

**DIPLOMATURA EN GESTIÓN Y DISEÑO
DE EDIFICIOS PARA LA SALUD 1**

Directora: Arq. María Elvira Contreras

Coordinación Académica: Arq. José Turniansky

Organizan:

Asociación Argentina de Arquitectura e Ingeniería Hospitalaria (AADAIH)

Universidad del Gran Rosario (UGR)

TRABAJO FINAL

**INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA: El Camino hacia la
Transformación de los Hospitales**

**Ing. Brian Zambrana
Arq. Paula Otta
Arq. Cecilia Sayago**

Marzo – 2024

Buenos Aires, Argentina

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	4
CAPÍTULO PRIMERO.....	6
1. CONTEXTO.....	6
¿CÓMO SERÁ EL HOSPITAL DEL FUTURO?.....	6
CAMBIO DE MARCO RADICAL.....	8
1. TRANSFORMACIÓN DE LA ATENCIÓN DE LA SALUD: La atención de salud debe ir al encuentro de los usuarios.	10
2. TRANSFORMACIÓN DIGITAL: el consumismo está impulsando el uso de la tecnología digital en salud.....	12
3. TECNOLOGÍA MÉDICA.....	14
4. EQUIDAD DE LA ATENCIÓN DE SALUD, SOSTENIBILIDAD Y MEDIO AMBIENTE.....	16
5. Futuro de la fuerza laboral.....	17
6. FUTURO DE LA REGULACIÓN.....	18
CAPÍTULO SEGUNDO: TENDENCIAS Y TECNOLOGÍAS EMERGENTES.....	20
2. TENDENCIAS ARQUITECTÓNICAS.....	20
2.1. ESPACIOS FLEXIBLES.....	20
2.1.1. ESPACIOS MODULARES.....	24
2.2. DISEÑO CENTRADO EN EL PACIENTE.....	26
2.3. INTEGRACIÓN DE TECNOLOGÍA Y SUSTENTABILIDAD.....	29
2.3.1. DIGITALIZACIÓN.....	29
2.4. AMBIENTES SANADORES.....	31
2.1.1. NEUROARQUITECTURA Y AMBIENTES SANADORES.....	31
2.1.1. JARDINES SANADORES.....	33
3. GESTIÓN – TRABAJO EN RED.....	34
4. AVANCES EN INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA.....	38
4.1. DESARROLLOS EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL.....	38
4.1.1. Sismicidad y Seguridad Estructural.....	38
4.1.1.1. Criterios básicos de diseño: desempeño.....	38
4.1.1.2. Diseño por resistencia.....	39
4.1.1.3. Algunos daños observados.....	40

4.2. ELEMENTOS PREFABRICADOS Y HOSPITALES DEL FUTURO.	42
4.3. INSTALACIONES HIDROSANITARIAS EN HOSPITALES DEL FUTURO	44
4.3.1. Grifos y Accesorios de bajo flujo.....	44
4.4. SISTEMAS DE ENERGÍA	45
4.4.1. Eficiencia Energética.	45
4.4.1.1. Eficiencia energética en iluminación.	46
4.4.1.2. Aprovechamiento de los sistemas HVAC geotérmicos para una calefacción y refrigeración eficaces.....	47
4.5.2. Almacenamiento de energía.....	49
5. INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) y Aprendizaje Automático.	50
5.1. La importancia de la infraestructura para la implementación de la inteligencia artificial en hospitales.	52
CAPÍTULO TERCERO	54
6. ESTUDIO DE CASOS	54
6.1 OCTAVA ÁREA SANITARIA DE GALICIA	54
6.2 HOSPITAL PAVILION – UNIVERSIDAD DE PENNSYLVANIA	54
CONCLUSIONES	59
BIBLIOGRAFÍA	61

INTRODUCCIÓN

La presente monografía es el trabajo final de la Diplomatura en Diseño y Gestión de Edificios para la Salud 1, dictado por la Asociación Argentina de Arquitectura e Ingeniería Hospitalaria, junto con la Universidad del Gran Rosario.

En la búsqueda constante por mejorar la calidad de la atención médica y adaptarse a las demandas de una sociedad en permanente evolución, el sector de la salud se enfrenta a un desafío cada vez más apremiante: la concepción y desarrollo de hospitales del futuro. Estas instituciones no solo representan la vanguardia en términos tecnológicos y arquitectónicos, sino que también incorporan nuevas formas de gestión, trabajo en red y aplicaciones de la inteligencia artificial.

La temática de los hospitales del futuro abarca un amplio conjunto de temas , desde las tendencias arquitectónicas más innovadoras hasta los avances en ingeniería y tecnología aplicada a la medicina. En este contexto, resulta necesario explorar cómo la convergencia de estos elementos puede transformar radicalmente la experiencia de pacientes, personal médico y administrativo en el ámbito hospitalario.

Si bien los edificios del sector de salud han ido evolucionando y adaptando su morfología y organización en función de las necesidades de la época, actualmente se enfrentan a la exigencia de actualización constante tanto por los desafíos y necesidades de la sociedad, como por el desarrollo de la tecnología y el enfoque centrado en el paciente y la prevención de la salud ,y no necesariamente en la enfermedad.

Como profesionales del diseño tenemos el deber de desarrollar espacios que respondan a las necesidades y requerimientos cambiantes de los usuarios y la época que habitan. Tenemos la responsabilidad de repensar cada trazo de nuestro proyecto, sabiendo que los espacio que diseñamos,

tendrán un impacto en la vida de los pacientes y el personal sanitario , en particular considerando la situación de vulnerabilidad y a veces malestar en que se encuentran los primeros ,en ese contexto los edificios hospitalarios deberán contribuir a la sanación y no agravamiento del estado de la salud física y espiritual .El sistema sanitario debe dar respuesta de manera eficiente y de calidad en un mundo donde la inmediatez es una característica ya impuesta por los avances tecnológicos. Las personas están acostumbradas a las rápidas respuestas y eficiencia en distintos campos de la vida cotidiana y exige esto mismo en el área de la salud.

Por estos motivos, este trabajo se propone indagar y exponer las principales características y tendencias que configuraran los hospitales del futuro. Se desarrollarán los puntos necesarios para lograr una transición hacia la atención sanitaria del futuro de manera exitosa , desde la integración de espacios diseñados para proponer la curación y bienestar. Se analizan algunos temas como la digitalización e implementación de sistemas inteligentes que optimizan los procesos clínicos y administrativos; el diseño con enfoque centrado en el paciente; como la inteligencia artificial se ha convertido en un pilar fundamental para la toma de decisiones clínicas, la personalización de tratamientos y la optimización de recursos.

Asimismo, se exploran temas como la gestión en red, la ingeniería de estas estructuras y se presentan ejemplos de instituciones que han incorporado algunos de estos avances en su sistema de atención sanitaria.

En definitiva, esta monografía tiene como objetivo brindar una visión integral y prospectiva sobre los hospitales del futuro, resaltando las innovaciones más destacadas en términos arquitectónicos, de gestión, ingeniería y tecnología, así como su impacto en la atención médica y el bienestar de la sociedad.

CAPÍTULO PRIMERO.

1. CONTEXTO

¿CÓMO SERÁ EL HOSPITAL DEL FUTURO?

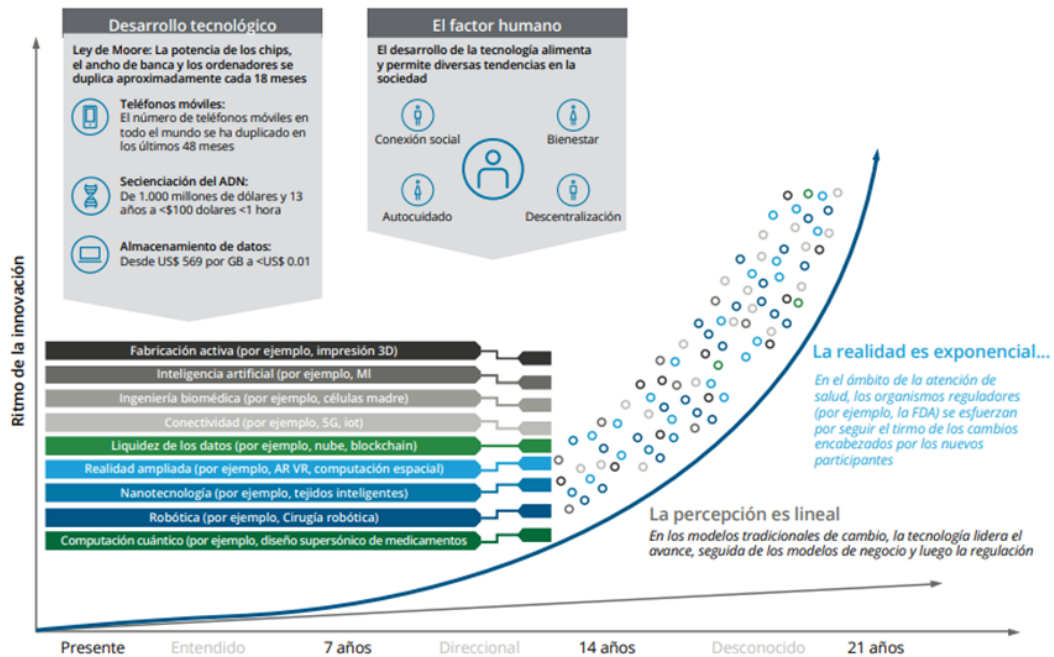
En la actualidad, expertos coinciden que el hospital del futuro será más digital, más innovador, más eficiente, más accesible, más integrado, más sostenible y más personalizado. Además, sostienen que el hospital del futuro será un hospital sin paredes.

Aunque en el futuro se seguirá requiriendo la infraestructura física del hospital, gran cantidad de tratamientos, cuidados y procedimientos que no revistan gravedad, serán descentralizados. Este proceso será acompañado por el desarrollo de la gestión digital que permitirá atención a distancia y será posible gracias a 4 aspectos importantes:

- Sistemas de historias clínicas electrónicas
- Cambios normativos, de cumplimiento y culturales impulsados por el Covid-19 en la sanidad virtual, llegando a más pacientes con igual calidad.
- Pagos basados en el “valor”. Se cubren los gastos en función de beneficios obtenidos y no por el costo del servicio
- Estudios de casos en atención digital muestran resultados basados en evidencia, mejorando resultados, el acceso y reduciendo los costos.

Según el trabajo desarrollado por Deloitte sobre “El hospital sin paredes”, los avances tecnológicos, acompañados de la reducción de costos, se combinarán con los 4 aspectos importantes

anteriormente mencionados, lo que hará que el “cuidado sin paredes” tenga un crecimiento exponencial. Esto puede apreciarse de manera más detallada en el siguiente cuadro:



Fuente: Hospital sin paredes, Deloitte. Pág 4

Se prevé que en los próximos años la implementación de tecnologías que actualmente se están desarrollando e investigando, como la computación cuántica, la robótica, nanotecnología y la inteligencia artificial entre otros, sean el detonante del desarrollo exponencial en la atención médica, transformando la atención de la salud como la conocemos ahora.

Se prevé que, en el futuro, los hospitales físicos albergarán servicios que revistan mayor gravedad como URGENCIAS, CUIDADOS INTENSIVOS Y QUIRÓFANOS. El resto de servicios no críticos se trasladarán a centros de salud, escuelas, locales comerciales y principalmente a los domicilios particulares de los usuarios.

La atención virtual debe resolver algunos temas complejos como: equidad en atención (igualdad de acceso), aumento en costos de la atención de salud (mayor prevención y atención temprana), reducción de la huella de carbono y mejor aprovechamiento de la mano de obra clínica.

