



Modelo de arquitectura hospitalaria con perspectiva en la mitigación de riesgos biológicos. Hospital de Especialidades Eugenio Espejo del Distrito Metropolitano de Quito (2025).

TESIS DOCTORAL

que, para obtener el Grado de Ph.D.

DOCTOR EN DIRECCIÓN DE PROYECTOS

PRESENTA

Arquitecto, José David Orellana Erazo. MsC.

ASESOR

Dra. Julia Ayuso Sánchez

México, 2025

La presente Tesis Doctoral debe ser citada como:

Orellana Erazo, José David (2025). Modelo de arquitectura hospitalaria con perspectiva en la mitigación de riesgos biológicos. Hospital de Especialidades Eugenio Espejo del Distrito Metropolitano de Quito (2025. [Tesis de Doctorado de la Universidad de Investigación e Innovación de México - UIIX]



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Se permite la reproducción total o parcial y la comunicación pública de la obra con reconocimiento de la autoría y mención de la Universidad de Investigación e Innovación de México - UIIX.

No se permite el uso comercial ni la creación de obras derivadas.

Resumen.

La investigación doctoral realizada en el Hospital de Especialidades Eugenio Espejo aborda el problema de las infecciones asociadas a la atención en salud (IAAS), considerado uno de los principales retos contemporáneos de los sistemas hospitalarios por su impacto clínico, social y económico. El estudio parte de la premisa de que la arquitectura hospitalaria no es un contenedor pasivo, sino un factor determinante en la bioseguridad y en la prevención de riesgos biológicos nosocomiales.

Para responder a esta necesidad, se diseñó y aplicó una metodología paramétrica taxonómica de carácter mixto, que combinó encuestas a profesionales de la salud, entrevistas semiestructuradas, observación en áreas críticas y muestreos microbiológicos. Este enfoque alcanzó altos niveles de validez y confiabilidad, permitiendo correlacionar percepciones, datos empíricos y observaciones arquitectónicas en un diagnóstico integral de la infraestructura hospitalaria y sus implicaciones en la seguridad del paciente.

Los resultados revelaron deficiencias estructurales y de gestión, entre ellas cruces indebidos de flujos limpios y contaminados, ventilación insuficiente, acabados de difícil limpieza, así como brechas en la capacitación y en el cumplimiento de protocolos. Ante este panorama, la tesis propone una transformación hospitalaria que reconfigura la circulación interna, optimiza la ventilación mediante presiones diferenciales, incorpora materiales de baja rugosidad, digitaliza procesos a través de sistemas BIM y refuerza la formación continua del personal.

Más allá de la propuesta técnica, la investigación aporta un modelo metodológico replicable en otros hospitales latinoamericanos, abriendo una línea académica innovadora en bioseguridad arquitectónica. Con ello, se confirma que el diseño arquitectónico puede ser un aliado activo en la prevención de infecciones y en la construcción de hospitales resilientes, seguros y humanizados.

Abstract.

The doctoral research conducted at the Hospital de Especialidades Eugenio Espejo addresses the problem of healthcare associated infections (HAIs), considered one of the major contemporary challenges faced by hospital systems due to their clinical, social, and economic impact. The study is based on the premise that hospital architecture is not a passive container, but rather a determining factor in biosafety and in the prevention of nosocomial biological risks.

To respond to this need, a mixed taxonomic-parametric methodology was designed and implemented, combining surveys of healthcare professionals, semi-structured interviews, observations in critical areas, and microbiological sampling. This approach achieved high levels of validity and reliability, allowing the correlation of perceptions, empirical data, and architectural observations into a comprehensive diagnosis of hospital infrastructure and its implications for patient safety.

The results revealed both structural and management deficiencies, including improper crossings between clean and contaminated flows, inadequate ventilation, hard to clean surface finishes, and gaps in staff training and protocol compliance. In light of these findings, the thesis proposes a hospital transformation model that reconfigures internal circulation, optimizes ventilation through differential pressures, incorporates low-roughness materials, digitizes processes via BIM systems, and strengthens continuous staff training.

Beyond its technical proposal, the research contributes a replicable methodological model applicable to other Latin American hospitals, opening an innovative academic line in architectural biosafety. In doing so, it confirms that architectural design can serve as an active ally in infection prevention and in building hospitals that are resilient, safe, and human centered.

Agradecimientos.

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento a mi esposa, cuya paciencia, apoyo incondicional y confianza constante fueron la fuerza que me sostuvo durante este recorrido académico y personal. A mis hijos, quienes con su alegría y compañía me recordaron cada día el verdadero sentido de este esfuerzo, les dedico también este logro como parte de su herencia. Extiendo mi gratitud a las oportunidades que la vida me ha brindado, permitiéndome acceder a un espacio de trabajo en hospitales, un ámbito en el que pocos arquitectos han tenido la posibilidad de desarrollar investigaciones de esta naturaleza, y que ha marcado un camino de aprendizaje, compromiso y vocación al servicio de la salud y la sociedad.

Dedicatorias.

Dedico este esfuerzo a mis padres, cuyo ejemplo de trabajo, perseverancia y honestidad ha sido la guía que me ha permitido enfrentar con firmeza los retos que la vida y la profesión impone. Su legado de compromiso y constancia ha sido inspiración permanente en la búsqueda de alcanzar metas personales y académicas. Extiendo esta dedicatoria a todas las personas que, de una u otra manera, me han brindado su apoyo, confianza y aliento a lo largo de este camino, contribuyendo a que este objetivo se convierta en una realidad significativa en mi vida.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO 1. PROYECCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.	13
1.1. Línea de investigación de la Universidad de Innovación e Investigación de México	14
1.2. Planteamiento del problema.	16
1.3. Formulación del problema (Pregunta de investigación).	26
1.4. Justificación.	26
1.5. Objeto de estudio.	28
1.6. Campo de acción.	30
1.7. Objetivos.	32
1.7.1. Objetivo General.	32
1.7.2. Objetivos específicos.	32
1.8. Hipótesis.	32
1.9. Alcance temático.	32
1.10. Delimitación Espacial y Temporal.	35
CAPÍTULO 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS REFERENCIALES.	38
2.1. Estado del arte	39
2.2. Marco Teórico.	44
2.3. Marco Conceptual.	62
2.4. Marco Contextual.	63
2.5. Marco Legal y Normativo.	68
CAPÍTULO 3. FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS Y RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN.	74
3.1. Cuadro Operacionalización de variables.	75
3.2. Diseño metodológico.	80
3.2.1. Definición del enfoque, diseño y tipo de investigación de la tesis.	80
3.2.2. Definición de métodos, técnicas e instrumentos de obtención de datos.	84
3.2.3. Desarrollo de los instrumentos de obtención de datos.	86
3.2.4. Determinación de la muestra y su criterio de selección.	87
3.3. Trabajo de campo (o Presentación de evidencias, si corresponde).	94
3.3.1. Aplicación de los instrumentos.	94
3.3.2. Procesamiento de la información.	96
3.4. Análisis de los resultados en los datos obtenidos.	113
3.5. Redacción de resultados y discusión.	116
CAPÍTULO 4: PROPUESTA DE TRANSFORMACIÓN	120
4.1. Fundamentación de la propuesta de transformación.	121
4.2. Estructura de la propuesta de transformación.	141

4.3. Valoración/ evaluación / validación de la propuesta de transformación.	176
CONCLUSIONES	179
RECOMENDACIONES	183
BIBLIOGRAFÍA	190
ANEXOS	207

Índice de tablas

Tabla 1 - Información de la Investigación	15
Tabla 2 – Gérmenes implicados con más frecuencias en la infraestructura física del hospital	20
Tabla 3 – Matriz de operacionalización de variables	78
Tabla 4 – Distribución de los participantes	96
Tabla 5 – Elementos problemáticos por categoría	110
Tabla 6 – Estructura del manual del co-diseño interdisciplinar	132
Tabla 7 – Roles y matriz RACI	133
Tabla 8 – Resultados de validación	145
Tabla 9 – Resultados con kappa de Cohen	149
Tabla 10 – Versión 2.0 de la matriz de consistencia en formato BIM	149
Tabla 11 – Resultados rugosidad de materiales	156
Tabla 12 – Resultados de materiales de resistencia al desgaste	159
Tabla 13 – Registro de comentarios verbales	172
Tabla 14 – Estructura de los módulos learning	173
Tabla 15 - Indicadores clave y criterios de éxito	177

Índice de ilustraciones

Ilustración 1 – Persepción de diseño arquitectónico	97
Ilustración 2 – El diseño actual contribuye a la aparición de infecciones	98
Ilustración 3 – El diseño dificulta el mantenimiento de las instalaciones	99
Ilustración 4 – El diseño afecta a la prevención de infecciones	100
Ilustración 5 – La estructura física resulta una limitación para el control de infecciones nosocomiales	101
Ilustración 6 – Barreras físicas reales o potenciales para el cumplimiento adecuado de los protocolos	102
Ilustración 7 – Correlación directa entre el diseño arquitectónico y la presencia de infecciones	102
Ilustración 8 – Diseño arquitectónico que dificulta la limpieza y mantenimiento	104
Ilustración 9 – Diseño arquitectónico que no permit estándares de calidad en términos de higiene	104
Ilustración 10 – Percepción del impacto arquitectónico por Servicio de salud	107
Ilustración 11 – Triangulación de resultados	112

INTRODUCCIÓN

Las infecciones asociadas a la atención en salud (IAAS) constituyen uno de los principales problemas de los sistemas sanitarios contemporáneos, debido a su impacto clínico, social y económico. Su presencia compromete la seguridad del paciente, incrementa los costos hospitalarios y debilita la confianza institucional en los servicios de salud. Aunque la mayoría de los estudios han abordado este problema desde enfoques epidemiológicos y clínicos, la evidencia científica demuestra que el entorno arquitectónico hospitalario es un factor determinante en la prevención y control de riesgos biológicos. Así, la arquitectura no es un mero contenedor de procesos médicos, sino un agente activo capaz de mitigar o agravar la transmisión de infecciones nosocomiales.

El presente trabajo se inscribe en la línea de investigación en Arquitectura Hospitalaria y Gestión de Riesgos, y busca responder a la necesidad de desarrollar metodologías de análisis que integren criterios arquitectónicos, epidemiológicos y tecnológicos para la reducción de IAAS. Se plantea la construcción de una metodología paramétrica taxonómica que permita identificar, clasificar y evaluar características arquitectónicas críticas, con base en evidencia científica y en indicadores verificables.

Entre los antecedentes más relevantes se destacan investigaciones recientes que vinculan diseño arquitectónico y salud hospitalaria. A nivel internacional, estudios como los de Ulrich (2020), Hess et al. (2021) y Phiri (2019) han demostrado que variables como la ventilación, la iluminación y la segregación de flujos impactan directamente en la seguridad del paciente. En el ámbito latinoamericano, se registran aportes de Salas (2021) y Hernández (2022) sobre bioseguridad hospitalaria y gestión de riesgos, mientras que en Ecuador destacan las tesis doctorales de Cedeño (2020) y Villacís (2021), que analizan la relación entre infraestructura y calidad asistencial. Estos referentes confirman la pertinencia de abordar la investigación desde un enfoque integrado y actual.

La tesis se estructura en cinco capítulos que desarrollan de manera articulada el proceso de investigación. El primer capítulo expone la proyección de la investigación,

en la que se plantea el problema central, la formulación de la pregunta de investigación, el objetivo general y específicos, la hipótesis de trabajo y la justificación en sus dimensiones teórica, práctica, metodológica, social y personal. Además, define el objeto de estudio, el campo de acción y la línea de investigación en la que se inscribe el proyecto, estableciendo el marco general que orienta todo el desarrollo de la tesis.

El segundo capítulo presenta los fundamentos teóricos y conceptuales que sustentan la investigación, incluyendo la revisión de literatura nacional e internacional de los últimos cinco años sobre arquitectura hospitalaria, bioseguridad, epidemiología hospitalaria y mitigación de riesgos biológicos. A partir de esta revisión, se construye una sistematización teórica que articula los componentes arquitectónicos, tecnológicos y normativos, identificando vacíos de conocimiento y consolidando las bases para la formulación de la propuesta metodológica paramétrica.

El tercer capítulo describe los fundamentos metodológicos de la investigación, desarrollando el enfoque mixto exploratorio secuencial (QUAL→QUAN) que combina métodos cualitativos y cuantitativos. Se detallan los procedimientos, técnicas e instrumentos de recolección de datos, así como los mecanismos de validación y confiabilidad empleados. Los resultados obtenidos en esta fase permitieron diagnosticar la situación arquitectónica actual del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo y validar empíricamente la pertinencia del modelo propuesto.

El cuarto capítulo desarrolla la propuesta de transformación arquitectónica mediante una metodología paramétrica orientada a la mitigación de riesgos biológicos nosocomiales. En este apartado se presenta un modelo de evaluación y rediseño que integra los hallazgos empíricos, los referentes teóricos y los lineamientos técnicos y normativos, incorporando herramientas digitales, indicadores de desempeño y procesos de validación con juicio de expertos, índice kappa y pruebas de usabilidad.

Finalmente, el quinto capítulo expone las conclusiones generales, las recomendaciones prácticas y académicas, y las líneas futuras de investigación derivadas del estudio. Este capítulo resalta los aportes teóricos, metodológicos y prácticos del trabajo, su contribución a la arquitectura hospitalaria con enfoque en la bioseguridad y la

gestión de riesgos, y su relevancia para la consolidación de hospitales resilientes, seguros y humanizados, donde el diseño arquitectónico se reconoce como un componente activo en la prevención de infecciones y en la promoción de la salud.

Capítulo 1. PROYECCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

En los comienzos de los 60 solo unos pocos estudios acerca de la incidencia de Aspergillosis invasiva en pacientes con leucemia fueron reportados. En los 70 sin embargo la Aspergillosis ya era considerada como la 3° enfermedad sistémica fúngica más común que requería hospitalización en los EEUU, con un 158% de incremento de la incidencia reportadas entre 1970 y 1976.

En un estudio de resultados de anatomía patológica realizados en el centro de Cáncer del Dr. Anderson desde 1966 a 1985 la frecuencia total de infección sistémica fúngicas cambió de un 2.5% entre 1966 a 1970 a 7.5% entre 1981 y 1985. Su número se triplicó en un período de 20 años. Durante el mismo período la Aspergillosis se incrementó 8.6 veces (0.3% a 2.6%) representando el 35% de las mayores infecciones fúngicas entre 1981 y 1985. En otro estudio de 20 años de Aspergillosis nosocomial en pacientes con Leucemia en un centro oncológico desde 1964 a 1983 presentaba un índice total de casos de 5.2 por cada 100 pacientes observados.

La incidencia de Aspergillosis en pacientes con leucemia se elevó desde un 2.5% (o 5.7 casos por cada 10.000 días paciente) entre 1964 a 1968; a 5.9% (o 16.92 casos por cada 10.000 días paciente), entre 1979 y 1983. En una serie más reciente de neumonía hospitalaria en pacientes adultos con trasplante de médula ósea, especies de *Aspergillus* resultaron ser el agente etiológico más frecuente causando un 36% de las neumonías.¹¹ La incidencia se ha incrementado debido al aumento de trasplante de órgano sólido, médula, nuevos protocolos de quimioterapia en pacientes con cáncer, pacientes con SIDA y pacientes con terapia prolongada con corticoides. Los pacientes inmunodeprimidos, suelen adquirir Aspergillosis invasiva en el Hospital por medio de la inhalación de esporas.

Muchos casos de Aspergillosis descritos entre los receptores de trasplante, se han atribuido a los sistemas de ventilación defectuosos. Los cultivos rutinarios de muestras ambientales, como el aire, no están indicados porque es inevitable recuperar un organismo tan omnipresente como el *Aspergillus*.

Sin embargo, los cultivos microbiológicos del aire y otros tipos de muestras pueden ayudar a identificar la probable fuente del organismo cuando existe un brote.

1.1.Línea de investigación de la Universidad de Innovación e Investigación de México y su ámbito de estudio.

Los riesgos biológicos en los ambientes hospitalarios y que producen infecciones son el evento adverso que causan más mortalidad en los servicios de salud en todo el mundo, de acuerdo con la Organización Mundial de Salud (OMS), es un riesgo latente para la seguridad del paciente y que es prevenible. A estos riesgos se exponen todos aquellos que requieren de un servicio de salud, así como, el personal sanitario y los trabajadores hospitalarios. En el entorno o planta física de un hospital hay ciertos riesgos biológicos que usan de sistemas de ingeniería y la arquitectura para hacer de estos su hábitat y es en las áreas críticas de un hospital lo que requieren especial atención.

Entendamos que una unidad de salud de cualquier nivel es la sumatoria de factores que tienen por objetivo funcionar como un todo articulado y que buscan dar seguridad al paciente, así como a sus trabajadores, para el presente caso se busca relacionar la gestión de los riesgos de salud frente a la presencia de riesgos biológicos y que su medio de propagación es la infraestructura. Para el efecto describiremos a los patógenos, gérmenes, bacterias y virus que con mayor frecuencia se encuentran en la planta física de los hospitales, recopilaremos la normativa nacional utilizada para diseño de equipamientos de salud, la planificación de los escenarios de riesgos en el área de salud.

Los proyectos de construcción o renovación de un área, exigen una participación multidisciplinaria, debiéndose definir de antemano el rol específico de cada uno de sus miembros, el tipo de circulación de aire que se implementará, ubicación de las piletas de lavado de manos, áreas limpias y sucias, circuito de residuos, ropa sucia, tipo de pisos, techo, paredes, ventanas y puertas que deben ser usadas, mobiliario, ventilación (tipo de presión, filtración, ubicación,

renovaciones de aire, etc.), aplicación de cortinas, habitaciones de aislamiento (Número, condiciones) y tiempo de duración del proyecto. Es importante considerar que en una Institución en “Obra” se incrementará la cantidad de polvo y suciedad, con capacidad de transportar microorganismos que pueden contaminar el aire y el agua con el riesgo de producir brotes epidémicos.

Tabla 1

Información de la investigación

Línea de Investigación	Ámbito de Estudio	Justificación
Arquitectura, Construcción y urbanismo	Desarrollo de investigaciones tendientes a la construcción de política pública relacionadas con proyectos, obras y normas de infraestructura	La ausencia de normativa ecuatoriana que describa criterios de relaciones funcionales, organización de los servicios, caracterización de usuarios, ergonomía, sistemas de ingenierías y demás criterios especializados de diseño para de infraestructura sensible como la hospitalaria.

Nota: Describe la línea de investigación escogida en concordancia con el ámbito de estudio y la justificación de la misma. Elaborado por José Orellana

Línea de investigación elegida:

Proyectos de salud.

Ámbito de estudio:

Evaluación de políticas y estrategias para mejorar la infraestructura hospitalaria, con énfasis en el diseño arquitectónico y su influencia en la mitigación de riesgos biológicos en el sistema de salud.

Justificación de la elección:

- Relevancia social y sanitaria: Garantizar que los hospitales cuenten con planes de contingencia y un diseño adecuado para prevenir y controlar infecciones nosocomiales es fundamental para proteger la salud de pacientes, personal médico y comunidad.
- Vacío de información y normativa: Actualmente no existe un registro nacional que cuantifique o califique el estado de la infraestructura hospitalaria, ni una normativa específica que aborde criterios de flexibilidad funcional ante emergencias sanitarias o desastres.
- Impacto económico y en recursos: La falta de planificación y de estándares de diseño puede resultar en ineficiencias operativas y pérdidas de recursos. Una correcta evaluación de políticas de infraestructura hospitalaria permitirá optimizar inversiones y fortalecer la capacidad de respuesta ante riesgos biológicos.
- Contribución académica y práctica: Esta línea de investigación se alinea con la necesidad de desarrollar políticas públicas basadas en evidencia que integren criterios de organización de servicios, ergonomía, sistemas de ingeniería y flexibilidad funcional, contribuyendo así a mejorar la resiliencia y eficiencia del sistema de salud.

1.2.Planteamiento del problema.

La salud a nivel mundial es considerada como un derecho que garantiza el bienestar de todo ser humano, sus familias y las comunidades. Además, es un requisito para el desarrollo social en aplicación de los principios establecidos en la carta magna y demás leyes conexas referentes a la equidad, calidad, eficiencia, participación, pluralidad, solidaridad, universalidad, etc. (Acuerdo Ministerial 0550, 2007).

El derecho a la salud es un derecho constitucional exigible al Estado. No se trata de una mera disposición programática. El Tribunal Constitucional ha reconocido este derecho y ha afirmado su justiciabilidad. El objeto del derecho a la salud está constituido por las obligaciones que imperan sobre los destinatarios del mismo, primordialmente el Estado. (Figueroa García-Hidrobo, 2013). Por

consecuencia, el ciudadano que requiera ser atendido tiene derecho de acudir a una infraestructura de salud u hospital, para solventar el malestar o enfermedad que esté enfrentado.

La atención de salud y la infraestructura hospitalaria

La misión fundamental de un hospital o nosocomio, es la de proveer cuidados a la población que a él acude para conseguir curar, aliviar, paliar o rehabilitar el problema de salud que ha motivado la demanda, consiguiendo el mejor resultado posible basado en los conocimientos existentes y con la mejor satisfacción del paciente y del personal que le ha atendido. (Peña, 2000)

Entonces, la función principal de un hospital es satisfacer las necesidades de la colectividad y no simplemente las del enfermo. Por lo tanto, en un hospital se deben adaptar las ideas a las necesidades de los enfermos y no a la conveniencia de los servicios médicos, de enfermería, arquitectónicos o de suministros, salvo en lo que éstos redunden en beneficio del enfermo. (Mackintosh, 1952)

Sin embargo, es primordial el adecuado funcionamiento tanto de los servicios médicos, de infraestructura, equipamientos y suministros. Es por ello que, el entorno de la asistencia, en un hospital, se entiende como el conjunto de servicios e instalaciones hospitalarias que facilitan la prestación de cuidados para la mejora de la salud de los pacientes que acuden a dicha instalación.

Particularmente, y dirigiendo la investigación hacia la infraestructura del nosocomio, el mantenimiento de las instalaciones hospitalarias en condiciones óptimas es uno de los factores que permite garantizar la máxima calidad asistencial de las prestaciones sanitarias.

De tal manera, los establecimientos de atención en salud son entornos donde se congregan pacientes que en menor o mayor grado presentan compromisos inmunológicos. En este contexto, el ambiente físico hospitalario resulta un espacio donde los usuarios podrían adquirir infecciones nosocomiales con el consiguiente deterioro del cuadro clínico preexistente. (Pemán y otros,

2013, pág. 59). Esto quiere decir que, el ambiente hospitalario contaminado, ofrece un riesgo potencial para la adquisición de infecciones, tanto para los pacientes, como para su familia y el personal de salud (Andel Hameed & Farag, 1999).

Las infecciones nosocomiales y el ambiente hospitalario

Un paciente, en estado de ingreso o internación hospitalaria, está expuesto a una probabilidad estimada entre el 5 y 10% de adquirir una infección durante la admisión (2000, pág. 206). Este tipo de infecciones se las conoce como infección nosocomial, misma que se define como una infección contraída en el hospital por un paciente internado por una razón distinta de esa infección (Williams, 1983).

En otras palabras, una infección nosocomial, es una infección que se presenta en un paciente internado en un hospital o en otro establecimiento de atención de salud en quien la infección no se había manifestado ni estaba en período de incubación en el momento del internado. Comprende las infecciones contraídas en el hospital, pero manifiestas después del alta hospitalaria y también las infecciones ocupacionales del personal del establecimiento (Bouvet, 1993). Esta exposición a posibles infecciones se las conoce también como “riesgos biológicos”.

Este tipo de riesgos infecciosos no son nuevos, pues existen reseñas históricas de contagios por infección nosocomial del 325 DC, que relatan la presencia de estas infecciones desde la creación misma de los nosocomios u hospitales, fruto de la caridad cristiana (Nodarse Hernandez, 2002); lo cual no sorprende en vista de que, las infecciones nosocomiales se producen por el contacto del paciente con 3 posibles fuentes: su propia flora, los patógenos presentes en otros pacientes o en el personal sanitario y, por último, patógenos presentes en el ambiente hospitalario (Environmental Control, 2007). Desde hace más de 20 años se considera que el origen más importante de infección nosocomial es la flora endógena, pero se estima que el 20-40% de las infecciones se adquieren de forma horizontal de otros pacientes o personal y el 20%, del ambiente. (López-Cerero, 2013, pág. 460).

Con lo dicho, se puede afirmar que, el ambiente hospitalario constituye ser un depósito y fuente infecciosa para las personas que ocupan este espacio, ya sean pacientes, acompañantes o personal que labora en este espacio; todos ellos rodeados constantemente de aire, agua, instrumentos médicos y superficies arquitectónicas que pueden ser reservorios de infecciones, dependiendo mucho también de la forma de transmisión del patógeno para infectar a los seres humanos. A su vez, en reiteradas ocasiones estas infecciones han estado asociadas a la higiene y mantenimiento físico del hospital, pues la limpieza frecuente reduce el índice de contaminación (Álvarez Calderón y otros, 2005)

Entonces, se afirma que, la ausencia de programas de vigilancia epidemiológica de las infecciones y de protocolos o guías de manejo de pacientes infectados, así como también la falta de compromiso del personal de salud para adherirse a las normas de asepsia y aislamiento, la carencia de recurso para el cumplimiento de dichas normas e incluso, diseños arquitectónicos inadecuados de las instituciones de salud, son aspectos que hacen parte del ambiente hospitalario y que influyen en el desarrollo de la infección nosocomial (de León-Rosales y otros, 2000)

Para concluir, se pretende aclarar que, por el grado de experticia y formación como arquitecto del autor, esta investigación se centrará en aspectos referentes a las infecciones nosocomiales del ambiente hospitalario desde los aspectos de infraestructura y diseño arquitectónico.

La importancia del diseño arquitectónico frente a las infecciones nosocomiales

Siempre la limpieza del nosocomio ha sido un concepto esencial que incide directamente en el diseño funcional y tecnológico de la arquitectura hospitalaria y por lo tanto un arquitecto necesita comprender su importancia para abordar un edificio hospitalario higienista o para diseñar un nuevo edificio (Aguilar, 2014). A esto se suma la óptima programación y distribución de espacios *“para evitar la exposición persistente a los patógenos fúngicos potenciales, determinando las áreas protegidas y las medidas recomendables, tales como el control de la calidad*

del aire y del agua dentro y fuera del hospital, así como promocionando diseños arquitectónicos adecuados de las instituciones sanitarias” (Pemán & Salavert, 2013)

De igual forma, en situaciones epidémicas estacionales o brotes y de pandemia, la aplicación correcta de las precauciones de aislamiento puede verse afectada por la situación estructural o arquitectónica de cada centro hospitalario (Melendo y otros, 2011). Asimismo, pueden proliferar contagios por medio del suministro de servicios básicos. Según la Organización Panamericana de la Salud, en su política de hospitales seguros, este tipo de servicios son conocidos como líneas vitales dentro del nosocomio.

