

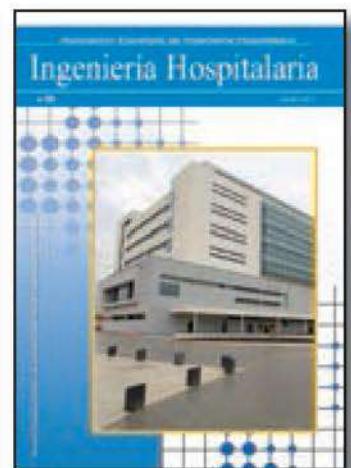
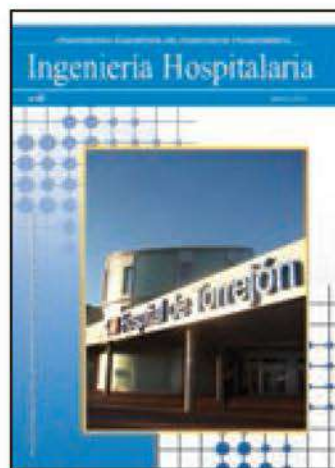
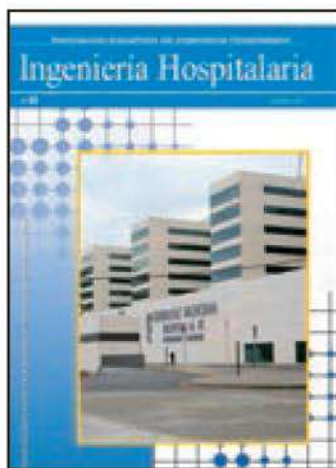
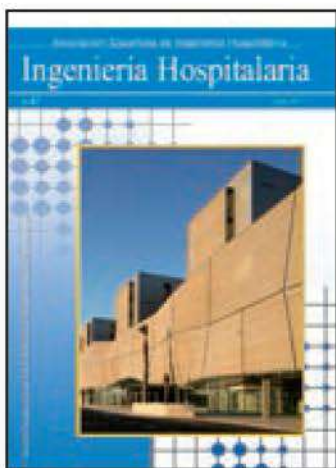
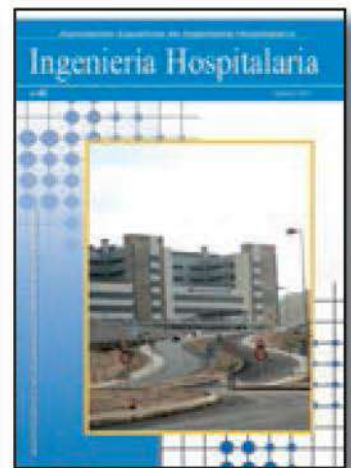
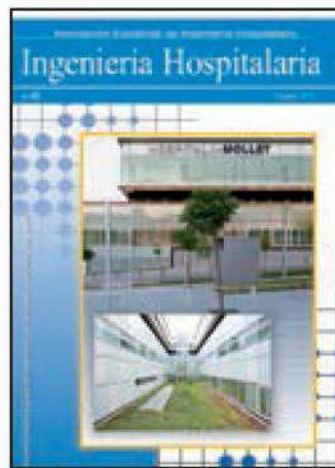
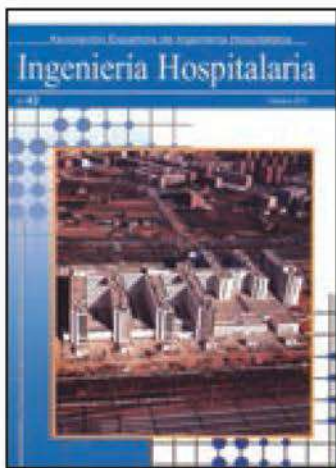
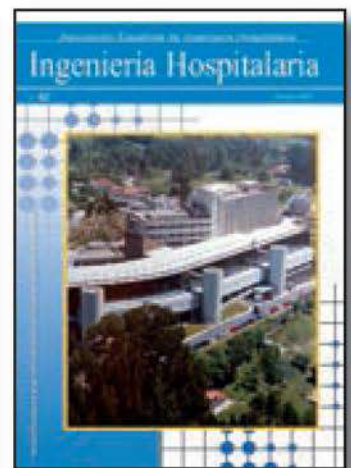
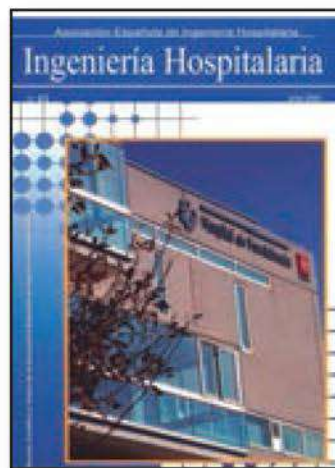
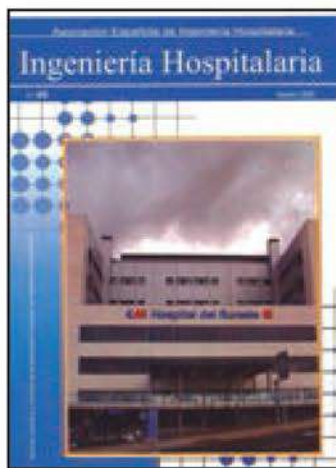
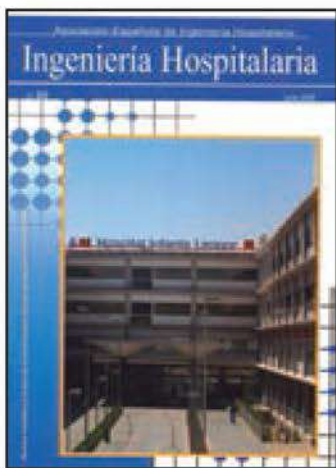
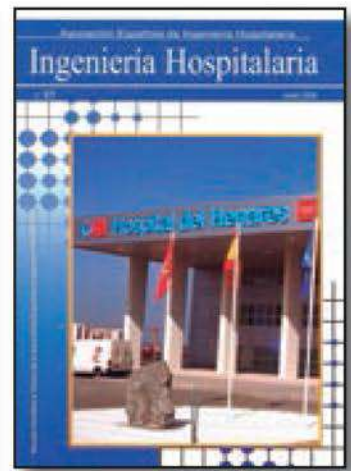
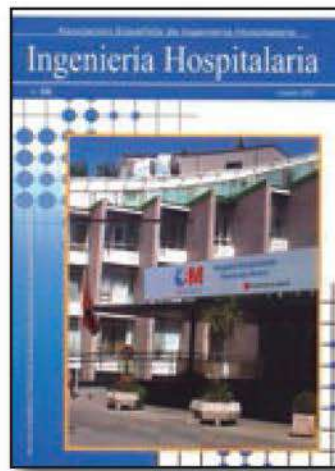
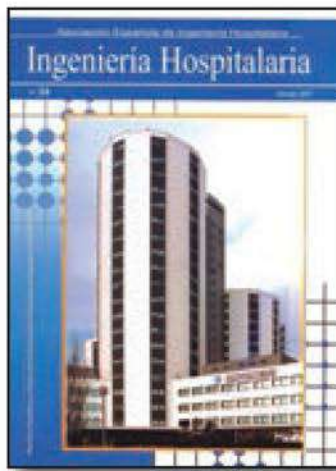
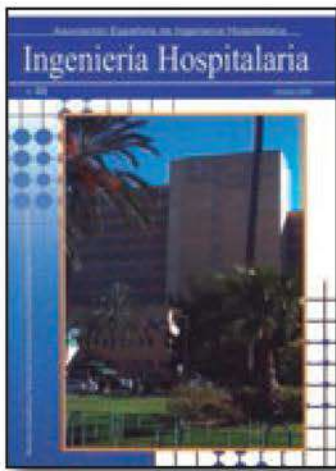
2023 AEIH Anuario



Actual Hospital Universitario de A Coruña



Futuro Hospital Universitario de A Coruña



Portada – Hospital Universitario – A Coruña

04 La Asociación Española de ingeniería Hospitalaria

05 Editorial – Toda una vida

INGENIERÍA HOY – Artículos técnicos

07 Proceso para la decisión de una nueva infraestructura hospitalaria

Luis González Sterling – Arquitecto – Argola Arquitectos SLP

El artículo expone el proceso de decisiones a tomar para actualizar infraestructuras hospitalarias, reforma, ampliación o sustitución y su aplicación al nuevo hospital 12 de Octubre.

11 Retos y riesgos del abastecimiento de oxígeno medicinal

Eduardo Ferrero – Ingeniero – Director Industrial Air Liquide

La irrupción del Covid que ha hecho necesaria la incorporación de la terapia de Alto Flujo por cánula nasal, ha incidido en un cambio de patrón del consumo, con una mucho mayor necesidad de O₂.

14 Oxígeno medicinal medicamento esencial en la pandemia

Salvador Díaz – Director médico – Oximesa & Nippon Gases

La pandemia ha evidenciado carencias relacionadas con este medicamento, así como nuestra fragilidad. Discutimos aquí los puntos débiles que debemos reforzar para afrontar el futuro.

17 Caracterización de consumos energéticos en hospitales

Ángel Sánchez et al. – Ingeniero – JG Ingenieros

En la gestión energética de los hospitales es oportuno partir de datos obtenidos de estudios comparativos de consumos propios y referencias externas que nos pueden orientar en nuestros objetivos.

21 El control de las instalaciones hospitalarias

Mónica Sánchez – Ingeniera – Hospital Clínico U. Valencia

La inquietud del Servicio de Ingeniería por la eficiencia y eficacia de los equipos e instalaciones del hospital, ha promovido una considerable ampliación del sistema VIGÍA.

24 La interoperabilidad de dispositivos e instalaciones para optimizar la gestión energética

Fernando Durban – Director Inst. y Eficiencia Energética – GEE

En un hospital muchos elementos funcionan de manera aislada sin interactuar. Proponemos seleccionar aquéllos que por su criticidad sea oportuno monitorizar para mejorar la eficiencia en la gestión.

27 El nuevo Hospital San Juan de Dios, Sevilla, sostenibilidad y eficiencia energética

Manuel Olmedo – Ingeniero – Responsable Ingeniería

El Hospital supone una apuesta decidida por la implantación de tecnologías y sistemas de gestión, basados en criterios de eficiencia energética y sostenibilidad medioambiental.

30 Algoritmos de Inteligencia Artificial en optimización energética

Miguel Bayo – Ingeniero – Honeywell Healthcare

Los algoritmos de Inteligencia Artificial son capaces de, analizando los datos del BMS, tomar el control de la instalación de forma dinámica y en tiempo real aportando importantes ahorros.

33 Descarbonización de las instalaciones térmicas en centros hospitalarios

Francisco Javier Sanabria – Ingeniero – Keyter Technologies

Según el European Green Deal, (París 2019) Europa se compromete a ser un continente “carbon neutral” en el año 2050. Cualquier actividad deberá ser neutra en emisiones de CO₂.

37 Cálculo y reducción de la huella de carbono en el Hospital Universitario La Paz

Sara Gusi et al. – Ingeniero – Servicio de Mantenimiento

El Hospital U. La Paz ha decidido medir la huella de carbono de las fuentes emisoras de gases efecto invernadero y su impacto en el cambio climático, planteando un plan de medidas correctoras.

40 El fin de la humanización. Una visión holística de la arquitectura para la salud de las personas

Ramón Torrents et al. – Arquitecto – Ahead PSP Arquitectura

La humanización tiene que formar parte de un conjunto de decisiones de diseño. Las neurociencias aplicadas al diseño arquitectónico nos ayudan a entender cómo nos afecta el entorno.

42 Nanotectura – Influencia del color en entornos hospitalarios

Paula Gómez Vela – Arquitecta, Dra. Biomedicina – Veladesign ID

El artículo presenta los resultados detallados del estudio del efecto beneficioso de un entorno arquitectónico cálido para los pacientes oncológicos en tratamiento de quimioterapia frente a un entorno frío.

47 Control de contaminación en la red de saneamiento del HUVR

José Eduardo Buñuelos – Ingeniero – H.U. Virgen del Rocío

El artículo describe el proyecto de diferenciación y tratamiento de los vertidos de la cocina con una reducida inversión, con la que se consigue una importante reducción de la penalización por vertido.

49 Cobre antimicrobiano en hospitales. Nuevos métodos de aplicación

Luis A. Sánchez Guillén – Presidente Alcora Salud Ambiental

Un nuevo método de aplicación de Cu por proyección en frío, mucho más eficaz que el de láminas adheridas, incorpora las propiedades antimicrobianas al soporte de una manera permanente.

51 Sifones autodesinfectables en los hospitales

Miguel Sánchez Fernández – Director General – Alcora

El artículo presenta la eficacia probada de un sistema de desinfección de los desagües en lavabos y fregaderos. Una alternativa ecológica a la aplicación de productos biocidas.

53 Nuevos avances en ingeniería clínica aplicada

Laura A. Gómez – Ingeniera – Vicepresidenta de la CIMYS

La ingeniería clínica es una gran aliada del equipo médico como encargada de aplicar la tecnología con la finalidad de brindar innovación y contribuir a cubrir la demanda de servicios sanitarios.

55 Kaizen: aplicación de la metodología Lean en un hospital de tercer nivel

José Domingo Sanmartín et al. – Ingeniero – HUVR

El artículo explica el proyecto de aplicación de la metodología Lean en la gestión optimizada de los procesos de atención al paciente de la UCI y Servicio de Oftalmología del HUVR.

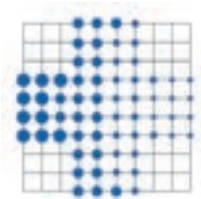
58 AEIH Formación

59 PUNTO DE ENCUENTRO:

59 – XI Encuentro Global de Ingeniería Hospitalaria.

65 – Congreso AEIH/A Coruña 2023.

68 NOTICIAS DE ACTUALIDAD



Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria

La AEIH es una Institución científica y de estudio, de ámbito nacional, sin fines de lucro

El ámbito personal y profesional se refiere a todos aquellos titulados que desempeñen funciones de gestión y técnicas en Instituciones Hospitalarias, y en general, a todos los profesionales que desarrollen actividades de diseño, ejecución o mantenimiento, relacionadas con la ingeniería, los servicios, los equipamientos médicos y la arquitectura sanitaria. En adelante, todas estas funciones, profesiones y actividades se denominan, en lo que a la Asociación y a sus Estatutos se refiere, Ingeniería Hospitalaria.

Los fines de la Asociación son: La organización de Jornadas Técnicas, Seminarios y Congresos Nacionales e Internacionales de Ingeniería Hospitalaria, que tendrán como objeto el estudio y deliberación sobre temas de carácter científico y técnico relacionados con la misma, intercambio de experiencias, y convivencia social. La edición de publicaciones de carácter científico y técnico referentes a la Ingeniería Hospitalaria y la formulación de conclusiones o propuestas en torno a los mismos. El fomento del conocimiento y formación continuada de sus miembros. Asesoramiento en las materias de su competencia a todo tipo de administraciones u organismos tanto públicos como privados.

Los beneficios para sus miembros: Inscripción gratuita a las jornadas técnicas. Tarifas reducidas en la inscripción a los Congresos y en la inscripción a cursos de formación. Recepción de noticias por correo electrónico. Acceso al área privada de la página web. Recepción del Anuario, la publicación anual impresa científica y técnica de la AEIH.

Cuota anual asociado: 50 €.

La inscripción y registro como socio activo puede hacerse desde el área de Afiliados en la web www.aeih.org

El domicilio social de la Asociación es: Calle Serrano, 76 - 7º Dcha. 28006 Madrid - Teléfono 91 3863569 - Fax 91 3733330 e-mail: secretaria@aeih.org

Un punto de encuentro de la Ingeniería Hospitalaria 2.0

www.aeih.org



La Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria potencia su imagen digital para ser el punto de encuentro de la Ingeniería Hospitalaria. Una herramienta digital de fácil gestión con actualización de contenidos, de información y de servicios digitales, con información sobre la institución, la administración interna de los afiliados, información sobre cursos, jornadas, seminarios, congresos nacionales e internacionales.

Una Biblioteca virtual con buscador de artículos publicados, y la versión digital de los Anuarios editados.

Un apartado especial para los Congresos nacionales con toda la información on line sobre la sede, el programa, alojamiento, inscripciones, exposición comercial, etc.

Acceso a la Publicación Ingeniería Sanitaria, la revista digital mensual de Sanitaria 2000, con noticias y reportajes, artículos y entrevistas, con acceso a su hemeroteca de números anteriores.

Para ampliar este desarrollo hemos creado los perfiles de la AEIH en las redes sociales: LinkedIn, Twitter, Facebook, Google+, Youtube, como herramienta de participación entre asociados, empresas y usuarios de la web en general, dentro de una estrategia de amplia comunicación de la AEIH.

Junta Directiva

Presidente

José Luis López González

Vicepresidente

Luís Fernando Talavera Martín

Secretario General

F. Javier Guijarro Hueso

Vocales

Luís González Sterling
Antonio Fernández Abasolo
Jon Berasategui Ordeña
Jesús Martín Lázaro

Comisión Técnica

Francesc Castella Giménez
Martín Herrero Fernández

Toda una vida



El grandioso faro de la Torre de Hércules iluminaba la costa coruñesa en octubre de 1987 guiando a las naves que se inmiscuían en la amplitud del Atlántico, a la vez que albergaba la celebración del 5º Seminario de Ingeniería Hospitalaria en esa bella ciudad, siendo también guía de esta Asociación. Tan solo habían precedido la celebración de Córdoba, Oviedo, Huesca y Barcelona, sin olvidar las reuniones anuales que coordinaba anualmente nuestro carismático compañero D. Pedro Alonso en el Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid. Fue mi primera experiencia asociativa y podía observar con gran asombro, las personas referentes en el sector; bajo la presidencia de Miguel Cañuelo, compañeros como Aurelio Ballester, Salvador Albarca, Víctor de la Cueva, Miguel Ángel Gutiérrez, Dámaso Bances, Juan Rodríguez Franco, Ramón Tamarit, Paco Antonio Garrido, José María López Escar, Francisco Castilla, Pascual Lloria, Fernando Flórez, Federico Mestre, Alfonso Casares, Juan Ruiz Castillo, Carlos Ramírez y muchos más, marcaban las guías, el conocimiento y las bases de lo que sería

nuestra ingeniería y arquitectura hospitalaria en un futuro.

A ellos nuestro agradecimiento profundo por permitirnos que tan solo 36 años después podamos seguir hablando de ingeniería.

En aquel momento y con otro número de asistentes a los seminarios entre 150/200 personas, ya resultaba de vital importancia el apoyo del sector empresarial y en esta línea destacar agentes como Domingo Menchón, Francisco Moreno, Julián Calvo...

Pero no sería hasta 1992 donde se produce el primer punto de inflexión de nuestro sector a nivel asociativo y coincide, cómo no podía ser de otra forma, con la fusión de tres entidades sin ánimo de lucro pero con fines y objetivos muy similares AEIH, Bioingeniería Médica Valencia Y AEDIAH. Fruto de esta unión nacería una nueva Asociación que bajo el nombre de AEIH (Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria), que agruparía las tres anteriormente citadas; nuestro reconocimiento a los tres presidentes Miguel Cañuelo, Francisco Castilla y Pascual Lloria que hicieron posible esta fusión. Sería por tanto en la celebración del X Seminario y ya Congreso Nacional en Zaragoza, donde se daría el primer salto de calidad y donde el incremento de participación fue ostensible con la participación de más de 400 profesionales y con el inicio de una nueva era bajo las líneas de una nueva presidencia, representada por la nobleza asturiana en Dámaso Bances.

Hasta la culminación de la celebración del XVIII Seminario, Congreso Nacional, en Oviedo 2000, transcurrieron años importantes que permitieron ir colocando la figura del Ingeniero en su hábitat natural, el

hospital, vivimos la conversión del chico de mantenimiento al Ingeniero del hospital, pero ni si quiera el famoso efecto 2000 dio representatividad a la figura del Ingeniero en la sociedad hospitalaria.

En estos años, mi enorme gratitud a nuestros compañeros que volcaron su trabajo en la difusión de nuestra función y se encargaron de organizar congresos y jornadas técnicas para transmitir experiencias, y actualizar las grandes novedades tecnológicas que nos superaban cada día.

Carlos Corisco en Plasencia, Jaime Ramón Insa en Valencia, Santiago Díaz en Toledo, Manuel Diez en Santander, Joaquín García en Pamplona, Alfonso Soubrier en Murcia, Juan Rodríguez Franco en Vigo... grandes esfuerzos de compañeros, siempre dirigidos a un objetivo común de dar dignidad y profesionalidad a la labor diaria de la ingeniería hospitalaria.

Cambio de siglo y cambio de paradigma, todo empieza a correr muy deprisa, nuevos proyectos, grandes infraestructuras, un enorme desarrollo tecnológico, nuevas construcciones y aquella figura del Ingeniero Técnico, único en especie, comienza a transformarse en la creación de equipos multidisciplinares, equipos que permiten dar entrada a más profesionales que puedan responsabilizarse no sólo del mantenimiento donde nos encontrábamos anclados, sino de la gestión de instalaciones, gestión de infraestructuras, gestión de equipamiento médico y tecnológico, incluso gestión de procesos. Aparece el concepto de Gestión como línea estratégica, la cual nos acompañará hasta la actualidad.

Será en 2006 cuando la AEIH realizará el primer relevo generacional,



apareciendo la figura de nuestro presidente y amigo, Luis Mosquera. En estos años se culminó la consolidación de nuestra asociación como referente en el sector y donde nuestro Congreso Nacional, se sitúa como punto de encuentro referencial año tras año. La interrelación del sector público y el privado, la colaboración profesional de ingenieros y arquitectos y la participación de colegios profesionales con comisiones de ingeniería médica y sanitaria, por ejemplo COIMyS en Madrid con Carlos Jiménez; son los ejes de progreso y de esta consolidación. Sin olvidar el gran apoyo del sector empresarial, aumentando cada día su participación, su traslado de conocimiento y muy representado en empresas como Carburros, Air Liquide, Praxair, Eulen, Ferroser, Iberman, GEE, Siemens, Philips, Matachana, Steris...

Desde Manuel Díaz en Córdoba 2001, Jose Luis Vicente en Salamanca; Antonio Romero-Toro en Madrid, pasando por Paco Lluch en Sevilla, Luis Rodríguez Franco en Santiago, José Salido en Málaga, Carlos Cardillo en Valladolid, Agustín Ortega en Huelva, José Mari, Juanje y Fermín en Pamplona, Ramón Cabello en Granada, Antonio de Pedro en Alicante, Luis Talavera en las Palmas, Pilar Barba y Fernando India en Zaragoza, nuestros queridos Antonios en Cádiz, hasta la COVID 2019; numerosas vivencias, grandes participaciones pero debería ser esta maldita enfermedad la que realmente nos pusiera en el sitio que nos merecemos.

Ese año 2020 marcaría nuestro siguiente punto de inflexión y el reconocimiento profesional a todos nuestros compañeros que dedicaron **toda una vida** a esta ilusionante profesión, cargada de responsabilidad y sinsabores, que tan solo 40 años después comenzaba a reconocer la figura del Ingeniero. Tarde, pero un reconocimiento satisfactorio al situar al ingeniero, no solo en el entorno hospitalario sino en el contexto de la sociedad; de forma que ya cada vez menos personas preguntarán. ¿El porqué de la figura de un ingeniero en un hospital?, y sí se preguntarán en qué departamento o servicio del hospital se encuentra ese profesional.

Esta situación vivida ha permitido que Antonio Cobo en Gijón, Vicente Tello en Valencia y este año Jose Luis López en A Coruña generaran las plataformas para contar las innovaciones tecnológicas actuales, todas nuestras experiencias vividas y compartirlas íntegramente. Un gran salto donde más de 1.500 personas participamos en nuestros congresos; y hoy desde aquí, nos enfrentaremos juntos a grandes retos basados en IoT, IA, big data, procesos, innovación tecnológica virtual, gemelos digitales, impresión 3D, nanotecnología, cambio climático, energía nuclear de fusión... una bonita aventura.

Pero no quisiera terminar sin dejar de mencionar la labor de Pedro Manuel López, que desde 2021 hasta octubre 2023, ostentó la presidencia de nuestra Asociación y también de

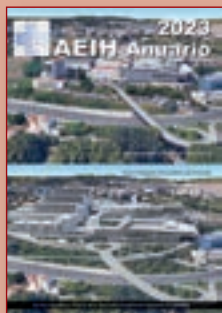
la Federación Europea IFHE-EU, situando a la AEIH en el lugar que se merece a nivel internacional, gran trabajo y gran profesional, gracias Pedro.

Y toca a nuestro quinto presidente Jose Luis López dar continuidad a esta labor silenciosa e iniciada en nuestro año mundialístico 1982.

A todos y cada uno de nuestros compañeros, a todos y cada uno de vosotros; gracias por la labor realizada en estos años y ánimo para acometer con éxito el ilusionante mundo de la ingeniería y arquitectura hospitalaria que nos queda por vivir.

De corazón, mi agradecimiento, esfuerzo y profesionalidad, a toda una vida dedicada a ser **Ingeniero**.

Javier Guijarro
Secretario General AEIH



EDITA
ASOCIACIÓN ESPAÑOLA
DE INGENIERÍA
HOSPITALARIA

DEPÓSITO LEGAL
M-15540-1993

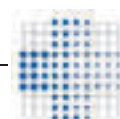
ISSN: 2445-1045

DIRECTOR
F. Javier Guijarro Hueso

COORDINACIÓN
Francesc Castella Giménez
Martín Herrero Fernández

COMITÉ ASESOR
José Luis López González
Luis Fernando Talavera Martín
Luis González Sterling
Antonio Fernández Abasolo

MAQUETACIÓN
Enrique Castellet
IMPRESIÓN
Pacprint



Luis González Sterling (lgs@argolaarquitectos.com)

Arquitecto

Fundador y Director

ARGOLA ARQUITECTOS SLP (Madrid)

Proceso para la decisión de una nueva Infraestructura Hospitalaria

Hay decisiones que afectan a planeamiento urbano o del territorio, que trascienden a la generación que las toma, y los que las toman se convierten en responsables de su decisión durante al menos más de medio siglo, en particular si afectan a edificios cuyas características físicas y rápida obsolescencia supone su reposición en plazos más reducidos. Una de esas decisiones es la que supone reformar, ampliar o sustituir un Hospital.

El dilema

El organismo público o privado que se enfrenta a una decisión de este calibre debe considerar gran número de variables dado que de su acierto o fracaso depende el futuro, la proyección y la pervivencia de un edificio o complejo que ofrece un servicio trascendental para la ciudadanía, y que sirve de referencia y símbolo en toda la población a la que asiste.

La renovación de un Hospital se puede abordar de múltiples maneras que se pueden agrupar fundamentalmente en tres grupos de actuación:

- **Ampliar y reformar** el edificio preexistente.
- **Nuevo Hospital** en una nueva ubicación.
- **Proceso de Sustitución** en la misma ubicación.

Para decidir entre una de estas posibles actuaciones hay que evaluar muchas variables y de la seriedad y acierto en considerarlas depende que la solución final sea un éxito o un fracaso. En primer lugar debemos tener en cuenta que esta es la oportunidad mas importante que afecta a un hospital en una media de 50 años, luego es de una importancia vital no equivocarse.

En general estas decisiones cuando se trata de un Hospital público se toman por organismos de la Administración y frecuentemente por motivos y por personas políticas y sin ninguna intervención de técnicos. No se hace una evaluación rigurosa

de las posibilidades del edificio existente ni de la inversión que supone a largo plazo.

Consideraciones previas para tomar esta decisión

La ubicación

La situación del Hospital actual respecto a la población asistida, así como todos los aspectos demográficos y urbanos que puedan condicionar las futuras necesidades del Hospital y que sirvan de base para determinar el programa médico del futuro hospital.

Los aspectos Urbanos, accesos y su posibilidad de diferenciación, los servicios urbanos de agua, electricidad y saneamiento. Las características urbanísticas de la zona en la que está ubicado el Hospital, urbano o suburbano, en núcleo de población o en los alrededores.

El solar disponible

Las dimensiones y características del solar son esenciales para poder abordar cualquier posible renovación integral dado que mantener la actividad siempre implica ampliar desplazando algunos usos a una nueva ubicación a para dejar una vacante que nos permita continuar moviendo fichas, tanto en un proceso de ampliación y reforma, como en un proceso de sustitución total, del Hospital.

Las posibilidades urbanísticas del entorno, si hay posibles solares en un entorno próximo donde poder desplazar actividades ambulatorias o de servicios generales es otra posibilidad que debe ser considerada.

Los servicios urbanos, la disponibilidad de accesos, de agua, luz, alcantarillado y otros servicios son esenciales a la hora de plantearse cualquier actuación en el mismo solar, teniendo en cuenta que las necesidades futuras, y durante cualquier proceso in situ, pueden implicar un aumento exponencial de las necesidades de estos servicios.

El modelo del Hospital

Por modelo de un edificio entendemos las características, morfológicas, formales y funcionales que lo distinguen. En un Hospital el modelo ha ido evolucionando a lo largo de la historia, sólo brevemente pensemos el cambio de los Hospitales de la época medieval, a los de pabellones, de Nightingale, a los de torre y base o aviones o los de tramas ortogonales mas actuales, sólo por citar unos muy característicos de esta tipología de edificio.

Las características morfológicas posibilitan mejor o peor las posibles ampliaciones o transformaciones de adaptaciones futuras a otros modelos.

Pero el modelo no sólo implica a la morfología de edificio, también implica el modelo médico y funcional del Hospital, los servicios que presta, la proyección que tiene en su entorno un CHAR en Andalucía, un Hospital local o comarcal en Castilla o Extremadura, o un Hospital de primer nivel con todas las especialidades de referencia y en un gran núcleo de población como Madrid o Barcelona; las necesidades futuras del Hospital estarán siempre condicionadas por estos factores, así como su capacidad para la atracción de profesionales.

El edificio actual

Algunos aspectos del edificio ya se han contemplado en el punto anterior referidos al modelo morfológico del edificio pero hay otros aunque algunos de ellos vengán intrínsecamente ligados a estos por la evolución histórica, y por tanto por la antigüedad de su edificio. Pero la obsolescencia de los materiales de construcción utilizados, las patologías y sus instalaciones constituyen también un grupo concreto de elementos a considerar a la hora de decidir si un edificio es susceptible de ser reformado con posibilidades de éxito en su actualización.

Las posibilidades de implementar medidas de ahorro energético, para cumplir con las normativas actuales, la posibilidad de poder cumplir toda la normativa de protección contra incendios, su evacuación, sus medidas pasivas y activas... ¿es posible la sectorización de sus espacios y de su envolvente? Estos factores son muy definitorios porque no se puede reformar un edificio sin cumplir la normativa vigente.

¿Podemos establecer una diferencia adecuada de las circulaciones, sin que se mezclen? Este factor ha sido sin duda muy importante en la pandemia, porque ha asegurado la posibilidad de poder seguir funcionando adecuadamente en muchos servicios.

Los plazos

Sin duda ampliar y reformar suponen un proceso que se debe desarrollar en el tiempo y mediante evacuaciones sucesivas de áreas funcionales, de un lugar a otro, lo que implica el prever unas fases sucesivas de obra que permitan que al final de las mismas el edificio sea otro, que cumpla con las premisas fijadas en el programa funcional que expresará cuales son las necesidades finales que deberá cumplir el Hospital.

Que el proceso sea necesariamente más largo o más corto, que dependerá generalmente del número de fases que se precisen para mantener la actividad del hospital, es un factor sin duda muy importante a la hora de decidir, cuál de los tres modelos de actuación abordar. La duración estimada de las obras y el número de fases necesario así como la previsión del equipamiento de los nuevos espacios, su ocupación y puesta en funcionamiento, deben ser plazos a tener en cuenta.

Hay que considerar que un hospital no puede, o al menos no debe estar incurso en una reforma continua, y el estrés al que se

somete al personal puede producir reacciones sumamente perjudiciales para el proceso. Un plazo de más de tres, máximo cuatro años de reformas, puede ser un elemento decisivo a considerar por su repercusión en la actividad. Una duración excesiva de las obras en un caso de proceso sea de ampliación o de sustitución podría descartar esta solución y decantar la propuesta de actuación por un nuevo hospital.

El mantenimiento de la actividad

Este es un punto esencial a considerar dado que durante cualquiera de los procesos de renovación puede verse alterada de modo serio la actividad del Hospital, y eso no podría ser admisible sin recurrir a obras provisionales y/o desplazar actividad a otros edificios.

Para que un proceso, sea de reforma y ampliación o de sustitución, tenga éxito, es fundamental que el personal esté implicado en el proceso y que el paciente también perciba la diferencia y la mejora que implica cada entrega de la obra.

Estos procesos suelen ser largos e incómodos tanto para el personal como para los pacientes; se suelen cambiar ubicaciones de áreas y servicios y modificar circuitos, por ello la información a pacientes y al personal debe estar muy bien organizada, transmitida y gestionada.

Cada entrega parcial del proceso debe ser explicada de forma que todos perciban la diferencia de forma clara, los materiales, la luz y el confort así como la accesibilidad y claridad de las circulaciones deben suponer una diferencia notable que se perciba por el usuario, sea paciente o personal.

El coste previsto

Para un proceso que se vaya a realizar en varias fases es necesario que el compromiso de inversión sea firme y sostenible durante todo el tiempo previsto para que se desarrolle la totalidad del proceso. En el coste previsto no sólo hay que considerar costes de las obras, debe considerarse una previsión del nuevo equipamiento y los posibles traslados que serán necesarios. Asimismo se deberán prever gastos para el Hospital derivados de traslados de área funcionales así como posibles incrementos de gastos en la operación.

La actuación de ampliación y reforma no es siempre la más barata; todos los gastos añadidos, las molestias y afectaciones pueden suponer un coste superior a hacerlo nuevo. Lo que es imprescindible

es que el nuevo Hospital resultante aporte las mismas ventajas que uno nuevo, a todos los efectos, sostenibilidad, comodidad, accesibilidad y diseño.

Las inversiones en instalaciones para optimizar el gasto energético y la sostenibilidad del edificio se amortizan en un periodo de tiempo siempre muy inferior a cualquier inversión en la adecuación del edificio y sus calidades de acabados.

Tres casos de éxito y un error previo

Los siguientes casos expuestos aquí son una simple muestra de 26 procesos de Ampliación y Reforma, de 15 Hospitales Nuevos sustituyendo antiguos y de 6 procesos de Sustitución, en los que ha estado involucrada la empresa de Argola Arquitectos y como responsable quien suscribe este artículo.

Analicemos primero el error, para ver luego como se convirtió en un caso de éxito:

Hospital de Cáceres, San Pedro de Alcántara

Ampliación y Reforma

En 1993 comenzamos un proyecto de Reforma y Ampliación del Hospital de San Pedro de Alcántara. El conglomerado de edificios que lo formaban en esos eran tres; el inicial de los años 70, en forma de cruz, al cual se le habían añadido dos edificios en bloque conteniendo consultas y hospitalización, y finalmente en los 80 se añade el Materno Infantil.



DATOS TÉCNICOS	
Fecha proyecto:	1995
Fecha final obra:	2002
Superficie:	EDIFICACIÓN: 42.200 m ²
Presupuesto:	20.734.917,60 €
Camas:	550

Todos los edificios estaban originalmente unidos por un solo pasillo central que llamaban "La Gran Vía" y que conectaba todo con todo mezclando todas las circulaciones.

Se proyectó un nuevo vestíbulo y todo un edificio lateral longitudinal a lo largo de toda la calle Ronda de San Francisco que configuró una nueva fachada y alojó todas las circulaciones ambulatorias, diferenciando así las circulaciones externas de las internas que se realizarán por el pasillo original. Por tanto la actuación que se realizó fue una Ampliación y Reforma, que se inició 1995 y cuya inversión fue mas de 20MM de euros y se finalizó en 2002.

Nuevo Hospital

Después de la realización en 2005 de un análisis pormenorizado por parte de la Junta de Extremadura del resultado final de la Ampliación y Reforma, se considera que el Hospital resultante no satisface las necesidades reales de la población, que una nueva ampliación no es posible por estar ubicado en un solar muy constreñido y se opta por realzar uno nuevo a las afueras de la ciudad.

Desconozco el razonamiento ni el análisis previo realizado pero la decisión me parece no solo correcta sino bastante evidente.

En 2006 se licita un Concurso para el Anteproyecto y Proyecto y Dirección Facultativa de la primera fase de un Hospital Nuevo ubicado sobre un solar situado al norte de la carretera de Trujillo a Cáceres. Lo ganamos una UTE formada por Argola-Euroestudios y Andrés Perea. Se inicia la obra en 2008 y se paraliza a los dos años por



DATOS TÉCNICOS	
Fecha proyecto	AGOSTO 2006
Fecha final de obra	2014
Superficie	56.797 m ²
Presupuesto	56.016.024 €
Camas	204

la Crisis Económica. Se reanuda en 2012 terminándose en 2014 la primera Fase, con una inversión de 60MM de euros, que se ocupa hace escasamente cuatro años.

Actualmente se están acabando la segunda fase a la cual no nos presentamos, y que contiene el nuevo Materno Infantil, con una inversión de más de 60 MM de euros.

Así, posiblemente en el año próximo 2024 se culminará el nuevo edificio y se proceda a su traslado, culminando así el proceso de sustitución en más de treinta años retrasada por el error inicial. Retraso agravado por la crisis que obligó a una paralización, por la posterior licitación para la primera fase y por las sucesivas licitaciones para finalizar la segunda fase, así como por la crisis del Covid.

Casos de éxito

1-Hospital de Puerta de Hierro – Nuevo hospital

Análisis previo



LA UBICACIÓN: Estaba vinculado al barrio pero el acceso era malo y muy problemático.

EL SOLAR: Muy escaso, ocupado en su totalidad. Se estudió el aparcamiento del otro lado de la calle.

EL MODELO: Complicado. La "S" con doble corredor es una morfología poco usada y muy confusa.

EL EDIFICIO: Mejor mantenido que otros, pero obsoleto en su mayor parte y en las instalaciones.

MANTENIMIENTO DE LA ACTIVIDAD: Es prácticamente imposible.

LA INVERSIÓN: Alta y mantenida en el tiempo.

Toma de decisión

Hay que buscar una nueva ubicación.

Proceso

- Búsqueda de solar. En mayo de 1998 el Alcalde de Majadahonda (municipio per-

teneciente al área de referencia de ese hospital) aprueba ceder al Insalud una parcela de 100.000 m2.