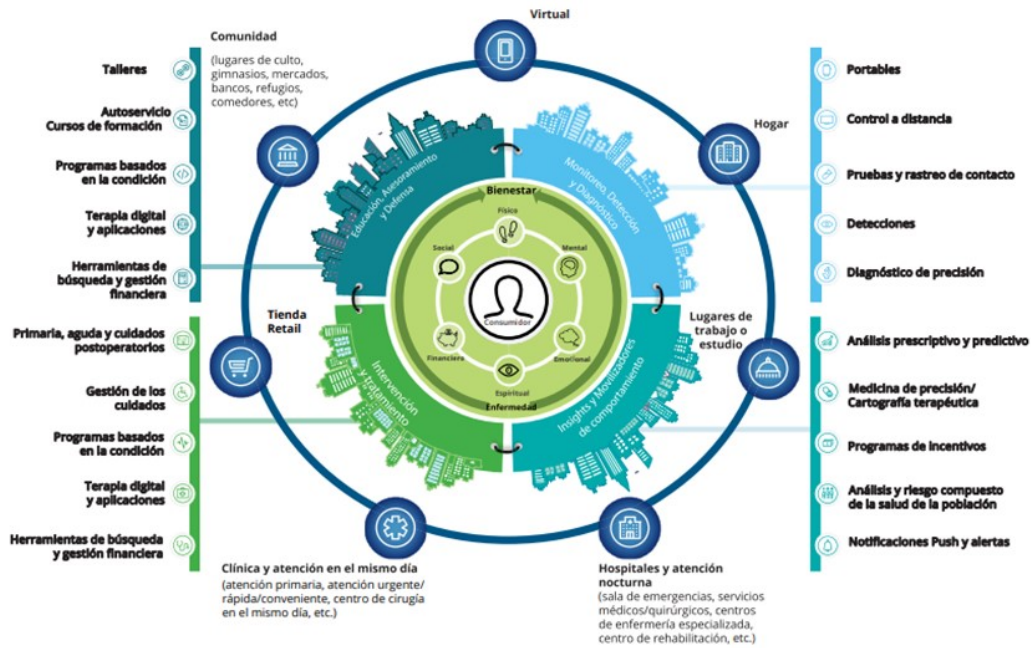
El hospital del futuro, sin dudas aumentará la atención física y virtual de manera significativa e integral, brindando una mejor experiencia y resultados.

CAMBIO DE MARCO RADICAL

El concepto de bienestar en el futuro comprenderá un equilibrio general del ser humano, la salud se definirá de manera holística y la atención se organizará en torno a las necesidades de los usuarios. Los pacientes tendrán acceso y dominio sobre sus datos de salud tomando decisiones en base a esta información. Habrá intervenciones y tratamientos más innovadores, más precisos, menos costosos, menos complejos e invasivos.

En el siguiente esquema podemos apreciar los componentes del sector de la salud y los cambios e incorporaciones que debe llevar a cabo la atención sanitaria, para lograr así el bienestar general de las personas.

Modelo de prestación de servicios de salud



Fuente: Hospital sin paredes, Deloitte. Pág 6

Este esquema nos muestra que la salud se definirá de forma holística como un estado general de bienestar centrado en la persona; donde la misma tendrá acceso a información detallada y participe en la toma de decisiones relacionadas con la salud, donde exigirá productos sanitarios accesibles, asequibles y personalizados. Las intervenciones y los tratamientos innovadores de los prestadores de salud existentes y nuevos serán más precisos, menos complejos, menos invasivos y menos costosos.

En los últimos 2 años muchas fuerzas se han unido promoviendo la aceleración de cambios en la industria de la salud (pandemia, colaboraciones intergubernamentales, más acceso a datos, explosión de tecnologías digitales, consumidores informados tecnológicos, enfoque de atención en el bienestar y no en la enfermedad).

Según una investigación realizada por Deloitte, se han identificado 6 áreas de impacto de estas fuerzas, que desarrollaremos brevemente a continuación:



Fuente: Hospital sin paredes, Deloitte. Pág 7

1. TRANSFORMACIÓN DE LA ATENCIÓN DE LA SALUD: La atención de salud debe ir al encuentro de los usuarios.

Luego de la pandemia los usuarios del sector sanitario desean más comodidad y a la vez más seguridad. Por esto se ha generado una nueva dinámica: prestadores públicos y privados se están aliando para brindar un mejor y mayor servicio a la comunidad, lo mismo sucede con organizaciones de salud pequeñas y grandes prestadores. A continuación, presentamos algunos ejemplos de estas alianzas:

- *Current Health*: “una plataforma tecnológica líder en atención domiciliaria que reúne la monitorización remota de pacientes, la telesalud y la participación de los pacientes en una solución única para las organizaciones de atención de salud” 5. *Best Buy Ventures Into Healthcare, Paying \$400 Million For Current Health (forbes.com)*

- “La Clínica Mayo y Kaiser Permanente están invirtiendo unos 100 millones de dólares en la empresa tecnológica Medically Home Group para impulsar un nuevo modelo de prestación de asistencia de salud que ofrece en los hogares de los pacientes los “cuidados avanzados” que suelen estar disponibles en los hospitales. *Forbes*, del 13 de mayo de 2021
- “Ping An Good Doctor” ofrece servicios que incluyen la consulta en línea 24/7, la derivación, el registro, la compra de medicamentos en línea y la entrega de medicamentos en una hora.



Fuente: “Ping An Good Doctor:”. Nobbot.

Los hospitales y los sistemas de salud están recurriendo a la computación en la nube, las telecomunicaciones 5G, la inteligencia artificial (IA), los datos y análisis interoperables para hacer frente a los desafíos actuales y construir modelos de atención sanitaria con tecnología digital. Las tecnologías inalámbricas avanzadas, como la 5/6G, serán un factor determinante para el hospital del futuro. Estas tecnologías permitirán el monitoreo continuo de un paciente y su entorno en tiempo real.

Garantizarán que la atención que se presta fuera del hospital sea tan segura y fiable, si no más, que la que se presta en persona.

2. TRANSFORMACIÓN DIGITAL: el consumismo está impulsando el uso de la tecnología digital en salud

A medida que los sistemas de salud avanzan hacia la atención centrada en el paciente y la atención sin paredes, los prestadores y el ecosistema de salud en general posicionarán la atención de salud virtual como un canal de prestación integral, uno que aumente el acceso y la comodidad al tiempo que reduce el costo total de la atención.

El impulso del uso de la tecnología digital en salud tiene el potencial de mejorar significativamente el acceso a la atención médica de varias maneras:

- **Telemedicina y consultas en línea:** La tecnología permite establecer consultas médicas a distancia a través de plataformas de telemedicina y aplicaciones móviles. Esto es especialmente beneficioso en áreas rurales o remotas donde la atención médica tradicional puede ser limitada. Las personas pueden recibir evaluaciones médicas básicas, consultas especializadas y seguimiento de tratamientos sin tener que desplazarse largas distancias.
- **Educación y prevención:** Las herramientas digitales pueden proporcionar información y educación sobre salud de manera accesible y comprensible para la población. Esto incluye la promoción de prácticas de prevención, hábitos saludables y detección temprana de enfermedades, lo que puede contribuir a reducir la carga de enfermedades prevenibles.
- **Gestión de datos de salud:** La tecnología digital facilita la recopilación, análisis y gestión de datos de salud a nivel poblacional. Esto puede ayudar a identificar tendencias

epidemiológicas, asignar recursos de manera más eficiente, planificar intervenciones de salud pública y mejorar la toma de decisiones a nivel gubernamental y comunitario.

- Acceso a medicamentos y seguimiento de tratamientos: Las aplicaciones móviles y plataformas digitales pueden facilitar el acceso a información sobre medicamentos, precios, disponibilidad y puntos de distribución. Además, pueden ayudar en el seguimiento de tratamientos, recordatorios de citas médicas y seguimiento de la adherencia a los mismos, lo que mejora la efectividad de los programas de tratamiento y prevención.
- Capacitación y apoyo a profesionales de salud: La tecnología digital puede ser utilizada para ofrecer capacitación y apoyo a profesionales de la salud en áreas remotas o con recursos limitados. Esto incluye el acceso a recursos educativos en línea, herramientas de diagnóstico asistido por computadora, tele consultas con especialistas y redes de colaboración entre profesionales para compartir conocimientos y experiencias.

“El uso de la tecnología digital para mejorar los procesos clínicos mediante el uso de la computación en la nube, la computación móvil, los dispositivos conectados a Internet y el aprendizaje automático está aumentando y se ha convertido en lo que se conoce como Salud Digital. Una aseguradora demostró en un ensayo controlado aleatorio (ECA) una reducción del 9% en la utilización de las salas de emergencia (SE), una reducción del 17% en las admisiones de pacientes hospitalizados y un aumento del 29% en la utilización de servicios de medicina preventiva con un ahorro estimado de 641 dólares por miembro al mes.” Pág 13, Hospital sin paredes, Deloitte.

En conjunto, la transformación digital en salud puede contribuir a superar las barreras geográficas, económicas y de infraestructura que a menudo dificultan el acceso a la atención médica en los países del tercer mundo. Al proporcionar soluciones innovadoras y escalables, se puede mejorar la

calidad y equidad en la prestación de servicios de salud, promoviendo así el bienestar y la salud de las poblaciones más vulnerables.

3. TECNOLOGÍA MÉDICA

La aplicación de sensores y dispositivos en el sistema de atención sanitaria permite la conexión de hospitales con hogares y de prestadores con pacientes.

El futuro del Hospital sin paredes se sustenta en la transformación digital. Los elementos o “capacidades” que permiten la atención digital, como sensores, IA, entre otros están teniendo un crecimiento exponencial en el área de atención de salud.



Fuente: How surgical theater changes the way neurosurgeons operate. UploadVR.

Estas capacidades de atención digital, en el futuro serán asignadas a los pacientes de acuerdo a sus necesidades, factores clínicos y de salud. La aplicación de las mismas, dependerá de la segmentación de la salud de la población, teniendo como base la siguiente clasificación:

1. *Seguimiento, cuidado de la salud y bienestar* (estilos de vida, factores de salud, actividad, etc)
2. *Pacientes sanos, no agudos y episódicos*: alerta temprana de posibles eventos adversos (mensajes, aplicaciones, asistente virtual)
3. *Videoconsulta* (aplicable a la mayoría de los segmentos de la población. Bajo costo de servicio, alto costo en personal clínico)
4. *Aumento del riesgo y de pacientes crónicos, agudos*: programas de seguimiento con IA más avanzados, de bajo costo, integradas a la historia clínica electrónica
5. *Riesgo en aumento/alto, policrónicos, agudos*: les prescribirán dispositivos digitales de calidad clínica para seguimiento. Mayor costo y complejidad. Se requieren dispositivos confiables para obtener datos precisos y de calidad
6. *Pacientes agudos de alto riesgo*: hospital en el hogar. Monitorización continua con flujo de datos de alta frecuencia o en streaming. Sistema de monitorización de alto nivel o intensivo.

Otra herramienta que se introduce en la tecnología médica es la Realidad virtual o realidad aumentada. Los médicos están aprovechando esta tecnología (RV/RA junto con los sistemas de gestión de las relaciones con los clientes (CRM) y el análisis de datos para ofrecer una visión de 360 grados de los pacientes con un compromiso personalizado y omnicanal.

Un ejemplo de esto es el uso de RV/RA para crear salas de consultas virtuales 360°, permitiéndole a los profesionales observar al paciente por completo (al caminar, movimientos, gestos corporales, etc) y desarrollar diagnósticos clínicos más certeros.

Estas y otras tecnologías proporcionan las capacidades y la flexibilidad que los sistemas sanitarios necesitan para prestar la atención adecuada en el lugar y el momento correctos.

Las empresas de tecnología médica que tradicionalmente elaboraban dispositivos para tratamientos o procedimientos específicos, están desarrollando productos y soluciones que ayudan a seguir todo el recorrido del paciente (diagnóstico, tratamiento, rehabilitación). El monitoreo y los datos en tiempo real, el análisis y la información son el eje del futuro hospital sin paredes.

Tanto profesionales como pacientes esperan que el uso de la IA para predecir, diagnosticar y prevenir eventos agudos de salud sea una práctica habitual en los próximos años.

4. EQUIDAD DE LA ATENCIÓN DE SALUD, SOSTENIBILIDAD Y MEDIO AMBIENTE.

Este punto cobra mayor relevancia al destacar que la salud es la mayor industria mundial, ya que emplea cerca de 59 millones de personas. Es por esto que creemos fundamental tener presentes estos conceptos de equidad, sostenibilidad y medio ambiente a la hora de proyectar el futuro de nuestros espacios sanitarios.