Por consiguiente, el diseño arquitectónico de la infraestructura hospitalaria juega un rol relevante, puesto que condiciona la obtención de espacios ambientalmente saludables, pudiendo mitigar la proliferación de los patógenos infecciosos.

En relación con lo mencionado, existen investigaciones que han determinado los agentes contaminantes con más frecuencia y que se conocen que usan la infraestructura física del hospital en su cadena de transmisión para colonizar y/o infectar pacientes, tal y como se puede observar en la siguiente matriz.

Tabla 2

Gérmens implicados con más frecuencia en la estructura física del hospital

Infraestructura hospitalaria	Agentes / Gérmens
Superficies/instalaciones de aire acondicionado de quirófanos, salas de angiografías, habitaciones de pacientes inmunocomprometidos.	Aspergillus
Aire acondicionado/red de abastecimiento de agua de toda la infraestructura hospitalaria.	Legionella

Instalaciones de aire acondicionado y ventilación de habitaciones de pacientes con infección por este germen.	M. tuberculosis
---	-----------------

Nota: La información aquí condensada es tomada de ANALES. San Navarra 2000, Vol. 23, Suplemento 2. Lista los principales microorganismos asociados a la estructura física hospitalaria y su relación con riesgos de infecciones nosocomiales

El aire como fuente de infección:

Hasta la fecha no se ha llegado a establecer de forma clara el rango de patógenos que, potencialmente, podrían diseminarse a través del aire hospitalario y producir infección. Existe cierta confusión entre los tipos de partículas (según tamaño), los modos de dispersión aérea de cada patógeno y los riesgos de infección debido a la heterogeneidad de los estudios realizados. Es importante el tamaño de la partícula que vehiculiza al patógeno (núcleos de Wells y gotitas de Flügge), pero también hay que considerar factores dinámicos como el número de partículas en suspensión, su velocidad y su carga microbiana, la longevidad de dichos microorganismos y la proximidad a los pacientes. La supervivencia de los diferentes microorganismos en el aire va a depender de factores como la humedad, la temperatura, la radiación ultravioleta y el polvo ambiental.

Se puede diferenciar tres tipos de patógenos vehiculizados por el aire: a) patógenos que se transmiten a través del aire a partir de un paciente infectado y que la adquisición por parte del paciente susceptible suele ser por vía respiratoria (síndrome respiratorio agudo severo, norovirus, rinovirus o M. tuberculosis); b) patógenos que se ha demostrado que pueden transmitirse por el aire a partir de superficies contaminadas o pacientes infectados, pero que la adquisición no suele ser respiratoria (enterobacterias, Acinetobacter o C. difficile) y, por último, c) patógenos considerados tradicionalmente aéreos, como Aspergillus spp. o Bacillus spp. (Papel del ambiente hospitalario y los equipamientos en la transmisión de las infecciones nosocomiales, 2013, pág. 460)

El agua como reservorio y fuente de infección:

Los sistemas de distribución del agua sanitaria pueden servir como reservorios donde se multiplican o permanecen viables microorganismos,

principalmente hongos y bacterias. Clásicamente se ha considerado que estos patógenos oportunistas son transmitidos por:

- a) Contacto directo (ducha de pacientes con catéteres centrales, hidroterapia);
- b) Ingestión de agua y de hielo;
- c) Contacto indirecto (reprocesamiento de dispositivos, como endoscopios);
- d) Inhalación de aerosoles, aspiración de agua contaminada.
- e) A estos modos de transmisión habría que añadir
- f) La contaminación de superficies y manos del personal por aerosoles creados a partir de lavabos o desagües contaminados, y
- g) Transmisión de endotoxinas bacterianas a través de la membrana del dializador en las máquinas de hemodiálisis. Los agentes vehiculizados por el agua y que con más frecuencia causan infecciones nosocomiales pueden clasificarse en 2 grupos: microorganismos que habitualmente pueden encontrarse en el agua sanitaria (*Legionella* spp., micobacterias no tuberculosas, como *M. mucogenicum* o *M. chelonae*, y hongos, como *Aspergillus* y *Fusarium*) y oportunistas que contaminan los grifos o los desagües a partir del lavado de fómites o de las manos del personal sanitario (*Pseudomonas aeruginosa* y otros no fermentadores, como *Acinetobacter baumannii*, *Stenotrophomonas maltophilia* y *Burkholderia cepacia*, y enterobacterias como *Klebsiella pneumoniae*).

Los primeros se caracterizan por su tolerancia a los desinfectantes habituales formar de modo habitual biocapas en la red sanitaria de los hospitales. En cambio, los segundos sobreviven en los desagües, grifos y baños, formando parte también de biocapas, pero además poseen la capacidad de sobrevivir en superficies, transfiriéndose de estas otra vez a los fómites y al personal sanitario. En la figura 2 se resumen las localizaciones más habituales de los diferentes oportunistas que se han asociado con brotes hospitalarios.

Actualmente existe normativa y niveles críticos establecidos únicamente para la potabilidad del agua sanitaria (no contempla la detección de la mayoría de los oportunistas mencionados), control de *Legionella* spp. la presencia de

endotoxinas y recuentos bajos de aerobias totales (< 100 UFC/ml en agua purificada y < 10 UFC/ml en agua altamente purificada) en el líquido de diálisis. En cuanto al reprocesamiento de dispositivos, únicamente se dispone de recomendaciones para el control de la limpieza y desinfección de los endoscopios intestinales (ESGENA)¹⁷, cuyo procesamiento microbiológico está detallado en un reciente protocolo de la SEIMC, pero no en cuanto al control del agua sanitaria que se utiliza para su limpieza. Las medidas de control y prevención en el agua sanitaria para evitar infecciones nosocomiales están enfocadas a la prevención de brotes de Legionella tanto en procesos de mantenimiento como en situaciones de brote hospitalario.

Incluyen el mantenimiento de la temperatura (inferior a 20 °C en agua fría y 50 °C en agua caliente en todos los puntos), niveles de cloro residual libre o combinado en agua fría (0,2 mg/l), vigilancia microbiológica del agua en puntos representativos y desinfecciones (química o térmica) puntuales una vez al año y en situaciones de brote. (Papel del ambiente hospitalario y los equipamientos en la transmisión de las infecciones nosocomiales, 2013, pág. 461)

El papel de las superficies

La contaminación de las superficies en torno a los pacientes es uno de los aspectos más controvertidos del control de infección nosocomial. Hay varios puntos a tener en cuenta:

- a) la capacidad de supervivencia en superficies inanimadas;
- b) la dificultad de eliminación de estos patógenos, y
- c) la falta de estándares de control de limpieza de superficie para patógenos nosocomiales. Tradicionalmente, el CDC no recomendaba el estudio de superficies excepto en situaciones de brote, por lo que la información que disponemos procede de análisis de superficies en estas situaciones y existen pocos estudios experimentales de intervenciones de control de transmisión.

La mayoría de los patógenos nosocomiales más habituales son capaces de sobrevivir en superficies inanimadas secas desde horas a varios meses, dependiendo de la naturaleza de la superficie, las condiciones de humedad y temperatura y el uso de determinados sistemas de limpieza o desinfectantes. Existen diferencias entre las diversas especies que reflejan las diferencias en prevalencia y una distinta capacidad intrínseca de sobrevivir en el ambiente hospitalario.

Un ejemplo claro lo podemos ver en una investigación ambiental de enterobacterias productoras de BLEE en 98 habitaciones de pacientes colonizados, donde se evidenció que la cepa de *Klebsiella* detectada en el ambiente y en los pacientes era idéntica en 10 casos (11%), frente al único caso en el que se encontró la misma cepa de *E. coli* en ambos tipos de muestras (1%). Los pacientes colonizados o infectados son la fuente principal de contaminación de las superficies.

Se ha observado que la concentración de *Enterococcus* resistente a vancomicina (ERV) es aproximadamente 10³ UFC/50cm² de piel, mientras que las concentraciones de *C. difficile*, ERV y SARM puede variar entre 10³-10⁶ UFC/g de heces. En el caso de norovirus, la concentración en heces puede ser superior a 10¹² partículas virales/g de heces y más de 10⁷ partículas/20-30 ml de vómito. A partir de un paciente colonizado, las superficies en torno a él se colonizan (sobre todo las que puede tocar con las manos y pueden contaminar las manos del personal y los dispositivos móviles (glucómetros, fonendoscopios, termómetros, electrodos, etc.) y de esta forma transmitir de forma indirecta o también por contacto directo.

Además del paciente, como se ha comentado antes, las superficies pueden contaminarse a partir de una fuente húmeda. Los problemas principales para controlar la contaminación de superficies es la falta de estándares científicos para evaluar la limpieza y la asignación de responsabilidades. (Papel del ambiente hospitalario y los equipamientos en la transmisión de las infecciones nosocomiales, 2013, pág. 461)

En definitiva, la óptima planificación arquitectónica permite abordar la diversidad del enfoque funcional, formal, estético y tecnológico – constructivo de infraestructuras hospitalarias. Sin embargo, resulta frecuente en la práctica de la arquitectura, olvidar tomarla en cuenta o relegar a un segundo plano dando mayor interés, quizás por desconocimiento, a los aspectos estilísticos decorativos al realizar un estudio historiográfico de una edificación antigua o bien al enfrentar el reto de un nuevo edificio hospitalario (Aguilar, 2014, pág. 2)

La legislación frente a las infecciones nosocomiales

Analizar los países de América Latina en el ámbito de los servicios de salud ofrece varias ventajas y razones convincentes debido a la diversidad de desafíos y oportunidades que caracterizan a esta región. Estudiar estos sistemas proporciona una visión integral de enfoques y áreas en las que se necesita mejorar.

La región enfrenta desafíos únicos en salud, como enfermedades infecciosas y enfermedades crónicas. Las disparidades en la atención médica basada en factores como ubicación geográfica y estrato social son evidentes en América Latina. Analizar estas brechas es fundamental para identificar áreas de desigualdad y orientar políticas que promuevan la equidad en la atención desde el ámbito del marco legal, para el efecto se analiza por medio de una matriz los contenidos de la legislación de los países de mayor representatividad y que comparten similitudes respecto al modelo de gestión sanitaria.

La región ha demostrado ser innovadora y adaptable en su enfoque de los sistemas de salud debido a su diversidad, sin embargo, del análisis de la matriz (Anexo.- Matriz de La legislación frente a las infecciones nosocomiales) podemos apreciar la disparidad respecto a la legislación que condiciona el diseño arquitectónico de establecimientos de salud es evidente, puesto que países vecinos cuentan desde más de 40 años con herramientas que regulan, estandarizar y homologar el sistema de salud ya sea público, social y privado.

1.3. Formulación del problema (Pregunta de investigación).

La pregunta central de la investigación es: ¿Cómo influye el diseño arquitectónico de los espacios hospitalarios en la mitigación de la incidencia de riesgos biológicos en las áreas de atención del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo del Distrito Metropolitano de Quito durante el período 2020-2024?

1.4. Justificación.

La investigación se justifica en múltiples dimensiones que explican su relevancia y pertinencia. En el plano teórico, aporta un marco conceptual novedoso que vincula parámetros arquitectónicos con la mitigación de riesgos biológicos nosocomiales. En el ámbito práctico, ofrece herramientas aplicables para optimizar intervenciones hospitalarias y reducir la incidencia de infecciones. Desde la perspectiva social, beneficia a pacientes, familias y a la sostenibilidad del sistema de salud. En el campo metodológico, plantea un modelo paramétrico innovador, replicable en otros estudios y hospitales. Finalmente, en la dimensión personal, refuerza la experiencia y compromiso del investigador en arquitectura hospitalaria y gestión de riesgos.

Desde el punto de vista teórico, esta investigación aporta al campo de la arquitectura hospitalaria y la bioseguridad al proponer un marco conceptual paramétrico que relaciona características físicas de los espacios con la incidencia de riesgos biológicos nosocomiales. A nivel internacional, abundan estudios sobre Infecciones Asociadas a la Atención en Salud (IAAS) desde la perspectiva clínica y epidemiológica; sin embargo, son escasos los trabajos que vinculan de manera sistemática los parámetros arquitectónicos ventilación, acabados, densidad ocupacional, segregación de flujos— con la propagación de agentes biológicos. En el contexto ecuatoriano, se trata de un aporte inédito, que fortalece la comprensión académica y técnica de cómo el entorno construido influye directamente en la seguridad del paciente.

En el plano práctico, la investigación ofrece una herramienta aplicable en el Hospital de Especialidades Eugenio Espejo (HEEE) y transferible a otras instituciones de salud del país. La metodología paramétrica diseñada permite priorizar intervenciones de bajo costo y alto impacto, optimizar el uso de recursos destinados al mantenimiento hospitalario y establecer criterios técnicos verificables para la toma de decisiones. En consecuencia, se contribuye a reducir la incidencia de IAAS, mejorar la calidad asistencial y garantizar mayor seguridad tanto para los pacientes como para el personal sanitario.

Desde el punto de vista social, el estudio beneficia directamente a los usuarios del sistema de salud pública, en particular a los pacientes y sus familias que acceden a servicios de alta complejidad en el HEEE. Indirectamente, repercute en la sociedad al disminuir los costos asociados a la prolongación de estancias hospitalarias, tratamientos adicionales y pérdida de productividad generados por las infecciones nosocomiales. Asimismo, contribuye al fortalecimiento de políticas públicas orientadas a la seguridad del paciente, la salud ocupacional y la sostenibilidad del sistema hospitalario.

En el aspecto metodológico, la investigación se justifica por la creación de una metodología paramétrica innovadora, sustentada en un diseño mixto exploratorio secuencial (cualitativo–cuantitativo). Este enfoque metodológico no solo garantiza rigor en la evaluación, sino que constituye un modelo replicable para futuras investigaciones en hospitales del Ecuador y de la región. Al integrar técnicas de auditoría arquitectónica, indicadores paramétricos y validaciones con herramientas de visualización digital (BIM, VR/AR), se abre un nuevo camino de investigación aplicada que vincula arquitectura, epidemiología y gestión del riesgo.

Finalmente, en la dimensión personal, la investigación representa una oportunidad única para consolidar la experiencia del investigador en los campos de la arquitectura hospitalaria y la gestión de riesgos, disciplinas en las cuales ha desarrollado su formación académica y práctica profesional. Constituye, además, una contribución personal al conocimiento y a la mejora de la calidad asistencial

en un hospital de referencia nacional, motivada por el compromiso de aportar soluciones innovadoras y sostenibles al sistema de salud.

1.5.Objeto de estudio.

El objeto de investigación de esta tesis doctoral se centra en la arquitectura hospitalaria entendida como el conjunto de elementos formales, funcionales y técnicos que configuran los espacios físicos del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo del Distrito Metropolitano de Quito, con la perspectiva específica de mitigar los riesgos biológicos de infecciones nosocomiales. Esto implica abordar tanto la estructura espacial (distribución de áreas, flujos de circulación, ubicaciones de zonas limpias o contaminadas) como los criterios de selección de materiales, sistemas de ventilación, iluminación y equipamiento, en función de su capacidad para interrumpir o reducir la transmisión de patógenos en el entorno hospitalario.

El Hospital de Especialidades Eugenio Espejo (HEEE) se define no solo como el escenario de aplicación de la investigación, sino como un sujeto de estudio con características propias: un centro de tercer nivel con más de 415 camas, 13 quirófanos, unidades de cuidados intensivos y emergencias, y múltiples servicios de apoyo (hemodiálisis, terapia respiratoria, laboratorio, farmacia institucional), cuya infraestructura fue planificada hace más de treinta años y presenta actualmente deficiencias en flujos técnicos, ventilación y mantenimiento de acabados .

La relevancia de este objeto reside en dos vertientes:

- Científica y académica: Existe un vacío en la literatura en cuanto a metodologías integrales que vinculen directamente parámetros arquitectónicos cuantificables con indicadores de incidencia de IAAS, especialmente en contextos latinoamericanos y en infraestructuras con características de antigüedad superior a dos décadas.

- **Práctica y social:** La mitigación de infecciones nosocomiales es una prioridad de salud pública; el desarrollo de un modelo paramétrico permite generar guías de diseño y protocolos de intervención arquitectónica que las autoridades hospitalarias y municipales puedan implementar para mejorar la seguridad de pacientes, personal médico y visitantes.

Para acotar el objeto de estudio se definió un alcance espacial y temporal: la investigación se circunscribe a las áreas críticas del HEEE: quirófanos, Unidad de Cuidados Intensivos (UCI), emergencias y hospitalización, durante el periodo 2020–2024. Este lapso incluye la etapa piloto, la recolección principal de datos (cuestionarios, entrevistas semiestructuradas y observación directa) y el análisis correlacional entre parámetros arquitectónicos e incidencia de IAAS.

En términos metodológicos, el objeto de investigación adopta un enfoque mixto:

- **Cuantitativo:** Permite medir variables paramétricas y su relación estadística con tasas de IAAS, mediante análisis descriptivos e inferenciales en R, Python y SPSS.
- **Cualitativo:** Captura percepciones y prácticas del personal de salud, mantenimiento y gestión de riesgos, identificando barreras y oportunidades de mejora en la aplicación de criterios arquitectónicos, a través de NVivo.

Finalmente, el objeto de estudio integra la revisión documental de normativa nacional y municipal (Ley Orgánica de Salud, reglamentos de licenciamiento, Ordenanza Metropolitana de Quito), planos arquitectónicos originales y protocolos de control de infecciones, para contextualizar los hallazgos y asegurar que la metodología propuesta responda a las exigencias legales y buenas prácticas internacionales.

En síntesis, el objeto de esta investigación doctoral es diseñar, validar y aplicar una metodología que relacione, de manera cuantificable y cualitativa, los criterios arquitectónicos de los espacios hospitalarios con la mitigación de riesgos biológicos, utilizando como caso de estudio el Hospital de Especialidades Eugenio

Espejo del DMQ, con miras a generar recomendaciones prácticas, normativas y de diseño que fortalezcan la bioseguridad en infraestructuras sanitarias de características similares.

1.6. Campo de acción.

El campo de acción de esta investigación abarca todos los ámbitos y actores involucrados en el diseño, gestión y operación de los espacios hospitalarios susceptibles de contribuir a la transmisión de infecciones nosocomiales. En concreto, se extiende a:

1.6.1. Diseño Arquitectónico y Urbanístico

- Oficinas técnicas y despachos de arquitectos y urbanistas encargados de proyectar o adaptar edificaciones sanitarias.
- Consultorías y laboratorios de innovación (BIM, CAD paramétrico) que integran criterios de bioseguridad en modelos digitales.

1.6.2. Gestión Hospitalaria y Salud Pública

- Direcciones de infraestructura hospitalaria y comités de control de infecciones del HEEQ y otros centros de salud, responsables de aprobar y supervisar intervenciones en planta física.
- Departamentos de epidemiología y gestión de riesgos, encargados de monitorizar y reducir la incidencia de IAAS.

1.6.3. Normativa y Regulación

- Entidades municipales (Secretaría General de Coordinación Territorial, Gobernabilidad y Participación del DMQ) y nacionales (Ministerio de Salud Pública, Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria), que emiten lineamientos, licencias y dictámenes para obras hospitalarias.
- Organismos acreditadores y certificadores de calidad sanitaria (por ejemplo, ISO 9001, Joint Commission International) que establecen estándares de bioseguridad en el diseño de espacios.

1.6.4. Operación y Mantenimiento

- Personal de limpieza y mantenimiento, responsable de aplicar protocolos de desinfección y de conservar materiales y sistemas (ventilación, iluminación) en condiciones óptimas.
- Proveedores de equipamiento médico, revestimientos y sistemas de climatización, cuyas especificaciones técnicas deben alinearse con criterios de facilidad de limpieza y control de flujos.

1.6.5. Formación y Capacitación

- Programas académicos en arquitectura sanitaria, ingeniería hospitalaria y gestión de riesgos que incluyen módulos basados en los hallazgos de la investigación.
- Talleres in situ para personal médico y administrativo, orientados a sensibilizar sobre la influencia del entorno construido en la prevención de infecciones.

1.6.6. Transferencia Tecnológica y Social

- Desarrollo de herramientas digitales paramétricas (plugins de modelado BIM, plantillas de matrices de decisión) para facilitar la incorporación de los parámetros de bioseguridad en proyectos futuros.
- Difusión de guías prácticas y manuales de buenas prácticas, dirigidos a municipios, hospitales y despachos de arquitectura, con énfasis en contextos latinoamericanos y edificaciones con infraestructuras existentes de más de dos décadas.

En suma, el campo de acción de la tesis engloba tanto las fases de concepción y diseño constructivo como la normativa, operación y capacitación de los distintos actores del ecosistema hospitalario. Su alcance se proyecta sobre el HEEQ como caso de estudio, pero sus resultados y herramientas podrán aplicarse en cualquier centro de atención de tercer nivel con características similares, así como en procesos de planificación urbana y sanitaria a nivel municipal y nacional.

1.7.Objetivos.

1.7.1. Objetivo General.

Diseñar una metodología paramétrica para identificar y clasificar las características arquitectónicas de los espacios hospitalarios del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo, con el fin de mitigar la incidencia de riesgos biológicos nosocomiales durante el periodo 2020–2024.

1.7.2. Objetivos específicos.

- a) Determinar los fundamentos teóricos referenciales sobre bioseguridad, arquitectura hospitalaria y riesgos biológicos nosocomiales que sustenten la operacionalización de las variables de estudio.
- b) Analizar las características paramétricas de diseño arquitectónico que tienen las áreas o servicios hospitalarios en los cuales existe incidencia de riesgos biológicos nosocomiales;
- c) Elaborar una metodología paramétrica que determine las características arquitectónicas de espacios hospitalarios con enfoque en la mitigación de la incidencia de riesgos biológicos nosocomiales.

1.8.Hipótesis.

La aplicación de una metodología paramétrica que articule variables de circulación, materiales, ventilación, iluminación, equipamiento y protocolos disminuirá significativamente la incidencia de IAAS, las cargas microbianas superficiales y los cruces de flujo en el HEEE.

1.9.Alcance temático.

Fundamentos teóricos y normativos

- Literatura en arquitectura hospitalaria biosegura: teorías de diseño biofílico, principios de “saludable por diseño” y antecedentes de estudios de incidencia de IAAS en función del entorno construido.
- Normativa y buenas prácticas: revisión de la Ley Orgánica de Salud, reglamentos de licenciamiento de edificación sanitaria, Ordenanza Metropolitana de Quito y estándares internacionales (ISO, JCI, WELL).
- Modelos paramétricos y taxonómicos aplicados al diseño: metodologías existentes para la parametrización de variables espaciales y de confort ambiental.

Variables arquitectónicas y bioseguridad

- Materiales y acabados: propiedades antimicrobianas, facilidad de limpieza, durabilidad y compatibilidad con protocolos de desinfección.
- Circulación y flujos: zonificación de áreas limpias/contaminadas, recorridos de personal, usuarios, insumos y residuos, puntos de cruce crítico.
- Ventilación e iluminación: sistemas de climatización (presión positiva/negativa), renovación de aire, filtración HEPA; luz natural vs. luz artificial y su impacto en el confort y las condiciones microbiológicas.
- Equipamiento y mobiliario: selección, disposición y ergonomía de mobiliario médico y de apoyo, incluyendo superficies de contacto frecuentes.
- Protocolos y capacitación: procesos de limpieza, desinfección y mantenimiento; formación del personal en buenas prácticas de bioseguridad.

Metodología mixto-paramétrica

- Dimensión cuantitativa: definición de indicadores y métricas (tasas de IAAS, densidad de población en áreas críticas, frecuencias de limpieza) y procedimientos de recolección (cuestionarios Likert, conteos de eventos, muestreos microbiológicos).
- Dimensión cualitativa: guías de observación estructurada, entrevistas semiestructuradas (personal de salud, mantenimiento, gestión de riesgos), análisis de contenido en NVivo.
- Paramétrica: estructura jerárquica de categorías, subcategorías y rangos de valores normalizados para cada variable.

Ámbitos de aplicación y casos de estudio

- Áreas críticas del HEEE: quirófanos, UCI, emergencias y hospitalización.
- Escenarios operativos: condiciones de rutina clínica, situaciones de emergencia epidemiológica y procesos de esterilización.
- Escala de análisis: desde planos arquitectónicos hasta observaciones “in situ” y mapeo de flujos interiores.

Líneas de triangulación e integración

- Correlación de datos: empalmar resultados cuantitativos (R, Python y SPSS) y cualitativos (NVivo) para validar relaciones causa-efecto.
- Síntesis paramétrica: construcción del modelo final que vincule variables arquitectónicas con índices de IAAS, expresado en planos, tablas y diagramas.
- Recomendaciones de diseño: elaboración de pautas arquitectónicas y protocolos de intervención, alineadas con normativas municipales y estándares internacionales.

1.10. Delimitación Espacial y Temporal.

Delimitación Espacial

La investigación se centra en las áreas críticas del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo del Distrito Metropolitano de Quito, específicamente:

- Quirófanos (13 de quirófanos programados y 2 de urgencias).
- Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) (23 camas destinadas a terapia intensiva).
- Sala de Emergencias (47 camillas en el área de urgencias).
- Hospitalización (415 camas distribuidas en diferentes servicios de especialidades).

Estos espacios fueron seleccionados por su alta vulnerabilidad a la propagación de infecciones asociadas a la atención en salud (IAAS) y porque concentran los flujos más intensos de pacientes, personal médico y equipamiento biomédico.

Delimitación Temporal

El periodo de estudio abarca desde la fase piloto hasta la recolección principal de datos, comprendido entre enero de 2020 y diciembre de 2024.

- 2020–2023: Ausencia de intervenciones realizadas en las áreas o servicios de interés de esta investigación.
- 2024-2025: Diseño y validación de instrumentos. Implementación de la recolección exhaustiva en los cuatro ámbitos críticos. Procesamiento, análisis y triangulación de resultados, y construcción del modelo taxonómico paramétrico.

Este intervalo temporal permite capturar tanto las condiciones preexistentes en la infraestructura hospitalaria como los efectos de las intervenciones metodológicas en la mitigación de riesgos biológicos durante el periodo 2020–2025.

En conclusión, este primer capítulo desarrolla la proyección general de la investigación doctoral, centrada en el estudio de las infecciones asociadas a la atención en salud (IAAS) y su relación con las condiciones arquitectónicas hospitalarias. Parte de la premisa de que el entorno físico construido influye de manera determinante en la propagación de agentes biológicos, y que la arquitectura hospitalaria puede constituir un factor de mitigación o de amplificación del riesgo biológico nosocomial.

