato: Necesidad de disponibilidad alta y con el mínimo material existente (instalación mínima).
- Acondicionamiento en medio plazo: Necesidad de disponibilidad media y con posibilidad de suministro de material.

### 4.5.1 Acondicionamiento de zona para UCI

Las instalaciones mínimas requeridas para poder acondicionar un espacio como UCI son:

- Instalación de gases medicinales: O<sub>2</sub>, aire medicinal y vacío
- Instalación eléctrica: Tomas eléctricas conectadas a línea de grupo.
- Climatización: En presión negativa si es posible.
- Separación física entre pacientes: mediante biombos, cortinas, estores, según disponibilidad de cada uno de ellos.

#### 4.5.1.1 Acondicionamiento inmediato

Para acondicionar una zona como UCI, en el menor tiempo posible y con pocos medios, el primer planteamiento debe ser usar espacios que dispongan de las instalaciones mínimas requeridas o que necesiten de muy pocas modificaciones.

- UCIs de neonatos: No requería ningún cambio en principio.
- Los quirófanos disponen de todas las instalaciones necesarias (instalación

de gases e instalación eléctrica), faltando únicamente una separación física entre pacientes. Como ejemplo de ratio con una superficie media de 45 m<sup>2</sup> por quirófano se podrían distribuir 4 pacientes por quirófano.

- Dentro del bloque quirúrgico las zonas de reanimación (REA) comparten varios de los requisitos y en cualquier caso las instalaciones que fuera necesario modificar están muy cerca y requerirían de poco trabajo.
- Si se opta por una zona ambulatoria de consultas, se debe elegir zona que disponga al menos de O<sub>2</sub> y vacío, completando el aire medicinal mediante una botella para cada dos pacientes dotada de manorreductor y caudalímetro con doble salida.
- Los hospitales de día pueden ser otra opción, aunque en este caso, pueden no tener todas las instalaciones disponibles y habría que analizar caso por caso, la dificultad que entrañan.
- Antiguos quirófanos o UCIs reconvertidas cuyas instalaciones siguen operativas o en punta con fácil recuperación.

También es importante reseñar que todas estas zonas reconvertidas en UCI, debe tener una validación de la parte asistencial y en especial del servicio de medicina preventiva.

#### 4.5.1.2 Acondicionamiento en medio plazo

En el caso de disponer de más tiempo y más medios se pueden abrir nuevas posibilidades no contempladas en el apartado anterior.

A las instalaciones mínimas anteriormente indicadas, se podría añadir, por orden de importancia:

- Separación entre pacientes mediante la realización de boxes individuales con mampara o pladur. Existen dos opciones: subir panelado hasta techo o dejando altura libre en la parte superior. Esta última solución es preferible porque permite aprovechar la instalación de la climatización existente, sin necesidad de instalar toma de difusión y extracción por cada box.
- Instalación de climatización (filtración HEPA y presión negativa): La presión negativa se podría conseguir implementando extractores en los conductos de extracción de dichas áreas, que en muchos casos es complejo. La calidad de aire y filtración HEPA tendría fácil solución a través de unidades de filtración de aire autónomas, cuya instalación es rápida.

- Sistema de comunicación paciente-enfermera: En función de la gravedad del paciente y su posible disposición a utilizarlo. Lo debería valorar la parte asistencial.
- Instalaciones de repetición de alarmas de los equipos de monitorización.
- Cámaras de vigilancia en los boxes de los que se disponga baja visibilidad.

Las zonas diáfanos permiten organizar los espacios de forma flexible, así como realizar una instalación vista, cuya ejecución es más rápida:

- Gimnasios de rehabilitación
- Aulas
- Consultas
- Auditorios
- Espacios exteriores mediante casetas prefabricadas
- Hospitales militares de campaña

#### **4.5.2 Acondicionamiento de zona para hospitalización**

Las instalaciones mínimas requeridas para poder acondicionar un espacio como área de hospitalización son:

- Instalación de gases medicinales: O<sub>2</sub> y vacío.
- Instalación eléctrica: Tomas eléctricas conectadas a línea de grupo si es posible.
- Aseo con dotación mínima de lavabo e inodoro.
- Separación física entre pacientes: mediante biombos, cortinas, estores, según disponibilidad de cada uno de ellos.
- Sistema llamada paciente-enfermera (en función de lo requerido por la parte asistencial, puede ser indispensable o no)

##### **4.5.2.1 Acondicionamiento inmediato**

Para acondicionar una zona para hospitalización de forma inmediata, lo primero que habría que valorar son los posibles espacios que más se asemejen a los requerimientos anteriormente indicados.