Equidad

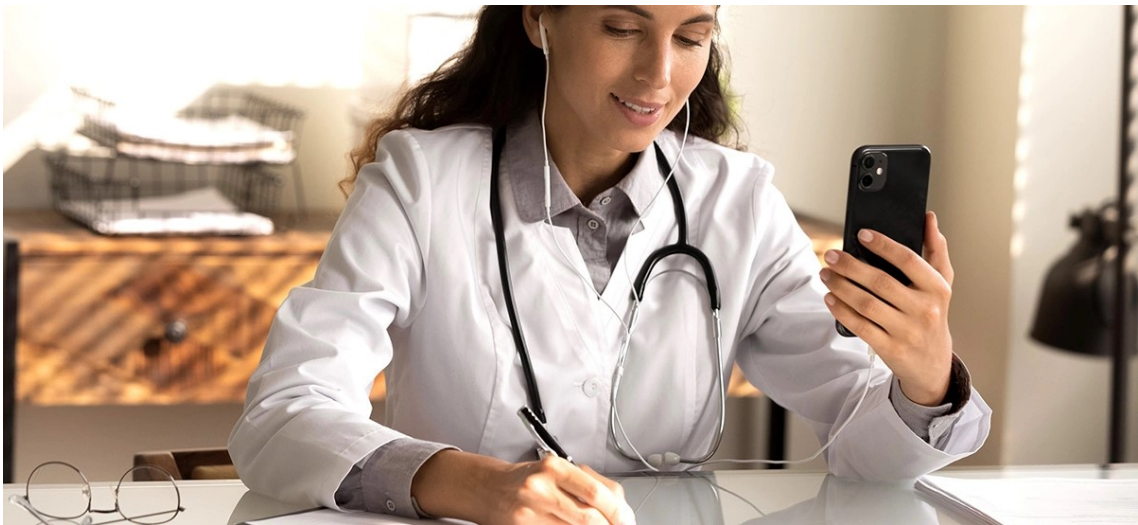
Es la oportunidad de acceder a un estado de bienestar general, abarcando salud física, mental, social, emocional y espiritual. Incluye factores medioambientales, económicos y atención a la salud.

La insuficiencia y obsolescencia de la infraestructura sanitaria sigue siendo un obstáculo para alcanzar un estado de salud óptimo. A medida que se transforma la atención sanitaria debemos preguntarnos ¿qué papel ocupará el hospital? siendo el lugar más costoso de la atención.

Sostenibilidad y medio ambiente

Es crucial asegurar que el hospital del futuro pueda responder con atención sanitaria adecuada en casos de catástrofes naturales. Para estos casos es uno de los motivos por el cual el hospital del futuro debe basarse en la flexibilidad y adaptabilidad a los cambios climáticos y sus consecuencias: como la aparición de enfermedades y sus agentes transmisores en nuevas zonas del globo terráqueo donde antes no se presentaban por sus condiciones climáticas.

Esta adaptación supone la incorporación de atención virtual y hospitales sin paredes para asegurar así flexibilidad, agilidad, resistencia y sostenibilidad.



Fuente: El auge de la telemedicina en medio de la COVID-19. Ideas que cuentan.

5. Futuro de la fuerza laboral

Las personas no pueden o quieren salir de sus domicilios, lo que ha llevado a modificar las fuerzas de trabajo e incorporar atención virtual o a domicilio. El cambio en la forma y el lugar de

trabajo de las personas ha impulsado a las organizaciones de salud a innovar, y esta mentalidad debería servirles para preparar el hospital del futuro.

Los decisores del sector de la salud, están comprendiendo que este cambio en la forma del trabajo no implica replicar el trabajo presencial de manera digital, si no que implica aprovechar las nuevas tecnologías para replantear el trabajo, los equipos y la cultura. Implantar la virtualidad no es un desafío tecnológico sino más bien de rediseño de flujos de trabajo.

Las competencias y el talento que requiere el sistema de salud también están cambiando. Cada vez se necesitan más habilidades como la codificación, la ciencia del comportamiento y la gestión, el análisis y la visualización de datos. Los directivos de los sistemas de salud y de los hospitales están teniendo que replantearse sus especificaciones de trabajo, de dónde atraen el talento el recurso humano necesario. Esto, a su vez, está impulsando nuevos modelos de organización y estructuración del trabajo a medida que los prestadores experimentan con fuerzas de trabajo contingentes, modelos asociados, ecosistemas de socios y el intercambio de escasas habilidades y capacidades humanas. Se deben considerar nuevas formas de trabajo, ya sea en persona, virtualmente o ambas.

6. FUTURO DE LA REGULACIÓN

“Las nuevas tecnologías y los modelos empresariales pueden ayudar a los reguladores a seguir el ritmo de la innovación en la salud.

Los reguladores de todo el mundo se enfrentan a importantes retos que se entrecruzan, como los costos para las empresas, las expectativas públicas de una mayor protección, las exigencias de una mayor equidad, la aceleración del cambio tecnológico, las limitaciones de recursos, la cultura organizacional y los problemas de talento, y la necesidad de regular el software a medida que se sigue utilizando en más y más aspectos de la prestación de atención de salud”⁵³⁻⁵⁴

Los marcos normativos serán muy importantes a medida que avancemos hacia la digitalización de siguiente nivel que nos permita desarrollar los hospitales sin paredes. La transición de las historias clínicas electrónicas (HCE) de los sistemas de salud a la nube no sólo proporciona flexibilidad y eficiencia en los costos y el funcionamiento, sino que también puede crear problemas de propiedad y seguridad de los datos.

La regulación desarrollada y administrada adecuadamente, proporciona grandes beneficios: protección a los usuarios y reducción de riesgos, y fomento del comercio a través de la innovación y actuación. Deben ser ágiles, innovadores, solidarios, centrados en el cliente y con conocimientos digitales.

Estos 6 puntos base que desarrollamos brevemente son una guía que sin duda nos ayuda a encaminar el proceso de transformación hacia los hospitales del futuro de una manera integrada. Claro está, que como arquitectos debemos analizar cada situación en particular y saber aplicar estos puntos de acuerdo a las singularidades de cada caso, para poder desarrollar proyectos holísticos, cuya estructura física responda y se integre a su estructura organizacional.

CAPÍTULO SEGUNDO: TENDENCIAS Y TECNOLOGÍAS EMERGENTES.

2. TENDENCIAS ARQUITECTÓNICAS

Luego de la pandemia, el sector de la salud ha sido uno de los que mayores transformaciones ha sufrido y esto también alcanza a la infraestructura física que ha debido implantar estrategias para poder responder a la gran demanda. Estos cambios de paradigma han introducido modificaciones en la concepción de los edificios para la salud.

2.1. ESPACIOS FLEXIBLES

Observamos que la arquitectura de los hospitales del futuro presenta el desafío de la creación constante de espacios flexibles que permitan la posibilidad de adaptarse de manera efectiva y eficiente a las necesidades cambiantes de los entornos.

Esa flexibilidad y adaptabilidad en hospitales es necesaria, ya que si imaginamos un hospital como un organismo vivo que debe responder a diferentes estímulos y cambios constantes, necesita ser flexible para moverse, crecer y adaptarse a las circunstancias, al igual que el cuerpo humano lo hace. Por eso, al diseñar un hospital, debemos considerar cómo los espacios pueden ser utilizados de manera eficiente y reconfigurados sin dificultad para proporcionar el mejor cuidado posible a los pacientes. Situaciones inesperadas, como la aparición de nuevas enfermedades, cambios en los modelos de

atención o emergencias sanitarias implican diseñar espacios que puedan ser reconfigurados rápidamente, permitiendo incluso agregar nuevas instalaciones cuando sea necesario.

Los profesionales de la arquitectura nos enfrentamos a diversos desafíos al diseñar espacios hospitalarios adaptables. Esta tarea debe ser llevada adelante por equipos interdisciplinarios que desarrollen capacidad para prever las necesidades futuras y anticiparse a los cambios en la atención médica, el avance de la tecnología, los cambios demográficos y las nuevas tendencias en la prestación de servicios de salud. Además, debemos considerar la infraestructura existente y encontrar soluciones que permitan la integración de nuevas instalaciones o la renovación de espacios existentes. La adaptabilidad en un entorno sanitario se logra mediante un diseño inteligente y estratégico.

La flexibilidad permite optimizar el uso de los espacios disponibles, esto permite renacionalizar áreas según las necesidades específicas de cada momento, lo que maximiza la eficiencia y permite brindar atención médica de calidad sin desperdiciar recursos. Además, un hospital flexible se adapta rápidamente a cambios imprevistos, como el aumento repentino de pacientes o la introducción de nuevos tratamientos o tecnologías, como lo vivido durante la pandemia por COVID-19. Esto garantiza un servicio de medicina preparado para enfrentar cualquier desafío que se presente y mantener a la atención médica en la vanguardia de la innovación,



Fuente: HOSPITECNIA, Hospital de la Santa Creu i Sant Pau - Barcelona, España

Consultando a la Inteligencia Artificial sobre las características de la arquitectura hospitalaria flexible nos brinda el siguiente resultado:

Espacios modulares: La utilización de sistemas constructivos modulares que permiten la rápida instalación, desmontaje y reubicación de paredes, divisiones y equipos médicos según las necesidades específicas de cada área o servicio.

Distribución adaptable: El diseño de espacios con una distribución abierta y sin divisiones permanentes, lo que permite una mayor flexibilidad para reconfigurar y adaptar el espacio a diferentes funciones y necesidades médicas.

Infraestructura adaptable: La incorporación de infraestructura flexible, como sistemas de cableado y tuberías modulares, que pueden ser fácilmente modificados o ampliados para acomodar nuevos equipos médicos o tecnologías emergentes.

Espacios multifuncionales: La creación de espacios multifuncionales que pueden ser utilizados para una variedad de servicios médicos, lo que permite una mayor eficiencia en el uso del espacio y una mejor capacidad de respuesta a las necesidades de los pacientes.

Tecnología integrada: La integración de tecnologías médicas avanzadas, como sistemas de información hospitalaria y dispositivos de telemedicina, que pueden ser fácilmente actualizados o reemplazados para mantenerse al día con los avances en la atención médica.

Flexibilidad de expansión: El diseño de instalaciones que permiten una fácil expansión o modificación en el futuro, ya sea mediante la adición de nuevas alas o la reconfiguración de espacios existentes para adaptarse a cambios en la demanda de servicios médicos.

En resumen, la arquitectura hospitalaria flexible se centra en la creación de entornos de atención médica que puedan adaptarse y evolucionar con el tiempo para satisfacer las necesidades cambiantes de los pacientes, el personal médico y las tecnologías médicas emergentes.

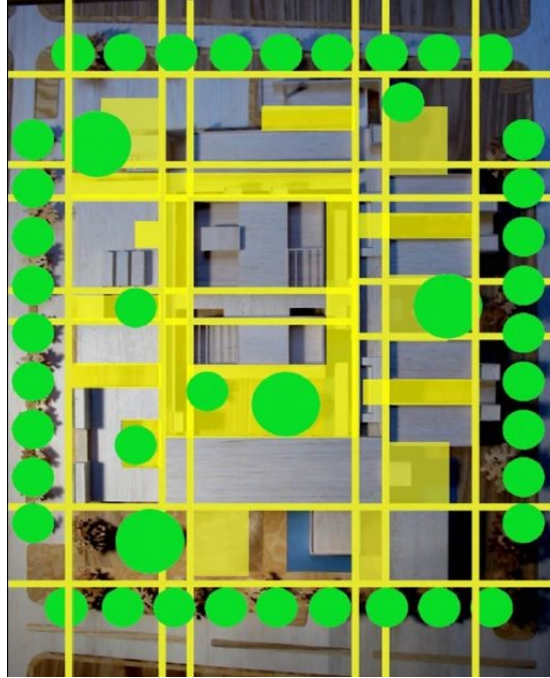
Esta caracterización sintética nos brinda la información necesaria para entender el camino correcto del diseño cuando queremos lograr espacios flexibles dentro de la arquitectura para la salud.



Fuente: HOSPITECNIA, Quirófanos híbridos: arquitectura y diseño. La sofisticación de los quirófanos híbridos muestra claramente las características de los espacios flexibles.

2.1.1. ESPACIOS MODULARES

Los espacios modulares en arquitectura hospitalaria son áreas que pueden ser ensambladas, desmontadas y reconfiguradas de manera rápida y eficiente. Estos espacios ofrecen flexibilidad y adaptabilidad en entornos hospitalarios, lo que permite ajustar la distribución del espacio según las necesidades específicas de atención médica, cambios en la demanda de servicios o la introducción de nuevas tecnologías. Generalmente, estos espacios se diseñan con elementos prefabricados o sistemas constructivos modulares. Uno de los elementos que debemos tener en cuenta para poder generar una trama es el ORDEN ESTRUCTURAL. La modulación en la estructura del edificio junto con el desarrollo de plantas libres, nos permite espacios completamente flexibles y adaptables a las distintas funciones que necesite albergar, pudiendo modificarse de acuerdo a los cambios que puedan surgir.



Fuente: Diplomatura de edificios para la salud - Módulo 2 - Metodología de diseño, parte 2 - arq. Elvira Contreras.