- Nuevo Programa Funcional.

- Concurso por Concesión. En 2004 la Consejería de sanidad, anuncia que el nuevo hospital de Majadahonda se construirá mediante un modelo de concesión de obra pública y explotación de los servicios no sanitarios y es adjudicado en 2005.

- Adjudicación. Proyecto de Ejecución y Dirección facultativa. Aidhos.



2-Hospital Gregorio Marañón – Ampliación y Reforma

Análisis previo



LA UBICACIÓN: Muy vinculado al barrio con importante arraigo e historia en Madrid desde el siglo XV.

EL SOLAR: Escaso con un porcentaje de ocupación muy alto, poco espacio disponible. Sólo sustituyendo edificios será posible.

EL MODELO: Adición de edificios desordenados todos independientes.

LOS EDIFICIOS: Los edificios totalmente obsoleto. El último es edificado en la parcela en 1996.

MANTENIMIENTO DE LA ACTIVIDAD: Un dilema a futuro pero posible por disponer de varios edificios.

LA INVERSIÓN: Será importante pero con periodos lentos.

Toma de decisión

Ampliación y Reforma sustituyendo edificios.

Proceso

Ejecución por fases. La primera fase es el bloque quirúrgico. Las sucesivas fases están pendientes del concurso para la Redacción del Plan Funcional, Plan de Espacios, Plan especial de Reforma Interior (PER) Anteproyecto completo de la parcela del hospital, de las obras contenidas en el Anteproyecto de Ordenación del Hospital General Universitario "Gregorio Marañón".

3-Hospital Universitario 12 de Octubre

Análisis previo



ESTADO EN 2003 – M2 construidos 148.262 – M2 de la parcela 177.000.

LA UBICACIÓN: Buena, junto a un nudo de tráfico interior con vías rápidas y varios accesos a la parcela.

EL SOLAR: Excelente, muy grande y aunque parte se utilizó por la Tesorería, el resultante era muy grande.

EL MODELO: El edificio principal, el Hospital General de torre y base con trama triangular y torre en cruz con sólo un núcleo central, era imposible de mantener.

EL EDIFICIO: Obsoleto. No cumple ninguna normativa actual y no es posible su actualización.

MANTENIMIENTO DE LA ACTIVIDAD: Estaba asegurado durante el proceso porque los edificios antiguos podían seguir funcionando.

LA INVERSIÓN: Se calculó en 2003, previendo en torno a 20 millones al año durante 10 años aproximadamente.

Toma de Decisión

Proceso de Sustitución in situ.

Proceso

La evolución de las demandas ha llevado a sustituir progresivamente las instalaciones obsoletas. A tal efecto se desarrolló en 2003 un Plan Director del que se han ejecutado las dos primeras fases. El proyecto de obra que presentamos para la construcción del nuevo edificio para bloque técnico y hospitalización contempla la fusión de las dos últimas fases del plan, lo que supone la renovación completa de las infraestructuras del Hospital 12 de Octubre.

Fase 1 – Edificio técnico de instalaciones 2003–2006.



En la Fase 1 se ejecutaron un nuevo Edificio Técnico de Instalaciones, de 8.400 m², con una potencia eléctrica capaz de abastecer a una población de 20.000 habitantes y galerías subterráneas que unen los edificios existentes y futuros.



Fase 2 – Nuevo edificio policlínico 2006–2010.



En la Fase 2, se acomete la construcción del Nuevo Edificio Policlínico para agrupar todas las actividades ambulatorias del hospital. El edificio se levanta en el solar resultante del derribo de las antiguas centrales y parte del aparcamiento sur.

El total de superficie construida es de 89.535 m²:

– 63.448 m² del edificio hospitalario.



– 26.087 m² de aparcamiento subterráneo.

Fase 3 – Bloque técnico y de hospitalización 2021–2023.



La Fase 3 supone una nueva ampliación diseñada en varios volúmenes diferenciados.

En las tres plantas inferiores del edificio se sitúa el Bloque Técnico del hospital y sobre él, los cuerpos de las hospitalizaciones. Una Planta Técnica aloja las instalaciones del edificio.

En un lateral se encuentra el Nuevo Hospital Materno Infantil.



La totalidad de la obra se acometerá en dos fases con unos plazos estimados de:

- Fase 3: 26 meses para la construcción del nuevo Bloque Técnico y de Hospitalización.
- Fase 4: 4 meses para el traslado de la Residencia General actual.
- 12 meses para la demolición de la Residencia General y para la reforma de la parte que se mantiene.



Fecha prevista de finalización: Junio 2024.

Eduardo Ferrero Sánchez (eduardo.ferrero@airliquide.com)

Ingeniero Industrial

Director Industrial Air Liquide Healthcare

Retos y riesgos del abastecimiento de oxígeno medicinal

El oxígeno medicinal se consagró como el medicamento esencial en la pandemia COVID. La irrupción del virus, que ha hecho necesaria la incorporación de la terapia de Alto Flujo por cánula nasal, ha incidido en un cambio de patrón del consumo, con una mucho mayor necesidad de oxígeno. España ha podido afrontar esta situación, la cual ha supuesto un verdadero reto en todo el proceso productivo y de distribución.

Introducción

No siempre la humanidad conocía que el Oxígeno es ese gas que respiramos y nos brinda la posibilidad de que nuestro cuerpo funcione tan bien como lo hace. Este descubrimiento fue progresivo y llevó a cabo bastantes estudios. La historia de la fabricación del Oxígeno se remonta al siglo XVIII, cuando los científicos descubrieron que el aire contenía un gas llamado oxígeno que era esencial para la combustión y la respiración.

Uno de los primeros experimentos en la producción de Oxígeno fue realizado por el teólogo y científico inglés, Joseph Priestley. En 1774, Priestley preparó y recogió una muestra de oxígeno bastante puro, cubriendo óxido mercúrico rojo con una campana de vidrio y calentándolo con los rayos solares, mediante una lente. Comprobó que una vela ardía con más brillo en el nuevo gas y que un ratón podía vivir durante más tiempo en un recipiente lleno de dicho gas, que en otro del mismo volumen lleno de aire.

Aunque el oxígeno fuese aislado previamente, fue Antoine Lavoisier quien caracterizó como elementos químicos el Oxígeno y el Nitrógeno e identificó inequívocamente el papel del aire en la combustión y oxidación. La importancia del Oxígeno para explicar las reacciones químicas fue magistralmente desvelada por Lavoisier en 1776, por lo que frecuentemente se le considera su descubridor. Sin embargo, el origen de la producción industrial del Oxígeno se sitúa a finales del Siglo XIX, y su origen no era otro que

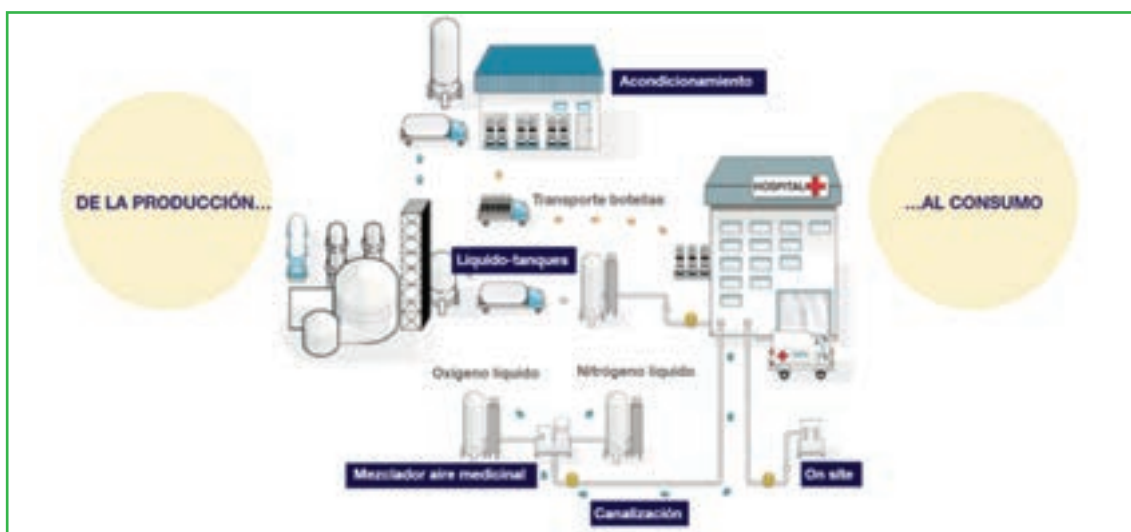


Figura 1. Cadena de la producción al consumo del oxígeno medicinal.

la producción de Oxígeno para obtener carburo de calcio en grandes hornos, y que permitiera la producción de acetileno, muy demandado en la época para la iluminación.

Es a partir de los años 60 en los que la modernización de los centros sanitarios aumenta enormemente la demanda de Oxígeno para su uso medicinal durante las operaciones quirúrgicas. Pero ha sido sin duda durante el COVID-19 cuando se ha demostrado la criticidad del Oxígeno para el tratamiento de pacientes, siendo su suministro adecuado una parte fundamental en el tratamiento de la enfermedad.

Los aumentos sin precedentes en los consumos de Oxígeno en los centros hospitalarios, fueron sin duda una prueba de resistencia de toda la cadena productiva y de distribución en varios países, entre ellos Iberia, donde en ningún momento hubo falta de disponibilidad gracias a la fuerte capacidad de producción en toda Iberia por parte de las empresas fabricantes.

Cadena de producción y distribución del Oxígeno medicinal

Si bien existen varios métodos de producción de Oxígeno, el único que permite grandes cantidades de producción con una mayor pureza continúa siendo el proceso de destilación criogénica del aire. Mediante este proceso, se extrae un corriente de aire comprimido que posteriormente se enfría y se descomprime para producir Oxígeno líquido.

Este proceso se lleva a cabo en las denominadas ASU (Air Separation Units), grandes plantas industriales donde se realiza el proceso de destilación criogénica y donde se puede obtener Oxígeno con una pureza superior al 99,95 %. Estas plantas, que pueden llegar a tener una capacidad de producción de hasta 6.000 Ton/día, requieren de una fuerte inversión, por lo que es necesaria una importante cadena de distribución hasta los consumidores finales.

La única opción que permite la flexibilidad de suministro a todos los pacientes hospitalarios, es mediante el transporte por carretera a través de grandes camiones cisternas. Se transporta el Oxígeno en estado líquido criogénico, ya

que su volumen se reduce en torno a 800 veces con respecto a su volumen en estado gaseoso. Este líquido sólo puede ser almacenado en grandes contenedores criogénicos que se encuentran ubicados en los propios centros hospitalarios, y su distribución dentro del recinto se realiza mediante la red de Suministro de Gases Medicinales, la cual debe ser diseñada y dimensionada correctamente para poder garantizar el suministro en las condiciones necesarias.

Asimismo, en centros de llenado especializados, se realiza el llenado de botellas de Oxígeno gas, las cuales dan una mayor flexibilidad y movilidad en su uso por el paciente final.

Los grandes consumos durante el periodo COVID (con centros hospitalarios que llegaron a multiplicar por 8 su consumo máximo normal) generaron principalmente problemas en la red de Suministro de Gases medicinales, ya que en algunos casos no estaban diseñadas y dimensionadas para estos consumos imprevistos.

Asimismo, la necesidad de un aumento desproporcionado en la frecuencia de suministro también generó ciertas tensiones en el transporte por carretera, donde las cisternas así como los choferes sufrieron un periodo de muy alta exigencia.

Sin embargo, en ningún caso estuvo comprometida la producción de Oxígeno. Aproximadamente un 30% de la producción nacional se dedica al mercado medicinal, por lo que en todo momento hubo disponibilidad de materia prima para dar respuesta a la demanda por la pandemia.

Producción del Oxígeno medicinal

La producción de Oxígeno mediante destilación fraccionada tiene básicamente dos materias primarias imprescindibles:

- Aire ambiente (a presión atmosférica).
- Consumo eléctrico para el proceso de compresión.

El aire es una mezcla de gases que se extiende desde la superficie terrestre

hasta varios cientos de kilómetros de altura en la atmósfera. Aunque su composición y concentración varía a lo largo de dichos kilómetros, los compuestos químicos mayoritarios que conforman esa mezcla llamada aire son el nitrógeno y el oxígeno. Pero, aunque estos compuestos sean los mayoritarios, en el aire no son los únicos. De hecho, el aire está formado por varias decenas de compuestos en mayor o menor medida.

El proceso de destilación criogénica se basa en el enfriamiento del aire a temperaturas extremadamente bajas ($-190\text{ }^{\circ}\text{C}$). La separación se realiza mediante destilación fraccionada, es decir, los gases se separan según su punto de ebullición.

Este enfriamiento solo es posible gracias al Efecto Joule y Thomson, por el que un gas al expandirse, pierde calor y por tanto, se enfría hasta temperaturas muy bajas. Para ello, es necesario comprimir previamente el aire desde la presión atmosférica mediante grandes compresores de aire, que requieren de un elevado consumo eléctrico.

Fases en la separación del aire

En resumen, hay 5 procesos básicos en la fase de producción del Oxígeno:

1. Compresión y expansión

La compresión del aire es un proceso energéticamente y mecánicamente exigente. La compresión del aire se realiza habitualmente en un compresor de varias etapas. La compresión en las plantas de separación de aire es especialmente necesaria, debido a que, sin aumentar la presión del gas, la temperatura de ebullición no bajaría lo suficiente como para poder licuar una fracción del aire, ni se podría expandir el gas para enfriarlo. Es por eso que la compresión es fundamental.

La expansión del aire comprimido sirve para disminuir la temperatura del aire tanto, que se puede licuar una fracción del caudal entrante. Además, la turbina tiene un componente de ahorro importante, ya que la energía generada por la expansión de un gas comprimido, se puede usar para "ayudar" al compresor,

y reducir el coste energético de la operación.

2. Adsorción/purificación

El proceso de adsorción es necesario para la eliminación de algunos de los compuestos del aire que no podrían ser eliminados por destilación y que pondrían en riesgo el proceso productivo una vez se alcancen muy bajas temperaturas. Se tratan del vapor de agua, CO₂ e hidrocarburos.

La adsorción se basa en que la atracción entre el sólido adsorbente y las moléculas de gas, es mayor que la fuerza de las moléculas entre sí, lo que hace que el sólido “arranque” la molécula de gas de la corriente principal.

El gas no se difunde ni se disuelve en el sólido, únicamente queda adherido. La cantidad de gas que se adhiera al sólido puede ser una única capa de moléculas, lo cual es fácil de regenerar o puede ser varias capas de moléculas, lo que puede llegar a producir que no se pueda regenerar del todo el sólido y pierda eficacia dicho adsorbente.

3. Intercambio de calor

El intercambio de calor en la destilación de aire es un proceso clave. Gracias a este proceso, se cede el calor necesario entre distintas corrientes para poder licuar gases cuyas temperaturas de licuefacción son criogénicas.

Los intercambiadores de calor son equipos que permiten ceder el calor entre dos o más corrientes, pero a su vez, permite que las dos corrientes no se mezclen. La transferencia de calor en los intercambiadores de calor se produce por convección en cada fluido y por conducción a través de la pared que los separa.

4. Destilación

El principal equipo, en el que se basa la planta, es la columna de destilación. La destilación es un método de separación que se basa en las volatilidades de los compuestos de una mezcla líquida para separarlos mediante ebullición.

Las columnas de destilación son recipientes, normalmente altos y de gran diámetro, recubierto de un material al-

tamente aislante, para minimizar las pérdidas de energía. En las columnas de destilación normalmente suele haber 3 elementos imprescindibles: un condensador, un hervidor y los elementos internos. Estos elementos internos pueden ser tanto platos perforados como relleno, según el diseño en ingeniería.

5. Monitorización

Los gases criogénicos licuados o a granel se almacenan en tanques fijos, donde se monitoriza la calidad final del producto para asegurar el cumplimiento de las Guías de Normas de Correcta Fabricación de Medicamentos, incluyendo el análisis de pureza y de impurezas de acuerdo con la monografía del oxígeno medicinal descrita en la farmacopea. Asimismo, se realiza la correspondiente lotificación para permitir la trazabilidad del producto entregado en todo momento.

Conclusiones

La pandemia ha demostrado la importancia del Oxígeno para el tratamiento de pacientes, incrementando los consumos por nuevas técnicas de alto flujo, ampliación de camas UCI, etc. y convirtiendo la gestión de los gases de uso medicinal en una de las prioridades de los centros sanitarios.

En Iberia, la potente capacidad de producción y almacenamiento ha permitido evitar el desabastecimiento a pesar de los elevados consumos durante el pico de la pandemia. Esta producción es posible gracias al proceso de destilación criogénica, que permite la fabricación de grandes cantidades de producto con una elevada calidad, mediante un gran consumo de energía eléctrica, siendo éste el principal coste productivo.

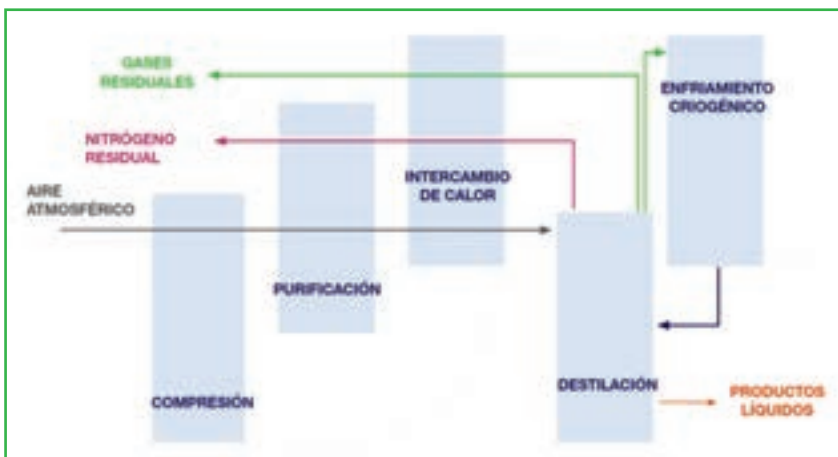


Figura 2. Fases del proceso productivo del oxígeno.

Salvador Díaz Lobato (salvador.diazlobato@nippongases.com)

Director Médico

Oximesa & Nippon Gases Healthcare. Madrid

El oxígeno medicinal medicamento esencial en la pandemia

El oxígeno ha sido reconocido como un medicamento esencial para tratar la insuficiencia respiratoria de los pacientes afectados por la COVID-19. Sin embargo, la pandemia ha puesto encima de la mesa las carencias relacionadas con este medicamento, así como nuestra fragilidad. Hemos estado cerca de no poder atender de forma adecuada la demanda de O₂ de los pacientes. Discutimos aquí los puntos débiles que debemos reforzar si queremos estar preparados para afrontar nuevas pandemias en el futuro.

Introducción

La función esencial del aparato respiratorio es conseguir que el oxígeno que contiene el aire que nos rodea pueda pasar a la circulación sanguínea y desde ahí llegar a todas y cada una de las células del organismo. Hacemos la primera respiración en el momento de nacer y más vale acostumbrarse a este vaivén de aire entrando y saliendo del pulmón, pues nos acompañará durante toda nuestra vida, exactamente hasta el día en que dejemos de respirar. ¿Se nos puede olvidar respirar? Por suerte, no. Existe lo que se llama el centro respiratorio, alojado en el cerebro, que mediante un delicado sistema de sensores (quimiorreceptores) se encarga de que respiremos lo que necesitamos en cada momento. Salvo que haya problemas. Por ejemplo, enfermedades que afecten al centro respiratorio, un ictus que comprometa esa zona cerebral, o que nos hayan echado la “maldición de Ondina”.

La denominada “maldición de Ondina” ha sido tomada de la clásica obra de Friedrich La Motte Fouqué, Ondine,

publicada en 1811, en la cual la protagonista, un hada llamada Ondina, ninfa de las aguas, contrajo matrimonio con un mortal, Hans, que le juró que cada respiración sería un testimonio de su amor. Pero la engañó, así es la vida, y Ondina le maldijo con que si se quedaba dormido, se olvidaría de respirar. Hans estuvo pendiente de la respiración hasta que, por puro agotamiento, se durmió, su res-



piración se detuvo y murió. Esta leyenda del folclore germano inspiró a Jean Giraudoux una obra publicada en 1939, que ha ingresado al repertorio teatral universal. Y ha dado nombre a una enfermedad caracterizada por que los pacientes “se olvidan de respirar”. No suena nada bien.

El proceso de la respiración es complejo. Se necesita un sistema que facilite la entrada de aire fresco, con oxígeno, al interior del pulmón, y la posterior salida del aire viciado, sin oxígeno y con anhídrido carbónico procedente del metabolismo celular. Es lo que conocemos como la mecánica ventilatoria y, en pocas palabras, depende de la contracción y relajación periódica del diafragma y otros músculos inspiratorios. Esta contracción genera un gradiente de presión entre el exterior y el interior que hace posible que el aire penetre en el pulmón a través de un sofisticado sistema de conductos (la tráquea y bronquios) que, como toda tubería que se precie, puede estar obstruida o llena de mucosidad, lo que supondría una resistencia mayor a la entrada del aire.

No olvidemos que los pulmones son como globos que se hinchan y deshinchan periódicamente, dentro de una estructura ósea como es la caja torácica. El grado de rigidez de la caja torácica y la mayor o menor distensibilidad (o el término contrario, elasticidad) del pulmón, serán responsables de que se inflen más o menos ante un mismo gradiente de presión. Después de todo este esfuerzo (conocido como trabajo respiratorio), ya sólo falta que los alveolos estén libres y se puedan rellenar del aire con oxígeno que llega, pues es a este nivel donde se realiza su paso a la sangre (proceso de difusión). A veces el alveolo está lleno de agua (insuficiencia cardíaca, edema pulmonar), moco, pus (neumonía), sangre (hemorragias alveolares) u otras sustancias, lo que impide que el oxígeno pueda acceder a la puerta de embarque para coger el vuelo al torrente circulatorio. Esta puerta de embarque (membrana alveolo-capilar) es selectiva. En condiciones normales deja pasar al oxígeno pero no al nitrógeno que también tiene el aire, pero a veces los trámites para pasar son muy lentos (pacientes con fibrosis pulmonar) o hay otros viajeros VIP que pasan antes y te quitan el sitio (es el caso de la intoxicación por monóxido de carbono).

Una vez el oxígeno se encuentra en la sangre, por fin, una red de carreteras (la circulación sanguínea) y un sistema de entrega a domicilio puerta a puerta (la hemoglobina), se encargan de llevarlo a todas las células del organismo, que lo necesitan para poder realizar el proceso conocido como “respiración celular”, en el que consiguen la energía necesaria para su supervivencia.

¿Por qué necesitamos conocer todo esto? Porque ahora es fácil entender que son muchas las situaciones que pueden comprometer la llegada de oxígeno a las células. Puede haber enfermedades que afecten al pulmón en su función de bomba (mecánica ventilatoria deficiente), a nivel del sistema de conducción (bronquios obstruidos), a nivel alveolar (alveolos colapsados o rellenos de diverso material), a nivel de la superficie de intercambio gaseoso del pulmón

(membrana alveolo-capilar engrosada), a nivel de la sangre (por ej. anemia) e incluso a nivel celular (el oxígeno llega a la puerta de la célula y no puede entrar, como ocurre en la intoxicación por cianuro, por ejemplo). Y cuando esto sucede, cuando el nivel de oxígeno en sangre está por debajo de un umbral que se considera crítico, que puede comprometer el suministro de oxígeno a las células, aparece la situación que conocemos como insuficiencia respiratoria.

El tratamiento de un paciente que tiene insuficiencia respiratoria tiene dos vertientes. Es importante instaurar el tratamiento de la causa que origina dicha insuficiencia, por ejemplo, poner antibióticos en neumonías, diuréticos en insuficiencia cardíaca, corticoides en crisis asmáticas, etc... pero lo más apremiante es garantizar la oxigenación arterial y eso se consigue administrando oxígeno. Y así entramos en el mundo de la oxigenoterapia y entendemos por qué el oxígeno ha sido considerado clásicamente como un tratamiento esencial para tratar los pacientes con insuficiencia respiratoria.

El Oxígeno en la pandemia

Qué ha pasado durante la pandemia? La COVID-19 se ha considerado una enfermedad respiratoria causante de insuficiencia respiratoria aguda grave (todos recordamos la famosa neumonía bilateral) responsable de una alta mortalidad. Es fácil entender que el principal tratamiento de la COVID-19 haya sido el oxígeno, así como que haya sido considerado un medicamento esencial también durante la pandemia. Pero ha habido un problema: el gran número de pacientes que han requerido oxígeno ha llevado al límite nuestra capacidad de producción y distribución, y no todos los países han podido hacer frente a este aumento de la demanda. Por ejemplo, hemos visto en los medios una auténtica crisis de oxígeno en Latinoamérica y otros países en África y Asia, países en los que la escasez de oxígeno ha provocado que muchos hospitales se hayan quedado sin este precioso gas, con graves consecuencias. Hemos visto morir

personas por este motivo. En el siglo XX!!!

En Europa, afortunadamente, hemos podido afrontar esta crisis de oxígeno sin ninguna interrupción en su suministro a hospitales. Esto ha sido posible porque en cuanto nos dimos cuenta de la gravedad del problema, comenzamos con la implantación de protocolos específicos de seguridad, adaptando los procesos y procedimientos al nuevo escenario creado por el virus y trabajando desde el principio con una estrecha colaboración y perfectamente coordinados con las autoridades sanitarias.

En nuestro caso se activó un plan de contingencia con varias líneas de actuación centradas en dos prioridades vitales. La primera fue garantizar la protección de todos los empleados sabiendo que, al hacerlo, protegíamos también la salud de todos los pacientes y cuidadores que recibían atención tanto hospitalaria como en domicilio. La segunda prioridad fue aumentar la actividad en todos los laboratorios farmacéuticos de producción y llenado de gases medicinales. Este aumento de la actividad, que llegó a alcanzar el 300%, tenía por objeto garantizar el suministro puntual de la cantidad de oxígeno medicinal solicitada por los grandes hospitales, tanto públicos como privados, los centros sociosanitarios, otras instalaciones como hoteles y, por supuesto, por los pacientes crónicos a domicilio. Hemos llevado oxígeno a pacientes en ubicaciones que nunca hubiéramos podido imaginar (polideportivos, garajes, cafeterías...).

Aunque hemos comentado que en Europa no hubo escasez de oxígeno, los hospitales europeos se tuvieron que enfrentar a otro importante problema. A pesar de tener los tanques llenos de oxígeno, éste no llegaba a los pacientes ingresados en UVI y plantas de hospitalización. Fue comentada en los medios de comunicación la noticia de que un hospital de Lisboa estaba trasladando pacientes a hospitales de Oporto por falta de oxígeno. En este caso, lo que realmente sucedió fue el colapso de los sistemas de distribución de oxígeno en el

hospital por sobrecarga. Las canalizaciones fueron incapaces de proporcionar oxígeno con la presión suficiente para suministrarlo a tantos pacientes al mismo tiempo. Nadie había pensado que esto podría pasar. Nunca habíamos visto nada igual.

La terapia de alto flujo

Y para terminar de complicar la situación, la pandemia ha venido a cambiar por completo los estándares de utilización de la oxigenoterapia en un sentido que mejora a los pacientes pero estresa aún más la producción y distribución de oxígeno. Y la responsable de este cambio ha sido lo que conocemos como “terapia de alto flujo”.

En los últimos 10 años la terapia de alto flujo ha surgido como una terapia innovadora para administrar oxígeno a los pacientes con insuficiencia respiratoria aguda hipoxémica. Consiste en la administración al paciente de un flujo de gas elevado (hasta 60 litros por minuto), caliente (34–37°C) y humidificado al 100%, al que se le añade oxígeno hasta conseguir la concentración deseada en el aire inspirado (hasta

el 100% si es necesario, o lo que es lo mismo, el paciente recibe 60 litros por minuto de oxígeno). Sus mecanismos de acción aportan más beneficio a los pacientes que el simple suministro de oxígeno, siendo considerada como un nuevo modo de soporte ventilatorio no invasivo cuyos mecanismos de acción recuerdan a los de la ventilación mecánica no invasiva.

La terapia de alto flujo se ha consolidado como el tratamiento de elección para tratar la insuficiencia respiratoria de los pacientes con COVID-19. Dada su amplio espectro de actuación, la comodidad y la buena tolerancia de esta técnica, ha permitido tratar antes a los pacientes evitando su progresión a formas más graves de insuficiencia respiratoria, reduciendo así la necesidad de intubación y la mortalidad.

Pero no todo ha sido positivo con la terapia de alto flujo. La necesidad de emplear altos flujos de oxígeno hace que el consumo de este gas aumente entre 2–4 veces respecto al uso de oxígeno convencional, y esto compromete aún más la capacidad de producción de oxígeno. Por otro lado, la terapia de alto flujo ha

puesto encima de la mesa los riesgos que conlleva trabajar en atmósferas enriquecidas de oxígeno y la obligación de aplicar estrictamente protocolos de seguridad que contemplen medidas exhaustivas de ventilación de espacios, un mayor control de dispositivos electrónicos y evitar el uso de materiales inflamables alrededor de los pacientes. Durante la pandemia hemos visto incendios y explosiones en unidades de cuidados intensivos relacionados con condiciones de trabajo inapropiadas y la ausencia de protocolos de seguridad.

Reflexiones finales

No tenemos ninguna duda de que el oxígeno es un medicamento esencial que tenemos que cuidar y mimar. El oxígeno salva vidas. Hemos tenido dificultades para afrontar la demanda de este medicamento durante la pandemia COVID-19 y tenemos que aprender la lección antes de que nuevas pandemias u otro tipo de contingencias nos pongan de nuevo a prueba. Hemos estado al límite de nuestra capacidad de producir oxígeno y es un aspecto que tenemos que mejorar, sobre todo tras la generalización del uso de la terapia de alto flujo. Otro aspecto a mejorar son las instalaciones hospitalarias. Debemos anticiparnos a los factores que contribuyen a su colapso. En este sentido, la AFGIM está ya trabajando en un nuevo manual de instalaciones que recoge las nuevas condiciones de diseño y cálculo de los sistemas de distribución de gases medicinales para que sea capaz de atender un potencial aumento de la demanda de oxígeno en el futuro, en el caso de una nueva pandemia o contingencia. Por último, es necesario mejorar las condiciones de trabajo creando espacios de seguridad para tratar pacientes en atmósferas enriquecidas de oxígeno. ¿Estamos preparados para afrontar una nueva pandemia? Por supuesto que sí, pero tenemos que hacer bien los deberes ahora que podemos.



Angel Sanchez Vaqué (asanchez@jgingenieros.es)

Director de proyectos

Josep Túnica Buirá (jtunica@jgingenieros.es)

Director General

Juan Gallostra Isern

Presidente-Consejero Delegado

JG Ingenieros

Caracterización de consumos energéticos en hospitales

La gestión energética en hospitales es de mucha importancia por ser grandes consumidores de energía. Para realizar una correcta gestión es oportuno partir de datos objetivos, consumos propios, y referencias externas, para establecer estudios comparativos con nuestro propio caso. Presentamos en este artículo un resumen del estudio intensivo que hemos realizado recientemente en JG Ingenieros sobre los datos disponibles de consumos energéticos en diferentes hospitales.

Conceptos generales

No es fácil dar unos ratios de consumos en los edificios hospitalarios, debido a la gran variabilidad de casos y situaciones y los factores diversos que influyen en los consumos. Aquí presentamos los resultados de un estudio con los datos que han sido obtenidos, analizados y extrapolados a partir de la bibliografía consultada, que se referencia al final del informe, y a la que hacemos referencia a lo largo del texto.

Los consumos se pueden contabilizar de varias maneras:

- Consumos anuales desglosados por tipo de energía o suministro.
- Consumos mensuales, para observar la variabilidad de consumos de alguna energía.
- Consumos diarios, para determinar las capacidades necesarias de acumulación.
- Consumos instantáneos, para determinar, junto a la capacidad de acumulación, las potencias de cada sistema de producción y distribución.

Respecto a los ratios utilizados en los edificios hospitalarios, se suelen em-

plear fundamentalmente tres tipos de ratios:

- **Consumo por cama:** Es el ratio clásico que en los últimos años ha perdido vigencia, debido a la reducción paulatina del número de camas en los hospitales, provocada por la reducción de la estancia media a menos de la mitad de tiempo, la implantación generalizada de sistemas de tratamiento ambulatorio (especialmente de cirugía), y el desarrollo de la atención domiciliaria y la telemedicina.

- **Consumo por superficie:** Es el ratio más utilizado en la actualidad, por adaptarse mejor a la proporcionalidad de reparto de consumos, aunque no suele concretarse casi nunca si la superficie utilizada se refiere a superficie útil o superficie construida, por lo que los valores pueden ser bastante diferentes.

- **Consumo por actividad:** Por número de operaciones, número de consultas, número de estancias, número de urgencias, etc. Este ratio solamente se suele utilizar para la determinación de los costos de cada actividad del hospital.

El ratio de superficie construida de hospital por cama instalada ha ido variando desde los 60 m² por cama en los años 70 del siglo pasado hasta los cerca de 200 m² de la actualidad. En (3) se in-

dica que el promedio en todos los hospitales de España era de 148 m²/cama.

Algunos de los factores generales que influyen en los consumos son los siguientes:

- Antigüedad del edificio: Generalmente los edificios más antiguos no contemplaban muchos de los criterios actuales de eficiencia energética.
- Calidad del proyecto del hospital (arquitectura e instalaciones).
- Posibilidad o no de parcializar cargas para adaptarse a los horarios de funcionamiento de cada espacio.
- Incorporación de criterios de sostenibilidad en el edificio.
- Calidad de los materiales empleados en su construcción y en las instalaciones del edificio.
- Calidad de la ejecución de la obra y de las instalaciones.
- Forma de conducción: Es tan importante que dos hospitales similares en cuanto a situación geográfica, superficie, servicios similares, etc., pueden llegar a tener grandes diferencias de consumo entre ellos.

- Calidad del mantenimiento del edificio.

No es habitual que los hospitales dispongan de datos de medición de consumos por áreas, y sin embargo ésta debería ser la primera medida para una gestión eficiente del edificio. Sin información no es posible tomar buenas decisiones.

Según diversas fuentes, el coste de consumo energético en hospitales puede llegar hasta el 10% de los costes de operación del hospital. Por ello, es necesario en cada caso concreto realizar una recogida de datos de consumos y, si es posible, una auditoría energética del edificio.

En (9) se indica que el sector sanitario en España (2018) representaba un consumo energético anual en el sector servicios del 27%, por detrás de las oficinas y el comercio y por delante de la educación, la hostelería y el resto de los servicios. En muchos hospitales el consumo energético se reparte casi a partes iguales entre la electricidad (alumbrado, fuerza, refrigeración) y gas natural o gasóleo (calefacción y agua caliente sanitaria).

En (10) se indica que el reparto de consumos energéticos en los establecimientos sanitarios está en 20% agua caliente sanitaria, 35% iluminación y 45% climatización. Mismos datos se observan en (4).

Consumos energía térmica

En el consumo de energía térmica y su extrapolación influyen muchos factores:

- La forma del edificio y su relación superficie/fachada.
- La climatología del lugar donde se sitúa el hospital.
- La calidad y aislamiento de los elementos opacos y vidriados del edificio.
- La inercia térmica del edificio.
- El tipo preferente de fuentes de energías empleadas (electricidad, gas natural, gas propano, gasóleo).

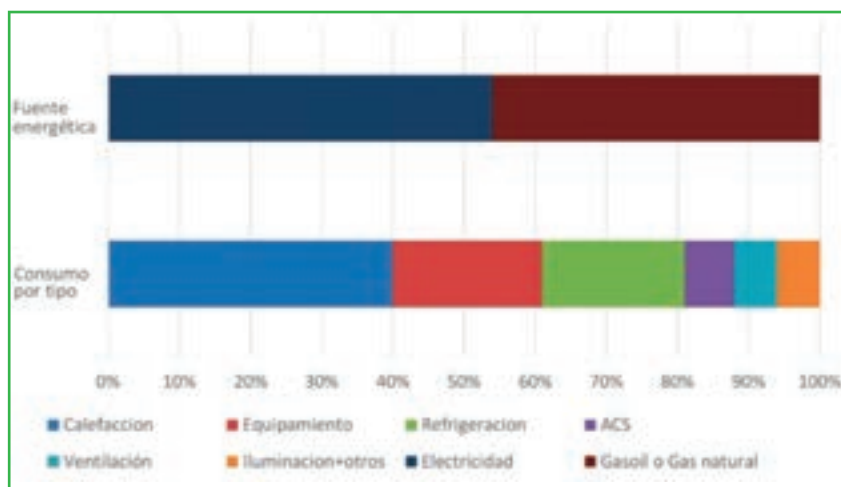


Tabla 1. Consumo hospital 18.000 m2, Madrid (5).

- El empleo o no de energías renovables (fotovoltaica, solar, geotermia, aerotermia, biomasa, etc.).

La bibliografía disponible suele dar información sobre demandas térmicas y medidas de ahorro energético, pero no sobre consumos reales.

En (1) se indican como cargas térmicas estándares: 115 W/m2 para refrigeración y 90 W/m2 para calefacción. En 2015, en España operaban 791 hospitales con 158.566 camas, con un consumo estimado de 4.200 millones de kWh/año. El indicador medio de consumo térmico anual a nivel nacional era de 26.674 kWh/cama y 201 kWh/m2.

En (3) se indican unos promedios de consumos anuales de energía térmica para hospitales entre 101 y 250 camas en 2011: 113 kWh/m2 en hospitales situados en zona atlántica, 133 kWh/m2 en zona continental y 110 kWh/m2 en zona mediterránea. En (4), para hospitales en Navarra, se indica un ratio de consumo térmico por cama de entre 20.500 y 29.000 kWh/año. En el documento Plan de Ahorro y Eficiencia Energética del Servicio Navarro de Salud de 2013 (12), se detallan estos consumos para los cinco hospitales públicos de la comunidad.

