

**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

**ARQUITECTURA HOSPITALARIA INDETERMINADA.
DESAFÍOS DEL PRESENTE.**

**Arq. ARRUDA, Pablo
Arq. DE GRANDIS, Isabella
Ing. BALDOMAR, Juan José**

Febrero – 2026

Argentina

ÍNDICE

Introducción

1. Arquitectura indeterminada

- 1.1. Artículos originales de John Weeks y su teoría
 - 1.1.1. Antecedentes y contexto
 - 1.1.2. “Indeterminate Architecture” (1964)
 - 1.1.3. Principios de la arquitectura indeterminada
 - 1.1.4. Aplicación en Northwick Park Hospital
 - 1.1.5. Interpretación sintética de la teoría
 - 1.1.6. Importancia histórica
 - 1.1.7. Críticas y limitaciones

2. Fundamentos conceptuales y evolución del modelo hospitalario

- 2.1. Concepto de “espacio de salud”
- 2.2. Evolución histórica del hospital

3. Impacto de las nuevas modalidades de atención médica en los espacios de salud

- 3.1. Introducción
- 3.2. Transformaciones recientes
 - 3.2.1. Reducción de la internación tradicional
 - 3.2.2. Crecimiento del área ambulatoria
 - 3.2.3. Telemedicina y salud digital
 - 3.2.4. Trabajo interdisciplinario
 - 3.2.5. Humanización del ambiente
 - 3.2.6. Flexibilidad y modularidad
 - 3.2.7. Hospital como centro de alta complejidad
 - 3.2.8. Síntesis
- 3.3. Cuidados progresivos
 - 3.3.1. Evolución histórica del sistema de atención en salud hacia los cuidados progresivos
 - 3.3.2. Factores clave del modelo actual

4. Impacto de la tecnología en los espacios de salud

- 4.1. Introducción
- 4.2. Relación entre arquitectura, tecnología y salud
- 4.3. Transformaciones tecnológicas recientes
 - 4.3.1. Digitalización de la historia clínica
 - 4.3.2. Telemedicina
 - 4.3.3. Automatización y robótica
 - 4.3.4. Internet de las cosas (IoT)
 - 4.3.5. Inteligencia artificial y Big Data
 - 4.3.6. Equipamiento diagnóstico-terapéutico avanzado
- 4.4. Redefinición de los espacios de salud
 - 4.4.1. Nuevas demandas arquitectónicas
 - 4.4.2. Diseño centrado en el paciente

- 4.4.3. Tecnologías verdes y sostenibilidad
- 4.4.4. El hospital sin papeles
- 4.4.5. El hospital como ecosistema inteligente
- 4.5. Retos actuales
 - 4.5.1. Brecha tecnológica
 - 4.5.2. Costos de implementación y sostenibilidad económica
 - 4.5.3. Seguridad y privacidad de la información
 - 4.5.4. Adaptación cultural y aceptación social
 - 4.5.5. Impacto en la formación profesional
- 4.6. Síntesis

5. Impacto del crecimiento por etapas en el diseño hospitalario

- 5.1. Flexibilidad y planificación arquitectónica
- 5.2. Impacto funcional y operativo
- 5.3. Infraestructura técnica y sostenibilidad
- 5.4. Identidad arquitectónica y coherencia formal
- 5.5. Síntesis

6. Gobernanza en una institución hospitalaria

- 6.1. Definición de gobernanza
- 6.2. Componentes de la gobernanza
 - 6.2.1. Liderazgo y dirección
 - 6.2.2. Transparencia y rendición de cuentas
 - 6.2.3. Participación de actores clave
 - 6.2.4. Gestión de calidad y seguridad del paciente
 - 6.2.5. Uso ético y eficiente de recursos
 - 6.2.6. Cumplimiento normativo y responsabilidad social
- 6.3. Relación entre gobernanza y planificación edilicia
- 6.4. Síntesis

7. Casos de Estudio

- 7.1. Impacto histórico de la tecnología en la arquitectura hospitalaria.
Caso: servicio de cámara gamma
- 7.2. Impacto histórico de la modalidad de atención en la arquitectura hospitalaria. Caso: servicio de internación
- 7.3. Impacto en la planificación considerando el crecimiento por etapas.
Caso: centro oncológico
- 7.4. Análisis del Hospital Iturraspe en relación a la teoría de la arquitectura indeterminada

8. Aplicación de la teoría en hospitales latinoamericanos

9. Conclusiones

10. Bibliografía

Introducción

El hospital contemporáneo se caracteriza por un proceso de transformación permanente vinculado a la evolución tecnológica, los cambios en las modalidades de atención médica y las variaciones organizativas de los sistemas de salud. A diferencia de otras tipologías edilicias, su vida útil supera ampliamente la vigencia de los modelos asistenciales para los cuales fue concebido, generando frecuentes desajustes funcionales, ampliaciones sucesivas y pérdidas de coherencia espacial.

Esta condición plantea un problema disciplinar: la arquitectura hospitalaria no puede proyectarse como objeto terminado, si su funcionamiento real responde a un sistema en constante cambio. En consecuencia, surge la necesidad de revisar herramientas teóricas que permitan abordar el edificio de salud no como una forma cerrada, sino como una estructura capaz de absorber transformaciones a lo largo del tiempo.

En este contexto, la teoría de la arquitectura indeterminada desarrollada por John Weeks propone una concepción del edificio basada en la previsión del cambio, la separación entre soporte e infraestructura y la adaptabilidad programática. La vigencia de estos principios resulta particularmente pertinente para el diseño hospitalario actual, donde la reducción de la internación tradicional, la atención ambulatoria avanzada, los cuidados progresivos, la incorporación continua de tecnología, y los cambios demográficos y regulatorios modifican de manera constante la organización espacial.

Este trabajo monográfico analiza la evolución del modelo hospitalario y evalúa la aplicabilidad de la arquitectura indeterminada como estrategia proyectual para edificios de salud. A través de un estudio conceptual, histórico y empírico —que incluye el análisis de casos y procesos de crecimiento edilicio— se examina la relación entre organización asistencial, tecnología, gobernanza institucional y configuración arquitectónica.

Se plantea como hipótesis que la aplicación de principios de indeterminación permite proyectar hospitales capaces de adaptarse a transformaciones tecnológicas, asistenciales y organizativas sin comprometer su eficiencia funcional ni su coherencia espacial. En consecuencia, el trabajo propone interpretar al hospital como un sistema evolutivo, cuya planificación debe anticipar el cambio como condición permanente de diseño.

En los capítulos 1 y 2 se desarrolla el marco general donde se profundiza sobre el concepto de arquitectura indeterminada y como fue cambiando la tipología de los hospitales a través del tiempo, posteriormente en los capítulos 3 y 4 se analiza cómo cambian las modalidades de atención de la salud y de qué manera la tecnología está redefiniendo los espacios de los edificios hospitalarios.

Posteriormente, en los capítulos 5 y 6 se examinan como influye el crecimiento en la estructura edilicia de un hospital y la influencia que tiene la “gobernanza” de la Institución en la planificación edilicia.

Finalmente, el capítulo 7 analiza como la planificación del crecimiento de las instituciones se ve reflejada en la variación de los servicios, y como se modifican a través del tiempo, desarrollándose como ejemplos: servicios de Cámara Gamma, de Internación, y los Centros Oncológicos.

1. Arquitectura indeterminada

1.1. Artículos originales de John Weeks y su teoría

1.1.1. Antecedentes y contexto

John Weeks (1921–2005) trabajó en el Reino Unido, especializado en arquitectura hospitalaria y planificación de hospitales para el National Health Service (NHS). Su labor surge frente a un problema que él mismo identifica en el contexto de las organizaciones complejas y de rápido cambio:

“El problema es el de albergar una organización cuya tasa de crecimiento y cambio es tan grande que hace que sus edificios queden obsoletos antes de que se deterioren naturalmente” (Weeks, 1964).

Ese diagnóstico resulta fundamental, ya que los hospitales, por su propia naturaleza, están sujetos a transformaciones constantes —tecnología médica, modalidades de atención, regulaciones y cambios demográficos—, lo que implica que un edificio rígido, concebido a partir de un programa fijo, puede quedar desactualizado en un corto período de tiempo (Weeks, 1964).

1.1.2. “Indeterminate Architecture” (1964)

Weeks presentó la teoría de la arquitectura indeterminada en una conferencia dictada en la Bartlett School of Architecture (Londres) en 1964, bajo el título *Indeterminate Architecture*. En dicho trabajo, sostiene que la indeterminación no implica ausencia de control proyectual, sino la adopción de decisiones estratégicas que orientan el crecimiento futuro del edificio:

“El objetivo de lograr una arquitectura indeterminada puede ser un factor positivo en el diseño, y el control sobre la forma en que un edificio crece. Esto no se consigue mediante la indecisión, sino por decisiones tomadas en cada punto del diseño” (Weeks, 1964).

1.1.3. Principios de la arquitectura indeterminada

Weeks sintetizó su propuesta en cuatro principios básicos aplicables a hospitales y complejos sometidos a cambios constantes, conocidos como *Weeks' four principles* (Weeks, 1964):

1. Separación física de las redes principales de servicios respecto de los edificios a los que sirven, permitiendo que estos puedan modificarse sin volver obsoleta la infraestructura.
2. Posibilidad de reemplazo de partes del conjunto edificatorio sin afectar la operatividad general.
3. Capacidad de intercambiar o alterar los usos de distintas partes del edificio a lo largo de su vida útil.
4. Definición clara de las direcciones de crecimiento futuro, sin precisar necesariamente su forma final, estableciendo ejes y rutas de circulación como guías del desarrollo.

1.1.4. Aplicación en el proyecto Northwick Park Hospital (Londres)

Weeks puso en práctica su teoría en el proyecto del Northwick Park Hospital, desarrollado para el NHS a partir de las décadas de 1960 y 1970 (Weeks, 1964).

- El hospital se organiza en torno a una “calle hospitalaria” longitudinal que actúa como eje estructurante del conjunto, permitiendo la incorporación progresiva de volúmenes departamentales.
- Cada ala fue concebida como una unidad capaz de expandirse de manera relativamente independiente, entendiendo al hospital no como un objeto terminado, sino como un sistema en evolución. En este sentido, afirmaba que “cuanto más cuidadosamente un edificio está adaptado a su programa, más seguro es que requerirá alteraciones y adiciones en el corto plazo” (Weeks, 1964).
- No obstante, estudios retrospectivos posteriores señalan que, en la práctica, muchas de las adaptaciones previstas fueron menores de lo esperado, y que varios departamentos permanecieron cercanos a su configuración original durante décadas.

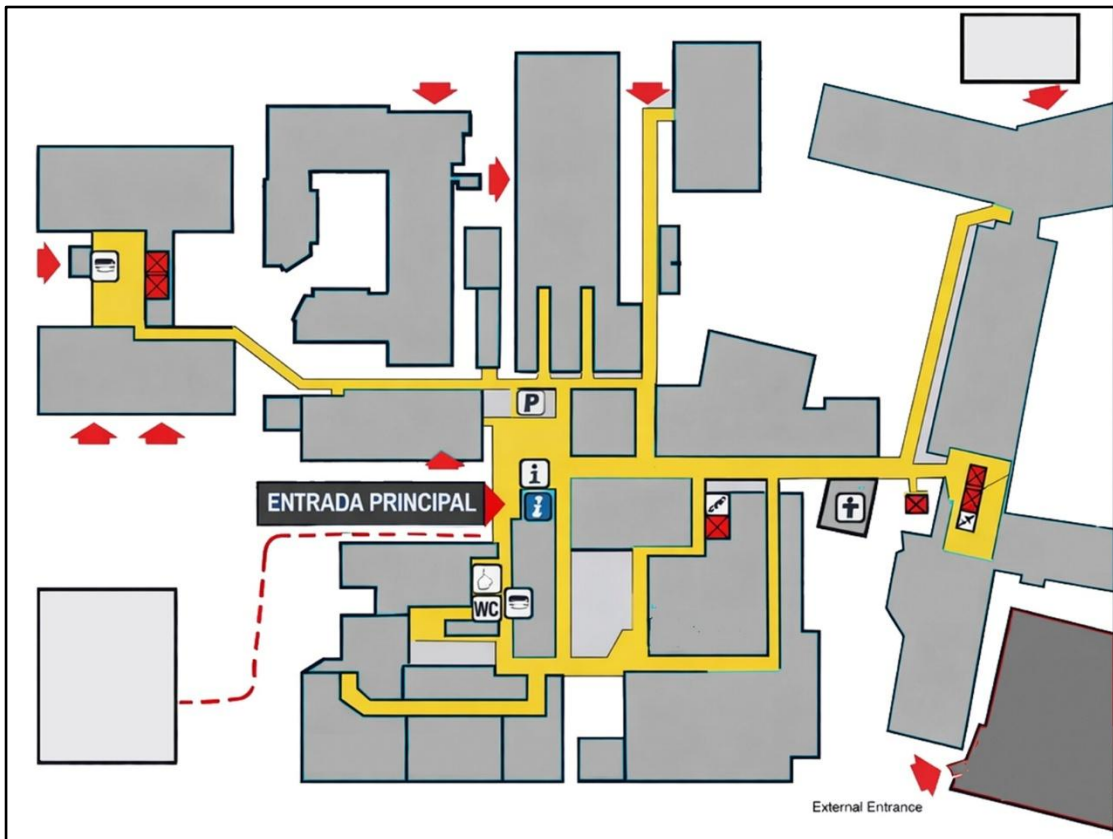


Fig. 1: Planta esquemática Hospital Northwick Park. John Weeks, arq.

1.1.5. Interpretación sintética de la teoría

La teoría desarrollada por Weeks propone comprender el hospital no como un edificio concluido, sino como una estructura preparada para transformarse a lo largo de su vida útil. Desde esta perspectiva, la obsolescencia prematura de los establecimientos de salud no deriva exclusivamente del avance tecnológico, sino de su concepción arquitectónica rígida, incapaz de absorber cambios programáticos y organizativos.

La arquitectura indeterminada plantea que la adaptabilidad no implica improvisación formal, sino la adopción de decisiones estratégicas iniciales orientadas a anticipar el cambio. En este sentido, resulta fundamental distinguir entre aquellos componentes de mayor permanencia —infraestructura principal, circulaciones estructurantes y soporte edilicio— y aquellos susceptibles de modificación frecuente —servicios médicos, departamentos y configuraciones funcionales—.

A partir de esta separación, el proyecto deja de definirse por un programa cerrado para establecer un sistema de crecimiento guiado, en el cual la expansión futura no requiere una forma predeterminada, pero sí una estructura capaz de admitirla mediante reservas espaciales, direccionalidad de circulaciones y previsión técnica.

Este enfoque se corresponde con la lógica denominada shell + infill, donde el soporte arquitectónico mantiene su continuidad mientras los contenidos funcionales pueden modificarse.

De este modo, la arquitectura hospitalaria pasa a concebirse como un proceso más que como un objeto, condición que permite abordar la complejidad y variabilidad propias de los sistemas contemporáneos de atención médica.

1.1.6. Importancia histórica

La teoría de Weeks es reconocida como un antecedente central en la historia de la arquitectura hospitalaria británica e internacional. Diversos estudios sobre planificación hospitalaria destacan que el enfoque indeterminado aplicado en Northwick Park permitió que su plan maestro mantuviera validez operativa durante varias décadas, al priorizar direcciones de crecimiento por sobre formas definitivas (Francis et al., 1999; Nagasawa, 2003)

1.1.7. Críticas o aclaraciones

- A pesar de la teoría, la aplicación práctica mostró que muchas partes no se adaptaron tanto como se esperaba: algunos departamentos “quedaron fijos” o los cambios fueron mínimos.
- La indeterminación implica mayores costos iniciales asociados a infraestructura sobredimensionada y reservas espaciales
- La teoría pone gran énfasis en la funcionalidad y adaptabilidad, pero menos en la experiencia estética, el confort humano, la simbología del edificio. Algunos críticos apuntan que edificios como Northwick Park fueron considerados poco atractivos estéticamente.