El edificio actúa como contenedor modular, capaz de aceptar las distintas demandas. Dentro de la modulación, se puede utilizar submódulos, siendo el de 7.20m. x 3.60m. el más utilizado.

Algunas características y ejemplos de espacios modulares en arquitectura hospitalaria incluyen:

Salas de atención médica: Las salas de atención médica, como las salas de hospitalización, salas de espera y consultorios, pueden diseñarse con paneles modulares que permitan reconfigurar fácilmente la distribución de las camas, los muebles y los equipos médicos según la demanda de pacientes o el tipo de atención requerida.

Áreas de quirófanos: Los quirófanos y áreas de cirugía pueden ser diseñados con sistemas de paredes y techos modulares que faciliten la instalación y reubicación de equipos médicos especializados, así como la adaptación de la sala para diferentes tipos de procedimientos quirúrgicos.

Unidades de cuidados intensivos: Las unidades de cuidados intensivos (UCI) pueden beneficiarse de espacios modulares que permitan ajustar la distribución de las estaciones de enfermería, monitoreo y atención médica según las necesidades específicas de los pacientes y el personal médico.

Áreas de emergencia: Las áreas de emergencia pueden diseñarse con módulos prefabricados que permitan una rápida expansión o reconfiguración del espacio en caso de aumento en la demanda de servicios durante emergencias o desastres naturales.

2.2. DISEÑO CENTRADO EN EL PACIENTE

Una de las tareas pendientes del sistema sanitario es hacer de la estancia hospitalaria, una experiencia lo más agradable posible, tanto para las personas hospitalizadas como para los familiares y personal sanitario. Diseñar una experiencia más confortable para el paciente debe ser un imperativo moral en la actualidad, dentro del conjunto de retos a los que se enfrenta el sistema sanitario en la actualidad. La atención en los centro sanitarios está replanteando los entornos en los que se lleva a cabo esta atención para poner el bienestar del paciente como centro de la misma.

La priorización del confort de las personas ingresadas, así como de sus familiares, debe comprender una **atención integral que tenga en cuenta tanto las necesidades físicas como aspectos emocionales** o psicológicos, algo que, además, debe plasmarse en los distintos espacios e instalaciones que conforman el hospital.

En el terreno de los requerimientos relacionados con el entorno físico, uno de los elementos primordiales **para asegurar el bienestar de los pacientes es el mantenimiento de altos estándares de limpieza y desinfección**, buscando que las personas se sientan no solo cómodas durante su estancia hospitalaria, sino seguras y protegidas ante el posible riesgo de contraer infecciones nosocomiales. En

ese sentido, es clave considerar los puntos de mayor contacto (pasamanos, botonería de los ascensores, manetas de las puertas), así como las zonas de riesgo medio y alto en cuanto a sus necesidades de limpieza y desinfección (bloques quirúrgicos, unidades de cuidados intensivos, urgencias), como vectores de transmisibilidad sobre los que es imprescindible ejecutar los adecuados protocolos de limpieza y desinfección.

Otro de los aspectos relativos al bienestar físico del paciente tiene que ver con el **control de factores ambientales tales como la iluminación, la temperatura y el confort térmico y acústico de los diferentes espacios hospitalarios.**

En lo que respecta a la temperatura, es importante que esta sea la adecuada en cada estancia, buscando garantizar el bienestar térmico, a la vez que cumple con un compromiso de ahorro energético. Asimismo, los sistemas de ventilación deben asegurar, con los adecuados sistemas de filtración, un entorno bien ventilado y libre de patógenos, aspecto primordial a la hora de minimizar el riesgo de transmisión de infecciones nosocomiales.

Todos estos aspectos, por tanto, deben tenerse en cuenta en el diseño de las diferentes instalaciones sanitarias, las cuales deberán contar con sensores que permitan monitorizarlos y regularlos según las distintas necesidades, para mejorar los procesos de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo.

Siguiendo con los aspectos físicos, y ahora en relación con el ámbito arquitectónico, es clave que los espacios hospitalarios se diseñen (tanto en el caso de nueva construcción como reforma), de acuerdo con los requerimientos funcionales, así como teniendo en cuenta las necesidades de los pacientes y sus familiares.

En ese proceso de diseño hay que tener en cuenta, en primera instancia, la accesibilidad al edificio, considerando una adecuada circulación y señalización desde la red de transporte público y desde el propio aparcamiento del edificio. En general, la comunicación del aparcamiento con el edificio sanitario y sus circulaciones debidamente señalizadas son, sin duda, un aspecto clave para los usuarios.

Las circulaciones interiores en el hospital deben considerar a las personas con movilidad reducida o problemas sensoriales y, en ese sentido, adecuarse a la legislación en cuanto a la supresión de barreras arquitectónicas, interpretando y ejecutando los recorridos interiores según las necesidades de los diferentes grados de limitantes que puedan darse.

Los espacios hospitalarios comunes, **las zonas de descanso, salas de espera, las cafeterías y los vestíbulos deben priorizar la iluminación natural, el uso de materiales agradables, fáciles de mantener y limpiar,** logrando un equilibrio entre imagen y funcionalidad. Los colores y el mobiliario tienen, a su vez, importancia en la medida que pueden incidir en la reducción del estrés y mejorar la comodidad y la imagen del entorno.

En una línea similar, el diseño de las habitaciones de los pacientes debe garantizar su intimidad, la comodidad y tener en cuenta la ergonomía, así como al posible acompañante y visitas. Deben también prever espacios adecuados para el material clínico. En los acabados y revestimientos se buscarán acabados naturales, imitando maderas, así como colores que potencien la relajación. Para un descanso óptimo tanto la luz como la sonoridad y la temperatura y ventilación juegan un papel clave. Todos estos aspectos pueden incidir en una más rápida recuperación del paciente, disminuyendo la saturación del sistema de salud.

En otro orden de cosas, en el ámbito de las necesidades emocionales y psicológicas, un factor prioritario en el cuidado del bienestar de los pacientes y sus familias es **la implementación de la humanización en los procesos hospitalarios**. Más allá de la necesaria atención médica de calidad, el centro de salud debe incorporar de forma transversal proyectos de formación en humanización y experiencia del paciente, de manera que tanto los profesionales sanitarios como los no sanitarios, desarrollen su labor con un trato cercano, personalizado, empático y enfocado en su bienestar, en el sentido más amplio.

Dentro de este marco, la comunicación efectiva constituye un elemento básico como vía para afianzar la confianza entre el personal médico y los pacientes, lo cual tiene efectos directos en el seguimiento del tratamiento y las recomendaciones médicas, así como en la reducción del estrés y la ansiedad.

Con todo, **mejorar la experiencia del paciente debe contemplar una atención integral** que tenga en cuenta tanto las necesidades físicas como los factores de carácter emocional, aspectos que deben plasmarse en el diseño y configuración de los entornos hospitalarios, así como en la asistencia recibida por parte de los profesionales, con el fin último de contribuir al bienestar de las personas y a hacer de su estancia hospitalaria una experiencia más positiva y agradable.

2.3. INTEGRACIÓN DE TECNOLOGÍA Y SUSTENTABILIDAD

2.3.1. DIGITALIZACIÓN

Es sabido que la incorporación de la tecnología y sus avances modifican la arquitectura y las formas de atención. No se puede incorporar avances tecnológicos como una herramienta más, en un entorno físico que no se adapte a él; el resultado de esta decisión es una atención ineficiente que no sólo no aprovecha los beneficios que la tecnología puede brindar en la atención sanitaria, si no que no

se logra una inserción y aprovechamiento al máximo de sus posibilidades. Hoy en día la tecnología pasa a ser un elemento crucial al momento de diseñar o reacondicionar entornos sanitarios.

Gracias a la digitalización (herramientas IoT, 5G y las últimas tecnologías médicas), los centros médicos ya pueden incorporar los últimos avances tecnológicos, informáticos y robóticos para mejorar la calidad de atención, facilitar el trabajo del personal sanitario, incrementar la eficiencia en las operaciones diarias y hasta brindar asistencia hospitalaria digital.

Los dispositivos IoT (internet of things) permiten monitorizar a los pacientes en tiempo real, permitiendo así reducir tiempos de espera, suministrar medicación, gestionar la farmacia hospitalaria y mejorar la atención. Todos los datos de los pacientes pueden ser procesados por herramientas Big Data y sometidos a técnicas de inteligencia artificial para determinar tratamiento y mejorar las terapias.

Desde la aparición del Covid-19, la digitalización de la atención médica presenta un marcado aumento que sigue en desarrollo, aunque quede mucho trabajo por hacer aún. Estas mutaciones que en principio pueden parecer modificaciones meramente tecnológicas, implican cambios no sólo de los espacios físicos sino también en la forma de pensar; en reconocer oportunidades y estar dispuestos a aprender y formarse en este nuevo ámbito.

La digitalización beneficia a pacientes y empleados

El personal sanitario se ha centrado en automatizar lo cotidiano. Por ejemplo, la información del paciente, que suele escribirse en la puerta, se extrae automáticamente de los historiales médicos electrónicos y se muestra digitalmente fuera de la habitación. Esto permite al médico centrarse en la recuperación del paciente en lugar de ocuparse del papeleo. Además, al estar automatizado, cualquier cambio se actualiza al instante, lo que reduce el riesgo de error humano al olvidar hacer la actualización. Esto por sí solo aumenta las posibilidades de seguridad tanto para el paciente como para

el personal sanitario. Un planteamiento que parta de la experiencia del paciente o del trabajador sanitario exige eliminar los tradicionales compartimentos estancos entre diseño, construcción y operaciones.

2.4. AMBIENTES SANADORES

Los ambientes sanadores, también conocidos como entornos terapéuticos o espacios curativos, son entornos físicos diseñados para promover el bienestar emocional, mental y físico de las personas que los habitan. La arquitectura puede colaborar tanto la sanación como el bienestar, ya sea para mitigar y reducir la transmisión de enfermedades, o simplemente brindar un espacio tranquilo para el consuelo, los edificios de nuestra vida diaria moldean directamente nuestra experiencia. En el caso de la arquitectura destinada a la salud, los espacios se construyen para abordar problemas de salud y refugio. A medida que los arquitectos continúan repensando los diseños para la vivienda y las necesidades humanas básicas, también han extendido su enfoque al bienestar mental, físico y espiritual.

2.1.1. NEUROARQUITECTURA Y AMBIENTES SANADORES

La arquitectura incide en múltiples aspectos de la vida humana. No en vano nuestra vida transcurre en su mayor parte dentro de los edificios. Así, esta disciplina no solamente se basa en la construcción de edificios y estudio de los distintos espacios, sino que es fundamental que el ser humano se encuentre cómodo en ellos. En este punto, surge la neuroarquitectura como concepto.

Cuando diseñamos los edificios que habitamos, el entorno construido cambia nuestra conducta y modifica nuestro cerebro. Esto explica la íntima relación que guardan la Arquitectura y las Neurociencias, y su enorme sinergia a la hora de diseñar espacios que ayuden a mejorar la experiencia

de las personas que viven, aprenden y trabajan en ellos. Comprender cómo funciona el cerebro humano en la percepción y la navegación por el espacio nos permitirá incluir estrategias de diseño que van más allá de la necesidad de funcionalidad, confort y rentabilidad.

Hoy, los avances en el campo de la neurofisiología son capaces de explicar la forma en que percibimos el mundo que nos rodea y en que el entorno físico afecta la cognición, la capacidad de resolver problemas y el estado de ánimo. Incorporar estos conocimientos brinda nuevas herramientas para planificar los espacios que ocupamos y en los que pasamos el 90 por ciento de nuestra vida.

La Neuroarquitectura, entonces, se puede definir como el entorno construido que ha sido diseñado con principios derivados de las Neurociencias, ayudando de esta forma a crear espacios que favorezcan la memoria, la mejora de las habilidades cognitivas y la estimulación de la mente, evitando al mismo tiempo el estrés.

“Según la Academia de Neurociencias para la Arquitectura, estos son los requisitos funcionales para distintos tipos de edificios a partir de los cuales se establecen las principales áreas de estudio que deben ser abordadas”.

1. Percepción sensorial
2. Recorrido: los espacios que fomentan la libre exploración crearán representaciones menos influenciadas por los recorridos mejorando la experiencia personal.
3. Aprendizaje y memoria: indica la importancia de incorporar elementos de diseño que permitan el reconocimiento espacial y la recordación.
4. Emociones: Dado que las respuestas emocionales incluyen las áreas del cerebro relacionadas con los movimientos corporales y con el sistema nervioso autónomo que regula la

homeostasis, la arquitectura se convierte en un elemento capaz de alterar nuestros estados fisiológicos.