En este caso, una zona ambulatoria de consultas sería lo ideal, puesto que disponen de instalación de O<sub>2</sub> y vacío, incluso estor o cortina para separar zona de camilla del resto de la consulta. Hay áreas de consultas como Urología, Ginecología y

similares que suelen contar con aseos en el interior de las consultas, y si no siempre se podrían utilizar los aseos de la sala de espera como aseos comunitarios.

#### 4.5.2.2 Acondicionamiento en medio plazo

En este caso se puede recurrir, al igual que en el caso de la UCI, a una zona diáfana sobre la cual llevar a cabo una instalación integra, planteándose tres opciones ordenadas por criticidad:

- Zona diáfana con separación entre pacientes mediante cortinas, biombos o estores y zona de aseos comunitarios.
- Habitaciones individuales o dobles con pladur y zona de aseos comunitarios para todas ellas
- Habitaciones individuales o dobles con aseo incluido en cada una de ellas

En cada uno de los casos anteriores se podría valorar, para evitar realizar una nueva instalación de gases, suministrar el O<sub>2</sub> mediante una botella de 50 l para cada dos pacientes, dotada de manorreductor, caudalímetro y doble salida. Para el vacío se podrían utilizar equipos autónomos de vacío.

#### 4.5.3 Acondicionamiento de zona de Urgencias

Las instalaciones mínimas requeridas para poder acondicionar un espacio como zona de urgencias se encuentran en un punto intermedio entre UCI y hospitalización:

- Instalación de gases medicinales: O<sub>2</sub> y vacío.
- Instalación eléctrica: Tomas eléctricas conectadas a línea de grupo.
- Separación física entre pacientes: mediante biombos, cortinas, estores, según disponibilidad de cada uno de ellos.

En este caso, lo más importante e imprescindible es que sea una zona anexa o lo más cercana posible a la urgencia para poder facilitar su funcionamiento, puesto que tiene dependencia directa de ella, a diferencia de una UCI o una hospitalización que pueden funcionar de forma independientemente.

Los espacios más adecuados son zonas lo más diáfanas posibles en las que situar el mayor número de camas separadas con cortinas o biombos y con tomas de gases, bien mediante nueva instalación o bien mediante botellas.

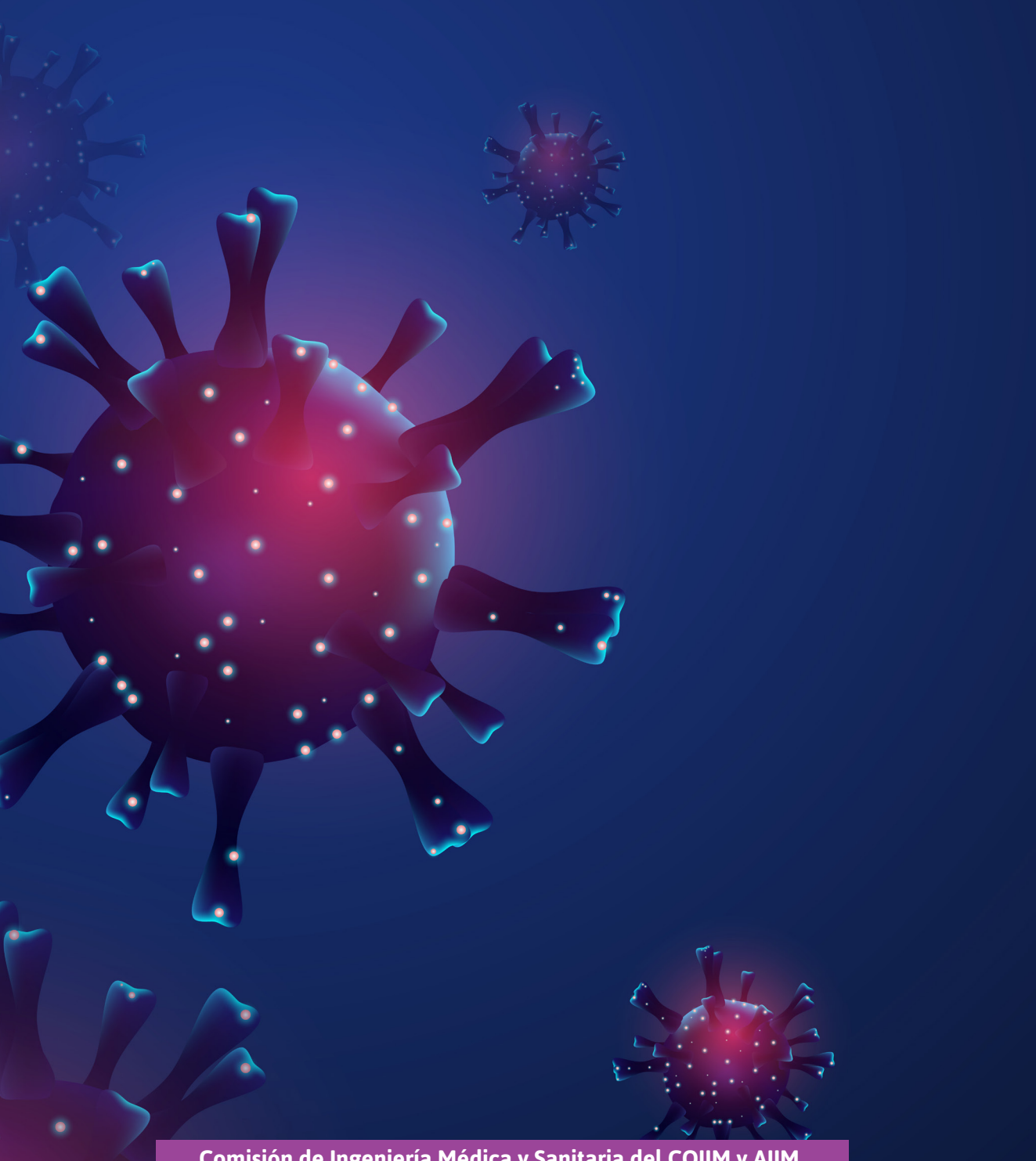
#### 4.5.3.1 Circulación de personas en urgencias