Se plantea como problema central la ausencia de metodologías que integren variables arquitectónicas verificables en la gestión de riesgos biológicos hospitalarios, situación que limita la capacidad de diagnóstico, priorización y respuesta frente a las IAAS. En este contexto, se formula la pregunta de investigación orientada a determinar de qué manera las características arquitectónicas del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo inciden en la mitigación de los riesgos biológicos nosocomiales, proponiendo un enfoque metodológico paramétrico para su evaluación y control.

El capítulo justifica la pertinencia del estudio en sus dimensiones teórica, práctica, metodológica, social y personal. Teóricamente, el trabajo contribuye a consolidar el vínculo entre bioseguridad y arquitectura hospitalaria mediante la integración de referentes internacionales y normativos nacionales. En el plano práctico, ofrece una herramienta de diagnóstico aplicable en hospitales públicos del país. Metodológicamente, propone una estructura paramétrica replicable que combina indicadores técnicos, validación estadística y simulación digital. Socialmente, contribuye a la seguridad del paciente y del personal sanitario, mientras que, en el ámbito personal, refleja el compromiso profesional del investigador con la mejora de la infraestructura hospitalaria ecuatoriana.

El objetivo general consiste en diseñar una metodología paramétrica taxonómica para identificar y clasificar las características arquitectónicas que inciden en los riesgos

biológicos nosocomiales, con el fin de mitigar su incidencia en el Hospital de Especialidades Eugenio Espejo. Los objetivos específicos orientan el proceso hacia la identificación de fundamentos teóricos, el análisis de las características arquitectónicas y la elaboración de la metodología.

Finalmente, el capítulo establece los alcances, limitaciones y delimitaciones del estudio, así como su correspondencia con la línea de investigación institucional en Arquitectura Hospitalaria y Gestión de Riesgos. De esta manera, el Capítulo 1 constituye la base conceptual, contextual y direccional del trabajo, al definir con precisión el problema, la pregunta, los objetivos y la justificación que guían la totalidad de la tesis doctoral

Capítulo 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS REFERENCIALES.

Desde su origen en el siglo XX, la arquitectura hospitalaria ha evolucionado orientándose cada vez más hacia la creación de entornos que favorezcan la recuperación y aseguren la salud de sus usuarios. Sin embargo, tanto en la práctica profesional como en la normativa vigente se identifica un importante vacío referencial en torno a criterios especializados de bioseguridad aplicados al diseño arquitectónico: los reglamentos no suelen detallar cómo integrar funciones, flujos, selección de materiales y sistemas de ingeniería para prevenir infecciones nosocomiales, ni consideran la flexibilidad funcional necesaria ante emergencias sanitarias o desastres.

A nivel internacional, estudios como Smith & Turner (2020) y Pérez (2019) han demostrado que los espacios hospitalarios diseñados bajo principios de “healthy by design” o diseño biofílico reducen la incidencia de IAAS, pero suele faltar evidencia cualitativa que refleje las experiencias y prácticas reales del personal de salud.

En este contexto, el estado del arte revela tres líneas principales de desarrollo:

- a) Diseño biofílico y ambientes saludables, que enfatiza la incorporación de elementos naturales (vegetación, luz natural, materiales orgánicos) para mejorar el bienestar y disminuir carga microbiana.
- b) Modelos paramétricos de diagnóstico, basados en CAD/BIM, que permiten cuantificar variables espaciales y ambientales mediante taxonomías jerárquicas adaptables a distintos escenarios clínicos.
- c) Metodologías mixtas en investigación arquitectónica, donde Hernández Sampieri et al. (2014) subrayan la importancia de validar instrumentos cuantitativos y cualitativos para capturar tanto métricas objetivas (tasas de IAAS, frecuencias de limpieza) como percepciones y comportamientos del personal.

Por su parte, el marco teórico articula conceptos clave que sustentan el objeto de estudio:

- Infecciones asociadas a la atención en salud (IAAS), entendidas como aquellas adquiridas durante la estancia hospitalaria, generalmente identificadas 48 h después del ingreso; su mitigación depende en gran medida de la configuración espacial y de los protocolos arquitectónicos que regulan flujos de personas, insumos y residuos.
- Arquitectura paramétrica, que en este caso se extiende a la creación de una metodología capaz de ordenar y clasificar variables como materiales, iluminación, ventilación y circulación, cuantificándolas para facilitar su integración en modelos digitales y guías de diseño.
- Normativa y buenas prácticas, provenientes de la Ley Orgánica de Salud, reglamentos de licenciamiento y la Ordenanza Metropolitana de Quito, que establecen el marco legal de referencia, aunque sin profundizar en criterios de bioseguridad arquitectónica.

Este marco introductorio sienta las bases para desarrollar a continuación los apartados de Estado del Arte (histórico y actual), Marco Teórico, Conceptual, Contextual y Legal-Normativo, alineando la investigación con las lagunas identificadas en la literatura y la práctica profesional, y justificando la necesidad de diseñar y validar una metodología paramétrica aplicada al Hospital de Especialidades Eugenio Espejo del DMQ.

2.1.Estado del arte (Marco Histórico y Actual).

Las infecciones nosocomiales (IN) son infecciones contraídas en un ambiente hospitalario (Astagneau & Ambrogi, 2014), se adquieren durante la estancia del ser humano en un hospital, tomando en cuenta que, como ya se había citado anteriormente, mencionada infección no estaba presente ni en el período de incubación, ni en el momento del ingreso del paciente, (Pujol & Limón, 2013), la infección es considerada nosocomial cuando ocurre más de 48 horas después del ingreso del paciente.

Al tratarse de infecciones provocadas por microorganismos, y que su forma de contagio es muy diversa, ha sido motivo de infinitas investigaciones, abordadas desde algunos puntos de vista. Para la construcción de este apartado, se han podido identificar tres grandes campos de estudio: 1. investigaciones enfocadas directamente a solucionar y contrarrestar la infección por medio de medicación y uso de antibióticos, 2. Investigaciones que se enfocan en un sujeto de estudio a partir del cual se realiza el análisis y, 3. investigaciones que analizan un área específica del centro hospitalario. Todas estas disponen de datos con porcentajes de contagios y propagación. Estos tres puntos serán revisados a continuación.

Investigaciones enfocadas directamente a solucionar y contrarrestar la infección por medio de medicación y uso de antibióticos

El hablar de infecciones nosocomiales automáticamente se relaciona con microorganismos, virus o bacterias infecciosas en el paciente, por ende, gran parte de literatura es abordada desde la medicina, la mayoría de veces con el afán de comprender y mitigar la infección, cuyos autores son profesionales del área de la salud.

Dentro de esta área, Maguiña ha estudiado a profundidad las IN, afirmando que, los microorganismos que causan las infecciones nosocomiales pueden ser combatidos por antibióticos mismos que ayudan mitigar este tipo de infecciones, además pone a consideración la premisa de que “las infecciones nosocomiales ocurren más frecuentemente en las de heridas quirúrgicas, las vías urinarias y las vías respiratorias inferiores” (Maguiña Vargas, 2016).

Investigaciones que se enfocan en un sujeto de estudio a partir del cual se realiza el análisis

Si se relaciona a la infección nosocomial con algún sujeto de estudio, los grupos vulnerables son los más estudiados, existiendo múltiples investigaciones relacionadas con pacientes pediátricos y neonatales.

Díaz-Ramos y otros, describen los resultados de la aplicación de la vigilancia epidemiológica de un hospital pediátrico, notando una disminución de

infecciones nosocomiales en pacientes inmunocompetentes, no viendo resultados favorables en pacientes inmunocomprometidos (Díaz-Ramos, y otros, 1999).

De manera complementaria, Media y otros, analizan las infecciones nosocomiales en una unidad de cuidados intensivos neonatales en México, a partir del sistema de vigilancia del Departamento de Epidemiología, siendo los sitios de infección más frecuente las bacteriemias primarias, seguido por las neumonías, la sepsis y las infecciones urinarias. Concluyendo que los “programas dirigidos a la prevención de IN en estos pacientes se deben enfocar a mejorar los procesos de atención” (Medina-Mejía, Hernández-Ramos, Nandí-Lozano, & Ávila-Figueroa, 2000).

Dentro del área de pediatría, Burgard y otros, investigan a la población prematura, recién nacidos, etc. mencionando que son un grupo vulnerable por la inmadurez del sistema inmunitario, por ende, mayormente expuestos a infecciones nosocomiales (Burgard, Descamps, & Zahar, 2013).

También se ha podido identificar investigaciones cuyos grupos de estudio son pacientes oncológicos, quienes, al estar expuestos a diversas intervenciones durante el tratamiento oncológico, “aumentan los riesgos para sufrir una infección nosocomial” (Velázquez Brizuela, Aranda Gama, Camacho Cortes, & Ortiz, 2013), la identificación y seguimiento del estudio se lo realizó a partir del programa de epidemiología y por el comité de Vigilancia Epidemiológica.

Pero también como el personal de salud está expuesto a infecciones nosocomiales. Llanos analiza las infecciones nosocomiales causadas por el uso de estetoscopios y, afirma que la infección se podría prevenir con el uso de etanol o alcohol isopropílico en la cápsula y membrana de los estetoscopios, al igual que, tener un adecuado lavado de manos (Llanos-Cuentas, 2016), situación que puede ser similar con el uso de cualquier instrumento que utilizan los médicos, enfermeras, etc.

Se puede visualizar que los estudios mencionados, hacen referencia a sujetos de estudio que representan a grupos vulnerables, potencialmente expuestos a contagios de infecciones nosocomiales. La mayoría de estudios son analizados a partir de la vigilancia epidemiológica, y en la mayoría de casos, terminan sugiriendo tener un mejor control y proceso de vigilancia.

Investigaciones que analizan un área específica del centro hospitalario

En los documentos revisados, e intentando indagar en investigaciones en donde se relaciona la infraestructura de salud con la infección nosocomial, se ha podido identificar que inmediatamente se la asocia con los sistemas de ventilación y con las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI), esto debido a que las tasas de infecciones nosocomiales usualmente son mayores en las UCI.

A pesar de estar hablando de una infraestructura física, desde el campo de la epidemiología, Olachea y otros, manifiestan que, dentro de las UCI, los contagios son asociados a la ventilación mecánica, por la presencia de agentes que producen neumonía, infecciones urinarias asociadas a sondaje uretral y bacteriemia primaria (Olachea, Insausti, Blanco, & Luque, 2010), esto debido a que por lo general un paciente en UCI se encuentra en estado crítico y es más propenso a contagios.

Lo mencionado es afirmado por Zaragoza, al decir que “las infecciones nosocomiales tienen una alta incidencia en las UCI, convirtiéndose en uno de los problemas más importantes que ocurren” (Zaragoza, Ramírez, & López-Pueyo, 2014), al igual que Olachea, hace una descripción de la etiología de las IN en UCI, y cita la neumonía por ventilación mecánica, la infección urinaria y la bacteriemia primaria relacionada con catéter. Además, recalca que, este tipo de infecciones adquiridas en UCI se asocian con una alta mortalidad y morbilidad en pacientes críticos; concluyendo en la importancia de contar con programas de control de infecciones en estos espacios.

Un estudio similar a los anteriores, lo elabora García y otros, sin embargo, en éste se enfoca en los pacientes recién nacidos que deben permanecer en UCI por diferentes razones, aseverando la vulnerabilidad del paciente, concluye la investigación informando que, “la bacteriemia relacionada con la colonización del catéter venoso central y los grampositivos fueron la infección nosocomial y los microorganismos causales más frecuentes” (García, Martínez-Muñoz, & Peregrino-Bejarano, 2014).

A pesar de lo mencionado, probablemente en este punto sobresale el estudio de Vereá, en donde analiza la ventilación en el área de Terapia Intensiva, resultando que la “neumonía asociada a la ventilación fue la más frecuente de las infecciones nosocomiales, causada por la *Klebsiella* spp, seguida por la bacteriemia ocasionada por el *Staphylococcus* spp y las infecciones del tracto urinario por la *E. coli*” (Vereá, Ferrer, Reyes, Miranda, & Méndez, 2019), el artículo finaliza mencionando que el meronem fue el antibiótico más empleado.

Al igual que el anterior, Ponce y otros, estudian las infecciones nosocomiales en un Hospital pediátrico, resultando que el “sistema respiratorio es el sitio de mayor localización, donde predominaron los hemocultivos negativos. Los gérmenes más aislados fueron: el *Staphylococcus epidermidis*, la *Pseudomonas* sp y el *Acinetobacter*, entre otros” (Ponce de León, Ragnel-Frausto, Elías-López, Romero-Oliveros, & Huertas-Jiménez, 1999), la investigación concluye en la importancia de fortalecer las actividades de prevención y control, dando énfasis a la vigilancia sistemática.

Si bien es cierto, se ha realizado una breve descripción, con lo revisado se puede visualizar el objetivo de las investigaciones que tratan temas posiblemente relacionados con la arquitectura, sin embargo, queda claro dos puntos importantes, el primero, el espacio UCI, no es analizado a profundidad como para llegar a comprender si el contagio podría ir más allá de los posibles procedimientos que se desarrollan en ese lugar y, el segundo, queda claro que son profesionales médicos quienes realizan el estudio, lo que permite comprender las razones por las cuales se enfocan en temas procedimentales.

Para concluir el apartado del Estado del Arte, se puede afirmar que, en alto porcentaje, los autores de las investigaciones que tratan temas de infecciones nosocomiales, son profesionales de la salud, y abordan el estudio desde su nivel de experticia, todos ellos conscientes de la transmisión de las infecciones nosocomiales en el medio hospitalario, por ende, la mayoría de los estudios enfatizan en la importancia del adecuado funcionamiento de los departamentos y/o comités de control y vigilancia epidemiológica frente a las infecciones nosocomiales “como medidas a tener en cuenta para su prevención” (Lebeque Pérez, Morris Quevedo, & Calás Viamonte, 2006), así como también el que el personal de salud realice los procesos y procedimientos adecuados para evitar la propagación de las infecciones.

Sin embargo, y sabiendo que, “el ambiente hospitalario constituye ser un reservorio y una fuente de infección para el paciente ingresado” (López-Cerero, 2014), y que el paciente dentro del nosocomio está siempre expuesto a “aire, agua sanitaria que entra en contacto con el propio paciente, con el personal y con los dispositivos médicos, comida, superficies, instrumentos que contactan con piel y mucosas y las soluciones estériles que le son administradas por inoculación” ” (López-Cerero, 2014), no se ha podido identificar de qué manera la arquitectura o el diseño hospitalario puede influir, prevenir o mitigar las infecciones nosocomiales. Es por esta razón que el presente estudio pretende contribuir con este vacío de conocimiento.

2.2.Marco Teórico.

La evolución de la arquitectura hospitalaria ha estado estrechamente relacionada con la del propio concepto asistencial, dominado por el binomio enfermedad-pobreza que desembocará en la significación actual de los términos hospital y hospicio.

Para Benevolo la palabra «arquitectura» no designa un concepto inmutable sino una noción que varía con el tiempo siguiendo las experiencias particulares

que ella misma encuadra; las obras arquitectónicas son eminentemente públicas y forman el escenario físico en el que vive la comunidad (Benevolo, 1974, pág. 913)

Señala cómo una de las prerrogativas más admirables de la arquitectura es la de no estar ligada a una precisa forma originaria, sino que puede contener un margen para otras utilidades; el edificio podría soportar, sin perder su carácter e individualidad, ciertas transformaciones de orden formal. Las construcciones hospitalarias parecían ceñirse bien al reto que planteó la arquitectura civil pública.

Los términos hospital, hospicio, hostería y hotel derivan de la palabra latina «hospes» (huésped). Esa pluralidad de términos representaba la diversidad de funciones que mostraba el hospital medieval y que, al igual que ocurrió en el caso de los ayuntamientos, juzgados, mercados, etc., su desarrollo fue consecuencia de la diversificación (Pevsner, 1980, págs. 41-57). En concreto, el hospital presentaba un abanico benefactor tan amplio que dificulta la definición de su función puesto que al asociarse a albergue y ver en él la fe cristiana una casa de Dios para la protección de los que buscaban auxilio, se destina a esta exigencia un edificio modesto.

El vocablo «Hospital» se ha conservado hasta nuestros días en los idiomas europeos, así en los Países Bajos se empleó el término «gasthuis» para designar el hospital en el sentido de albergue, pero que también se aplicó a casas para asistir enfermos. En la terminología se conserva asimismo el espíritu religioso de estas instituciones: «God's house» en Inglaterra; «Godshuis» en los Países Bajos; «Maison-Dieu» o «Hôtel-Dieu» en Francia. En el ámbito monacal predominaba la denominación latina «Enfermería» (infirmatorium) que se ha mantenido en Inglaterra como «Infirmary» o en Francia «Infirmierie» que está más ligada al concepto moderno de hospital (Leistikow, 1967, págs. 9-10). Esta diversidad de instituciones mantenía entre sí el objetivo de atender a menesterosos priorizando las funciones de alojamiento y aislamiento sobre la asistencia médica.

En los inicios de la evolución occidental de la arquitectura hospitalaria, prescindiendo de los antecedentes del mundo antiguo, se encuentran los diseños

basilicales y claustrales, destacando el esquema benedictino de Saint-Gall. Las salas de los hospitales medievales, en su afán de brindar al enfermo la ayuda espiritual, buscaban facilitar la comunicación acústica y óptica entre cama y altar – principio que ha perdurado hasta el s. XIX-, de hecho, en la arquitectura de los hospitales ha primado durante siglos resolver este problema por encima de otras dificultades como podrían ser las exigencias higiénicas, sociales, médicas, etc. (Jetter, 1972, págs. 263-295).

Con el Renacimiento se aumentaron las dimensiones de éstos hasta adoptar las formas de palacios con nuevos elementos arquitectónicos, grandes logias, patios y extensas salas para enfermos, a veces en forma de cruz, destacando en este sentido los hospitales italianos y los hospitales reales españoles. El Barroco tendió a acentuar los rasgos propios de las iglesias y las plantas radiales y, por último, la historiografía relativa a los hospitales señala que no fue hasta la segunda mitad del s. XVIII cuando, con criterios higienistas, aquellos asumieron el espacio propio de atención a los enfermos reservando el hospicio o asilo para los menesterosos (Soto, 1985, pág. 31); si bien este concepto se implantó en el s. XIX donde para los hospitales se opta generalmente por el sistema constructivo de pabellones-, en ocasiones los edificios construidos para este fin no vieron cubiertos sus cometidos y fueron frecuentes las reutilizaciones como asilo, prisión, casa de expósitos o manicomio (Palacio, 1986, págs. 20-27).

Esta práctica se asocia a una serie de interrelaciones tipológicas que de largo tiempo ha ligado, en los hospitales, los elementos religiosos con los propios del alojamiento, orden o control, por lo que mantuvo puntos de contacto con la arquitectura conventual, palaciega, doméstica, carcelaria o escolar, elementos que se diluyeron cuando el hospital adquirió un carácter estrictamente sanitario. Esta ambigüedad de funciones plantea otras cuestiones que van más allá del análisis de la pura funcionalidad (la coherencia entre el edificio y el uso a que se destina), ya que afectan, aparte de la propia construcción, al urbanismo, sanidad, conflictos bélicos, mecenazgo, etc.

Si la tradición tipológica ha sido un factor decisivo para justificar la función de los hospitales no lo ha sido menos la historia de la medicina, cuyos avances han forzado la actualización de usos. Junto a esto, la historia de los hospitales aparece muy relacionada con la política sanitaria que los creó: encontramos ocasiones en que es ésta la responsable de una adopción tipológica consciente y, en cambio, en otras se nos revela con falta de previsión o de afán de intervención, sin directrices claras, ocasionando cierto caos hospitalario, no tanto por la escasez de fundaciones como por la dispersión, lo que también tuvo sus repercusiones desde el punto de vista arquitectónico (Maria Victoria, 1991, págs. 27-39). Todo ello es comprensible si se recuerda que, prácticamente, habían sido los conventos y monasterios los que habían asumido la función de hospitales.

Cada construcción civil, a poco que fuera de cierta consideración, era una suma de agregados heterogéneos, a veces dispares, lo que dificulta aún más trazar la síntesis de su historia arquitectónica. La falta de edificios tipos que resuman periodos o escuelas y la ausencia de una evolución continuada y progresiva hacen imprescindible incardinar las obras arquitectónicas en las condiciones históricas en que han nacido. La reiterada demolición que ha sufrido la arquitectura civil en España destroza el hilo de su evolución, así como los hospitales, lonjas, carnicerías, etc. quedan muy mermadas de ejemplos para su estudio (Fernando, 1965, págs. 47-51)

De hecho, según Lampérez, en España, hasta el tránsito del siglo XIV al XV era excepcional la construcción de un edificio público ex profeso para un organismo colectivo como era el hospital, siendo lo más frecuente la utilización de locales de ocasión donde se mezclaban las funciones y lo más habitual el buscar «el amparo de una de las dos instituciones basamentales de la Edad Media: las monásticas y las militares», así la hospitalidad se prestaba en los claustros del monasterio o en las naves de las iglesias (Lampérez y Romea, 1993, pág. 12). Fue necesario llegar, en el caso de España al gran esfuerzo de la política asistencial desarrollada por los Reyes Católicos en un afán de centralización y de programa de prestigio, o a la llevada a cabo por las reformas borbónicas para alcanzar una

clarificación y racionalización en este sentido que conduciría al despliegue higienista del s. XIX.

El concepto asistencial

El término 'hospital' en la actualidad resulta esclarecedor en su significado y se asocia sin dificultades a un centro sanitario en el que los miembros de la sociedad obtienen servicios encaminados a devolverle la salud. Según Sigfrid Bopp, el hospital es el establecimiento en el que “gracias a la ayuda de los médicos, se intenta diagnosticar las enfermedades, curarlas y aliviar los sufrimientos que origina»; para Louis Veyret «es un centro de acogida, de diagnóstico y de terapéutica” (Labasse, 1982, págs. 23-24). El hospital constituye un elemento importante del equipamiento de la ciudad, es un reflejo de los problemas de salubridad de la comunidad humana, que tiende a ubicarse en las zonas de crecimiento de la ciudad donde dominan los usos institucionales (Zárate, 1991, pág. 87) y su calidad como edificio depende del grado en que satisfaga las necesidades de la vida actual y su grado de correlación con el conjunto en el que se emplaza (Alomar, 1980, pág. 176)

La percepción que del hospital tiene la ciudad, su presencia simbólica, varía muchísimo si está instalado en una gran o pequeña aglomeración, pero generalmente las referencias se centran más en la función que en el propio edificio; es una institución un tanto ambigua ya que genera tranquilidad su proximidad, pero también pavor por los riesgos que entraña la enfermedad (Labasse, 1982, pág. 176).

Sin llegar a ser el hospital un conjunto que logre una centralidad eficaz o que llegue a tener un impacto organizador sobre su entorno inmediato, sí es uno de los servicios colectivos más destacados en los planes urbanísticos y un importante agente económico, no sólo por los costes del personal, sino por lo relativo a las obras, equipamiento de mobiliario, consumo, etc. (Labasse, 1982, pág. 333). Por sus necesidades de tipo burocrático y administrativo cumple un papel similar al de las instituciones cerradas despojando al paciente de su identidad (Domínguez &

Rodríguez, 1983, pág. 21). El hospital hoy día es también un centro de enseñanza y de aplicaciones técnicas que requieren la intervención de diversas empresas y de distintos sectores industriales; su número de camas es índice de desarrollo en relación con la población; por su especialización, el hospital se ha convertido, prácticamente, en el único centro de servicios con material necesario para la curación de enfermedades graves y, aunque hay hospitales en zonas rurales, éstos imprimen un carácter urbano, se convierten en atributo de la ciudad. Dado que la ciudad es el lugar de consumo colectivo, el hospital también lo es (Labasse, 1982, págs. 10-11).

La imagen que se tiene del hospital no deja de ser sino el resultado de un proceso de evolución, de burocratización y secularización (Renate, 1972, pág. 16); fue una depuración de toda una serie de formas institucionales que a lo largo de los siglos se han cobijado bajo el vocablo «hospital»; pese a las notables diferencias que había entre ellas tenían el factor común de estar reservadas durante mucho tiempo a los indigentes, donde se primaba el hospedaje y, a veces el aislamiento, sobre los tratamientos médicos; en realidad, pocos cuidados se ofrecían que no hubiesen podido prestarse igualmente a domicilio. Dentro del hospital se acogían no sólo enfermos sino seres humanos necesitados de alojamiento como viudas, expósitos, locos, ancianos, peregrinos o pobres.

El hospital, dentro de su amplio contexto social, daba respuesta no sólo a la asistencia y hospedaje sino también a la problemática social que la pobreza creaba, recluyendo a personas que podían generar conflicto a la propia sociedad.

La pluralidad asistencial se remonta a una serie de establecimientos de diverso carácter y origen lejano. Ya en la Grecia clásica existía una desigualdad asistencial que bajo distintas formas se ha mantenido hasta nuestros días (Piñero, 1990, págs. 170-171).

A la hora de hablar de hospital propiamente dicho, el primero que tuvo esta consideración fue el fundado en Bizancio en el s. IV d.C., por Basilio el Grande, como establecimiento de carácter filantrópico dedicado al cuidado de enfermos.

Los orígenes en el mundo antiguo presentan graves lagunas para los investigadores a la hora de establecer la cadena que conduce hasta la institución caritativa por excelencia que fue el hospital medieval (Jetter D., 1972, págs. 263-295)

Se ha planteado que el paso decisivo para el nacimiento del hospital fue la cristianización de las casas de peregrinos paganas. Esta postura tuvo detractores dentro del propio grupo cristiano pues se había subrayado tanto el carácter novedoso de la caridad cristiana hospitalaria que era poco probable el que se pudiera adoptar desde instituciones paganas.

También se opusieron los judíos que creían poder probar que sus casas de hospitalidad eran más antiguas y los indófilos que se remitieron a los hospitales del rey Asoka (s.III a.C.) dando la primacía al budismo en este tema. Parece una constante de la hospitalidad, desde los orígenes a la actualidad y en distintas culturas, la relación entre medicina y creencias; el enfermar era expresión del pensamiento mágico religioso donde las enfermedades podían considerarse como un castigo de los dioses (Marcel, 1983, págs. 49-83).

Hoy se señalan cuatro precedentes hospitalarios en el mundo antiguo: - los «asklepia» (casas de peregrinos relacionadas con el culto a Asklepio); - los «valetudinaria» romanos en sus dos versiones (las casas para esclavos enfermos y los lazaretos militares) (Jetter, 1972, pág. 216); - los «iatreia» (consultorios médicos) y -el «demosieuoentes iatroi» (colectivo de médicos públicos). Ni los valetudinarios ni los templos de Asklepio tuvieron ningún tipo de relación con los hospitales bizantinos, que fueron los primeros reconocidos como tales, ni los «iatreia» ni los médicos públicos originaron directamente los nosocomios, pero sí contribuyeron a configurar éstos tras la cristianización del imperio romano en el s.IV (Pablo, 1992, págs. 36-46).