2.1.1. JARDINES SANADORES

Según afirma Luciano Truffa “El Jardín Sanador o Terapéutico es un espacio natural al interior de un centro de salud, diseñado específicamente para la comunidad que le dará uso: pacientes, familiares y funcionarios. Su diseño tiene como objetivo principal potenciar los beneficios que la Naturaleza nos entrega intrínsecamente, para facilitar la recuperación tanto física, psíquica, anímica y social, como la espiritual “(Jardines Sanadores, 2019).

En la medida que la medicina está comprendiendo que el cuerpo funciona de forma unitaria y que no basta con recuperar un órgano para sanar al individuo completo, se entiende que este individuo es a su vez, parte de un contexto con el que podrá potenciar su proceso de sanación. Dentro de este marco se propone la revalorización de la naturaleza como parte de un nuevo paradigma sanador por medio de la creación de infraestructura arquitectónica hospitalaria”. (Jardines sanadores: la naturaleza como infraestructura terapéutica hospitalaria).

Algunos aspectos que deberían considerarse .

- Acceso y contacto directo con la naturaleza: buscar especies de distinta época de floración, de manera que se mantenga el verde durante el año, además evitar plantas con espinas que podría lastimar a los ocupantes.
- Sentido de control, contención y pertenencia: áreas bien definidas, con accesos marcados, senderos y asientos.
- Espacios que permitan el apoyo o soporte social: sectores cerrados o protegidos.
- Favorecer el movimiento y el ejercicio físico.



Fuente: Jardines sanadores: la naturaleza como infraestructura terapéutica hospitalaria

3. GESTIÓN – TRABAJO EN RED

En la última década, el servicio sanitario ha notado una marcada evolución digital. Este cambio de lo analógico a lo digital ha agilizado los procesos y subrayado la importancia de la resistencia energética y la estabilidad de la red en los entornos sanitarios. Este aumento de la dependencia de los dispositivos y sistemas electrónicos, la resistencia energética de los edificios sanitarios es primordial. Lo mismo sucede con la estabilidad y velocidad de la red, otro punto fundamental del cual depende la seguridad y eficiente de los pacientes y el personal sanitario en esta era digital.

COLABORACIÓN. Clave para digitalizar con sentido.

La digitalización busca acercar la atención médica a las personas que requieren cuidados médicos. La idea subyacente es garantizar que todos los individuos tengan acceso a un sistema de salud mejorado, eficiente y adaptado a sus necesidades específicas, allí es donde la digitalización juega un papel crucial, al permitir la expansión en la atención médica de manera accesible y efectiva, mejorando la

HIPEREFICIENCIA: rendimiento óptimo de las funciones hospitalarias.

La transformación de un hospital tradicional a inteligente depende de la solidez de su infraestructura informática, que es la base en la que se sustentan diversas funciones, como la carga de los historiales electrónicos.

El Edge computing es fundamental ya que al procesar los datos más cerca de su origen, mejora la eficiencia operativa. Esta proximidad garantiza el procesamiento inmediato de los datos, de forma que aumenta la seguridad tanto del paciente como del personal sanitario.

EDGE COMPUTING: es la informática que se lleva a cabo cerca de los usuarios o fuentes de datos, fuera del centro de datos/nube tradicional y centralizado. Se utiliza para ofrecer una mejor experiencia de usuario en torno a las aplicaciones que responden con rapidez ante eventos específicos o para recopilar y procesar datos de los dispositivos locales del internet de las cosas, lo cual permite tomar decisiones basadas en esta información con mayor rapidez.

HIPEREFICIENCIA EN LA PRÁCTICA: ESCENARIOS DE HOSPITALES INTELIGENTES

Admisión: procesos digitales en la admisión garantiza entrada rápida y precisa de pacientes. Una falla implicaría volver a procesos manuales.

Productos . Farmacéuticos: controlan el acceso a los medicamentos con inicios de sesión

Urgencias: escaneado de prod. utilizados permite facturar de manera precisa y correcta.

EL ECOSISTEMA DE LA EFICIENCIA

Para lograr una hipereficiencia en los sistemas sanitarios es necesaria una integración estratégica de la tecnología en el marco sanitario. Esta integración garantiza un trabajo eficiente y un sistema sanitario capaz de adaptarse a las nuevas necesidades que puedan surgir.

El mejor enfoque para los responsables en la toma de decisiones, es buscar proveedores y soluciones

que se adapten a las necesidades del centro sanitario. De esta manera se garantiza una flexibilidad del sistema que puede responder a las distintas necesidades que puedan ir surgiendo en los centros sanitarios (que el sistema de Edge computing permita dar respuesta a las exigencias de digitalización de cada área del hospital o centro de salud).

LA VENTAJA DEL EDGE COMPUTING EN LA SANIDAD

Al dar prioridad a la hipereficiencia, los hospitales reducen costos operativos, mejoran la experiencia y seguridad de los pacientes. El Edge computing en la sanidad dirige el sector hacia una excelencia y eficiencia sin precedentes.

Para poder optimizar la logística de centros sanitarios en Andalucía bajo una política de centralización que permita tener acceso a los datos de cada uno de estos centros en tiempo real, y al mismo tiempo modernizar los procesos de logística que se llevan a cabo actualmente, se integraron:

- En las plantas de hospitalización: Sistemas de almacenamiento Kanban (cajones con doble compartimento, etiquetados con códigos de barra y gestión de almacenamiento con PDA o tablets.
- En Farmacias de grandes hospitales: armarios electrónicos Kardex para preparación de carros unidosis
- En unidades críticas (UCI,UCO, urgencias, oncología, etc) armarios electrónicos con registro de los usuarios que retiran medicación
- Aplicación corporativa de gestión de historias clínicas y gestión farmacológica
- Aplicación corporativa integral de gestión logística.

Muchas empresas están incorporando tecnología para el desarrollo de herramientas que permitan una gestión de la atención sanitaria más eficiente y actualizada. Una de ellas es la empresa

AMALFI ANALYTICS, que ha desarrollado una línea de productos para implementar en edificios sanitarios y mejorar así la eficiencia en la atención y gestión de los mismos:

PRODUCTOS

- Predictor de actividad en Urgencias (predice actividad, ocupación y necesidades de recursos para los pacientes anticipando riesgos)
- Predictor de absentismo laboral (para planificar, reducir gastos y evitar sobrecargar al personal)
- Marketplace de recursos (para agilizar búsqueda y reserva para conseguir derivaciones rápidas y seguras)

SERVICIOS

- Paciente crónico complejo (identificar la variabilidad de pacientes, identificar patrones y buscar grupos homogéneos para mejorar resultados en salud)
- Trayectorias evolutivas (por patología, desde estudios iniciales, al diagnóstico y resolución final)
- Flujos territoriales (flujos y anomalías de recursos en el territorio)

4. AVANCES EN INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA.

4.1. DESARROLLOS EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL

En la búsqueda continua de mejorar la atención médica, la ingeniería estructural desempeña un papel fundamental en la concepción y construcción de los hospitales del futuro que deberán contar **con estructuras resilientes, eficientes y sostenibles.**

Desde una perspectiva humana, todos los desastres representan un problema de salud y cualquier daño a sus sistemas afecta a todos los sectores de la sociedad. Por ello, todos deben tener presente la importancia de este tema y comprometerse a velar que las instalaciones de salud y los hospitales sean resistentes frente a las amenazas naturales

Como lo señala la OPS/OMS (2003) “la incorporación de medidas de mitigación en el diseño y en la construcción de un hospital nuevo representará menos de 4% de la inversión total inicial” (p.10).

Los hospitales de campaña no son necesariamente la solución para compensar la pérdida de un hospital o de una instalación de salud.

4.1.1. Sismicidad y Seguridad Estructural.

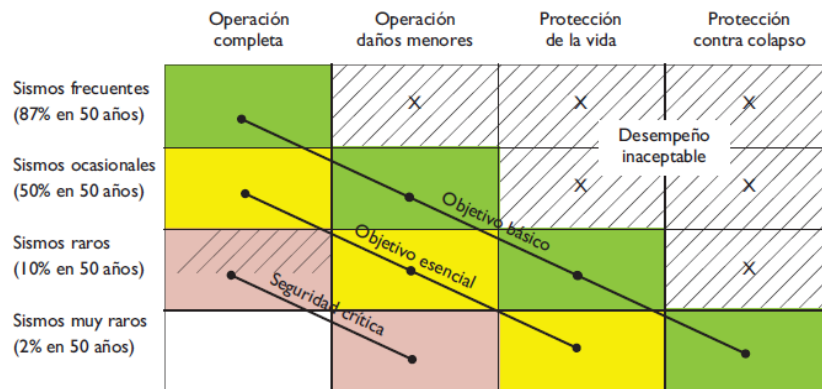
4.1.1.1. Criterios básicos de diseño: desempeño.

Para el diseño sísmico se establecen ciertos objetivos de desempeño de las estructuras ante distintos niveles de intensidad de la acción sísmica. En el caso de edificios convencionales, se espera que, para sismos de intensidad baja, que se producen con mucha frecuencia, la estructura pueda seguir operando sin daños, y para sismos ocasionales, pueda ser utilizada, aunque haya sufrido daños menores en elementos no estructurales. Para un sismo de intensidad elevada y poco frecuente, la estructura debe mantenerse en pie para garantizar la vida de sus ocupantes. Un hospital, en cambio, es una estructura

que debe mantenerse operando aún después de un sismo de gran intensidad para poder atender a los heridos y con ello salvar muchas vidas.

Los reglamentos establecen niveles mínimos de desempeño, pero el dueño de una estructura puede y debe tomar decisiones acerca de los niveles de la suya para maximizar la rentabilidad de su inversión. La ingeniería moderna, idealmente, debería proveer la información necesaria para la toma de dichas decisiones.

INTENSIDAD SÍSMICA MEDIDA EN PROBABILIDAD DE OCURRENCIA EN 50 AÑOS Y DESEMPEÑO ESTRUCTURAL



Fuente: Unidad de Instrumentación Sísmica²

4.1.1.2. Diseño por resistencia.

En esta metodología se garantiza que la estructura sea capaz de resistir las acciones de diseño; sin embargo, no siempre es claro cómo se asocian dichos criterios, con distintos niveles de desempeño.

En los reglamentos se establecen los niveles de desempeño esperados en forma indirecta, mediante la definición de dos estados límite; el de servicio y el de resistencia. Para cumplir con el estado límite de servicio, la estructura debe analizarse ante una acción sísmica de baja intensidad y los desplazamientos laterales de la misma no deben exceder ciertos valores. De esta forma se intenta garantizar que la estructura sufrirá daños menores ante la acción de sismos frecuentes.

Para cumplir con el límite de resistencia, en cambio, la estructura debe analizarse ante la acción de un sismo intenso. La estructura en este caso debe poder resistir las fuerzas inducidas por el sismo.

Las resistencias en los elementos estructurales, se calculan nominalmente al límite; esto quiere decir que la resistencia es el indicador de la falla del elemento. El estado límite de resistencia previene la posibilidad de colapso de la estructura y los daños que se pueden producir no ponen en peligro la vida de sus ocupantes. Sin embargo, el nivel de daño en la estructura puede ser considerable, lo que implica que ésta no podrá continuar en operación y requerirá extensas reparaciones.

4.1.1.3. Algunos daños observados.

A continuación, se presentan algunos casos de daños observados en hospitales debido a sismos.

a) Hospital General de México, Ciudad de México (1985)

Durante el terremoto de 1985 en Ciudad de México, el Hospital General de México sufrió graves daños estructurales. Parte del edificio colapsó, lo que resultó en la pérdida de vidas y la interrupción de servicios médicos. Este evento resaltó la importancia de la resistencia sísmica en la construcción de instalaciones médicas.