Fig. 2: Northwick Park Hospital. Fachada ingreso principal. John Weeks, arq.

2. Fundamentos conceptuales y evolución del modelo hospitalario

2.1. Concepto de “espacio de salud”

Se entiende por espacio de salud al conjunto de áreas físicas destinadas a la atención, prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Su diseño implica no solo criterios arquitectónicos, sino también aspectos funcionales, tecnológicos, ambientales y psicosociales (Ministerio de Salud de la Nación, 2019). El diseño de un espacio de salud no se limita a lo estético o constructivo: implica garantizar la seguridad del paciente, optimizar la circulación del personal, reducir riesgos de infecciones y favorecer una atención eficiente y humanizada.

2.2. Evolución histórica de los hospitales

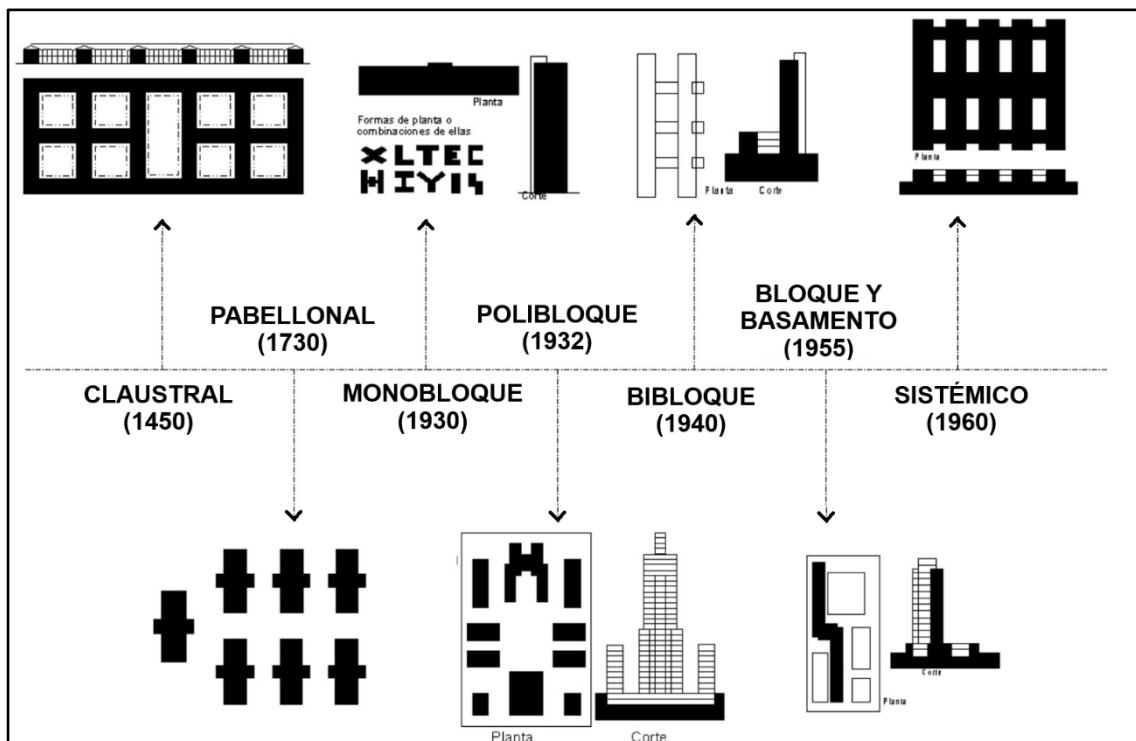


Fig. 3: Evolución tipológica de los hospitales

La arquitectura hospitalaria ha atravesado distintas etapas influenciadas por paradigmas científicos, sociales y tecnológicos (Rosenberg, 1987):

- Hospital medieval: concebido como espacio de asistencia caritativa, donde predominaba la función religiosa.

- Modelo higienista del siglo XIX: con la revolución científica y la aparición de teorías sobre la transmisión de enfermedades, se priorizó la ventilación, la iluminación natural y la separación de pabellones para reducir contagios.
- Hospital del siglo XX: se consolidó un diseño más funcionalista, basado en la eficiencia operativa y la capacidad de atención masiva, con grandes edificios centralizados.
- Hospital contemporáneo: se orienta a la flexibilidad espacial, la integración de tecnología avanzada y la humanización del cuidado, buscando equilibrar la dimensión técnica con el bienestar psicológico del paciente.

3. Impacto de las nuevas modalidades de atención médica en los espacios de salud

3.1. Introducción

El impacto de las nuevas modalidades de atención médica en los espacios hospitalarios es profundo y está transformando tanto el diseño arquitectónico como la lógica funcional de los servicios de salud. Estas modalidades incluyen telemedicina, hospitalización domiciliaria, atención ambulatoria avanzada, clínicas de día, diagnóstico por imágenes de alta precisión y modelos centrados en la persona más que en la enfermedad (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2022; Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2021).

3.2. Transformaciones recientes en la modalidad de atención médica

3.2.1. Reducción de la necesidad de internación tradicional

Las nuevas terapias mínimamente invasivas, la cirugía de corta estancia y la hospitalización domiciliaria permiten que el tiempo de permanencia del paciente en el hospital sea menor. Esto genera un menor número de camas de internación y habitaciones más flexibles y adaptables para diferentes niveles de cuidados. Los espacios se orientan más al confort y la privacidad, ya que las estancias son más cortas, pero más intensivas (Ulrich et al., 2008; Lawson & Phiri, 2016; Duffy, 2020).

3.2.2. Crecimiento del área ambulatoria

Cada vez más procedimientos se realizan sin internación, lo que impulsa la expansión de los centros de consultas externas y la creación de clínicas de día para tratamientos como quimioterapia, diálisis, infusiones o rehabilitación. Los espacios deben permitir flujo rápido, señalización clara y una experiencia amigable para el paciente que está 'de paso' (Harris, 2019; Coad et al., 2021; Malkin, 2020).

3.2.3. Telemedicina y salud digital

La atención remota no elimina el hospital, pero cambia su rol. Esto implica incorporar salas de teleconsulta equipadas para interacción médico-paciente en línea, centros de monitoreo remoto de pacientes hospitalizados en casa e infraestructura tecnológica robusta. El hospital se convierte en un nodo dentro de una red de atención integrada (OMS, 2022; Vidal-Alaball et al., 2020; Kruse et al., 2017; Smith et al., 2021)

3.2.4. Nuevos espacios para trabajo interdisciplinario

El enfoque actual está centrado en el paciente, lo que implica equipos colaborativos e interdisciplinarios. Se requieren áreas de reunión clínica, espacios de coworking y ambientes que favorezcan la toma de decisiones compartidas (Weeks, 2019; Ulrich & Zimring, 2020; Berry et al., 2018).

3.2.5. Humanización del ambiente

La evidencia demuestra que el entorno afecta directamente la recuperación y el bienestar del paciente. Las nuevas modalidades promueven iluminación natural, vistas hacia la naturaleza, mobiliario doméstico, colores cálidos y reducción del aspecto institucional. Además, las habitaciones privadas permiten la presencia activa de la familia y reducen el estrés (Ulrich et al., 2008; Devlin & Arneill, 2003; Andrade et al., 2021).



Fig. 4 / 5: Hospital de Niños en Zürich. Herzog & De Meuron, arqs.

3.2.6. Flexibilidad y modularidad

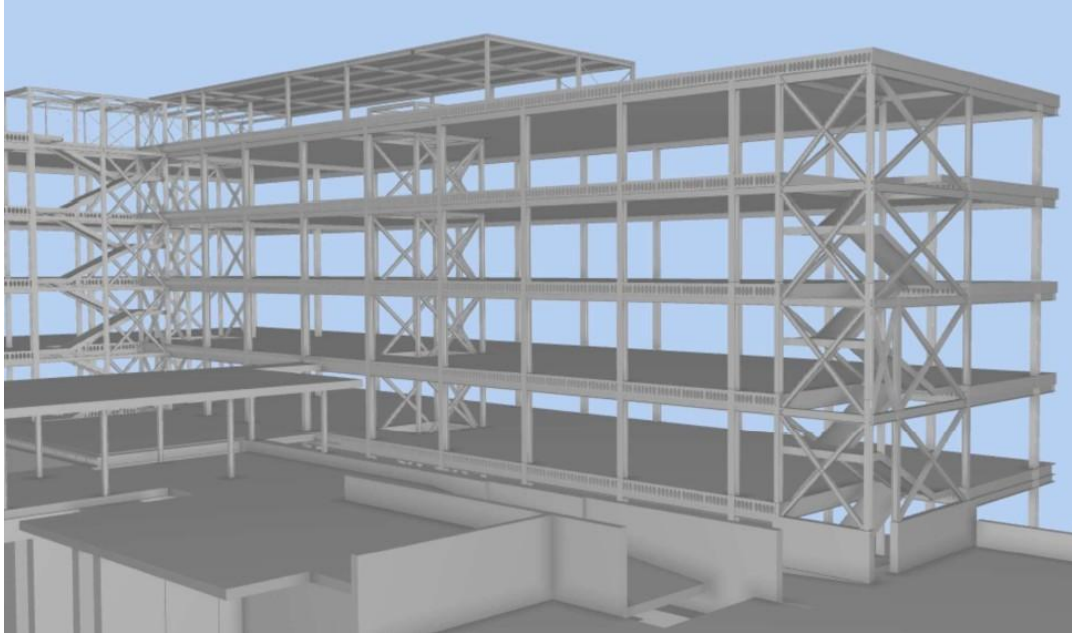
La medicina cambia rápidamente, por lo que los espacios deben poder reconfigurarse. Esto se logra mediante módulos estructurales repetitivos, sistemas constructivos secos y redes de instalaciones accesibles. Se privilegian los ambientes multifunción por sobre los espacios rígidos (Lawson & Phiri, 2016; Duffy, 2020; Harris, 2019).

3.2.7. Hacia el hospital como centro de alta complejidad

Mientras parte de la atención se descentraliza hacia el domicilio o la atención primaria, el hospital se especializa en diagnóstico avanzado, procedimientos complejos y terapias intensivas. El hospital se convierte en un centro tecnificado para resolver casos críticos (OPS, 2021; OMS, 2022; Weeks, 2019). El sistema de salud se concibe como una red que optimiza los recursos, donde los efectores se coordinan, ya que no todos los hospitales brindan todos los servicios

3.2.8. Síntesis

Las nuevas modalidades de atención impulsan una transformación profunda del espacio hospitalario. De edificios rígidos y centralizados, se evoluciona hacia infraestructuras flexibles, tecnológicamente integradas, centradas en la experiencia humana y en la eficiencia funcional. El concepto de “shell + infill” (envoltorio flexible) de Weeks está presente en la posibilidad de flexibilidad y transformación del edificio a lo largo de su vida útil.



*Fig.6: Envoltorio flexible (estructura de grandes luces, sin columnas internas y modular)
Centro de Atención Intermedia e Integrada, Barcelona. Albert Vitaller, arq.*



*Fig. 7: Ventana corrida modular que admite múltiples resoluciones internas
Centro de Atención Intermedia e Integrada, Barcelona. Albert Vitaller, arq.*

3.3 Cuidados progresivos

3.3.1. Evolución histórica del sistema de atención en salud hacia los cuidados progresivos

La organización de la atención sanitaria ha atravesado múltiples transformaciones, influenciadas por avances médicos, cambios sociales, desarrollo tecnológico y nuevas concepciones sobre el rol del paciente y de los equipos de salud. Este recorrido histórico permite comprender cómo se arriba al modelo contemporáneo de cuidados progresivos, basado en la asignación del nivel de atención según la complejidad clínica real del paciente.

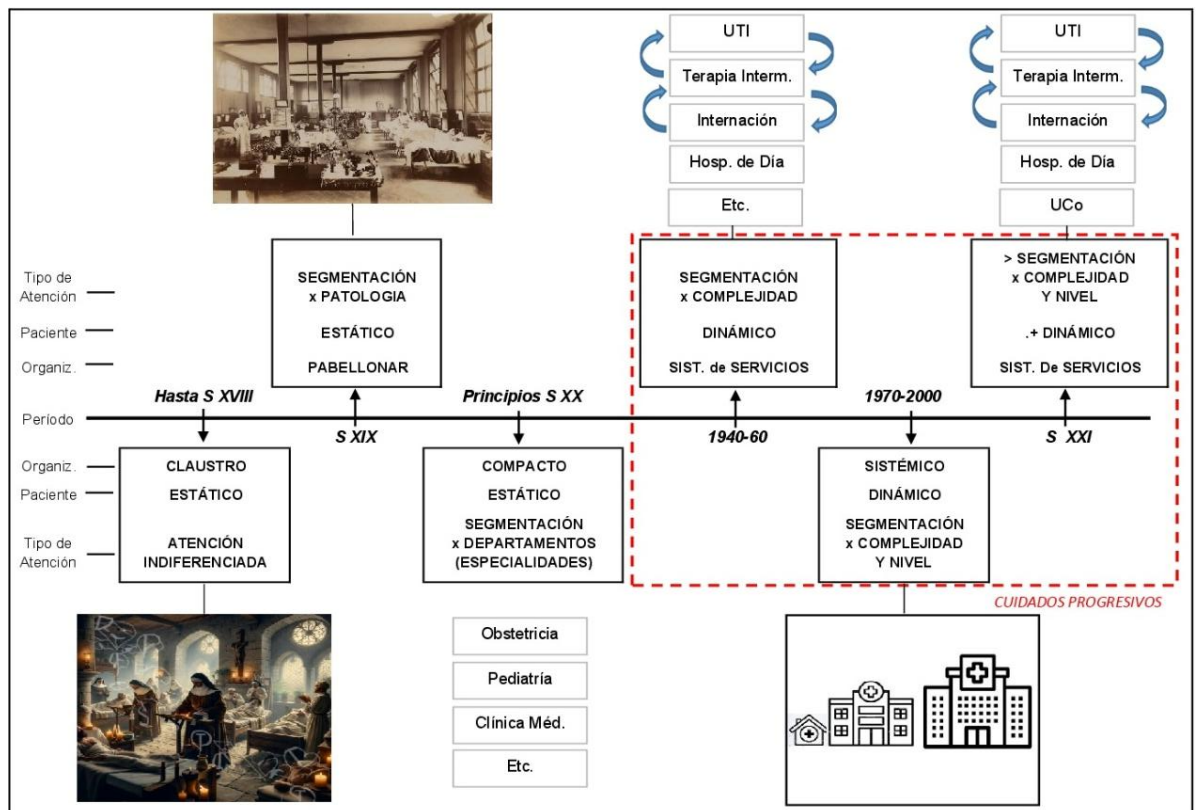


Fig. 8: Evolución histórica del sistema de atención de salud. Fuente: elaboración propia

a) Era pre moderna (hasta el siglo XVIII): caridad y cuidados básicos

Los hospitales eran instituciones de beneficencia, administrados por órdenes religiosas.

La atención no estaba diferenciada: todos los enfermos compartían grandes salas comunes.

No existía categorización por patologías ni por gravedad.

El foco estaba en la contención social más que en la curación.

b) Siglo XIX: revolución científica y nacimiento del hospital moderno

La medicina científica (Pasteur, Koch, avances en anatomía patológica) redefine el hospital.

El hospital se convierte en un centro terapéutico, no solo de cuidados.

Aparecen las primeras especialidades médicas (cirugía, obstetricia, medicina interna).