Estos primeros hospitales quedaron bien asentados en la sociedad bizantina manteniendo una estrecha relación con la comunidad y llegando a ser, a partir del s.VI, uno de los edificios básicos de toda la polis. Las autoridades central y local garantizaban su mantenimiento, pero, sobre todo, contaban con el apoyo de la

Iglesia (tanto obispos como líderes del monacato favorecieron la fundación de establecimientos hospitalarios como una muestra principal de amor al prójimo)²³. Las instituciones benéficas adoptan diversos nombres según su función: «orphanotropheion» (orfanato); «brephotropheion» (casa de expósitos o inclusa); «gerokomeion» (albergar ancianos sin recursos); «nosokomeia» (hospitales propiamente dichos con asistencia al público en general o a un grupo, como los monjes de un convento); «ptochotropheia» (atención a pobres indigentes); «xenodocheia» (recepción de huéspedes o extranjeros, teniendo a veces carácter de posada u hospicio).

Con la evolución de los términos a partir del s.VIII, la palabra «xenon» sustituye casi completamente a la de «nosokomeion» para identificar hospitales; «xenon» indicaría hospital público y «nosokomeia» una enfermería monástica. La diversidad de instituciones filantrópicas bizantinas refuerza la posición de que los hospitales medievales se desarrollaron sin duda a partir de las instituciones cristianas que atendían la pobreza (Pablo, 1992, págs. 52-62).

Se ejercitará una asistencia bastante plural que recordaba la diversidad de establecimientos de que provenía (atención a enfermos, refugio de viajeros, mendigos, crianza de huérfanos o expósitos, asilo de ancianos, etc.). De esta forma el hospital medieval asistía al pobre en un sentido amplio, no sólo a los que carecían de bienes sino a los que estaban en una situación de debilidad física, social y jurídica. Era ante todo un establecimiento para la práctica de la caridad (algo que comparte con el mundo islámico) y no la consecuencia del interés del estamento dirigente por la salubridad (García del Moral, 1984, pág. 31). Enfermedad y pobreza fueron conceptos muy unidos en la institución hospitalaria pues la enfermedad era una forma de manifestarse la pobreza, ya que aquella suponía la incapacidad para el trabajo (Mollat, 1978, págs. 9-19).

La proximidad con que se ubicaba el hospital respecto a la iglesia no era fortuita; aunque se insiste en la importancia de las iniciativas de los obispos que potenciaron los hospitales cerca de su lugar de residencia, también hay que reflejar la relevancia de las raíces monacales (desde el punto de vista cronológico hay una

proximidad entre los hospitales cristianos del 370 d.C. con los primeros monasterios del 320 d.C.) (Jetter D., 1972, págs. 112-116). En el occidente europeo las fundaciones hospitalarias fueron algo posteriores, así en Hispania la primera que se conoce fue el «xenodoquio» fundado por el obispo godo Masona en Mérida el año 580, en el que se reunían peregrinos y enfermos (Zaragoza, 1972, págs. 169-170)⁸. La Iglesia jugó, por tanto, un papel muy destacado ya que prácticamente los establecimientos de beneficencia fueron controlados por eclesiásticos, incluso cuando su creación dependía de donaciones particulares. El aumento económico de la Iglesia incrementó su intervencionismo y esto se reflejó en los Concilios (Hernández Iglesias, 1876, págs. 1135-1136).

El Sínodo de Aachen en 816-817 declaró deber de todo obispo tener hospedaje para pobres y viajeros y que cada canónigo debía asignar una décima parte de sus ingresos para ello (Pevsner N., 1980, pág. 165)

Los caminos de peregrinación fueron lugares especialmente propicios para el surgimiento de hospederías de peregrinos, así a lo largo del camino de Santiago se multiplicaron los hospitales amparados por órdenes monásticas (Parga, 1993, pág. 287). En la península ibérica, a pesar del importante papel de la medicina árabe y hebrea, se puede decir que la asistencia estuvo en manos de los monjes, y aun así, el arte de curar apenas fue una práctica más dentro del carácter polifuncional de los hospitales medievales.

La propia Iglesia limitó el desarrollo de la medicina monacal, valga como ejemplo el Concilio de Letrán en 1139 prohibiendo que los eclesiásticos realizarán intervenciones quirúrgicas; de hecho, el interés de estos hospitales se concentraba más que en la salvación del cuerpo en la del alma (Soto Caba, 1991, págs. 27-39).

Mientras las comunidades pequeñas podían satisfacer las necesidades de sus miembros, al aumentar su complejidad y las desigualdades físicas, económicas y sociales, se hizo necesario crear medidas para paliar la situación de grupos marginales. En general, durante la Edad Media la pobreza se inserta en una sociedad jerarquizada, de patrones fijos y fuertemente sacralizada en la que se

anuncian atisbos hacia la secularización, pero donde el pobre no podía cambiar de estado porque alteraría el régimen de distribución establecido por Dios (Alonso, 1986, págs. 407-474). Hasta el s. XII la situación de los pobres no empezó a ser un problema social al ser considerada la pobreza como una condición individual, una desgracia permitida por Dios para dar ocasión de ejercer la caridad.

En sociedades rurales se atendía a los que lo necesitaban ya que estaban entre iguales, pero los progresos económicos crearon grupos de desarraigados que ocasionaron disturbios y obligaban a la Iglesia a intensificar las instituciones asistenciales y el uso de la limosna. El aumento de las agitaciones sociales llevó a la desaprobación de la mendicidad y la pobreza perdió valor ante amplios sectores de la opinión pública (Batle, 1973, pág. 59). La situación se vería empeorada con las sucesivas epidemias de peste negra que diezaban la población, sobre todo urbana.

Especialmente del s. XIV al XVI se asistió en España a una profusión de fundaciones benéficas, entre ellas las hospitalarias que, dadas sus habituales insuficiencias económicas no representaban una mejor asistencia por lo que la figura del pobre era una estampa inevitable. Fueron promovidas tanto por la Corona como por los prelados, nobleza, cofrades, autoridades locales y particulares (Armas, 1981, pág. 127). Esta intensificación de las fundaciones hospitalarias se analiza hoy como una pieza importante en el programa político y de prestigio que la monarquía desarrolló en la formación del Estado Moderno ya que los hospitales, al igual que el tribunal del Protomedicato, eran parte del engranaje del poder (Iborra, 1987); aquellos se integraron en los programas constructivos de la arquitectura pública y en la propia problemática de las ciudades, donde las razones higiénicas fueron cobrando interés.

Cuando en ocasiones se plantean las reunificaciones de los pequeños hospitales diseminados por el interior de las ciudades, aparte de intentar eliminar problemas asistenciales y económicos, se buscaba sacarlos de la propia urbe; la concentración iba asociada a la «limpieza social y al encierro de los menesterosos que podían ser germen de conflictos» (Lubelza, 1988, págs. 18-27).

Hubo un afán por parte de los humanistas cristianos de establecer normas que ordenan la asistencia pública. En la Edad Moderna cabe distinguir tres perspectivas distintas a la hora de abordar la pobreza: de carácter teológico y moralista en el s. XVI; de tipo económico en el XVII y de signo utilitario en el XVIII (Rodríguez de Gracia, 19823, pág. 30). Pero no conviene perder de vista la estrecha relación entre sanidad y gobierno y, cómo de hecho, en el Estado Moderno se asumió una política de población, lo que supuso, efectivamente, una preocupación por la salud del pueblo. Los Reyes Católicos introdujeron importantes medidas de salud pública para las ciudades, los heridos en guerra, etc. El gran estado del s. XVI necesitaba soldados y mano de obra. Un mejor nivel de salud de la población generaba más volumen de trabajo y mayor riqueza. Los planteamientos que más adelante veremos en los humanistas sobre la pobreza insistirán, en realidad, también en la sanidad, ya que suprimir suponía eliminar enfermedades. La sanidad era un fin de Estado, por ello, se conjugó la reducción de pobres con medidas de seguridad como elementos para un programa político (Maravall, 1972).

Centrándonos en el s. XVI, el pensamiento de los humanistas se dividía entre los que avalan la necesidad de que los pobres fuesen bien tratados y socorridos, para los que se crearían centros asistenciales, y los que llamaban la atención sobre los vicios, ociosidad, delincuencia, etc. que se fomentaría con la elección arbitraria de asilos (LALLEMAND, 1958, pág. 91). Dentro del mundo católico los autores revelaban en sus obras matices dispares que indican hasta qué punto las reflexiones sobre este tema eran de extensa preocupación. Oscilaban entre la benevolencia de Domingo de Soto y la dureza de Juan de Medina, sin descartar planteamientos intermedios, no exentos de utopía, como el de Juan Luis Vives. En ellos, el término hospital aún estaba ligado al de refugio de pobres sin especiales condiciones sanitarias. Juan Luis Vives poseía un concepto de caridad propio del cristiano clásico en el que socorrer a los pobres constituía una obligación moral de los que ostentaban la riqueza. En su obra *Tratado del socorro de pobres* (1526), dedicada a los burgomaestres de Brujas, mostraba una república cristiana en la que la lacra de la pobreza debía ser remediada, especialmente la

mendicidad -por su peligrosidad, corrupción moral, alteración de la paz pública y riesgo de contagio de enfermedades.

Hacía responsable de aniquilar esta situación a los dirigentes de la república, preconizando las figuras de «diputados de parroquias» como encargados de vigilar y orientar la beneficencia (Maravall, 1972, pág. 265). Propuso en su obra métodos para evitar la mendicidad señalando cómo había que realizar investigaciones muy cuidadosas sobre el número de pobres, mendigos y vergonzantes, enseñar a trabajar a los útiles, remitir a los sanos a su lugar de origen, socorrer a los enfermos y prohibirles siempre pedir limosna. Pese al avance de su planteamiento mantuvo la tradición medieval de unir el término pobre y enfermo, de considerar el hospital como lugar de recogimiento de todo aquél que necesitase alguna ayuda ajena de carácter sanitario, alimenticio, etc.; de hecho, hablaba del hospital diciendo: «entre los pobres hay unos que viven las casas comúnmente llamados hospitales, en griego ‘ptochotrophios’, pero usaremos del primer vocablo como más conocido, llamo hospitales aquellas casas en que se alimentan y cuidan los enfermos, en que se sustenta un cierto número de necesitados, se educan los niños y niñas, se crían los expósitos, se encierran los locos, y pasan su vida los ciegos; sepan los que gobiernan la ciudad que todo esto pertenece a su cuidado». Contó su doctrina con numerosos partidarios (Rodríguez de Gracia, 19823, pág. 32) mostrando las leyes de mendicidad de Carlos I y Felipe II una clara relación con sus ideas (Soto Caba, 1991, pág. xi).

De gran interés resultó la propuesta del canónigo Miguel de Giginta, quien en su obra Tratado de remedio de pobres (1579) planteaba, a través de un diálogo, la fundación de casas de recogimiento de mendigos a las que llamaba Casas de Misericordia, arquitectónicamente mostraba dichas casas como construcciones baratas, sencillas, de escaso presupuesto y centralizada, pero sin describir la disposición de los talleres, oficinas, etc., sólo especificaba la de los dormitorios y la capilla, tal vez semejante al hospital de planta de cruz griega con lo que no se abandonaría el planteamiento claustral que tan buenos resultados había dado en el campo asistencial.

La construcción de Casas de Misericordia, según Giginta, favorece a los propios hospitales. Del rendimiento del trabajo de los asilados (que bastaría para el alimento), así como de las limosnas para el centro, el llevar las hachas en los entierros, etc. se harían seis partes, una para el asilado y el resto para repartirlas en pobres vergonzantes, cautivos, dotes y hospitales; estos últimos además recibirían menos personas porque habría menos enfermos y los que ingresaron estarían mejor atendidos. La descripción que realizó de los hospitales del momento era desoladora y denunciaba el mal uso de rentas que se hacía en ellos contraviniendo las voluntades de los fundadores (Giginta , 1579, pág. 88).

La separación entre Hospicios o Casas de Misericordia y los Hospitales fue bastante más clara a lo largo del s. XVIII, ya que, de hecho, el hospital era el lugar a donde acudía sólo el enfermo. Es una manifestación más del interés generado por la salud pública, a lo que se asocia una abundante tratadística sobre reglas de higiene y salubridad y la importante labor ejercida por los ingenieros militares. En esta época fue el Estado, dentro de su economía liberal, quien se responsabilizaba de la vertiente hospitalaria por un lado y los hospicios por otro, quedando los primeros como instituciones sanitarias; esta doble vertiente se continuará en el s. XIX con el desarrollo de la Beneficencia.

No se puede considerar, sin embargo, que hubiese una total afinidad de ideas dentro de la política hospitalaria de la Ilustración, ya que subyacían dos visiones en el planteamiento del control por el Estado de la Beneficencia. En un sentido se promovían grandes construcciones de hospitales, a los que se aplicaban los principios de sanidad pública (objetivo prioritario en la mentalidad dieciochesca), la reorganización y modernización de la Real asistencia y, en el otro, toda una corriente crítica con la labor sanitaria que se desarrollaba en los hospitales, a los que se llegaba a considerar como un auténtico peligro para la salud de los allí recogidos, así como de la población cercana. Se defendía, por un lado, la necesidad de crear mejores instalaciones que evitasen la masificación y tuviesen en cuenta los preceptos higiénicos y, por otro, el potenciar la asistencia

domiciliaria dejando los hospitales sólo para refugio de necesitados sin familia ni dinero como expresó Floridablanca en su Instrucción reservada (1787).

Arquitectura hospitalaria en la edad media

Desde el punto de vista arquitectónico, remontándonos a los orígenes del hospital en la antigüedad (Pablo, 1992), si bien hoy día se descarta que los valetudinarios romanos sean precedentes de los establecimientos cristianos de caridad que surgieron en Bizancio en el s. IV, sí ha existido la tentación de relacionarlos a nivel formal por su planta cuadrangular y distribución de habitaciones en torno al patio, con un carácter propio de albergue, y a considerarlos como protohospital (M. Patricia, 1985, pág. 84).

La primera noticia sobre el hospital cristiano fundado por Basilio el Grande ante las puertas de la ciudad de Cesaréa (Asia Menor) en el año 370, según relato de su amigo Gregorio de Nacianzo, tenía en el centro del establecimiento una iglesia rodeada de pequeñas casas, lo que se asemejaba mucho a las fundaciones de monasterios que tenían lugar en aquella época (año 320). Jetter señala las similitudes y conexiones que en este primer momento mantenían ambas instituciones, prácticamente coetáneas (monasterios y hospitales) por lo que aparte de las propiamente cronológicas, destacaba: su ubicación cercana pero fuera de la ciudad la iglesia en ambos casos era el centro de la vida de la comunidad al igual que los monjes, vivían de dádivas piadosas y de la mendicidad las cuevas, posteriormente celdas, en que habitaban los monjes se ordenaban desigualmente en torno a la iglesia como las casas del hospital los muros del monasterio mantenían la unidad del conjunto y sus puertas se convirtieron en un lugar de importancia, como también lo era la portería del hospital en ambos casos se aludía a la aplicación de reglas relativas al silencio, obediencia, trabajo, aislamiento y a ejercitar el amor a Dios y al prójimo (Jetter, 1972, pág. 266).

Las instituciones hospitalarias de tradición bizantina se fueron extendiendo por el territorio europeo, sobre todo en las zonas más romanizadas. No se poseen apenas referencias de la estructura arquitectónica de los antiguos xenodochium.

Los restos excavados del de Pammachio en Porto (año 398) no se pueden interpretar con la seguridad suficiente como para crear de ellos el origen y la evolución del hospital occidental. El tipo arquitectónico que muestra es una basílica de tres naves con un enorme atrio y largas salas rectangulares tras las columnas del patio cuadrado; más que constituir el prototipo de un hospital se considera como un aspecto de la arquitectura sacra (Leistikow, 1967, pág. 11)

Conforme avanzaba la Edad Media, el desarrollo en materia de hospitales había sido importante y estaba estrechamente relacionado con el mundo monacal gracias a las enfermeras y salas incorporadas a los monasterios, al esquema benedictino de St. Gall, a los asilos y leproserías en el medio rural o a los hospicios de albergue temporal para peregrinos. Esta interrelación del hospital y monasterio muestra cómo, al igual que la arquitectura monástica dependía de las reglas monacales, la hospitalaria también se veía regida por ellas.

Los hospitales que tuvieron menor vigencia, porque se inutilizaron al extinguirse las grandes epidemias a las que vincularon su creación, fueron las leproserías; éstas se extendieron por Europa durante y después de las Cruzadas e hicieron las veces de casas de beneficencia y de albergues para pobres sospechosos de padecer enfermedades contagiosas; su desmantelamiento supuso reordenar sus fortunas e inmuebles (Foucault & Michel, 1967, pág. 12). No parece que arquitectónicamente fuesen especialmente destacadas ya que, en principio, serían pequeñas comunidades organizadas en chozas en el campo y que después pasarían a casas más sólidas buscando que tuviesen fuentes cercanas y se encontrasen lo suficientemente separadas de las viviendas de sanos, pero cerca de los caminos y ciudades para recibir limosnas (por lo que parece que no era un aislamiento por motivos higiénicos o epidemiológicos).

Arquitectura hospitalaria en la edad moderna

La estructura arquitectónica de los hospitales en la Edad Moderna presentaba ya cierta diferencia con respecto a los hospitales medievales, no tanto por la evolución asistencial, en la que los objetivos eran los mismos, como por las

circunstancias históricas, políticas y sociales que se fueron desarrollando en Europa. La arquitectura renacentista italiana influyó sensiblemente en la hospitalaria, si bien se ignora, en parte, el punto de arranque de ese proceso evolutivo que, ya en la Baja Edad Media, dio muestras de esquemas revolucionarios, como el cruciforme.

Arquitectura hospitalaria en el siglo XIX

Fue el siglo por excelencia en el que se definió la tipología hospitalaria con independencia de otros centros de reclusión como cárceles, manicomios, etc. La curación intentó ser el objetivo exclusivo de las nuevas instituciones hospitalarias. Esta centuria, marcada por los avances científicos y médicos, logró las bases del hospital moderno concebido como centro para enfermos; se intentaba desligar de elementos estilísticos históricos para corresponder, en su forma arquitectónica, a los progresos de la medicina (Leistikow, 1967, pág. 98)

Se consiguió la puesta en marcha de las nuevas tipologías que ya el pensamiento ilustrado había plasmado sobre el papel. Los proyectos de la ciudad ilustrada se materializaron en la ciudad burguesa (Sarasti, 1989, pág. 110). En ella se mantuvo un espíritu basado en la fe en el progreso; la ciudad necesitaba equipamiento no sólo de ocio, de administración, docente, comercial, sino también sanitario; se requerían los edificios apropiados para el público por lo que, a veces, se recurre a tipologías polivalentes (De Solà-Morales Rubió, 1980).

De hecho, la arquitectura pública, sea cual sea la época, presentaba una concordancia sorprendente de estructuras, inspiradas más por la idea de la vigilancia que la función específica; interesaba garantizar la seguridad de gran número de personas, los lugares de trabajo y los espacios de circulación, por lo que se multiplicaban los modelos en hospitales, cuarteles, prisiones e institutos (Labasse, 1982, pág. 182). Cuando los mismos principios de vigilancia se trasladaron a las ciudades fabriles del XIX diseñadas por las grandes compañías, las casas se convirtieron en parte del equipamiento y, de hecho, las viviendas parecían cuarteles u hospitales (Foucault & Michel, 1967, pág. 64).

La progresiva necesidad de mayor espacio para las instalaciones hospitalarias, así como los principios de higiene social que prescribía su emplazamiento fuera de la ciudad antigua hacia la periferia urbana (lo que estaba conforme a las preocupaciones manifestadas por los tratadistas dieciochescos) se aunaron, en ocasiones, con las exigencias de crecimiento urbanístico; el desmantelamiento de los antiguos hospitales y cementerios permitió desbloquear importantes áreas, cuya privatización era muy apetecible desde el punto de vista especulativo de la ciudad burguesa; los desplazamientos a zonas menos peligrosas se vieron así facilitados (Sica, 1981, pág. 58).

La arquitectura hospitalaria del s. XIX, tras el debate surgido en Francia en el último tercio del siglo anterior, se decantó y puso en práctica la solución del hospital con pabellones aislados, formaban conjuntos de compleja ubicación dentro de amplios recintos ajardinados cuya organización diseminada aportaba una evidente confortabilidad psicológica al enfermo, el cual se situaba en los pabellones en una escala más asequible a ese espacio abierto; esta disposición, pese a su apariencia frágil que recordaba las construcciones efímeras, lúdicas o complementarias a la arquitectura palaciega barroca, permitió la composición con elementos independientes, unidades compositivas cerradas y completas ajenas al entorno, que proporcionaban gran ventaja frente a la inseguridad del contexto urbano (Bohigas, 1970, pág. 161)

La arquitectura se convirtió en un medio de tratamiento y se veía ligada a la obra de médicos, ingenieros y militares además del propio arquitecto. La disposición de las salas, la altura entre plantas, distribuciones de camas y circulación de personas venía determinado por cubicajes mínimos de aire establecidos; la función primaba sobre el aspecto y los equipamientos se creaban a partir de las necesidades

Hospitales coloniales en la Real Audiencia de Quito

La ocupación definitiva del Nuevo Continente descubierto en 1492, hizo indispensable una rápida organización de la asistencia sanitaria como parte

integrante de la colonización de Ultramar. En principio, la construcción de los hospitales fue paralela a la fundación de las ciudades pues a raíz misma del descubrimiento, los Reyes Católicos se preocuparon de impartir sendas instrucciones al comendador Ovando y al virrey Diego Colón respectivamente instándolos a que en los poblados se erigieron junto con iglesias y cabildos, hospitales. (RODERA ALONSO, 2004, pág. 197)

En muchas relaciones del siglo XVI se hablaba de enfermedades que existían antes de la llegada de los españoles, señalando como principales los desórdenes intestinales y los trastornos respiratorios como la disentería, la tuberculosis, la bartonellosis (enfermedad de Carrión, en la forma de fiebre de Oroya y verruga peruana), leishmaniasis, chagas, pinta y sífilis. En la mayoría de los casos estas enfermedades no habían sido fatales, aunque sí habrían debilitado a las víctimas, pero en ningún caso se hacía referencia al tabardillo, sarampión, viruelas ni gripe, importadas por los españoles. Así pues, si bien los primeros hospitales se crearon para curar las heridas de batalla de la conquista, luego continuaron su labor para atender las diferentes enfermedades que aquejan tanto a españoles como a naturales.

La existencia de un Hospital Real reglamentario y definitivo para Quito se pospuso, a pesar de la trascendencia que tuvo desde siempre esta ciudad en lo económico, en lo social y en lo religioso porque después de su fundación se le solía definir como "... pobre y da muy poco a las arcas reales" (ASTUDILLO, pág. 121). Por este motivo, hasta el 9 de marzo de 1565, no se fundó el tan ansiado Hospital Real administrado primero por una cofradía seglar y luego, al igual que pasó en Cuenca, por la orden de los Padres Betlemitas.

Al principio el hospital se mantuvo de limosnas y con las ayudas provenientes de la cofradía hasta que, en 1595, se le concedió el noveno y medio de los diezmos, que ascendía a seiscientos pesos anuales. Felipe II en cédula del 7 de febrero de 1602 advirtió a la Audiencia de la pobreza del hospital (Vargas, 1953, págs. 67-68)

El hospital funcionó bien por más de un siglo, pero a comienzos del siglo XVIII, llegó un momento en que la suciedad, el abandono y la invasión de pobres y mendigos hicieron que el obispo D. Francisco López, junto con el cabildo eclesiástico y el ayuntamiento, consideran necesario para su rehabilitación entregarlo a la orden betlemita, para lo cual piden permiso a la Corona en 1704. En el mismo año llegaron los dos primeros hermanos de la orden, fray Miguel de la Concepción y fray Alonso de la Encarnación, quienes ante el estado de deterioro del hospital tuvieron que alojarse en el convento de San Francisco hasta dos años después que se hicieron cargo del hospital junto con cuatro frailes más, pasando a denominarse de San Juan de Dios (Francisco, pág. 417)

Al tomar a su cargo en 1706 la administración del hospital, comenzaron a mejorar las condiciones físicas del mismo. Muy pronto estuvo en condiciones de ejercer la función médica a él encomendada y dejó de ser asilo; se enriqueció la botica con nuevos medicamentos tales como bálsamos y ungüentos, muy empleados entonces.

En 1706 consistía en un claustro bajo con una sala y botica, dos escaleras que llevaban a dos enfermerías de hombres y una de mujeres, donde las camas, situadas en nichos laterales, dependiendo de las circunstancias, llegaron a alcanzar el número de treinta. Fray Miguel de la Concepción consiguió una casa separada para la atención de las mujeres enfermas y por meses, los frailes tuvieron que quemar la ropa del antiguo hospital, raspar paredes y levantar pavimentos para acabar con los piojos. Además de estas obras, se cesó al mayordomo, al capellán y a los sirvientes, así como se despidió a la multitud de vagabundos que se habían adueñado del lugar (FRANCISCO, pág. 417).

2.3.Marco Conceptual.

Metodologías que Combinación de variables:

- a) Teoría General de los Sistemas: Teoría de Sistemas Complejos y Dinámicos aplicados a los métodos y modelos cuantitativos que, a su vez, apoyan a los

métodos de diseño arquitectónico sustentable. La Teoría de Sistemas Complejos y Dinámicos se originó en la Biología teórica, pero tiene aplicaciones en diversas ciencias, tanto básicas como aplicadas. En la arquitectura intervienen varios factores y fenómenos que deben ser tratados en un diagrama general, de manera deductiva, partiendo de lo general a lo particular, que da como resultado una estructuración previa y que, a su vez, es una herramienta integradora de varios aspectos y factores que intervienen en los trabajos de arquitectura, particularmente del diseño arquitectónico.

- b) Teoría de Gestión de Proyectos: Permite un acercamiento a la gestión de proyectos bajo el modelo de la teoría Triple acción, presentando los referentes teóricos sobre las interacciones, resultados y beneficios de la cooperación entre los actores, seguido de una revisión de metodologías y marcos de conocimiento en gestión de proyectos.

Tomando en cuenta que una infraestructura hospitalaria es una organización que genera dinámica de manera cotidiana, constante y regular, y que además es donde los usuarios encuentran en un hospital un lugar de acogida, confort y salud en momentos en que su salud es quebrantada, para efecto de la investigación y considerando la complejidad de la gestión hospitalaria como una bio-organización que requiere de una serie de complementos para su funcionamiento articulando como un sistema donde los procesos pueden y deben trabajar de manera sinérgica.

2.4.Marco Contextual.