Consumos de combustibles

En (3) se indicaba que los principales combustibles empleados para producir la energía térmica eran los siguientes (2011):

- Gas natural: 73 %
- Gasóleo: 23 %
- Otros: 4 %

En un hospital en Madrid de 18.000 m2 y 216 camas (2), el consumo de gas natural en 2020 fue de 127.830 kW/h (71 kW/h m2) con un máximo de 21.474 kW/h en enero y un mínimo de 1.354 kW/h en agosto. En (5) se presenta una auditoría energética de un hospital de la provincia de Madrid (17.957 m2 y 213 camas). El consumo de gasóleo para las calderas de calefacción y agua caliente sanitaria (ACS) es de 3,4 millones de litros/año, con un máximo en diciembre de 60.000 litros y un mínimo de 30.000 litros para los tres meses de verano. El reparto del consumo de gasóleo es del 86% para calefacción y el 14% para ACS.

El hospital universitario de la Vall d'Hebron de Barcelona, con 22 edificios y 1.100 camas, tuvo en el año 2016 un consumo de gas 88.328 MWh (80.000 kWh/cama). En (6) se incluyen datos sobre consumos de gas natural para los hospitales públicos de Navarra (2019): Hospital de Navarra (15,8 millones kWh, 78.000 m2, 202 kWh/m2) y Hospital Virgen del Camino (10,4 millones kWh, 43.000 m2, 240 kWh/m2).

Según (8), el hospital de Coímbra en Portugal (1.600 camas) tuvo en 2010 un consumo de combustible de 38 millones kWh, lo que significa 31.457 kWh/cama-año y 310 kWh/m2-año.

Consumo agua caliente sanitaria

El consumo de agua caliente sanitaria ha disminuido considerablemente en los hospitales por diversas razones:

- Disminución de la estancia media. Al estar muchos pacientes ingresados dos o tres días en el hospital, esperan a ducharse en sus domicilios.
- Muchos pacientes que no pueden levantarse habitualmente son lavados en la propia cama mediante toallitas jabonosas sin ser desplazados al baño asistido.
- Mejoras en la grifería utilizada en los hospitales, con modelos de más bajo caudal y sistemas de ahorro como aireadores.
- Muchos lavamanos de las zonas de consultas externas se equipan solo con agua fría para evitar riesgos de legionella.
- Renovación y mejoras de los trenes de lavado de cocina con menor consumo de agua caliente.
- Externalización de los servicios de lavandería.

Por las razones indicadas, en los edificios existentes las instalaciones de almacenamiento y distribución de ACS suelen ser muy superiores al consumo real de los edificios. En el agua caliente se mantiene el uso del ratio de agua caliente consumida por cama, por ser más directamente proporcional al uso del edificio.

En (1) se indican ratios de consumo diario de 200 litros/cama y una potencia de preparación de 6,4 kW/cama. La Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria evaluaba que el consumo por cama era de 200 a 300 litros por cama y día, y que el 80% se consumía en un período no superior a 4 horas.

En un hospital general en Castilla la Mancha, con 540 camas y 96.600 m², una potencia térmica de producción de ACS de 900 kW y una acumulación total de 36.000 litros, se midió un caudal punta máximo de 5,5 m³/h. En una clínica privada de Madrid, con 250 camas y una acumulación de ACS de 9.000 litros, el consumo promedio diario es de 3,0 m³/h.

En (7) se indica para los hospitales y clínicas un consumo de agua caliente sanitaria de 55 litros/día y cama, a 60 °C.

Consumo eléctrico

Es el consumo del que existe normalmente más información, disponiendo de ratios por cama y ratios por superficie, que es mucho más proporcional.

Pueden influir en el consumo algunos aspectos como:

- El sistema de contratación eléctrica.
- Si el hospital es un edificio todo eléctrico o si parte de la instalación de climatización se realiza con combustibles fósiles (gas natural o gasóleo).
- Existencia de sistema fotovoltaico para autoconsumo, que cada vez es más frecuente.
- El peso de la iluminación en el consumo se ha reducido considerablemente en la mayoría de los hospitales, con el uso generalizado de lámparas leds y con sistemas de gestión eficiente como sistemas de aprovechamiento de la iluminación, incorporación de sistemas de regulación y empleo de sistemas de control de presencia. Por ello, los ratios históricos disponibles, suelen ser más altos que la realidad.

En (1) se indica una potencia eléctrica simultánea para los hospitales de 75 W/m². En un hospital en Madrid de 18.000 m² y 216 camas (2), el consumo eléctrico en 2020 fue de 4,2 millones de kWh (232 kWh/m²-año y 19.354 kWh/cama-año) con un máximo de 588.031 kWh en enero y un mínimo de 141.396 kWh en agosto. En (3) se indican unos promedios de consumos anuales eléctricos para hospitales (entre 101 y 250 camas, año 2011) de: 111 kWh/m² en hospitales situados en zona atlántica, 141 kWh/m² en zona continental y 166 kWh/m² en zona mediterránea.

En (4) se presentan datos de consumos anuales para hospitales en Navarra: entre 97 kWh/m² y 143 kWh/m², frente a los 139 kWh/m² de media nacional. En una auditoría energética de un hospital de la provincia de Madrid (5), de 17.957 m² y 213 camas, el consumo eléctrico

anual es de 4,0 millones de kWh (226 kWh/m²), con un máximo en el mes de julio de 419.200 kWh y un mínimo de 279.500 kWh en el mes de febrero. El consumo promedio está entorno a los 11.000 kWh/día de lunes a viernes. El reparto del consumo eléctrico por usos es del 39% para equipos, 38% para refrigeración, 12% para ventilación, 9% para iluminación, 2% para ACS y otros.

En (6) y (9) se indica que en los hospitales públicos de Navarra se han producido en 2019 los siguientes consumos de electricidad: 313 kWh/m² en el Hospital de Navarra, 410 kWh/m² en el Virgen del Camino, 366 kWh/m² en el Reina Sofía y 286 kWh/m² en el García Orcoyen. En 2016 el Hospital Universitario de la Vall d'Hebron de Barcelona consumió 22.431 MWh eléctricos, lo que significa un ratio (para 1.100 camas) de 20.000 kWh/cama-año.

Según Euroconsult, a partir de datos del Sistema Nacional de Salud, por término medio el consumo anual eléctrico por cama de hospital fue de 29.000 kWh. El consumo de la energía eléctrica de los hospitales del servicio Madrileño de Salud fue durante 2019 de 140 kWh/m². En (12) se indican los consumos eléctricos anuales (2011) para los hospitales públicos de Navarra, que están entre 110 y 140 kWh/m²-año.

En (8) se indica que el Hospital de Coímbra en Portugal (1.600 camas) tenía en 2010 un consumo eléctrico de 19 millones de kWh, con un ratio de 15.728 kWh/cama-año y 155 kWh/m²-año. En el manual de inversiones energéticas del Banco de Desarrollo de América Latina (13), se indica unos consumos promedio de energía eléctrica en kWh por cama y día muy variable: de 31 a 55 en hospitales hasta 150 camas, de 26 a 65 en hospitales hasta 200 camas, y 61 en hospitales de 300 camas.

En (14) se indica que el consumo por kWh y cama es mayor en hospitales muy grandes con más de 1.000 camas y en pequeños de menos de 100 camas (entorno a los 20.000 kWh/cama y año), mientras que los de 100 a 250 camas son los más eficientes, con valores inferiores a 15.000 kWh/cama y año. En el mismo documento (14) se indican valores para un hospital en la comunidad de Madrid

(600 camas y 59.200 m²): un consumo total de 9,5 millones de kWh, que representa unos ratios de 161 kWh/m² –año y 15.886 kWh/cama.

Resumen de potencias y consumos

Analizando y extrapolando los datos obtenidos de la bibliografía consultada podemos resumir y promediar el conjunto de potencias y consumos de un hospital de tamaño medio (unos 20.000 m²) en la siguiente tabla resumen:

Los datos de consumo global promediado de los datos del estudio que se deducen de la tabla resumen propuesta son:

- Consumo energético térmico (calefacción Madrid + ACS) = 180.

- Consumo energético eléctrico (central frío + resto) = 200.

- Consumo energético total (kWh/m² – año) = 380.

Para contrastar el resumen de datos de consumo obtenidos hemos acudido a (16), donde se recogen muchas referencias hospitalarias internacionales con sus datos de consumo energético agregado. El promedio obtenido de los datos de algunos hospitales internacionales de distintas ubicaciones geográficas y diferentes culturas, presenta igualmente una gran variabilidad de datos de consumo por m² pero el promedio global se mantiene en los 387 kWh/m².

Notas

(1) Para la calefacción se consideran dos supuestos: localización mediterránea (Barcelona) y continental (Madrid).

(2) En la refrigeración, la potencia instalada es similar en Barcelona (mayor temperatura húmeda) y Madrid (mayor temperatura seca). Para obtener el consumo anual hemos considerado un funcionamiento equivalente a 6,5 horas/día durante 6 meses al año.

(3) Convertimos los W térmicos (calefacción Madrid + ACS) en m³ de gas aplicando el poder calorífico del gas natural (10,8 kWh/m³) y considerando un

Suministro		Potencia/Caudal simultáneo		Consumo anual		Notas
Térmico	Calefacción - Bon	70	W/m ²	80	kWh/m ²	(1)
	Calefacción - Mad	90		140		
	Agua Caliente Sanitaria	10		40		
	Refrigeración	100		120		(2)
Gas Natural	Calefacción Mad + ACS	10,0	l/h.m ²	18	m ³ /m ²	(3)
Electricidad	Para central frigorífica	25	W/m ²	30	kWh/m ²	(4)
	Para resto necesidades	50		170		
Oxígeno	Condición normal	1,5	l/h.m ²	4,0	m ³ /m ²	
	Condición pandemia	6,0		16,0		
Agua	Total	0,27	l/h.m ²	1,2	m ³ /m ²	(5)
	Caliente	0,22		0,5		(6)

Tabla 2.

90% de rendimiento de los equipos generadores de calor.

(4) Consideramos un COP de 4 para pasar de kW térmicos a kW eléctricos.

(5) A partir de una estimación de 500 l/cama y día, con 150 m²/cama, tenemos el consumo diario de 3,3 l/m² y el anual. Suponiendo que el consumo se reparte en 12 horas tenemos el caudal simultáneo de agua fría.

(6) A partir de una estimación de 200 l/cama y día, con 150 m²/cama, tenemos el consumo diario de 1,3 l/m² y el anual. Suponiendo que el consumo se reparte en 6 horas tenemos el caudal simultáneo de agua caliente.

Biografía consultada

(1) JG Ingenieros SA. Manual de predimensionado. Las instalaciones a palmas. 2017.

(2) Datos consumo hospital en Madrid (18.000 m² y 216 camas).

(3) Míguez C.D. de IDEA. Consumos de energía en hospitales españoles. Ingeniería hoy. Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria.

(4) Factura energética del Servicio Navarro de Salud. 2012.

(5) Pedrajas Boceta J. Trabajo final de máster Universidad de Comillas. Auditoría energética de un hospital. 2017.

(6) Informe anual de energía 2019. Gobierno de Navarra. 2020.

(7) IDEA. Guía Técnica. Agua caliente central.

(8) Guía de orientación del uso eficiente de la energía y de diagnóstico energético, del Ministerio de Energía y Minas de Perú.

(9) Gómez Cordeiro C. Análisis de la importancia de la eficiencia energética en los hospitales. Trabajo fin de grado de la Escuela Politécnica de Ingeniería de Minas y Energía de la Universidad de Cantabria. 2021.

(10) Comunidad de Madrid. Guía de ahorro y eficiencia energética en Hospitales.

(11) Ministerio de Energía. Gobierno de Chile Eficiencia energética. 2021.

(12) Servicio Navarro de Salud. Plan ahorro y eficiencia energética en los centros sanitarios del servicio Navarro de Salud-Osasunbidea. 2013.

(13) Banco de Desarrollo de América Latina. Manual para la evaluación de inversiones en eficiencia energética en el sector de hoteles y hospitales.

(14) Celis. F. y otros. Universidad de Alcalá. Eficiencia energética y arquitectura hospitalaria en España. Retos y posibilidades. III Encuentro Latinoamericano y europeo sobre edificaciones y comunidades sostenibles. 2019.

(15) García Guajardo J. Casos prácticos de mejora de las infraestructuras y de la eficiencia energética de las instalaciones sanitarias. Unidades docentes de la Escuela Nacional de Sanidad. 2013. UNED.

(16) Guenter R. y Vittori G. Sustainable Healthcare architecture, 2013, ed. Wiley.

Mónica Sánchez Herrera (sanchez_monicaher@gva.es)
 Ingeniera Industrial e Ingeniera Técnica Industrial
 Mantenimiento Integral de Instalaciones
 Hospital Clínico Universitario (Valencia)

El control de las instalaciones hospitalarias

Superando los 8.800

La inquietud del Servicio de Ingeniería del Hospital Clínico Universitario de Valencia por el aumento de la eficiencia y eficacia de los equipos e instalaciones del hospital, ha promovido un considerable incremento de los puntos controlados por el sistema VIGÍA, superando en la actualidad los 8.800.

Introducción

El Hospital Clínico Universitario de Valencia es un conjunto de edificios complejos en los que las instalaciones y equipos tienen unos requerimientos de vigilancia, control y análisis de datos, los cuales son múltiples y complejos, con diferentes épocas de instalación, en algunos casos con más de 30 años de antigüedad.

Mediante el control SCADA de las instalaciones y equipos se ha conseguido que la gestión hospitalaria sea más eficiente, facilitando además el trabajo tanto a ingenieros como personal sanitario, contribuyendo además a garantizar la seguridad tanto de empleados como de pacientes.

En la actualidad, en el Departamento Clínico-Malvarrosa se controlan, desde el sistema de gestión centralizada, catorce centros:

- Hospital Clínico Universitario de Valencia.
- Hospital Malvarrosa.
- Centro de salud de Serrería I.
- Centro de salud de Meliana.
- Centro de salud Malvarrosa.

- Centro de salud Benimaclet.
- Centro de salud Alfahuir.
- Centro de salud Foios.
- Centro de salud Rafelbuñol.
- Centro de especialidades El Grao.
- Centro de salud de Massamagrell.
- Centro de salud de Trafalgar.
- Centro de salud República Argentina.
- Consultorio Port Saplaya.

Los tipos de instalaciones que se controlan son:

- ✓ Producción de agua caliente sanitaria.
- ✓ Producción de agua fría y caliente para climatización.
- ✓ Iluminación.
- ✓ Monitorización de consumos eléctricos y térmicos.
- ✓ Climatizadores.
- ✓ Fancoils.
- ✓ Unidades evaporadoras.
- ✓ Neveras y congeladores.
- ✓ Gases medicinales.
- ✓ SAls.

Los inicios del sistema VIGÍA

Con anterioridad al VIGÍA, el control de las diferentes instalaciones y equipos

del Departamento de Salud Clínico-Malvarrosa se realizaba mediante aparataje analógico, la cual interactuaba con actuadores a través de manómetros situados en los puntos clave de la instalación.



Figura 1.

Estos sistemas analógicos de control no disponían de la posibilidad de adquirir,

monitorizar ni tratar estos datos posteriormente.

Se trataba de sistemas propietarios no comunicantes, es decir, la información la disponía la propia instalación sin posibilidad de controlar remotamente. Los datos del estado de las instalaciones se veían in situ.

Este proceso de transformación digital del Departamento comenzó hace algo más de 8 años, en 2013, con la implementación de un sistema SCADA en un climatizador del Hospital Clínico.

El sistema VIGÍA

El funcionamiento del Sistema VIGÍA consiste en la implantación y monitorización de las instalaciones y equipos del Departamento.

El software de dicho sistema permite la creación de distintos perfiles de usuario, dependiendo del nivel de accesibilidad destinado a cada usuario. Así a la supervisión de un determinado servicio se le concederán permisos de lectura de temperaturas de neveras y congeladores pero no así a la modificación de los límites de temperaturas de funcionamiento o al encendido o apagado de la climatización de su sala, permisos de los que dispondrá el personal del Servicio de Ingeniería y Mantenimiento.

Este sistema permite la posibilidad de la creación de notificaciones por correo y SMS a una lista determinada de usuarios, tales como personal técnico de turno (electricistas, frigoristas, etc.), personal de ingeniería o al mismo personal sanitario, con lo que se consigue una mayor rapidez en las actuaciones ante posibles incidencias o emergencias.

Mediante el Sistema VIGIA también podemos delimitar las horas de funcionamiento de equipos e instalaciones conectados, lo cual permite alargar la vida útil de los mismos y por supuesto, una mejora sustancial de su eficiencia energética.

Entorno del usuario

El entorno de usuario del Sistema VIGÍA está diseñado conjuntamente por los técnicos de la empresa de implantación (ControlGes) y los ingenieros y técnicos del Departamento.

En cada pantalla de equipo o instalación monitoreados se tiene acceso a los puntos controlados (medidas de temperatura, presión, nivel de baterías, etc.), de los cuales se puede realizar el control histórico de los datos medidos dentro de un rango de fechas. Además es posible obtener una representación gráfica de varios parámetros y exportar estos datos a una hoja de cálculo para su análisis posterior.

Arquitectura de control

El Sistema VIGÍA de control de instalaciones del Departamento es un sistema centralizado que monitorea y controla diversos centros del departamento. Dispone de un CPD (centro de procesamiento de datos) al que se conectan diferentes tipos de redes y que ofrece las veces de interfaz entre las instalaciones y equipos conectados y los usuarios del sistema.

En la imagen aparecen los distintos centros monitorizados del Departamento como son el Hospital Clínico Universitario, el Hospital Malvarrosa y varios centros de salud (aunque aún no está implementada en el VIGÍA la totalidad del departamento) (figura 2).

Evolución del número de puntos de control

Como se ha comentado anteriormente, el control remoto de las instalaciones del Departamento comenzó en los climatizadores del Hospital Clínico allá por el año 2013. Desde entonces esta inquietud, tanto de la dirección como de los técnicos, por el control y la mejora de las instalaciones no se quedó ahí, si no que a lo largo de estos años se ha ido ampliando a multitud de instalaciones, incluso en los años de pandemia (con la creación de habitaciones de presión negativa), de manera que en la actualidad se dispone de más de 8.800 puntos controlados en el Departamento Clínico-Malvarrosa, un crecimiento superior al 800% (figura 3 y tabla 1).

Alcance de los puntos de control

Los puntos controlados por el Sistema VIGIA alcanzan desde el control de consumo eléctrico, climatización (temperaturas, producción, etc.), monitorización de baterías de SAIs, de neveras y congeladores, grupos de presión, y un largo etc.

Debido a su complejidad y diversidad de instalaciones, el Hospital Clínico es el que posee una mayor cantidad de puntos controlados, pero también se tienen monitorizadas y controladas las climatizaciones de una gran cantidad de centros de primaria, los puntos más críticos de estos centros (tabla 2).

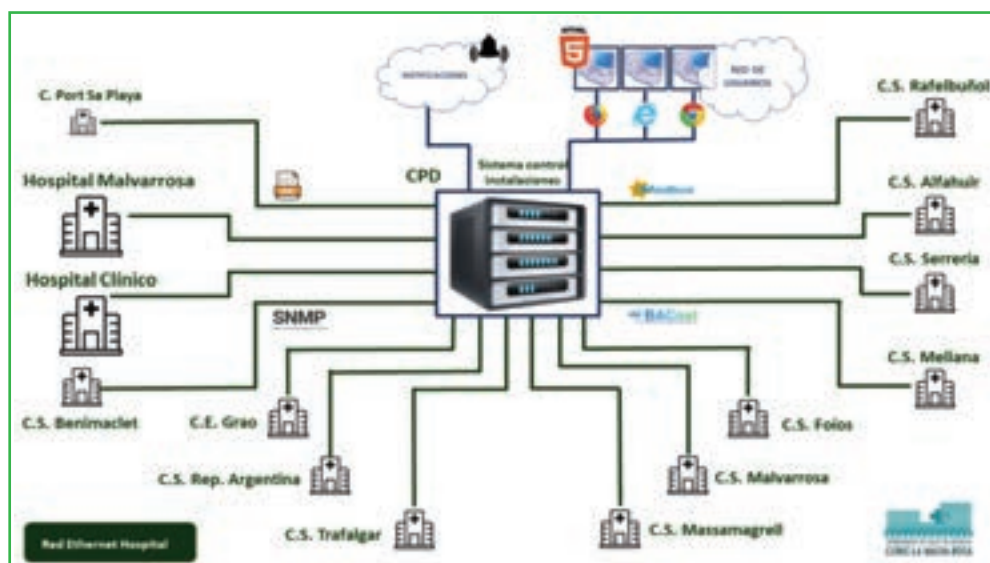


Figura 2. Arquitectura control departamento de Salud Valencia Clínico Malvarrosa.

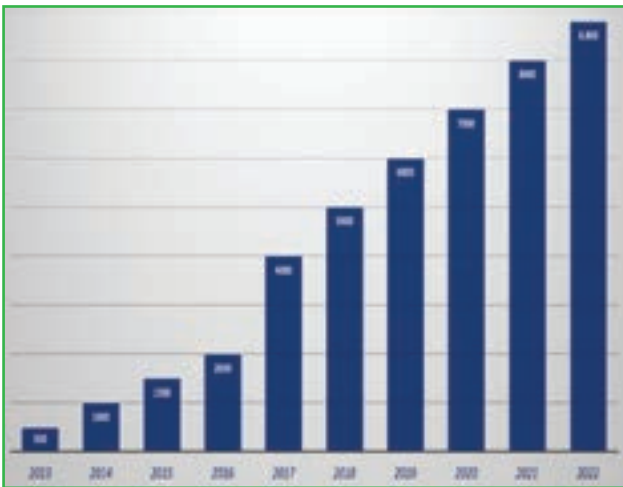


Figura 3. Evolución de puntos de control.

Año	Puntos de control	Tipo de instalación	Nº de edificios monitorizados
2013	100	1	1
2014	100	1	1
2015	1.500	3	2
2016	2.000	3	5
2017	4.000	5	7
2018	6.000	6	7
2019	7.000	7	8
2020	7.500	8	10
2021	8.000	9	14
2022	8.800	10	14

Tabla 1.

Mejora continua: instalaciones implementadas

El Sistema VIGIA del Departamento de Salud de Valencia Clínico-Malvarrosa está en continua evolución. A medida que se realizan nuevas inversiones, tanto de equipamiento de alta tecnología como de las instalaciones que se renuevan y actualizan, se precisan nuevos puntos de control de las mismas.

Algunas de las instalaciones implementadas son:

- Sala blanca de Radiofarmacia – Hospital Clínico.

Se trata de una sala de fabricación de radiofármacos implementada en el Sistema VIGIA, a través del cual se miden multitud de parámetros de la misma: presiones, compuertas, climatización, etc.

- Producción de frío para climatización – Hospital Clínico.

- Habitaciones de presión negativa COVID – Hospital Clínico.

- Climatización UCI – Hospital Clínico.

- Producción de ACS y climatización – Hospital Clínico.

- Climatización – Centros de Salud.

Conclusiones

En definitiva, es importante remarcar que el Servicio de Ingeniería del Departamento de Salud Clínico-Malvarrosa sigue trabajando en nuevos proyectos que se integrarán al sistema VIGIA, tales como la

Gammaknife en Medicina Nuclear, 2 nuevas Resonancias y 2 nuevas Enfriadoras en el Hospital Clínico, nuevos TAC y Resonancia en Hospital Malvarrosa, etc., con el objetivo de una gestión hospitalaria

mucho más eficiente, con un mayor rendimiento de las instalaciones, optimizando consumos y contribuyendo a garantizar la seguridad y el confort de los pacientes.

Centro	Alcance	Puntos de control aproximados
Hospital Clínico	Monitorización neveras Monitorización gases medicinales (anoxia) Monitorización CPD Monitorización SAIS principales Monitorización grupos de presión. Monitorización aljibes Medición de consumos eléctricos Control de alumbrado Producción climatización (frío + calor) A.C.S. Climatización general Climatización zonas críticas (quirófanos, UCI) Climatización zonas presión negativa COVID	I.G: 2.000 puntos Pab.F: 400 puntos Pab.D: 700 puntos Pab.C2: 1.350 puntos Pab.C: 450 puntos Pab.B: 300 puntos Pab.A: 1.350 puntos. Total: 6.550 puntos de control
Hospital Malvarrosa	Climatización general Climatización zonas críticas (quirófanos) Monitorización CPD Producción climatización	600 puntos de control
C.S. Malvarrosa	Producción climatización Climatización general A.C.S. Alumbrado Instalaciones especiales	550 puntos de control
C.S. Messagrell	Producción climatización	50 puntos de control
C.S. Benimaclet	Climatización general	60 puntos de control
C.S. Serrería I	Climatización general	250 puntos de control
C.S. Meliana	Climatización general	250 puntos de control
C.S. Foios	Climatización general + Producción climatiz.	100 puntos de control
C.S. Rafelbuñol	Producción climatización	15 puntos de control
C.S. El Grao	Producción climatización	15 puntos de control
C.S. Alfahuir	Climatización general	400 puntos de control
C.S. Trafalgar	Climatización sala rack	10 puntos de control
Consultorio Port Saplaya	Climatización consulta	10 puntos de control
C.S. República Argentina	Climatización general	10 puntos de control
Total Departamento Clínico-Malvarrosa		8.800 puntos de control

Tabla 2.

Fernando Durbán Hacar (fdurban@asimesa.com)

Director Instalaciones y Eficiencia Energética

Grupo Empresarial Electromédico

La interoperabilidad de dispositivos e instalaciones para optimizar la gestión energética

En un centro sanitario existen multitud de elementos que, en muchas ocasiones, funcionan de manera aislada y no interactúan entre ellos. Debemos seleccionar los equipos que, por su criticidad, sea necesario monitorizar de manera constante. Tenemos que tratar de realizar una gestión centralizada de todas aquellas instalaciones cuyo fallo pueda tener consecuencias para los pacientes, pero también de aquellas en las que el consumo energético debe ser cuidadosamente analizado para optimizar los recursos de los centros y reducir el impacto ambiental.

La gestión de las infraestructuras

Como muchos hacemos al empezar a hablar sobre un tema, he acudido a diferentes diccionarios para encontrar el significado que mejor defina la gestión en el caso de los hospitales. Una de las acepciones la define como “ocuparse de la administración, organización y funcionamiento de una actividad”, pero también lo podemos definir como “manejar o conducir una situación problemática”. Desafortunadamente, más veces de las que nos gustaría nos identifica la segunda de las definiciones.

No es diferente en el caso de la gestión de las infraestructuras, y especialmente en el caso de la gestión energética, lo cual ha quedado de manifiesto con las variaciones del precio de la energía de los últimos años (figura 1).

Por supuesto, debemos entender también como uno de los objetivos de la gestión la optimización de recursos; en este caso, me centraré en los recursos energéticos, que tienen una repercusión

directa en los recursos económicos y en el impacto al medio ambiente.

Situación actual

Hoy en día contamos con sistemas capaces de transmitir información de manera recíproca y de actuar en consecuencia, como son los BMS (Building Management System) o, en el caso de la gestión energética, los EM (Energy Manager). En Hospitales o edificios en general, nuevos, las soluciones en cuanto a la gestión centralizada de las instala-

ciones están planteadas de manera que se tiene un grado de monitorización y control sobre la infraestructura muy elevado. Sin embargo, en edificios de cierta antigüedad, la realidad es que estas herramientas a día de hoy tienen un gran potencial de mejora, debido a:

- **Sistemas aislados** de fabricantes de equipos o de instalaciones específicas (como puede ser Protección Contra Incendios), que no se encuentran integrados en un sistema único, ya que en el

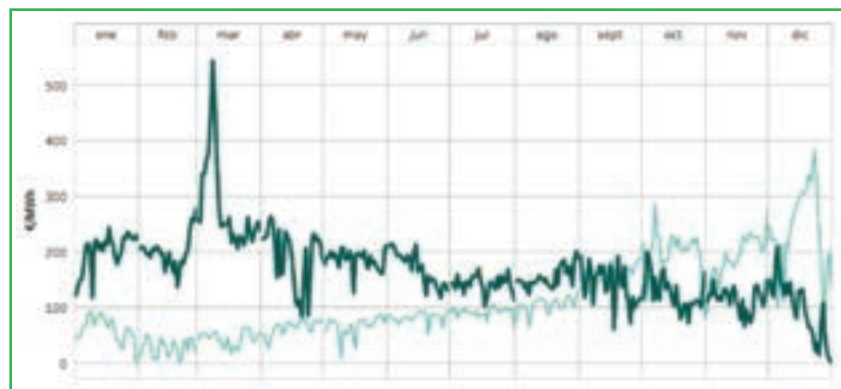


Figura 1. Precio medio diario del kWh año 2022 (verde oscuro), y año 2021.
Fuente: Informe anual 2022 (OMIE).

momento de su implantación o renovación no era viable su integración en el BMS.

- **Sistemas obsoletos** y/o en desuso, en ocasiones por falta de formación del personal que se ocupa de la gestión de la infraestructura. No es extraño que una persona que conoce un sistema, a su partida de un Centro Sanitario, no disponga del tiempo para poder hacer una transferencia de conocimiento, o incluso no esté todavía en el centro la persona a quien transferir dicha información.

- **El alcance de los sistemas** podría llegar a incluir una infinidad de elementos de un Hospital, pero nos encontramos con sistemas o equipos que no están incluidos, y que podrían gestionarse de manera mucho más eficiente. Algunos ejemplos serían los equipos intermedios y terminales de climatización (UTAs, fancoils, etc.), iluminación, baterías de condensadores...

Necesidad de monitorización e interoperabilidad

Cuando nos sentamos a analizar los equipos e instalaciones que prioritariamente deben ser monitorizados y sobre los que se debe actuar de manera remota y/o automática, considero conveniente hacer una clasificación según dos criterios:

- **Su criticidad** e interferencia con la actividad asistencial: muchos de los elementos de un Hospital han de estar constantemente supervisados, por el impacto que podría tener un fallo en la actividad asistencial o directamente en los pacientes. Esto es evidente en el caso de los quirófanos, ciertos equipos electromédicos, sistemas de respaldo (Grupos Electroógenos, SAIs, etc.) o de protección contra incendios. Igualmente, resulta crítico el mantenimiento de unas condiciones térmicas para poder realizar la actividad asistencial, especialmente en zonas de laboratorios, quirófanos, salas especiales y zonas en las que se requieren unas condiciones ambientales concretas.

- **Su impacto energético:** En este sentido, y dado el impacto ambiental y económico (recordemos que, durante los momentos de máximo precio de la energía eléctrica, algunos Hospitales han visto incrementada su factura en un 300-500%), hemos de supervisar los equipos que resultan grandes consumidores o que influyen en los consumos, como son las calderas, enfriadoras, climatizadoras... y no podemos olvidar las nuevas instalaciones productoras, cada vez más habituales, como la fotovoltaica.

Para realizar una correcta supervisión de los equipos, necesariamente pasaremos por unas fases, que podemos resumir en:

1. Toma de datos, que vendrán desde todos los elementos de campo, aportando información de temperatura, presión, caudales, estado de funcionamiento de los equipos, etc.

2. Análisis de los datos, para realizar un filtrado de la información que solamente supone "ruido" en el sistema, e identificar aquella información que es relevante, por lo que es vital asegurar la calidad del dato que empleamos. A continuación, este dato se envía al sistema de gestión centralizado, normalmente un BMS (Building Management System).

3. Respuesta a la información recibida y analizada, en esta etapa es donde estaremos actuando sobre los sistemas del edificio, en base a la información obtenida.

En este sentido, es destacable la ausencia de medios para poder evaluar, en cada momento y en cada espacio, el uso correcto de la energía en relación con la demanda real que existe. Uno de los casos más habituales es el de un espacio de un Hospital que se usa en horario de mañana solamente y en el que la climatización e iluminación se mantienen en funcionamiento durante todo el día. Este caso es de especial interés, por tratarse de los sistemas que concentran cerca del 80% del consumo energético de un Hospital (figura 2). Sin entrar en detalle, y dado que las soluciones deben plantearse a medida para cada centro, existen soluciones para adaptar la producción en función de la demanda, que van desde sencillos programadores horarios (con repercusión baja) hasta sofisticados sistemas de detección de presencia (con repercusión de media a elevada).

Debemos, por tanto, asegurar que los edificios sean más eficientes mediante la consecución de un objetivo claro: consumir en función de la demanda. Esto es, encontrar el equilibrio entre la demanda real y la producción, garantizando las condiciones de funcionamiento óptimas energéticamente, y manteniendo el confort para el desarrollo de la actividad asistencial.

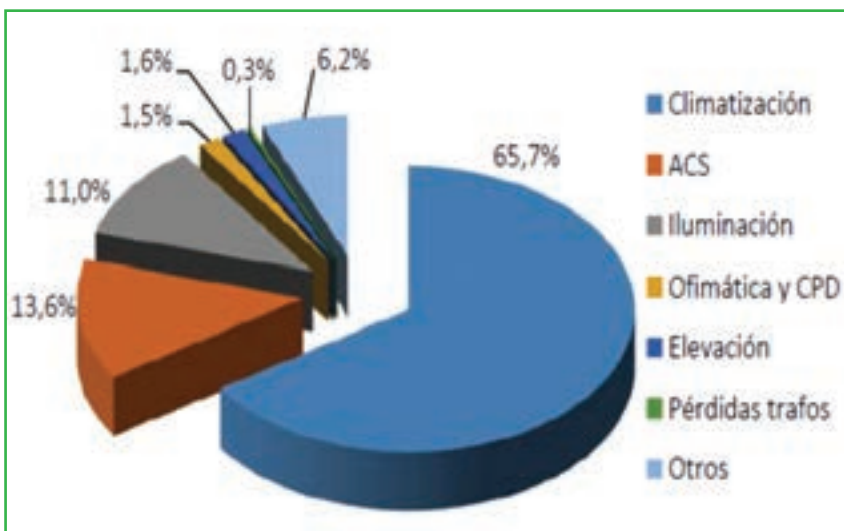


Figura 2. Distribución tipo de consumos energéticos en un Hospital.

Además del inmediato beneficio que esto supone, por el ahorro energético, también hemos de considerar otros beneficios derivados de un menor uso de las instalaciones, como son la reducción de averías y la disminución de los costes de mantenimiento, lo que se traduce en una optimización de los recursos.

Para lograr el objetivo anterior, cobra un interés fundamental la Interoperabilidad entre los diferentes dispositivos: podemos entender la **interoperabilidad** como la capacidad de diferentes sistemas para transmitirse información bidireccionalmente y para utilizarse entre ellos, de manera que un sistema pueda actuar sobre el otro. Hemos de apostar por sistemas integrables, evitando los sistemas aislados o aquellos cuya interconexión con otros resulta compleja y costosa.

La figura del Gestor Energético

Cuando hablamos de automatización y gestión centralizada, lo que se consigue por parte de los Hospitales es que su personal disponga de recursos para realizar su trabajo de manera más eficiente, e incluso pueda dedicar tiempo a tareas que, por el "día a día", no pueden ser llevadas a cabo. Un claro ejemplo es el de la Eficiencia Energética, a la que resulta complicado dedicar el tiempo que merece, por estar los Servicios de Ingeniería de los Hospitales dedicados a otras tareas que requieren atención de manera prioritaria.

Cada vez es más habitual que los centros deleguen el seguimiento del desempeño energético en una persona, el Gestor Energético, que será la encargada de velar por un uso responsable de la energía por parte de los usuarios y mantenedores, y por el correcto desempeño energético de las instalaciones y equipos. Este recurso puede ser interno o externos, pero no cabe duda de que las ventajas de tener a una persona dedicada al seguimiento de consumos y a la optimización de los mismos es evidente. Considerando el consumo medio de energía, para un Hospital de unas 400 camas, entre los 15 y los 20 GWh anua-

les, un ahorro del 5% del total del consumo puede suponer un ahorro anual entre 0.75 y 1 GWh anuales, lo que al precio actual de la energía puede suponer un ahorro de entre 97.000 € y 140.000 € anuales, considerando una proporción 60/40 entre electricidad/gas natural. La experiencia nos demuestra que, la implantación de un sistema de monitorización integrado y el seguimiento energético por un Gestor Energético dedicado con capacidad de actuar sobre las instalaciones, supone ahorros superiores al 5% indicado.

Este Gestor Energético, mediante el análisis de datos del que se ha hablado anteriormente, obtendrá la información necesaria para la toma de decisiones:

- **Automatizadas**, gracias a los sistemas BMS/EM, y en base a unos parámetros definidos por dicho Gestor, que a su vez supervisará el correcto desempeño de la instalación y equipos.

- **Particularizadas**: es aquí donde toma total protagonismo el Gestor Energético, donde no llega la máquina. En este caso, hablamos de la toma de decisiones relativas a cambio de equipos, cambio completo de la configuración en el funcionamiento de una instalación, incorporación de nuevas tecnologías, etc. En definitiva, detectar necesidades y mejoras que un BMS/EM no puede identificar.

A modo de ejemplo de mejoras que solamente podrán llevarse a cabo mediante la intervención del factor humano, podemos considerar el caso de las, cada vez más presentes, instalaciones fotovoltaicas y la adaptación de la demanda energética al pico de producción de las mismas (en torno a las 12.00-13.00 horas): Existe un potencial de adaptar el horario de los consumos de ciertas instalaciones y equipos en coincidencia con esa máxima producción, lo que nos permitirá diseñar una instalación de mayores dimensiones a las que se dimensionan si se considera el comportamiento energético actual (figura 3).

Conclusiones

Debemos apostar, tanto desde los Hospitales como desde las empresas que trabajamos para los Hospitales, por la automatización, monitorización, integración, e interoperabilidad de equipos y sistemas, con el fin de optimizar los recursos energéticos, al tiempo que debemos contar con el personal dedicado, con los conocimientos adecuados, para asegurar un correcto desempeño energético y para fomentar la mejora continua de nuestros Hospitales. Además, en este artículo me centro en la interoperabilidad dentro de un centro, pero no debemos limitarnos a esto, ya que podemos conseguir mayores sinergias al centralizar información de diferentes centros.