La arquitectura hospitalaria evoluciona hacia pabellones por tipo de enfermedad (modelo pabellonar).

Impacto organizativo:

- Se inicia la segmentación por patología.
- La categoría del paciente se define por la “especialidad”, no por su nivel de gravedad.

c) Principios del siglo XX: complejizarían y departamentalización

Traducción arquitectónica del “hospital por departamentos”.

Cada área tiene su propio equipamiento, camas y personal.

Aumenta la eficiencia técnica, pero genera fragmentación.

Los pacientes quedan “fijos” en un servicio, aunque su condición cambie.

Limitaciones que luego serán cuestionadas:

- Movilidad limitada del paciente entre niveles de complejidad.
- Camas de alta complejidad ocupadas por pacientes que ya no la requieren.
- Superposición de funciones entre servicios.

d) 1940–1960: nacimiento de los cuidados progresivos (Progressive Patient Care – PPC)

Este modelo surge especialmente en EE.UU. en la posguerra, acompañado por la expansión tecnológica.

Principio central:

El paciente debe ubicarse en el nivel de atención que realmente necesita en cada momento, ni más ni menos.

Se definen áreas por nivel de complejidad, no por especialidad:

- UTI Unidad de Terapia Intensiva
- UCI Unidad de Cuidados Intermedios (Terapia Intermedia)
- Internación. Cuidados mínimos o moderados
- Hospital de Día. Atención sin internación (paciente ambulatorio)
- Rehabilitación. Cuidados prolongados.

Consecuencias:

- Se introducen criterios objetivos para asignar camas.
- Mejora el uso de recursos críticos (UTI).

- Se acorta la estancia hospitalaria.
- Se vuelve más flexible la operación del hospital.

e) 1970–2000: evolución hacia modelos centrados en el proceso asistencial

La atención se integra en redes (primaria–secundaria–terciaria).

Aparece la gestión clínica por procesos y trayectorias del paciente.

Surgen las “unidades de cuidados progresivos” como formato estándar.

La tecnología diagnóstica reduce la necesidad de internación prolongada.

Nace la cirugía de día y modalidades ambulatorias avanzadas.

La idea de progresividad se expande:

- mayor diferenciación entre cuidados críticos, intermedios, agudos y subagudos;
- uso de escalas de severidad;
- camas flexibles y unidades polivalentes.

f) Siglo XXI: cuidados progresivos como modelo dominante

El hospital contemporáneo se concibe como un sistema dinámico de niveles de complejidad.

Elementos actuales del modelo:

a) Centrado en el paciente y basado en riesgo

- El nivel de cuidado depende de la situación clínica, no de la especialidad.
- Evaluación continua por escalas de deterioro precoz.
- El paciente “migra” de un nivel a otro según su evolución.

b) Alta tecnología y monitoreo continuo

- Telemetría.
- Monitorización remota.
- Sistemas de alerta temprana.

c) Arquitectura flexible y adaptable

- Unidades modulares.
- Espacios convertibles (por ejemplo, cuidados intermedios → intensivos).
- Habitaciones individuales multipropósito.

d) Integración con la atención ambulatoria

- Hospital de día.
- Cirugía ambulatoria.
- Programas de hospitalización domiciliaria.

3.3.2. Factores clave del modelo actual

¿Por qué desembocamos hoy en los cuidados progresivos?:

- Demanda creciente y envejecimiento poblacional.
- Escasez de recursos críticos (camas UTI, personal).
- Necesidad de eficiencia y reducción de tiempos de internación.
- Mayores estándares de seguridad del paciente.
- Avances tecnológicos que permiten monitoreo en distintos niveles.
- Cambio de paradigma: atención centrada en el paciente y continuidad del cuidado.

Resultado actual:

Un sistema organizado por niveles de complejidad, donde cada paciente recibe el nivel adecuado según su estado clínico, optimizando recursos y mejorando los resultados de salud.

4. Impacto de la tecnología en los espacios de salud

4.1. Introducción

En las últimas décadas, el desarrollo tecnológico ha transformado profundamente múltiples ámbitos de la vida social, y el sector salud no ha quedado al margen de este proceso. Avances en digitalización, telemedicina, inteligencia artificial (IA), automatización, sistemas inteligentes y equipos de diagnóstico y tratamiento han modificado no solo la forma de diagnosticar y tratar enfermedades, sino también la manera en que se conciben, diseñan y utilizan los espacios destinados a la atención médica (Topol, 2019).

Tradicionalmente, los hospitales y centros de salud se configuraban siguiendo modelos rígidos y funcionales, priorizando la eficiencia operativa y la capacidad de atención. Sin embargo, la incorporación de tecnologías digitales ha generado nuevas dinámicas organizacionales que exigen replantear la arquitectura hospitalaria, la distribución de los servicios y la experiencia de los pacientes (Ulrich et al., 2008). Así, los espacios de salud ya no son únicamente áreas físicas de asistencia, sino entornos híbridos donde convergen lo humano y lo tecnológico.

El presente capítulo analiza de qué manera la tecnología está redefiniendo los espacios de salud, identificando las principales innovaciones que han impactado en su diseño y funcionamiento. Asimismo, se examinan los beneficios, desafíos y perspectivas futuras vinculadas a esta transformación para pacientes, profesionales y gestores del sistema sanitario, con el objetivo de comprender el surgimiento del hospital “inteligente” del siglo XXI.

En este marco se busca responder a una pregunta central: ¿cómo las innovaciones tecnológicas están transformando los espacios de salud y qué perspectivas ofrecen para el futuro del cuidado médico?

4.2. Relación entre arquitectura, tecnología y salud

El espacio hospitalario es un ecosistema complejo donde convergen arquitectura, ingeniería, informática y medicina. La digitalización ha impulsado el modelo de hospital inteligente (European Commission, 2020).

En este modelo, la infraestructura se adapta constantemente a las demandas de los usuarios, integrando redes de datos, equipos de diagnóstico avanzado y sistemas de comunicación que permiten la interconexión entre pacientes, profesionales y dispositivos médicos.

La tecnología redefine la relación entre espacio y función:

- Permite consultas virtuales, reduciendo la necesidad de áreas físicas de espera.
- Introduce sistemas inteligentes de monitoreo, que transforman las habitaciones en espacios interactivos.
- Fomenta la flexibilidad arquitectónica, dado que los hospitales deben adaptarse rápidamente a cambios epidemiológicos o innovaciones médicas.

En este sentido, el marco teórico establece la base conceptual para comprender cómo las innovaciones tecnológicas no solo agregan equipamiento a los espacios de salud, sino que transforman su diseño, su lógica de funcionamiento y la experiencia de quienes los habitan.

4.3. Transformaciones tecnológicas recientes

La incorporación de nuevas tecnologías en el ámbito sanitario ha producido transformaciones que van más allá de lo clínico, impactando directamente en la organización, diseño y uso de los espacios hospitalarios. Estas innovaciones han modificado las dinámicas de atención, la interacción entre pacientes y profesionales, y la gestión misma de las instituciones de salud.

4.3.1. Digitalización de la historia clínica

La historia clínica en formato digital permite un acceso inmediato y seguro a la información del paciente desde diferentes áreas del hospital o incluso de manera remota. Esto reduce la necesidad de grandes archivos físicos y libera espacios que pueden destinarse a nuevas funciones asistenciales. Además, mejora la coordinación entre profesionales de distintas especialidades y agiliza los procesos administrativos.

4.3.2. Telemedicina y consultas virtuales

La telemedicina constituye uno de los avances más significativos y disruptivos. A través de plataformas digitales, los pacientes pueden recibir atención médica sin necesidad de trasladarse físicamente. Generalmente se utilizan para guardia médica (urgencias/atención primaria) o para algunas especialidades que no requieren examen físico. Esta modalidad reduce la demanda sobre salas de espera y consultorios tradicionales, generando la necesidad de diseñar espacios híbridos, preparados tanto para la atención presencial como para la virtual. Asimismo, la telemedicina favorece la equidad en el acceso a la salud, especialmente en regiones alejadas o con infraestructura limitada.

Un ejemplo de telemedicina es “ELEKTA Kaiku”. Que consiste en una plataforma digital de monitoreo remoto diseñada para el cuidado oncológico. Su función principal es conectar a los pacientes con sus equipos médicos de manera continua durante el tratamiento.

Así funciona en tres puntos clave:

- Reporte de síntomas: El paciente utiliza una aplicación para registrar cómo se siente (datos conocidos como PROMs: estado de ánimo, dolor, sueño, cansancio, etc.).
- Alertas inteligentes: La plataforma emplea algoritmos clínicos que analizan los datos. Si detecta que un síntoma se agrava, genera una alerta inmediata para que el médico intervenga proactivamente.
- Atención personalizada: Permite ajustar el tratamiento en tiempo real, reduciendo hospitalizaciones de emergencia y mejorando la calidad de vida del paciente mediante consejos educativos específicos.

En esencia, es una herramienta que permite pasar de una medicina reactiva a una medicina preventiva, asegurando que el paciente esté "vigilado" y apoyado incluso cuando no está en el hospital.

A su vez, incluye:

- Funciones de calendario de tratamiento. Por ejemplo, ahí aparecen las fechas de sus sesiones de radioterapia, quimioterapia o análisis de sangre que el hospital ya ha programado.
- Sincronización: Se integra con los sistemas de gestión hospitalaria. Esto significa que, si el médico cambia una cita en el sistema del hospital, el paciente la verá actualizada automáticamente en su aplicación de Kaiku.

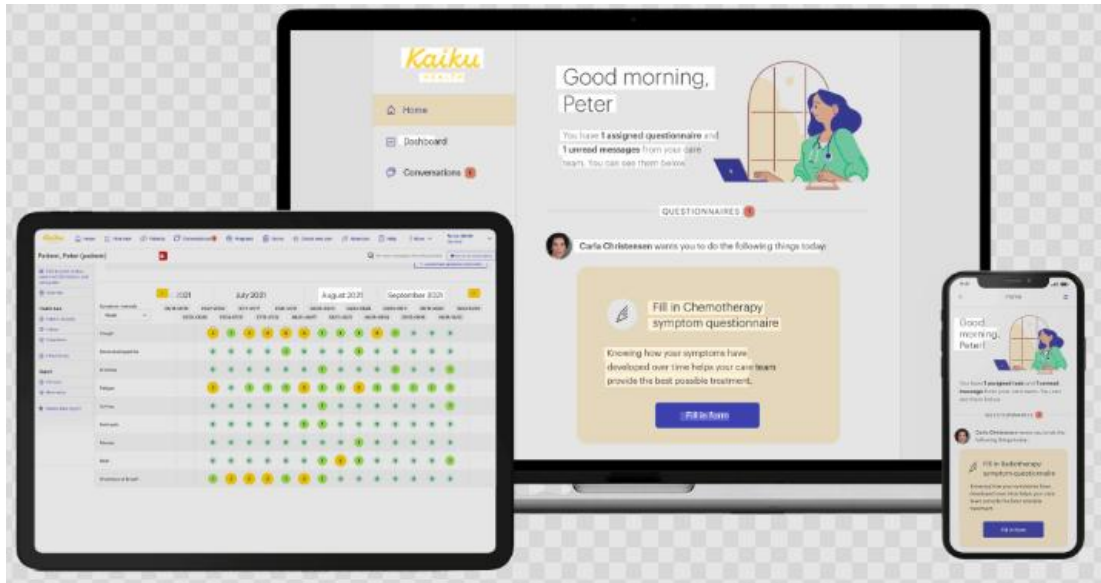


Fig. 9: Pantallas de la app Elekta Kaiku. Fuente: Elekta.com

4.3.3. Automatización y robótica

Los robots quirúrgicos, los sistemas automatizados de farmacia y los robots de logística hospitalaria (para traslado de insumos, medicación o muestras de laboratorio) han redefinido la dinámica interna de los centros de salud. Estos avances permiten mayor precisión en procedimientos complejos y reducen el contacto innecesario en áreas críticas, lo que se traduce en un rediseño de quirófanos y laboratorios.



Fig. 10: Robot quirúrgico



Fig. 11: Carrusel de farmacia



Fig. 12: Robot de logística hospitalaria

4.3.4. Internet de las cosas (IoT) hospitalaria

El IoT aplicado a la salud permite conectar equipos médicos, sensores y dispositivos portátiles, generando redes inteligentes que monitorean en tiempo real el estado del paciente. Las habitaciones hospitalarias, en este contexto, se transforman en espacios interactivos, equipados con dispositivos que registran constantes vitales y alertan al personal de manera automática. Esto no solo incrementa la seguridad del paciente, sino que también optimiza la distribución de recursos humanos y físicos dentro del hospital.

4.3.5. Inteligencia artificial y Big Data

La IA contribuye a diagnóstico asistido, predicción epidemiológica y gestión (Rajkomar et al., 2019).

La inteligencia artificial (IA) aplicada a la salud facilita el análisis de grandes volúmenes de datos clínicos, optimizando diagnósticos, tratamientos y predicciones epidemiológicas. Su impacto en los espacios físicos radica en la necesidad de integrar centros de procesamiento de datos y sistemas de soporte digital dentro de la infraestructura hospitalaria. Además, la IA se combina con sistemas de gestión hospitalaria, mejorando la eficiencia en la asignación de camas, turnos y recursos.

4.3.6. Innovación de equipos de diagnóstico y tratamiento

El equipamiento de diagnóstico y tratamiento, en su continua evolución, ha aumentado en su precisión. La sofisticación tecnológica aumenta los requerimientos: salas más grandes, previsión de rutas de transporte, blindajes especiales, mayor climatización, cableado estructurado, sistemas redundantes, mayor integración con otros servicios médicos. Generando esto último más áreas de apoyo y novedosos circuitos de vinculación entre servicios.

4.4. Redefinición de los espacios de salud

La incorporación de nuevas tecnologías no solo introduce equipamientos avanzados en los hospitales y centros sanitarios, sino que obliga a repensar de manera integral el diseño arquitectónico, la organización funcional y la experiencia del paciente. Los espacios de salud, en este contexto, evolucionan hacia entornos más flexibles, humanizados y conectados.

4.4.1. Nuevas demandas arquitectónicas

El hospital contemporáneo se concibe como un sistema flexible y adaptable. La acelerada innovación tecnológica y los cambios epidemiológicos (como lo evidenció la pandemia de COVID-19) requieren edificios capaces de transformarse rápidamente según las necesidades. Esto implica:

- Salas modulares que pueden reconfigurarse.
- Infraestructuras preparadas para albergar equipamiento de alta complejidad.
- Espacios híbridos que integran atención presencial y virtual.



Fig. 13: Entrepiso técnico Hospital Iturraspe, Santa Fe –Argentina-. Mario Correa Aiello, arq.

4.4.2. Diseño centrado en el paciente

El modelo tradicional, orientado a la eficiencia operativa, ha cedido terreno al diseño centrado en la persona. La humanización de los espacios busca reducir el estrés y favorecer la recuperación a través de:

- Habitaciones con control individual de iluminación, temperatura y conectividad.
- Áreas de espera confortables, con recursos digitales que reducen tiempos de permanencia.

- Incorporación de espacios verdes y entornos más amigables para familiares y acompañantes.

4.4.3. Integración de tecnologías verdes y sostenibilidad

Los hospitales son infraestructuras de alto consumo energético. La incorporación de tecnologías verdes (paneles solares, sistemas de climatización inteligentes, reutilización de agua) no solo reduce costos operativos, sino que también responde a estándares de sostenibilidad. Estos cambios redefinen los espacios al priorizar materiales saludables, eficiencia energética y gestión responsable de residuos hospitalarios.



Fig. 14: Cubierta con paneles fotovoltaicos en Hospital de Niños, Tesalónica. Renzo Piano, arq.