Fuente: OMS, Hospitales Seguros frente a Desastres, 2008.

b) Hospital Juárez de México, Ciudad de México (2017)

El terremoto de 2017 en México causó daños significativos en el Hospital Juárez de México. Se observaron grietas en las paredes y los techos, y se informaron problemas en las instalaciones eléctricas y de suministro de agua. Esto llevó a la evacuación de pacientes y la reubicación de servicios médicos.

c) Hospital Christchurch, Nueva Zelanda (2011)

Durante el terremoto de Christchurch en 2011, el Hospital de la Ciudad de Christchurch sufrió daños importantes. Se registraron grietas en las paredes y los techos, lo que provocó la evacuación de pacientes y la cancelación de cirugías programadas. Además, se produjeron daños en equipos médicos y sistemas de suministro de energía.

d) Hospital Regional de Rancagua, Chile (2010)

El terremoto de Chile en 2010 causó daños significativos en el Hospital Regional de Rancagua. Se reportaron grietas en las paredes y losas, así como daños en equipos médicos. La infraestructura afectada y la interrupción de servicios médicos impactaron la capacidad del hospital para atender a los pacientes.

e) Hospital Santa María della Scala, Italia (2009)

Durante el terremoto de Italia en 2009, el Hospital Santa María della Scala en la ciudad de Siena sufrió daños considerables. Se observaron grietas en las estructuras, lo que provocó la evacuación de pacientes y la suspensión de servicios médicos. La reconstrucción y la reparación de la infraestructura llevaron tiempo y recursos significativos.

Llama la atención el número de estructuras con daño grave. Como se mencionó anteriormente, este no es un desempeño aceptable para la magnitud del sismo y las aceleraciones registradas, ya que no excedieron las consideradas por los reglamentos.

Estos ejemplos ilustran cómo los hospitales pueden ser vulnerables a los terremotos y cómo los daños pueden afectar la capacidad de proporcionar atención médica crítica en momentos de crisis. Es fundamental que los hospitales estén preparados para enfrentar y mitigar los impactos de los sismos mediante la implementación de medidas de seguridad estructural, planes de emergencia y capacitación del personal médico.

4.2. ELEMENTOS PREFABRICADOS Y HOSPITALES DEL FUTURO.

La construcción de hospitales ha experimentado una evolución significativa en las últimas décadas con la aplicación de tecnología de elementos prefabricados

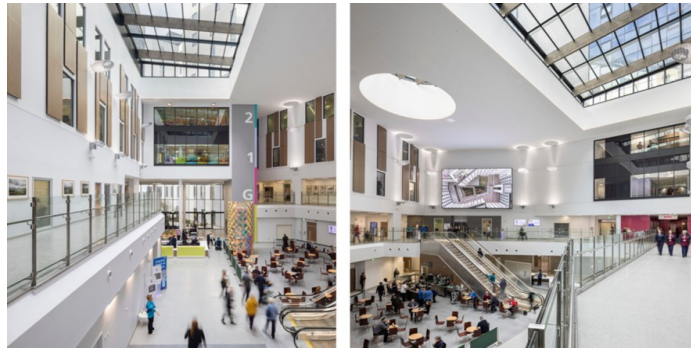
Esta tecnología permite la fabricación de componentes estructurales y sistemas integrados en entornos controlados, garantizando una calidad superior y reduciendo los tiempos de construcción. En el contexto hospitalario, donde la urgencia y la precisión son críticas, esta metodología ofrece una solución eficaz para satisfacer las demandas crecientes de infraestructuras de salud.

Aunque la inversión inicial en la implementación de sistemas prefabricados puede ser mayor, la economía de costos a largo plazo, la rapidez en la construcción y la capacidad de adaptación a los cambios en la atención médica respaldan su adopción.

Algunos ejemplos de hospitales construidos con una gran cantidad de elementos prefabricados son los siguientes:

a) Royal Liverpool University Hospital, Reino Unido.

Este hospital, ubicado en Liverpool, es un excelente ejemplo de construcción hospitalaria utilizando elementos prefabricados. El proyecto incluyó la fabricación en off-site de módulos completos de habitaciones de pacientes y otras áreas clínicas, lo que permitió una construcción más rápida y eficiente. Se utilizaron paneles prefabricados para las paredes exteriores e interiores, así como para los sistemas MEP, lo que contribuyó a la calidad controlada y a la reducción de residuos en el sitio de construcción. Como principal hospital de traumatología de Liverpool cuenta de 640 camas y cumple con el objetivo de tener 100 por ciento de habitaciones para un solo paciente. La luz natural, las vistas, el paisaje y la facilidad de orientación reducen el estrés y la ansiedad en las nuevas instalaciones de enseñanza e investigación.



Fuente: Hospitecnia.com.

b) Hospital del Mar, España.

La segunda fase de la ampliación del Hospital del Mar en España, es un excelente ejemplo de la construcción industrializada, con la utilización de elementos estructurales prefabricados que asegura la rapidez, eficacia y eficiencia en la fabricación y montaje. De entre todos estos elementos, la rapidez en determinadas circunstancias puede erigirse como el principal estandarte apuntalando la valiente

decisión de ejecutar la estructura de un edificio de 45m íntegramente prefabricada al 100%: pilares, forjados, escaleras y núcleos verticales de comunicación con función estabilizadora



Fuente: Hospitecnia.com.

4.3. INSTALACIONES HIDROSANITARIAS EN HOSPITALES DEL FUTURO

Las instalaciones hidrosanitarias en hospitales del futuro deben ser diseñadas para garantizar la eficiencia operativa, la seguridad del paciente, la sostenibilidad y la prevención de infecciones.

Los hospitales necesitan un suministro constante de agua potable segura para diversas aplicaciones, como consumo humano, preparación de alimentos y limpieza. Sistemas de purificación avanzados, como ósmosis inversa, filtros de carbón activado y desinfección ultravioleta, pueden garantizar la eliminación de contaminantes y microorganismos presentes en el agua.

4.3.1. Grifos y Accesorios de bajo flujo.

La implementación de grifos y accesorios de bajo flujo en hospitales es una estrategia eficaz para promover la eficiencia en el uso del agua y reducir el desperdicio. Esto se traduce en un ahorro

significativo de agua, lo que es beneficioso desde el punto de vista ambiental y económico para los hospitales.

En entornos hospitalarios, es importante prevenir la contaminación cruzada y la propagación de infecciones. Los grifos de bajo flujo pueden ayudar a mantener un ambiente más controlado al limitar el riesgo de salpicaduras y aerosoles de agua contaminada.

Los grifos con sensores automáticos pueden ayudar a reducir aún más el desperdicio de agua al cerrarse automáticamente cuando no se detecta la presencia de manos. Además, esta característica también puede mejorar la higiene al reducir el contacto con las superficies del grifo.

4.4. SISTEMAS DE ENERGÍA

4.4.1. Eficiencia Energética.

Es importante la gestión de la eficiencia energética en los centros hospitalarios principalmente porque son instalaciones con un consumo elevado, permanente y crítico. En los hospitales, la iluminación, la calefacción, el aire acondicionado, los sistemas de seguridad, de monitorización, ascensores, labores de limpieza y esterilización y quirófanos funcionan 24 horas al día, los 365 días del año.

El consumo de energía cada vez mayor y el aumento significativo de los costes de ésta han hecho que la eficiencia energética sea una constante preocupación para los gestores de los hospitales, que deben enfrentar el reto de ahorrar en costes de funcionamiento, sin perder confort o calidad. Para ello, las herramientas de gestión técnicas como los BMS (Building Management Systems) se perciben como cada vez más indispensables en los edificios hospitalarios.

4.4.1.1. Eficiencia energética en iluminación.

La iluminación de hospitales y centros de salud debe garantizar unas condiciones óptimas para el desarrollo de las tareas y, al mismo tiempo, crear un ambiente adecuado que contribuya al bienestar del paciente y su recuperación.

Estos centros, por sus características, necesitan disponer de una iluminación específica y adaptada a las necesidades de cada espacio (consultas, quirófanos, laboratorios, salas de esperas, etc.). Al mismo tiempo, la eficiencia energética en iluminación es también una prioridad, tanto para reducir costes como para reducir el impacto ambiental asociado al consumo eléctrico.

El peso específico de la iluminación respecto al consumo total de energía de un hospital o centro de salud se encuentra entre un 20-30%. Con un adecuado sistema de iluminación, el potencial de ahorro resulta en torno al 30%; por lo tanto en los centros hospitalario y de salud es importante disponer de un sistema de iluminación eficiente, de alto rendimiento, que incorpore sistemas de regulación y control adecuado a las necesidades de cada espacio, permitiendo tener unos niveles adecuados de confort, sin perder eficiencia energética.

a) Aspectos de la instalación para lograr la eficiencia energética en iluminación.

- Maniobra y selectividad de la instalación.

La instalación debe proyectarse de manera que se puedan realizar encendidos parciales para aprovechar la luz natural o para ajustar los puntos de luz según las necesidades, es decir, para lograr una mayor eficiencia energética es necesario la zonificación o parcialización de los circuitos en la instalación.

- **Sistemas de regulación y control.**

La implementación de sistemas de control puede reducir los costes energéticos y de mantenimiento de la instalación e incrementa la flexibilidad del sistema de iluminación. Estos sistemas de control permiten realizar encendidos selectivos y regulación de luminarias según el tipo de actividad que se desarrolle y en los periodos de tiempo que sea necesario. Estos sistemas incluyen la regulación y control a demanda, control de encendido y apagado según presencia en sala o regulación por un sistema centralizado de gestión.

- **Tecnología LED.**

Las luces LED son mucho más eficientes energéticamente que las luces incandescentes o fluorescentes, ya que consumen menos energía para producir la misma cantidad de luz. Además, se tiene una vida útil más larga, lo que reduce los costos de mantenimiento.

4.4.1.2. Aprovechamiento de los sistemas HVAC geotérmicos para una calefacción y refrigeración eficaces.

Una alternativa para mejorar la eficiencia energética y la sostenibilidad de los sistemas HVAC es la utilización de sistemas geotérmicos de calefacción y refrigeración.

Los sistemas geotérmicos HVAC aprovechan el calor natural de la tierra para proporcionar calefacción y refrigeración a las instalaciones hospitalarias. Al aprovechar la temperatura constante de la tierra, estos sistemas pueden regular eficientemente el clima interior.

Este enfoque innovador reduce significativamente el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero. Las instalaciones hospitalarias pueden contribuir significativamente a la preservación del medio ambiente mediante la adopción de sistemas HVAC geotérmicos.

Además, los sistemas HVAC geotérmicos ofrecen varias ventajas sobre los sistemas convencionales de calefacción y refrigeración:

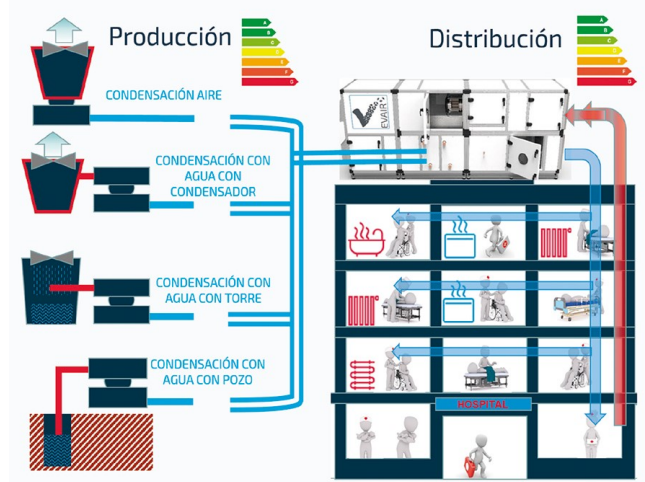
- **Eficiencia energética.**

Según la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. (EPA), los sistemas HVAC geotérmicos pueden reducir el consumo de energía hasta en un 45% en comparación con los sistemas tradicionales. Esta sustancial eficiencia energética se traduce en menores costos de servicios públicos, lo que genera ahorros sustanciales para los hospitales a largo plazo.

- **Fiabilidad.**

Los sistemas geotérmicos HVAC son reconocidos por su confiabilidad. A diferencia de los sistemas tradicionales que requieren un mantenimiento frecuente, los sistemas geotérmicos tienen menos componentes mecánicos y, por tanto, son menos propensos a sufrir averías. Esto da como resultado un tiempo de inactividad reducido y un servicio ininterrumpido para los pacientes y el personal del hospital.

Al adoptar estas soluciones sostenibles, los hospitales pueden transformar su infraestructura, garantizando un entorno confortable para los pacientes y el personal y, al mismo tiempo, avanzar significativamente hacia un futuro más ecológico.



Fuente: Proinstalaciones.com

4.5.2. Almacenamiento de energía.

La continuidad del suministro eléctrico es esencial en entornos hospitalarios, donde la interrupción de la energía puede tener consecuencias graves. Desde el funcionamiento de equipos médicos hasta el soporte vital, la electricidad es un componente crítico que no puede interrumpirse sin poner en peligro la vida de los pacientes.