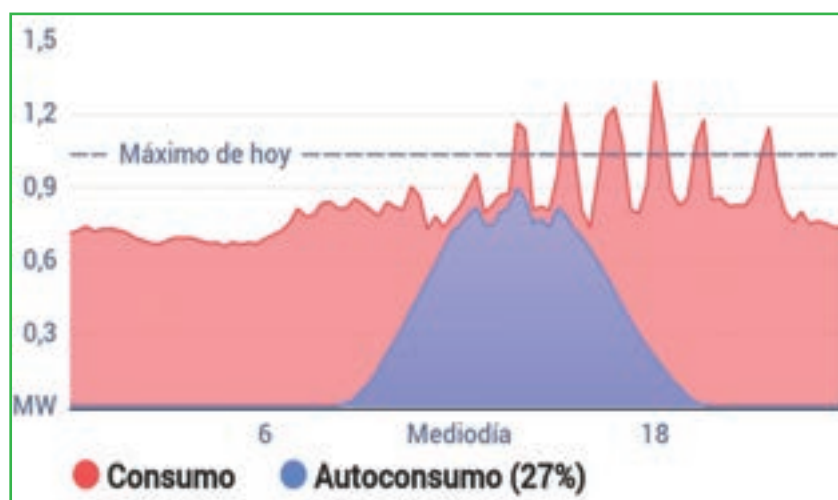


Figura 3. Representación del consumo de un Hospital y de la producción de su instalación fotovoltaica.

Manuel Olmedo Vicente (manuel.olmedo@sjd.es)
Ingeniero Industrial
Responsable de Ingeniería
Unidad Territorial II – OH San Juan de Dios – Sevilla

El nuevo Hospital San Juan de Dios de Sevilla, ejemplo de sostenibilidad ambiental y eficiencia energética

El Hospital San Juan de Dios de Sevilla supone una apuesta decidida por la implantación de tecnologías y sistemas de gestión, basados en criterios de eficiencia energética. En este artículo pretendemos ilustrar cómo el trabajo conjunto entre los servicios técnicos de un grupo hospitalario y los agentes intervinientes en la ejecución de un edificio, enfocado a la mejora de los proyectos, puede culminar con un edificio mejorado desde su concepción inicial.

1. Introducción:

Los hospitales pueden considerarse edificios intensivos desde el punto de vista del consumo energético. Las cada vez mayores exigencias que enmarcan esta actividad, en materia de seguridad y confort, así como la alta tecnificación relativa a sus instalaciones y equipamiento, unidas al escenario alcista de los precios de la energía, hacen necesario que el diseño y ejecución de estos edificios se realice con una orientación en la línea de mejorar la sostenibilidad medioambiental y energética de los mismos.

El nuevo Hospital San Juan de Dios de Sevilla es un hospital de modelo vertical ubicado en una parcela de 10.000 m² propiedad de la Orden en el barrio sevillano de Nervión. Es un edificio de siete plantas sobre rasante y cuatro plantas bajo rasante con un total de 38.000 m² construidos y, a nivel de instalaciones, es un ejemplo de implantación de tecnologías con criterios de eficiencia energética.

La implantación de instalaciones basadas en fuentes renovables, para la producción de frío y calor como la geotermia, la incorporación de sistemas basados en la recuperación de frío o calor con equipos polivalentes, la apuesta por el autoconsumo mediante la instalación de una planta fotovoltaica, la producción de la

energía destinada a preparación del ACS mediante energía solar, sin olvidar la importancia de la propia gestión de las instalaciones mediante un sistema de gestión que incluye módulos específicos de monitorización, gestión y control energéticos, y que integra prácticamente todas las instalaciones (media tensión, cuadros eléctricos, iluminación, climatización, ACS, protección contra incendios y seguridad), se materializan en un edificio de máxima eficiencia energética.

No es posible en este artículo abordar en detalle todas las instalaciones de este hospital. Vamos a centrarnos en los sistemas de producción de frío y calor, con aplicación de la geotermia, su gestión de alta eficiencia y en cómo la implicación de los servicios de ingeniería de un hospital en las

fases de desarrollo y ejecución de un proyecto, pueden contribuir a mejorar el edificio.

Tras un análisis crítico del proyecto del edificio a nivel de instalaciones, se concluyó que existía margen de mejora en la concepción de los sistemas de producción de frío y calor, por lo que previamente a la ejecución de las obras los servicios de ingeniería y arquitectura de la Orden Hospitalaria San Juan de Dios coordinamos con la constructora FCC y la Dirección Facultativa, cambios al proyecto en la estrategia de producción de frío y calor y en el sistema de gestión de las instalaciones *DESIGO* de SIEMENS.

De esta forma, para el sistema de producción de frío y calor, se evolucionó desde la concepción de proyecto con tres



Figura 1. Vista general del Hospital San Juan de Dios de Sevilla.

plantas enfriadoras condensadas por aire, una de ellas con recuperación parcial al ACS y calderas de gas natural de condensación, para la producción de calefacción, a un sistema basado en un multichiller combinando distintas tecnologías y eliminando las calderas de calefacción. En resumen, esta es su configuración:

- **Instalación geotérmica de lazo abierto**, consistente en bomba de calor agua/agua de 544 kW, denominada BCG, sistema de intercambio y 5 pozos (2 de extracción y 3 de recarga).

- **Equipo polivalente condensando por aire**, con producción simultánea mediante recuperación, de frío y calor, de 411 kW y 489 kW respectivamente, denominado BCP, que permite además refrigerar gratuitamente los espacios con demanda de frío en invierno.

- **Enfriadora agua/aire de tornillo inverter** de 645 kW.

- **Bomba de calor de apoyo agua/aire tipo scroll**, con 732 kW en modo frío y 672 kW en modo calor.

2. Funcionamiento del sistema de producción:

Se trata de una Instalación de climatización a 4 tubos con secundario a caudal variable y sistema de producción desacoplado. Cada equipo dispone de un grupo de bombeo específico con bombas gemelas y válvulas de sectorización para independizar la bomba parada. Vamos a centrarnos ahora en describir el funcionamiento de cada uno de estos equipos y en cómo contribuyen a la eficiencia energética de la instalación.

- **Bomba de calor geotérmica con tecnología de lazo abierto**. Tal como

hemos adelantado anteriormente se incorporó al sistema de producción una bomba de calor agua/agua, que utiliza como foco frío o caliente, en función de que se produzca calor o frío, agua de pozos conectados al nivel freático en el subsuelo.

El término lazo abierto hace referencia a la forma en la que se capta la energía del subsuelo, ya que en lugar de utilizar colectores con un fluido caloportador en circuito cerrado intercambiando calor con el terreno, en este caso se capta directamente caudal del freático mediante pozos de captación que, tras pasar por un intercambiador de calor, en intercambio con el equipo (condensación o evaporación), vuelve a reinyectarse al freático en otros pozos, de recarga o inyección. Es decir, se trata de una explotación no consuntiva del agua del freático.

La ventaja de este sistema respecto a una bomba de calor agua/aire, o agua/agua con torres de refrigeración, es que las condiciones de temperatura más o menos constantes del agua de freático que además son muy similares a las de confort interior, permiten que estos equipos de producción trabajen con rendimientos elevados.

En este caso, además, se plantea una estrategia de recuperación, permitiendo que en caso de que exista demanda de frío o calor, cuando la bomba de calor debe disipar energía, esta se utilice para cubrir dichas demandas en lugar de disipar contra los pozos geotérmicos.

Hay que tener en cuenta que esta bomba de calor sólo tiene capacidad para ajustar la producción del modo que tenga activado (frío o calor) pudiendo el otro servicio resultar excedentario o insuficiente.

Por tanto, si no existe demanda suficiente en el servicio secundario (colector de calor cuando se está produciendo frío o viceversa), la bomba de calor disipará contra los pozos geotérmicos, con un rendimiento mejor al que tendría una bomba de calor disipando contra el aire. Sin embargo, si la demanda del servicio secundario es suficientemente alta y similar a la del modo de producción que tenga activado, disipará contra el colector que da cobertura a ese servicio secundario, recuperando energía.

En resumen, el sistema de gestión del multichiller debe priorizar el uso de esta bomba de calor en caso de que no existan demandas simultáneas de frío y calor, por su mayor rendimiento debido a las condiciones del freático. Pero el rendimiento del sistema se maximiza si funciona recuperando energía en el servicio secundario cuando es posible.

- **Equipo polivalente**. Este equipo a cuatro tubos permite la producción simultánea de agua fría y caliente, disipando la energía excedentaria al aire del ambiente.

A diferencia de la bomba de calor geotérmica, este equipo no tiene una fuente/sumidero de calor como los pozos geotérmicos, sino que disipa contra el ambiente, pero sí que es capaz de modular para satisfacer las demandas simultáneas de frío y calor por lo que su adecuación a ellas es más precisa.

Esta posibilidad de recuperación de energía permite, por ejemplo, aportar frío de forma gratuita, a las zonas en la que exista esta demanda, cuando en el edificio predomine la demanda de calor.

- **Enfriadora agua/aire de tornillo inverter**. Este equipo produce únicamente

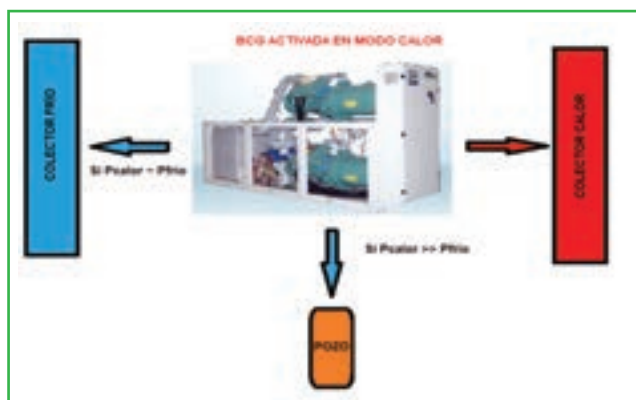


Figura 2. Esquema de funcionamiento de la bomba de calor geotérmica en modo calor.

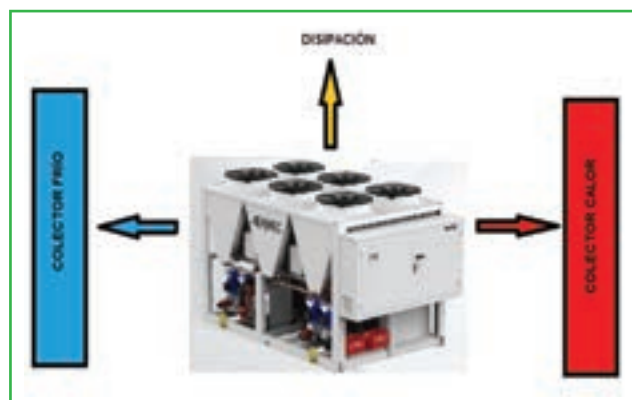


Figura 3. Esquema de funcionamiento de la bomba de calor polivalente.

agua fría, y entrará en general en producción cuando sólo exista demanda de frío y dicha demanda no pueda ser cubierta por la bomba de calor geotérmica en su totalidad.

Los criterios de eficiencia en este equipo vienen marcados por la tecnología inverter, pues trabaja con un alto rendimiento a carga parcial, gracias al variador de frecuencia.

• Bomba de calor agua/aire scroll.

Este equipo es el menos eficiente, por lo que entrará en funcionamiento cuando los demás no sean capaces de cubrir la demanda.

• Multichiller. Es el sistema de control que gestiona las diferentes etapas y entrada y salida de los equipos de producción que se integran en este sistema, en función de las demandas de frío y calor. En este caso es un sistema autónomo de control REGIN, programado por el fabricante de los sistemas de producción AIR-LAN/AERMEC, que trabaja integrado en el BMS DESIGO.

Los objetivos por orden de prioridad son los siguientes.

- Garantizar el servicio: temperatura de colector.
- Mantener los equipos de producción

dentro de su zona óptima de eficiencia energética.

- Siempre que sea compatible con el punto anterior, mantener el menor nº posible de unidades en marcha: ahorro en bombeo.
- Reducir el nº de arranques de compresor, cambios de VIC, etc, para mejorar la fiabilidad y durabilidad.
- Equilibrar las horas de trabajo de los distintos equipos de producción: envejecimiento uniforme.
- Gestionar las redundancias en caso de alarma.

La estrategia general de funcionamiento es la siguiente:

- Cuando no existen demandas simultáneas se prioriza la entrada de la bomba de calor geotérmica (BCG) y posteriormente la enfriadora (ENF), si la anterior no es capaz de cubrir la totalidad de la demanda de frío.
- Si existen demandas simultáneas se prioriza la bomba de calor polivalente (BCP) y luego la bomba de calor geotérmica (BCG.)
- La bomba de calor agua/aire (BC)

entra cuando el resto de equipos no pueden cubrir la demanda.

- No se contempla la opción de demanda de calor sin demanda de frío.

Lo representamos en la tabla 1, en la que se muestran, de forma cualitativa, las diferentes etapas en orden creciente de demanda, y la intervención de cada uno de los equipos. Como puede observarse la bomba de calor geotérmica puede trabajar produciendo calor y recuperando frío, modo BCG(f) o viceversa, modo BCG(c).

3. Sistema de gestión de instalaciones:

En relación al sistema de gestión de instalaciones, se ha incorporado un sistema de gestión BMS de última generación, que integra casi todas las instalaciones y al que se han implantado las siguientes mejoras.

- Incorporación e integración de interruptores de protección con capacidad de análisis y registro de parámetros eléctricos y medición de consumos, tanto en los cuadros principales de baja tensión como en las celdas de media tensión.
- Inclusión de un módulo de análisis energético de consumos eléctricos, que permite la monitorización de los consumos energéticos.
- Inclusión de servicios digitales de análisis sobre el BMS para la mejora de los servicios de mantenimiento que incluye el servicio de gestión energética.

4. Resultados y conclusiones:

A continuación, se presentan los resultados energéticos y económicos de estas mejoras en relación con la proyectadas originalmente (tabla 2).

El consumo de energía hace referencia al consumido por los servicios de producción de frío y calor, incluyendo electricidad y gas natural.

Las cifras hablan por sí solas y con ellas se puede concluir, que realizar un análisis de los proyectos para enfocarlos a mejorar la eficiencia energética del edificio, es claramente ventajoso para la posterior explotación del hospital, y que abordar estos cambios en las fases previas a la ejecución es fundamental para que las inversiones sean viables económicamente.

		CALOR			
		Etapa 0	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
FRÍO	Etapa 0				
	Etapa 1	BCG(p)	BCP	BCP+BCG(p)	BCP+BCG(p)+BC
	Etapa 2	BCG (p)+ ENF	BCP+BCG(p)	BCP+BCG(f) / BCP+BCG(c)	BCP+BCG(c)+BC
	Etapa 3	BCG(p)+ENF+BCP	BCP+BCG(p)+ENF	BCP+BCG(f)+ENF	
	Etapa 4	BCG(p)+ENF+BCP+BC	BCP+BCG(p)+ENF+BC	BCP+BCG(f)+ENF+BC	

Tabla 1. Etapas de funcionamiento del multichiller.

	Proyecto	Mejorado	Ahorro/Mejora
Consumo energético (kWh)	7.685.428	2.421.731	5.263.697
Rendimiento medio	3,05	4,76	56%
Coste económico anual (€/año)	760.660 €	395.590 €	365.071 €
Incremento de inversión (€)	195.000 €		
Plazo de retorno (años)	0,53		

Tabla 2. Resultados de la mejora energética.

Miguel Bayo Acero (miguel.bayo@honeywell.com)

Ingeniero Industrial

Gestor de Grandes Cuentas – Healthcare

Honeywell

Algoritmos de IA en optimización energética

Implantación de plataforma en nube

En un entorno cada vez más dinámico, prestacional, proactivo y predictivo, los algoritmos de Inteligencia Artificial son capaces de, analizando los datos procedentes del BMS (Building Management System), tomar el control de la instalación y establecer de forma dinámica y en tiempo real los modos de funcionamiento, aportando importantes ahorros energéticos, sin dejar de garantizar las condiciones de confort. Los hospitales, como consumidores intensivos de energía, son edificios donde estos algoritmos pueden tener una aplicación rentable.

Antecedentes

Las soluciones tecnológicas avanzan de una forma exponencial, hace 25 años la telefonía móvil estaba dando sus primeros pasos, hoy en día el smartphone es nuestro principal punto de contacto con el mundo. Esto nos hace imaginar cómo pueden evolucionar los sistemas de gestión y supervisión de edificios en los próximos 10 años y lo que esto puede significar.

Desde el nacimiento del concepto de automatización, las organizaciones han intentado simplificar sus procesos utilizando los avances tecnológicos disponibles en cada momento. Partiendo de la realización de tareas manuales, se pasó a la automatización de equipos aislados llegando a la compartición de cierta información entre ellos para actuar de forma coordinada.

Actualmente, el concepto de compartición toma otra escala gracias a internet, o más concretamente a lo que se ha venido a denominar como “Internet of Things – IoT”.

Nos encontramos en mitad de un cambio disruptivo en cuanto a la recopilación, manejo y utilización de la información, enfocada a la toma de decisiones en tiempo real que impactará de forma radi-

cal en todos y cada uno de nosotros. En un futuro que ya está aquí, conceptos tecnológicos como *iBMS*, *Dashboards*, *Cloud*, *Software as a Service*, *Big Data*, *Business Intelligence*, *Smart Buildings*, *Apps*, etc., forman ya parte de nuestro día a día. Utilizados de forma coherente, nos llevarán a la consecución de nuevos modelos de gestión y de negocio.

De esta forma, los paneles de mando o Dashboards nos permitirán conocer en tiempo real la situación de nuestro edificio y tomar decisiones desde dispositivos remotos; las Apps no solo nos facilitarán la gestión de los activos, sino que mejoran la experiencia del usuario al interactuar con su entorno de trabajo; el análisis Big Data nos permitirá la creación de modelos de comportamiento de nuestros edificios enfocados a la optimización energética en tiempo real y al cambio de un modelo de mantenimiento preventivo a otro más predictivo con el consecuente ahorro de costes.

Para estar en disposición de afrontar este punto de inflexión, es fundamental una adecuada elección tanto de la plataforma como del socio tecnológico, de forma que nos permita minimizar el coste de oportunidad en el negocio y nos permita crecer en servicios aplicando cuantas ideas de mejora se nos vayan ocurriendo en el día a día.

Introducción

Para el control, gestión y supervisión de edificios existen distintos subsistemas que nos pueden ayudar a ello, cada uno con unas funciones específicas:

- Building Management System (BMS) o Gestión Técnica Centralizada (GTC).
- Gestor energético.
- Detección de incendios.
- Seguridad (intrusión, control de accesos).
- Circuito cerrado de TV.

Si bien existen soluciones de IA para todos ellos, dado que estamos analizando la optimización energética, nos centraremos en los dos primeros.

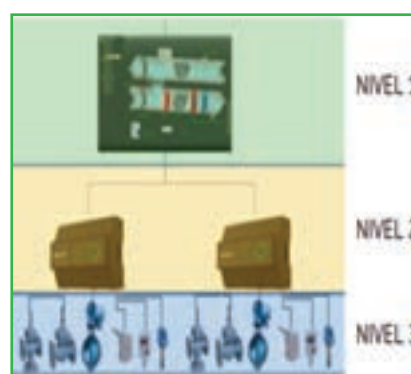


Figura 1. Arquitectura típica BMS.

El BMS o GTC es probablemente el más utilizado y conocido de todos ellos, desde este sistema se controlan las instalaciones electromecánicas, más concretamente: sistemas de climatización, salas blancas, iluminación, gases nobles, grupo electrógeno, SAIs, extracciones, medios de elevación (ascensores, escaleras mecánicas), así como cualquier otro elemento electromecánico.

Por otro lado, en los últimos años han proliferado las plataformas de gestión energética. Se trata de herramientas que recopilan información de contadores de diversos tipos, así como de variables que influyen en dicho consumo, permitiendo:

- **Medir y analizar** los consumos y costes energéticos, así como su evolución en el tiempo.

- **Detectar** ineficiencias energéticas y proponer MAEs (medidas de ahorro de energía).

- **Verificar** la reducción prevista en el consumo energético derivado de las MAEs.

Analizando la arquitectura de estos sistemas, en general todos los sistemas cuentan con 3 capas o niveles claramente diferenciadas (figura 1).

Por un lado, los elementos de campo, Nivel 3, tanto sensores como actuadores, son los encargados de recoger la información y actuar sobre los sistemas.

Los controladores, en el nivel 2, procesan dicha información, es donde está la lógica de control, de forma que posibles fallos de comunicación hacia arriba permiten un control en local distribuido.

Finalmente, en el nivel 1, se ubica el SCADA desde el cual se realiza la gestión y supervisión.

Desde hace ya varios años una nueva capa se ha añadido a esta arquitectura: la nube (figura 2).

Uno o varios BMS, independientemente del fabricante de este, se conectan al software en la nube. En dicho software se modeliza cada una de las instalaciones, cada uno de los equipos que gestiona cada uno de los BMS conectados.

A todos estos datos, se les aplica analítica de datos, y herramientas de detección automática de fallos, se definen 4 KPIs (Key Performance Indicators) cuyo objetivo es medir el nivel de confort, los consumos energéticos, la disponibilidad de recursos y los casos de servicio que el sistema detecta y abre automáticamente.

Por un lado, la analítica de datos nos permite centrar nuestros esfuerzos en aquellos equipos que están generando la falta o disminución de confort, o en aquellos equipos en riesgo de avería.

Por otro lado, multitud de algoritmos avanzados de diagnóstico buscan ineficiencias operativas y/o energéticas de forma autónoma.

En definitiva, se trata de herramientas que están permitiendo la Transformación Digital de los servicios de gestión y mantenimiento de infraestructuras hacia modelos de gestión mucho más dinámicos, prestacionales, predictivos y proactivos; vinculados al cumplimiento de los principales KPIs de operación, mostrando información actualizada, y utilizando herramientas de analítica de datos y diagnóstico en tiempo real que permitan resolver las incidencias en la mayor brevedad posible.

Dentro de este contexto, una vez conectado el edificio a la nube, una vez modelizado su comportamiento, una vez dotado al software de algoritmos avanzados de Inteligencia Artificial, pasamos a la siguiente etapa del desarrollo: utilizar esta información para una gestión dinámica del edificio bajo el objetivo del ahorro energético.

Objetivos

A nadie se le escapa la complicada situación global y local ante un entorno



Figura 2. Conexión varios BMS a la nube.

energético y medio ambiental cada vez más complejo.

Factores geopolíticos, como la guerra de Ucrania, están contribuyendo a una escalada de los precios de la energía sin precedentes, afectando a las cuentas de resultados de empresas y organismos públicos, y condicionando el resto de las partidas. No menos importante son las consecuencias medioambientales de los consumos energéticos que realizamos, cada vez estamos más cerca del punto de no retorno.

Por todo ello, el objetivo es desarrollar y probar los resultados de un algoritmo de inteligencia artificial en nube, que genere la Línea Base Energética del edificio y basándose en las previsiones de ocupación, datos climáticos y precios, tome el control del edificio manejando en tiempo real las diferentes variables del sistema de climatización, generando importantes ahorros energéticos y económicos.

Metodología

El primer paso requerido en la conexión en tiempo real del BMS/GTC (Building Management Systems/Gestión Técnica Centralizada) a la nube, a partir de ese momento todos los datos relevantes registrados en el BMS/GTC se "suben" a la nube donde el algoritmo genera un modelo de comportamiento energético, también llamada Línea Base (figura 3).

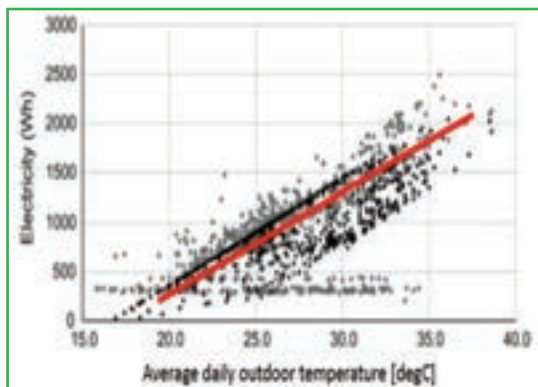


Figura 3. Modelización energética – Línea Base.

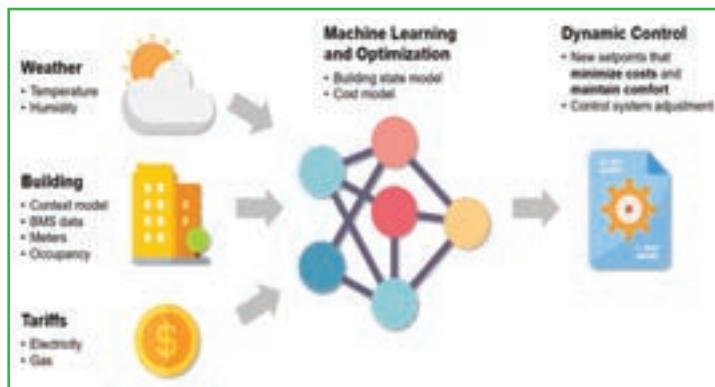


Figura 4. Metodología.

El algoritmo utiliza dicha Línea Base, así como información procedente del BMS/GTC de donde se calcula las demandas en tiempo real. En función de ello y de otros datos como los climáticos, el algoritmo determina los setpoints de funcionamiento, escribiendo directamente sobre el BMS/GTC cada 15 minutos (figura 4).

Actualmente el algoritmo está desarrollado para enfriadoras y calderas, y son estos los algoritmos analizados. A futuro se desarrollarán algoritmos para climatizadoras, bombas, fancoils, etc.

Para el cálculo de los ahorros se activa y desactiva aleatoriamente el algoritmo, de forma que de forma simultánea se va generando la Línea Base con el algoritmo y sin el algoritmo, pudiendo de esta sencilla forma calcular los ahorros generados (figura 5).

Resultados

De los diversos pilotos realizados en diferentes partes del mundo, en España hemos participado en 2. Ambos corresponden a edificios de oficinas, de diferentes tamaños, y con uso y consumos típicos de este tipo de edificios, siendo importante contemplar que rondan los 15 años de antigüedad y ambos cuentan con potentes BMS/GTC que llevan años trabajando en la optimización de las estrategias de control en búsqueda del ahorro energético.

El primero de dichos edificios lleva casi 6 meses en funcionamiento, habiendo conseguido un 29,4% de ahorro, sobre el consumo energético de los equipos sobre los cuales se actúa (producción frío y calor), en los días donde el algoritmo

ha estado operativo y manteniendo los niveles de confort en un 90%.

El segundo, muestra también buenos resultados habiendo conseguido un 14,3% de ahorro del consumo asociado a los equipos sobre los que se actúa y manteniendo los niveles de confort superiores al 95%.

Conclusiones

Los sistemas de climatización son uno de los mayores consumidores de energía en edificios, más aún si hablamos de entornos hospitalarios donde, aproximadamente un 60% del consumo se dedica a HVAC. Son sistemas de uso intensivo, 24/7, por lo que cualquier mejora tiene grandes beneficios.

Las estrategias de ajuste manual o programado de setpoints no tienen en cuenta parámetros como la ocupación dinámica del edificio o las condiciones climatológicas, mientras tratan de mantener las condiciones de confort.

Esta solución de bucle cerrado opera de manera automática, sin la necesidad de intervención del usuario, mediante el análisis periódico de datos en tiempo real (clima y ocupación) con modelos predictivos de aprendizaje automático (Machine Learning) que calculan y ajustan los setpoints automáticamente en todo el sistema de climatización de una instalación.

La solución presentada es una solución agnóstica al BMS existente, basada en la nube que se conecta a los sistemas existentes del edificio, sin necesidad de una inversión inicial significativa, y optimiza el consumo de energía para generar ahorros de hasta un 30% de los consumos de climatización.

Aplicando los resultados obtenidos a modelos de comportamiento energético en hospitales, estaríamos reduciendo los costes energéticos en un 10–12%. Dado que se trata de soluciones SaaS (Software as a services), se generan ahorros netos desde el primer año entre un 6 y un 8%.

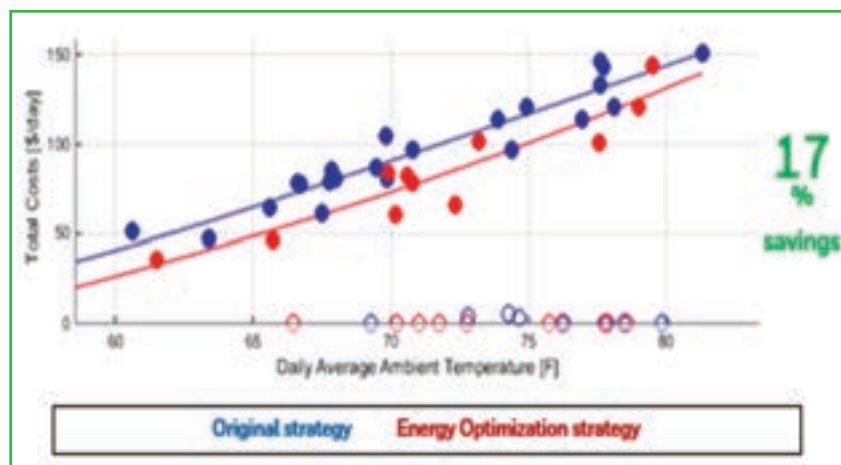


Figura 5. Cálculo de ahorros mediante Línea Base.

Francisco Javier Sanabria Rodríguez (jsanabria@keyter-intarcon.com)

Ingeniero Técnico Industrial

Responsable Prescripción

Keyter Technologies

Descarbonización de las instalaciones térmicas en centros hospitalarios

Sustitución de calderas por bombas de calor HT

La rápida reducción de emisiones y penetración de renovables en el sector eléctrico hace de la electrificación uno de los vectores principales para la descarbonización. En este artículo se exponen las mejoras que se pueden alcanzar mediante la sustitución de calderas por bombas de calor de alta temperatura y alta eficiencia energética, utilizando como fuente de calor energías renovables (aeroterminia, geotermia, hidrotermia) y/o energías residuales provenientes de las propias instalaciones en Centros Hospitalarios.

Entorno reglamentario

Dentro del Marco estratégico de Energía y Clima, desarrollado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico del Gobierno de España y alineado con el Reglamento (UE) 2018/1999 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima, se establecen diferentes estrategias con el objetivo principal de alcanzar, en el horizonte final de 2050, una economía con cero emisiones netas de gases de efecto invernadero.

El Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030 presenta una hoja de ruta y desarrolla algunos de los vectores estratégicos para la reducción de emisiones de gases invernadero, el aumento del uso de las energías renovables con respecto al consumo total de energía final y la mejora de la eficiencia energética, además de la utilización de energías renovables en la generación eléctrica.

La rápida reducción de emisiones y penetración de renovables en el sector eléctrico hace de la electrificación uno de los vectores principales para la descarbonización, ayudando a que una mayor electrificación de otras demandas energéticas (como la movilidad, usos de calor y frío o

usos industriales) sea una herramienta clave para alcanzar la neutralidad climática.

En paralelo a este marco general, en el que se favorece el uso de equipos térmicos alimentados por la energía eléctrica, en los últimos años se han venido desarrollando y/o actualizando una serie de reglamentos, tanto a nivel nacional como europeo, que afectan de forma directa a las instalaciones térmicas en la edificación.

Por una lado, la modificación en 2019 del Código Técnico de la Edificación (CTE) y de sus Documentos de exigencias básicas de Ahorro de Energía (DB-HE), dentro de los que destacamos el HE2 en cuanto a las condiciones de las instalaciones térmicas y que directamente nos remite al Reglamento de Instalaciones Térmicas en la Edificación (RITE), modificado en 2021 para adaptarlo al marco reglamentario europeo sobre eficiencia energética, diseño ecológico y uso de energías renovables así como al PNIEC; y el HE4 que nos determina la contribución mínima de energías renovables en las instalaciones de producción de Agua Caliente Sanitaria y calentamiento de piscinas cubiertas.

Por otro lado, emanados de la Directiva europea de Ecodiseño, han ido apareciendo una serie de reglamentos de Diseño Ecológico que afectan a diferentes

lotes de productos relacionados con la energía (ErP), y en particular a los de generación térmica, en los que se establecen los valores mínimos de eficiencia estacional de los mismos, representando un importante giro a la hora de evaluar la eficiencia con respecto a los índices que se venían utilizando hasta entonces.

En otro orden, el Reglamento europeo FGAS de 2014 que afecta a la utilización de gases fluorados de efecto invernadero estableciendo limitaciones de uso de determinados gases y marcando un calendario de reducción de cuotas disponibles en el mercado en función del Potencial de Calentamiento Atmosférico (PCA) de estos gases. Dicho reglamento se encuentra actualmente en periodo de revisión en Europa y todo apunta a que las restricciones marcadas en 2014 se verán incrementadas a partir de 2024.

Por último, en España disponemos de un impuesto especial que grava el uso de los gases fluorados de efecto invernadero (IGFEI), modificado recientemente en 2021 afectando al uso de estos gases desde su primera entrega en el mercado.

Bomba de calor de alta temperatura

La evolución de compresores de rango de funcionamiento extendido,

tanto en tecnología scroll como tornillo, permite a la Bomba de Calor, utilizando refrigerantes de medio-bajo PCA como el R134a, el R513A o el R1234ze, trabajar en el lado del condensador con altas temperaturas, por encima de los 70°C y hasta 85°C, siempre que dispongamos en el evaporador de una fuente de calor a media temperatura entre 25°C a 40°C, con una elevada eficiencia con valores de COP en el entorno de 5.

Por tanto, la bomba de calor extrae la energía de una corriente de agua externa proveniente de una fuente renovable y/o residual y lo cede a un segundo circuito donde puede utilizarse para calefacción por superficies radiantes, radiadores de baja temperatura y/o unidades terminales de tratamiento de aire, o para la producción de ACS.

Además, en los últimos años se han venido desarrollando nuevas tecnologías de bombas de calor utilizando refrigerantes naturales como el CO₂ (R744) o el Propano (R290).

A la hora de plantear una instalación de producción de ACS con Bomba de Calor de alta temperatura, se pueden plantear diferentes posibilidades de hibridación de ésta con otras fuentes de energías renovables y/o residuales que proporcionen la fuente de calor a media temperatura necesaria de una forma eficiente e incluso, en algún caso, totalmente gratuita. A modo de ejemplo, indicamos algunas de ellas:

a) Aerotermia + BC HT

Combinación en “booster” de una bomba de calor aire-agua que aprovecha la energía aerotérmica existente en el aire exterior y que proporciona agua caliente a media temperatura, con una elevada eficiencia estacional, a una bomba de calor agua-agua de alta temperatura.

b) Geotermia / Hidrotermia + BC HT

Igual que en el caso anterior pero, en esta ocasión, la fuente renovable en el origen es un recurso geotérmico somero (captadores verticales u horizontales, cimentaciones termoactivas) o bien hídrico (corrientes de agua naturales, como aguas superficiales, subterráneas, pozos).

c) Equipos Polivalentes + BC HT

Los equipos polivalentes o agua-aire-agua disponen de tres modos de funcionamiento principales: como enfriadora aire-agua, como bomba de calor aire-agua o como máquina térmica agua-agua. De esta forma se adapta a las diferentes necesidades existentes en cada momento en la instalación de generación de agua fría, de agua caliente o de agua fría y caliente simultáneas (recuperación de calor total), respectivamente.

d) Recuperación de calor equipos frigoríficos + BC HT

El calor de condensación de los grupos frigoríficos presentes en este tipo de

instalaciones, como por ejemplo en las enfriadoras de climatización o en los servicios de temperatura positiva (cámaras de refrigeración, salas de preparación) y negativa (cámaras de congelación) de las cocinas y que funcionan de forma permanente durante todo el año, puede ser aprovechado como fuente de calor gratuita para la bomba de calor de alta temperatura.

Por ello, es muy importante prever en el diseño de las cocinas industriales, habitualmente incluidas en partidas de equipamiento, y por desgracia en un alto porcentaje sin coordinación con el resto de instalaciones mecánicas, que estos equipos dispongan de un sistema de recuperación de calor.



Figura 1. Aerotermia.

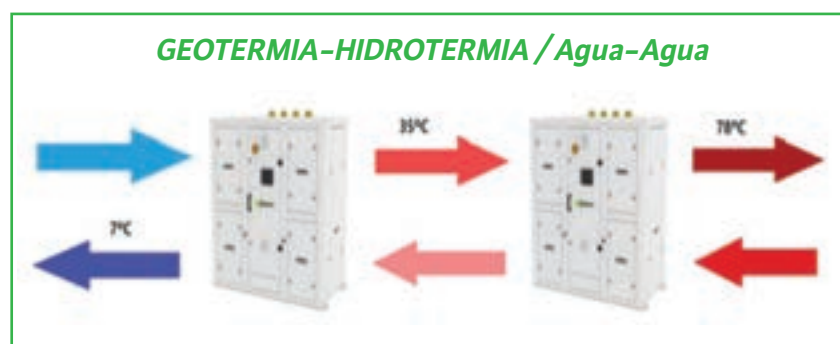


Figura 2. Geotermia.



Figura 3. Equipos polivalentes.

e) Solar híbrida Térmica-Fotovoltaica BC HT

En este último caso, además del aprovechamiento del calor generado en la parte térmica del panel como fuente de calor a media temperatura, la electricidad generada es aprovechada para alimentar la bomba de calor, estableciéndose con ello una instalación que puede llegar al 100% de contribución renovable en la producción de ACS.

Cabe destacar en este apartado a las Bombas de Calor Fotovoltaicas, en las que se establecen no sólo estrategias de aprovechamiento de la energía eléctrica generada en periodos de no demanda térmica por medio de acumulación térmica, programación inteligente del arranque de la instalación etc... sino que además son capaces de gestionar el consumo eléctrico y la capacidad de producción térmica en función de la potencia de generación fotovoltaica disponible en cada momento. Estos equipos incorporan un sistema de regulación avanzado que interpreta la información remitida por el inversor en relación a la potencia eléctrica generada y adecua el consumo eléctrico del equipo a la potencia disponible gestionando la capacidad del compresor.

Visto todo lo anterior, resulta evidente que se hace del todo necesario realizar siempre un estudio previo de las instalaciones térmicas existentes en el edificio de forma global y analizar aquellas fuentes de energía que puedan ser aprovechadas de forma eficiente transfiriéndolas a otras zonas del edificio donde sean utilizadas de forma gratuita, o con un coste moderado (bombeo) inferior en todo caso al ahorro global obtenido.

Así, en instalaciones hospitalarias nos solemos encontrar con espacios con necesidades de refrigeración a lo largo de todo el año y de las que podríamos recuperar total o parcialmente el calor de condensación, como son las cámaras y salas de preparación de las cocinas, mantenimiento de equipos de esterilización, resonancia magnética, radiodiagnóstico y de radioterapia, quirófanos, laboratorios, farmacia, salas de exposición y preparación de cadáveres así como cámaras para su conservación.

Caso de estudio: Producción ACS Centro Hospitalario 200 camas

Ubicación: Valencia.
Consumo ACS (CTE-HE4): 55 l/día cama a 60°C → 11 m3/día.
Energía térmica anual demandada: 211 MWh.