4.4.4. Hospitales sin papeles y sin colas

La digitalización de historias clínicas, la telemedicina y los sistemas de turnos en línea están transformando áreas que tradicionalmente generaban grandes concentraciones de personas. Los hospitales tienden a eliminar archivos físicos y a minimizar salas de espera, reemplazándolas por zonas más reducidas o multifuncionales. De este modo, los flujos internos cambian y se reorganizan los espacios de admisión, atención y circulación.

4.4.5. El hospital como un ecosistema inteligente

En suma, la tecnología redefine los espacios de salud en dos dimensiones complementarias:

- Funcional, al permitir mayor eficiencia, flexibilidad y seguridad.
- Humana, al transformar los entornos en lugares más amigables, personalizados y sostenibles.

Esta redefinición configura un nuevo paradigma: el hospital como un ecosistema inteligente, donde arquitectura, tecnología y cuidado se integran en beneficio del paciente y de los equipos de salud.

4.5. Retos y debates actuales

Si bien la incorporación de tecnología en los espacios de salud ofrece innumerables beneficios, también plantea una serie de desafíos que deben ser analizados de manera crítica. Estos retos no son únicamente de carácter técnico, sino que involucran dimensiones económicas, sociales, éticas y culturales (World Health Organization [WHO], 2020; Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2021).

4.5.1. Brecha tecnológica y accesibilidad

Uno de los principales desafíos es la desigualdad en el acceso a la tecnología. Mientras que algunos hospitales cuentan con infraestructura de vanguardia, otros — especialmente en regiones rurales o en países con menos recursos— carecen de conectividad y equipamiento adecuado. Esto profundiza desigualdades sanitarias preexistentes y afecta la equidad del sistema (OPS, 2021; WHO, 2020; OECD, 2019).

La evidencia muestra que la transformación digital en salud puede ampliar brechas si no se implementa con políticas compensatorias y estrategias de inclusión (Kruse et al., 2018).

4.5.2. Costos de implementación y sostenibilidad económica

La modernización tecnológica requiere inversiones significativas en equipamiento, capacitación del personal y mantenimiento. Aunque a largo plazo muchas de estas innovaciones pueden mejorar la eficiencia y reducir costos operativos, el gasto inicial constituye una barrera para numerosos sistemas de salud (OECD, 2017; WHO, 2020).

El debate sobre retorno de inversión y sostenibilidad financiera es central en la planificación de hospitales inteligentes y sistemas de salud digital (HIMSS, 2020).

4.5.3. Seguridad y privacidad de la información

La digitalización de historias clínicas y la interconexión de dispositivos médicos incrementan la exposición a riesgos de ciberseguridad. La protección de datos sensibles es un componente esencial de la gobernanza sanitaria contemporánea (WHO, 2020).

Las brechas de seguridad pueden comprometer la confianza pública y generar consecuencias legales y reputacionales para las instituciones (Kruse et al., 2017; OECD, 2019).

4.5.4. Adaptación cultural y aceptación social.

La introducción de tecnologías avanzadas modifica las dinámicas tradicionales de atención. Algunos pacientes perciben pérdida de contacto humano en la teleconsulta, mientras que ciertos profesionales muestran resistencia ante sistemas automatizados que transforman sus rutinas (Greenhalgh et al., 2017).

La literatura sobre implementación tecnológica en salud subraya que el éxito depende tanto de factores culturales como técnicos (WHO, 2020).

4.5.5. Impacto en la formación profesional.

La transformación digital exige nuevas competencias en el personal sanitario y en los profesionales vinculados al diseño hospitalario. La educación médica y técnica debe integrar alfabetización digital, análisis de datos y gestión tecnológica (Topol, 2019; WHO, 2020).

4.6. Síntesis

Los retos actuales muestran que la tecnología no puede implementarse de manera aislada, sino en el marco de políticas públicas, estrategias de equidad y procesos de acompañamiento cultural. Solo así los avances podrán traducirse en una verdadera mejora de la calidad asistencial y en una redefinición sostenible de los espacios de salud.

5. Impacto del crecimiento por etapas en un diseño hospitalario

5.1 Flexibilidad y planificación arquitectónica

El diseño por etapas requiere concebir el hospital como un sistema abierto y evolutivo. Desde el anteproyecto, deben establecerse ejes estructurales, circulaciones principales y núcleos técnicos capaces de sostener futuras expansiones sin alterar la operatividad. Según Verderber y Fine (2000), la flexibilidad es un atributo esencial en la arquitectura hospitalaria contemporánea, ya que permite adaptarse a cambios en las modalidades de atención, el equipamiento y las normativas sanitarias.

5.2. Impacto funcional y operativo

Durante las sucesivas etapas constructivas, es indispensable que el crecimiento no interrumpa la actividad asistencial. Para ello, las áreas deben organizarse en unidades funcionales autónomas, con servicios básicos y accesos independientes. Este criterio coincide con las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2019), que destaca la importancia de la continuidad operativa y la seguridad del paciente durante procesos de ampliación hospitalaria.

5.3. Infraestructura técnica y sostenibilidad

Las infraestructuras hospitalarias deben diseñarse con sistemas de instalaciones escalables: redes troncales sobredimensionadas, espacios técnicos accesibles y capacidad para incorporar nuevas tecnologías. En Argentina, el Ministerio de Salud (Ministerio de Salud Argentina, 2021) sugiere prever corredores técnicos y reservas estructurales que faciliten la incorporación progresiva de servicios, en coherencia con los principios de sostenibilidad y eficiencia energética.

5.4. Identidad arquitectónica y coherencia formal

Un riesgo frecuente en los crecimientos por etapas es la pérdida de unidad formal del conjunto. Para evitarlo, es fundamental establecer un Plan Maestro Hospitalario que defina los criterios compositivos, materiales y funcionales que regirán el desarrollo futuro. Este plan debe garantizar la coherencia visual y la integridad arquitectónica, manteniendo una identidad institucional reconocible en el tiempo (Ulrich, 2012)

5.5. Síntesis

El crecimiento por etapas, correctamente planificado, permite a las instituciones hospitalarias evolucionar de manera ordenada y sostenible, acompañando la demanda sanitaria y las transformaciones tecnológicas. Desde la perspectiva arquitectónica, este modelo exige una visión integral, donde la flexibilidad, la planificación modular y la coherencia formal se convierten en los pilares para garantizar la calidad y la continuidad funcional del hospital.

6. Gobernanza en una Institución Hospitalaria

6.1. Definición de Gobernanza

La gobernanza hospitalaria es el conjunto de estructuras, procesos, normas y relaciones que determinan cómo se dirige, gestiona y supervisa un hospital. Su propósito es garantizar que las decisiones —clínicas, administrativas, financieras y estratégicas— se tomen de manera ética, transparente, participativa y orientada al bienestar de los pacientes. En otras palabras, la gobernanza hospitalaria define quién toma las decisiones, cómo se toman, con qué criterios y cómo se evalúan sus resultados, asegurando que la institución cumpla su misión sanitaria, social y comunitaria (World Health Organization [WHO], 2020).

6.2. Componentes esenciales de la gobernanza hospitalaria

6.2.1. Estructura de liderazgo y dirección:

Incluye al consejo de administración, la dirección general, el cuerpo médico y los jefes de servicios. Cada nivel tiene responsabilidades específicas en la planificación, la toma de decisiones y el control operativo (Ministerio de Salud de la Nación Argentina, 2022).

6.2.2. Transparencia y rendición de cuentas:

Implica la obligación de informar cómo se gestionan los recursos humanos, financieros y tecnológicos, así como los resultados asistenciales. La transparencia genera confianza y permite la evaluación social y profesional del desempeño institucional (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2018).

6.2.3. Participación de los actores clave:

Una gobernanza efectiva promueve la participación de los distintos sectores del hospital —profesionales de la salud, personal administrativo, pacientes y comunidad— en las decisiones que afectan la atención y los servicios. Esta participación fortalece la legitimidad institucional y la calidad de la gestión (Saltman & Duran, 2016).

6.2.4. Gestión de calidad y seguridad del paciente:

La gobernanza debe velar por la implementación de políticas y prácticas que aseguren la calidad asistencial, la seguridad del paciente y la mejora continua. La calidad clínica y la seguridad son indicadores esenciales del buen gobierno hospitalario (Joint Commission International, 2021).

6.2.5. Uso eficiente y ético de los recursos:

Comprende la asignación racional de presupuestos, equipamiento y personal, garantizando la sustentabilidad económica del hospital sin comprometer la calidad del cuidado (OMS, 2020).

6.2.6. Cumplimiento normativo y responsabilidad social:

La gobernanza hospitalaria debe asegurar el cumplimiento de las leyes sanitarias, los estándares éticos y las políticas públicas de salud, promoviendo la equidad y el acceso universal (OPS, 2018).

6.3. Rol de la gobernanza hospitalaria frente al cambio y crecimiento edilicio

El rol de la gobernanza hospitalaria es decisivo cuando el hospital atraviesa procesos permanentes de transformación tecnológica, expansión de servicios y crecimiento edilicio. La gobernanza no se limita a la administración operativa, sino que establece la dirección estratégica y asegura la alineación entre modelo asistencial, estructura organizacional y soporte físico (World Health Organization [WHO], 2007; Saltman, Durán, & Dubois, 2011).

Mientras la gestión se ocupa del funcionamiento cotidiano, la gobernanza define el rumbo institucional y las decisiones estructurales de largo plazo, incluyendo inversiones en infraestructura sanitaria (OECD, 2017).

6.3.1. Direccionar el crecimiento: de edificio a sistema

La literatura sobre planificación sanitaria señala que la infraestructura hospitalaria debe responder a un plan maestro integrado, evitando ampliaciones fragmentadas que generan ineficiencias operativas y sobrecostos futuros (Verderber & Fine, 2000; Lawson & Phiri, 2016).

El crecimiento edilicio debe estar alineado con el modelo de atención proyectado, ya que la arquitectura hospitalaria condiciona la forma de prestar servicios de salud (Ulrich et al., 2008).

6.3.2. Anticipar el cambio (planificación prospectiva)

La planificación hospitalaria contemporánea se basa en escenarios futuros, considerando envejecimiento poblacional, cambios epidemiológicos y avances tecnológicos (WHO, 2020; Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2021).

La infraestructura sanitaria es una inversión de largo plazo; por ello, las decisiones de gobernanza deben contemplar horizontes temporales extensos y capacidad de adaptación (OECD, 2017).

6.3.3. Gobernar la flexibilidad arquitectónica

La necesidad de flexibilidad ha sido ampliamente documentada en la arquitectura hospitalaria contemporánea. El concepto de “open building” o “shell + infill” propone separar estructura permanente y componentes modificables para permitir adaptaciones programáticas futuras (Kendall & Teicher, 2000; Weeks, 2019).

Asimismo, la evidencia en diseño basado en resultados indica que los edificios hospitalarios deben facilitar reconfiguraciones funcionales sin interrupciones mayores en la atención (Ulrich et al., 2008).

6.3.4. Coordinación de actores y gobernanza multinivel

La gobernanza hospitalaria implica articular múltiples actores —clínicos, administrativos, técnicos y financiadores— bajo una lógica sistémica (Saltman et al., 2011).

Los estudios sobre gobernanza en sistemas de salud destacan que la coordinación institucional es clave para evitar decisiones sectoriales que comprometan la sostenibilidad del sistema (WHO, 2007).

6.3.5. Gestión del riesgo y sostenibilidad económica

Las decisiones edilicias deben evaluarse considerando costos de ciclo de vida, mantenimiento y obsolescencia tecnológica (OECD, 2017).

La infraestructura hospitalaria inadecuadamente planificada puede generar ineficiencias estructurales difíciles de revertir (Verderber & Fine, 2000).

6.3.6. Gobernanza del cambio organizacional

La transformación física del hospital implica necesariamente transformación organizacional. La literatura sobre gestión del cambio en salud destaca la importancia del liderazgo institucional para sostener procesos de adaptación estructural sin afectar la calidad asistencial (Kotter, 2012; WHO, 2007).

6.4. Síntesis

La gobernanza en un hospital no se limita a la gestión administrativa, sino que integra los aspectos clínicos, éticos, financieros y sociales. Una buena gobernanza hospitalaria busca el equilibrio entre eficiencia, calidad asistencial y participación, asegurando que todas las decisiones se orienten a mejorar la salud y el bienestar de la comunidad.

En una institución hospitalaria, la gobernanza no administra edificios: administra la evolución del sistema de salud dentro del edificio. Su rol frente al crecimiento continuo es:

1. Definir el rumbo sanitario futuro
2. Traducirlo en un plan físico adaptable
3. Coordinar actores e intereses
4. Minimizar obsolescencia
5. Garantizar operación segura durante el cambio

7. Casos de estudio

7.1. Impacto histórico de la tecnología en la arquitectura. Caso: servicio de cámara gamma

7.1.1. Evolución histórica de la cámara gamma

La cámara gamma (o cámara Anger) aparece a fines de los años 1950, creada por Hal Anger (1958), y fue el primer dispositivo que permitió obtener imágenes funcionales de órganos utilizando radioisótopos administrados al paciente. Desde entonces ha evolucionado en tecnología, precisión y requerimientos espaciales.

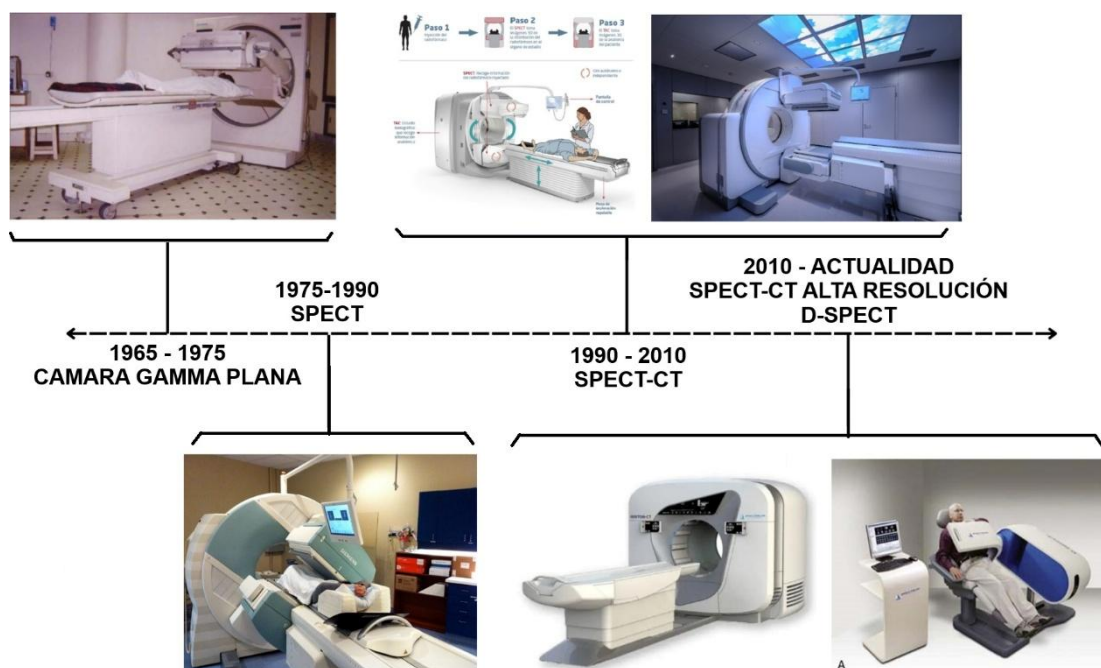


Fig. 15: Evolución histórica equipos de Cámara Gamma. Fuente: elaboración propia

7.1.1.1. Primera generación (1960–1975): cámaras planas monocabezal. El registro tomográfico (SPECT) aún no había sido desarrollado

- Equipos grandes, pesados y con electrónica analógica.
- Detectores únicos (monocabezal).
- Requerían salas amplias y despejadas, principalmente para:
 - Movilidad del gantry.
 - Distancia segura operador–paciente.
 - Ubicación del control en la misma sala o adyacente.