La arquitectura hospitalaria

Luego de revisar la parte histórica del proceso de creación de hospitales, en este punto se pretende abordar el tema de la arquitectura hospitalaria desde los enfoques actuales, puesto que tiempo atrás ya se mencionaba que un hospital debe ser visto como “un órgano de la sociedad que comparte sus características, que

cambia a medida que la sociedad de la cual es parte se va transformando, y que lleva hacia el futuro las evidencias de su pasado” (Rosen, 1963).

Es por ello actualmente el hablar de arquitectura hospitalaria pretende “la búsqueda de la eficiencia y la calidad es especialmente relevante en la arquitectura sanitaria ya que su diseño tiene una repercusión directa en los resultados clínicos obtenidos” (Cambra-Rufino et al., 2020, p. 1)

Frente a lo mencionado, hoy en día se ha mostrado cierto interés por el estudio de la arquitectura hospitalaria con el objetivo de mejorar la atención, los servicios y sobre todo que de alguna manera pueda contribuir con la mejora de los pacientes, tomando en cuenta que “es necesario entender la arquitectura hospitalaria desde una perspectiva más amplia sobrepasando los límites netamente funcionales y normativos” (Fonseca Rueda, 2015)

A sí mismo, se discuten temas específicos del diseño y la “supremacía de los aspectos de diseño, humanización y percepción espacial, de los ambientes hospitalarios sobre los aspectos tecnológicos y propiamente médicos” (Cedrés de Bello, 2000, p. 93)

De la literatura revisada se han podido identificar criterios que deben ser tomados en cuenta para un adecuado funcionamiento de un nosocomio, tales como la señalética, la accesibilidad, la flexibilidad, la funcionalidad, y que se los profundiza a continuación:

La señalética, “para el diseño del ambiente físico, sistema organizacional, y modelos de comportamiento, de un establecimiento de salud, es necesario comenzar por establecer el contexto cultural y físico del usuario, a fin de favorecer una percepción humanizada del establecimiento y promover un proceso de identificación del usuario con los símbolos, los mensajes, y los significados que el aspecto de la edificación le puede comunicar” (Cedrés de Bello, 2000, p. 94)

En cuanto a la accesibilidad, *“el diseño de esta edificación debe reflejar consideraciones para la accesibilidad de pacientes en sillas de ruedas, con muletas o en camillas en todas las áreas de pacientes”* (Cedrés de Bello, 1999).

De manera complementaria, el confort *“es otro criterio fundamental en el diseño de clínicas donde los pacientes deben hacer repetidas y largas visitas; este aspecto se refiere principalmente al equipamiento, mobiliario y acondicionamiento ambiental”* (Cedrés de Bello, 1999)

Desde el punto de vista de la flexibilidad, hay que tomar en cuenta que *“los equipos utilizados hoy en día son muy voluminosos y pesados, la tendencia de los avances tecnológicos es de simplificar cada vez más dichos equipos”* (Cedrés de Bello, Consideraciones arquitectónicas en el diseño de una Clínica Ontológica, 1999)

La funcionalidad trata de organizar los espacios a fin de proveer máxima eficiencia funcional. *“Esto puede ser alcanzado principalmente en la planificación de las circulaciones, minimizando conflictos de circulación de pacientes y del personal, haciendo las circulaciones directas con un sistema claro de orientación, y de flujo continuo evitando largos períodos de espera y áreas recargadas de pacientes. Los espacios y las actividades deben organizarse de manera evitar largas distancias y circulaciones para los pacientes y el personal, lo cual reduce el tiempo de traslado de un lugar a otro y se traduce en eficiencia”* (Cedrés de Bello, Consideraciones arquitectónicas en el diseño de una Clínica Ontológica, 1999)

“El proceso edificatorio tradicional, se centra en la parte inicial del proyecto. El equipo de arquitectura, junto con el resto de expertos/as, basa las decisiones de diseño en su conocimiento generado por experiencias previas en proyectos similares” (Cambra-Rufino et al., 2020, p. 2). De manera complementaria, *“La creciente preocupación medioambiental ha conducido a que los/las arquitectos/as incorporen una visión a largo plazo que incluya tanto el inicio como el final de la vida útil del edificio”* (Cambra-Rufino et al., 2020, p. 2)

El inadecuado diseño hospitalario, puede traer consigo algunos efectos nocivos como ciertos casos que se han detectado en algunas unidades de salud, como es el caso de la *“Unidad Quirúrgica del Hospital Baquero González se detectaron dolencias y padecimientos de la columna vertebral en las enfermeras que allí laboran, debido a los largos recorridos con escaleras en el medio, a que deben someterse durante el tiempo de trabajo, provocado por un diseño no adecuado al funcionamiento de la Unidad”* (Cedrés de Bello, Humanización y calidad de los ambientes hospitalarios, 2000), o el caso del *“Hospital de Maracaibo donde se han observado daños en las condiciones físicas de las anesthesiólogas debido a que el área quirúrgica del mencionado hospital se encuentra debajo del piso de Rayos X, encontrándose expuestas de manera permanente a fuentes de radiación que no son calibradas regularmente, y tampoco existen en el área quirúrgica, equipos de extracción de gases, por lo que están sometidas continuamente a la inhalación de gases tóxicos como óxido de etileno”* (Cedrés de Bello, Humanización y calidad de los ambientes hospitalarios, 2000)

Las enfermedades nosocomiales en los hospitales *“Igualmente se han estudiado los riesgos a la salud del personal de los hospitales como producto de diseños inadecuados de la infraestructura física”* (Cedrés de Bello, 2000, p. 94)

El Hospital de Especialidades Eugenio Espejo

Un *“hospital moderno es también un lugar de enseñanza, un centro de aprendizaje de futuros médicos, cirujanos y otros profesionales. Al mismo tiempo, el hospital es, con frecuencia, un centro de investigación donde se amplía el conocimiento científico de las enfermedades”* (Coer, 1973)

Ejemplo de ello, en el Ecuador, es el Hospital de Especialidades Eugenio Espejo (HEEE), es uno de los hospitales públicos más grandes y relevantes del Ecuador que ofrece atención especializada de tercer nivel a sus pacientes, siendo un hospital de referencia nacional que atiende de forma gratuita a cualquier persona residente en el Ecuador mayor a 15 años que padece de patologías no

obstétricas correctamente referidas al tercer nivel en las áreas de hospitalización, emergencias y consulta externa.

El 24 de mayo de 1933, la Junta Central de Asistencia Pública de Quito inauguró esta Casa de Salud con el nombre de Hospital Eugenio Espejo, en homenaje al prominente médico y prócer de la independencia. Obra que fue ideada por el Gral. Eloy Alfaro Delgado en 1901. El objetivo es brindar mejores servicios de salud con calidad y calidez. El edificio nuevo entró en funcionamiento en el año 1992 cuya planificación comenzó en el año 1980.

El Hospital de Especialidades Eugenio Espejo cuenta con una extensa área de consulta externa, de distintas especialidades, atendiendo alrededor de 18.000 pacientes mensualmente, dichos consultorios tienen equipos biomédicos de distinta complejidad, que se ocupan diariamente para examinar, valorar y diagnosticar las diferentes patologías por las cuales acuden los usuarios a esta casa de salud.

El equipamiento conforme su uso se va deteriorando paulatinamente a pesar del mantenimiento preventivo y correctivo que reciben. La capacidad instalada es de 415 camas hospitalarias para las diferentes especialidades, 110 consultorios en consulta externa, en los cuales se atienden en promedio entre 500 a 750 pacientes diarios, 13 quirófanos para cirugías programadas, 2 quirófanos de emergencias, 12 estaciones para hemodiálisis, 5 camas para pacientes coronarios, unidad de terapia respiratoria intensiva de 6 camas, cuidados intermedios con 9 camas, 47 camillas en la emergencia, 23 camas en la Unidad de Terapia Intensiva y los servicios de laboratorio de especialidad, imagen, terapia física y rehabilitación, servicio de medicina transfusional, clínica de mama, clínica de VIH (virus de la inmunodeficiencia humana), unidad de arritmias, y unidad de quimioterapia ambulatoria.

Otro servicio con el que cuenta el hospital es la Coordinación de Medicamentos y Dispositivos médicos que resulta de la fusión de dos áreas que funcionaban antiguamente por separado en la antigua edificación del Hospital,

como Farmacia de Hospitalización y otra de Venta al público, es así como en el año de 1996 para un mejor servicio se consolida como Farmacia Institucional del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo.

La infraestructura actual del hospital corresponde a una planificación y criterios de flujos técnicos y organización espacial del hospital de hace treinta años, por lo cual algunos servicios tales como UCI o la Unidad de Quemados no tienen la funcionalidad necesaria de flujos técnicos, además de deterioro de acabados y falta de ingenierías mecánicas para el manejo de presiones, gases medicinales, los cuales son deficientes. Actualmente el Hospital tiene 90 años de fundación y la nueva torre tiene 31 años de funcionamiento, cuando ésta haya cumplido 50 años, alcanzaría su vida útil estimada a nivel arquitectónico.

En este sentido, es importante mencionar, que para la presente investigación se realizó el acercamiento con esta casa de salud y el autor pudo establecer una reunión con el comité de investigación del HEEE y se obtuvo una respuesta favorable para tomar como sujeto de estudio a esta institución. (Anexo. - Carta de aceptación)

2.5.Marco Legal y Normativo.

Para el desarrollo del presente acápite es necesario entender cómo se entiende a los servicios de salud, así como sus diferentes aristas en post de la búsqueda de la garantía de la calidad de los servicios de salud. Así mismo, es necesario saber que para el desarrollo de cualquier tipo de actividad humana el hombre necesita de algún tipo de infraestructura física, para efecto de la presente investigación se desarrollará dentro del ámbito del entorno hospitalario.

¿Qué es un sistema de salud para la Organización Mundial de la Salud (OMS)?

Un sistema de salud es la suma de todas las organizaciones, instituciones y recursos cuyo objetivo principal consiste en mejorar la salud. Un sistema de salud necesita personal, financiación, información, suministros, transportes y comunicaciones, así como una orientación y una dirección generales. Además,

tiene que proporcionar buenos tratamientos y servicios que respondan a las necesidades de la población y sean justos desde el punto de vista financiero. (<http://www.who.int/features/qa/28/es/>, 2005).

Un sistema de salud engloba todas las organizaciones, instituciones y recursos cuyo principal objetivo es llevar a cabo actividades encaminadas a mejorar la salud. (Organización Mundial de la Salud, 2018)

La mayoría de los sistemas de salud mundiales comprenden el sector público, privado, tradicional e informal. Las cuatro funciones principales de un sistema de salud se han definido como: la provisión de servicios, la generación de recursos, la financiación y la gestión. (Organización Mundial de la Salud, 2018)

El servicio de salud es el acto y el efecto de servir. El concepto hace referencia a la actividad que consiste en realizar una cierta acción para satisfacer una necesidad. Por lo general, los servicios implican brindar algo que no es material, a diferencia de los productos que son bienes materiales. (Definiciones.De, 2016)

La idea de salud, por su parte, se vincula al bienestar físico y psicológico de una persona. Cuando un individuo goza de buena salud, su organismo puede ejecutar sus funciones con normalidad y su psiquis no presenta alteraciones. (Definiciones.De, 2016)

Los servicios de salud, por lo tanto, son aquellas prestaciones que brindan asistencia sanitaria. Puede decirse que la articulación de estos servicios constituye un sistema de atención orientado al mantenimiento, la restauración y la promoción de la salud de las personas.

Por su parte la Organización Mundial de Salud (OMS) define: "*la calidad de la asistencia sanitaria es asegurar que cada paciente reciba el conjunto de servicios diagnósticos y terapéuticos más adecuado para conseguir una atención sanitaria óptima, teniendo en cuenta todos los factores y los conocimientos del paciente y del servicio médico, y lograr el mejor resultado con el mínimo riesgo de efectos iatrogénicos y la máxima satisfacción del paciente con el proceso*" (CONEXIONESAN, 2016)

Una infección hospitalaria puede definirse de la siguiente manera: Una infección contraída en el hospital por un paciente internado por una razón distinta de esa infección (CDC, 1998). Una infección que se presenta en un paciente internado en un hospital o en otro establecimiento de atención de salud en quien la infección no se había manifestado ni estaba en período de incubación en el momento del internado. Comprende las infecciones contraídas en el hospital, pero manifiestas después del alta hospitalaria y también las infecciones ocupacionales del personal del establecimiento (Bouvet, 1993).

Este tipo de infecciones no son nuevas pues existe reseñas históricas del 325 DC, en la creación misma de los nosocomios u hospitales fruto de la caridad cristiana como lo describe la Revista Cubana de Medicina Militar (Nodarse Hernandez, 2002)

De la literatura consultada la que se presenta a continuación define a la arquitectura de manera clara, ejemplificada y elocuente.

Definiciones de arquitectura hay tantas como arquitectos o personas que comentan sobre la práctica de la misma. Mientras que algunos lo consideran arte, otros defienden la responsabilidad social de la arquitectura atribuyendo este como su atributo más importante. Comenzar una oración con "*Arquitectura es*" es un paso audaz dentro de un territorio desconocido. Y, sin embargo, muchos de nosotros hemos pronunciado o al menos pensamos - "*La arquitectura es...*" mientras nos maravillamos por un proyecto importante, o reflexionamos sobre por qué hemos elegido este camino profesional.

"La arquitectura es una pequeña parte de esta ecuación humana, pero para quienes la practicamos creemos en su potencial para marcar la diferencia, para iluminar y enriquecer la experiencia humana, para penetrar en las barreras del malentendido y para proporcionar una Hermoso contexto para el drama de la vida"
- Frank Gehry in his 1989 Pritzker Prize Ceremony Speech.

Según el documento de la OMS sobre ambientes saludables y prevención de enfermedades, se calcula que el 24% de la carga de morbilidad (años de vida sana perdidos) y aproximadamente el 23% de todas las defunciones (mortalidad

prematura) se pueden atribuir a factores ambientales, cifra que llega al 36% de defunciones en el caso de niños de 0 a 14 años.

El entorno y el ambiente de una casa de salud pueden impactar e influir en la recuperación del paciente. Elisabet Silvestre nos ilustra sobre la biohabitabilidad de los edificios como promotores del bienestar y confort de las personas, y nos explica como un «edificio enfermo» puede comprometer el equilibrio del organismo, especialmente en el paciente o convaleciente. También subraya la importancia de una arquitectura que respete los ritmos circadianos con la iluminación, que utilice materiales saludables y que tenga en cuenta la higiene energética y todo lo que rodea al usuario externo (paciente) e interno (trabajador). (ACES, INFO, 2014, p. 03)

La salud depende en gran medida del ambiente y con el estilo de vida actual, en que el 90% de la jornada transcurre en espacios interiores, los edificios tienen un papel muy importante a la hora de promover el bienestar y el confort de las personas. De hecho, es bien conocido que la presencia de agentes o factores ambientales intrínsecos en el edificio de tipo biológico, químico o físico-puede terminar alterando el estado global de salud, hasta el punto de que aparezcan síntomas que evidencian la pérdida del equilibrio del organismo.

Edificios nuevos, herméticos y muy tecnificados se muestran a menudo como ejemplos del llamado «síndrome del edificio enfermo». La humedad relativa baja, la electricidad estática, el campo eléctrico alterno, las ondas electromagnéticas, los materiales sintéticos, la falta de conexión de algunas estructuras a tomas de tierra, la presencia de compuestos orgánicos volátiles y una iluminación poco biótica, entre otros, pueden acabar comprometiendo el equilibrio del organismo. (ACES.INFO, 2014, p. 05)

Un hospital es un conjunto de instalaciones especializadas que tienen por objetivo facilitar la prestación de cuidados para la mejora de la salud de los pacientes que acuden a dichas instalaciones. El mantenimiento de las instalaciones

hospitalarias en condiciones óptimas es uno de los factores que permiten garantizar la máxima calidad asistencial de las prestaciones sanitarias.

El estudio de los factores de infección asociados al diseño arquitectónico y de ingeniería es de vital importancia. Como lo describe el estudio publicado por “Salud Pública de México” estudiar estos factores se vuelve importante:

“porque producen daños a la salud, aumentan los días de estancia hospitalaria de los pacientes, así como el uso de recursos de diagnóstico y tratamiento y, sobre todo, porque todos estos efectos son potencialmente prevenibles”. (Avila-Figueroa, 1999). Mencionando también que *“el riesgo de enfermar e incluso de morir por una infección que no era el motivo de ingreso al hospital está estrechamente vinculado a la calidad de la atención en los hospitales”.* (Avila-Figueroa, 1999).

Para diseñar un hospital, es relevante el estudio de flujo de personas (en relaciones verticales u horizontales), es tan importante pues define a un hospital, así como la red de circulaciones internas y externas del mismo, “son las circulaciones de personas en el Hospital las que realmente definen su estructura como edificio” (Casares, 2012, pág. 19).

Los hospitales funcionan por medio de las relaciones funcionales, la confluencia y relación asociativa de pacientes en las áreas internas de un hospital, personas que se encuentran alojadas en un entorno común y que los sistemas de los cuales se sirven también son compartidos. Estas relaciones funcionales con sus componentes generan patógenos que se alojan en el entorno o en el ambiente hospitalario. Diversos patógenos o riesgos biológicos se deben a sistemas de evacuación de desechos, el transporte de lencería e insumos, el envío de muestras a los laboratorios centrales o el transporte de preparados hematológicos.

Los reservorios de agua, tomas de agua potable, desagües, tomas de aire para los sistemas de climatización, almacenamiento de desechos, superficies de mamposterías, mesones, pomos de puertas, manijas, interruptores, barandas, vértices de piso y paredes, etc., son por ejemplo los focos infecciosos donde los riesgos biológicos se concentran. De acuerdo a lo citado por Alfonso Casares en su

documento Arquitectura Sanitaria y Hospitalaria (Casares, 2012), los sistemas que proveen servicios a los hospitales deben facilitar su mantenimiento mediante accesos diferenciados a la instalación que no interfieran el funcionamiento asistencial y general del centro. (...) En el manejo de la instalación debe tenderse a que sólo se realice por personal especializado y que esté diseñado con claridad buscando la sencillez de uso. (Casares, 2012, pág. 43).

Por lo expuesto y como lo describe el texto Nosocomial infections in children: prevalence survey in 21 public hospitals in Mexico “Los riesgos biológicos en la infraestructura son evitables, del total de ingresos de pacientes a los servicios críticos (...) de un nosocomio más de un tercio de las infecciones pueden prevenirse” (Avila-Figueroa, 1999, págs. 18-25).

La bibliografía a nivel nacional que norma la gestión de los profesionales proyectistas en el área especializada de la salud para edificaciones de salud en el Ecuador, como equipamiento público se ilustra en el Anexo. - Normativa legal ecuatoriana en temática de Salud.

En síntesis, el marco metodológico planteado integra un diseño mixto exploratorio secuencial (cualitativo - cuantitativo) que permite abordar el problema de investigación desde una doble perspectiva: 1. la comprensión profunda de los fundamentos teóricos y de las experiencias de los actores hospitalarios, y 2. La verificación empírica mediante indicadores paramétricos aplicados en los espacios críticos del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo. La operacionalización de variables, los instrumentos de recolección de datos y las estrategias de validación aseguran la rigurosidad científica y la pertinencia práctica del estudio, generando evidencias sólidas para sustentar la propuesta metodológica paramétrica. Este capítulo, por lo tanto, establece la ruta de investigación que enlaza el sustento conceptual, la caracterización de la realidad hospitalaria y la construcción de un modelo aplicable y transferible para la mitigación de riesgos biológicos nosocomiales.

Capítulo 3. FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS Y RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN.

El análisis de variables en esta investigación se centra en dos grandes ejes: por un lado, la variable dependiente, que corresponde a las infecciones asociadas a la atención en salud (IAAS), y por otro, la variable independiente, referida al diseño arquitectónico hospitalario.

La variable dependiente, “Infecciones nosocomiales”, se aborda como las infecciones que un paciente contrae durante su estancia o tras una intervención, ausentes en el momento de ingreso y habitualmente identificadas a partir de las 48 horas posteriores al ingreso. Estas IAAS constituyen un riesgo significativo en entornos hospitalarios, donde se estima que uno de cada veinte pacientes puede contraer una infección por el mero hecho de estar hospitalizado. Su relevancia clínica y epidemiológica justifica su inclusión como indicador central de la capacidad del entorno construido para mitigar la transmisión de patógenos.

La variable independiente, “Diseño arquitectónico hospitalario”, engloba las características formales y funcionales del espacio, materiales y acabados, flujo de circulación, ventilación, iluminación, equipamiento y protocolos de limpieza que condicionan la seguridad biológica. Este conjunto de criterios proyectuales y operativos define el entorno físico sobre el cual se pretende incidir para reducir la incidencia de IAAS, reconociendo la arquitectura como factor activo en la promoción de entornos saludables.

Para operacionalizar estas variables, se construyó una matriz de consistencia científico-metodológica que detalla dimensiones e indicadores específicos. En ella, cada dimensión del diseño arquitectónico se vincula con indicadores cuantitativos (frecuencia de limpieza, tasas de recambio de aire, número de cruces de flujo) y cualitativos (percepción de usuarios y personal sobre la facilidad de desinfección, claridad de rutas de circulación). Asimismo, se establecen instrumentos de recolección (cuestionarios Likert, listas de verificación

y entrevistas semiestructuradas) destinados a medir de manera rigurosa la relación entre los parámetros arquitectónicos y las tasas de IAAS.

3.1. Cuadro Operacionalización de variables.

Variable dependiente

Infecciones nosocomiales, intrahospitalarias o IAAS

Las infecciones asociadas a la atención de salud (IAAS) continúan siendo una amenaza para los pacientes. Se estima que uno de cada 20 pacientes ingresados en un hospital contraerá una infección, simplemente por el hecho de estar hospitalizados. En algunos países, en los hospitales, los patógenos multirresistentes ocasionan más muertes al año que el VIH/SIDA, la influenza y los accidentes de tráfico juntos. (Manual de control de infecciones y epidemiología hospitalarias, 2011)

La infección asociada a la atención en salud antes conocida como infección en nosocomial se define como la infección que ocurre después del ingreso durante la estancia hospitalaria o después de una intervención sobre un paciente y que no estaba presente ni en el periodo de incubación en el momento del ingreso del paciente al hospital. (Importancia de la vigilancia epidemiológica en el control de las infecciones asociadas a la atención en salud, 2019, pág. 66)

El término infecciones nosocomiales (del latín nosocomium, “hospital”) se refiere a infecciones adquiridas durante la estancia en una IPSS y que estaban ausentes en el período de incubación y en el momento del ingreso del paciente, por regla general, las infecciones que ocurren en un lapso de 48 h después del ingreso suelen considerarse nosocomiales. (Enfermería Investiga, Investigación, Vinculación, Docencia y Gestión, 2020, pág. 50)

En la actualidad el concepto ha evolucionado a “Infecciones asociadas a la atención en salud o sanitaria”, ya que este tipo de infecciones claramente ha traspasado el ámbito de los hospitales. Los recientes avances tecnológicos han

facilitado prolongar la vida hasta edades avanzadas, también han permitido que la asistencia sanitaria pueda prestarse en entornos no estrictamente hospitalarios, como los centros ambulatorios donde se practican técnicas diagnósticas, procedimientos de hemodiálisis e intervenciones quirúrgicas ambulatorias, se efectúan tratamientos endovenosos en el domicilio, o ingresan a instituciones sanitarias que se encargan de prestar atención sanitaria con cierto grado de complejidad a enfermos crónicos o convalecientes.

El término “Infecciones relacionadas o asociadas con la asistencia sanitaria” fue acuñado por Friedman et al quienes describieron casos de bacteriemia en pacientes de la comunidad (no hospitalizados) pero en contacto estrecho con el sistema sanitario, los casos tenían un foco y etiología muy semejante a la bacteriemia de los pacientes ingresados en el hospital y por el contrario, fueron muy diferente las bacteriemias adquiridas en la comunidad por pacientes sin ningún contacto con el sistema sanitario. (Enfermería Investiga, Investigación, Vinculación, Docencia y Gestión, 2020, pág. 50)

Variable independiente

Diseño Arquitectónico Hospitalario

Las características arquitectónicas y de diseño son prioritarias para implementar el servicio de salud. (Requerimientos en el diseño arquitectónico de un área especializada para el egreso hospitalario, 2023).

En la entrada del nuevo siglo la preocupación por el estado de salud, la puesta a punto y el cuidado de nuestro cuerpo son sin duda una de las preocupaciones principales de nuestra sociedad (New Health facilities, Architectural design, 2001, pág. 10)

Una vez comprendido que la vida empieza y acaba Generalmente en los hospitales y que son precisamente los centros de salud y sus profesionales los que tratan de hacer que el paso por este mundo sea más llevadero y saludable la nueva arquitectura hospitalaria está empezando a mostrar también el lado más humano

En consecuencia, el trabajo arquitectónico de las clínicas y hospitales debe ser entendido como un arte y una técnica capaz de acercarse al hombre al Estado de bienestar deseado procurando a su vez que la estancia en un centro sanitario deje de ser algo que para muchos todavía es algo incómodo

En los proyectos presentados en este libro Se aprecia la nueva tendencia de los arquitectos para los hospitales del futuro un trabajo difícil en el que debe compaginarse la funcionalidad que todo centro hospitalario requiere adaptado a los sistemas informáticos y a los sofisticados equipos médicos con una estética que resulte agradable tanto a los pacientes a Los visitantes como el personal médico

Esta combinación se complementa con unos sistemas de circulación y de accesos que deben ser cómodos y eficientes pues que a veces unos minutos pueden volverse cruciales en un edificio de este tipo.