Instalación existente:

Caldera de Gasóleo C.
Potencia producción ACS: 100 kW.
Acumulación: 3.000 litros.
Baja Eficiencia estacional η : 80%.
Elevado consumo de combustible fósil.
Cocinas: sistema centralizado de expansión directa.

Instalación propuesta:

Bomba de Calor agua-agua de alta temperatura.
Generación de ACS hasta 78°C.
Alta eficiencia estacional COP HT (35/30°C; 60/70°C): 4,5.
Refrigerante R513A (A1, PCA: 631).

Fuente Calor: Recuperación equipos refrigeración (Cocinas + Clima).

En cocinas se propone la instalación de un sistema distribuido de condensación indirecta en bucle de agua que, en primer lugar, nos permite la recuperación total del calor de condensación.

Sólo la recuperación de calor de los grupos frigoríficos de las cocinas (119 MWh/año) representa un 73% de las necesidades de calor a media temperatura en el evaporador de la bomba de calor agua-agua de alta temperatura para producción de ACS. El resto, hasta llegar al 100% se complementa con la recuperación de calor en los equipos de climatización.

Esta propuesta, siguiendo el principio “primero, la eficiencia energética”, supone una importante mejora de la eficiencia de la instalación térmica al reducir el consumo de energía primaria no renovable y de las emisiones de CO₂ a la atmósfera, eliminando el consumo de energías fósiles.



Figura 4. Recuperación de calor.

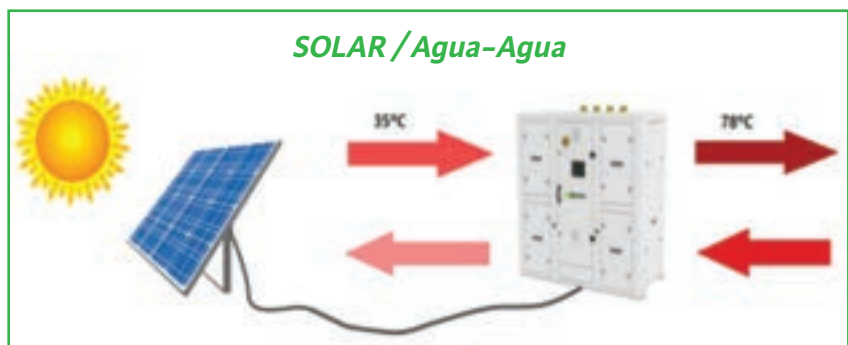


Figura 5. Solar híbrida.

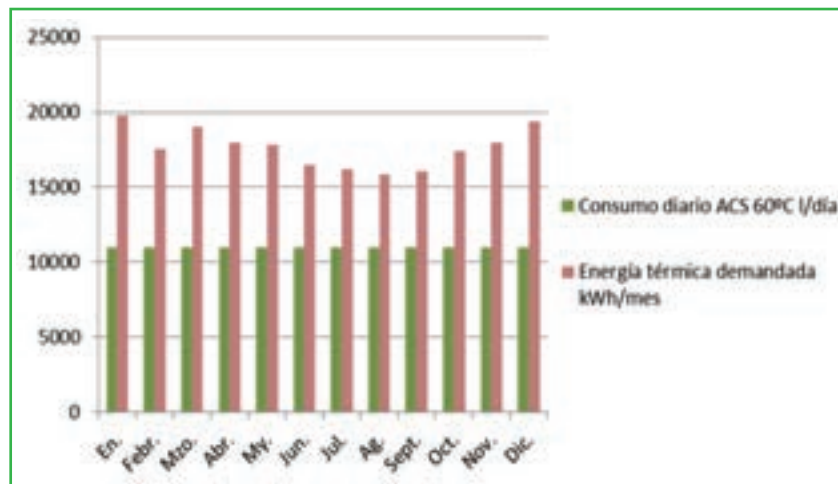
Descarbonización – Bomba de calor HT

Así, obtenemos una reducción del consumo anual de energía primaria de 201 MWh (-64%) y una disminución de las emisiones de CO₂ de 60 toneladas/año (-79%). En segundo lugar, la instalación de un sistema distribuido de condensación indirecta en bucle de agua, utilizando equipos con propano (R290) como refrigerante, nos permite alcanzar además una reducción en la carga de refrigerante, expresada en Toneladas de CO₂ equivalente, del 87%.

Conclusiones

Con la propuesta de sustitución de las calderas existentes por bombas de calor de alta temperatura se consiguen los objetivos de mejora de la eficiencia energética de la instalación térmica, con la consiguiente disminución en el consumo de energía final y, por tanto, la reducción de la factura energética del Centro Hospitalario y de las emisiones de CO₂ a la atmósfera, eliminándose el uso de energías fósiles y alineándose con el reto de descarbonización de las instalaciones de la UE.

Además, la bomba de calor de alta temperatura es apta para que la instalación cumpla con la normativa UNE 100030:2017 sobre prevención y control de la proliferación y diseminación de legionela en instalaciones. Donde se requiere que el equipo de calentamiento debe ser capaz de elevar la temperatura del agua hasta 70°C o más en los depósitos acumuladores y hasta 60°C ó más en el punto más alejado de la red de distribución para su desinfección mediante un ciclo anti-legionela. Por otro lado, indicar que la utilización de nuevos refrigerantes de muy bajo PCA, como pueden ser el R290 (Propano) o el R1234ze (HFO) aplicados a bombas de calor de alta temperatura, abren unas expectativas de futuro muy favorables para la bomba de calor, al tiempo que nos permite contribuir de forma efectiva a la sostenibilidad mediambiental.



Gráfica 1. Consumo de ACS y demanda de energía térmica.

REFR. COCINAS	Sistema condensación indirecta - WATERLOOP				
	T °C	PF W	Pabs kW	Econs kWh	Erecup kWh
BAJA T	-20	5680	5,6	32243	51958
MEDIA T	0	15600	9,0	14665	30420
ALTA T	10	11600	4,7	13364	36854
		32880	19,3	60272	119232
					73%

Tabla 1. Energía recuperada en servicios de refrigeración de cocina.

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE INSTALACIONES	INST. EXISTENTE		INSTALACIÓN PROPUESTA			
	CALDERA		BOMBA CALOR HT + Recuperación			
	η _{est}	80%	SCOP	4,5	Diferencial	
Consumo Energía Térmica	264	MWh	211	MWh	-53	MWh -20%
Consumo Energía Final	26	m ³	47	MWh		
Consumo Energía Primaria	312	MWh	111	MWh	-201	MWh -64%
Emisiones CO ₂	76	TnCO ₂ eq	16	TnCO ₂ eq	-60	TnCO ₂ eq -79%

Tabla 2. Comparativa consumo energía y emisiones de CO₂.

	Instalación existente – Centrales				Instalación propuesta - Condensación Indirecta			
	Refrigerante	GWP	Carga (kg)	CO ₂ equiv (Tn)	Refrigerante	GWP	Carga (kg)	CO ₂ equiv (Tn)
BAJA T	R404A	3922	7,2	28,24	R290	3	0,4	0,001
MEDIA T	R404A	3922	14,4	56,48	R290	3	1,05	0,003
ALTA T	R404A	3922	12,4	48,63	R134a	1430	12,4	17,73
Total			34	133,35			13,85	17,74
								-86,7%

Tabla 3. Comparativa carga de refrigerante (Tn CO₂ equivalente).

Sara Gusi Gil (sara.gusi@salud.madrid.org)

Elena Tejera Cabellos

Ángel Abad Revilla

Susana Reverter Vázquez

Juan Ignacio Gómez Chaparro

Servicio Mantenimiento

Oficina de Desarrollo Sostenible y Agenda 2030

Hospital Universitario La Paz (Madrid)

Cálculo y reducción de la huella de carbono en el Hospital Universitario La Paz

Muchas enfermedades son sensibles a la contaminación atmosférica y al cambio climático. El Hospital U. La Paz decide medir la huella de carbono para cuantificar las fuentes de emisiones de gases efecto invernadero principales y el impacto de la organización en el cambio climático. Tras la medición se plantean medidas de reducción de emisiones contribuyendo a la mejora de la salud de la población.

Introducción

Las emisiones antropogénicas acumuladas de Gases de Efecto Invernadero (GEI) han crecido exponencialmente desde la época preindustrial (1850). La importancia de hacer frente a sus efectos cobra cada vez más fuerza y es de interés común por los daños climáticos globales e irreparables que producen. En febrero de 2005 entró en vigor el Protocolo de Kioto que establece, por primera vez, objetivos de reducción de emisiones netas de GEI para los principales países desarrollados y en transición.

El GEI más importante es el dióxido de carbono (CO₂) cuyas emisiones han aumentado a nivel mundial una media del 1,9% anual durante los últimos 30 años, debido fundamentalmente al uso de combustibles fósiles como carbón, petróleo o gas natural, así como por otros procesos industriales. Además del CO₂, otros GEI destacados en el Protocolo de Kioto son metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆).

El cambio climático no es solo un problema ambiental, sino también un problema de desarrollo con impactos potenciales de gran alcance en la Sociedad, la Economía y los Ecosistemas. Muchas enfermedades son sensibles a la contaminación atmosférica y al cambio climático. Por ello, gobiernos e instituciones internacionales están alcanzando acuerdos globales para guiar el progreso en este ámbito como la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Acuerdo de París.

La huella de carbono es un parámetro que representa las emisiones totales de CO₂ y otros GEI que son liberados a la atmósfera, expresadas en masa de CO₂ equivalente, y causadas directa o indirectamente por un producto, organización, servicio o evento a lo largo de su ciclo de vida. Medirla es importante para tratar de cuantificar las fuentes de emisiones principales, así como para tener una visión completa del impacto de la organización en el cambio climático y como primer paso para implantar un plan de reducción de emisiones.

Objetivos

- Estimar la huella de carbono gracias al cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero de la organización.
- Conocer el origen y la magnitud de las emisiones para poder hacer frente y contribuir a la lucha contra el cambio climático.

Metodología

Para fijar los límites de la medición respecto de las instalaciones de las que es responsable el Hospital La Paz se determina que la medición se realiza en la sede del Paseo de la Castellana, incluyendo el Instituto de investigación Sanitaria y, en futuras fases se incluirán otros centros dependientes del Hospital.

- Alcance 1: Emisiones directas de GEI generadas por fuentes que son propiedad de la organización o están controladas por esta.
- Alcance 2: Emisiones indirectas de GEI asociadas a la electricidad que incluye

las emisiones de la generación de la electricidad adquirida y consumida por la empresa. Se generan físicamente en la planta donde la electricidad es generada.

– Alcance 3: Otras emisiones indirectas cuyo reporte es opcional y permite incluir el resto de las emisiones indirectas generadas a consecuencia de las actividades de la empresa, pero ocurren en fuentes que no son propiedad ni están controladas por la empresa.

A la espera de que el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico concrete qué entidades estarán obligadas a calcular y reportar su huella de carbono, tal y como contempla la Ley de Cambio Climático, se trata de una práctica voluntaria y, en la actualidad, la mayoría de los hospitales de España no la tienen calculada.

La Paz decide utilizar la calculadora Scope CO₂ de la plataforma digital Sani-

dad #PorElClima, en la que las emisiones se calculan a partir de los datos de actividad introducidos en la herramienta. El sistema indica qué tipo de datos es necesario reportar, teniendo en cuenta, además de las fuentes de emisiones más comunes, determinadas especificidades propias del sector sanitario, como el uso de ambulancias o de gases anestésicos.

Se aplican los factores de emisión válidos para el año de cálculo, siguiendo la metodología internacional GHG Protocol con base en datos aplicados por la Oficina Española de Cambio Climático y la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia para la Electricidad.

Huella de carbono = Factor de emisión x Dato actividad.

– El dato de la actividad es el parámetro que define el grado nivel de la actividad generadora de las emisiones de GEI.

– El factor de emisión supone la cantidad de GEI emitidos por cada unidad del parámetro “dato de actividad”. Estos factores varían en función de la actividad que se trate (cuadros 1 y 2).

Para el cálculo de emisiones “Transporte de servicios por terceros”, únicamente se han incluido los asociados al traslado de pacientes en “ambulancia” y “helicóptero” por terceros, no incluyendo el transporte por carretera asociado a la compra de productos, debido a que no se pudieron obtener datos fiables que permitan el cálculo asociado a dichas emisiones.

Para el cálculo de emisiones asociadas a la generación de residuos, la Herramienta calculadora de emisiones, no solicita información relativa al destino de dichos residuos (Ej. reciclaje, incineración, vertedero, recuperación), por lo que el cálculo de emisiones asociado conlleva una pequeña inexactitud.

Para el cálculo de emisiones asociadas a la generación de residuos, la Herramienta calculadora de emisiones no permite incluir todos los residuos generados por el hospital (Ej. aceite usado, lodos de depuradora, reactivos laboratorio, extintores, aceite vegetal, placas radiográficas, etc).

Resultados

Alcance 1: Emisiones directas de GEI	7.971,28 t CO₂
Emisiones asociadas al consumo de combustibles fósiles en instalaciones fijas	5.511,4 t CO ₂
Emisiones asociadas al consumo de gases anestésico medicinales	2.427,89 t CO ₂
Emisiones asociadas al consumo de gases refrigerantes de climatización y refrigeración	0,00 t CO ₂
Emisiones asociadas al consumo de gases extinción de incendios	0,12 t CO ₂
Emisiones asociadas al consumo de combustibles en vehículos propios	31,79 t CO ₂
Alcance 2: Emisiones indirectas de GEI	8.971,17 t CO₂
Asociadas al consumo de energía eléctrica	0,00 t CO ₂
Alcance 3: Otras emisiones indirectas de GEI	11.493,47 t CO₂
Emisiones asociadas al consumo de agua	98,42 t CO ₂
Emisiones asociadas al consumo de papel (folios)	179,52 t CO ₂
Emisiones asociadas a la generación de residuos: (papel y cartón, envases de plástico, asimilable a urbanos, materia orgánica, toner, vidrio, aguas de laboratorio, disolvente no halogenado, medicamento caducado, citostáticos, residuos electrónicos, biosanitarios especiales, restos en formol, residuos industriales especiales, envases contaminados, pilas y baterías)	803,61 t CO ₂
Emisiones asociadas al desplazamiento en medios externo (taxi, avión, coche)	2.044,64 t CO ₂
Emisiones asociadas al transporte por terceros (pacientes transportados en ambulancia y helicóptero)	350,97 t CO ₂
Emisiones asociadas a desplazamientos en itinere de los empleados	8.016,31 t CO ₂
Emisiones totales:	28.435,92 t CO₂

Cuadro 1.



Cuadro 2.

Para el cálculo de emisiones asociadas a desplazamiento de empleados en medios externos en avión, la herramienta no

R1: tCO ₂ e/emplead	2,26
R2: kgCO ₂ e/m ³	38,60
R3: kWh eléctricos/m ³ al año	127,95
R4: kg papel/ empleado al año	16,52
R5: litros de agua / empleado al año	27.531,27
R6: tCO ₂ e/cama	7,06
R7: kgCO ₂ e/acto asistencial	4,48

Cuadro 3.

permite evaluar las emisiones cuando dicho desplazamiento se realiza en un avión con uso exclusivo (Ej. desplazamiento de equipo médico para realizar transplantes). En estos casos se ha utilizado el criterio de desplazamiento por un equipo de “10 personas” para el cálculo de emisiones.

Esta huella de carbono da lugar a los siguientes indicadores (cuadro 3):

Conclusiones

El Hospital La Paz tiene un firme compromiso con la sociedad y con el medio ambiente como lo demuestran las tres certificaciones de AENOR para el Sistema de Gestión Ambiental desde 2008, el Sis-

tema de Gestión de la Responsabilidad Social Corporativa desde 2015 y el Sistema de Gestión basado en Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) desde diciembre de 2021. Como parte del compromiso de mejora de estos sistemas, el hospital ha medido huella de carbono en su alcance 1, 2 y 3.

Conocer la procedencia de las emisiones es esencial para establecer una estrategia de reducción de emisiones y contribuir a los ODS y a la mitigación del cambio climático. Las emisiones del sistema sanitario español suponen el 4,5% de la huella de carbono nacional, en Estados Unidos el 7,6%, en Suiza el 6,7%, en Japón el 6,4% y en Reino Unido, con un sistema sanitario similar al nuestro, el 5,4%.

El cambio climático es una amenaza para nuestro planeta y tiene muchos efectos en nuestra salud. Según la Organización Mundial de la Salud, cada año se producen 7 millones de muertes debidas, únicamente, a la contaminación atmosférica. A esto se suma el incremento de la prevalencia de enfermedades como las alergias, el asma o las enfermedades cardiovasculares y un cambio en el patrón epidemiológico de las enfermedades transmitidas por vectores como mosquitos y garrapatas.

La Paz ha establecido un plan de reducción de emisiones a 4 años con el objetivo de reducir las emisiones de los combustibles fósiles en instalaciones fijas en un 32% en el año 2025 y en el año 2017, tras la instalación de la nueva central térmica, el hospital redujo las emisiones en un 50% respecto a 2005. Algunas de esas medidas de reducción están relacionadas con el plan de movilidad sostenible, con eliminación de la utilización de algunos gases anestésicos, reducción de algunas consultas presenciales, actuaciones de eficiencia energética, campañas de concienciación y sensibilización, etc.

Ramon Torrents i Pairó (ramon@aheadpsp.com)

Arquitecto Socio Director

Clara Rius

Arquitecta Socia Directora

Ahead PSP Barcelona Healthcare Architecture

El fin de la humanización

Una visión holística de la arquitectura para la salud de las personas

La humanización no debe ser un objetivo en sí mismo, tiene que formar parte de un conjunto de decisiones de diseño que comprenden los aspectos que van a incidir en el desarrollo de la actividad dentro de un entorno construido. Por esta razón tenemos que entender los edificios que diseñamos, tomando decisiones basadas en la evidencia científica. Las neurociencias aplicadas al diseño arquitectónico nos ayudan a entender hasta qué punto nos afecta el entorno construido.

El diseño de infraestructuras hospitalarias debe aunar toda una serie de necesidades que a menudo se conciben y proyectan desde un conocimiento parcial por etapas y de manera independiente. Por el contrario, deben basarse en diversas disciplinas y conocimientos extraídos de un conjunto de conceptos, y la humanización debe ser uno de ellos. Propugnamos que la humanización no debe ser un objetivo en sí mismo sino formar parte de la concepción global de este diseño, y es en este sentido que el título de esta comunicación “*El fin de la humanización*” intenta socavar esta moda contemporánea.

Por otro lado, este diseño debe incorporar las herramientas necesarias para que esta humanización no sea producto de los gustos personales y subjetivos, integrando la evidencia científica como base de rigor objetivo.

A menudo me gusta recordar la experiencia personal más dura que he podido vivir al entrar como paciente, y no como profesional, por la puerta de urgencias de un hospital con un diagnós-

tico negativo. Pasar por un hospital de día, una unidad de intervencionismo y una unidad de hospitalización que habíamos diseñado sólo unos meses antes, y vivir en primera persona los diseños que creíamos de buena calidad...

es un baño de humildad que nunca olvidaré.

De ahí salí con la convicción que tenemos que transformar la arquitectura hospitalaria hacia una arquitectura ba-



Imagen 1. Proyecto nuevo edificio para el Hospital Benito Menni.

sada en la persona, en la experiencia y sobre todo en la evidencia. Pasar de pensar que está bien a saber que está bien, que junto con un buen programa, una buena funcionalidad e imagen no siempre es suficiente ¡tenemos que ir más allá! El objetivo debe ser buscar la excelencia en todos nuestros trabajos.

Estamos reclamando una visión más holística que compile evidencias y conocimientos poniendo a la persona en el centro del diseño.

“La arquitectura es un servicio a la humanidad, para crear un entorno donde el ser humano pueda desarrollarse y ser feliz”. Francis Kéré, Pritzker Prize 2022.

En este momento tenemos varios proyectos que pretenden mejorar la experiencia de las personas en el entorno construido. Uno de estos es la *señalética adaptativa* que pretende minimizar la desorientación de las personas con procesos neurodegenerativos dentro del entorno construido.

Una de las herramientas que usamos es el diseño basado en la evidencia (EBD) ¿Qué relación hay entre cerebro y arquitectura? La arquitectura provoca emociones sobre las personas que la habitan /usan, y por lo tanto influye en su comportamiento. El sistema nervioso recibe los estímulos externos y los transfiere hasta el cerebro desde los sentidos hacia las percepciones, la cognición y finalmente el lenguaje.

La neurodegeneración cognitiva implica la pérdida de las capacidades en sentido opuesto; primero perdemos el lenguaje, luego la cognición y finalmente las percepciones y los sentidos. Con este proyecto buscamos las mejores soluciones para que las personas que sufren esta situación en su capacidad de orientación en el espacio habitado. Estas soluciones se pueden encontrar mediante una señalización que agrupe diversos elementos de percepción visual, táctil y olfativa, minimizando el efecto más directo de desorientación (no saber dónde se encuentran o hacia dónde tienen que dirigirse).

Otro de los proyectos que pretenden mejorar la experiencia de las personas usuarias es el jardín terapéutico, investigando desde la evidencia científica qué hace que un jardín sea terapéutico. De hecho, todos los jardines lo son en mayor o menor medida, ya que el contacto con el entorno natural (la biofilia) ya hace su trabajo.

Pero podemos ir más allá del simple jardín contemplativo. Lo importante es determinar para quien está dirigido el jardín y cómo interactúa el entorno natural con las personas usuarias, ajustando el diseño a sus necesidades, y creando tipologías de jardines con diferentes objetivos.

El trabajo sobre la evidencia existente es una parte del conocimiento, pero generar nuevas evidencias mediante el método científico (observación, planteamiento, hipótesis, experimentación, análisis y conclusiones) es un camino mucho más complejo. Una de las herramientas que usamos para generar parcialmente el desarrollo de este método es mediante la simulación clínica.

Después de un periodo de formación como monitores de simulación clínica, somos capaces de realizar modelos y simularlos con las personas usuarias, así

como realizar un proceso de *debriefing* (aquella parte que sigue a la experiencia que se ha producido en el escenario durante una simulación) con el que obtener las conclusiones. Con este sistema hemos realizado varios procesos de toma de decisiones de diseño que mejoran áreas como la seguridad del paciente o la mejora de indicadores (ej. número de infecciones cruzadas dentro de una unidad de UCI). Es muy importante dejar de lado los prejuicios para evitar el sesgo de confirmación y documentar todo el proceso para poder medir su impacto.

En definitiva, nuestro objetivo es trabajar sobre la responsabilidad de la salud emocional de las personas usuarias de los espacios que diseñamos, integrando otras disciplinas a la hora de plantear los proyectos. Y la neurociencia es la disciplina que nos ayuda a entender cómo interactúa nuestro cerebro con el entorno construido a través de nuestro sistema sensorial, para sumar evidencia científica con humanidad.

El humanismo es, de forma genérica, la doctrina o actitud vital basada en una concepción integradora de los valores humanos y es así como entendemos nuestro trabajo, desde una perspectiva holística de la persona.



Imagen 2. Jardines terapéuticos Hospital Benito Menni.

Paula Gómez-Vela (proyectos@veladesign.es)

Arquitecta – Dra. en Biomedicina PhD

Veladesign iD

Nanotectura

Efecto del color en entornos hospitalarios

El presente artículo es un resumen de la tesis de doctorado en Biomedicina, calificada Cum laude por la Universidad Europea, que comparte las investigaciones multidisciplinares realizadas por la autora en los últimos años aunando arquitectura-medicina-psicología y bioestadística, y muestra los resultados del estudio del efecto beneficioso de un entorno cálido para los pacientes oncológicos frente a un entorno frío, presentando la investigación según el método científico basado en evidencias.

El problema

Durante cuatro años de Doctorado en Biomedicina, hemos investigado sobre el efecto del entorno cromático en el paciente oncológico, en el entorno hospitalario real, con el fin de avanzar en conocer cuál es el entorno más beneficioso al recibir su tratamiento de quimioterapia.

Epidemiología del cáncer. El cáncer es una de las principales causas de mortalidad en el mundo. Y según datos de Epidemiología La Organización Mundial de la Salud (OMS) ya en 2018 se registró una incidencia de 18 Millones de nuevos en 2018 y prevé una tasa de aumento para los siguientes 20 años en más de un 60%, superando los 29 millones de nuevos casos de cáncer por año para 2040.

Quimioterapia. Por otro lado, la qui-

mioterapia es uno de los tratamientos con mayor nivel de evidencia y uno de los más empleados para intentar controlar el crecimiento celular. Sin embargo, los pacientes de cáncer a menudo informan de un aumento de estrés durante la quimioterapia.

Atención al estrés del paciente oncológico. Este estrés, por la enfermedad y por los tratamientos, se trata de aliviar desde los equipos profesionales de oncología con fármacos, psicooncología e incluso terapias integrativas que fomentan el ejercicio físico, fuera de los tratamientos y el uso de realidad virtual durante la quimioterapia).

Asistencia del paciente oncológico al hospital. Los pacientes oncológicos deben asistir frecuentemente al hospital (cada 7, 14 o 21 días durante meses). La mayoría de los hospitales que los pacientes oncológicos visitan tan frecuentemente han

sido diseñados para cumplir los protocolos médicos, asegurar la asepsia y el funcionamiento óptimo de la tecnología. Sin embargo, no han pensado como prioridad en el bienestar emocional de los pacientes.

Quimioterapia y frío. Además de los factores introducidos anteriormente, cabe señalar que determinados compuestos citostáticos empleados en quimioterapia, como el platino, tienen como posibles efectos secundarios neuropatías periféricas que empeoran con el frío. Desgraciadamente este hecho será conocido, para muchos de los lectores y lectoras de este artículo, por experiencia personal o porque lamentablemente tienen algún familiar o conocido, que al tratarse con quimioterapia parece necesitar ir más abrigado. En algunos casos, los pacientes tienen incluso problemas para coger una botella de agua fría de la nevera, debido a los efectos secunda-



Imagen 1. Unidades oncológicas con entornos fríos. La mayoría de los entornos cromáticos de las unidades oncológicas (Hospitales de día) están diseñados en gamas frías y asépticas.

rios de algunos tipos de quimioterapia que incluyen platino en su composición.

La realidad actual de las unidades de tratamiento oncológico. Observando la mayoría de los Hospitales de día donde se realizan los tratamientos de quimioterapia, vemos que están diseñados en gamas frías y asépticas, y que no incluyen entre sus prioridades el reducir el nivel negativo de estrés de sus usuarios (Distrés), cuando se sabe que el estrés negativo sostenido puede perjudicar a la salud afectando a la regulación del sistema neuroendocrino, al sistema nervioso autónomo, al sistema inmunitario y al metabólico. En definitiva, a la salud de los pacientes.

Adicionalmente, conociendo que los pacientes de cáncer suelen sufrir un aumento de estrés sobre otros ciudadanos sanos, por el diagnóstico de su enfermedad, la preocupación sostenida sobre su progresión y los tratamientos periódicos, nos preguntamos ¿son estos entornos fríos los más idóneos para que un paciente oncológico reciba tratamiento? ¿Por qué diseñar en gamas frías y no en cálidas? ¿Hay justificación científica que lo avale, o lo hacemos por inercia o criterio del gusto del diseñador?

Healing environment: diseño basado en la evidencia

Afortunadamente, según el *Diseño Basado en Evidencia* en los últimos años y la Neurociencia, sabemos que del mismo modo que un entorno hospitalario no adecuado puede ser estresante, también disponemos de evidencia científica que demuestra que un entorno físico bien diseñado, puede ser un colaborador en el bienestar y la salud de las personas. Es lo que internacionalmente se llama en arquitectura: *Healing Environment*.

La imagen 2 muestra el Avera Cancer Center de Estados Unidos que ha sido diseñado siguiendo criterios de EBD.



Imagen 2. Avera Cancer Center. Estados Unidos.

En esta línea Roger Ulrich, (investigador pionero que ya publicó resultados en la revista Science en los años 80 acerca del efecto beneficioso sobre los pacientes de un buen diseño en hospitales) en 2008 publicó una revisión sistemática que relaciona estrategias de diseño en el entorno físico y sus efectos sobre resultados de salud: esto es, sobre la reducción de estrés del paciente: habitaciones individuales, acceso a luz natural, iluminación artificial adecuada, vistas a la naturaleza, reducción del ruido...

Si quisiéramos resumir en cuatro palabras las estrategias de diseño según la literatura a día de hoy, para conseguir buenos entornos para la salud en un hospital (más allá de las normativas de instalaciones y elementos que aseguran el aire limpio y la higiene), estas serían: naturaleza (presencia de biofilia), luz, color y silencio (control del ruido).

Dentro de estos elementos de diseño, uno que siempre está presente en la percepción de las personas, y que además es de los más económicos de emplear, es el color.

La evidencia científica sobre entorno físico y salud ha avanzado exponencialmente en las últimas décadas, en número y en metodología. Hay mucha literatura escrita, especialmente en el campo de la iluminación, la biofilia y silencio. Sin embargo, sigue presentado debilidades y más aún en el campo del color. La mayoría de los estudios se centran en el efecto sobre la calidad asistencial, la percepción y las preferencias personales, pero no estudian el efecto sobre variables de salud. Esta es una de las mayores críticas que hace el entorno biomédico a las publicaciones técnicas de arquitectos e ingenieros sobre el tema.

Por otro lado, en muchas ocasiones, las investigaciones mezclan muchos estímulos con los que poder comparar los distintos entornos, esto es: unidad antigua vs nueva cambiando el tipo de iluminación,

colores y tipo de mobiliario, incluyen plantas naturales..., lo que hace difícil saber qué efecto produce cada variable introducida por sí misma.

Además, respecto al método de investigación empleado, la mayoría no sigue el método científico de Estudios Controlados Aleatorios que es la base en Biomedicina, lo que hace difícil poder comparar unos estudios con otros, muchos de ellos no publican los métodos detallados para poder repetir las investigaciones (figura 1).

Y por último, otra debilidad es que la mayoría de los estudios se realizan en laboratorios (universidades, etc.) y no en entornos reales con pacientes reales, lo que crea un problema de contexto haciendo discutible el traslado de las conclusiones de dichos estudios a la realidad.

Por eso ha surgido esta tesis, con el propósito de resolver los problemas metodológicos anteriores:

Propuesta de metodología

- ✓ Estudio Controlado Aleatorio (ECA).
- ✓ Contexto:
 - o Entorno real (no virtual).
 - o Pacientes reales.
- ✓ Precisión en variables del entorno color: Efecto agudo estímulo concreto, entorno cromático detallado.
- ✓ Sobre variables cuantitativas de salud.
 - o Control de instrumentos de medida (test validados, constantes, cortisol, VFC).
- ✓ Análisis estadísticos descriptivos e inferenciales.
- ✓ Publicando resultados cuantitativos.



Figura 1. Método científico.

Ojetivo e hipótesis de la investigación

El objetivo general de la investigación ha sido evaluar el efecto agudo del entorno cromático cálido sobre el estado percibido de salud, niveles de estrés psicológicos y fisiológicos de los pacientes oncológicos durante su tratamiento en unidades de quimioterapia, con la hipótesis de que el entorno cromático cálido tiene un efecto agudo beneficioso sobre el estado percibido de salud y los niveles de estrés psicológico y fisiológico de los pacientes oncológicos durante su tratamiento en unidades de quimioterapia, frente a un entorno cromático frío (azul y blanco).

Para ello creamos un diseño experimental de 3 Fases para estudiar el efecto de distintos estímulos cromáticos (fríos: los tipos empleados en las Unidades de quimioterapia: todo blanco con sillón azul y los cálidos: en color naranja o textura de madera). Para evitar artefactos que alteraran la investigación, el suelo, techos y la iluminación fueron constantes en las distintas condiciones. Y la temperatura dentro de las salas se mantuvo en unos rangos (máximo 25°C y mínimo 23°C), que aseguran que las condiciones de temperatura ambiental no afecten a la temperatura corporal de las personas.

Intervenciones realizadas

La Fase 1 se realizó como piloto del estudio, en una unidad de Hospital de día Oncológico en una planta alta de un hospital en Madrid. La intervención de color como variable independiente se aplicó en el sillón del paciente y en la pared frente al paciente. Se taparon las ventanas para evitar alteraciones por visión al exterior y controlar la iluminación natural. Y se estudió el efecto de la orientación (Norte o Sur), y del entorno color.

En una Fase 2 se repitió el experimento en una unidad de Hospital de día oncológico en otro hospital en Bilbao, ubicado en un sótano sin iluminación exterior (sin ventanas) y reduciendo la presencia de cambio de color solo a la pared lateral al paciente. Las variables en este caso fueron fría como en la fase 1 y en cálido además de la pared naranja se implementó el color cálido con textura de madera, (que se sabe emite en longitudes de onda cálidas anaranjados).

La Fase 3 se realizó en la misma unidad de Fase 1, con intervención de color en el sillón del paciente y en la pared frente al

paciente, y se estudió el efecto del entorno bajo la variable color.

Los participantes de todas las fases fueron pacientes oncológicos adultos, tratados con quimioterapias que pueden producir neuropatías periféricas que empeoran con el frío (*Paclitaxel (Taxol®)*, Carboplatino...) con rangos de edades sin diferencias significativas en todas las fases.

Para cumplir la normativa de investigación Biomédica, el proyecto de investigación en cada hospital se presentó al correspondiente comité ético para su aprobación.

Cada paciente se midió consigo mismo pasando por todas las salas en forma aleatoria. El reclutamiento fue realizado por el equipo de enfermería, sin conocimiento por parte de los investigadores, y se relacionó a cada paciente con un código de identificación (ID) de modo que estos desconocían en qué sala iniciaría su tratamiento hasta llegar a la unidad. La adjudicación del orden de cada sala se realizó por aleatorización.

Las variables dependientes de medidas repetidas en cada paciente analizadas se fueron ampliando en cada fase incluyendo variables fisiológicas. Todos los instrumentos empleados en la investigación fueron instrumentos validados científicamente (tabla 1).

La toma de datos PRE y POST se realizó siguiendo el orden del siguiente protocolo:

- **Toma de datos PRE** antes de comenzar la quimioterapia: Medida HRV, cortisol-DHEA y constantes vitales (temperatura, presión y frecuencia cardiaca).
- **Toma de datos POST** al terminar la quimioterapia: constantes vitales (temperatura, presión y frecuencia cardiaca), me-

didada HRV, cortisol-DHEA y Test EUROQOL-5D-5L e ID-PAIN.

Análisis estadístico de los datos

En la Fase 1 Los efectos de cada entorno se analizaron mediante un modelo ANOVA 2x2 de medidas repetidas, con dos condiciones de color (Blanca y Naranja) y dos condiciones de orientación (Norte y Sur).

La Fase 2 también se analizó mediante un modelo ANOVA de medidas repetidas, pero esta vez con tres condiciones (Blanca, Madera, Naranja).

En la Fase 3 los efectos de la intervención se analizaron mediante la prueba t de Student de medidas repetidas, para comparar dos condiciones (Blanca y Naranja).

En los análisis de varianza, los tamaños de efectos de cada factor y su interacción se calcularon mediante *eta cuadrado* generalizada y *d de Cohen*.


Aunque algunos de los resultados obtenidos en las variables analizadas en cada uno de los entornos estudiados muestran pocos cambios y tienen un tamaño pequeño del efecto, creemos que estos resultados son relevantes para la aplicación en la arquitectura y el diseño de la Unidades de quimioterapia y que un análisis de rentabilidad coste/beneficio apoya el uso de las configuraciones propuestas en esta tesis para los entornos de dichas Unidades.

Termómetro de salud. Lo más significativo se ha localizado en la percepción de salud de los pacientes, esto es, en lo referente a diferencias desde antes del inicio hasta después de la sesión de quimioterapia en cada condición en el termómetro de percepción de salud, la diferencia entre las condiciones Blanca y Naranja en un rango

VARIABLES	Fase 1	Fase 2	Fase 3
VARIABLES INDEPENDIENTES (Intervención)	Color (B/N) Orientación (S/Nr)	Color /Textura (B/N/M)	Color (B/N)
VARIABLES DEPENDIENTES	Constantes vitales Temperatura EURO-QOL Termómetro de salud Dolor EVA Dolor neuropático	Constantes vitales Temperatura EURO-QOL Termómetro de salud Dolor EVA Dolor neuropático Cortisol	Constantes vitales Temperatura EURO-QOL Termómetro de salud Dolor EVA Dolor neuropático Cortisol VFC DHEA-Cortisol

Tipos de entorno Color: B: Blanca; N: Naranja; M: Madera.
Tipos de entorno Orientación: S: Sur; Nr: Norte.

*VFC: Variabilidad Frecuencia Cardíaca
*DHEA: Dehidroepiandrosterona



Método

Tabla 1. Variables analizadas.

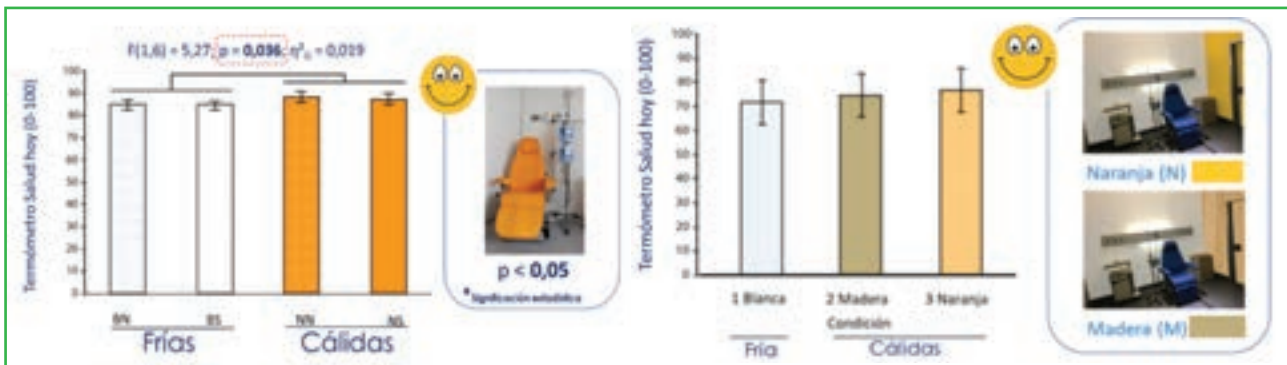


Figura 2. Percepción de mayor salud.

de 0-100 fue 4,4 puntos superior en la condición Naranja. Esto es: la percepción de salud fue mayor en las salas cálidas que en las frías tipo. Esta diferencia fue estadísticamente significativa en la Fase 1 con una $p < 0.05$, $= 0.036$ y un tamaño de efecto pequeño. Se mantuvo esa tendencia también en las Fases 2 y 3, con mejores valores medios en percepción de salud en las salas de entorno cálido que en las de entorno frío, aunque en las fases 2 y 3 no consiguió significación estadística.