Impacto arquitectónico inicial:

- Salas simples (20–25 m²).

- Blindajes básicos (generalmente 2–3 mm Pb). Se trabajaba con dosis bajas para estudios renales y tiroideos.
- Área libre de interferencias electromagnéticas.
- Poco soporte técnico más allá de almacenamiento de radiofármacos.

7.1.1.2. Segunda generación (1975–1990): sistemas bidetectores y mejora electrónica. Tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT)

- Sistemas bicabezal para estudios más rápidos y sensibles.
- Mayor precisión en colimadores y reconstrucción digital.

Impacto arquitectónico:

- Salas de examen más amplias (25–30 m²).
- Cuarto técnico (rack room) separado.
- Comienza a formalizarse el “flujo limpio–sucio” para radiofármacos.
- Se vuelve necesaria una sala caliente estandarizada.

7.1.1.3. Tercera generación (1990–2010): integración SPECT y SPECT/CT

El gran salto ocurre con la integración:

- Cámara gamma + tomografía computada (SPECT/CT).
- Mayor complejidad, mayor volumen y peso del equipo.
- Requerimientos de sistemas HVAC más estrictos (temperatura, humedad, vibraciones).
- Más electrónica, más calor, más superficie.

Impacto arquitectónico:

- Salas de 30–40 m².
- Control separado con vidrioado plomado.
- Blindajes combinados (para SPECT y CT).
- Nuevos flujos: paciente inyectado → paciente en espera activa → paciente en estudio.

7.1.1.4. Cuarta generación (2010–Actualidad): cámaras con gantry híbrida, CZT y equipos compactos

- Detectores de telurio de cadmio-zinc (CZT): mayor sensibilidad, menor dosis.
- SPECT/CT de alta resolución (múltiples cabezales)
- Equipos compactos para cardiología nuclear (x ej.: D-SPECT).
- Protocolos rápidos → mayor rotación de pacientes.

Impacto arquitectónico contemporáneo:

- Salas más flexibles y configurables.
- Menor blindaje en algunos modelos, pero mayor precisión en su cálculo.
- Necesidad de circulación diferenciada para pacientes inyectados.
- Integración con PACS, redes informáticas y servidores.

7.1.2. Evolución del programa arquitectónico del Servicio de Cámara Gamma

El programa arquitectónico de Medicina Nuclear con Cámara Gamma evolucionó enormemente debido a:

- Mayor complejidad tecnológica.
- Mayor demanda de seguridad radiológica.
- Necesidad de flujos eficientes y segmentados.

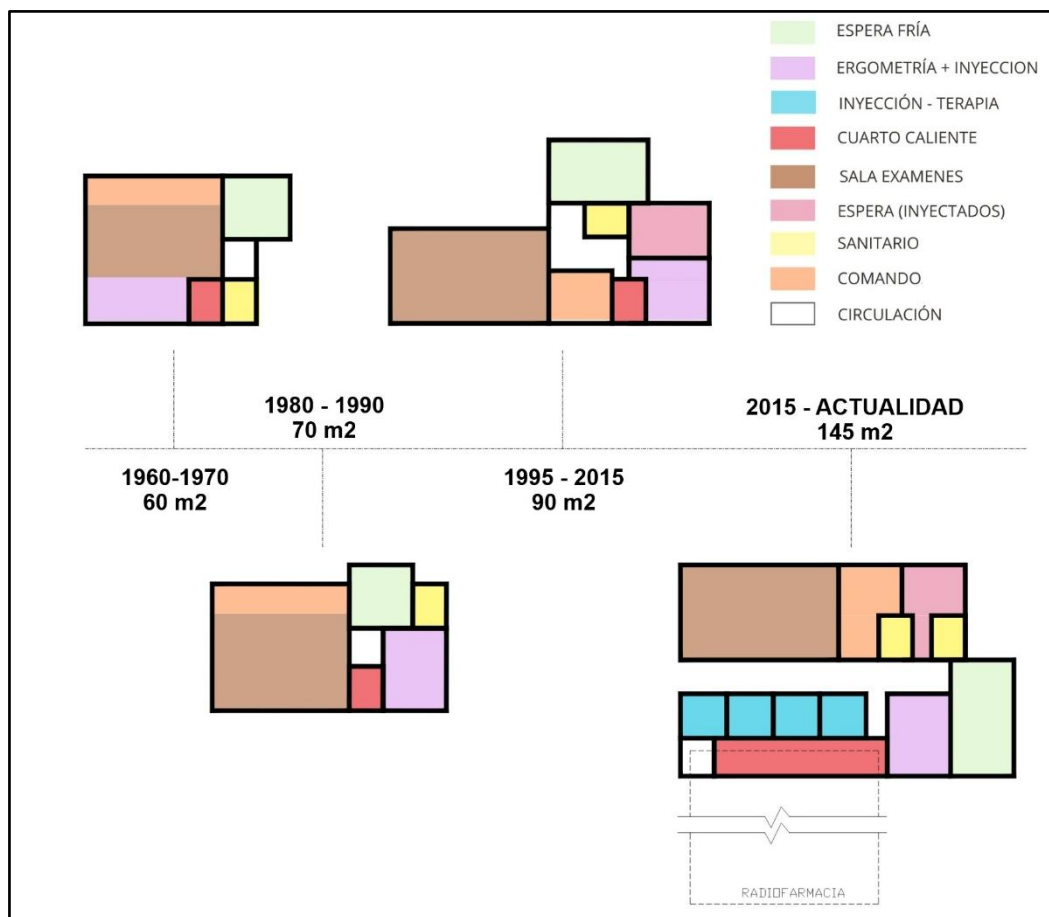


Fig. 16: Esquemas de evolución del servicio de Cámara Gamma. Fuente: elaboración propia

7.1.2.1. Programa arquitectónico original (años 60–70)

Sólo incluía:

- Sala de estudios
- Pequeño espacio para control

- Depósito básico (colimadores, insumos)

Características:

- Sin sala caliente formal.
- Blindaje mínimo.
- Flujos no diferenciados.

7.1.2.2. Programa arquitectónico ampliado (años 80–90)

Se incorpora la lógica de Medicina Nuclear moderna.

Incluye:

- Sala de equipos (más grande)
- Sala de comando
- Sala caliente ("hot lab") básica
- Depósito de colimadores y accesorios
- Circuito controlado para pacientes inyectados

Cambios clave:

- Blindaje más robusto.
- Aparición de antecámaras o pasillos controlados.
- Requerimientos HVAC más exigentes.

7.1.2.3. Programa arquitectónico para SPECT/CT (1995–2015)

Mayor complejidad → más locales.

Incluye:

- Sala híbrida SPECT/CT
- Control con vidrio plomado
- Cuarto técnico (racks, UPS, servidores)
- Sala caliente reglamentaria con:
- Cabina de bioseguridad
- Mesada blindada
- Contenedores de Tc-99m
- Pozo de decaimiento o residuos radiactivos
- Sala de espera "de pacientes inyectados" (área caliente)
- Baño radiactivo
- Espacio para inyección y preparación del paciente
- Depósito de blindajes, colimadores y accesorios

Concepto clave:

El servicio se convierte en un circuito controlado con sectores fríos, templados y calientes.

7.1.2.4. Programa arquitectónico contemporáneo (2015–2025)

La Medicina Nuclear moderna incorpora nuevos flujos y nuevas lógicas de trabajo.

El programa actual típico incluye:

A. Sector diagnóstico (paciente)

- Sala SPECT o SPECT/CT
- Sala de control
- Sala pre-scan (espera para pacientes inyectados)
- Sala de inyección
- Sala de información y entrevista
- Baño radiactivo (con depósito blindado)

B. Sector radiofarmacia / sala caliente

- Laboratorio de radiofarmacia clase ISO
- Hot cell blindada
- Mesada blindada
- Campana biológica
- Dosímetros y control personal
- Depósito de materiales contaminados
- Pozo de decaimiento (residuos radiactivos líquidos y sólidos)

C. Sector técnico

- Sala de racks / cuarto técnico
- UPS y tableros eléctricos dedicados
- Sistema HVAC independiente (temperatura estable + presiones)
- Espacio para mantenimiento de colimadores y detectores

D. Sector de apoyo al paciente

- Sala de espera general
- Sala de recuperación breve
- Office del personal
- Sanitarios accesibles

E. Circulaciones estrictamente definidas

- Circuito “caliente”: pacientes ya inyectados
- Circuito “frío”: pacientes aún no manipulados con radiofármacos
- Circuito técnico: personal, insumos, residuos
- Circuito de equipos: mantenimiento, aireación, sala técnica

Gran

transformación:

El programa arquitectónico actual no gira sólo en torno a la cámara gamma sino a la gestión integral del radiofármaco y del flujo del paciente. El flujo se torna crítico: Recepción → Radiofarmacia → Inyección → Espera controlada → Adquisición → Recuperación → Egreso.

7.1.3. Factores contemporáneos que influyen en el diseño

A. Normativas de radioprotección más estrictas

- Definición volumétrica de blindajes
- Cálculo de cargas de trabajo
- Control de ocupación de áreas vecinas

B. Digitalización e integración

- Permanencia del cuarto técnico
- Redes PACS
- Monitoreo remoto del detector

C. Mayor eficiencia operativa

- Ubicación estratégica de la sala caliente
- Sector de espera de inyectados cerca de salas
- Flujo continuo sin cruces

D. Humanización del espacio

- AMPLIACIÓN de salas
- Iluminación natural o indirecta
- Privacidad durante el tiempo de espera post-inyección

E. Flexibilidad e indeterminación

- Diseños que admiten cambio de equipo
- Preparación para futuros SPECT/CT o CZT
- Estructuras y bandejas técnicas accesibles

7.1.4. Síntesis

La evolución de la cámara gamma no sólo implica avances tecnológicos, sino que transformó profundamente la arquitectura y el programa funcional del servicio.

Hoy un servicio de Medicina Nuclear con cámara gamma exige:

- Espacios diferenciados fríos / calientes
- Laboratorio radiofarmacéutico completo
- Circulaciones seguras

- Cuarto técnico robusto
- Blindajes específicos
- Sectores para la espera post-inyección
- Salas más amplias y flexibles que permitan reemplazo futuro del equipo

La arquitectura pasó de diseñar una simple sala para un equipo, a diseñar un servicio completo de flujos clínicos y radiactivos, totalmente integrado y seguro.

Las normas de IAEA (2018) y OIEA-TECDOC-1002 enfatizan que el diseño debe prever flexibilidad futura, especialmente porque la vida útil tecnológica es corta (7–10 años).

7.2. Impacto histórico de la modalidad de atención en la arquitectura hospitalaria. Caso: servicio de internación

La evolución de los servicios de internación hospitalaria ha sido resultado de transformaciones tecnológicas, cambios demográficos, nuevos modelos de cuidado y exigencias crecientes en seguridad y calidad asistencial. Estas transformaciones no solo redefinieron la organización funcional del hospital, sino también la arquitectura, los tamaños de los ambientes, los flujos y la distribución de recursos. Comprender esta evolución permite interpretar por qué los hospitales actuales son más flexibles, humanizados, tecnológicos y seguros que los del siglo XX.

7.2.1. De salas comunes a habitaciones individuales

Durante gran parte del siglo XX predominaban grandes salas con 10–30 camas, divididas por cortinas o sin separaciones. La transición hacia habitaciones dobles y luego individuales se produjo por:

- Necesidad de mayor control de infecciones.
- Requerimientos de privacidad y dignidad del paciente.
- Nueva visión de la enfermería y cuidados personalizados.

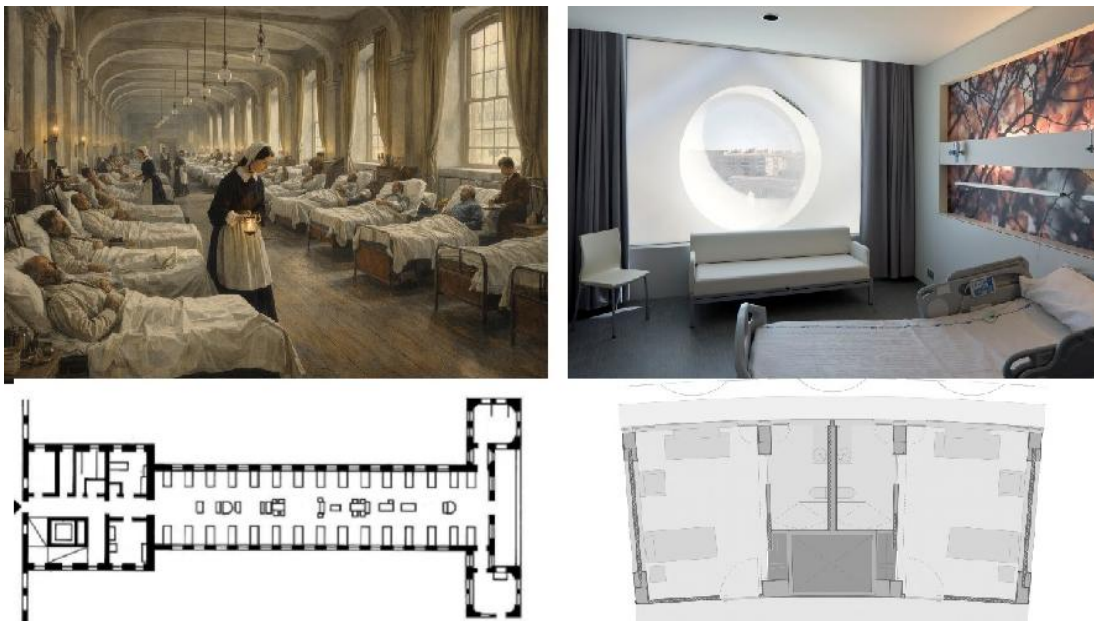


Fig. 17: Comparación entre Habitación 30 camas Hospital St. Thomas, Londres -1871- (Henry Currey, arq., guiado por conceptos higienistas de Florence Nightingale), y Habitación individual Hospital Rey Juan Carlos, Madrid -2012- (Rafael de la Hoz, arq.)

Impactos en la atención:

- Menor tasa de infecciones intrahospitalarias.
- Mejor descanso y recuperación.
- Satisfacción del paciente y su familia.

Este cambio sentó las bases del modelo contemporáneo de internación.

7.2.2. De internaciones prolongadas a estancias cada vez más breves

La estancia hospitalaria se redujo debido a:

- Cirugías mínimamente invasivas.
- Mejores métodos diagnósticos y terapéuticos.
- Expansión del cuidado ambulatorio.

A partir de 1970–1980, el Hospital de Día (quirúrgico, clínico, oncológico, rehabilitación) potenció esta tendencia, permitiendo tratamientos complejos sin pernoctación.

Impactos:

- Reducción del número de camas por población atendida.
- Mayor demanda sobre áreas ambulatorias, cirugía, emergencias y diagnóstico.

7.2.3. Atención centrada en el paciente y la familia

La humanización del cuidado transformó el modelo de internación:

- Habitaciones con sanitario privado, sillón cama y mobiliario confortable.
- Espacios para acompañantes en pediatría, UTPR y cuidados paliativos.
- Ambientes con mejor acústica, luz natural y mayor control ambiental por parte del paciente.

Este cambio redefinió el rol del usuario en su propio tratamiento y la necesidad de entornos terapéuticos.