Una de las tecnologías más prometedoras es el uso de baterías de ion-litio avanzadas. Estas baterías, conocidas por su alta densidad energética y eficiencia, están experimentando constantes mejoras que las hacen ideales para aplicaciones médicas. Se espera que, en el futuro próximo, estas baterías ofrecen capacidades de almacenamiento aún mayores, tiempos de carga más rápidos y una vida útil prolongada, lo que permitirá a los hospitales contar con sistemas de almacenamiento de energía más potentes y confiables.

Además de las baterías de ion-litio, los hospitales del futuro podrían optar por sistemas de almacenamiento a gran escala, como baterías estacionarias de alta capacidad o sistemas basados en almacenamiento de hidrógeno. Estas tecnologías permiten almacenar grandes cantidades de energía y

proporcionar respaldo durante períodos prolongados en caso de cortes de energía, asegurando así la continuidad de las operaciones médicas críticas.

La implementación de sistemas de gestión energética inteligente también será fundamental en los hospitales del futuro. Estos sistemas, respaldados por algoritmos avanzados, inteligencia artificial y aprendizaje automático, optimizarán el uso de la energía, coordinarán la carga y descarga de los sistemas de almacenamiento, y tomarán decisiones informadas en tiempo real para maximizar la eficiencia energética y garantizar un suministro eléctrico estable.

Además, la integración de fuentes de energía renovable jugará un papel crucial en la resiliencia energética de los hospitales. La instalación de paneles solares, turbinas eólicas y otras tecnologías renovables ayudará a reducir la dependencia de la red eléctrica tradicional y mejorará la capacidad de los hospitales para hacer frente a emergencias y eventos climáticos extremos.

Por último, la adopción de microrredes energéticas en hospitales del futuro será una tendencia en alza. Estas microrredes son sistemas autónomos de generación, almacenamiento y distribución de energía que pueden operar de forma independiente o conectada a la red principal. Esta flexibilidad les permite mantener el suministro eléctrico incluso en situaciones de apagón generalizado, asegurando así la continuidad de las operaciones médicas críticas.

5. INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) y Aprendizaje Automático.

La inteligencia artificial (IA) ha emergido como una fuerza transformadora en la atención médica, redefiniendo la manera en que se diagnostican, tratan y gestionan las enfermedades. Los hospitales del futuro están en el epicentro de esta revolución tecnológica, donde la IA promete mejorar la eficiencia, la precisión y la accesibilidad de la atención médica. Desde el diagnóstico asistido por IA

hasta la robótica quirúrgica y la gestión hospitalaria optimizada, los avances en esta área están cambiando radicalmente la forma en que los hospitales operan y cómo se entregan los cuidados a los pacientes.

Uno de los impactos más significativos de la IA en los hospitales del futuro es su capacidad para mejorar la precisión y la velocidad del diagnóstico. Los algoritmos de IA pueden analizar grandes volúmenes de datos médicos, como imágenes de resonancia magnética, tomografías computarizadas y resultados de pruebas de laboratorio, identificando patrones y anomalías que pueden pasar desapercibidos para el ojo humano. Esto permite una detección temprana de enfermedades y una intervención más rápida, lo que puede tener un impacto significativo en los resultados clínicos de los pacientes.

Además del diagnóstico, la IA está revolucionando la forma en que se personaliza el tratamiento médico. Al integrar datos médicos individuales, como historias clínicas, información genética y resultados de pruebas, los sistemas de IA pueden ayudar a los médicos a desarrollar planes de tratamiento personalizados que se adapten a las necesidades específicas de cada paciente. Esto no solo mejora la eficacia de los tratamientos, sino que también puede reducir los efectos secundarios y mejorar la calidad de vida de los pacientes.

La robótica quirúrgica es otro campo en el que la IA está dejando una huella indeleble en los hospitales del futuro. Los robots quirúrgicos controlados por IA pueden realizar procedimientos complejos con una precisión y una consistencia sin precedentes, lo que reduce el riesgo de errores humanos y permite cirugías menos invasivas.

Además de transformar la atención médica directa, la IA también está desempeñando un papel crucial en la gestión hospitalaria. Los sistemas de IA pueden optimizar la asignación de recursos, como camas, personal y equipos médicos, para garantizar una atención eficiente y oportuna a los pacientes. Esto puede ayudar a reducir los tiempos de espera, mejorar la satisfacción del paciente y optimizar los costos operativos del hospital.

El uso de la inteligencia artificial como herramienta para lograr una comunicación efectiva entre profesionales de la salud y pacientes es fundamental para garantizar una atención de calidad. Sin embargo, las barreras idiomáticas pueden obstaculizar esta comunicación vital, llevando a malentendidos, diagnósticos erróneos y una experiencia general insatisfactoria para los pacientes. Aquí es donde entra en juego la inteligencia artificial (IA) con su capacidad para ofrecer traducción en tiempo real, transformando la forma en que se proporciona la atención médica en entornos multilingües.

Sin embargo, a pesar de los numerosos beneficios que ofrece, el uso de la IA en la atención médica plantea una serie de desafíos éticos, legales y de privacidad. La protección de datos sensibles del paciente, la transparencia en el desarrollo y el uso de algoritmos de IA, y la mitigación de sesgos algorítmicos son solo algunas de las preocupaciones que deben abordarse para garantizar que la IA se utilice de manera ética y responsable en el ámbito de la salud.

5.1. La importancia de la infraestructura para la implementación de la inteligencia artificial en hospitales.

La implementación de la IA deberá considerar la importancia de la conectividad de red. La implementación de esta tecnología en los hospitales implica el procesamiento de grandes cantidades de

datos médicos, desde imágenes de resonancia magnética hasta registros de pacientes, que requieren una conexión de red confiable y rápida entre los sistemas de IA y otras aplicaciones médicas. Por lo tanto, es fundamental contar con una infraestructura de red robusta que pueda manejar la carga de datos y garantizar una comunicación fluida entre los sistemas.

Asimismo, los hospitales generan y recopilan enormes cantidades de datos médicos de pacientes, y la IA requiere acceso rápido y eficiente a estos datos para entrenar modelos y realizar análisis. Por lo tanto, se necesita una infraestructura de almacenamiento de datos escalable y segura que pueda manejar el crecimiento continuo de datos y garantizar el cumplimiento de regulaciones de privacidad y seguridad de la información médica.

Por supuesto, la seguridad y el cumplimiento normativo son aspectos críticos que no pueden pasarse por alto. La protección de los datos médicos de los pacientes y el cumplimiento de las regulaciones de privacidad son prioridades absolutas en la implementación de IA en hospitales. Se deben implementar medidas de seguridad robustas y garantizar el cumplimiento de regulaciones como HIPAA (Health Insurance Portability and Accountability Act) o GDPR (Reglamento General de Protección de Datos) para proteger la privacidad y seguridad de los datos médicos.

Finalmente, la capacitación del personal es fundamental para el éxito de la implementación de IA en hospitales. Se necesita personal capacitado en el uso y la administración de sistemas de IA, así como en la interpretación de resultados de análisis y modelos de IA. Es esencial proporcionar oportunidades de capacitación y desarrollo profesional para garantizar que el personal esté preparado para aprovechar al máximo las capacidades de la IA en su trabajo diario.

CAPÍTULO TERCERO

6. ESTUDIO DE CASOS

Una forma de poder entender cómo se aplican todo los conceptos, tecnologías y cambios en la gestión desarrollados a lo largo de este documento, como así también los beneficios que esto produce, tomando instituciones ya están llevando a cabo algunos conceptos del “Hospital del futuro”. A continuación, describiremos brevemente dos casos de estudio que consideramos relevantes.

6.1 OCTAVA ÁREA SANITARIA DE GALICIA

La octava área sanitaria es una infraestructura enfocada en la investigación y la sanidad pública, que complementa a las áreas sanitarias existentes. Este proyecto consiste en implementar infraestructura tecnológica en las áreas de atención primaria y hospitalización, desarrollando un área digital que sirva de apoyo a las 7 áreas territoriales sanitarias de Galicia.

El proyecto de la Octava área sanitaria plantea un nuevo modelo asistencial personalizado, predictivo, preventivo y participativo, basado en la digitalización como herramienta de transformación; la asistencia virtual y el trabajo a distancia para llegar a todos los pacientes sin necesidad de trasladarse a centro asistenciales; la colaboración entre profesionales y entre entes públicos-privados; y la atención centrada en el paciente. Para lograr estos objetivos es que se implementa la historia clínica inteligente, la teleconsulta en la atención primaria y hospitalización y la carpeta sanitaria del paciente que le permita comunicar sus propios datos de salud, entre otros ejemplos.

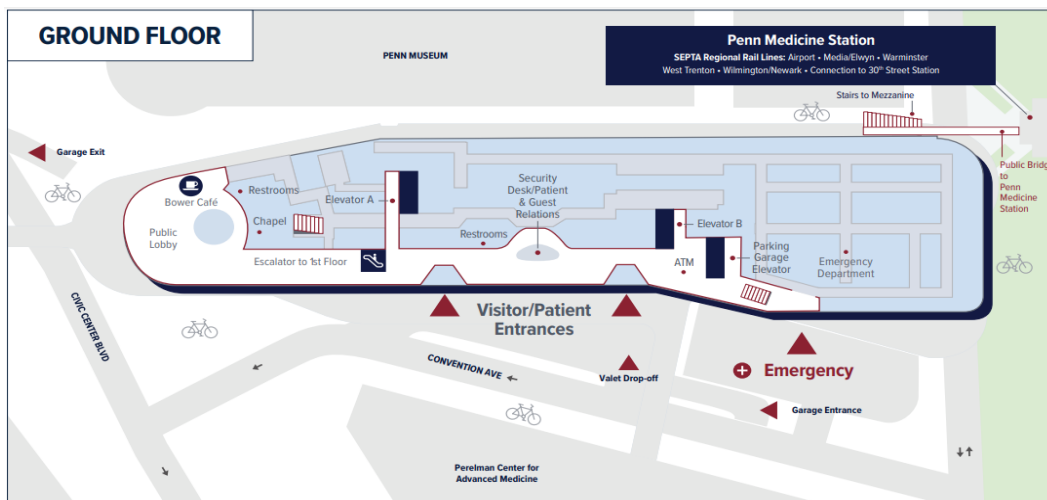
6.2 HOSPITAL PAVILION – UNIVERSIDAD DE PENNSYLVANIA

Consideramos que este caso es un gran ejemplo de estudio ya que aplicaron un diseño centrado en el paciente incluyendo el desarrollo de una nueva experiencia para los mismos, donde los propios

usuarios del hospital controlan su espacio individual (temperatura, iluminación, etc). Además trasladaron el área de mantenimiento de las habitaciones hacia las circulaciones, permitiendo realizar los trabajos sin alterar la estada de los pacientes y crear así un entorno propicio para la curación.

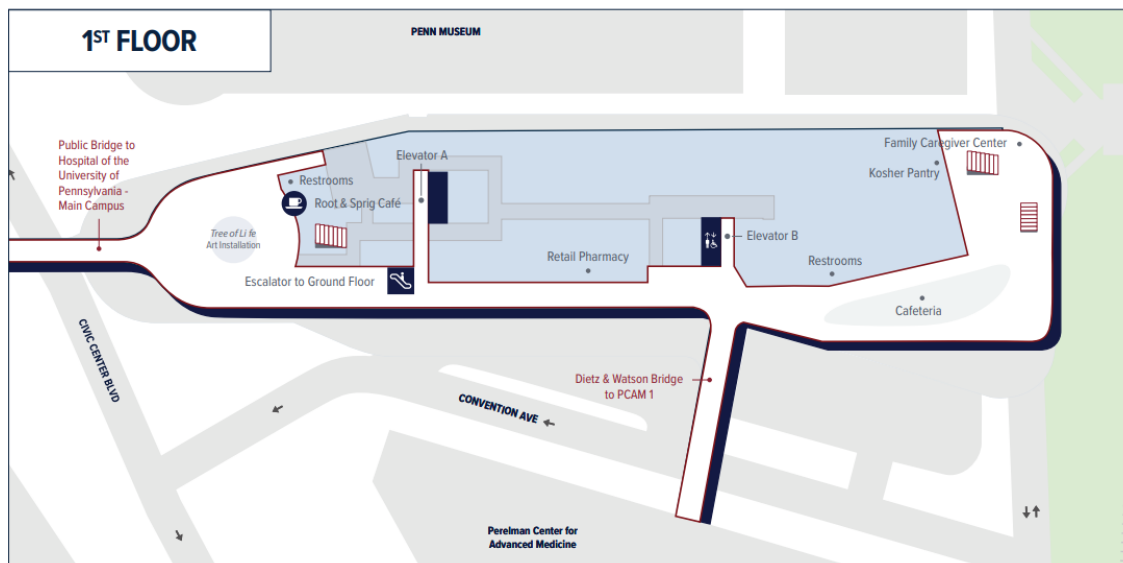
Desde las etapas iniciales del proyecto realizaron un trabajo en conjunto con todos los usuarios directos e indirectos de cada espacio (pacientes, enfermeros, médicos, personal de mantenimiento, proveedores, etc), para diseñar un entorno que responda a los usos y necesidades de cada uno de ellos.