Esta conclusión se alinea con lo indicado por la literatura revisada que señala que, aunque la cultura occidental no encuentra el color naranja dentro de los colores preferidos, sí lo encuentran como transmisor de connotaciones positivas. Y sí se preferiría un entorno cromático más cálido respecto a un entorno hospitalario “todo blanco”. También apoyaría el uso de biofilia (madera en el tono cálido empleado en la investigación) (figura 2).

Constantes vitales. En los resultados obtenidos en las constantes vitales no encontramos diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, en las diferencias encontradas desde antes del inicio hasta después de la sesión de quimioterapia sí se encontraron tendencias repetidas en todas las fases en las variables de temperatura corporal, presión diastólica y frecuencia cardiaca:

Temperatura corporal. En temperatura corporal de los pacientes, sí se encontró una diferencia media superior del entorno cálido naranja frente al entorno frío, cuando el color estaba presente frente al paciente y en el sillón de tratamiento, esto es, en fases 1 y 3 (figura 3).

Esta tendencia de aumento de la temperatura corporal en entornos de colores cálidos estaría de acuerdo con la teoría “Hue-Heat” (Tono-calor), de autores como Goethe, Goldstein o Nakshian, que postulaban que los colores de longitud de onda larga (colores cálidos) calientan y los de longitud de onda corta (colores fríos) enfrían. Y también con Itten, que afirmó que el color cálido tiene la capacidad de afectar la sensación de calidez frente a los colores fríos, o Birren, que afirmó que el color cálido independientemente del deseo de la persona, estimulaba el sistema nervioso autónomo, incrementando la temperatura corporal. Por su parte, las revisiones actuales de Tofle et al. 2004, Ghamari 2016, indican en relación a estos efectos de Hue-heat, que los entornos cálidos sí tendrían un leve efecto sobre la temperatura corporal.

A nivel de arquitectura y bienestar del paciente oncológico tratado con quimioterapias que pueden producir problemas de neuropatías periféricas y efectos secundarios que empeoran su calidad de vida y su salud con el frío, sería recomendable

optar por entornos con colores más cálidos, que, aunque sea levemente, ayuden a crear un entorno perceptivo de mayor calidez psicológica o fisiológica, por mínimo que sea a nivel cuantitativo.

Las maderas en el tono elegido para el estudio (tipo roble) reflejan la luz de longitud de onda larga, que el ser humano percibe como tonos amarillos, anaranjados y rojos, y que hace que la madera se sienta cálida. Lo encontrado en la fase 2 coincidiría con lo señalado a nivel de percepción por Blachenberger et al. de la universidad de Oregón realizado en 2019, quienes concluyeron que la madera era significativamente preferible frente a todo blanco.

Presión y frecuencia cardiaca. En lo referente a Presión y Frecuencia cardiaca, hemos encontrado, de acuerdo con Nanda et al. 2012, que los estímulos visuales provocan cambios en la frecuencia cardiaca y la presión sanguínea. La presión diastólica media de los pacientes ascendió más en salas frías respecto a las cálidas, en todas las fases (figura 4).

En las tendencias de la frecuencia cardiaca, en las fases 1 y 3 cuando el color estaba presente frente al paciente y en el sillón de tratamiento, se encontró un mayor aumento medio de la frecuencia cardiaca de los pacientes en las salas cálidas respecto a las salas frías (o una menor reducción media

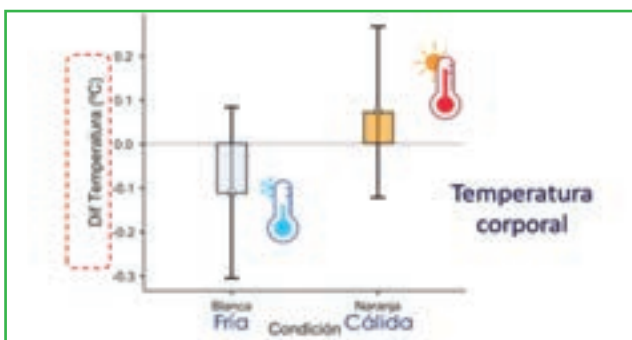


Figura 3. Temperatura corporal.

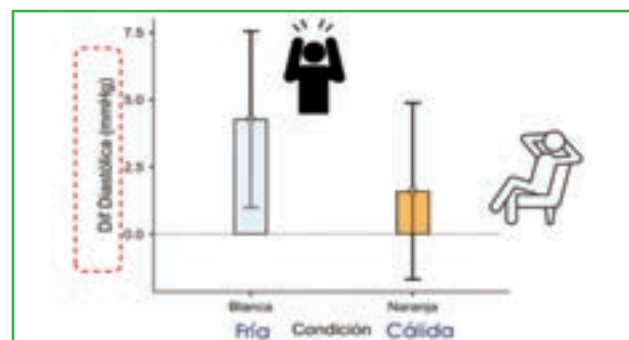


Figura 4. Presión diastólica.

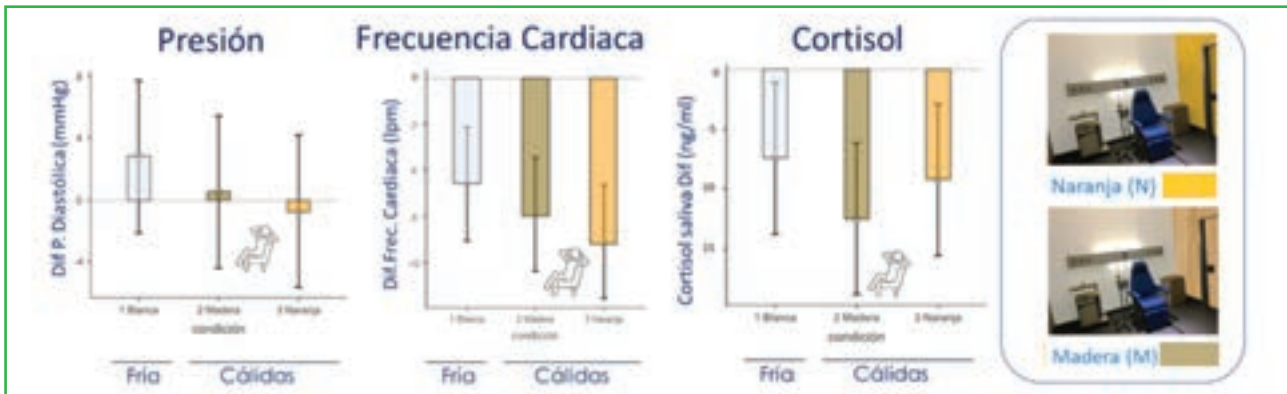


Figura 5. Reducción del estrés.

en fase 3). Mientras que en la fase 2 cuando la condición de entorno color solo se encontraba en la pared lateral de la sala, se encontró una tendencia de mayor reducción media de la frecuencia cardíaca de los pacientes en los entornos cálidos, (madera y mayor en naranja) que el entorno frío.

Esto apoyaría la teoría de Hue-Heat (colores cálidos mayor activación) cuando el color se encontraba frente a los pacientes, pero únicamente en frecuencia cardíaca y no en presión diastólica. Y sí apoyaría los estudios que insisten en el beneficio de la biofilia (presencia de naturaleza o elementos que hagan referencia a ella) para reducir la activación.

Cortisol. En lo referente a las variaciones de Cortisol de los pacientes, la diferencia media desde el inicio hasta concluir su sesión de quimioterapia, siempre descendió, tanto en salas cálidas como en las frías. En la Fase 2, cuando el color se ubicaba en la pared lateral de la sala, se encontró una mayor reducción media de los niveles de Cortisol de los pa-

cientes en los entornos cálidos, (Naranja y mayor en el entorno de textura de Madera) que el entorno frío.

Esta tendencia en fase 2 apoyaría el empleo de color cálido con textura de madera para reducir el nivel de estrés de los pacientes, como indica la literatura científica en estudios realizados en salas de laboratorio con sujetos sanos (figura 5).

La literatura existente, como se ha comentado anteriormente, además de ser muy limitada y en ocasiones con muy poca muestra, es difícilmente comparable; o bien se ha realizado en laboratorios, o con estudiantes o con un foco de luz.

Conclusiones finales: unidades oncológicas: mejor cálidas que frías

Un análisis de rentabilidad coste/beneficio (coste equivalente de elegir color o de elegir tipo de panelado) apoyaría el uso entorno cálido vs entorno frío en unidades oncológicas (figura 6).

Esta investigación ha realizado una serie de aportaciones prácticas.

- ✓ Método de investigación del efecto de decisiones de diseño sobre la salud de las personas.
- ✓ Aumentar evidencia científica: Ofrecer datos cuantitativos en variables fisiológicas de salud sobre el efecto del entorno cromático en unidades oncológicas (tamaños de efecto).
- ✓ Unidades oncológicas: mejor un entorno cálido.

Proponemos el empleo de este modelo de investigación con método científico para aumentar el conocimiento del efecto del entorno en unidades oncológicas y en otras unidades, y así poder crear guías de diseño apoyados en evidencia sobre el beneficio para la salud del paciente siguiendo el método científico.

La Ciencia Biomédica es generosa porque comparte lo investigado contando todos los detalles y así crea un siguiente paso certero para seguir desde ahí avanzando.



Figura 6. Resumen y conclusiones.

José Eduardo Bañuelos León (josee.banuelos.sspa@juntadeandalucia.es)

Ingeniero Técnico Industrial

Subdirección de Ingeniería

Hospital U. Virgen del Rocío (Sevilla)

Control de contaminación en la red de saneamiento del HUVR

Optimización de la penalización por vertido

El Hospital U. Virgen del Rocío tiene instalados puntos de toma de muestras homologados en cada punto de vertido, controlando el factor K de contaminación de acuerdo con la regulación vigente del Ayuntamiento de Sevilla. En particular se describe el proyecto de diferenciación y tratamiento de los vertidos de la cocina, con una reducida inversión con la que se consigue una importante reducción de la penalización por vertido.

Introducción

El Campus del Hospital Universitario Virgen del Rocío (HUVR) dispone de un aljibe de Agua Fría de Consumo Humano (AFCH) desde donde se distribuye a todos los edificios del Campus: Hospital General, Hospital de Rehabilitación y Traumatología, Hospital de la Mujer, Hospital Infantil, Centro de Documentación Clínica, Edificio de Gobierno, Edificio de Laboratorios, Centro de Diagnóstico y Tratamiento, Anatomía Patológica, Nave de Gestión de Recursos, Unidad de Alimentación, Lavandería, Central Térmica y Sala de Frío.

Por razones de seguridad, la Unidad de Alimentación (Cocina) del Campus dispone de una acometida independiente de reserva.

Por otra parte, el Campus cuenta una red de saneamiento que, con la correspondiente autorización municipal, permite la recogida de aguas pluviales y fecales que se vierten a la red pública de alcantarillado de Sevilla. En cada uno de los puntos de vertido, existe un Punto de Toma de Muestra (PTM) homologados por la Empresa Metropolitana de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas de Sevilla S.A. (EMASESA) donde periódicamente se realizan recogidas y análisis de muestras.



Imagen 1. PTM4 Tren de arquetas de cocina.

Calificación de vertidos

El Ayuntamiento de Sevilla, a través del Boletín Oficial de la provincia de Sevilla (BOPS N°42 21/02/22), regula la ti-

pología de los suministros y vertidos, encuadrando el del HUVR entre los del tipo 2 No Domésticos, 2.3 Oficiales, al tratarse de una dependencia de la Junta de Andalucía (tabla 1).

		Analítica EMASESA 09/07/18			
	Parámetro	Uds.	A	B	PTM4
Físico	Ph	Ph	< 6,0 - > 9,0	< 4,0 - > 11,0	5,27
Físico	Conductividad a 25º	µS/cm	5.000	10.000	1.204,00
Físico	Sólidos decantables	Ml/L	10	40	110,00
Físico	Sólidos suspendidos	mg/L	1.000	4.000	3.080,00
Físico	Temperatura	°C	40	60	34,70
Químico	Aceites y grasas	mg/L	200	800	1.153,00
Químico	Demanda Química de Oxígeno	mg/L de O ₂	1.750	7.000	6.130,00
Químico	Fósforo total	mg/L de P	15	40	13,00
Químico	Nitrógenos total	mg/L de N	75	200	58,00
Químico	Sulfatos	mg/L de SO ₄	500	1.500	40,00

Permitidos: Los que no superan los valores de la columna A
 Contaminantes: Los que sin superar los valores de la columna B, superan alguno de los valores de la columna A
 Muy contaminantes: Los que superan alguno de los valores de la columna B

Tabla 1. Calificación de vertidos.

Asimismo dispone, para calificar los vertidos, de una tabla de parámetros con dos columnas A y B de valores límites, pudiendo catalogarse éstos en:

- Tolerados: aquellos que no superan ninguno de los valores de la columna A.
- Contaminantes: los que superan alguno de los valores límite de la columna A, pero no superan los valores de la columna B.
- Prohibidos: los que superan alguno de los valores de la columna B.

Penalización

Dispone, además, de un factor K de contaminación vertida, que oscila entre 1 y 12 en función del número de parámetros superados y su magnitud, que interviene con efecto multiplicativo mediante una fórmula, sobre la tarifa de depuración y la cantidad de agua utilizada en la finca, medida en m³ (tabla 2).

En caso de que alguno de los parámetros, medidos en cualquier de los 6 puntos PTM existentes en el Campus, estuviera por encima de los considerados como Contaminantes, la aplicación del factor K se hace sobre el total del consumo de agua utilizada en el Campus, previamente almacenada en el aljibe AFCH.

Este era el caso. Dos de los parámetros: sólidos decantables y aceites y grasas, en el Punto de Toma de Muestra 4, junto a la Cocina, sistemáticamente estaban por encima de los valores límite de contaminantes y, en algunos casos, muy cerca de los prohibidos. Esta circunstancia acarrea penalizaciones normalmente superiores al coste de abastecimiento.

Metodología

Existen innumerables soluciones técnicas para minimizar la presencia de sólidos y de aceites y grasas en las aguas residuales, tanto físicas como químicas, que tenemos en estudio para su implantación, pero hasta que se hayan comprobado los efectos de estas técnicas y se tome la decisión económicamente más viable, se proyecte y se ejecute, se propone segregar el consumo y vertido de la

Artículo 7. Coeficiente K por contaminación vertida

7.1 El valor del coeficiente K por contaminación vertida será:

7.1.1.— Para los vertidos domésticos $K = 1$.

7.1.2.— Para los vertidos no domésticos, el coeficiente K estará comprendido entre $K \geq 1$ y $K \leq 12$ y vendrá determinado por el mayor valor que resulte de aplicar los siguientes métodos de valoración:

7.1.2.1.— K en función de la fórmula de la carga contaminante (el resultado se expresará con un decimal):

$$K = [(SS/250) + 1,5 (DQO/700) + 3 (NT/60) + 2,5 (PT/10) + (CE/2.500)] \times (1/9)$$

Siendo:

SS = Concentración de sólidos en suspensión (mg/l).

DQO = Concentración de demanda química de oxígeno (mg/l).

NT = Concentración de nitrógeno total (mg/l).

PT = Concentración de fósforo total (mg/l).

CE = Conductividad eléctrica a 25.° C (micro siemens por centímetro).

7.1.2.2.— K en función de los valores de los parámetros recogidos en la Tabla 2:

Caso de superar el límite establecido en la columna a en un solo parámetro (excepto PH y temperatura):

- En más de un 25% $K = 1,5$.
- En más de un 50% $K = 2$.
- En más de un 100% $K = 3,5$.
- En más de un 200% $K = 4$.
- En más de un 300% $K = 4,5$.

Caso de superar el límite establecido en la columna a en más de un parámetro:

- Si cualquiera de ellos supera el límite en más de un 15% $K = 2$.
- Ídem en más de un 30% $K = 3$.
- Ídem en más de un 60% $K = 4,5$.
- Ídem en más de un 120% $K = 5$.
- Ídem en más de un 240% $K = 5,5$.

Tabla 2. Factor K: Extracto del Boletín Oficial de la provincia de Sevilla 42 del 21/02/2022.

Cocina, con el objetivo de que la aplicación de la penalización sea exclusivamente sobre el consumo de ésta y no de todo el Campus. Para ello, la empresa proveedora del suministro, requiere disponer de una acometida de agua independiente y contar con una red de saneamiento privada.

Sin renunciar a la seguridad de contar con un suministro de reserva desde el aljibe AFCH, se presenta a EMASESA un Informe técnico de viabilidad, se modifica la instalación de suministro, precintado suministro desde el aljibe, para que en caso de emergencia se pueda disponer de éste y se activa el de reserva, como principal.

Paralelamente, se proyecta el intercambio de un depósito de decantación con



Imagen 2. Depósito decantador.

tabique separador de grasas, aguas arriba del PTM 4 correspondiente a Cocina. Se adquiere el equipo, se encarga el proyecto y se ejecuta la obra, conectando a la red de saneamiento existente. De esta forma aunque el dispositivo no diera los resultados esperados en el cálculo del factor K, la penalización ya solo recaería sobre el consumo.

Resultados

Con una inversión aproximada de 15.000 €, se ha pasado de pagar cerca de 320.000 € (2019) a pagar en torno a 180.000 € (2021), con un consumo de similar orden de magnitud. En 2 años, la segregación de los vertidos de la cocina a la red de saneamiento ha representado un ahorro cercano al 50% en la factura de suministro de agua potable al Hospital Universitario Virgen del Rocío de Sevilla.

Resumen Consumo Agua Campus HUVR (m ³)					
	2018	2019	2020	2021	2022
SUMA	58.732	89.618	71.983	68.565	46.418
Resumen Coste Agua Campus HUVR (€)					
	2018	2019	2020	2021	2022
SUMA	217.654	322.343	263.561	182.236	134.872

Tabla 3. Resultados.

Luis A. Sánchez Guillén (luis.ant.sanchez.guillen@gmail.com)

Presidente

Alcora Salud Ambiental

Michael M. McGrath

Manager

Copper Cover Limited

Cobre antimicrobiano en hospitales

Nuevo procedimiento de aplicación

La protección de superficies por recubrimiento de cobre antimicrobiano es una práctica conocida y aplicada en el control de infecciones nosocomiales. El artículo presenta un nuevo método de aplicación mucho más eficaz que el conocido de láminas adheridas, ya que incorpora las propiedades antimicrobianas al material de soporte de una manera permanente.

Cientos de estudios publicados han mostrado las cualidades del uso del cobre en los quirófanos y unidades de cuidados intensivos, de igual forma su uso en manillas y empujadores de puertas (push plate) en el resto de las instalaciones sanitarias. En pocos minutos tanto las bacterias resistentes a los medicamentos (MRSA, VRM) como el temido Sars Cov2 sucumben en su contacto con este tipo de metal.

En el congreso patrocinado por Alcora sobre esta cuestión (I Simposio Internacional sobre el cobre antimicrobiano en España, Madrid, 2019- las conferencias figuran en la Web www.Alcora.es), quedó patente la minorización del riesgo de infección que suponía la instalación de cobre antimicrobiano en hospitales, siendo prioritaria su colocación en los lugares de mayor riesgo, donde los pacientes tienen su organismo inmunodeprimido.

No hay que olvidar que, para este tipo de instalación, el cobre como biocida específico debe estar incluido en la relación TP2 registrado en la ECHA (Environmental Chemical Agency) para este uso y por ello estar controlado a través de una de las

empresas que figuran en este registro de la CEE como proveedores autorizados. Este registro garantiza que se han realizado los múltiples estudios de toxicidad precisos para obtener esta condición, que entre otras cosas garantiza que el cobre usado está libre de productos tóxicos en su composición o en los elementos que permiten su adherencia a los diferentes soportes, sean metálicos o poliméricos.

Hasta ahora la única posibilidad de uso en los hospitales consistía en la aplicación de láminas adhesivas y esto, según se ha visto en los anteriores artículos publicados en este anuario (2019-2022), exige una revisión que incluye un mantenimiento proactivo, para detectar algún pequeño desprendimiento de las láminas; no hay que olvidar que el cobre como



Manilla de puerta tratada con lámina de cobre.

metal, puede infringir, si se desprende de su soporte, pequeñas heridas en la piel.

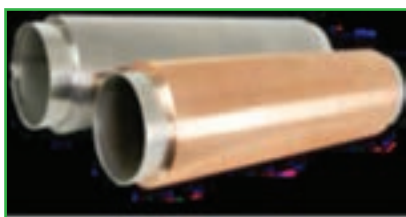
Por ello la necesidad del cambio periódico de las láminas y una revisión mensual de su estado de adherencia es siempre recomendable. Hay que tener en cuenta, que la aplicación de las láminas no es un elemento para olvidar una vez realizada; debe contemplarse su cambio periódico. Este procedimiento de láminas se puede considerar como el tradicional en este tipo de protección sanitaria y sin duda tiene su utilidad en varios frentes.

Con relación a los cobreados de diversas piezas existentes en los hospitales, existen formas distintas de aplicación, destacando entre ellas las siguientes: pigmentación tradicional, pigmentación electrostática, electrodeposición y la más novedosa que es la CGSC (Cold Gas Spray Coating) o recubrimiento por proyección en frío a muy alta velocidad de partículas de cobre, frase que creemos describe mejor la aplicación de cobre por medio de esta nueva propuesta de recubrimiento.

Ampliamente conocidas desde hace tiempo las tres primeras, vamos a detenernos en esta última CGSC, ya que ha

obtenido resultados permanentes, iguales a la duración de vida útil de los materiales sobre los que se aplica. Esta tecnología, se aplica hace tiempo en la deposición de unos metales, más resistentes a la fricción o corrosión, sobre otros para aumentar sus prestaciones; véase las proyecciones de plasma por medio de gases calientes, cromo, níquel, titanio etc., y su relativamente cercana evolución que permite realizar estas proyecciones en frío.

El metal proyectado a baja temperatura, en este caso el cobre, no es sólo adherido, simplemente es incorporado a la propia masa del receptor recubriéndolo, adquiriendo la superficie de éste de forma permanente las propiedades del material proyectado, en este caso las propias antimicrobianas del cobre.



Piezas de acero, antes y después de realizar la proyección con CGS.

El recubrimiento CSGC por proyección en frío a muy alta velocidad es un proceso relativamente nuevo que consiste en proyectar partículas de metal a velocidad supersónica sobre una superficie para crear un recubrimiento denso y uniforme. A diferencia de las técnicas tradicionales de recubrimiento por rociado térmico, el recubrimiento por rociado en frío no requiere que se aplique calor al sustrato, lo que lo hace ideal para usar con materiales sensibles a la temperatura.

El proceso de recubrimiento por proyección en frío implica el uso de un gas a alta presión, como nitrógeno o helio, para acelerar las partículas de metal utilizando para ello polvos sólidos (de 1 a 50 micrómetros de diámetro) que se aceleran en un chorro de gas a velocidades supersónicas de hasta 1.200 m/s. Durante el impacto con el sustrato, las partículas sufren una deformación plástica y se adhieren a la superficie para lograr un espesor uniforme. La boquilla eyectora escanea a lo largo del sustrato a cubrir. Los metales, polímeros, cerámicas, materiales compuestos y polvos nano-cristalinos se pue-

den depositar mediante proyección en frío. La energía cinética de las partículas, suministrada por la expansión del gas, se convierte en energía de deformación plástica durante la unión. A diferencia de las técnicas de rociado térmico, como son el rociado por plasma, por arco, rociado con llama o combustible de oxígeno de alta velocidad (HVOF) las partículas llegan a impactar prácticamente frías durante el proceso.

Una de las principales ventajas del recubrimiento por pulverización en frío es que se puede utilizar para reparar o restaurar piezas dañadas o desgastadas sin causar más daños, particularmente eficaz para reparar piezas que son difíciles de reemplazar. Esto se debe a que el proceso a baja temperatura significa que no hay tensión ni distorsión térmica, lo que suele ser un problema con las técnicas tradicionales de proyección térmica. Otra ventaja es que se puede utilizar para crear recubrimientos con propiedades únicas, como alta resistencia al desgaste, resistencia a la corrosión y resistencia térmica. Esto se debe a que el proceso permite la creación de revestimientos con una microestructura fina y un alto grado de porosidad, que se pueden adaptar para cumplir requisitos de rendimiento específicos.

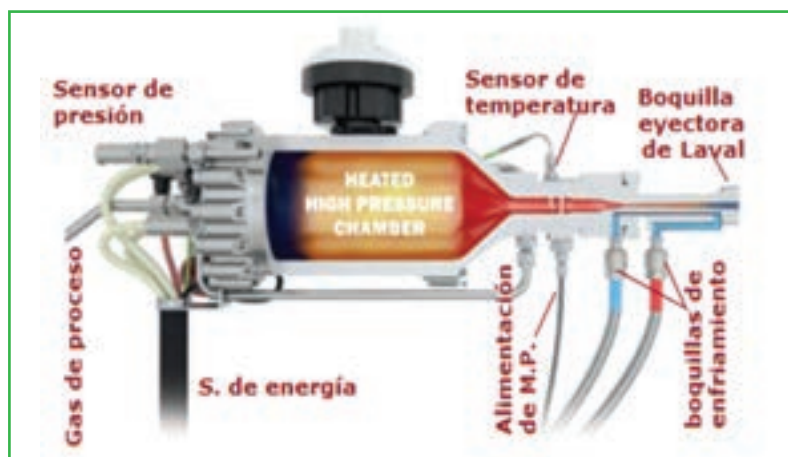
El GSCG también es un proceso respetuoso con el medio ambiente, ya que no genera residuos ni emisiones peligrosas. Esto lo convierte en una opción atractiva para las empresas o entidades que buscan reducir su impacto ambiental. Sus aplicaciones son diversas y están creciendo rápidamente. Se utiliza en la industria aeroespacial para reparar y

restaurar componentes de aeronaves, en la industria automotriz para crear piezas de motores de alto rendimiento y en la industria médica para crear recubrimientos biocompatibles para implantes y dispositivos médicos.

Ahora se presenta con la posibilidad de aplicarlo para reutilizar las piezas deterioradas o en buen uso del hospital adquiriendo éstas las propiedades antimicrobianas del cobre.

En conclusión, el recubrimiento CSGC por proyección en frío a muy alta velocidad es un proceso versátil e innovador que ofrece numerosos beneficios sobre las técnicas tradicionales de aspersión térmica. Su capacidad para reparar y restaurar piezas dañadas, crear recubrimientos con propiedades antimicrobianas óptimas y su respeto por el medio ambiente lo convierten en una herramienta valiosa como prevención de las temidas infecciones nosocomiales en los hospitales.

En cuanto a la forma de aplicación, el tratamiento CSGC antimicrobiano de las piezas es un proceso sencillo y rápido. Se realiza desmontando las piezas a tratar (barandas de cama, manillas, etc.) y llevándolas a las zonas de servicio del propio hospital, a cielo abierto, donde se ubica una unidad de tratamiento móvil consistente en un vehículo habilitado para este tipo de aplicaciones. Su preparación y reposición se produce en minutos. No se generan partes o insumos contaminantes, el propio vehículo retira los excedentes de metal o neutraliza los gases producidos.



Pistola eyectora con todos los elementos.

Miguel Sánchez Fernández (masanchez@alcora.es)

Director General

Alcora Salud Ambiental

Sifones autodesinfectables en los hospitales

El artículo presenta la eficacia probada de un sistema de desinfección para los desagües de lavabos y fregaderos en las áreas de riesgo de los hospitales, donde los nichos ecológicos formados en el agua de sellado, muestran, su relación directa con varios brotes nosocomiales. Se trata de una alternativa más ecológica que el uso de biocidas.

En 2019 Von Wolfgang Geissel llamaba la atención sobre los casos de infecciones localizadas en los hospitales alemanes con lo que titulaba: Aguas residuales clínicas: riesgo escasamente percibido y es que ya llovía sobre mojado en los hospitales alemanes, pero, que pasaba en el resto del mundo, la sensación de que algo se estaba dejando de lado en las medidas de prevención era una percepción generalizada, y ya se estaban aplicando medidas correctoras aplicando biocidas en los desagües de las unidades de críticos y quirófanos en lavabos y fregaderos. No en vano 2 meses antes Shannon Quinn del APIC (Association for professional in Infection Control and Epidemiology, USA) alertaba también sobre esta misma cuestión.

Desde los años 80 se vienen reportando en los hospitales diversos brotes infecciosos relacionando como fuente principal los desagües de lavabos y fregaderos, ubicados en las dependencias de mayor riesgo, tales como unidades de cuidados intensivos y quirófanos. Realmente los nichos ecológicos de bacterias se concentran en el agua de sellado de los sifones, lugar este donde las biopelículas están establecidas al poco tiempo de su instalación.

Está científicamente demostrada la alta concentración de microorganismos en estos reservorios y que, a pesar de continuos vertidos con biocidas, la biomasa formada y adherida a sus paredes persiste, recuperándose sus niveles contaminantes a las pocas horas de realizada la aplicación del desinfectante. De otro lado estos mi-

croorganismos no permanecen inertes en el sifón; cuando se abre la grifería, la descarga producida en el contraste de presión y temperatura, es capaz de expandirse en forma de aerosol, infectando todo lo que se halle en un área de 1,5 metros en y alrededor del lavabo, figura 1.

Realmente estas infecciones adquiridas en las dependencias de riesgo de los hospitales y su relación con los drenajes, no era algo nuevo, y en la mayoría de los hospitales se diseñan medidas preventivas, entre ellas la aplicación como hemos dicho de productos biocidas a través de los desagües de lavabos y fregaderos. Si realmente analizamos no sólo el costo econó-

mico, sino también el ecológico, las consecuencias son incongruentes en los tiempos actuales, donde se unen con esta práctica un gasto excesivo y una carga medioambiental de difícil justificación.

Consideramos también la investigación realizada en 2009 por Lisa Casanova, en la Universidad de Carolina del Norte en 2019, que añade un problema a esta cuestión cuando en su estudio muestra la capacidad de supervivencia de los coronavirus en el agua y tuberías durante semanas.

En estos casos, como en muchos otros, hay que dejar paso a la aplicación de nuevas tecnologías utilizando modelos físicos no contaminantes, que han tenido que pasar por diversas fases hasta alcanzar la idoneidad del método a aplicar. En los años 90 comienzan las investigaciones del Dr. Gerd Doring; este profesor de Higiene Experimental y Microbiología en la Universidad de Tübingen, relacionó de forma primigenia que los desagües en lavabos y duchas, entre otros, podían producir aerosoles que llevaban la bacteria a las vías respiratorias de los usuarios de estos elementos. El Dr. Doring se puso en contacto con el Dr. Alexander Schluttig, en lo que fue la iniciación y desarrollo de un sifón auto-desinfectable con el objetivo de prevenir la formación de biopelículas y bioaerosoles y con ello los brotes nosocomiales que se estaban produciendo derivados de esta contaminación. El resultado de esta investigación técnica fue un sistema de desinfección seguro y validado: el sifón de higiene médica Biorec. Este tipo

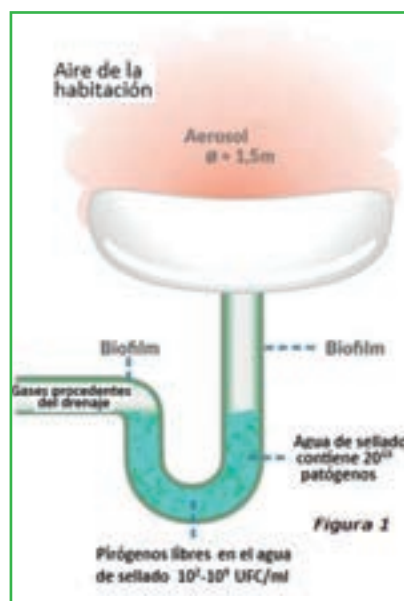


Figura 1. Infección por aerosoles.

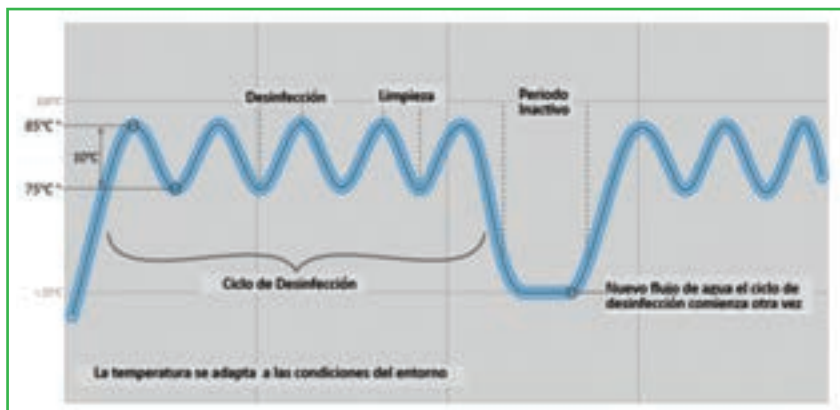


Figura 2. Proceso de Pasteurización.

de sifón basado en el choque térmico y la denominada *sonificación* a 50 Hz, ha obtenido su recomendación e instalación en más de 100 hospitales en todo el mundo.

En los últimos años a este proceso y fabricación inicial, la empresa actual explotadora de los derechos, MoveoMed GmbH, realizó un convenio de colaboración con el Fraunhofer Institute obteniendo una renovación tecnológica de relieve tanto en el control del proceso de calentamiento como en el de sonificación, denominándose el producto final Moveo Siphon ST 24. Este sifón, amable con el medio ambiente, sigue el proceso de pasteurización del agua de sellado según se describe en la figura 2.

En efecto, el Moveo Siphon ST 24 es capaz, en solo unos segundos, de hacer que el agua de sellado del sifón alcance la temperatura de desinfección de 85°C, produciéndose unos picos de cambio térmico en su efecto de pasteurización del agua.

Esta desinfección del agua de sellado del sifón, se realiza tras cada descarga de agua. El sistema electrónico que gobierna el proceso, en cuanto detecta que el agua no pasa, realiza una pasteurización, y a su término, una señal de 50 Hz provoca la vibración de las paredes del sifón, evitando de esta forma, el asentamiento en él de depósitos orgánicos o efectos de incrustación.

En la figura 3, se puede apreciar la ubicación de los elementos que componen este tipo de sifón, así como, la placa madre que permite la regulación electrónica del sistema.

En la figura 4 se muestra la fácil instalación bajo un lavabo; el espacio vertical

utilizado es el que ocupa normalmente un sifón tradicional, la alimentación eléctrica se basa en baja tensión y muy escaso consumo (24V/ 30 mA). Las condiciones de consumo eléctrico son mínimas, permitiendo la amortización de la inversión en menos de tres meses; el consumo durante el proceso de pasteurización es de tan solo 44 W y de 4 W durante el efecto de *sonificación*.

Verificación de la eficacia del Moveo Siphon ST24. Existen experiencias publicadas en revistas científicas relacionadas con la medicina e incluso un estudio realizado en nuestro país en el Hospital Virgen de la Macarena, en Sevilla, España.

En 2019, E. de Longe et al. publican su investigación realizada en el hospital dependiente

de la Universidad de Leiden (Países Bajos), tras un brote producido de *Pseudomonas aeruginosa* multirresistente a las medicinas (MDR-PA). En el apartado de conclusiones dictaminan sobre los sifones auto-desinfectables utilizados, para controlar el brote:

“La colonización con MDR-PA en los desagües de los lavamanos en una UCI se manejó de manera efectiva mediante la instalación de dispositivos de desinfección en los sifones de los lavamanos. La colonización de pacientes también se redujo significativamente, lo que sugiere que los desagües de lavabos pueden ser una fuente de brotes clínicos de P. aeruginosa y que estos dispositivos auto-desinfectables pueden ayudar a controlar”.



Figuras 3 y 4. Sifón auto-desinfectable.

	Sifón estándar	Moveo Siphon
Colonias de bacterias en los sifones	10 ¹¹ -10 ¹² UFC/ml bacterias de las que, 10 ¹ -10 ⁴ son gram negativas	0 – 500 (max. 10 ³) UFC/ml
Formación del biofilm	Después de unos pocos días	Es una prevención completa y duradera
Emisiones en el entorno seguido a las descargas	Más de 439 UFC/1.000 L de aire	No detectable
Ratios de colonización de pacientes	20-40 %	5 – 10 %

Tabla 1. Diferencias entre el sifón tradicional y el auto-desinfectable.

Laura-Andrea Gómez (lauraandrea.gomez@salud.madrid.org)

Vicepresidenta de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria del COIIM
Jefe de Servicio de Ingeniería y Mto. del Hospital Universitario de Móstoles

Juan José Pérez (juan_jose.perez_blanco@sandoz.com)

Presidente de la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria del COIIM
Regional Market Access Lead Sandoz

Nuevos avances en ingeniería clínica aplicada e impresión 3D

I edición de los premios CIMYS

La ingeniería clínica es aún bastante desconocida dentro del ámbito sanitario, sin embargo, es una gran aliada. Es el área encargada de aplicar la tecnología en el Hospital con la finalidad de brindar innovación y contribuir a cubrir las demandas de los servicios de salud.

Introducción

En los últimos años con el gran incremento de nuevas tecnologías en el sector Salud, se están llevando a cabo numerosos proyectos de ingeniería clínica en diversos hospitales de los que se conoce muy poco y que aun siendo escalables a otros hospitales todavía son muy poco reconocidos en el sector. En la actualidad, el papel del ingeniero hospitalario, especialidad clínica, se ha consolidado como una figura indispensable en la organización de cualquier centro sanitario.

Siendo por tanto un tema clave, la Comisión de Ingeniería Médica y Sanitaria (CIMYS) organizó el 30 de noviembre de 2022 una jornada enfocada en la ingeniería clínica y la primera entrega de premios CIMYS del Colegio Oficial y la Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid con el apoyo de la Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria y de la empresa de servicios Serveo.

I Edición de los premios CIMYS

Primera edición de los premios CIMYS en reconocimiento a proyectos innovadores de ingeniería clínica llevados a cabo en diversos hospitales. En esta edición se valoraron tres proyectos por cada hospital de cuatro grandes hospitales de la Comunidad de Madrid.