7.2.4. Especialización creciente

La complejidad clínica dio origen a unidades específicas:

- Stroke units
- Unidades coronarias
- Cuidados intermedios
- Geriatría y rehabilitación

Esto generó una internación más segmentada y con perfiles diferenciados.

7.2.5. Digitalización y monitoreo avanzado

El salto digital redefinió el funcionamiento cotidiano de las áreas de internación:

- Historia clínica electrónica en tiempo real.
- Monitoreo centralizado y dispositivos inalámbricos.
- Sistemas inteligentes de llamada paciente–enfermería.
- Primeros modelos de internación predictiva basados en IA.

7.2.6. Nuevos criterios de seguridad y control de infecciones

La pandemia COVID-19 aceleró cambios ya incipientes:

- Exigencias en presiones diferenciales.
- Sectores de aislamiento con antecámaras.
- Filtros HEPA y ventilación mejorada.
- Flujos limpios–sucios completamente segregados.

7.2.7. Impacto de esta evolución en la arquitectura hospitalaria

7.2.7.1. Aumento de superficie por cama

La habitación individual pasó de 12–18 m² a valores actuales de 25–35 m².

Esto se explica por:

- Espacio para acompañantes.
- Equipamiento creciente.
- Requerimientos de accesibilidad.
- Mayor integración tecnológica.

Habitaciones	Ejemplo	Tamaño y Forma	0	5	10	15	20	25	30	35	
Dobles con baño	Hospital de Bellvitge Barcelona	28 camas Nuclear radial									
Dobles con baño	Hospital de Sant Pau, Barcelona	37 camas Cuerpo mixto									
Dobles con baño	Hospital Moises Broggi, San Joan Despi	38 camas Cuerpo mixto									
Dobles y individuales con baño	Hospital Espirito Santo Evora, Portugal	44 camas Cuerpo quintuple									
Espacio unico con baño compartido	Hospital St. Thomas Londres, UK	31 camas Espacio abierto									

Fig. 18: Tabla comparativa de superficie por cama destinada a: paciente, pasillos, y apoyo de enfermería (elaborado por PINEARQ (Hospitecnia, 2019))

7.2.7.2. Diseño humanizado y experiencial

Las teorías de diseño centrado en la evidencia (EBHD) establecen:

- Iluminación natural abundante.
- Materiales fonoabsorbentes.
- Vistas al exterior y colorimetría cuidada.
- Control personal de luz, temperatura y conectividad.

El objetivo es reducir estrés, favorecer la recuperación y mejorar confort y autonomía.

Al respecto y tomando como referencia su diseño de una habitación de un Centro de cuidados paliativos para adultos mayores, el arq. Albert Vitaller señala:

“El espacio de la habitación no puede ser igual a la de una unidad de hospitalización, si se pretende poner el foco en las personas y desvincular el espacio del ámbito hospitalario no podemos realizar las mismas intervenciones. Por este motivo se proponen una serie de pautas a seguir en relación a este espacio. El centro de la habitación NO es la cama, su ubicación central hace que la mirada

recaiga directamente en ésta, provocando una asociación directa del usuario y la enfermedad. Debemos generar espacios que propicien zonas de conversación y estar con los familiares y personas allegadas que sean lo más normalizadas posibles, siempre y cuando la situación del paciente lo admita. No causa el mismo efecto una reunión donde todos los presentes se ubican en el mismo tipo de asientos que una en la que la gente se congrega alrededor de una cama o un asiento diferente al del resto. Si queremos normalizar la situación debemos comenzar por normalizar los espacios. Del mismo modo debemos generar espacios accesibles para toda clase de usuarios, si queremos integrar debemos hacerlo desde todos los ámbitos y en todas las perspectivas, buscando el diseño universal. Todos estos espacios dispondrán del máximo de iluminación natural, fomentando una estancia más agradable y favorable para los usuarios y en especial a aquellos que por su patología no puedan disfrutar de la posibilidad de salir al exterior. Por otra parte, se considera imprescindible dotar de carácter cada una de las habitaciones y de un espacio de personalización para los usuarios que haga a este sentirse lo más cómodo posible y en un ambiente lo más parecido a su hogar posible. También, en cada una de estas habitaciones se dispondrá de un reloj y calendario integrados para la ubicación espacio-temporal del usuario y evitar así el posible síndrome confusional.”



Fig. 19: Habitación de un Centro de cuidados paliativos para adultos mayores, Albert Vitaller, arq.

7.2.7.3. Infraestructura para familiares

Los nuevos estándares incorporan:

- Zonas de apoyo cercanas.
- Salas de estar confortables.
- Sillones cama y mobiliario adaptable.

Esto afecta directamente superficies, flujos y la lógica funcional de los pisos de internación.



Fig. 20: Salas de Estar adyacentes a ingresos de habitaciones de internación Centro de Atención Intermedia e Integrada. Albert Vitaller, arq.

7.2.7.4. Flujos diferenciados y control de infecciones

Los hospitales contemporáneos integran:

- Corredores técnicos separados.
- Flujos limpios y sucios con circuitos independientes.
- Habitaciones de aislamiento con presión negativa.

El diseño se vuelve parte activa del control epidemiológico.

7.2.7.5. Mayor capacidad tecnológica e infraestructura digital

La arquitectura debe prever:

- Redes de datos de alta velocidad.
- Cuartos de servidores distribuidos.
- Tendido estructurado redundante.
- Espacios para monitoreo remoto e IoT hospitalaria.

La habitación se transforma en un “nodo conectado” dentro del sistema hospitalario.

7.2.7.6. Flexibilidad e indeterminación

Debido al rápido avance tecnológico y cambios epidemiológicos, surge el concepto de:

- Acuity adaptable rooms: la cama común puede transformarse en intermedia sin traslado del paciente.
- Unidades modulares.
- Estructuras que admiten ampliaciones y reformas sin afectar la operación.

Estos principios se basan en la teoría de la arquitectura hospitalaria indeterminada (Weeks, 1971).

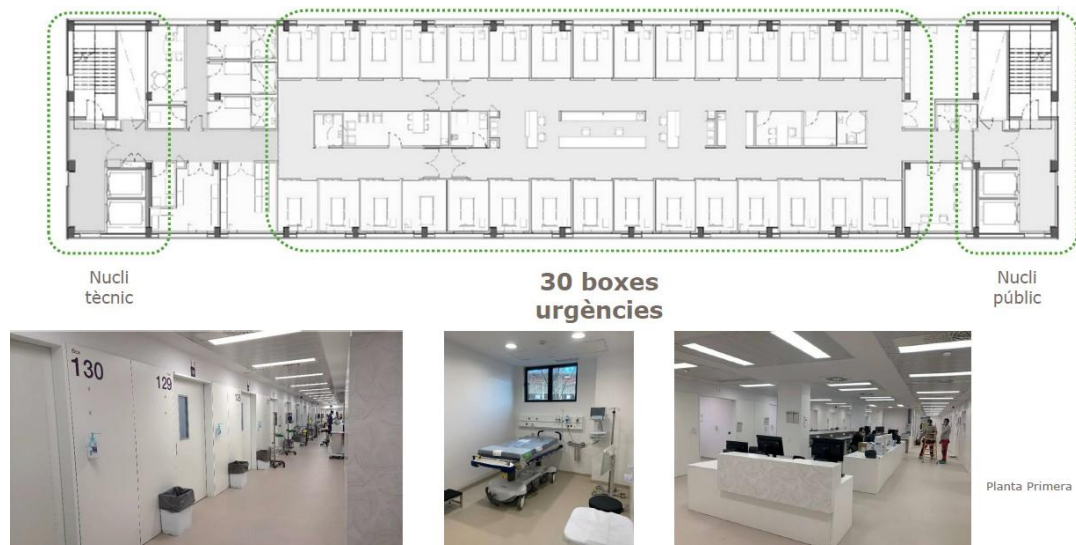


Fig. 21: Pisos de Urgencia configurables a habitaciones COVID Edificio Delta, Hospital Universitario Bellvitge, Barcelona. Albert Vitaller, arq.

7.2.8. Línea de tiempo sintetizada

1950–1970

- Salas comunes.
- Infraestructura rígida.
- Primeras experiencias de Hospital de Día.

1980–1990

- Habitaciones dobles.
- Humanización inicial.
- Cirugía ambulatoria formalizada.

2000–2010

- Habitaciones individuales.
- Digitalización inicial.
- Especialización creciente.

2010–2020

- Atención centrada en el paciente.
- Infraestructura tecnológica robusta.
- Seguridad reforzada.

2020–Actualidad

- Protocolo post-COVID.
- Flexibilidad extrema.
- Sostenibilidad integral.

7.2.9. Síntesis

La evolución de los servicios de internación —desde grandes salas hacia la habitación individual, pasando por la digitalización, la especialización y la humanización— transformó de manera profunda la arquitectura hospitalaria. Hoy los hospitales deben ser flexibles, tecnológicos, seguros y sostenibles, manteniendo siempre el foco en el paciente y su familia. La arquitectura deja de ser un contenedor fijo para convertirse en una infraestructura adaptable y orientada a la experiencia del usuario.

7.3. Impacto en la planificación considerando el crecimiento por etapas. Caso: centro oncológico

7.3.1. Introducción

Los centros oncológicos constituyen infraestructuras altamente especializadas, con requerimientos técnicos complejos, equipamiento crítico y una fuerte dependencia de tecnologías en continua evolución. A diferencia de otros servicios de salud, la oncología integra modalidades terapéuticas diversas —diagnóstico por imágenes, medicina nuclear, radioterapia, quimioterapia, cuidados ambulatorios, hospital de día y seguimiento clínico— que requieren una considerable coordinación espacial y funcional.

En este contexto, la planificación considerando el crecimiento por etapas se ha consolidado como una estrategia esencial para responder a las necesidades dinámicas de los pacientes, de la tecnología y de los sistemas de salud. Los manuales de la International Atomic Energy Agency (IAEA) subrayan que los centros oncológicos deben diseñarse como estructuras evolutivas, con capacidad de ampliación, renovación tecnológica y reorganización funcional sin comprometer la operación clínica ni la seguridad radiológica (IAEA, 2014; IAEA, 2020).

Este capítulo analiza el impacto del crecimiento por etapas en la arquitectura oncológica, destacando los criterios técnicos, regulatorios y operativos que deben orientar la formulación del programa arquitectónico y la organización espacial de un centro oncológico.

7.3.2. Fundamentos conceptuales del crecimiento por etapas en oncología

7.3.2.1. El carácter evolutivo del equipamiento oncológico

Los manuales de la IAEA señalan que el ciclo de vida de los equipos de radioterapia y medicina nuclear (aceleradores lineales, PET/CT, SPECT/CT, cámaras gamma, simuladores CT) es relativamente breve, oscilando entre 7 y 12 años, debido a obsolescencia tecnológica, mejoras en precisión dosimétrica y cambios regulatorios (IAEA, 2017).

En consecuencia, el diseño arquitectónico debe prever:

- espacios ampliables,
- rutas de ingreso independientes para equipos de gran porte,
- capacidad de reforzar blindajes,
- salas técnicas con reserva estructural,
- tableros eléctricos expandibles, sobrepisos y bandejas para nuevas canalizaciones.

7.3.2.2. La variabilidad en la demanda asistencial

Las proyecciones epidemiológicas muestran un incremento sostenido en la incidencia de cáncer. La IARC (2021) estima un aumento del 47% de casos globales hacia 2040. Esto demanda centros capaces de aumentar su capacidad sin reubicar servicios esenciales ni interrumpir tratamientos.

Los planes maestros deben prever áreas de expansión para:

- nuevos bunkers de radioterapia,
- ampliación de la farmacia oncológica,
- crecimiento de hospital de día,
- incorporación de nuevos gabinetes de imagen híbrida,
- áreas de investigación y docencia.

7.3.3. Recomendaciones de la IAEA para el crecimiento por etapas

La IAEA propone criterios precisos en documentos como Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teachers and Students, Planning a Clinical PET/CT Centre, Safety Reports Series 47 y 50, y el Human Health Series No. 25.

7.3.3.1. Zonificación estratégica

Se recomienda dividir el centro en zonas que puedan crecer sin interferir en la operación clínica:

a. Zona caliente (alta complejidad radiológica):

- Bunkers de LINAC
- PET/CT
- SPECT/CT
- Hot lab y áreas de marcación
- Almacenes de fuentes radiactivas

b. Zona intermedia:

- Simulación
- Dosimetría
- Física médica
- Consultorios especializados

c. Zona fría (baja complejidad):

- Admisión
- Hospital de día
- Apoyo administrativo
- Docencia

La expansión debe planificarse preferentemente hacia la zona fría, preservando áreas críticas que requieren blindajes o condiciones ambientales estrictas.

7.3.3.2. Previsión para nuevos bunkers

La IAEA enfatiza la necesidad de reservar áreas para futuros bunkers, incluso si no se construyen en la primera etapa (IAEA, 2014). Esto incluye:

- predefinición de orientaciones,
- distancias de seguridad,
- accesos diferenciados,
- espacio para blindajes adicionales,
- posibilidad de instalar futuros LINAC, protonterapia o braquiterapia avanzada.

7.3.3.3. Infraestructura adaptable

Las recomendaciones incluyen:

- bandejas de cables sobredimensionadas,
- salas técnicas duplicadas,
- HVAC escalable para equipos de alta carga térmica,
- sistemas eléctricos redundantes,
- áreas para UPS y generadores,
- paredes de servicios accesibles para recableado.

7.3.4. Impacto del crecimiento por etapas en el diseño hospitalario oncológico

7.3.4.1. Impacto en la organización funcional

Un centro oncológico por etapas debe:

- mantener circuitos seguros para medicamentos citotóxicos, radiofármacos y material biológico,
- garantizar la segregación entre flujos limpios y contaminados,
- asegurar continuidad asistencial durante obras.

Las obras futuras deben planificarse para ejecutarse:

- con accesos externos,
- sin interferir en sectores sensibles (radioterapia, farmacia),
- evitando suspensión de tratamientos.

7.3.4.2. Impacto en la arquitectura de radioterapia

La planificación escalonada afecta:

a. Bunkers

- necesidad de mantener alineación estructural;
- reservas para paredes de 2 m de espesor;

- previsión de fosas para equipos futuros;
- losas sobredimensionadas para vibraciones.

b. Control rooms

- configuraciones flexibles que permiten operar dos o más LINAC desde una misma sala.

c. Simulación

- crecimiento posible hacia nuevas modalidades (4D-CT, simulación MR).

7.3.4.3. Impacto en medicina nuclear

La expansión en etapas debe prever:

- laboratorios calientes modulares,
- salas de espera separadas para pacientes inyectados,
- crecimiento de la infraestructura para radiofármacos,
- blindajes adicionales en futuras salas SPECT/CT o PET/CT.

7.3.5. Modelo de crecimiento escalonado propuesto

Etapa 1: Puesta en marcha

- 1º LINAC
- 1 SPECT/CT o cámara gamma
- 1 PET/CT
- Hot lab básico
- Hospital de día oncológico
- Consultorios

Etapa 2: Expansión clínica

- 2º LINAC
- Ampliación del Hot lab
- Más puestos de quimioterapia
- Nuevos gabinetes diagnósticos

Etapa 3: Complejo integral

- Centro de protonterapia o braquiterapia avanzada
- Unidad de investigación traslacional
- Área docente
- Incremento del área técnica



Fig. 22 Plan crecimiento por etapas de un centro de radioterapia (IAEA,2014)

7.3.6. Síntesis

El diseño hospitalario de un centro oncológico exige una visión estratégica que reconozca el carácter dinámico de la tecnología, de la epidemiología y de los modelos asistenciales. La planificación por crecimiento por etapas, respaldada por la IAEA y otras organizaciones internacionales, garantiza que el edificio pueda evolucionar manteniendo la seguridad del paciente, la continuidad terapéutica y la eficiencia operativa.