Por otro lado los hospitales a menudo funcionan como una pequeña ciudad la gente entra y sale existen diferentes departamentos especializados según las necesidades se duerme se come se realizan compras y a menudo el tiempo que se pasen ellos se prolonga de manera imprevista Por ello en estos proyectos Se aprecia también la permanente presencia de la luz natural convertida en uno de los aspectos fundamentales logrando que los diferentes espacios se transformen en ambientes más adecuados a las demandas que estos centros venían reclamando desde las sombras y las luces fluorescentes. (Hospitales y centros de Salud, 2009, pág. 1)

Operacionalización de Variables

Tabla 3*Matriz de Operacionalización de Variables*

Tema: "Arquitectura hospitalaria con perspectiva en la mitigación de riesgos biológicos. Hospital de Especialidades Eugenio Espejo del Distrito Metropolitano de Quito durante el período 2020-2024".						
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
¿Cómo contribuir a mitigar la incidencia de los riesgos biológicos en los espacios nosocomiales desde la arquitectura?	Diseñar una metodología paramétrica que determine las características arquitectónicas de espacios hospitalarios con enfoque en la mitigación de la incidencia de riesgos biológicos nosocomiales.	1. Determinar los fundamentos teóricos referenciales sobre bioseguridad, arquitectura hospitalaria y riesgos biológicos nosocomiales que sustenten la operacionalización de las variables de estudio.	Si se diseña una metodología paramétrica que determine las características arquitectónicas de espacios, entonces se logrará una mitigación de la incidencia de riesgos biológicos nosocomiales	Independiente: Fundamentos teóricos referenciales	Marco conceptual de bioseguridad	Número de normas, guías y protocolos internacionales y nacionales considerados (OPS, OMS, Ley Orgánica de Salud, normativa municipal)
		Arquitectura hospitalaria			Principales teorías y lineamientos de diseño hospitalario identificados (ventilación, materiales, flujos, densidad, mantenimiento)	
		Riesgos biológicos nosocomiales			Principales factores arquitectónicos vinculados a la transmisión de IAAS (ventilación, presión diferencial, acabados)	
		Arquitectura de espacios hospitalarios		Dependiente: Arquitectura de espacios hospitalarios	Parámetros de ventilación, materiales, flujos, densidad	Nº de renovaciones de aire/hora (ACH); rugosidad superficial; presencia/ausencia de segregación de flujos; densidad de ocupación
		Riesgos Biológicos Nosocomiales		Dependiente: Incidencia de Riesgos Biológicos Nosocomiales	Taxonomía de riesgo arquitectónico	Clasificación de riesgo arquitectónico
					Instrumentos de evaluación	Grado de confiabilidad y validez del instrumento (kappa, SUS, VR/AR)

Nota: Define cada variable del estudio con sus dimensiones, indicadores, técnicas e instrumentos, asegurando claridad metodológica y coherencia en la medición de los riesgos biológicos hospitalarios.

La operacionalización de variables constituye el puente metodológico entre los objetivos específicos de la investigación y la recogida de datos a través de técnicas e instrumentos concretos. En este sentido, se incorporó como primer objetivo específico la determinación de los fundamentos teóricos referenciales sobre bioseguridad, arquitectura hospitalaria y riesgos biológicos nosocomiales, con el fin de dar sustento conceptual a las dimensiones evaluadas. Este objetivo se operacionaliza mediante la revisión documental sistemática de normativas internacionales y nacionales (OMS, OPS, Ley Orgánica de Salud, Código Municipal de Quito), literatura académica relevante y lineamientos técnicos sobre diseño hospitalario y control de infecciones. Los indicadores definidos permiten cuantificar y categorizar el acervo teórico utilizado, asegurando la coherencia entre la base conceptual y el marco empírico de la investigación.

El segundo objetivo específico, orientado al análisis de las características paramétricas del diseño arquitectónico, se traduce en variables relacionadas con parámetros técnicos medibles: ventilación (renovaciones de aire por hora, presión diferencial), materiales (rugosidad superficial y facilidad de limpieza), segregación de flujos (presencia de rutas diferenciadas para limpio/contaminado) y densidad ocupacional. La operacionalización en este nivel se realiza mediante observación directa, medición in situ y la aplicación de fichas de auditoría y listas de verificación estandarizadas, alineadas con referentes normativos como OPS, ASHRAE y CEN.

Finalmente, el tercer objetivo específico, enfocado en la elaboración de una metodología paramétrica, se refleja en la creación de una taxonomía de riesgo arquitectónico y en el diseño de instrumentos de evaluación. Estos instrumentos son sometidos a procesos de validación que incluyen validez de contenido, concordancia interevaluador (índice kappa), pruebas de usabilidad (escala SUS) y simulaciones de visualización digital (VR/AR). Los indicadores definidos en esta etapa permiten medir tanto la confiabilidad técnica como la aceptación operativa de la propuesta, garantizando que el producto final sea transferible y aplicable en otros contextos hospitalarios.

En conjunto, la tabla asegura la trazabilidad lógica desde los objetivos hasta las técnicas e instrumentos de investigación, fortaleciendo la validez interna del estudio y evidenciando la correspondencia entre los fundamentos teóricos, la caracterización empírica y la propuesta metodológica final.

3.2.Diseño metodológico.

3.2.1. Definición del enfoque, diseño y tipo de investigación de la tesis.

3.2.1.1. Enfoque de Investigación

El enfoque de investigación que guiará este estudio es mixto, combinando elementos cualitativos y cuantitativos. La justificación de esta elección radica en la complejidad y multidimensionalidad del problema de investigación.

- a) El enfoque cualitativo permitirá explorar en profundidad las percepciones, experiencias y opiniones de los diferentes actores involucrados en la prevención y control de infecciones nosocomiales en el Hospital de Especialidades Eugenio Espejo. Se podrán realizar entrevistas, grupos focales u observaciones participantes para comprender mejor las prácticas, desafíos y necesidades del personal de salud, los pacientes y sus familias, así como los responsables de la gestión hospitalaria. Esto proporcionará una visión holística del problema desde una perspectiva cualitativa.
- b) El enfoque cuantitativo permitirá recopilar datos objetivos y medibles sobre variables específicas relacionadas con la infraestructura hospitalaria, el mantenimiento de las instalaciones, la incidencia de infecciones nosocomiales y la aplicación de medidas de control de infecciones. Se podrán utilizar cuestionarios estructurados, encuestas o análisis de datos secundarios para obtener información cuantitativa sobre la situación actual y las tendencias a lo largo del tiempo.

La combinación de ambos enfoques proporcionará una comprensión completa y complementaria del problema de investigación. El enfoque cualitativo

permitirá explorar la complejidad y la riqueza de las experiencias humanas asociadas con las infecciones nosocomiales, mientras que el enfoque cuantitativo permitirá analizar datos objetivos y proporcionar una base sólida para la toma de decisiones y la formulación de recomendaciones.

La elección del enfoque mixto se justifica por la necesidad de abordar el problema de investigación desde diferentes perspectivas y niveles de análisis, lo que permitirá obtener una comprensión más completa y enriquecedora de la problemática en estudio, así como informar de manera más precisa y eficaz las intervenciones y políticas destinadas a mejorar la prevención y el control de las infecciones nosocomiales en el Hospital de Especialidades Eugenio Espejo.

3.2.1.2. Diseño de Investigación

La investigación se enmarca en un enfoque mixto de tipo exploratorio secuencial (QUAL -> QUAN). Este diseño combina una primera fase cualitativa y una segunda fase cuantitativa, de manera que los resultados iniciales permiten orientar y estructurar los instrumentos de la fase posterior.

En la fase cualitativa, se aplicó un diseño fenomenológico orientado a explorar en profundidad las percepciones, experiencias y opiniones de los actores involucrados en la prevención y control de infecciones nosocomiales en el Hospital de Especialidades Eugenio Espejo. Se buscó comprender los significados atribuidos por el personal de salud y responsables de la gestión hospitalaria a las prácticas de bioseguridad, así como identificar los principales desafíos y necesidades relacionados con las condiciones arquitectónicas de los espacios hospitalarios. Para ello se utilizaron entrevistas semiestructuradas a profesionales clínicos y técnicos, grupos focales con actores estratégicos de la gestión hospitalaria, y observación no participante en áreas críticas. Este enfoque permitió generar categorías conceptuales y matrices temáticas que dieron origen a los indicadores paramétricos de la segunda fase.

La fase cuantitativa consistió en la aplicación de listas de verificación, fichas de auditoría y mediciones paramétricas en los servicios priorizados del hospital. Esta etapa permitió transformar las categorías cualitativas en variables numéricas observables, susceptibles de análisis estadístico.

Dentro de esta fase, se utiliza el análisis correlacional como técnica estadística para determinar la fuerza y dirección de la asociación entre las variables arquitectónicas medidas (ventilación, densidad ocupacional, segregación de flujos, acabados y mantenimiento) y la incidencia de riesgos biológicos nosocomiales. Es importante precisar que este análisis se concibe como un procedimiento analítico propio de la segunda fase, y no como el diseño general de la investigación.

En conjunto, el diseño mixto exploratorio secuencial asegura la coherencia metodológica al permitir que los hallazgos cualitativos fundamenten la construcción de instrumentos cuantitativos, y que los resultados numéricos validen y complementen las categorías iniciales, fortaleciendo la solidez y transferibilidad de la propuesta metodológica paramétrica.

3.2.1.3. Tipo de Investigación

El tipo de investigación será principalmente exploratoria y descriptiva, con elementos explicativos. Esta elección se justifica por la necesidad de comprender en profundidad la relación entre la infraestructura hospitalaria, el mantenimiento de las instalaciones y la incidencia de infecciones nosocomiales en el Hospital de Especialidades Eugenio Espejo.

Diversos autores han utilizado combinaciones de enfoques exploratorio, descriptivo y explicativo en estudios comparables:

1. Investigación sobre el impacto de la tecnología en el rendimiento académico de los estudiantes. Estudio: Vázquez-Cano, E., López-Meneses, E., & Sarasola Sánchez-Serrano, J. L. (2018). Uso de la tecnología y rendimiento académico en estudiantes de educación superior: una aproximación mediante modelos de ecuaciones estructurales.

2. Revista de Educación, 381, 150-174.: Este estudio examina cómo el uso de la tecnología afecta el rendimiento académico en estudiantes de educación superior. Utiliza un enfoque exploratorio para identificar los factores tecnológicos relevantes, un enfoque descriptivo para caracterizar el uso de la tecnología y un enfoque explicativo para comprender cómo este uso influye en el rendimiento académico.
3. Investigación sobre los factores que influyen en la satisfacción laboral de los empleados. Estudio: Sánchez-Sellero, M. T., & Blanco, M. L. (2015). Análisis de la satisfacción laboral en el personal de enfermería de un hospital público de referencia.
4. Enfermería Global, 14(38), 26-40. Este estudio analiza los niveles y determinantes de la satisfacción laboral en el personal de enfermería de un hospital público. Utiliza un enfoque exploratorio para identificar los factores que influyen en la satisfacción laboral, un enfoque descriptivo para caracterizar la satisfacción laboral en el hospital y un enfoque explicativo para comprender cómo estos factores afectan la satisfacción laboral del personal de enfermería.

La investigación exploratoria permitirá explorar y comprender fenómenos poco conocidos o poco estudiados, como las posibles relaciones entre la calidad del aire y otros sistemas en las instalaciones hospitalarias y la incidencia de infecciones nosocomiales. Esta fase inicial de la investigación ayudará a identificar variables relevantes, formular hipótesis y diseñar investigaciones posteriores más específicas.

La investigación descriptiva, por otro lado, se centrará en caracterizar en detalle las condiciones físicas de las instalaciones hospitalarias, los procedimientos de limpieza y desinfección implementados, y la incidencia de infecciones nosocomiales en el Hospital de Especialidades Eugenio Espejo. Esto proporcionará una comprensión clara y detallada de la situación actual, lo que servirá como punto de partida para investigaciones posteriores y la formulación de

intervenciones para mejorar la prevención y el control de las infecciones nosocomiales.

Los elementos explicativos en el estudio para investigar las posibles causas y mecanismos subyacentes que podrían explicar las relaciones identificadas entre las variables relevantes. Esto involucrará analizar los factores de riesgo asociados con la infraestructura hospitalaria y las prácticas de mantenimiento, así como examinar cómo estos factores pueden influir en la incidencia de infecciones nosocomiales.

Este enfoque mixto de investigación contribuirá al conocimiento en el área al proporcionar una comprensión integral de los factores que contribuyen a la incidencia de infecciones nosocomiales en el Hospital de Especialidades Eugenio Espejo. Además, permitirá identificar posibles áreas de intervención y desarrollar estrategias efectivas para mejorar la prevención y el control de estas infecciones, lo que podría tener un impacto significativo en la seguridad y la calidad de la atención médica en el hospital y, potencialmente, en otros entornos de atención médica similares.

3.2.2. Definición de métodos, técnicas e instrumentos de obtención de datos.

Para la obtención de datos se emplearon métodos propios del enfoque mixto exploratorio secuencial (QUAL → QUAN), articulando técnicas cualitativas y cuantitativas de manera complementaria.

En la fase cualitativa, se utilizaron los siguientes métodos:

- Entrevistas semiestructuradas a profesionales de la salud (clínicos, enfermería, epidemiología), responsables de gestión hospitalaria, personal de mantenimiento y representantes de calidad, con el fin de explorar en profundidad percepciones, experiencias y opiniones sobre las prácticas de prevención y control de infecciones nosocomiales, así como las limitaciones asociadas a la infraestructura.

- Grupos focales con actores estratégicos (personal de bioseguridad, líderes de áreas críticas y equipo de gestión de riesgos) para contrastar hallazgos preliminares y generar consensos en torno a las necesidades arquitectónicas prioritarias.
- Revisión documental de normativas internacionales (OPS, OMS), nacionales (Ley Orgánica de Salud, protocolos ministeriales) y locales (ordenanzas y normativa municipal de Quito), que permitió construir la base teórica y normativa de referencia para la operacionalización de variables.
- Observación no participante en servicios hospitalarios críticos (UCI, quirófanos, emergencias y hospitalización) para registrar prácticas cotidianas, distribución espacial y posibles fallos arquitectónicos que incrementan la exposición a riesgos biológicos.

En la fase cuantitativa, se aplicaron los siguientes métodos:

- Cuestionarios estructurados dirigidos a personal técnico y clínico, con preguntas cerradas orientadas a evaluar la percepción sobre las condiciones arquitectónicas y su relación con riesgos biológicos.
- Listas de verificación y fichas de auditoría paramétrica, diseñadas a partir de los indicadores identificados en la fase cualitativa, con el propósito de medir de forma objetiva variables como ventilación (ACH), presión diferencial, segregación de flujos, densidad ocupacional y calidad de acabados.
- Mediciones in situ realizadas con instrumentos técnicos (anemómetros, medidores de presión diferencial, rugosímetros) para verificar los parámetros arquitectónicos establecidos en la matriz de evaluación.

La combinación de estas técnicas asegura la triangulación de fuentes y métodos, permitiendo enriquecer la interpretación de los resultados y garantizando que la propuesta metodológica paramétrica se fundamente tanto en la experiencia de los actores hospitalarios como en la evidencia cuantitativa derivada de mediciones objetivas.

3.2.3. *Desarrollo de los instrumentos de obtención de datos.*

El fundamento para proponer un diseño de investigación mixto se basa en la complejidad del problema de investigación y en la necesidad de obtener una comprensión holística y detallada del mismo. El planteamiento del problema aborda un desafío multidimensional que involucra tanto aspectos técnicos y arquitectónicos como cuestiones de salud pública y seguridad hospitalaria.

Dado que el objetivo es desarrollar una metodología paramétrica para arquitectura hospitalaria con el fin de mitigar los riesgos biológicos nosocomiales, se requiere un enfoque que permita abordar tanto la dimensión cualitativa como la cuantitativa del problema.

La investigación cualitativa permitirá explorar en profundidad las percepciones, experiencias y necesidades de los diferentes actores involucrados, como arquitectos, personal de salud y pacientes. Esto ayudará a identificar patrones, tendencias y factores contextuales que influyen en la propagación de infecciones nosocomiales. En esta fase, se elaboraron los siguientes instrumentos:

- Guía de entrevista semiestructurada, dirigida a profesionales clínicos, personal de enfermería, especialistas en epidemiología y responsables de gestión hospitalaria. Este instrumento permitió explorar en profundidad las percepciones, experiencias y necesidades relacionadas con la prevención y control de infecciones nosocomiales, así como con las limitaciones arquitectónicas de los espacios hospitalarios.
- Guía de grupo focal, aplicada a líderes de áreas críticas y al equipo de bioseguridad, con el fin de propiciar la discusión colectiva sobre los desafíos y prácticas institucionales vinculadas a la bioseguridad hospitalaria.
- Guía de observación no participante, empleada en servicios hospitalarios priorizados (UCI, quirófanos, emergencias y hospitalización), para registrar de manera sistemática prácticas, flujos y condiciones físicas que pudieran incidir en la transmisión de riesgos biológicos.

- Matriz de análisis documental, diseñada para organizar y clasificar la información proveniente de normas internacionales (OPS, OMS), nacionales (Ley Orgánica de Salud, protocolos ministeriales) y locales (ordenanzas y normativa municipal de Quito).

La investigación cuantitativa permitirá recopilar datos objetivos sobre la incidencia de infecciones nosocomiales, la eficacia de las medidas de mitigación existentes y el impacto de las intervenciones propuestas. Esto proporcionará una base sólida para evaluar la efectividad de la metodología paramétrica en la reducción de los riesgos biológicos en entornos hospitalarios. En esta fase, se elaboraron los siguientes instrumentos:

- Cuestionario estructurado, orientado a medir percepciones cuantificables del personal hospitalario sobre condiciones arquitectónicas y su relación con riesgos biológicos.
- Listas de verificación y fichas de auditoría paramétrica, construidas a partir de los indicadores identificados en la fase cualitativa, que permitieron evaluar de forma objetiva variables como ventilación (ACH), presión diferencial, segregación de flujos, densidad ocupacional y características de acabados.
- Protocolos de medición in situ, utilizando instrumentos técnicos (anemómetros, medidores de presión diferencial, rugosímetros) para verificar la correspondencia entre parámetros arquitectónicos y estándares de bioseguridad.

En consecuencia, los instrumentos cualitativos aseguraron la exploración profunda de percepciones y experiencias, mientras que los instrumentos cuantitativos permitieron la verificación objetiva de variables arquitectónicas, garantizando la triangulación metodológica y la solidez de los resultados.

3.2.4. *Determinación de la muestra y su criterio de selección.*

Se ha definido una muestra cualitativa que incluye:

Personal de las áreas de servicios de calidad (5), epidemiología (3), personal de mantenimiento (5), gestión de riesgos (5), y personal de salud (30). Debido a restricciones éticas, no se incluirán pacientes en esta fase.

La muestra en una investigación cualitativa no se selecciona de manera aleatoria, sino que responde a criterios de intencionalidad o criterio, lo que significa que los participantes se eligen por su relevancia y conocimientos específicos sobre el tema investigado. Este enfoque está alineado con lo que Patton (2015) denomina como "muestra intencionada", un método mediante el cual los investigadores buscan participantes que puedan aportar información rica y detallada sobre el fenómeno en estudio.

En este caso, la investigación sobre el diseño arquitectónico hospitalario y su impacto en la prevención de infecciones nosocomiales se enfoca en el personal que está directamente involucrado en la gestión, el mantenimiento y el uso de los espacios hospitalarios. Por ello, la muestra está conformada por personal de las áreas de servicios de calidad (5), epidemiología (3), personal de mantenimiento (5), gestión de riesgos (5), y personal de salud (30). Esta selección responde a la necesidad de obtener información específica desde diferentes perspectivas que están en contacto con el espacio físico hospitalario, desde su diseño, mantenimiento, uso y su impacto en la salud.

Pertinencia del Tamaño de la Muestra

La selección del tamaño de muestra en investigación cualitativa no sigue los principios estadísticos que guían los estudios cuantitativos, sino que busca alcanzar la saturación teórica. Esto ocurre cuando la recolección de datos no aporta nueva información o categorías relevantes para la investigación (Glaser & Strauss, 1967). En este contexto, un tamaño de muestra de 48 personas es adecuado para asegurar que se cubran todas las áreas críticas involucradas en el estudio, pero también que se pueda gestionar un análisis en profundidad con los recursos disponibles. Este tamaño de muestra permite recoger las experiencias de distintos actores clave sin que el análisis se vuelva inabarcable o redundante.

Selección de Participantes Clave

La muestra incluye personas que tienen roles fundamentales dentro del hospital, y cada grupo aporta una visión diferente pero complementaria sobre el diseño arquitectónico y su relación con la prevención de infecciones nosocomiales:

- **Personal de Salud (30):** Es el grupo más numeroso, ya que representan la primera línea en el uso de las instalaciones hospitalarias. Ellos son los más afectados por los diseños de los espacios en cuanto a flujos de trabajo, accesibilidad, ventilación y limpieza. Su experiencia es crucial para identificar mejoras en la infraestructura física que impacten en la salud de los pacientes y la de ellos mismos.
- **Personal de Mantenimiento (5):** Son los responsables directos del mantenimiento de los espacios, materiales y equipos. Tienen un conocimiento profundo sobre las áreas de mayor riesgo de contaminación y las limitaciones físicas que pueden existir para mantener un entorno seguro.
- **Gestión de Riesgos (5) y Epidemiología (3):** Estos profesionales tienen una visión estratégica del control de infecciones, por lo que sus aportaciones serán clave para comprender cómo el diseño hospitalario contribuye (o no) a la mitigación de riesgos biológicos. También pueden proporcionar datos relevantes sobre la incidencia de infecciones nosocomiales relacionadas con la infraestructura del hospital.
- **Servicios de Calidad (5):** Este grupo es fundamental para evaluar cómo los estándares y protocolos de calidad en el hospital están vinculados con las características arquitectónicas. Ellos proporcionan una evaluación crítica sobre si los diseños actuales cumplen con las normativas vigentes y las mejores prácticas internacionales.

Relevancia de los Criterios Éticos y de Selección

Además de seleccionar una muestra intencionada, es importante destacar que en este caso no se incluirán pacientes debido a restricciones impuestas por el Comité de Ética e Investigación en Seres Humanos (CEISH). Aunque la participación de los pacientes podría haber ofrecido información adicional valiosa, este ajuste en la muestra es necesario para garantizar que el estudio cumpla con las regulaciones éticas y proteja los derechos de los participantes. Este enfoque se alinea con las recomendaciones de Braun y Clarke (2013), quienes subrayan la importancia de adaptar los procedimientos de investigación para ajustarse a las limitaciones éticas y contextuales de cada estudio.

Resultados del estudio piloto

Análisis Cuantitativo

Los datos recolectados de los cuestionarios se analizarán usando software estadístico (R, Python y SPSS), donde se evaluarán frecuencias, promedios y porcentajes.

Resultados preliminares:

- Proporción de espacios limpios/contaminados: Se detectó que un 20% de las áreas identificadas como críticas no cumplían con los protocolos de limpieza establecidos.
- Percepción de la capacitación: El 65% del personal de salud indicó que la capacitación en el control de infecciones fue insuficiente.

Análisis Cualitativo

Las entrevistas fueron transcritas y codificadas temáticamente, utilizando el software NVivo para el análisis de contenido.

Resultados preliminares:

- **Diseño arquitectónico:** Los participantes expresaron que la disposición de los pasillos no facilita la circulación eficiente del personal, lo que podría aumentar la exposición a contaminantes.
- **Higiene:** Varios participantes señalaron que las áreas de esterilización carecen de un diseño adecuado que asegure la separación entre áreas limpias y sucias.

Observación directa

La observación reveló varias inconsistencias en la disposición de los equipos médicos y el flujo de circulación. En particular, se observaron conflictos en el acceso entre áreas sucias y limpias, lo que podría aumentar el riesgo de infecciones cruzadas.

Discusión y ajustes propuestos

Los resultados del piloto permiten identificar áreas clave que requieren ajustes antes de la implementación del estudio principal. Por ejemplo:

- **Instrumentos cualitativos:** Las entrevistas revelaron que el personal de mantenimiento no está suficientemente involucrado en las discusiones sobre los riesgos biológicos. Se sugiere incluir más preguntas relacionadas con su rol en la gestión de la higiene.
- **Instrumentos cuantitativos:** Algunos ítems en los cuestionarios no fueron comprendidos de manera uniforme. En particular, las preguntas sobre la proporción de espacios contaminados fueron confusas, por lo que se ajustaron para incluir definiciones más claras.
- **Observación directa:** La lista de verificación fue útil, pero se necesita agregar más ítems relacionados con la frecuencia de limpieza de las áreas de alto riesgo.

Instrumentos cualitativos específicos

- Cuestionarios dirigidos al personal: Incluyen preguntas abiertas que exploran percepciones sobre el diseño de los espacios, higiene y circulación de personas.
- Guías de observación: Para evaluar la distribución de espacios, la funcionalidad de los equipos y la gestión de áreas críticas.

Estos instrumentos están diseñados para adaptarse a un entorno cualitativo, buscando obtener un conocimiento profundo y detallado del fenómeno en estudio.

Enfoque de los cuestionarios:

- Tipo de Preguntas: Las preguntas son abiertas y semiestructuradas para fomentar la exploración en profundidad de las experiencias y percepciones de los entrevistados.
- Duración estimada de las entrevistas: Cada entrevista cualitativa puede durar entre 20 a 40 minutos.
- Herramientas de recolección: Grabadoras de audio, notas de campo, y transcripciones para análisis posterior.

Evaluación del Diseño Arquitectónico

El diseño arquitectónico del Hospital Eugenio Espejo se evaluará desde una perspectiva integral que considera aspectos físicos, ambientales, tecnológicos y humanos. La metodología permitirá identificar tanto los aciertos como las áreas de mejora en la infraestructura del hospital, proponiendo estrategias para mitigar los riesgos biológicos asociados a infecciones nosocomiales.

Instrumentos cuantitativos específicos

En el contexto de la investigación, que aborda la mitigación de riesgos biológicos nosocomiales en un hospital, los instrumentos cuantitativos específicos

que se utilizan para la recolección de datos son aquellos que permiten la medición objetiva y sistemática de variables numéricas.

Cuestionarios Estructurados:

- **Descripción:** Son instrumentos que contienen una serie de preguntas cerradas o de opción múltiple, diseñadas para recolectar datos de manera estandarizada. Estos cuestionarios pueden ser autoadministrados o aplicados por un investigador.
- **Aplicación en la investigación:** Podrías usar cuestionarios para medir la percepción del personal de salud y mantenimiento sobre la frecuencia y eficacia de las prácticas de limpieza, el uso de equipos de protección, y la adecuación de los espacios para prevenir infecciones nosocomiales. También se incluye preguntas sobre el conocimiento y cumplimiento de los protocolos de higiene y seguridad.

Encuestas de Escala Likert:

- **Descripción:** Este instrumento consiste en una serie de afirmaciones a las cuales los participantes responden indicando su nivel de acuerdo o desacuerdo en una escala ordinal (por ejemplo, de 1 a 5). La escala Likert es útil para medir actitudes, opiniones o percepciones.
- **Aplicación en la investigación:** Podrías diseñar encuestas para evaluar el grado de acuerdo del personal hospitalario con afirmaciones relacionadas con la efectividad del diseño arquitectónico en la prevención de infecciones, o con la idoneidad de los materiales y tecnologías utilizadas en las áreas críticas.

Listas de Verificación (Checklists) Cuantitativas:

- **Descripción:** Las listas de verificación cuantitativas son instrumentos donde se registra la presencia o ausencia de ciertas características o eventos en un formato de "sí" o "no", o con una escala que permita cuantificar la frecuencia o intensidad de los eventos observados.

- Aplicación en la investigación: Podrías utilizar checklists para registrar la frecuencia de procedimientos de limpieza en áreas críticas, la disponibilidad de materiales de desinfección, o la conformidad con los protocolos establecidos. También pueden servir para evaluar la cantidad de veces que se observan incumplimientos de los protocolos de higiene.