A continuación podemos ver el resultado de este trabajo integral con las plantas del proyecto e imágenes de sus espacios interiores.



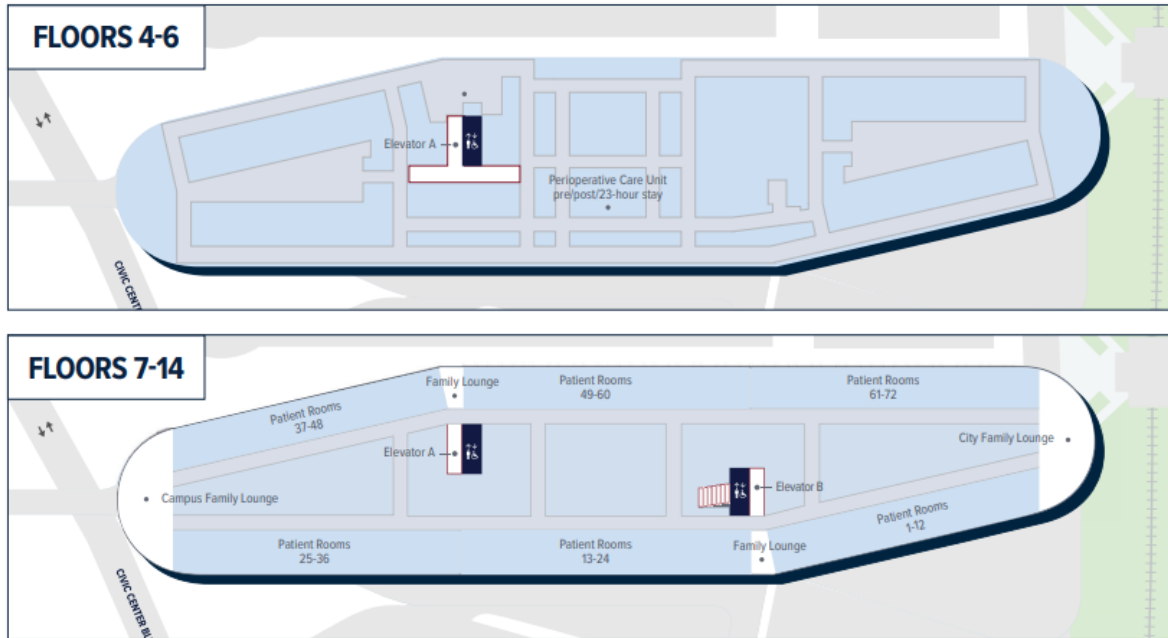
Fuente: https://www.pennmedicine.org/-/media/documents%20and%20audio/maps/pavilion/pavilion_floor_plan.ashx?la=en

La sala de Emergencias de este Hospital ha sido diseñada priorizando la privacidad y confort del paciente, asegurando la iluminación natural y espacio para acompañantes. Además, siguiendo el modelo de atención vertical se asegura una atención más rápida y eficiente.



Fuente: https://www.pennmedicine.org//media/documents%20and%20audio/maps/pavilion/pavilion_floor_plan.ashx?la

=en



Fuente: https://www.pennmedicine.org/-/media/documents%20and%20audio/maps/pavilion/pavilion_floor_plan.ashx?la=en

En el sector de hospitalización se destacan 3 elementos principales: pantallas afuera de cada habitación para que todo el equipo de profesionales cuente con la información necesaria y tratamiento de cada paciente; IRIS, una gran pantalla a los pies de cada cama para entretenimiento y donde también se muestra la información importante del paciente en caso de ser necesario; a los costados de las camas se ubica una tablet con todos los formularios que se deban completar, información del equipo profesional a cargo del paciente, citas, estudios, visitas, etc.



Fuente: <https://www.pennmedicine.org/for-patients-and-visitors/penn-medicine-locations/pavilion/your-stay-at-the-pavilion/technology-and-innovation>

En cuanto al personal, ha automatizado el trabajo cotidiano: la información del paciente se carga en historiales médicos electrónicos y cualquier cambio se actualizan de manera instantánea. Esto reduce riesgos de errores lo que aumenta la seguridad para el paciente y los profesionales.

El resultado de esta intervención ha sido una notable mejora de las puntuaciones de satisfacción de los pacientes.

CONCLUSIONES

La exploración de los hospitales del futuro ha revelado un panorama complejo y prometedor, donde las tendencias arquitectónicas, la gestión y trabajo en red, los avances en ingeniería y tecnología, así como la inteligencia artificial se entrelazan para redefinir por completo el paradigma de la atención médica. A través de esta monografía, hemos podido investigar cómo cada uno de estos aspectos juega un papel fundamental en la transformación de los hospitales en centros de excelencia y bienestar.

En cuanto a las tendencias arquitectónicas, hemos observado cómo los diseños centrados en el paciente, la integración de espacios verdes y la creación de entornos terapéuticos contribuyen a mejorar la experiencia de quienes acuden a estos centros de salud. La arquitectura humanizada no solo busca la funcionalidad, sino también el confort y la sensación de calidez que influyen positivamente en la recuperación y el bienestar emocional de los pacientes.

Por otro lado, la gestión y trabajo en red han emergido como pilares clave para optimizar la eficiencia operativa y la coordinación interdisciplinaria dentro de los hospitales. La implementación de sistemas de información integrados, la colaboración entre profesionales de la salud y la conectividad en tiempo real están permitiendo una atención más integral y coordinada, mejorando así los resultados clínicos y la satisfacción de pacientes y personal médico.

En el ámbito de la ingeniería y tecnología, los avances han sido revolucionarios. Desde dispositivos médicos innovadores hasta infraestructuras inteligentes y sostenibles, la ingeniería está potenciando la capacidad de diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de enfermedades de manera más precisa y eficaz. Además, la integración de tecnologías como la realidad virtual, la robótica médica y

los sistemas de monitorización remota están llevando la atención médica a un nivel nunca antes imaginado.

Finalmente, la inteligencia artificial se ha posicionado como una herramienta indispensable en la toma de decisiones clínicas, la personalización de tratamientos y la gestión de datos de salud a gran escala. Los algoritmos de aprendizaje automático y las aplicaciones de IA están ayudando a predecir enfermedades, optimizar procesos hospitalarios y mejorar la precisión diagnóstica, lo que se traduce en una atención más eficiente y personalizada para los pacientes.

Si bien luego de la pandemia COVID-19 la incorporación de tecnología en la asistencia sanitaria aumentó exponencialmente, en Argentina aún falta un largo camino para lograr los objetivos de eficiencia y calidad en la atención sanitaria que se proponen en los “hospitales del futuro”. La atención virtual, las historias clínicas electrónicas y los avances en cirugías con robots ya son una realidad, pero lejos estamos de desarrollar un hospital que logre integrar todos los componentes que requiere la atención dentro de estos nuevos paradigmas.

Sin desmerecer el esfuerzo que implica estos primeros logros que son los primeros pasos hacia este futuro de los hospitales que en muchas ciudades ya son el presente.

En conclusión, los hospitales del futuro se perfilan como espacios dinámicos, humanizados y altamente tecnológicos, donde la atención médica se adapta a las necesidades individuales y colectivas de manera integral. Las tendencias arquitectónicas, la gestión y trabajo en red, los avances en ingeniería y tecnología, junto con la inteligencia artificial, convergen para crear un ecosistema de salud innovador y centrado en el paciente, que busca mejorar la calidad de vida y el bienestar de las personas en todas partes del mundo.

BIBLIOGRAFÍA

- Velazco, C. (Noviembre 2023) **La digitalización, una herramienta para transformar el sistema sanitario**. Hipotecnia. <https://hospitecna.com/articulos/digitalizacion-herramienta-transformar-sistema-sanitario/>
- Gironés, M. (Diciembre 2023) **Cómo la digitalización aumenta la satisfacción en los espacios sanitarios**. Hipotecnia. <https://hospitecna.com/tecnologia/hospital-digital/digitalizacion-aumenta-satisfaccion-espacios-sanitarios/>
- Aguilar, J. (Octubre 2023) **Diseñando los entornos hospitalarios para el bienestar de los usuarios**. Hipotecnia. <https://hospitecna.com/arquitectura/disen-y-reflexion/disenando-entornos-hospitalarios-bienestar-usuarios/>
- OMS (Julio 2023) **Hospitales del futuro: Informe técnico sobre el replanteamiento de la arquitectura hospitalaria**. Hipotecnia. <https://hospitecna.com/documentos/hospitales-del-futuro-informe-tecnico-sobre-el-replanteamiento-de-la-arquitectura/>
- Gironés, M. (Noviembre, 2023). **Aumentar la hipereficiencia en sanidad con Edge Computing**. Disponible en :. <https://hospitecna.com/tecnologia/smart-hospital/aumentar-hipereficiencia-sanidad-edge-computing/>
- Aviñó L., (Julio 2020) **“Urgencias hospitalarias más eficientes y seguras con IA”**. Disponible en: <https://hospitecna.com/tecnologia/inteligencia-artificial/urgencias-hospitalarias-eficientes-seguras-inteilgencia-artificial/>
- Deloitte, 2023. **Los hospitales del futuro “sin “paredes**. Disponible en [:https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cl/Documents/life-sciences-health-care/cl-Hospital-sin-paredes.pdf](https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cl/Documents/life-sciences-health-care/cl-Hospital-sin-paredes.pdf)
- Muñoz C., (Noviembre 2023) **La digitalización, una herramienta para transformar el sistema sanitario** Disponible en : <https://hospitecna.com/articulos/digitalizacion-herramienta-transformar-sistema-sanitario/>
- Gironés, M. (Noviembre, 2023). **Cómo la digitalización aumenta la satisfacción en los espacios sanitarios**. Disponible en :. <https://hospitecna.com/tecnologia/hospital-digital/digitalizacion-aumenta-satisfaccion-espacios-sanitarios/>
- Ruiz Nieto F., Abril 2017. **Estudio e implantación de sistemas logísticos informatizados aplicados a entornos sanitarios**. Disponible en :. <https://hospitecna.com/servicios-hospitalarios/estudio-e-implantacion-de-sistemas-logisticos-informatizados-aplicados-a-entornos-hospitalarios/>
- Arango M. (Mayo 2017). **La facilidad y flexibilidad en la integración de automatización y seguridad a los sistemas asistenciales en hospitales y residencias**. Hipotecnia.

<https://hospitecnia.com/servicios-hospitalarios/la-facilidad-y-flexibilidad-en-la-integracion-de-automatizacion-y-seguridad-a-los-sistemas-asistenciales-en-hospitales-y-residencias/>

¿**Qué es la inteligencia artificial en la medicina?. IBM.**

<https://www.ibm.com/mx-es/topics/artificial-intelligence-medicine#:~:text=Recursos-,%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20inteligencia%20artificial%20en%20la%20medicina%3F,las%20experiencias%20de%20los%20pacientes.>

Viale S. (noviembre 2021). **Flexibilidad en la arquitectura hospitalaria: caso UTI** Anuario AADAIH 2021. Disponible <https://aadaih.org.ar/anuario2021/2021/06/17/flexibilidad-en-la-arquitectura-hospitalaria-caso-uti/>

Arquitectura Sostenible (Junio 2019) **5 Elemento claves de la Neuroarquitectura.** Disponible: <https://arquitectura-sostenible.es/5-elementos-claves-de-la-neuroarquitectura/>

WorkTech Academy, **Neuroarquitectura.** Disponible <https://www.worktechacademy.com/neuroarquitectura/#:~:text=La%20Neuroarquitectura%2C%20entonces%2C%20se%20puede,tiempo%20el%20estr%C3%A9s%5B1%5D.>

Truffa L (Agosto 2021) **Jardines Sanadores: La naturaleza como infraestructura terapéutica hospitalaria.** ArchDaily , <https://www.archdaily.mx/mx/966387/jardines-sanadores-la-naturaleza-como-infraestructura-terapeutica-hospitalaria>

Jardines Sanadores, Disponible:<https://jardinessanadores.cl/caracteristicas/>