Los centros oncológicos exitosos no son edificios fijos: son infraestructuras adaptativas, con capacidad para absorber innovación, expansión y complejidad creciente.

7.4. Análisis del Hospital Iturraspe en relación a la teoría de la arquitectura indeterminada

Seguidamente se analizará el Hospital Iturraspe (Santa Fe, Argentina) de Mario Corea Aiello, en relación a los cuatro principios de Weeks

Principio 1 de Weeks

-Separación física de las redes principales de servicios respecto de los edificios a los que sirven, permitiendo que estos puedan modificarse sin volver obsoleta la infraestructura

Resolución de diseño

Un entrepiso técnico articula funcionalmente la Planta Baja con el Primer Piso. Es en este entrepiso técnico donde se alojan las troncales, y a la vez la mayoría de los componentes secundarios de las instalaciones. El “techo” de la Planta Baja y el “piso” del 1er Piso, están constituidos por losas nervuradas, cuya parrilla de diseño habilita estratégicamente atravesarlas en un futuro (inclusive por instalaciones de HVAC) sin comprometer a la estructura, en caso de nuevos requerimientos en modificaciones futuras

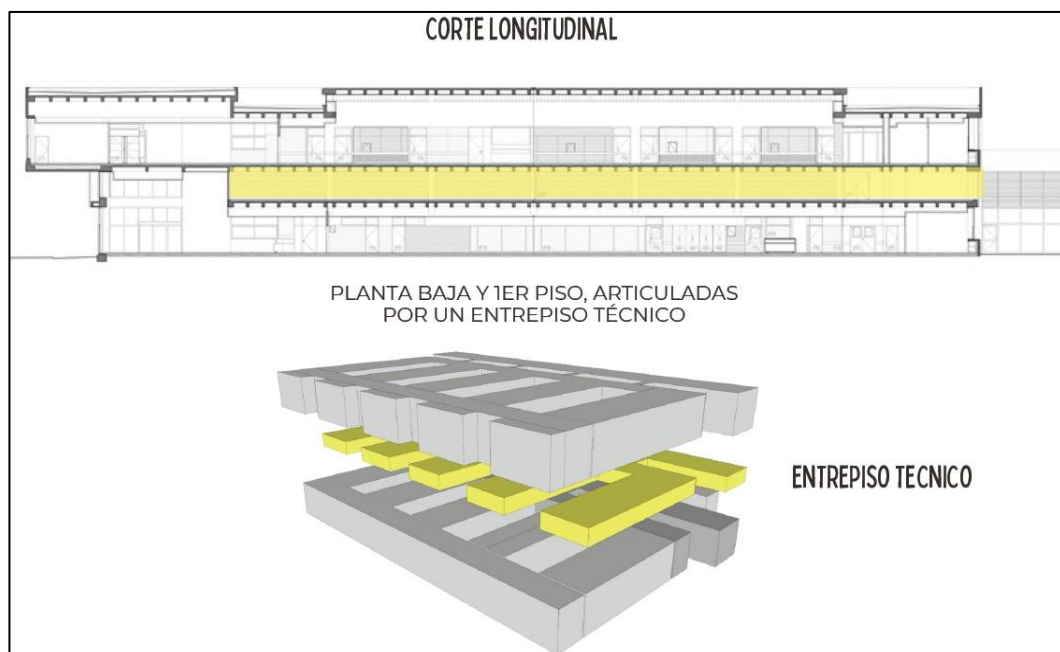


Fig. 23_Entrepiso Técnico Hospital Iturraspe, Santa Fe, Arg. Mario Correa Aiello, arq.

Principio 2 de Weeks

-Posibilidad de reemplazo de partes del conjunto edificatorio sin afectar la operatividad general

Resolución de diseño

a) cada pastilla está alimentada en cada nivel por un sistema de circulaciones horizontales en peine, independizadas claramente entre públicas y técnicas.

A su vez, cada pastilla, en sus extremos, está vinculada al sistema circulatorio por núcleos verticales públicos y técnicos.

b) cada pastilla, en cada nivel, podría “desconectarse y conectarse” de las troncales de las instalaciones del conjunto sin afectar a este último.

c) por su ubicación en el conjunto, las 2 pastillas de los extremos serían reemplazables. En cambio, las 3 pastillas centrales serían de difícil reemplazo.

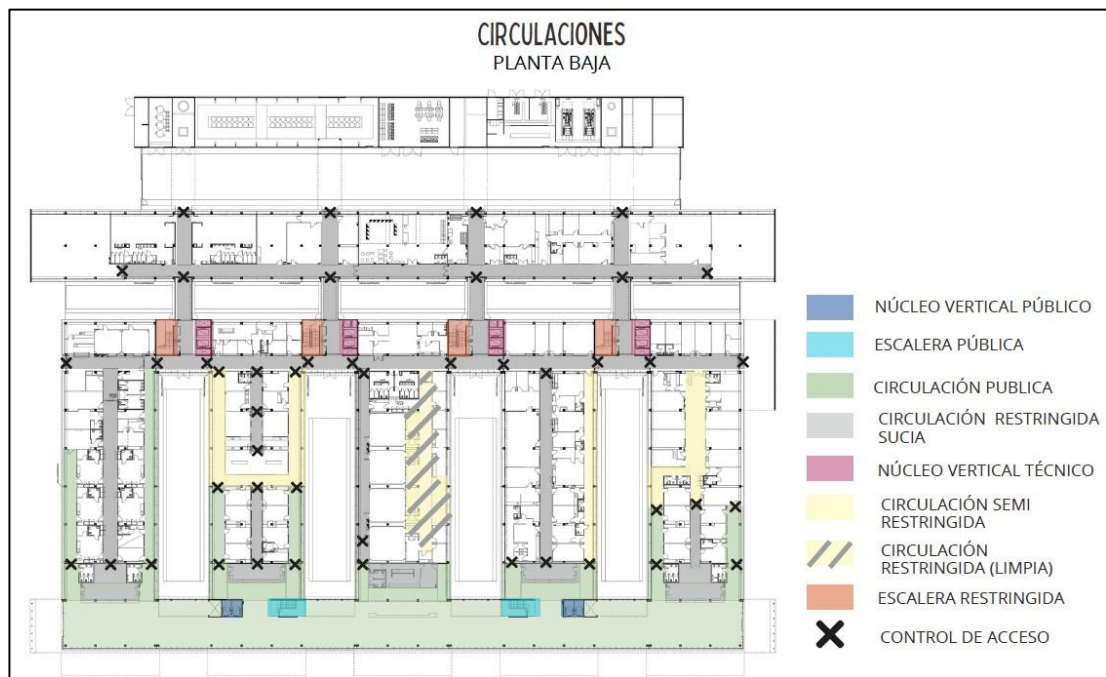


Fig. 24: Sistema circulatorio Hospital Iturraspe, Santa Fe, Arg. Mario Correa Aiello, arq.

Principio 3 de Weeks

-Capacidad de intercambiar o alterar los usos de distintas partes del edificio a lo largo de su vida útil.

Resolución de diseño

Cada pastilla puede cambiar de uso o intercambiarse, a partir de que:

- a) la envolvente está resuelta con un aventanamiento corrido, independiente de la resolución funcional interna
- c) la modulación estructural de las pastillas admite diversas resoluciones de diseño
- b) tiene accesibilidad propia, con cierta autonomía del resto.

Principio 4 de Weeks

-Definición clara de las direcciones de crecimiento futuro, sin precisar necesariamente su forma final, estableciendo ejes y rutas de circulación como guías del desarrollo

Resolución de diseño

Por su ubicación urbana, concretamente, el Hospital Iturraspe no puede crecer. No obstante, si se considerara al edificio independiente de los límites urbanos existentes y solo como un ejercicio de diseño, el edificio podría crecer en dirección al Sur. Ya que el partido refleja un carácter sistemático de agrupación de las pastillas, vinculadas por 2 “calles” (circulación técnica y circulación pública) que habilitarían el crecimiento sin afectar al conjunto

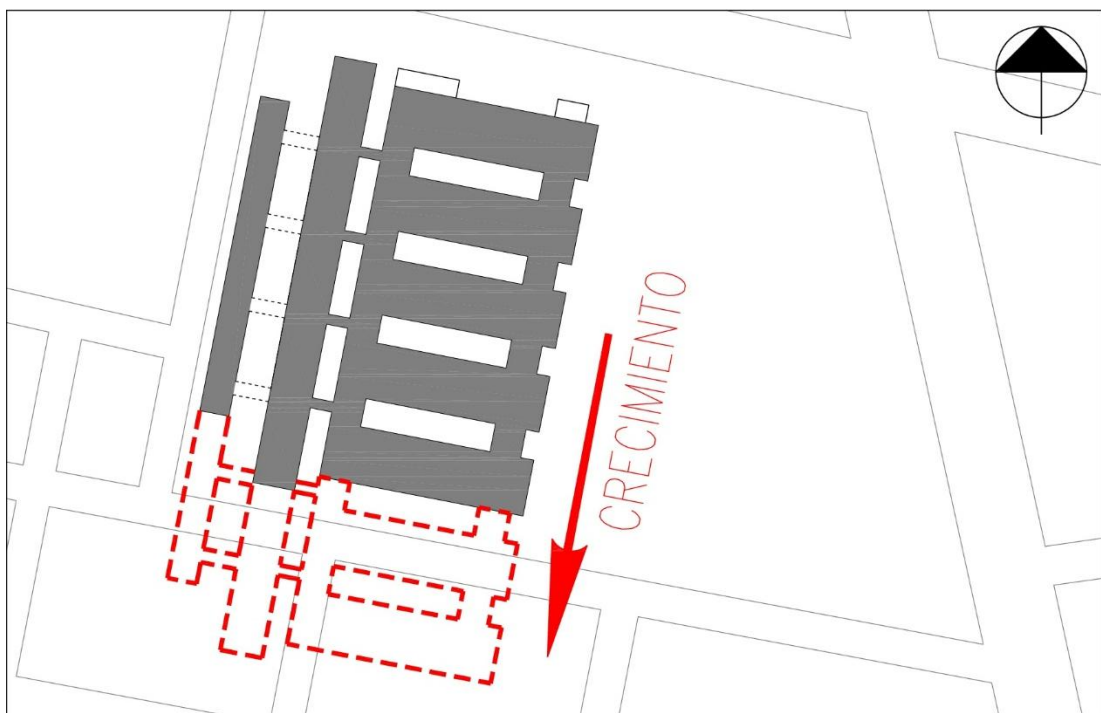


Fig. 25: Hipotético crecimiento

8. Aplicación de la teoría en hospitales latinoamericanos

8.1. ¿Por qué es relevante para Latinoamérica?

En muchos países latinoamericanos los sistemas de salud están en expansión y cambio constante: crecimiento demográfico, envejecimiento poblacional e incorporación de nuevas tecnologías médicas. Estas transformaciones obligan a adaptar permanentemente la infraestructura sanitaria (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2021; World Health Organization [WHO], 2020).

Los hospitales construidos bajo tipologías rígidas presentan rápida obsolescencia funcional. El enfoque de arquitectura indeterminada o flexible permite prolongar la vida útil del edificio, facilitar la actualización progresiva y adaptarlo a nuevos modelos asistenciales (Kendall & Teicher, 2000; Weeks, 2019; Lawson & Phiri, 2016).

Asimismo, este enfoque permite planificar con visión de largo plazo en contextos de financiamiento limitado y construcción por etapas, frecuente en la región (OPS, 2021).

8.2. Ejemplo hipotético

Podría plantearse un proyecto hospitalario que incorpore:

- un eje principal de circulación o “calle hospitalaria”, organizador del sistema funcional (Verderber & Fine, 2000);
- estructura edilicia capaz de subdividirse y cambiar de uso sin demoler (Kendall & Teicher, 2000);
- infraestructura técnica separada del uso clínico para permitir reemplazos sin interrumpir la operación (Weeks, 2019);
- un plan maestro que defina direcciones de crecimiento sin determinar completamente los futuros bloques (Lawson & Phiri, 2016).

8.3. Ventajas en el contexto latinoamericano

El modelo flexible permite:

- construcción por etapas según disponibilidad financiera (OPS, 2021);
- adaptación a avances tecnológicos sin intervenciones invasivas (WHO, 2020);

- mayor sostenibilidad del activo edilicio al extender su vida útil funcional (Lawson & Phiri, 2016);
- resiliencia institucional ante cambios de demanda o emergencias sanitarias (WHO, 2020; Ulrich et al., 2008).

8.4. Desafíos específicos

- La arquitectura flexible requiere una mayor inversión inicial de planificación y coordinación institucional (Weeks, 2019): hay que pensar en la “estructura flexible”, mantener espacio sin programar, considerar expansiones. En sistemas con presupuestos limitados puede percibirse como un costo innecesario a corto plazo (OPS, 2021).
- Además, la flexibilidad sólo funciona si la gestión del edificio la sostiene en el tiempo mediante políticas de mantenimiento y adaptación programada (OECD, 2017). Estas políticas exigen que el equipo de mantenimiento, planificación institucional y presupuesto estén alineados. Si no, la flexibilidad se “olvida”.
- Las restricciones urbanas de crecimiento en ciudades latinoamericanas densas pueden dificultar la expansión prevista (OPS, 2021). También existe el riesgo de infrautilización de áreas reservadas para crecimiento si no hay planificación institucional continua (Lawson & Phiri, 2016).
- También la cuestión estética/local cultural: la arquitectura “neutral” puede parecer fría o poco humana, lo que puede afectar la experiencia del paciente o del personal sanitario.

8.5. Recomendaciones para aplicar la teoría

Si un hospital latinoamericano quisiera adoptar este enfoque, algunas pautas serían:

- Desde el inicio, elaborar un master plan que identifique ejes de crecimiento, espacio libre de expansión y rutas principales de circulación (la “calle hospitalaria”).
- Diseñar la infraestructura técnica (servicios, ductos, sistemas, comunicaciones) de forma que sea modular, accesible, separada del flujo clínico, y con capacidad de adaptación.
- Durante operación: mantener vigilancia activa de la aplicación de cambios, modificaciones y adaptaciones; no dejar que el edificio “quede congelado” en la fase inicial.

- En la construcción por fases: prever que cada fase se adapte al uso mientras se deja preparado para la siguiente. Es decir, hacer “fase 1 usable” pero con infraestructura de expansión lista.
- Involucrar al equipo clínico, al personal técnico, y a la gerencia del hospital en la concepción del edificio como organismo vivo, no como objeto acabado.
- Adoptar una estructura tipo “shell + infill”: una carcasa estructural neutra que permita subdivisiones internas sin grandes re-construcciones.
- Plantear los volúmenes clínicos como “cajas” que pueden cambiar de uso: por ejemplo, un ala de hospitalización hoy, que mañana puede transformarse en unidades de cuidados especiales o investigación.



Fig. 26: Planta flexible de internación, con 6 habitaciones configurables (a simples o dobles)
 Centro de Atención Intermedia e Integrada, Barcelona. Albert Vitaller, arq.

9. Conclusiones

La teoría de Weeks, si bien se orienta principalmente a la escala macro del conjunto hospitalario, también puede aplicarse conceptualmente al diseño de los “paquetes” o módulos funcionales de cada servicio. Tal como se desarrolló en capítulos anteriores, la necesidad de previsión de condiciones de flexibilidad y adaptación, de mayor o menor superficie (para el conjunto hospitalario o un paquete funcional) a lo largo del tiempo puede tener origen en distintos factores: los cambios en las modalidades de atención, la evolución tecnológica, las variaciones regulatorias y demográficas, etc.