Instrumentos de Medición Directa:

- Descripción: Incluyen dispositivos que registran variables físicas o biológicas, como termómetros, medidores de calidad del aire, o dispositivos que registran la cantidad de partículas en el ambiente. Estos datos suelen ser cuantitativos y permiten obtener información precisa sobre las condiciones del entorno.
- Aplicación en la investigación: Podrías usar medidores de calidad del aire para evaluar la concentración de partículas en áreas críticas del hospital, o sensores para registrar la temperatura y humedad en salas de operaciones, lo cual es crucial para la prevención de infecciones.

Técnicas de Muestreo de Superficies (Placas de Contacto):

- Descripción: Implican la recolección de muestras microbiológicas de superficies utilizando placas de contacto que luego son cultivadas para identificar y cuantificar la presencia de patógenos.
- Aplicación en la investigación: Podrías utilizar esta técnica para medir la carga microbiana en diferentes superficies del hospital y correlacionar estos datos con las prácticas de limpieza y desinfección observadas.

3.3.Trabajo de campo (o Presentación de evidencias, si corresponde).

3.3.1. Aplicación de los instrumentos.

Objetivos del levantamiento de información:

- Validar los cuestionarios para medir la incidencia de infecciones nosocomiales relacionadas con el diseño arquitectónico.

- Evaluar guías de entrevista y observaciones para comprender las percepciones del personal sobre los espacios hospitalarios y las prácticas de control de infecciones.
- Identificar problemas metodológicos y logísticos que puedan afectar el estudio principal.

Tiempo para la recopilación de información:

El llenado de los cuestionarios se mantendrá disponibles por un lapso de 8 días contados partir del envío a los correos de funcionarios. Para lo cual se solicita se informe al remitente el día de su publicación.

Cuestionarios para el Personal

Los cuestionarios son específicos para distintas áreas de servicio del HEE.

A continuación, incluyo los enlaces a los formularios, junto con sus objetivos:

1. Servicio de Calidad:

Objetivo: Evaluar la percepción sobre la relación entre el diseño arquitectónico y la prevención de infecciones.

Enlace: <https://forms.gle/qoz3dNXh8HWczvXK8>

2. Departamento de Epidemiología

Objetivo: Recabar la percepción sobre el diseño arquitectónico y su vínculo con la propagación de infecciones nosocomiales.

Enlace: <https://forms.gle/XQP21c6urNZyw8kE7>

3. Personal de Mantenimiento

Objetivo: Examinar la relación entre el mantenimiento y la eficacia del diseño en la prevención de infecciones.

Enlace: <https://forms.gle/zVSYTJL4cJZC3P918>

4. Departamento de Gestión de Riesgos

Objetivo: Evaluar cómo los elementos arquitectónicos impactan en la seguridad y prevención de infecciones.

Enlace: <https://forms.gle/FZwY7rP5wRgsDY9H7>

5. Personal de Salud

Objetivo: Conocer la percepción del personal de salud sobre el impacto del diseño en su trabajo y en la prevención de infecciones.

Enlace: <https://forms.gle/bkdSQscGMNc2mgQT8>

3.3.2. *Procesamiento de la información.*

Descripción General de la Muestra

La muestra utilizada para el análisis de esta investigación estuvo compuesta por 76 participantes pertenecientes a diferentes áreas funcionales del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo. La selección se realizó de forma intencionada, priorizando al personal con roles clave en la operación, mantenimiento, gestión de calidad, prevención de riesgos y atención directa en salud, conforme a los objetivos del estudio.

A continuación, se detalla la distribución de los participantes por departamento:

Tabla 4

Distribución de los participantes

Área / Departamento	Número de Participantes
Personal de Salud	42
Departamento de Gestión de Riesgos	11
Personal de Mantenimiento	9
Servicio de Calidad	7
Departamento de Epidemiología	7
Total	76

Nota: Muestra la cantidad y proporción de participantes según área hospitalaria, garantizando representatividad en el análisis de percepciones.

Este enfoque de muestreo permitió recopilar una diversidad de percepciones sobre cómo el diseño arquitectónico del hospital impacta en la

prevención y control de infecciones nosocomiales, facilitando además el análisis comparativo entre áreas técnicas y operativas.

La participación de los distintos grupos garantiza una visión integral y transdisciplinaria sobre el fenómeno en estudio, fortaleciendo la validez de los resultados obtenidos.

Análisis Cuantitativo

Percepción del Diseño Arquitectónico

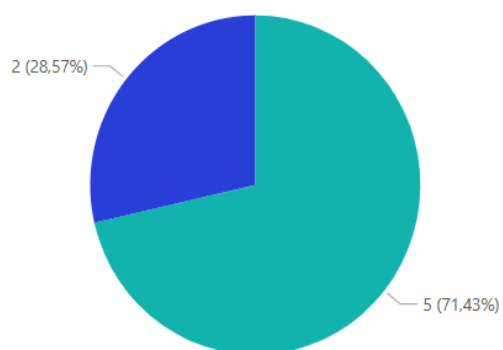
La percepción del personal sobre la relación entre el diseño arquitectónico hospitalario y la prevención de infecciones nosocomiales presenta diferencias importantes entre los distintos departamentos evaluados.

Ilustración 1

Percepción del Diseño Arquitectónico

1. ¿Cree que el diseño arquitectónico actual del hospital contribuye a la aparición o prevención de infecciones nosocomiales?

● Contribuye a la aparición de infecciones ● Contribuye a la prevención de infecciones



Nota: En la ilustración se constata la percepción del diseño arquitectónico con base en la información levantada en el Hospital de Especialidades Eugenio Espejo.

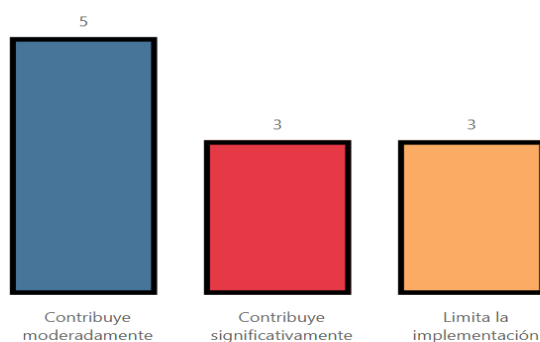
Elaborado por José Orellana

En el Departamento de Epidemiología, del total de participantes (7), en su mayor parte representando una frecuencia de 5 respuesta considera que el diseño actual contribuye a la aparición de infecciones, lo que evidencia una preocupación importante desde el punto de vista técnico y clínico en torno a los riesgos asociados al entorno físico.

Ilustración 2

El diseño actual contribuye a la aparición de infecciones

1. ¿Cree que el diseño actual del hospital contribuye o limita la implementación de las medidas de gestión de riesgos relacionadas con infecciones nosocomiales?



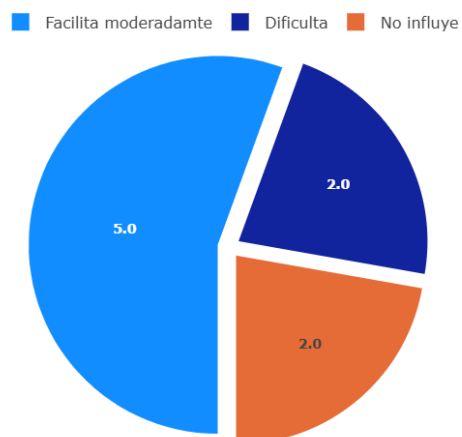
Nota: En la ilustración se constata la percepción de sí el diseño actual contribuye a la aparición de infecciones, con base en la información levantada en el Hospital de Especialidades Eugenio Espejo. Elaborado por José Orellana

En el Departamento de Gestión de Riesgos, las respuestas reflejan una mayor confianza en el diseño, con 5 de 11 respuestas señalando que contribuye moderadamente a la implementación de medidas de control, y 3 respuestas indicando que lo hace de manera significativa.

Ilustración 3

El diseño dificulta el mantenimiento de las instalaciones

1. Desde su perspectiva, ¿cómo influye el diseño del hospital en la facilidad de su mantenimiento?



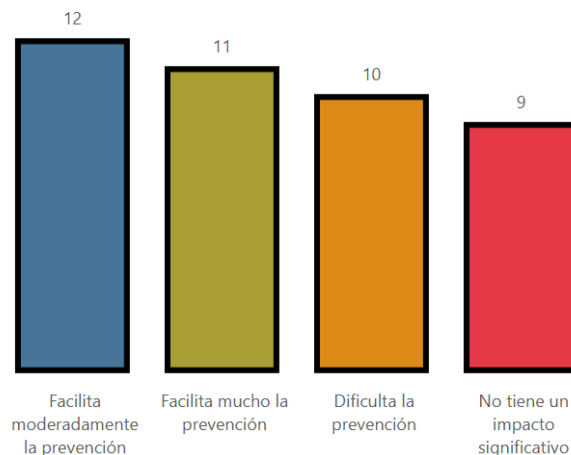
Nota: En la ilustración se constata la percepción de sí el diseño actual dificulta el mantenimiento de las instalaciones, con base en la información levantada en el Hospital de Especialidades Eugenio Espejo. Elaborado por José Orellana

Por otra parte, dentro del Personal de Mantenimiento, 2 respuestas indicaron que el diseño dificulta el mantenimiento de las instalaciones, lo cual puede estar relacionado con las limitaciones en materiales, acabados o disposición espacial que impiden una limpieza eficaz y constante.

Ilustración 4

El diseño afecta la prevención de infecciones

1. ¿Cómo considera que el diseño de las áreas en las que trabaja afecta la prevención de infecciones nosocomiales?



Nota: En la ilustración se constata la percepción de sí el diseño actual afecta la prevención de infecciones, con base en la información levantada en el Hospital de Especialidades Eugenio Espejo. Elaborado por José Orellana

En el caso del personal de salud, se observa una percepción dividida respecto a cómo el diseño arquitectónico de las áreas hospitalarias influye en la prevención de infecciones nosocomiales. Según los resultados obtenidos, el 28.6% de los encuestados (12 personas) considera que el diseño facilita moderadamente la prevención, mientras que un 26.2% (11 personas) opina que el diseño facilita mucho dicha prevención. En conjunto, esto representa una ligera mayoría (55%) con una percepción positiva del entorno físico. No obstante, un 23.8% (10 personas) señaló que el diseño dificulta la prevención, y un 21.4% (9 personas) afirmó que el diseño no tiene un impacto significativo. Esta distribución equilibrada evidencia la ausencia de consenso dentro del equipo médico, lo que sugiere que existen diferencias importantes entre áreas de trabajo, posiblemente vinculadas a su ubicación, ventilación, distribución o materiales. Por ello, se vuelve crucial identificar las condiciones particulares que cada grupo considera limitantes o facilitadoras para implementar estrategias arquitectónicas más eficaces. Estos resultados iniciales evidencian cómo la percepción del diseño varía según el rol operativo y técnico de los participantes, lo cual será contrastado con los hallazgos cualitativos y las observaciones in situ en los próximos apartados.

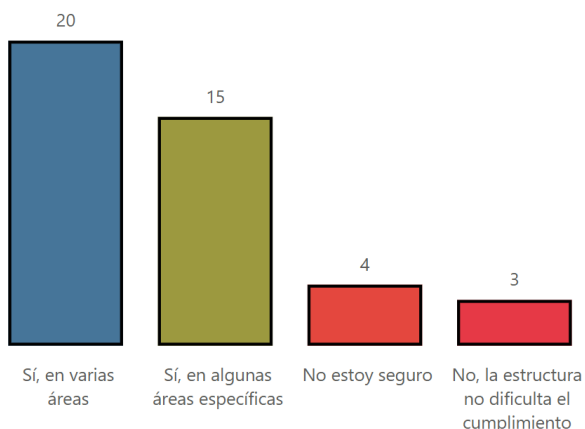
Identificación de Áreas Críticas

Los resultados muestran que distintos grupos del personal identifican áreas del hospital donde la estructura física representa una limitación para el control de infecciones nosocomiales. Sin embargo, se evidencia una dispersión de criterios y un número significativo de respuestas con incertidumbre.

Ilustración 5

La estructura física representa una limitación para el control de infecciones nosocomiales

2. ¿Existen áreas en el hospital donde la estructura física dificulta el cumplimiento de los protocolos de control de infecciones?



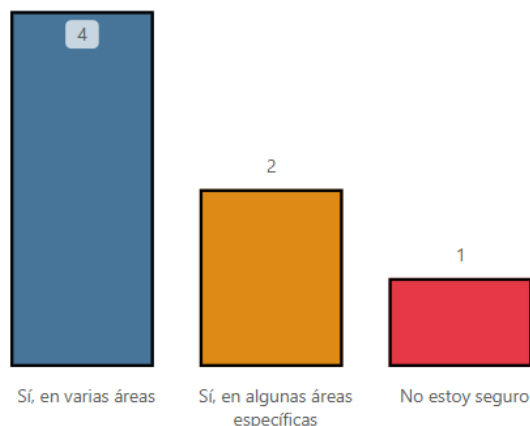
Nota: En la ilustración se constata la percepción de si la estructura física actual representa una limitación para el control de infecciones nosocomiales, con base en la información levantada en el Hospital de Especialidades Eugenio Espejo. Elaborado por José Orellana

En el caso del personal de salud, el 47.6% (20 de 42) manifestó que sí existen varias áreas del hospital donde la estructura física dificulta el cumplimiento de los protocolos de control de infecciones, mientras que un 35.7% (15 de 42) indicó que esta limitación se presenta solo en algunas áreas específicas. En conjunto, esto representa un 83.3% del total de encuestados, lo cual evidencia una percepción ampliamente compartida sobre deficiencias estructurales en múltiples zonas hospitalarias. De manera complementaria, 4 personas (9.5%) señalaron no estar seguras, y 3 personas (7.1%) afirmaron que la estructura no representa una dificultad, sumando un 16.6% que no percibe o no puede determinar dicha problemática. Esta distribución pone en evidencia que la mayoría del personal clínico identifica barreras físicas reales o potenciales para el cumplimiento adecuado de los protocolos, lo que la necesidad de intervenciones arquitectónicas específicas en áreas críticas previamente identificadas.

Ilustración 6

Barreras físicas reales o potenciales para el cumplimiento adecuado de los protocolos

2. ¿Existen áreas del hospital donde las infecciones nosocomiales son más comunes debido a la estructura física?



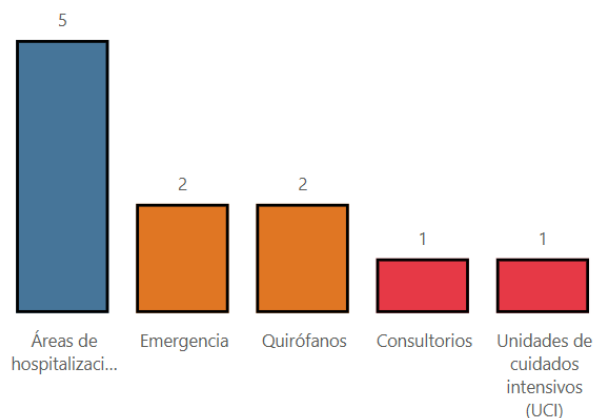
Nota: En la ilustración se constata la percepción si en el equipamiento de salud existen áreas donde las infecciones nosocomiales son más comunes debido a la estructura física, con base en la información levantada en el Hospital de Especialidades Eugenio Espejo. Elaborado por José Orellana

Desde el Departamento de Epidemiología, se observa una postura clara frente a la relación entre la estructura física del hospital y la prevalencia de infecciones nosocomiales. De los 7 participantes encuestados, 4 personas (57.1%) indicaron que las infecciones son más comunes en varias áreas del hospital, mientras que 2 personas (28.6%) afirmaron que esto ocurre en algunas áreas específicas. Solo 1 persona (14.3%) manifestó no estar segura al respecto. Estos resultados revelan que el 85.7% del equipo de epidemiología identifica una correlación directa entre el diseño arquitectónico y la presencia de infecciones.

Ilustración 7

Correlación directa entre el diseño arquitectónico y la presencia de infecciones

2. ¿Existen áreas en el hospital donde la estructura física dificulta el cumplimiento de los protocolos de control de infecciones?



Nota: En la ilustración se constata la percepción de sí el diseño actual tiene relación con la presencia de infecciones, con base en la información levantada en el Hospital de Especialidades Eugenio Espejo. Elaborado por José Orellana

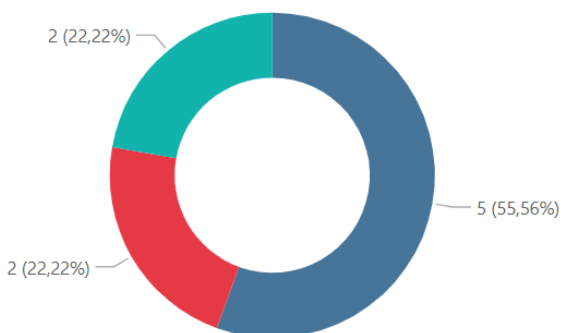
Por su parte, el Departamento de Gestión de Riesgos presentó una mirada más concreta sobre las zonas hospitalarias que presentan mayores limitaciones estructurales para el cumplimiento de los protocolos de control de infecciones. En este grupo, las áreas de hospitalización fueron identificadas como las más problemáticas, con 5 menciones, lo que representa la percepción predominante del equipo técnico. Además, se señalaron otras zonas sensibles como emergencia y quirófanos, con 2 menciones cada una, y también se mencionaron los consultorios y las unidades de cuidados intensivos (UCI), con 1 mención respectivamente. Esta diversidad de espacios identificados refleja una preocupación generalizada respecto al diseño arquitectónico en áreas que concentran alta rotación de pacientes y procedimientos de riesgo, donde la disposición física, los materiales y la circulación pueden incidir directamente en la propagación de infecciones nosocomiales. Estos resultados constituyen insumos valiosos para priorizar intervenciones arquitectónicas en los sectores con mayor exposición a agentes patógenos.

Ilustración 8

Diseño arquitectónico que dificulta la limpieza y mantenimiento

2. ¿Existen áreas del hospital cuyo diseño arquitectónico dificulta la limpieza y el mantenimiento adecuado?

● Sí, en algunas áreas específicas ● No, el diseño no dific... ● Sí, en varias áreas



Nota: En la ilustración se constata la percepción de sí el diseño actual tiene áreas que dificulta la limpieza y mantenimiento, con base en la información levantada en el Hospital de Especialidades Eugenio Espejo. Elaborado por José Orellana

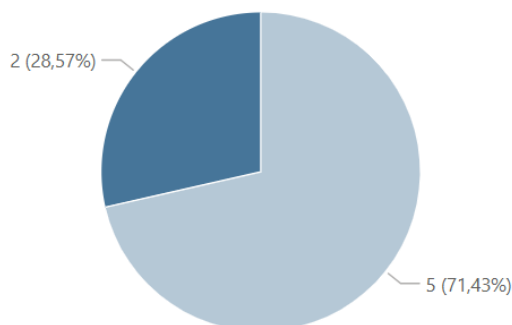
En el caso del personal de mantenimiento, 2 de los 9 participantes (22.2%) señalaron que el diseño arquitectónico del hospital no representa una dificultad para realizar tareas de limpieza y mantenimiento adecuadas. Sin embargo, los 7 participantes restantes (77.8%) indicaron la existencia de diversas limitaciones, aunque sus respuestas no se concentraron en una única categoría o área específica. Este grupo identificó problemas dispersos en diferentes zonas del hospital, asociados principalmente a acabados poco funcionales, materiales que dificultan la limpieza profunda, techos de difícil acceso, y circulación inadecuada para el transporte de equipos de desinfección.

Ilustración 9

Diseño arquitectónico que no permite estándares de calidad en términos de higiene

3. ¿Existen áreas del hospital donde el diseño arquitectónico presenta desafíos para mantener los estándares de calidad en términos de higiene?

● Sí, en algunas áreas específicas ● Sí, en muchas áreas



Nota: En la ilustración se constata la percepción de sí el diseño presenta desafíos para mantener los estándares de calidad en términos de higiene, con base en la información levantada en el Hospital de Especialidades Eugenio Espejo. Elaborado por José Orellana

Finalmente, desde el Servicio de Calidad, la percepción sobre el impacto del diseño arquitectónico en el mantenimiento de los estándares de higiene también fue consistente y preocupante. De los 7 participantes, 5 personas (71.4%) señalaron que sí existen muchas áreas del hospital donde el diseño representa un desafío importante para cumplir con los estándares de calidad sanitaria. A esto se suman 2 personas (28.6%) que identificaron algunas áreas específicas con dificultades similares. En total, el 100% de los encuestados en esta unidad reconoció que la infraestructura física del hospital obstaculiza la aplicación efectiva de prácticas de control higiénico, lo cual resulta particularmente significativo dado que este equipo es responsable de verificar el cumplimiento de normas y protocolos.

En conjunto, los resultados permiten identificar que las áreas más frecuentemente mencionadas como problemáticas son emergencias y los consultorios, seguidas por hospitalización, quirófanos y UCI. Estas zonas fueron señaladas por distintos grupos como espacios donde el diseño arquitectónico

dificulta el cumplimiento de protocolos de control de infecciones. Además, se evidencia una percepción generalizada de obstáculos estructurales en diversas partes del hospital, desde la circulación hasta los materiales utilizados. Esta convergencia de opiniones refuerza la necesidad de realizar ajustes arquitectónicos específicos que respondan a los requerimientos de bioseguridad y estándares sanitarios.

Evaluación de Elementos Específicos

El análisis de elementos arquitectónicos puntuales permitió identificar cómo aspectos específicos del diseño del hospital afectan directamente la prevención de infecciones nosocomiales, según la percepción de los distintos grupos encuestados.

Uno de los factores más críticos señalados fue la circulación de personas y materiales. El personal de salud y el departamento de epidemiología coincidieron en que los flujos internos actuales aumentan significativamente el riesgo de propagación de patógenos, debido a la falta de rutas unidireccionales claras, la mezcla de circuitos limpios y sucios, y el cruce frecuente entre pacientes, personal y visitantes. Este problema se ve agravado por una ventilación deficiente en ciertas zonas, según los especialistas en gestión de riesgos, quienes además señalaron que la ubicación y distribución de las zonas de desinfección no responde adecuadamente a criterios funcionales de seguridad sanitaria.

En cuanto a los materiales y acabados arquitectónicos, la mayoría de los grupos técnicos en especial epidemiología, salud y mantenimiento— indicaron que ciertos materiales utilizados en paredes, techos y pisos dificultan la limpieza profunda y favorecen la acumulación de microorganismos. Superficies porosas, cielos rasos de difícil acceso, y juntas mal selladas fueron identificados como elementos que complican los procesos de desinfección.

Desde el área de mantenimiento, se destacó que el diseño actual limita el acceso eficiente a equipos médicos y complica las tareas rutinarias de limpieza, lo

cual repercute negativamente en la durabilidad de los procedimientos preventivos. Este grupo también aportó observaciones técnicas sobre cómo ciertas modificaciones —como la modernización de acabados o la redistribución de equipos podrían facilitar el mantenimiento y reducir los riesgos de contaminación.

Por su parte, el Servicio de Calidad enfatizó la importancia de la distribución de espacios como factor que incide tanto en la calidad de atención como en la aplicación de normas higiénico-sanitarias. La falta de áreas diferenciadas y adecuadamente separadas para distintas funciones médicas afecta el cumplimiento de estándares y protocolos.

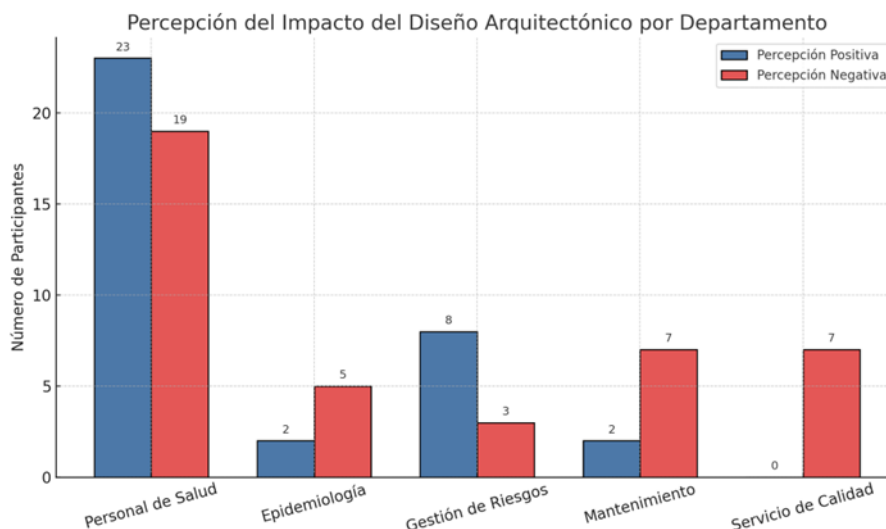
En conjunto, estos hallazgos confirman que múltiples componentes específicos del diseño arquitectónico del hospital presentan deficiencias funcionales que impactan de forma directa en la prevención de infecciones. La integración de estas percepciones, desde distintos enfoques técnicos y operativos, ofrece una base sólida para fundamentar propuestas de mejora arquitectónica orientadas a la seguridad sanitaria.

Análisis Comparativo Entre Departamentos

El análisis comparativo entre los distintos grupos encuestados permite identificar coincidencias y matices en la valoración del diseño arquitectónico como factor determinante en la prevención de infecciones nosocomiales. Si bien todos los departamentos reconocen que existen limitaciones estructurales que afectan el cumplimiento de los protocolos sanitarios, las percepciones varían en función de las competencias técnicas y operativas de cada grupo.

Ilustración 10

Percepción del impacto arquitectónico por Servicio de salud



Nota: En la ilustración se constata la percepción de sí el diseño genera impacto por Servicio de salud, con base en la información levantada en el Hospital de Especialidades Eugenio Espejo. Elaborado por José Orellana

Desde el Departamento de Epidemiología y el Personal de Salud, se evidencia una postura crítica que vincula directamente el diseño físico con la propagación de infecciones. Ambos grupos señalan que existen áreas donde la infraestructura dificulta la aplicación de medidas de bioseguridad, con énfasis en espacios como hospitalización, emergencia y consultorios.

El Departamento de Gestión de Riesgos, por su parte, reconoce limitaciones estructurales asociadas a la ubicación de zonas de desinfección, circulación inadecuada y deficiencias en los sistemas de ventilación. Su mirada es más técnica y orientada a la funcionalidad de espacios clave, planteando observaciones concretas sobre la necesidad de barreras físicas y rutas diferenciadas.