Los responsables de explicar los proyectos llevados a cabo en cada hospital fueron:

- Manuel Quintana. Adjunto del Servicio de Medicina Intensiva del Hospital Universitario La Paz, profesor asociado de la UAM y director de la Escuela de Simulación Clínica CEASEC-HULP.

- Rubén Pérez-Mañanes. Cirujano Ortopédico Oncológico de la Unidad de Referencia CSUR en Sarcomas. Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología del Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Profesor Asociado del Departamento de Cirugía en Universidad Complutense de Madrid. Coordinador de Unidad de Impresión 3D (UPAM3D) del Instituto de Investigación Sanitaria Gregorio Marañón.

- Adolfo Gomez Grande. Adjunto Medicina Nuclear del Hospital Universitario 12 de Octubre. Profesor Asociado de la Universidad Complutense de Madrid.

- Javier Blázquez Sánchez. Jefe del Servicio de Radiología del Hospital Universitario Ramón y Cajal.

Los asistentes a la Jornada votaron telemáticamente los que consideraron con más méritos para ser premiados entre todos los proyectos presentados.

El premio otorgado al Hospital La Paz fue para el proyecto de Adriana Rojas por su diseño de un simulador clínico para el entrenamiento de la técnica de ecografía torácica y tratamiento de neumotórax y derrame pleural en neonatos.



Entrega de Premios a las ingenieras ganadoras por parte de Serveo y la AEIH.



Implante a medida con impresión 3D del Hospital Gregorio Marañón.

A su vez el premio recibido por parte del equipo del Hospital Gregorio Marañón fue por su programa de integración del proceso 3D en la historia clínica electrónica del paciente en el Hospital Gregorio Marañón.

El Hospital 12 de Octubre fue galardonado por su proyecto sobre las nuevas metodologías basadas en imagen médica para la cuantificación de la afectación de la médula ósea. El premio fue recibido por Eva Milara y Patricia Sánchez.

Por su parte el Hospital Ramón y Cajal recibió el último premio por el desarrollo de una herramienta de mediación eficiente de citas con pacientes de la ONG Salud entre Culturas, en la Unidad de Medicina Tropical, realizado por Yamile Aylas.

Regulación normativa de la impresión 3D

La jornada continuó con una Mesa redonda enfocada en los retos de la ingeniería clínica en un mercado tecnológico que está sometido a diferentes regulaciones.

Entre los equipamientos técnicos que afectan especialmente a la ingeniería clínica, la Mesa trató ampliamente el de la impresión 3D, que ya es una realidad en varios hospitales españoles, donde destaca la Unidad de Impresión 3D (UPAM3D) del Instituto de Investigación Sanitaria Gregorio Marañón. Este hospital fue pionero en España en la certificación ISO 13485 para el diseño,

desarrollo y producción de producto sanitario.

La Mesa perseguía dar con la tecla para impulsar la ingeniería clínica en los centros sanitarios en un momento marcado por la alta demanda de ingenieros y la incorporación de nuevas técnicas de inteligencia artificial, realidad virtual o modelaje en tres dimensiones, que han dado un salto cualitativo en la asistencia sanitaria.

Para hacer frente a esta realidad es necesaria una "alianza" entre la industria, el sector privado y los hospitales para que además de que las nuevas tecnologías cuenten con la normativa comunitaria y nacional, también se adapten a los parámetros asistenciales.

En cuanto a regulación normativa, la Unión Europea ya ha preparado un reglamento unificado para un amplio abanico de productos sanitarios, pero su comercialización está condicionada por las aclaraciones de los países. *"Los distintos aspectos deben estar desarrollados por los estados miembros. España es uno de los que incorpora más particularidades. Uno de ellos es la licencia de fabricación"*, apuntó María Aláez, Directora Técnica de la Federación Española de Empresas de Tecnología Sanitaria.

El futuro de la Ingeniería Clínica

Los ingenieros de los hospitales necesitan una mejora en la estructura organizativa para mejorar la eficiencia de los hospitales, pues gestionan los recursos

técnicos materiales y humanos para contribuir a la excelencia sanitaria, no sólo en el sector del mantenimiento e infraestructuras sino en producir valor asistencial para mejorar los procesos clínicos y minimizar el problema de escasez de los profesionales sanitarios.

Actualmente no existe como tal una formación especializada de los ingenieros en los centros sanitarios, sólo prácticas curriculares con una duración máxima de tres meses. Este periodo es demasiado reducido y limitado como para poder formar ingenieros hospitalarios de especialidad clínica.

Una de las grandes reivindicaciones de la jornada fue la creación de la figura del "ingeniero residente" como un camino fundamental para poder asegurar su formación dentro del hospital.

La reforma formativa no fue la vía comentada para mejorar la capacidad del Sistema Nacional de Salud para explotar las nuevas tecnologías. Una de las claves en las que coincidieron todos los ponentes es en la urgencia de invertir más recursos para incrementar la contratación de ingenieros en la Sanidad, ya que ahora buena parte de las necesidades se solventan con proyectos universitarios o prácticas. *"Estamos en un momento que ya no es una expectativa, es un punto de no retorno, de inflexión. Los hospitales deben apostar sí o sí por incrementar las plantillas de ingenieros"*, indicó Andrés Gómez, Director General de Infraestructuras de la Comunidad de Madrid.

Pablo González de la Peña (pablogondlp@gmail.com)
Carmen Arjona Pérez (carmenarjonaperez8@gmail.com)

Hospital U. Virgen del Rocío – Ingenieros Biomédicos

José Domingo Sanmartín Sierra (josed.sanmartin.sspa@juntadeandalucia.es)

Hospital U. Virgen del Rocío – Jefe de servicio de Electromedicina

Secretario General Sociedad Española de Electromedicina e Ingeniería Clínica

Kaizen: Aplicación de la metodología *Lean* en un hospital de tercer nivel

Dentro del programa de transformación digital del Hospital Universitario Virgen del Rocío (HUVR) de Sevilla, el artículo explica el proyecto de aplicación de la metodología *Lean* en la gestión optimizada de los procesos de atención sanitaria al paciente de la Unidad de Cuidados Intensivos y Servicio de Oftalmología.

Introducción

La metodología *Lean* consiste básicamente en un análisis continuado (*kaizen*) para identificar elementos de un proceso que no añaden valor (*muda*) y pueden ser suprimidos o mejorados. El primer punto a desarrollar es el cambio radical del pensamiento convencional que es situar a la Organización en primer plano, mientras que al paciente se le sitúa detrás. El principal objetivo de este proyecto, es colocar al paciente en el centro de todas las acciones y decisiones. En la búsqueda constante de mejora de la eficiencia y la calidad asistencial la metodología *Lean* es una herramienta fundamental. Esta metodología, tiene como objetivo replantear el concepto de valor para el cliente (paciente) y eliminar despilfarros y costes innecesarios. Al aplicar los principios del *Lean*, se busca reducir el esfuerzo humano requerido en los procesos, simplificar y eliminar actividades que no agreguen valor; disminuir la necesidad de equipamiento optimizando su uso; acortar los tiempos de ejecución de los procesos con la eliminación de demoras y optimizar el uso del espacio. De esta manera, se logra una mayor eficacia en los procesos y se maximiza, también, el valor entregado al paciente.

Este proyecto, cuenta con la colaboración del Servicio de Oftalmología, Servicio de Cuidados Intensivos, Unidad de Calidad y Servicio del Electromedicina, del Hospital Universitario Virgen del Rocío de Sevilla. Los cimientos de este ambicioso proyecto,

se presentaron, en forma de comunicación, en el XIII Congreso Nacional de la Sociedad Española de Electromedicina e Ingenieros Clínicos (SEEIC), que tuvo lugar en Madrid 2022 y obtuvo el segundo premio a la mejor comunicación en el 39 Congreso Nacional de Ingeniería Hospitalaria, que tuvo lugar en Valencia 2022.

Objetivos

El objetivo principal de este trabajo es proporcionar al HUVR una mejora en el flujo de los pacientes en el Servicio de Cuidados Intensivos y en el Servicio de Oftalmología. Los objetivos específicos son:

1. Proporcionar al Hospital una rentabilidad económica a corto plazo, eliminando costes innecesarios.
2. Posicionar como principales beneficiados a los pacientes tal como especifica el pensamiento *Lean*, creando valor para el paciente, mejorando su estancia en el Hospital.
3. Ofrecer una mejora para los profesionales sanitarios, que actualmente se ven anclados a un sistema, con fallos que no pueden corregir. Por ejemplo, reducir las colas de espera y mejorar los métodos de administración, supondría un gran avance de calidad para los pacientes y para los profesionales sanitarios.

Metodología utilizada

Para conseguir estos objetivos, la me-

todología *Lean* define una serie de pasos a seguir:

Inicialmente, es indispensable realizar una definición del valor de forma precisa, y desde la perspectiva del cliente. Como segundo paso, la identificación de la totalidad del flujo de cada producto. Para ello, es necesario hacer un seguimiento del mismo, en el contexto en el que nos encontremos, por ejemplo, un paciente desde que ingresa en un hospital hasta que es dado de alta.

Cuando el flujo esté completamente definido, debemos detectar dónde existe *muda* (desperdicio) dentro de dicho flujo. Hay tres tipos de actividades:

- 1.) pasos cuya creación de valor es inequívoca;
- 2.) pasos que no crean valor, pero son inevitables con la tecnología actual (*muda tipo I*);
- 3.) pasos adicionales que se pueden evitar inmediatamente (*muda tipo II*).

Debemos comenzar eliminando las etapas de despilfarro evidente y continuar realizando propuestas con la intención de establecer un flujo más beneficioso, para el producto y para el consumidor. Una vez analizado el flujo, antes de realizar la propuesta, hay que definir una serie de objetivos o resultados que esperamos obtener. Se realiza debido a que es importante que los objetivos de la metodología *Lean* estén siempre presentes: que el principal benefi-

ciario del proyecto, siempre, debe ser el paciente, y que, además, sea rentable económicamente.

Posteriormente, valorar y analizar los puntos del flujo donde encontramos *muda*, para poder desarrollar propuestas que implementen nuevas tecnologías, o sistemas, cuya finalidad sea obtener una mejora de la calidad y eficiencia con la eliminación de *muda*.

Tras analizar el flujo y presentar una propuesta de mejora y optimización, debemos llevar a cabo un estudio de mercado, para establecer un análisis de costo de nuestra idea. Es muy importante que el coste no sobrepase el presupuesto. Y que sea aprobado por las partes interesadas, en nuestro caso, los Servicios de Electromedicina, UCI y Oftalmología del HUVR.

Para finalizar el proyecto es necesario realizar una simulación previa antes de implementarlo.

Resultados más importantes

A continuación se muestran los diagramas de flujo de ingreso y de alta que diseñamos para la UCI y el Servicio de Oftalmología:

Cuando un paciente ingresa en la UCI del Hospital de Muñoz Cariñano HUVR (HMC), los facultativos de dicha unidad reciben unas llamadas de otros facultativos, en las que acuerdan el traslado del paciente e intercambian la información necesaria para llevarla a cabo. En esta información se incluyen cuestiones como:

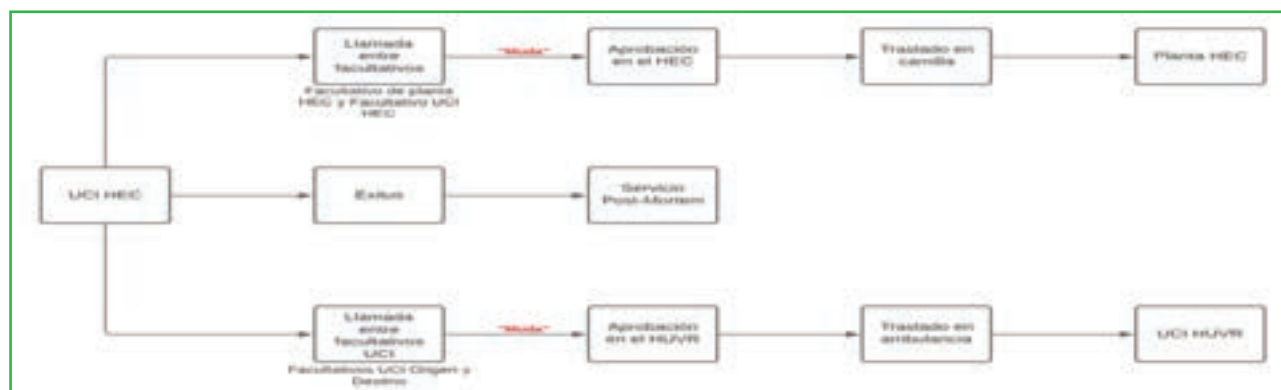
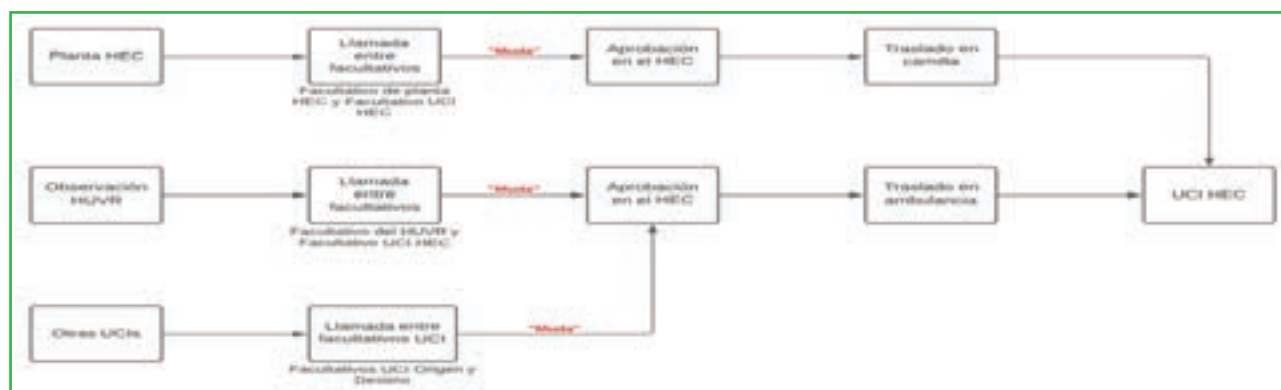
- I.) si el paciente ya ha firmado su consentimiento;
- II.) si existen boxes, disponibles en el momento, para que se realice el ingreso;
- III.) qué necesidades tiene el paciente y
- IV.) si el servicio de UCI puede cubrirlas de manera adecuada; además de acordar una hora estimada de ingreso y otros datos de interés.

En muchas ocasiones, estas llamadas suponen un retraso en el ingreso del paciente. En caso de que el paciente provenga de la planta del HMC, puede suceder que el paciente ingrese en la UCI, para someterse a unas pruebas complementarias, como una broncoscopia, o, porque su estado de salud empeore y necesite los servicios de los profesionales y del equipamiento de la UCI. Su traslado se produciría a través de camilla por el propio HMC.

En cambio, si el paciente va a ser trasladado desde otros hospitales, se requiere un servicio de ambulancia para su ingreso en la UCI del HMC, lo que supone un paso más.

De igual manera que para los ingresos, los pacientes pueden ser trasladados a la planta del propio HMC o a otros hospitales. Tal y como se ve reflejado en diagrama de flujo de salida de pacientes, cuando los pacientes salen del servicio de UCI del HMC a la planta de hospitalización, se producirían nuevamente una serie de llamadas, entre los facultativos del hospital, en la que acordarán la hora de salida y la disponibilidad de habitaciones compatibles, ya que, en muchas ocasiones, el paciente, debe pasar una cuarentena tras su alta. El género también cobra importancia, ya que, a la hora de ser trasladado, puede ser que tenga que compartir habitación con otro, siempre de su mismo género, y de las mismas características hospitalarias.

En caso de ser trasladados a otros hospitales se necesitaría de nuevo un servicio de ambulancia. Esto, como veremos, supone un considerable retraso en numerosas ocasiones. Por último, hay que destacar que el HMC no tiene mortuario propio, por lo que si un paciente UCI fallece, el encar-



HEC: Hospital de Emergencia Covid = HMC Hospital Muñoz Cariñano. UCI: Unidad de Cuidados Intensivos. HUVR: Hospital Universitario Virgen del Rocío.

gado de organizar su salida sería un Servicio post-mortem independiente al hospital.

Una vez tenemos definidos y descritos de manera exhaustiva los flujos de los pacientes dentro de la unidad, el siguiente paso sería analizar los “*mudas*” detectados. En este estudio nos centramos en una propuesta que optimice el sistema actual. En ella podemos incluir nuevas tecnologías, eliminar procesos, proponer cambios en la organización, etc., todo ello justificado y basado en el flujo descrito con anterioridad.

La propuesta se basa en implementar un sistema de trazabilidad de pacientes UCI, en el que se incluya el uso de la tecnología NFC (Near Field Communication). Una nueva alternativa para mejorar los diferentes servicios de los hospitales, como controles de acceso, identificación de neonatos, controles de inventario y controles de toma de medicamentos, entre otros.

Con el uso de tecnología NFC pretendemos conseguir los siguientes elementos, que formarían el sistema de trazabilidad:

1. Un mapeo de boxes y camas disponibles.
2. Una serie de avisos acerca de las llegadas y salidas de los pacientes de la UCI.
3. La implementación de un nuevo sistema para registrar ingresos, traslados y altas de manera mucho más rápida y eficiente.

Para poder establecer el sistema, son necesarios los siguientes elementos:

- Los ordenadores que disponen los facultativos.
- Un software que incluya una aplicación web y otra para móviles en las que aparezcan todos los requisitos y conecte todos estos dispositivos.
 - Lectores NFC.
 - Etiquetas NFC.
 - Una pantalla para colocar en la UCI.

Los lectores y etiquetas NFC se utilizarán para crear un mapeo de los boxes de la UCI, en el que los diferentes puestos se podrán encontrar en tres estados: libre, reservado y ocupado. Para conseguirlo, se colocarán unas etiquetas en cada box, que quedan registradas en un sistema, como un puesto. Para actualizar el estado de esta cama, se hará uso de los lectores NFC, que serán cualquier dispositivo móvil que incluya esta tecnología. En el mismo se instalará una aplicación que permita mandar una señal al sistema y cambiar el estado de cada box, al pasar el móvil por la etiqueta.

Esta aplicación se descargará en los móviles de los facultativos y de los trabajadores del servicio de limpieza. A todos ellos se les proporcionará una pulsera o llavero NFC. El cual, al pasarlo por el móvil, permitirá que puedan cambiar el estado de los boxes, sin tener que ingresar sus credenciales en la aplicación.

Para que todo esto tenga un sentido lógico, debemos diseñar una aplicación web para poder aprobar los ingresos y traslados hacia el HMC. Sólo los facultativos del servicio de UCI tendrán acceso a esta aplicación, mediante un usuario y contraseña personal.

Para crear el mapeo de los boxes, en el momento, se colocará una etiqueta NFC en cada box y en cada cama del hospital, como hemos comentado previamente. Para cambiar el estado de las camas, se hará uso de una aplicación, que se encontrará en el móvil de los facultativos y del personal del servicio de limpieza encargado de la UCI.

Por último, la pantalla se colocará en la UCI, de modo que sirva de aviso acerca de los ingresos, de los pacientes, de otras UCI o desde la planta del mismo hospital. En ella, aparecerá su matrícula, el hospital de origen, la hora de ingreso estimada y el box en el que se le ubicará. De esta manera, los facultativos tendrán bien organizado el ingreso, pudiendo ofrecer el mejor servicio posible al paciente.

Describiendo el proceso de mejora en particular del Servicio de Oftalmología, se realizó previamente un estudio del flujo del paciente en el centro de consultas externas.

Los símbolos de exclamación, llaves y bucles simbolizan puntos donde encontramos diferentes *mudas*. Observando los diferentes puntos de mejoras, nos centramos en el proceso de firma de documentos requeridos previos a la intervención quirúrgica. Este proceso actualmente se describe por cinco pasos:

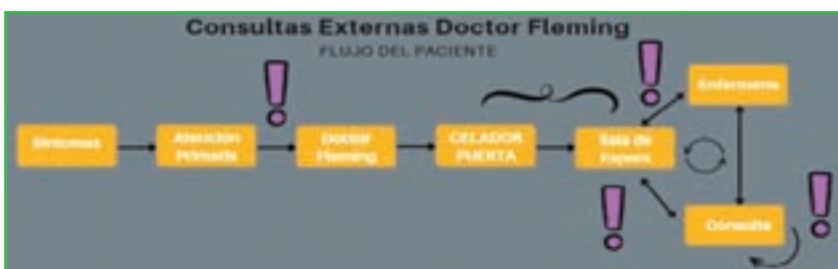
1. El médico imprime los documentos requeridos.
2. El paciente realiza la firma de estos documentos.
3. Una vez firmados los documentos, el celador es el encargado de almacenarlos.
4. Una vez almacenados, periódicamente una empresa de transporte los lleva hasta el centro destino donde se realiza la intervención quirúrgica.
5. En el centro de intervención quirúrgica se realiza la administración de cita del paciente.

Conclusiones

Como podemos observar, ambos procesos se subdividen en numerosos pasos, lo que surge el planteamiento de mejora: la firma digital de los documentos proporciona numerosos beneficios y sobre todo elimina todas las *mudas* de transporte y tiempo de espera.

El tiempo de espera disminuye en un 46,3% que supone una mejora del 27% en la eficacia y 27% de satisfacción del paciente. Así mismo, el número de personal y el material también disminuye, a pesar de tener que hacer una inversión en la incorporación de tabletas digitales en cada consulta. Cabe destacar que un proceso que provoca dos semanas de lista de espera se convierte en un proceso automatizado, ágil y digital, que además infiere un ahorro a nivel económico. Y, sobre todo, una mejora en la asistencia y satisfacción del paciente.

En un sistema en el que la tendencia natural es el aumento de la presión asistencial, emprender proyectos, cuyo objetivo sea optimizar los recursos disponibles, se convierte, por parte de los gestores, en una responsabilidad imprescindible.



El conocimiento debe mejorar y crecer continuamente o se desvanece (Peter Drucker)

www.aeih.org

Enlaces y archivos de interés

En esta sección de la página web de la AEIH podemos consultar los siguiente archivos:

BIBLIOTECA VIRTUAL. Contiene los artículos técnicos tal como fueron publicados en los Anuarios, clasificados por temas, listados en orden cronológico decreciente. Podemos “filtrar búsqueda” y seleccionando un “tema” se muestran solamente los artículos relacionados con él. Haciendo click sobre el artículo interesado se accede a un corto resumen de su contenido, con información sobre autor/es y fuente. Clickando en “descargar” aparecerá el artículo completo en pdf.

ANUARIOS. En este enlace podemos consultar todo el contenido de los Anuarios publicados desde 2013 en formato pdf.



PUBLICACIONES. Publicación de Ingeniería Sanitaria se ha concebido como un periódico on line. Se edita mensualmente por Redacción Médica con la colaboración de la AEIH, que por medio de su Junta Directiva orienta las informaciones que atañen a su ámbito institucional. La Publicación aborda noticias relacionadas con la actividad de la Ingeniería y la Arquitectura en el sector sanitario a nivel nacional.



ENCUENTROS. En este enlace se puede acceder a los contenidos de las mesas de debate que se organizan anualmente con el nombre de Encuentro Global de Ingeniería Hospitalaria organizadas por Redacción Médica con el auspicio de la AEIH y patrocinio de Carburos Médica. Un espacio de debate e intercambio de ideas, reflexiones y propuestas en el ámbito de la Ingeniería Hospitalaria.

Cursos de formación on line sobre ingeniería y arquitectura hospitalaria

Organizados por Hospitecnia, están confeccionados por ingenieros y arquitectos independientes y la mayoría están certificados por el Instituto de Formación Continua de la Universidad de Barcelona (IL3-UB). Son cursos de capacitación especializada dirigidos a técnicos de consultorías, empresas instaladoras, y a personal de infraestructuras, servicios generales y mantenimiento de hospitales.



Ofrece un descuento del 20% a los miembros de la AEIH.

Encontrará toda la información en <https://hospitecnia.com/hospitecnia/formacion/>

La apertura de períodos de matriculación será comunicada oportunamente por e-mail a los miembros de la AEIH.

Nuevos cursos

- Smart hospitals: conceptos, experiencias y estrategias (25 horas).
- Online-Experiencia del paciente: conceptos y metodologías para su implementación (15 horas).
- Online-Diseño arquitectónico de urgencias y radiografía convencional (50 horas).
- Gases de uso medicinal en el ámbito sanitario. Una visión global (25 horas).
- Protección contra incendios en hospitales y centros sanitarios (50 horas).
- Licitador y licitante. Aspectos prácticos de la contratación en hospitales públicos y privados (12 horas).
- Gemelo digital en control del proceso de diseño y gestión de infraestructuras de salud (25 horas).
- Gestión energética y proyectos sostenibles de infraestructuras de salud (50 horas).
- Maternidades para el siglo XXI: entornos arquitectónicos innovadores y humanizados (50 horas).
- Diseño arquitectónico de Unidades de Hospitalización (50 horas – 2 ECTS).
- Instalaciones eléctricas para edificios sanitarios (25 horas).

Cursos de largo recorrido

- Instalaciones en centros sanitarios (50 horas – 2 créditos ECTS).
- Quirófanos y otras salas blancas hospitalarias (75 horas – 3 ECTS).
- Prevención de la Legionella y control de la calidad del agua (40 horas).
- Cámaras Hiperbáricas para uso sanitario (25 horas).
- Introducción a la gestión de equipamiento médico (75 horas – 3 ECTS).
- Diseño arquitectónico del Bloque Quirúrgico y la UCI (50 horas – 2 ECTS).
- Curso Tratamiento de agua en hospitales y centros sanitarios (12 horas).

XI Encuentro Global de Ingeniería Hospitalaria



El XI Encuentro Global de Ingeniería Hospitalaria, organizado por Redacción Médica con el auspicio de la Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria y patrocinio de Carbuos Médica, se celebró los días 23 y 24 de junio de 2023 en Córdoba. El objetivo de este encuentro como el de los anteriores es habilitar un espacio de debate e intercambio de ideas, reflexiones y propuestas en el ámbito de la Ingeniería Hospitalaria.

ACTO INAUGURAL

José Antonio Miranda Aranda

Director General de Gestión Económica y Servicios del Servicio Andaluz de Salud.

Pedro Manuel López Redondo

Presidente de la Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria.

Luis Mosquera Madera

Director General de la División Carbuos Médica para Sur de Europa y Magreb.

José María Pino García

Presidente-Editor de Redacción Médica.



Más protagonismo del ingeniero en la asistencia sanitaria

José María Pino, presidente-editor de Redacción Médica, ha recordado que hace diez años que se puso en marcha esta cita anual para poner en valor la gran labor de los ingenieros en los hospitales.

En muchas ocasiones, el trabajo de los ingenieros hospitalarios no es visible para pacientes y profesionales sanitarios, pero sí que revierte en que el sistema siga teniendo unas adecuadas normas de funcionamiento y preste la mayor calidad asistencial. Todo el sistema sanitario debe reconocer la labor del Ingeniero como se merece.

Luis Mosquera en su intervención, ha señalado que la profesión del ingeniero es ávida en conocimiento, en innovación y desarrollo y su papel será fundamental en el camino hacia la sostenibilidad. Estamos viviendo ahora una de las crisis energéticas y medioambientales más importantes de los últimos tiempos. Esta situación nos lleva a un cambio paradigmático y a una apuesta decidida por las energías renovables con una clara vocación de sostenibilidad.

Pedro Manuel López, ha destacado que la ingeniería hospitalaria cada vez tiene más protagonismo en la asistencia sanitaria. En esta línea explica que acaba de dejar la Presidencia de la Federación Europea de Ingeniería Hospitalaria (IFHE-Europe) y que durante su mandato de dos años, como Presidente en nombre de España y de la AEIH, han aprobado un Plan Estratégico de la profesión a nivel europeo. Es un hito importante para la Federación y cuenta con el sello español.

José Antonio Miranda, expone que la ingeniería hospitalaria ocupa un espacio reconocible en los centros sanitarios y afronta multitud de retos, ya sean desde el mantenimiento de los equipos hasta la aplicación de las últimas tecnologías sanitarias emergentes. El ingeniero cada vez está más presente en las organizaciones sanitarias y reclama su papel esencial en la prestación de asistencia médica.

La ingeniería hospitalaria participa en tres áreas relevantes: en tecnologías de la información, en ingeniería clínica y en procesos industriales.

En el ámbito de tecnologías de la información, en el SAS se han hecho notables aportaciones para desarrollar la inteligencia artificial aplicada a la Sanidad, digitalizar procesos asistenciales, avanzar en telemedicina, crear aplicaciones móviles de apoyo a la ciudadanía y mejorar la ciberseguridad.

En esta misma línea, ha subrayado que en ingeniería clínica hay que prestar especial atención al equipamiento sanitario porque es el verdadero motor de cambio de las instituciones. Hay que garantizar una renovación de los equipos que reduzca los niveles de obsolescencia, así como mejorar la seguridad de los profesionales y los pacientes.

CONFERENCIA

Hidrógeno: cambio de modelo energético para una economía descarbonizada

Presentación:

Luis Mosquera Madera

Director General de la División Carburros Médica para Sur de Europa y Magreb.

Conferenciante:

Esperanza Montero Díaz

Manager of Government Relations for Southern Europe – Air Products.



Impulsar el hidrógeno como modelo energético en hospitales

Esperanza Montero ha señalado los ambiciosos objetivos de descarbonización marcados desde la Unión Europea para 2023, que apuntan hacia el hidrógeno como una de las soluciones clave para combatir el cambio climático. En este sentido, España ha adoptado una postura firme y está dispuesta a liderar la transición hacia esta fuente de energía limpia y ha destinado subvenciones millonarias para hacer atractiva esta alternativa.

El impulso gubernamental a esta tecnología que se materializa en más de 3.000 millones de euros, podría atraer a numerosas empresas, algunas sin contar con los conocimientos necesarios, experiencia ni formación previa en el manejo de este combustible. Por lo que la ponente recomendaba seleccionar muy bien los proveedores con quién desarrollar este tipo de proyectos.

En cuanto a la aplicación del hidrógeno en las instalaciones hospitalarias, la ponente ha señalado que uno de los primeros nichos que identifica son los sistemas de alimentación ininterrum-

pida que a día de hoy funcionan mediante combustible diésel o gasolina.

Por su parte, aconseja comenzar “a nivel micro” realizando pruebas y evaluaciones para posteriormente “escalar” en la utilización del hidrógeno.

El impulso hacia la descarbonización mediante el uso del hidrógeno representa una oportunidad única para España, sus empresas y sus hospitales, pero también conlleva la responsabilidad de garantizar una transición segura y eficiente. Por ello la formación especializada y la selección adecuada de colaboradores son aspectos clave en este camino hacia un futuro energético sostenible respetuoso con el medio ambiente.

MESA DE DIÁLOGO

El ingeniero hospitalario: presente y futuro

Moderador:

Antonio Fernández Abasolo

Miembro de Asociación Técnica de Ingenieros del Servicio Andaluz de Salud y vocal de la Asociación Española Ingeniería Hospitalaria (AEIH).

Ponentes:

Antonio Jiménez Serrano

Ingeniero Técnico Industrial del Hospital de Jerez (Cádiz).

Francisco Jesús Reguera Gil

Ingeniero Técnico Industrial del Hospital de Jerez (Cádiz).

José Antonio Galdón Ruiz

Presidente del Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial en España y Catedrático Honorario y Director de la Cátedra Internacional de Política Industrial y Energética de la UCAM.



Los ingenieros técnicos industriales piden que la Administración se adapte al Plan Bolonia

La principal conclusión a que se ha llegado en esta Mesa es que la profesión de ingeniero sanitario necesita de una regulación actualizada para trabajar en centros hospitalarios e ir hacia la homogeneización de categorías.

Antonio Jiménez ha indicado que el futuro debe ir hacia una convergencia de una única ingeniería sanitaria que nos integre en Europa; que abarque el proceso de mantenimiento de equipos, instalaciones e infraestructuras y que una las profesiones de ingenieros técnicos industriales e ingenieros industriales con atribuciones casi idénticas dentro del marco competencial y funcional en el ámbito sanitario.

A través de un regulación actualizada de los servicios técnicos se deberán marcar las pautas de desarrollo futuro de categorías profesionales técnicas y sus respectivas competencias. También habría que revisar el acceso a los puestos de responsabilidad técnica, ya que ha de ser cubierto por personal técnico y no por otras categorías ambiguas que no tienen competencias técnicas.

Ha resaltado que se requiere la creación de itinerarios adecuados para que los actuales ingenieros técnicos industriales, evolucionen al nivel A1 Hay que tener en cuenta que el Plan Bolonia hizo que la profesión de ingeniero técnico industrial desapareciera, pero esta profesión sigue presente en los hospitales.

José Antonio Galdón, en esta misma línea, ha resaltado que el ingeniero técnico industrial ha tenido que luchar mucho para llegar a donde está y que nadie le ha regalado nada. La Administración y las Universidades, no han sido capaces de implementar lo que significa el Plan Bolonia y la libre circulación de profesionales. Se trataba de homologar a los diferentes titula-

dos, pero en España teníamos una situación inédita porque en el resto de países no existen ingenieros industriales ni técnicos industriales. En definitiva, ha considerado que habría que terminar con las distinciones, ya que todos son titulados superiores. La función del ingeniero técnico no está limitada por un determinado título académico. Es necesaria una unificación que debe partir de la Función Pública.

Francisco Jesús Reguera, por su parte, ha presentado una encuesta realizada por la Asociación Técnica de Ingenieros del Servicio Andaluz de Salud (SAS) en la que han conseguido una "foto fija" de la situación de la ingeniería hospitalaria y del ingeniero técnico industrial en concreto. Entre los principales aspectos que destacó está que el ámbito industrial es el que más predomina en ingeniería hospitalaria y que debido a todas las tareas diferentes que le competen, se caracteriza por su versatilidad.

Además, el nivel formativo de los profesionales es muy alto: sin embargo los ingenieros técnicos industriales se encuentran con un techo de cristal importante porque el 77 por ciento ha llegado a un cargo intermedio y solo el 23 por ciento a directivo. Se indagó sobre la posibilidad de su promoción a nivel A1 pero en más de un 80 por ciento no era posible a día de hoy. Por lo tanto, existe una necesidad evidente de cambio.

MESA DE DIÁLOGO

El papel de la tecnología en la optimización de la gestión hospitalaria: retos y oportunidades

Moderadora:

María del Carmen Rodríguez Pajares

Directora Gerente del Área Sanitaria Campo de Gibraltar Este.

Ponentes:

Eduardo Asiain Rolan

Director de Operaciones del Grupo Empresarial Electromédico (GEE).

Beatriz Blanco Burguillo

Jefa del Servicio de Ingeniería, Tecnología y Obras en Hospital Ramón y Cajal (Madrid).

Joaquín Gavilán Guirao

Subdirector de Servicios Generales del Hospital Reina Sofía (Córdoba).

Miguel Ángel Ortiz de Valdivielso

Director Gerente del Área de Gestión Sanitaria de Jerez, Costa Noroeste y Sierra de Cádiz.



Los avances tecnológicos se van integrando en los grandes centros a todos los niveles

La digitalización y los avances tecnológicos han irrumpido en el ámbito de la salud y han llegado acompañados de una serie de desafíos y oportunidades sin precedentes. La integración de tecnologías innovadoras en los hospitales ha transformado radicalmente la gestión de datos, la atención médica y los entornos sanitarios.

Miguel Ángel Ortiz, ha presentado el caso de la telemedicina, que al permitir consultas y diagnósticos a distancia, reduce la necesidad de desplazamientos y optimiza los recursos sanitarios. Expone que la tecnología avanzada junto a los modelos multidisciplinares de participación activa han generado una amplia gama de soluciones no solo en la telemedicina. Nos enfrentamos a los retos para avanzar hacia un *smart hospital*.

Beatriz Blanc apunta que sin embargo, no es fácil la implantación de estos avances tecnológicos, ya que la gestión en Sanidad está mucho menos desarrollada que en otros sectores como el caso de la industria. Para ella,

habría que implementar gradualmente las tecnologías para lograr una Sanidad más digitalizada en todo lo que define un hospital inteligente.

Por otra parte la adopción de nuevas tecnologías, especialmente la inteligencia artificial (IA), a menudo genera preocupación. Se trata de que las nuevas tecnologías puedan llegar a ser un complemento útil que de soporte a la toma de decisiones.

Los pacientes y los profesionales juegan un papel clave en este avance. Los primeros cada vez exigen una Sanidad con mucha más calidad, y los profesionales ya no van a querer ir a cualquier hospital; antes elegían el que tenía más renombre, pero ahora van a elegir el que ofrece más tecnología.

Joaquín Gavilán por su parte, ha destacado los enormes conjuntos de datos almacenados en los hospitales gracias a la aparición de Big Data, Internet of things, y la Inteligencia Artificial. Los datos que se procesan mediante algoritmos de IA se utilizan en estos centros para identificar patrones, tendencias y correlaciones que pueden ser utilizados para mejorar la toma de decisiones médicas, el desarrollo de tratamientos personalizados y la predicción de enfermedades. Pero estos avances no sirven de nada si los profesionales no cuentan con la formación necesaria para implementarlos. Los hospitales reciben en algunos casos alta tecnología a la que no saben sacar provecho porque los profesionales no disponen de capacidad suficiente para ello. Por esto, la formación continua en esta materia es un aspecto indispensable.

Eduardo Asiain, ha resaltado en esta línea, la importancia de trabajar de manera efectiva con la IA para lograr aprovechar su potencial al máximo y que se convierta en una herramienta útil de trabajo para los facultativos. Para él, es esencial "alimentar y entrenar" adecuadamente a estos algoritmos para poder llegar a obtener resultados valiosos, y esto requiere formación. Es fundamental saber cómo

solicitar la información adecuada, A partir de ahí, la IA puede ofrecer sugerencias muy interesantes a una velocidad que antes era impensable.

MESA DE DIÁLOGO

Tres grandes reformas para tres grandes hospitales: La Paz, Costa del Sol y 12 de Octubre

Moderador:

Martín Herrero Fernández

Vocal de la Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria (AEIH).

Ponentes:

Ana Gómez Galindo

Subdirectora de Gestión y Servicios Generales del Hospital La Paz (Madrid).

Francisco Buzo Sánchez

Director Económico-Administrativo y de Servicios Generales del Hospital Costa del Sol de Marbella (Málaga).