Asimismo, se ha verificado una marcada heterogeneidad en las demandas de crecimiento y transformación de los distintos tipos de paquetes funcionales. En términos históricos, aquellos servicios que incorporan equipamiento “pesado” (de diagnóstico o terapéutico) han requerido progresivamente mayores superficies debido a la complejidad técnica, los condicionantes de infraestructura y las exigencias de seguridad asociadas a su evolución. En contraste, los paquetes centrados en actividades de consulta, recepción o seguimiento del paciente han tendido a experimentar reducciones en sus necesidades espaciales e, incluso, posibilidades de relocalización, muchas veces desconectándose físicamente de la “espina” organizativa descrita por Weeks.

Los principios de Weeks no constituyen una receta única para resolver el diseño de un hospital; sin embargo, sí representan un conjunto de herramientas conceptuales valiosas frente a requerimientos de alta flexibilidad, adaptabilidad y crecimiento progresivo. Aplicadas con criterio, siguen permitiendo minimizar el impacto de futuras ampliaciones sobre las estructuras existentes. En un contexto donde la medicina, la tecnología y la demografía evolucionan con rapidez, un hospital diseñado con rigidez corre el riesgo de volverse obsoleto en períodos relativamente breves.

Cabe aclarar que la denominada “arquitectura indeterminada” no implica ausencia de organización o caos. Por el contrario, establece desde el inicio los ejes estructurales, las rutas de circulación y los espacios críticos que deben permanecer estables, mientras deja otros sectores abiertos a transformaciones futuras. Cuando se implementa adecuadamente, esta estrategia puede incrementar la sostenibilidad funcional del hospital, facilitar procesos de expansión por etapas y permitir una respuesta más eficiente a cambios imprevistos. No obstante, su éxito depende de una visión institucional clara, recursos adecuados y una gestión capaz de sostener

en el tiempo la coherencia del plan maestro, de modo que la flexibilidad planificada se traduzca efectivamente en operación. En términos simples: Sin gobernanza, el hospital crece. Con gobernanza, el hospital evoluciona.

Existen, en relación a la teoría de la arquitectura, movimientos y construcciones teóricas que, en diferentes etapas históricas, fueron disruptivos en relación a lo establecido.

En ese contexto el movimiento moderno buscaba romper con los estilos tradicionales y académicos para promover una arquitectura funcional, racional y austera, que respondiera a las necesidades sociales y económicas del momento.

La teoría de la arquitectura indeterminada desarrollada por John Weeks constituye una propuesta teórica y práctica de carácter sistémico muy pertinente a los edificios de salud, dado que los avances en el tratamiento de las enfermedades de una población y los cambios tecnológicos provocan constantes variaciones en el campo del diseño.

Esta mirada centrada en la enfermedad y su curación en estructuras hospitalarias se fue modificando y completando con la inclusión de otros conceptos, que también contribuyen a la salud de una población, dando lugar a la aparición del concepto “vida saludable”, que da cuenta de la integralidad de factores que contribuyen a la salud.

Desde el campo del diseño en salud se incorporaron nuevos criterios basados en investigaciones y contenidos teóricos complementarios fundamentados en trabajos de la neurociencia y su correlato en la neuro-arquitectura, que trabajan sobre las condiciones biológicas y psicológicas del ser humano y como el diseño que contemple estas variantes puede contribuir a la curación de los pacientes.

El presente trabajo desarrolla una herramienta para organizar el desarrollo de los proyectos de salud, pero de ninguna manera constituye una herramienta única, sino que deberá completarse con otras miradas que contemplen, entre otros, los aspectos mencionados anteriormente.

Esto nos confirma que no existe UN modelo que responda a la mejor eficiencia en el diseño hospitalario, sino que el resultado debe contemplar todos los aspectos analizados anteriormente, en un contexto que comprenda la localización, entorno, tipo de atención, características programáticas, régimen de funcionamiento, nivel y servicios del efector.

Bibliografía

Capítulo 1

Weeks, J. (1964). Indeterminate architecture. *Transactions of the Bartlett Society*, 2, 83–106. Bartlett School of Architecture, University College London.

Francis, S., Glanville, R., Noble, A., & Scher, P. (1999). *50 years of ideas in health care buildings* (Medical Architecture Research Unit). Nuffield Trust.

Nagasawa, Y. (2003). *How many years can hospital master plans be effective*. *World Hospitals and Health Services*, 39(3), 31–34, 43, 45.

Capítulo 2

Ministerio de Salud de la Nación. (2019). *Guías de Arquitectura Hospitalaria*. Buenos Aires.

Capítulo 3

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2022). *Global strategy on digital health 2020–2025*. World Health Organization.

Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2021). *La renovación de la atención primaria de salud en las Américas: Un documento de posición de la OPS*. Organización Panamericana de la Salud.

Ulrich, R. S., Zimring, C., Zhu, X., DuBose, J., Seo, H. B., Choi, Y. S., Quan, X., & Joseph, A. (2008).

A review of the research literature on evidence-based healthcare design. *Health Environments Research & Design Journal*, 1(3), 61–125.

Lawson, B., & Phiri, M. (2016).

The architectural healthcare environment and its effects on patient health outcomes: A report on an NHS Estates Funded Research Project. The Stationery Office.

Duffy, F. (2020).

Designing hospitals for the twenty-first century. En S. Verderber & D. J. Fine (Eds.), Healthcare architecture in an era of radical transformation (pp. xx–xx). Routledge.

Coad, J., Evans, R., & Hollands, C. (2021). Designing healthcare spaces for children and young people. **Journal of Healthcare Engineering**, 2021, 1–9.

Malkin, J. (2020). **A visual reference for evidence-based design**. John Wiley & Sons.

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2022).

Global strategy on digital health 2020–2025. World Health Organization.

Vidal-Alaball, J., Acosta-Roja, R., Pastor Hernández, N., Sanchez Luque, U., Morrison, D., Narejos Pérez, S., Perez-Llano, J., Salvador Vèrges, A., & López Seguí, F. (2020).

Telemedicine in the face of the COVID-19 pandemic. *Atención Primaria*, 52(6), 418–422.

Kruse, C. S., Karem, P., Shifflett, K., Vegi, L., Ravi, K., & Brooks, M. (2017). Evaluating barriers to adopting telemedicine worldwide: A systematic review. **Journal of Telemedicine and Telecare**, 24(1), 4–12.

Smith, A. C., Thomas, E., Snoswell, C. L., Haydon, H., Mehrotra, A., Clemensen, J., & Caffery, L. J. (2021). Telehealth for global emergencies: Implications for coronavirus disease 2019 (COVID-19). **Journal of Telemedicine and Telecare**, 27(5), 309–313.

Ulrich, R. S., & Zimring, C. (2020).

The role of the physical environment in healthcare. En S. Verderber & D. J. Fine (Eds.), *Healthcare architecture in an era of radical transformation*. Routledge.

Berry, L. L., Parker, D., Coile, R. C., Hamilton, D. K., O'Neill, D. D., & Sadler, B. L. (2018). The business case for better buildings. **Frontiers of Health Services Management**, 24(1), 13–24.

Devlin, A. S., & Arneill, A. B. (2003). Health care environments and patient outcomes: A review of the literature. *Environment and Behavior*, 35(5), 665–694.

Andrade, C. C., Devlin, A. S., Pereira, C. R., & Lima, M. L. (2021). Do the hospital rooms make a difference for patients' stress and satisfaction? *Health Environments Research & Design Journal*, 14(3), 36–50.

Lawson, B., & Phiri, M. (2016). *Healing architecture: 2004–2016*. The Stationery Office.

Duffy, F. (2020). *The new office: With a preface on hospital design*. Routledge.

Harris, D. D. (2019). *Designing for healthcare safety: A system approach*. CRC Press.

Organización Mundial de la Salud. (2022). *Informe mundial sobre salud digital*. OMS.

Organización Panamericana de la Salud. (2021). *La transformación digital del sector salud en las Américas*. OPS.

Capítulo 4

Topol, E. (2019). *Deep Medicine: How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again*. Basic Books.

Ulrich, R., Zimring, C., Zhu, X., et al. (2008). A review of the research literature on evidence-based healthcare design. *HERD*, 1(3), 61–125.

European Commission. (2020). *Digital transformation of health and care*. Publications Office of the European Union.

World Health Organization (WHO). (2020). *Global strategy on digital health 2020–2025*. WHO.

Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2021). *La renovación de la atención primaria de salud en las Américas*. OPS.

Kruse, C. S., Frederick, B., Jacobson, T., & Monticone, D. (2018). Cybersecurity in healthcare: A systematic review of modern threats and trends. *Technology and Health Care*, 26(1), 1–10.

OECD. (2017). *The governance of health systems in OECD countries*. OECD Publishing.

World Health Organization (WHO). (2020). *Global strategy on digital health 2020–2025*. WHO.

HIMSS. (2020). *Digital health transformation framework*. Healthcare Information and Management Systems Society.

World Health Organization (WHO). (2020). *Global strategy on digital health 2020–2025*. WHO.

Kruse, C. S., Krowski, N., Rodriguez, B., Tran, L., Vela, J., & Brooks, M. (2017). Telehealth and patient satisfaction: A systematic review and narrative analysis. *BMJ Open*, 7(8), e016242.

Greenhalgh, T., Wherton, J., Papoutsis, C., Lynch, J., Hughes, G., A’Court, C., Hinder, S., Fahy, N., Procter, R., & Shaw, S. (2017). Beyond adoption: A new framework for theorizing and evaluating nonadoption, abandonment, and challenges to the scale-up of health and care technologies. *Journal of Medical Internet Research*, 19(11), e367. <https://doi.org/10.2196/jmir.8775>

World Health Organization (WHO). (2020). *Global strategy on digital health 2020–2025*. WHO.

Topol, E. (2019). *Deep medicine: How artificial intelligence can make healthcare human again*. Basic Books.

Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2021). *La renovación de la atención primaria de salud en las Américas*. OPS.

OECD. (2017). *The governance of health systems in OECD countries*. OECD Publishing.

World Health Organization (WHO). (2020). *Global strategy on digital health 2020–2025*. WHO.

Capítulo 5

Verderber, S., & Fine, D. (2000). **Healthcare Architecture in an Era of Radical Transformation**. Yale University Press

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2019). **Framework for health facility design and management**. Geneva: WHO

Ministerio de Salud de la Nación (2021). **Lineamientos para la planificación de infraestructura hospitalaria en Argentina**. Buenos Aires

Ulrich; R (2012). **Health Building Design: Evidence-Based Design and Hospital Architecture**. Health Environments Research & Design Journal.

Capítulo 6

World Health Organization. (2020). Health system governance and financing. WHO

Ministerio de Salud de la Nación Argentina. (2022). Lineamientos para la gestión hospitalaria en el sistema público de salud. Buenos Aires: Dirección Nacional de Calidad en Servicios de Salud.

Organización Panamericana de la Salud. (2018). Gobernanza y liderazgo en los sistemas y servicios de salud. OPS.

Saltman, R. B., & Duran, A. (2016). Governing public hospitals: Reform strategies and the movement toward institutional autonomy. European Observatory on Health Systems and Policies.

Joint Commission International. (2021). Hospital standards manual. Joint Commission Resources.

Organización Panamericana de la Salud. (2018). Gobernanza y liderazgo en los sistemas y servicios de salud. OPS.

World Health Organization (WHO). (2007). *Everybody's business: Strengthening health systems to improve health outcomes*. WHO.

Saltman, R. B., Durán, A., & Dubois, H. F. W. (2011). *Governing public hospitals: Reform strategies and the movement toward institutional autonomy*. World Health Organization.

Verderber, S., & Fine, D. J. (2000). *Healthcare architecture in an era of radical transformation*. Yale University Press.

Lawson, B., & Phiri, M. (2016). *The architectural healthcare environment and its effects on patient health outcomes*. The Stationery Office.

Ulrich, R. S., Zimring, C., Zhu, X., DuBose, J., Seo, H. B., Choi, Y. S., Quan, X., & Joseph, A. (2008). A review of the research literature on evidence-based healthcare design. *Health Environments Research & Design Journal*, 1(3), 61–125.

World Health Organization (WHO). (2020). *Global strategy on digital health 2020–2025*. WHO.

Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2021). *La renovación de la atención primaria de salud en las Américas*. OPS.

OECD. (2017). *The governance of health systems in OECD countries*. OECD Publishing.

Weeks, J. (2019). Flexible hospital design and the “shell + infill” concept in healthcare architecture. En S. Verderber & D. J. Fine (Eds.), *Healthcare architecture in an era of radical transformation*. Routledge.

Ulrich, R. S., Zimring, C., Zhu, X., DuBose, J., Seo, H. B., Choi, Y. S., Quan, X., & Joseph, A. (2008). A review of the research literature on evidence-based healthcare design. *Health Environments Research & Design Journal*, 1(3), 61–125.

Saltman, R. B., Durán, A., & Dubois, H. F. W. (2011). *Governing public hospitals: Reform strategies and the movement toward institutional autonomy*. World Health Organization.

World Health Organization (WHO). (2007). *Everybody's business: Strengthening health systems to improve health outcomes*. WHO.

OECD. (2017). *The governance of health systems in OECD countries*. OECD Publishing.

Verderber, S., & Fine, D. J. (2000). *Healthcare architecture in an era of radical transformation*. Yale University Press.

Kotter, J. P. (2012). *Leading change*. Harvard Business Review Press.

World Health Organization (WHO). (2007). *Everybody's business: Strengthening health systems to improve health outcomes*. WHO.

Capítulo 7

International Atomic Energy Agency. (2018). *Planning a Nuclear Medicine Facility*. IAEA Human Health Series No. 31.

Hospitecnia. (2019). Boletín 37. *Diseño de habitaciones hospitalarias*

Hospitecnia. (2021). Boletín 25. *Cuidados paliativos*

Weeks, J. (1964). Indeterminate architecture. *Transactions of the Bartlett Society*, 2, 83–106. Bartlett School of Architecture, University College London.

IAEA. (2014). *Radiation Protection in the Design of Radiotherapy Facilities (Safety Reports Series No. 47)*. International Atomic Energy Agency.

IAEA. (2020). *Planning and Design of Radiotherapy Facilities (Safety Reports Series No. 50)*. International Atomic Energy Agency.

IAEA. (2017). *Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teachers and Students (2nd ed.)*. International Atomic Energy Agency.

IARC. (2021). *Global Cancer Observatory*. International Agency for Research on Cancer.

IAEA. (2019). *Nuclear Medicine Physics: A Handbook for Teachers and Students (2nd ed.)*. International Atomic Energy Agency.

IAEA. (2014). *Radiotherapy Facilities: Master Planning and Concept Design Considerations* (IAEA Human Health Reports N°10). International Atomic Energy Agency.

Capítulo 8

Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2021). *La renovación de la atención primaria de salud en las Américas*. OPS.

World Health Organization (WHO). (2020). *Global strategy on digital health 2020–2025*. WHO.

Kendall, S., & Teicher, J. (2000). *Residential open building*. Spon Press.

Weeks, J. (2019). Flexible hospital design and the “shell + infill” concept in healthcare architecture. En S. Verderber & D. J. Fine (Eds.), *Healthcare architecture in an era of radical transformation*. Routledge.

Lawson, B., & Phiri, M. (2016). *The architectural healthcare environment and its effects on patient health outcomes*. The Stationery Office.

Verderber, S., & Fine, D. J. (2000). *Healthcare architecture in an era of radical transformation*. Yale University Press.

Ulrich, R. S., Zimring, C., Zhu, X., DuBose, J., Seo, H. B., Choi, Y. S., Quan, X., & Joseph, A. (2008). A review of the research literature on evidence-based healthcare design. *Health Environments Research & Design Journal*, 1(3), 61–125.

OECD. (2017). *The governance of health systems in OECD countries*. OECD Publishing.