Indispensable analizar y generar circuitos independientes para pacientes con síntomas, incluso desde la propia sala de triage, donde deberían ser dos independientes, y zona de espera. Es oportuno generar zonas perfectamente diferenciadas. Evaluar los circuitos a rayos desde urgencias por la necesidad de efectuar placas y disponer o trasladar incluso algún portátil de RX para aumentar la eficiencia del servicio.



# 5 BIBLIOGRAFÍA

- **PROTOCOLO DE VENTILACIÓN MÚLTIPLE CON UN SOLO VENTILADOR PARA SITUACIONES DE PANDEMIA/CATÁSTROFE SANITARIA**  
<https://portal.coim.es/comunicacion/noticias/el-colegio/protocolo-de-ventilacion-multiple-con-un-solo-ventilador-para-situacion-de-pandemia-catastrofe-sanitaria-405>
- **Plan de Contingencia de la SEMICYUC y SEEIUC frente al COVID-19**  
[www.semicyuc.org/covid-19](http://www.semicyuc.org/covid-19)
- **Ministerio de Sanidad. (2010).** *Unidad de cuidados intensivos. Estándares y recomendaciones.*
- **WHO (World Health Organization).** (2020). *Clinical management of severe acute respiratory infection (SARI) when COVID-19 disease is suspected*
- **EN 1822 / ISO 16890 Filtración**
- **Hung LS.** *The SARS epidemic in Hong Kong: what lessons have we learned?* *J R Soc Med.* 2003;96(8):374–378.
- **Annie Browne, MPH, Sacha St-Onge Ahmad, MPH, Charles R. Beck, PhD, Jonathan S. Nguyen-Van-Tam, DM,** *The roles of transportation and transportation hubs in the propagation of influenza and coronaviruses: a systematic review, Journal of Travel Medicine, Volume 23, Issue 1, January 2016, tav002,*  
<https://doi.org/10.1093/jtm/tav002>
- **Global MediXchange for Combating COVID-19 (GMCC)** by The Jack Ma Foundation and Alibaba Foundation
- **UNE-EN ISO 7396-1:2016.** *Sistemas de canalización de gases medicinales. Parte 1: Sistemas de canalización para gases medicinales comprimidos y de vacío. (ISO 7396-1:2016).*
- **FDS 90-155.** *Systèmes de distribution par gaz médicaux comprimés et vide. Compléments pour la conception et la réception*



**Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria del COIIM y AIIM**



Colegio Oficial de  
Ingenieros Industriales  
de Madrid