Pablo Gil Rodríguez

Jefe del Servicio de Obras del Hospital 12 de Octubre (Madrid).



Actualizaciones “emblemáticas” de las infraestructuras de tres hospitales públicos

La mesa ha tratado la importancia de abordar las obsolescencias y adaptarse a los cambios tecnológicos, que han llevado a tres hospitales, dos de Madrid y el tercero en Marbella, a embarcarse en una reforma profunda.

Ana Gómez, ha presentado la reforma integral de la Paz. Desde 1964, el Hospital Universitario de la Paz ha prestado servicio a millones de ciudadanos de la Comunidad de Madrid en un entorno que al cabo de los años manifestaba ineficiencias y obsolescencias

en muchas de sus instalaciones. La falta de una visión global del complejo también ha presentado dificultades de movilidad tanto para los trabajadores como para los pacientes, ya que sus núcleos de comunicación son escasos y esto hace que no sea fácil desplazarse por el Centro. Una reforma integral era necesaria y urgente.

El enfoque para abordar esta reforma planteó diversas cuestiones y dudas. Finalmente, la Comunidad de Madrid optó por una reforma integral y se elaboró un plan funcional en el que participaron más de 700 profesionales.

Aunque la emblemática Torre de Maternidad se mantendrá como símbolo (allí han nacido más de 750.000 madrileños), el resto del hospital experimentará una transformación significativa y se enfrentará a demoliciones. Si bien el proyecto no implica un gran aumento en el espacio físico, incluirá todas las zonas necesarias para brindar una atención sanitaria de calidad. El mismo número de camas aprox. pero ahora en habitación individual.

Tanto los trabajadores del hospital, como las asociaciones de pacientes han tenido la oportunidad de participar en este proyecto, que dará como resultado un hospital fácil y sin grandes recorridos, accesible para todos y a la vanguardia en nuevas tecnologías.

Francisco Buzo presenta el caso del Hospital Costa del Sol, en Marbella, que ha sido objeto de obras de mejora en sus instalaciones. En su intervención ha descrito la ampliación de este centro como una obra muy esperada y necesaria en la Costa del Sol, obra que se encuentra en un estado avanzado del 70 por ciento.

El hospital enfrenta una situación compleja en términos de accesibilidad, ya que su acceso depende de una carretera única que conecta Málaga con Marbella. No hay alternativas de transporte y eso condiciona mucho el acceso al Centro para los usuarios, sobre todo en casos de emergencia.

Además, el aumento de la población y la insuficiencia de las consultas externas dificultaban cada vez más el trabajo de los profesionales y la capacidad para brindar una atención sanitaria de calidad.

La creación de un nuevo edificio ha permitido al recinto hospitalario sumar 38.000 m², que permitirán atender tanto a la población local como al aumento de pacientes que experimenta el Centro durante la temporada alta.

Además, se ha llevado a cabo una redistribución de los espacios en el edificio antiguo y se han realizado reformas en tres edificios adicionales. Se trata de un proyecto estratégico que surge de una necesidad y que ha sido consensuado con los profesionales.

Pablo Gil, expone cómo la necesidad de reformas ha estado presente también en el Hospital Universitario 12 de Octubre, que ha estado 50 años en continua transformación, ya que desde 1973 hasta la actualidad, ha sido sometido a múltiples procesos de reforma.

Casi dos años han transcurrido desde el inicio de la construcción del nuevo edificio para este hospital. Pero el camino no ha sido fácil, puesto que este proyecto de remodelación se ha enfrentado a varios intentos.

El primero, entre 1997 y 2000, contemplaba la construcción de un edificio con funciones de nexo, un policlínico, una reordenación urbanística y la remodelación de los edificios existentes. Posteriormente, entre 2000 y 2011, tuvo lugar un segundo, que consistió en la construcción de un Centro de Actividades Ambulatorias y Laboratorios, seguido de la construcción del Hospital General y la demolición de más de 70 mil metros cuadrados. El tercer intento se ha centrado en revisar las fases dos y tres del plan anterior, así como en la reforma de las urgencias generales. El nuevo bloque técnico, que se ha llevado a cabo mediante concurso público, conecta el Centro de Actividades Ambulatorias con el nuevo hospital.

Se trata de un proyecto de remodelación integral por sustitución que completa, amplía y moderniza el 12 de octubre, y que cuenta con una instalación de alta tecnología y un equipamiento de vanguardia de última generación.

MESA DE DIÁLOGO

Implantación de un servicio clínico 3D en un hospital

Presentación:

Rubén Pérez-Mañanes

Cirujano ortopédico oncológico . Coordinador de la UPAM3D del Hospital General Gregorio Marañón

Moderador:

Alfonso Quiroga Ramos

Gerente de Salud de Serveo.

Ponentes:

Diego Trapero

Responsable de Calidad de la UPAM3D del Hospital General Gregorio Marañón.

Estela Gómez Larrén

Ingeniera de la UPAM3D del Hospital General Gregorio Marañón.

Francisco José Uclés Ríos

Responsable del Centro Tecnológico de Impresión Aditiva XPER3D de Serveo.



La Unidad 3D del Gregorio Marañón analiza la creación de productos sanitarios con garantías

Las tecnologías de imagen y la impresión 3D están ganando cada vez más espacio en los hospitales. Elaborar réplicas de huesos, órganos y tumores en una impresora de este tipo ya se

puede hacer en varios centros de nuestro país y son un gran avance hacia la medicina personalizada, en un equipamiento fruto de la cooperación de ingenieros y clínicos. En esta Mesa se ha presentado el trabajo de la Unidad de Planificación Avanzada y Manufactura 3D (UPAM3D) del Hospital General Universitario Gregorio Marañón.

Rubén Pérez-Mañanes, en su presentación ha subrayado la puerta a la personalización que abre el Sistema 3D. adaptando los productos sanitarios a las necesidades de cada paciente. El diseño y la fabricación 3D se han convertido en una parte más del proceso asistencial, En un principio, esta iniciativa nació como un proyecto de innovación asistencial incremental y ha acabado convirtiendo al Hospital Gregorio Marañón en fabricante.

Se puso el foco en que había que crear un buen sistema de control de calidad y certificarlo definiendo las diferentes etapas, desde el principio de la creación de un producto hasta el final, cuando llega al paciente. En eso consiste la fabricación "point of care".

Diego Trapero ha destacado en esta línea que todos los productos, ya sean físicos o tangibles, son considerados sanitarios. Cuando haces un biomodelo que va a participar en el diagnóstico o tratamiento de un paciente, ya tiene la categoría de producto sanitario.

Dada esta situación, la UPAM3D ha tenido que adaptarse y lograr una licencia de fabricante y un sistema de control de calidad. Es el sistema por el que se regulan los fabricantes de productos sanitarios y nos permite tener la trazabilidad que nos caracteriza para asegurar que lo que hacemos es un producto que cumple con los estándares mínimos.

Estela Gómez, por su parte, ha destacado que sería imposible realizar esta labor sin las empresas colabora-

doras del hospital, puesto que es difícil para un centro sanitario contar con todas las tecnologías. Es importante esta relación, porque en el hospital los ingenieros y los médicos diseñamos los implantes, pero después son las empresas, como en este caso Serveo, las que los fabrican porque cuentan con experiencia y recursos en materiales concretos, como el titanio, y también una logística mayor.

Francisco José Uclés ha hablado también sobre este mismo proceso interactivo hospital-empresa. Ha expuesto que debido a la gran relación que tenían con la infraestructura sanitaria se dieron cuenta de que tenían que saltar a la parte clínica. Teníamos el laboratorio propio con más de 30 máquinas e ingenieros especializados y decidimos juntarnos con los hospitales. Ahora contamos con licencia de fabricación para productos sanitarios a medida: biomodelos y guías quirúrgicas.

En definitiva, se trata de un trabajo "simbiótico", como ha definido **Alfonso Quiroga**, moderador de la Mesa y es una muestra de que los ingenieros hospitalarios podemos aportar valor a la atención sanitaria, no solo a las infraestructuras.

MESA DE DIÁLOGO

Las brechas de ciberseguridad en los centros sanitarios

Moderador:

Juan Manuel Fernández Gracia

Jefe de la Sección de Nacional de Redacción Médica.

Ponentes:

José Arjona Sánchez

Subdirector de Ingeniería, Inversiones y Mantenimiento del Hospital Virgen del Rocío(Sevilla).

Óscar Díaz López

Jefe de la Unidad de Desarrollo de Negocio de la Agencia de Ciberseguridad de Cataluña.

Inés de Lózar Escudero

Responsable del Centro de Operaciones de Ciberseguridad de la Gerencia Regional de Salud de Castilla y León.

Isabel Sastre Ibarreche

Subdirectora de Sistemas y Tecnologías de la Información del Hospital Fundación Alcorcón (Madrid).

Luis Santiago Sánchez Fernández

Subdirector del equipo provincial TIC de Sevilla.



La Seguridad y la Ciberseguridad requieren la implicación de todos

Las amenazas digitales y la mayor presencia de la tecnología en el día a día han hecho necesario un replanteamiento de las medidas de ciberseguridad. De hecho, proteger los datos cobra todavía más importancia en los ámbitos sanitarios, donde su valor es alto. Se han debatido en esta Mesa las principales soluciones para frenar estos ataques. Una de ellas está muy clara: la formación en ciberseguridad.

Inés de Lózar, expone que tenemos que estar concienciados y saber que las personas somos la principal puerta de entrada de estos ataques. Existe una ciberdelincuencia especializada en Sanidad ya que los datos sanitarios se venden muy caros en el mercado negro.

Los hospitales son lugares críticos debido al volumen de información que manejan. Los ataques más comunes que reciben son el phishing (sustitución de identidad), la fuga de información y el ciberataque ransomware (secuestro de datos). Señala factores de riesgo como el personal

rotatorio sin conocimientos sobre ciberseguridad, y la presencia de tecnologías muy heterogéneas no actualizadas.

Ha mencionado varios proyectos en los que trabajan en Castilla y León y uno de ellos se centra en la tecnología de control de acceso a red: con él podemos controlar qué equipo se conecta porque se basa en un sistema de reconocimiento de dispositivos y perfilado de los mismos, de forma que permita unas políticas de seguridad.

Óscar Díaz apunta que la formación en ciberseguridad es fundamental y no tiene que hacerse solo desde hospitales o centros de salud, sino que debe ser una educación que parta ya desde las Universidades. Concretamente, el 75 por ciento de las entradas de estos ataques son a través del usuario y el 51 por ciento de hospitales que sufren 'ransomware' o 'secuestro de datos' se paralizan. Los hospitales están poniendo precio a los datos que intentan recuperar. Podemos continuar pagando o solucionarlo.

Para revertir esta situación, la Agencia de Ciberseguridad de Cataluña ha presentado recientemente un modelo de ciberseguridad para el ámbito sanitario que se divide en cuatro fases. En la primera se hace un diagnóstico de la seguridad y obsolescencia y se aconsejan ciertas acciones a corto plazo, sin apenas costes y grandes esfuerzos, pero cuya implementación ya mejora la posición de seguridad del centro.

La segunda parte consiste en un plan de seguridad con iniciativas concretas para conseguir una base mínima de protección. La tercera fase es la puesta en marcha o integración de los servicios operativos.

Luis Santiago ha puesto el foco en el diseño de la seguridad desde el principio, señalando que trabajar en ello no se puede hacer a posteriori.

Para lograr que los sistemas sanitarios sean más seguros hay que licitar contratos que incluyan cláusulas de seguridad e incluso penalizaciones si no se cumplen. Otra opción es evaluar la madurez de las empresas que contratamos y ver si cuentan con la certificación del Esquema Nacional de Seguridad (ENS).

José Arjona, en esta misma línea, ha especificado que la seguridad requiere "dinero": Tenemos que mantener la asistencia, no solamente es el riesgo de la confidencialidad, sino que la prestación asistencial se puede ver paralizada y ese es nuestro principal reto.

Contar con unos equipamientos modernos también será fundamental para optimizar su seguridad. En el Hospital Virgen del Rocío cuentan con 18.500 equipos electromédicos y con instalaciones críticas. Sin embargo, el perfil tecnológico de equipamiento instalado está un poco lejos de lo deseable. El objetivo es que el 60% del equipamiento tenga hasta 5 años, el 30% entre 6 y 10 años, y el 10% 10 años. Sin embargo, en la actualidad los porcentajes son 44%; 28% y 28% respectivamente.

Isabel Sastre, explica que los hospitales son cada vez más conscientes de la importancia de proteger su seguridad y el Hospital Fundación Alcorcón ha tomado medidas concretas desde hace años. Queremos proteger la confidencialidad (obligando a guardar el secreto médico a los profesionales), la disponibilidad (que sean accesibles los datos) y la integridad (que la información de los pacientes sea veraz y completa).

Ha enumerado que cuentan, entre otros, con: segregación de red, cortafuegos, port security, antivirus, antispoofing, actualización de software base, cámaras de seguridad, concienciación al profesional, control de acceso por medio de tarjeta física y segregación funcional.



40 Seminario de Ingeniería Hospitalaria (Congreso Nacional AEIH)

A Coruña, 4-6 de octubre de 2023

Mensaje del Presidente

Este año se ha celebrado en A Coruña el 40 Seminario de Ingeniería Hospitalaria, Congreso Nacional de la AEIH, punto de encuentro y referencia para todos los profesionales de la innovación, la ciencia y la tecnología sanitaria.

Se analizaron los avances y tendencias en estos campos, contribuyendo a potenciar la labor científica de la Asociación, con el objetivo de construir un sector sanitario puntero y sostenible. Cita ineludible, que sirvió también como espacio de debate y reflexión entre todos los profesionales que componen la Ingeniería y Arquitectura Hospitalaria, un pilar fundamental de nuestro Sistema Nacional de Salud.

El comité organizador y científico trabajó intensamente para lograr una alta participación de profesionales y empresas así como un programa científico que se desplegó en torno a once grandes mesas de debate, en las que participaron ponentes de reconocido prestigio, tanto nacional como internacional. Todos ellos aportaron visiones diferentes desde sus respectivos perfiles, vinculados a la actividad sanitaria tanto de la gestión, como de la medicina, la ingeniería y la arquitectura hospitalaria. Fueron temas destacados en las mesas de exposición y debate, actuaciones técnicas relevantes como las nuevas instalaciones de Protonterapia, ampliación del Nuevo Hospital Universitario de A Coruña, el presente y futuro de la Ingeniería Hospitalaria en la nueva especialización de la Ingeniería Biomédica analizando su impacto, en colaboración con la Universidad de Vigo, en las organizaciones sanitarias, exponiendo también experiencias disruptivas en este campo. En el aspecto tecnológico cabe destacar la Innovación en tecnología médica, infraestructuras sanitarias, seguridad ambiental, ciberseguridad y big-data, complementado igualmente con proyectos de gran relevancia, en los que se evalúa el impacto de la tecnología en las organizaciones, abordando también la

sostenibilidad en la alta tecnología médica, sin olvidar la eficiencia energética y la sostenibilidad del sistema, claves en el contexto actual.

La conferencia inaugural impartida por Gunter Pauli, economista belga y creador del concepto Economía Azul, incorporado como lema a este congreso. Este concepto, adquiere gran relevancia en un mundo en el que la explotación masiva de recursos naturales no renovables, la generación de residuos y el cambio climático están en boca de todos, por lo que conceptos como la sostenibilidad y el equilibrio ecológico deben estar presentes también en nuestro Sistema Sanitario.

Además de las mesas de debate, se han presentado numerosas comunicaciones libres y posters sobre diversa temática. También se han incorporado talleres en los que se han expuesto diversas técnicas de ingeniería. Así mismo las empresas colaboradoras presentaron sus últimas novedades en el campo de la ingeniería y la arquitectura, tanto en las comunicaciones de presentación de empresas, como en la zona comercial.

Quiero trasladar mi agradecimiento al comité organizador y científico, por su intenso y magnífico trabajo, junto con su compromiso para la organización de este evento, especialmente a Víctor Calvo como presidente del comité científico, por haber conseguido integrar la diversidad de materias analizadas con un elenco de ponentes de primerísimo nivel. Agradecer

a todos los ponentes por su disposición a participar, a los compañeros por sumarse al programa con la presentación de comunicaciones sobre sus experiencias e investigaciones y a todos los participantes que en definitiva son los que elevan el nivel científico de este evento.

Por supuesto, agradecimiento al sector empresarial por su participación y contribución para hacer posible este congreso, y también a las instituciones sanitarias, especialmente a la Consellería de Sanidad y al Área Sanitaria de A Coruña por su apoyo, especial agradecimiento al Ayuntamiento de A Coruña por su contribución a la organización y a las Universidades de A Coruña, Santiago y Vigo por su participación.

El camino ha sido largo pero emocionante. Ha sido un placer compartir con todos vosotros estos días en esta Galicia atlántica, en la que estoy seguro, hemos disfrutado del desarrollo del Congreso en este magnífico entorno de Palexco, integrado en el paseo marítimo de A Coruña, una ciudad hospitalaria, surcada por los vientos atlánticos que invitan a la contemplación del atardecer, en el que desaparece el Sol en el infinito del Finisterre atlántico, bajo la iluminación de la Torre de Hércules, un faro que según la leyenda fue construido por el Rey Celta Brogán después de fundar la ciudad de Brigantia.

José Luis López González
Presidente Comité Organizador
40 Seminario de Ingeniería Hospitalaria



Crónica del Congreso Nacional de la Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria

A Coruña, 4-6 de octubre de 2023



A Coruña 2023 ha acogido el Congreso Nacional de la Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria, batiendo nuevos retos de participación y consolidando el papel que juega en la Sanidad, cada vez más tecnificada y necesitada del apoyo de la tecnología que sus miembros aportan en un fructífero trabajo en equipo con la medicina.



La Sede

A Coruña, un destino imprescindible, una ciudad cosmopolita, en la que historia, cultura y gastronomía conviven en un entorno único bañado por el océano Atlántico, con uno de los paseos marítimos más largos de Europa, y el faro más antiguo del mundo, la Torre de Hércules, Patrimonio Mundial desde 2009.

El centro de convenciones Palexco se alza a orillas del mar, en el corazón de A Coruña, junto al casco histórico, rodeado de emblemáticas galerías, la marina deportiva y el muelle de transatlánticos.



El Auditorio Gaviota cuenta con una capacidad para 1700 personas, y el Auditorio Arao con 600. A ellos hay que añadir el resto de salas de conferencias Torre de Hércules, María Pita y otras 4 salas, con una capacidad de aforo para unos 70/100 participantes.

El equipamiento audiovisual es de última generación, apostando por tecno-

logías de vanguardia sin olvidar la sostenibilidad en todos los eventos que alberga.

El Congreso en cifras

El Congreso acogió la numerosa asistencia presencial de 1.265 congresistas inscritos, 123 visitantes, 470 delegados comerciales y 73 estudiantes. El Congreso contó con 109 empresas expositoras y 15 patrocinadoras.



El contenido científico fue ordenado por el Comité Científico en 11 mesas de debate con participación de 42 ponentes y 10 moderadores. Asimismo se contó con la participación de 68 comunicaciones orales y 24 comunicaciones póster. Dos espacios acogieron la exposición comercial que contó con 75 stands y 34 paneles murales.

La estructura organizativa estuvo a cargo de Eurocongres que aportó el servicio de azafatas en recepción y asistencia en información, secretaría técnica, salas de debate y comunicaciones. Así mismo el servicio de informática en salas y secretaría de audiovisuales.

Acto inaugural

El Congreso se abrió el 4 de octubre por la tarde con la entrega de documen-

tación a los congresistas inscritos, una primera sesión técnica, y otras de talleres.

El acto inaugural oficial tuvo lugar en el Auditorio Gaviota, y fue presidido por el Consejero de Sanidad de la Xunta de Galicia. Excmo. Sr. D. Julio García Comesaña.



Después de la conferencia inaugural a cargo del economista belga Gunter Pauli, los auditorios acogieron sucesivamente las 11 mesas de debate cada una con un argumento específico que definía su contenido.

Se abrió el área comercial donde se ofreció un cóctel de bienvenida a los presentes en este acto.

El Programa Científico

Economía azul, ha sido el lema que ha presidido el Congreso, un tema de alto interés e importancia en el mundo actual, desarrollado por Gunter Pauli en la conferencia de apertura y en gran número de mesas de debate y de comunicaciones libres que han tratado la Sostenibilidad y la Salud del Planeta desde diversos puntos de vista.

Cabe también señalar la creciente presencia en los hospitales de la Bioingeniería, del equipo de trabajo médico-ingeniero para atender a una medicina altamente tecnificada. Un 50% de las

comunicaciones libres y un 30% de las ponencias han abundado en ello.



Los temas desarrollados en las mesas de debate han sido:

- Arquitectura sanitaria: Nuevos hospitales vs reforma de existentes.
- Seguridad ambiental, biocontención, proyectos y normativa.
- Experiencias disruptivas revolucionando la ingeniería hospitalaria.
- Ciberamenazas, un problema real que no sólo afecta al sector TIC.
- La tecnología GMAO como apoyo a la gestión de la ingeniería hospitalaria.
- Eficiencia y sostenibilidad. La atención primaria.
- Reforzando el contacto con la salud.
- Instalaciones de protonterapia en el SMS.
- Nueva visión de los gases medicinales bajo la Norma UNE 179010.
- Perspectiva y retos formativos de los ingenieros en el ámbito biomédico.
- Gestión sostenible del equipamiento de alta tecnología.



Finalmente señalemos el elevado número de comunicaciones libres y que el 66% de ellas han sido brillantemente presentadas por profesionales en activo en centros asistenciales y sistemas de salud de todas partes de España; una participación que nos ha acercado a experiencias concretas y reales de las que sin duda cabe aprender. Las presentaciones tuvieron lugar en las salas Torre de Hércules y María Pita en densas sesiones que obligaron a reducir el tiempo de exposición a 10 minutos.

Como es ya habitual en los recientes congresos se establecieron premios para

las tres mejores comunicaciones orales y un primer premio para la mejor comunicación póster.

Las comunicaciones orales premiadas fueron:

Primer premio: Promesas, desafíos y realidades de la inteligencia artificial.

Segundo premio: Primum non nocere. Índices de eficiencia ambiental hospitalaria.

Tercer premio: Destruir para construir.

El primer premio a la mejor comunicación póster fue para:

Nuevo Parking de Motocicletas y VPM con Alimentación Eléctrica Fotovoltaica.

Asamblea de socios de la AEIH

Constituida y reunida en A Coruña, el día 5 de octubre de 2023 dentro de la Sede del 40º Seminario de Ingeniería Hospitalaria. Preside el acto, el secretario Javier Guijarro Hueso quien presenta y explica las cuentas anuales, siendo aprobadas por unanimidad.

Se procede a la lectura del artículo tres del reglamento y se informa del resultado del escrutinio de las elecciones de fecha 14-09-2022, según el cual Jon Berasategui Ordeña pasa a ser vocal 3 y José Luís López González a vocal 4.

Pedro Manuel López Redondo toma la palabra para confirmar su renuncia como Presidente de la AEIH, debido a incompatibilidades no subsanables, con su actual posición en la Generalitat Valenciana, y aprovecha para dar cuenta de su gestión como presidente de la Federación IFHE Europea cargo que asumió reglamentariamente durante dos años.

Ante esta situación, para subsanar deficiencias organizativas, la junta directiva de la AEIH, eleva a la asamblea la propuesta de que José Luís López González ocupe dicho puesto hasta las elecciones de octubre de 2026. La asamblea aprueba por unanimidad la propuesta, quedando constituida la nueva Junta Directiva:

Presidente: José Luís López González.

Vicepresidente: Luís Fernando Talavera Martín.

Secretario General: F. Javier Guijarro Hueso.

Vocales: Luís González Sterling.

Antonio Fernández Abasolo.

Jon Berasategui Ordeña.

Jesús Martín Lázaro.

En ruegos y preguntas se abre de-

bate. La AEIH se seguirá colaborando con todas las asociaciones tal como se viene haciendo por los acuerdos contraídos y se estudiará la nueva problemática de convalidaciones y titulaciones de los diferentes grupos dentro de la AEIH, pero sin perder de vista que la AEIH es una Asociación de carácter científico, no sindical.

Clausura

Tuvo lugar en el auditorio Gaviota el 6 de octubre a las 14h. En este acto de clausura José Luis López, en calidad de presidente de congreso y presidente de la AEIH destacó el rotundo éxito del Congreso agradeciendo a los comités de organización y científico su dedicación y a los ponentes y comunicantes su valiosa aportación al programa científico.



Finalmente, dentro del programa social, tuvo lugar la cena de clausura en los salones de Expocoruña, con asistencia de 1.200 comensales, imprescindible punto de encuentro en un ambiente festivo y relajado.

Javier Guijarro dedicó unas sentidas palabras a Pedro Manuel López reconociendo su labor y dedicación como presidente de la AEIH en los últimos años y como presidente de IFHE Europa. Asimismo le hizo entrega de la insignia de oro de la AEIH en calidad de expresidente.



Se anunció en este acto la sede de Sevilla para acoger el próximo Congreso del 23 al 25 de octubre de 2024.

Resumen de las noticias relevantes del sector hospitalario publicadas en 2023 y 2022 en los boletines de



hospitecnia

17/07/2023. El Fondo Europeo de Desarrollo Regional aprueba la financiación para modernizar el Hospital 12 de octubre



La Comisión ha aprobado la financiación de 226 millones de euros del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), dentro del período de programación 2014-2020, para la construcción de un nuevo bloque técnico y de hospitalización del hospital general y de las unidades de maternidad y pediatría del Hospital Universitario 12 de octubre.

El nuevo edificio albergará un bloque técnico para emergencias, cirugía e imágenes diagnósticas, zona de hospitalización con camas de unidades de cuidados intensivos (UCI) y convencionales y un ala de maternidad con zonas de emergencia y ambulatorias para pediatría y obstetricia, además de una zona de guardia. El nuevo edificio dispondrá de 741 habitaciones que podrán albergar hasta 1.315 camas. Junto con 114 camas UCI, la capacidad total del hospital será de 1.429 camas. Los nuevos equipos y servicios utilizarán tecnologías digitales avanzadas y garantizarán la disponibilidad de espacios versátiles para responder a necesidades asistenciales imprevistas.

14/07/2023. El Consell declara de interés general y de excepcional interés público las obras para la instalación del equipo de protonterapia en La Fe

El acuerdo se suscribió entre el Ministerio de Sanidad y las consejerías

competentes en materia de salud de Comunitat Valenciana, País Vasco, Cataluña, Galicia, Andalucía, Canarias y Madrid y, por otra parte, la Fundación Amancio Ortega. En virtud del convenio, uno de los equipamientos recalará en La Fe.



La Fundación Amancio Ortega Ha financiado su compra por valor de 27.376.250 euros. Por su parte, la Conselleria de Sanidad Universal y Salud Pública se hace responsable de la inversión necesaria para su instalación, puesta en funcionamiento y mantenimiento en La Fe. El equipo se ubicará en un edificio que se ha proyectado en una parcela que hay al este del hospital y estará conectado subterráneamente con el Servicio de Oncología Radioterápica. La redacción del proyecto y la ejecución de las obras necesarias para instalarlo allí asciende a 25.252.528,63 euros.

10/07/2023. Se ha adjudicado el proyecto y la obra de ampliación del Hospital de Tortosa Verge de la Cinta

El Consejo de Administración de Infraestructuras.cat publicó la adjudicación del Contrato de servicios para la asistencia técnica para la redacción del proyecto básico, el proyecto ejecutivo y la posterior ejecución de las obras de ampliación del Hospital de Tortosa Verge de la Cita. La duración del contrato para la redacción del proyecto y la obra es de 18 meses, y el presupuesto total de la licitación es de 31.248.773,26 € (IVA no incluido). El contrato contempla una obra de nueva construcción de 10.618,38

metros cuadrados, con un nuevo edificio para el Bloque Quirúrgico, Esterilización, Hospital de Día, Consulta Externa, Farmacia, servicios generales de soporte y aparcamiento.



El nuevo edificio se conectará mediante una pasarela con el edificio actual, y la actuación también contempla la conexión mediante un ascensor entre el Hospital y el centro de la ciudad de Tortosa. Posteriormente, se efectuará una reforma de los espacios liberados del edificio actual.

29/05/2023. Nuevo Hospital de Día Oncohematológico en Mataró

El Hospital de Día Oncohematológico del Hospital de Mataró funcionará en unas nuevas instalaciones situadas en la planta baja. Cuenta con 18 butacas y 4 boxes individuales para la administración de la quimioterapia, los tratamientos hematológicos y otros, en un espacio de 600 m². Este espacio proporciona a los pacientes con cáncer y a sus familiares un ambiente más privado, confortable. Así, los pacientes no están en espacios compartidos, sino en áreas individuales con espacio para un acompañante, una televisión individual, hilo musical, dispone de luz natural y nuevas butacas más ergonómicas.

La construcción del nuevo Hospital de Día Oncohematológico es una de las obras enmarcadas dentro del proyecto de ampliación del Hospital, con una inversión de 10 millones de euros por parte de Infraestructuras de la Generalitat. También



está en marcha la ampliación del bloque quirúrgico, con dos quirófanos adicionales a los nueve actuales, un área de Reanimación que doblará su capacidad –pasando de 12 a 25 boxes– y una completa remodelación de la Unidad de Cirugía Sin Ingreso (UCSI).

21/05/2023. Nueva sala de necropsias en el Hospital del Mar



El Servicio de Anatomía Patológica del Hospital del Mar ya dispone de la nueva sala de autopsias, situada en el Campus Universitario Mar. Dispone de un equipo más avanzado y logra el nivel de bioseguridad 3 BSL-3, superior al de la instalación anterior, afectada por la obra de ampliación del centro. También está preparada para llevar a cabo ecoautopsias. Hay que recordar que la autopsia clínica es un indicador final de calidad asistencial.

La zona donde se realizarán las autopsias tiene cierre hermético, presión negativa y dispone de filtros HEPA para evitar cualquier posible patógeno. Se ha apostado por su papel docente, con pantallas de vídeo y un ventanal que permite seguir los procedimientos. A la vez, se ha digitalizado, haciendo que la autopsia pueda ser seguida en línea, así como permitir hacer telepatología con un equipo portátil de fotografía y vídeo macroscópico, que posibilitará a los patólogos seguir el proceso a distancia y documentarlo de forma más precisa.

22/03/2023. Ampliación y remodelación del Hospital Val d'Aran

La Generalitat ha firmado el acuerdo con la síndica de Aran, mediante el cual se compromete a financiar íntegramente la



ampliación y remodelación del Hospital Val d'Aran. La remodelación que se llevará a cabo permitirá una mejora muy importante en las instalaciones del hospital, renovando y ampliando áreas que favorezcan a la mejora del confort de los usuarios y profesionales. El acuerdo prevé la ejecución de las obras entre 2023 y 2028 en tres fases. La fase inicial consiste en la adecuación de la plaza entre el Hospital y la residencia Sant Antoni sería el punto de partida y se iniciaría este mismo año.

La segunda fase, está enfocada en la construcción de un nuevo edificio junto a la residencia donde se situarían las consultas de atención primaria y especializada. Para acabar, la última fase está pensada para remodelar los espacios de urgencias y diagnóstico por la imagen.

17/03/2023. Nuevo Plan de Salud Digital de la Comunidad de Madrid



Se ha anunciado el nuevo Plan de Salud Digital para los próximos cuatro años con una inversión de 70 millones de euros destinados a reforzar la atención al paciente y mejorar la calidad de vida de todos los ciudadanos. Los madrileños tendrán a mano sus revisiones, vacunas y todos los cuidados necesarios a lo largo de su vida con un servicio personalizado como un verdadero aliado de nuestra salud.

La Comunidad de Madrid acaba de poner en marcha el primer centro de innovación en salud digital de España y se está instalando el tercer Centro de Proceso de Datos del Servicio Madrileño de Salud (SERMAS), que sostiene la información de las pruebas diagnósticas

de los madrileños. Uno de los grandes pilares del nuevo Plan es la Tarjeta Sanitaria Virtual, que permite al paciente acceder a su información médica a través del móvil. La Comunidad de Madrid fue la primera región en hacer realidad esta herramienta, que fue especialmente útil durante la pandemia.

27/02/2023. El Hospital de Xàtiva aumentará un 27 % su superficie y alcanzará casi las 300 camas



El conseller de Sanidad Universal y Salud Pública, Miguel Mínguez, ha presentado el Plan Director de reforma, adecuación y ampliación del Hospital Lluís Alcanyís de Xàtiva, que prevé una inversión de más de 75 millones de euros, lo que permitirá aumentar la superficie del centro casi en un 27 % y permitirá disponer de 295 camas de hospitalización en lugar de las 266 actuales. Este plan director para la ampliación del Hospital de Xàtiva recoge todas las actuaciones que se van a llevar a cabo para ampliar y reformar las actuales instalaciones. En este sentido, contempla la construcción de nuevos edificios, la reforma de las instalaciones ya existentes y la adecuación de los espacios a la normativa actualizada. Asimismo, se ampliará el bloque quirúrgico, la UCI, la UCSI y el área de Urgencias y Corta Estancia.

Las obras contemplan la mejora de la accesibilidad y de los servicios de hospitalización, así como actualizar las instalaciones de todos los servicios asistenciales.

10/02/2023. Se inaugura el centro de medicina nuclear del SJD Pediatric Cancer Center Barcelona

El Hospital Sant Joan de Déu Barcelona y Atrys Health (ATRYs), compañía global que presta servicios de prevención, diagnóstico y tratamiento médico de precisión, han inaugurado el centro de medicina nuclear del Hospital. El recién inaugurado centro permitirá ofrecer nuevas opciones de diagnóstico por la imagen y tratamientos a niños y niñas

afectados de diversas patologías, pero sobre todo de tumores, que son tratados actualmente en el SJD Pediatric Cancer Center Barcelona. Atrys se encarga de la gestión de este nuevo centro a través de su filial SIMM Molecular (SIMM), dedicada al diagnóstico médico mediante la imagen molecular y metabólica de medicina nuclear.



Las pruebas de diagnóstico que se realizarán en el Servicio de Medicina Nuclear beneficiarán también a pacientes de Nefrología, Neurología, Reumatología y Ortopedia y Traumatología. Cada año el Hospital realiza una prueba diagnóstica de estas características a unos 1.400 pacientes.

02/01/2023. Se destinarán 28 millones de euros de fondos europeos para el desarrollo de un Espacio Nacional de Datos de Salud



La iniciativa "Data Lake Sanitario", recogida en el Plan de Recuperación, permitirá mejorar los diagnósticos y tratamientos desde el análisis masivo de información procedente de los diferentes sistemas de información autonómicos, permitiendo su análisis masivo para la identificación y mejora de diagnósticos y tratamientos. Se distribuirán entre las Comunidades Autónomas, las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla y el Instituto Nacional de Gestión Sanitaria (INGESA). Con esta medida se avanza en el objetivo de renovar y ampliar las capacidades del Sistema Nacional de Salud.

Para llevar a cabo la distribución del crédito se ha tenido en cuenta una cantidad fija y otra variable en función del volumen de población, para asegurar que

todas mantienen un nivel suficiente de recursos tecnológicos y organizativos que permitan hacer disponibles los datos para el desarrollo del Espacio Nacional de Datos de Salud.

02/12/2022. El Edificio Garbí de Vall d'Hebron empieza a funcionar como Hospital de Día de Oncología



El Edificio Garbí, creado para dar respuesta a la COVID-19 en 2021, fue pensado como un espacio polivalente para ser útil en un futuro. Ahora, se adapta a nuevos retos y necesidades asistenciales. En el Hospital de Día de Oncología, situado en la planta 3 se tratan pacientes oncológicos estables, que solo reciben tratamientos farmacológicos. Además, la primera y la segunda planta acogen pacientes frágiles con descompensaciones agudas. Los 3.111 metros cuadrados del edificio funcionan como una extensión de Vall d'Hebron. Los dos centros están conectados telemáticamente y cuentan con la misma calidad técnica y profesional. El nuevo espacio se ha adecuado para la administración ambulatoria de tratamientos antineoplásicos. Trabaja en él un equipo multidisciplinario formado por personal médico, de enfermería experta en oncología y de farmacia.

A los pacientes que reciben tratamiento en el Hospital de Día de Oncología del Edificio Garbí se les programa la sesión de quimioterapia al salir de la visita médica en el Hospital General. En un espacio diáfano, silencioso y muy luminoso, que cuenta con diez butacas para administrar tratamientos.

09/11/2022. Nuevo Centro Quirúrgico del Hospital público Gregorio Marañón

Se ha presentado el nuevo Centro Quirúrgico del Hospital General Universitario Gregorio Marañón, un edificio de seis plantas y 16.000 metros cuadrados anexo al antiguo Pabellón de Asistencia Ambulatoria, dotado de la tecnología más avanzada. Ha supuesto



una inversión superior a los 58 millones de euros. El nuevo Centro Quirúrgico es el primer paso de la reforma integral al que será sometido el Hospital público, con una primera fase que afecta a 60.000 metros cuadrados de edificación. De hecho, ya está aprobado el plan funcional para la reordenación de toda la parcela, con el anteproyecto del futuro edificio central. En las instalaciones presentadas, en las que trabajarán más de 1.000 profesionales del hospital y en las que se realizarán 20.000 intervenciones al año, se ubican 30 quirófanos entre los que se incluyen dos de urgencias, uno para trasplantes, otro para robótica, y otro con la tecnología y todas las medidas de seguridad para administrar Radioterapia Intraoperatoria.

07/11/2022. El Gobierno Vasco anuncia la construcción de un nuevo hospital público en Tolosa



El Ayuntamiento de Tolosa ha realizado un estudio sobre posibles emplazamientos para el nuevo hospital público y ha determinado su ubicación definitiva junto con el Departamento de Salud. El nuevo hospital se construirá en el actual aparcamiento de camiones frente al parque de bomberos por ser la opción que cumple de forma más adecuada todos los parámetros analizados en cuanto a accesibilidad y movilidad, entre otros. El gobierno municipal de Tolosa ha apostado desde el primer momento por ubicar el nuevo hospital público en Tolosa para que los servicios sanitarios se presten, como lo han hecho hasta ahora, en el municipio cabeza de comarca, Tolosa. Así las cosas, el Ayuntamiento, por su parte, ha dado los pasos necesarios para la construcción de dicho hospital, en colaboración y con total transparencia.



AFGM

Asociación de Fabricantes de Gases Medicinales