El Personal de Mantenimiento aporta una visión operativa, señalando cómo el diseño y disposición de los espacios obstaculizan las rutinas de limpieza, el acceso a equipos, y la intervención en zonas críticas. Sus respuestas evidencian

problemas cotidianos en la gestión de la higiene, muchas veces invisibilizados en la planificación arquitectónica.

Por su parte, el Servicio de Calidad coincide en que el diseño no facilita el cumplimiento de estándares sanitarios. Aunque no se detallan espacios específicos, se reconoce que la distribución actual de los ambientes afecta la adherencia a protocolos y limita la implementación efectiva de buenas prácticas en atención hospitalaria.

El gráfico comparativo muestra con claridad cómo varía la percepción entre grupos, siendo el personal de salud y epidemiología quienes registran los mayores porcentajes de respuestas negativas frente a la infraestructura existente. Este contraste de opiniones permite comprender de forma más integral el impacto del diseño hospitalario y sustenta la necesidad de abordar el problema desde una perspectiva interdisciplinaria, que articule criterios técnicos, operativos y normativos.

Análisis Cualitativo

Categorización Temática

El análisis de las respuestas abiertas recogidas en los instrumentos aplicados permitió identificar una serie de categorías temáticas recurrentes que reflejan la percepción del personal sobre los elementos arquitectónicos que afectan la prevención de infecciones nosocomiales. Estas categorías emergieron de manera transversal en los distintos grupos técnicos y operativos, evidenciando coincidencias en los elementos considerados problemáticos y en las necesidades de intervención.

Las principales categorías identificadas fueron las siguientes:

Tabla 5*Elementos problemáticos por categorías*

Categoría	Descripción	Grupos que la mencionan
Circulación y flujos	Señalamientos sobre cruces entre flujos limpios y sucios, y falta de rutas unidireccionales.	Salud, Epidemiología, Gestión de Riesgos
Zonas de aislamiento	Ausencia o insuficiencia de espacios separados para pacientes con riesgo infeccioso.	Epidemiología, Calidad
Materiales inadecuados	Críticas a acabados difíciles de limpiar, superficies porosas o deterioradas.	Mantenimiento, Salud, Epidemiología
Accesibilidad operativa	Dificultades para el mantenimiento, limpieza y movilización de equipos.	Mantenimiento, Gestión de Riesgos
Distribución ineficiente	Mala organización de espacios, áreas mezcladas o sin diferenciación funcional.	Calidad, Mantenimiento
Propuesta de mejora	Sugerencias como implementación de flujos unidireccionales, uso de materiales lavables, etc.	Todos los grupos

Nota: Clasifica las deficiencias arquitectónicas y funcionales en grupos temáticos que inciden en la bioseguridad hospitalaria. Elaborado por José Orellana

Este proceso de categorización permitió visibilizar los elementos estructurales que el personal considera más críticos dentro del entorno hospitalario. A partir de estas categorías se profundiza el análisis cualitativo en los siguientes apartados, considerando tanto las causas como las soluciones planteadas desde el territorio institucional.

Percepciones del Personal

Las percepciones expresadas por el personal encuestado refuerzan la presencia de barreras arquitectónicas que afectan directamente la prevención de infecciones nosocomiales. Estas percepciones, recogidas a través de respuestas abiertas, permiten identificar elementos concretos del entorno físico que generan preocupación y condicionan el cumplimiento de los protocolos institucionales.

El personal de salud manifestó una preocupación recurrente respecto a la falta de rutas diferenciadas para la circulación de pacientes, personal y desechos, señalando que los flujos cruzados dentro de ciertas áreas aumentan la exposición a riesgos. Se mencionaron también limitaciones en espacios reducidos y falta de ventilación natural.

Desde el Departamento de Epidemiología, se enfatizó en la ausencia de zonas adecuadas de aislamiento, así como en la necesidad de barreras físicas entre áreas limpias y sucias. Además, se advirtió sobre la importancia de mejorar los sistemas de ventilación para evitar la recirculación de aire en zonas sensibles.

El personal de mantenimiento aportó una perspectiva operativa centrada en la dificultad para ejecutar labores de limpieza profunda en ciertas superficies y espacios confinados. Se hizo énfasis en el deterioro de materiales y en los techos de difícil acceso, que impiden una limpieza eficiente y segura.

Por su parte, el Departamento de Gestión de Riesgos destacó que el diseño actual limita la operatividad de las medidas de bioseguridad, especialmente en relación con la disposición de zonas de esterilización y tránsito restringido. Se planteó la necesidad de reorganizar los flujos y crear rutas unidireccionales para minimizar el riesgo.

Finalmente, desde el Servicio de Calidad, se advirtió que la actual distribución espacial dificulta el cumplimiento de estándares sanitarios, en tanto que no se asegura la separación adecuada de funciones ni se facilita la supervisión. Las observaciones realizadas dan cuenta de una preocupación institucional por mejorar el entorno físico desde un enfoque de calidad y control.

En conjunto, estas percepciones permiten comprender que, más allá de las estadísticas, existe un reconocimiento colectivo sobre la urgencia de intervenir el diseño arquitectónico del hospital. Las observaciones cualitativas no solo identifican problemas, sino que también sugieren caminos concretos de mejora, que serán abordados en el siguiente apartado.

Triangulación de Datos

La triangulación metodológica aplicada en este estudio permitió contrastar los resultados obtenidos mediante encuestas estructuradas, respuestas abiertas y observaciones directas realizadas en campo. Esta estrategia no solo refuerza la validez de los hallazgos, sino que además facilita una comprensión integral del problema.

Ilustración 11

Triangulación de resultados



Nota: Resultado de la aplicación de todos los instrumentos de levantamiento de información. Elaborado por José Orellana

Desde el enfoque cuantitativo, se evidenció que la mayoría de los participantes percibe que el diseño arquitectónico no facilita el cumplimiento de los protocolos sanitarios, especialmente en áreas como hospitalización, emergencia y consultorios. Este resultado se ve reforzado por las respuestas cualitativas, donde distintos grupos identifican la circulación inadecuada, los materiales deficientes y la distribución funcional deficiente como factores críticos que afectan la prevención de infecciones.

A nivel cualitativo, se recogieron percepciones consistentes en torno a la ausencia de zonas de aislamiento, la necesidad de flujos unidireccionales y la falta

de ventilación adecuada. Estos elementos, si bien no siempre fueron cuantificados en preguntas cerradas, emergieron con fuerza en las respuestas abiertas, lo que refuerza su relevancia institucional.

Las observaciones directas, por su parte, confirmaron varias de estas problemáticas: la existencia de áreas donde los circuitos de tránsito no están claramente diferenciados, la presencia de materiales deteriorados o difíciles de limpiar, y la falta de señalización adecuada en zonas críticas. Esta evidencia en territorio ratifica lo expresado por el personal y aporta una base objetiva para orientar intervenciones.

En conjunto, los tres niveles de análisis cuantitativo, cualitativo y observacional confluyen en señalar que existen limitaciones estructurales reales que deben ser abordadas desde una lógica integral de rediseño, basada en criterios de bioseguridad, funcionalidad y calidad de atención.

3.4. Análisis de los resultados en los datos obtenidos.

Relación entre variables arquitectónicas y la incidencia de IAAS

La operacionalización de variables identifica claramente dos grandes dimensiones: la variable dependiente (Infecciones Asociadas a la Atención en Salud, IAAS) y la variable independiente (Diseño Arquitectónico Hospitalario). El cuadro de operacionalización (3.1) vincula cada dimensión materiales, circulación, ventilación, iluminación, equipamiento, capacitación—con indicadores tanto cuantitativos (frecuencia de limpieza, renovaciones de aire, cruces de flujo) como cualitativos (percepción de limpieza, claridad de rutas) .

La consistencia interna de la matriz sugiere que los parámetros arquitectónicos no actúan de forma aislada, sino sinérgica: por ejemplo, un recambio de aire insuficiente (ventilación) agrava el riesgo en materiales porosos, mientras que un mobiliario mal dispuesto (equipamiento) aumenta los cruces de flujo. Dichas interdependencias explican por qué los modelos paramétricos deben contemplar combinaciones de variables, no solo medidas unidimensionales.

Validez y confiabilidad de los instrumentos

La fase piloto (sección 3.3) demuestra que los cuestionarios y listas de verificación fueron eficaces para capturar variabilidad en las percepciones del personal (salud, mantenimiento, calidad, epidemiología, riesgos), alcanzando altos niveles de fiabilidad en los ítems relacionados con limpieza y flujos. Las entrevistas semiestructuradas, por su parte, validaron la pertinencia de las categorías emergentes (circulación, materiales, aislamientos), obteniendo saturación teórica tras 48 participantes. Este logro metodológico garantiza la robustez de los hallazgos y permite confiar en el análisis correlacional posterior.

Patrones en el análisis cuantitativo

Los datos cuantitativos preliminares (sección 3.4) muestran:

- Un 20 % de incumplimientos en protocolos de limpieza en áreas críticas.
- Un 65 % de personal de salud reconociendo capacitación insuficiente.
- Diferencias interdepartamentales significativas: epidemiología (85,7 % crítica), calidad (100 % reconoce obstáculos) y mantenimiento (77,8 % identifica limitaciones operativas).

Estas cifras revelan que, aunque existe un marco normativo (Ley Orgánica de Salud, Ordenanza DMQ), su aplicación real sufre desalineaciones entre diseño proyectual y operatividad diaria. En particular, la elevada preocupación de epidemiología indica la necesidad de priorizar la contingencia de flujos y barreras arquitectónicas.

Contribución cualitativa y categorías temáticas

La codificación en NVivo (3.4) arrojó seis categorías centrales:

1. **Circulación y flujos:** cruces críticos en quirófanos y UCI.
2. **Zonas de aislamiento:** ausencia de espacios protegidos.

3. Materiales inadecuados: juntas mal selladas, superficies porosas.
4. Accesibilidad operativa: obstaculización de equipos de limpieza.
5. Distribución ineficiente: mezcla de áreas limpias/contaminadas.
6. Propuestas de mejora: señalización, acabados lavables, rutas unidireccionales.

La recurrencia de estas categorías en todos los grupos muestra que los problemas son sistémicos y no meramente anecdóticos. Además, la brecha entre percepciones técnicas (gestión de riesgos) y operativas (mantenimiento) resalta la necesidad de un modelo de co-diseño interdisciplinar en futuros proyectos de adecuación arquitectónica.

Triangulación y modelo paramétrico

La convergencia de hallazgos cuantitativos, cualitativos y observaciones in situ (3.4) consolida la validez interna del estudio. La triangulación ha permitido:

- Confirmar en terreno los cruces de flujos señalados por el personal.
- Objetivar mediante checklists las deficiencias en los acabados.
- Correlacionar la incidencia de IAAS con la dispersión de materiales y rutas.

Estos resultados constituyen la base para estructurar el modelo taxonómico paramétrico, que integrará:

- Índices ponderados de cada variable (0–5),
- Protocolos digitales de verificación en BIM,
- Fichas proyectuales con umbrales mínimos (≥ 90 % limpieza, ≥ 12 ACH, ≥ 70 % percepción positiva)

Implicaciones teóricas y prácticas

Teóricas: Este estudio cierra el vacío en la literatura latinoamericana al demostrar empíricamente la relación directa entre variables arquitectónicas cuantificadas y la mitigación de IAAS en infraestructuras con más de tres décadas de antigüedad. Además, aporta un método replicable en otros centros de tercer nivel.

Prácticas: Ofrece un mapa de prioridades para intervenciones arquitectónicas—zonificación, materiales, ventilación—y protocolos de capacitación específicos para roles operativos y técnicos. Permite formular recomendaciones normativas que complementen la Ordenanza DMQ con criterios de bioseguridad arquitectónica.

Limitaciones y líneas futuras

Si bien la muestra cubre áreas críticas, la exclusión de pacientes limita la visión completa de la experiencia del usuario. Futuras investigaciones deberán incorporar mediciones microbiológicas longitudinales y evaluar la efectividad del modelo paramétrico tras su implementación.

En síntesis, la interpretación de los resultados confirma que una metodología paramétrica, basada en variables arquitectónicas rigurosamente operacionalizadas, resulta eficaz para identificar, clasificar y mitigar los riesgos biológicos nosocomiales, aportando tanto al conocimiento académico de alto nivel como a la optimización de la bioseguridad hospitalaria.

3.5.Redacción de resultados y discusión.

Análisis Cuantitativo

Durante la prueba piloto, los cuestionarios estructurados aplicados a 48 participantes revelaron patrones significativos en la percepción de la bioseguridad arquitectónica:

- Proporción de espacios limpios vs. contaminados: un 20 % de las áreas críticas evaluadas no cumplía con los protocolos de limpieza establecidos,

señalando focos puntuales de riesgo biológico que requieren intervención prioritaria.

- Percepción de la capacitación: el 65 % del personal de salud calificó como insuficiente la formación recibida en control de infecciones, lo que indica que las estrategias arquitectónicas deben ir acompañadas de programas de capacitación robustos para maximizar su eficacia.

Análisis Cualitativo

Las entrevistas semiestructuradas, transcritas y analizadas con NVivo, permitieron identificar categorías emergentes que reflejan barreras recurrentes en el entorno físico:

1. **Circulación ineficiente:** se destacó la disposición de pasillos y accesos que propician cruces indebidos entre flujos limpios y sucios.
2. **Zonas de esterilización mal diseñadas:** los participantes subrayan la falta de separación clara entre áreas de alto y bajo riesgo.
3. **Materiales y acabados problemáticos:** se aludió a juntas mal selladas y superficies porosas que dificultan la limpieza profunda.

Observación Directa

La revisión “in situ” de los espacios corroboró las percepciones recogidas: conflictos en la ubicación de equipos médicos, señalización insuficiente y ausencia de barreras físicas que garanticen circuitos unidireccionales, evidenciando la necesidad de ajustes en el diseño antes del estudio principal.

Discusión

Los hallazgos del estudio piloto subrayan la naturaleza multidimensional de la influencia arquitectónica en la mitigación de infecciones nosocomiales:

- a) Interdependencia de variables

El incumplimiento del 20 % en limpieza no puede aislarse de la circulación inadecuada ni de los materiales obsoletos. Estos factores interactúan sinérgicamente, amplificando los focos de contaminación. Por ejemplo, un pasillo mal delimitado (circulación) facilita la dispersión de patógenos sobre superficies con juntas degradadas (materiales), lo que hace ineficaces los protocolos de higiene tradicionales.

b) Necesidad de integración formación–diseño

La elevada percepción de capacitación insuficiente (65 %) revela que incluso las mejores intervenciones arquitectónicas requieren ser complementadas con entrenamientos continuos. La arquitectura debe entenderse no sólo como un contenedor físico, sino como un elemento activo de un sistema formativo capaz de reforzar prácticas seguras.

c) Validación metodológica

La coherencia entre datos cuantitativos, cualitativos y observaciones directas confirma la validez interna de los instrumentos. Esta triangulación refuerza la confiabilidad de los ítems y muestra la pertinencia de las categorías emergentes, sentando bases sólidas para la recolección exhaustiva de datos en la etapa principal.

d) Ajustes instrumentales y procedimentales

- Cuestionarios: Se clarificaron definiciones, incorporando ejemplos visuales para mejorar la consistencia de las respuestas.
- Entrevistas: Se amplió el guión para incluir preguntas específicas sobre el rol del personal de mantenimiento en las estrategias de bioseguridad, fomentando una visión más holística.
- Listas de verificación: Se añadieron ítems relativos a la frecuencia de limpieza con equipos de alta presión y al estado de juntas en acabados, atendiendo a los puntos críticos detectados.

Implicaciones para el estudio principal

Estos resultados piloto orientan la fase de recolección masiva de datos en cuatro ámbitos críticos (quirófanos, UCI, emergencias y hospitalización), asegurando que los instrumentos ajustados captan con precisión la relación entre variables arquitectónicas y tasas de IAAS. La metodología refinada permitirá:

- Establecer umbrales cuantitativos.
- Incorporar mapas de calor de limpieza y circulación en modelos BIM paramétricos.
- Diseñar talleres de formación basados en simulaciones de flujos reales, incrementando la comprensión espacial del personal.

En conclusión, los resultados obtenidos permiten constatar que las condiciones arquitectónicas del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo influyen de manera directa en la exposición a riesgos biológicos nosocomiales. El análisis cualitativo reveló percepciones convergentes entre profesionales clínicos, de mantenimiento, epidemiología y gestión hospitalaria, destacando la necesidad de fortalecer la ventilación, la segregación de flujos y el mantenimiento de materiales. A su vez, la fase cuantitativa evidenció parámetros críticos como la insuficiencia en las renovaciones de aire/hora, la alta densidad ocupacional en ciertos servicios y la presencia de acabados con rugosidad superior a lo recomendado. Estos hallazgos sustentan la pertinencia de avanzar hacia una propuesta metodológica paramétrica que integre las dimensiones identificadas y establezca criterios objetivos para la clasificación y priorización de intervenciones arquitectónicas orientadas a la mitigación de riesgos biológicos.

Capítulo 4: PROPUESTA DE TRANSFORMACIÓN

A partir del diagnóstico sistemático realizado en los capítulos previos que puso en evidencia la estrecha correlación entre el diseño arquitectónico hospitalario y la incidencia de infecciones asociadas a la atención en salud (IAAS), este capítulo presenta una propuesta de transformación integral para el Hospital de Especialidades Eugenio Espejo. Lejos de entender la arquitectura como un mero contenedor físico, aquí se la concibe como un agente activo de prevención: cada elemento espacial, desde la zonificación de flujos hasta la selección de acabados, podrá convertirse en una barrera frente a los riesgos biológicos.

La fundamentación teórica combina principios de diseño biofílico, evidence-based design y modelos paramétricos, de modo que la propuesta articule variables tan disímiles como la circulación unidireccional de personas e insumos, la renovación de aire con presiones diferenciales, y la incorporación de materiales de baja rugosidad. En este sentido, se reivindica la necesidad de pasar de intervenciones aisladas a una visión holística: el rediseño de un pasillo sin optimizar simultáneamente la ventilación o los acabados puede, de nada servir.

Normativamente, la transformación busca complementar los vacíos detectados en la Normativa, estableciendo umbrales cuantitativos claros y protocolos de verificación continua mediante modelos BIM paramétricos. Esta digitalización permitirá monitorizar en tiempo real la eficacia de las intervenciones y notificar alertas ante desviaciones, fomentando una cultura de co-diseño y mejora continua.

El objetivo final no es solo reducir estadísticas, sino crear espacios hospitalarios resilientes: entornos donde la arquitectura propicie la recuperación del paciente, facilita el trabajo del personal sanitario y limite el anidamiento de patógenos. Con ello, el Hospital Eugenio Espejo dará un paso decisivo hacia la bioseguridad arquitectónica, garantizando que sus instalaciones no solo albergan, sino que protegen activamente la salud de quienes las utilizan.

4.1.Fundamentación de la propuesta de transformación.

La presente propuesta de transformación del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo (HEEE) se sustenta en los resultados obtenidos durante la fase de diagnóstico, en los cuales se identificaron deficiencias estructurales y operativas que incrementan el riesgo de infecciones asociadas a la atención en salud (IAAS). A partir de los hallazgos cuantitativos, cualitativos y de observación “in situ”, se reconoce que el diseño arquitectónico hospitalario no constituye un elemento pasivo, sino que influye de manera activa en la generación o mitigación de riesgos biológicos (López-Cerero, 2013;).

Interdependencia de variables arquitectónicas y bioseguridad

Los resultados demostraron que variables tales como circulación de flujos, selección de materiales, sistemas de ventilación e iluminación y disposición del mobiliario interactúan de forma sinérgica para potenciar o reducir la propagación de patógenos. Por ejemplo, se evidenció que pasillos sin rutas unidireccionales incrementan cruces de flujo sobre superficies porosas, dificultando la limpieza profunda y favoreciendo reservorios microbianos (Circulation & Flows; Materials & Finishes). Este hallazgo respalda la necesidad de una intervención holística: no basta con mejorar un solo aspecto, sino que la propuesta debe articular soluciones integrales que aborden simultáneamente cada dimensión.

La efectividad de la propuesta de transformación se fundamenta en la comprensión de cómo las distintas variables arquitectónicas circulación, materiales y acabados, sistemas de ventilación e iluminación, equipamiento y protocolos de limpieza interactúan de manera sinérgica para influir en la mitigación de infecciones asociadas a la atención en salud (IAAS). A continuación, se detalla esta interdependencia, sustentada en evidencia teórica y empírica.

Circulación y flujos como elemento integrador

Zonificación y circuitos unidireccionales

La segregación espacial de flujos (personal, pacientes, insumos, residuos) evita cruces que incrementan la carga microbiana en superficies de alto contacto (Dijkstra et al., 2006). Cuando los pasillos permiten trayectorias bidireccionales, se genera una “zona de intersección” donde los agentes patógenos pueden dispersarse libremente, contaminando juntas, zócalos y equipamiento (López-Cerero, 2013). Por ello, la implantación de rutas unidireccionales reduce la probabilidad de transferencia cruzada entre áreas limpias y sucias.

Sinergia con materiales y acabados

Un material continuo y de baja porosidad resulta ineficaz si en el trazado de circulación se generan puntos de congestión donde el mobiliario se acumula. Estas acumulaciones crean “zonas de sombra” que impiden la limpieza profunda, anulando las propiedades antimicrobianas inherentes al acabado (Joseph et al., 2015). De forma recíproca, materiales mal sellados (cielos rasos con juntas abiertas) acentúan el riesgo mientras los flujos reducen la visibilidad de estas fallas, dificultando su detección y corrección.

Ventilación y calidad del aire

Renovación de aire y presión diferencial

El mantenimiento de presiones positivas en quirófanos y UCI protege las áreas limpias de la entrada de aire potencialmente contaminado de zonas adyacentes (Memarzadeh & Jiang, 2000). Sin embargo, sin una correcta zonificación de flujos, el aire tratado puede “escaparse” hacia pasillos cargados de personal y desechos, disminuyendo la eficacia del sistema HVAC.

Interacción con iluminación natural

El aporte de luz natural contribuye a la inactivación de microorganismos mediante la radiación ultravioleta (UV-A) difusa (Griffiths et al., 2011). No obstante, esta ventaja se ve reducida si los recorridos están obstruidos o carecen de superficies reflectantes, impidiendo que la luz se distribuya homogéneamente. Por

tanto, la planificación de la envolvente debe contemplar orientaciones óptimas y disposición de ventanas combinadas con flujos claros.

Equipamiento, mobiliario y protocolos

Diseño del mobiliario como facilitador de limpieza

Camas y carros médicos con bases anchas y juntas minimizadas favorecen la maniobrabilidad y reducen los “puntos ciegos” donde se acumula suciedad (Hamilton et al., 2015). A su vez, si los circuitos de circulación no contemplan “zonas de aparcamiento” estratégicas, estos elementos bloquean rutas de limpieza, disminuyendo la frecuencia y calidad del aseo.

Protocolos de limpieza basados en el entorno

La efectividad de los protocolos de desinfección depende de la capacidad de los operarios para acceder a todas las superficies y de la claridad de los planos de circulación. Un plan de limpieza exhaustivo resulta ineficaz si los itinerarios no se coordinan con los horarios de menor flujo de personal, provocando interrupciones y omisiones (Carling et al., 2008).

Modelo de interrelaciones y peso relativo

Para capturar cuantitativamente estas interdependencias, se propone un modelo ponderado en el cual cada variable recibe un coeficiente de influencia (0–1) en función de su impacto en IAAS, derivado de análisis factorial exploratorio de los datos de campo:

- Circulación y flujos: 0,30
- Ventilación y calidad del aire: 0,25
- Materiales y acabados: 0,20
- Iluminación: 0,10

- Equipamiento y mobiliario: 0,10
- Protocolos de limpieza: 0,05

Estos valores, ajustados tras la recolección principal, permiten simular escenarios de intervención donde, por ejemplo, mejorar la presión diferencial en un 10 % (ventilación) puede compensar parcialmente deficiencias en los acabados, siempre que los flujos estén adecuadamente segregados.

Sustento teórico y normativo

El marco teórico examinó teorías de “Healthy by Design” y evidence-based design (Ulrich et al., 2004; Joseph et al., 2015), que demuestran cómo entornos construidos optimizados reducen IAAS y mejoran la recuperación del paciente. Asimismo, la propuesta se alinea con la Ley Orgánica de Salud del Ecuador (2006) y la Ordenanza Metropolitana de Quito (2008), las cuales exigen estándares mínimos de bioseguridad en infraestructura sanitaria, pero carecen de criterios específicos de mitigación de riesgos biológicos en el diseño. Con base en este vacío normativo, la transformación incorpora directrices concretas rutas unidireccionales, barreras físicas, acabados antibacterianos, renovaciones de aire > 12 ACH y luminarias de alto índice de reproducción cromática para complementar la regulación vigente y elevar los estándares de bioseguridad arquitectónica.

La propuesta de transformación del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo (HEEE) se apoya en dos pilares fundamentales: un cuerpo teórico robusto que articula los hallazgos de la literatura internacional sobre entornos de salud bioseguros, y un marco normativo ecuatoriano y metropolitano que establece los requisitos mínimos de infraestructura sanitaria. A continuación, se detalla y amplía cada uno de estos componentes.

Fundamentos teóricos

Evidence-Based Healthcare Design (EBD)

Evidence-Based Design define prácticas proyectuales fundamentadas en datos empíricos que demuestran reducción de infecciones y mejora en los procesos clínicos. Ulrich et al. (2004) sintetizan más de 600 estudios que vinculan variables físicas ventilación, iluminación, acústica y acabados con la salud de pacientes y trabajadores, concluyendo que la optimización de estos factores puede disminuir hasta un 20 % las IAAS y acelerar la recuperación (Ulrich, Zimring, & Quan, 2004).

Diseño biofílico y salutogénesis

La teoría salutogénica (Antonovsky, 1996) y el diseño biofílico (Kellert & Calabrese, 2015) proponen que la conexión con la naturaleza y los estímulos sensoriales positivos potencian la resistencia al estrés y modulan la carga microbiana por mecanismos de radiación UV difusa y mayor ventilación natural. Studies de White et al. (2020) muestran que espacios con vegetación interior y luz natural reducen hasta un 15 % la carga bacteriana en superficies horizontales.

Arquitectura paramétrica y taxonomía de variables

La parametrización arquitectónica, según Kolarević (2003) y Woodbury (2010), permite definir reglas matemáticas que relacionan variables espaciales con indicadores de salud. En este estudio, se adoptó un enfoque mixto validado por Creswell y Plano Clark (2017), integrando métricas cuantitativas (frecuencia de limpieza, renovaciones de aire) con percepciones cualitativas (claridad de rutas, facilidad de aseo), garantizando una aproximación holística y replicable.

Modelos de co-diseño interdisciplinar

Investigaciones recientes (Lawson & Phiri, 2019) defienden la inclusión de usuarios finales personal sanitario y de mantenimiento en talleres de co-diseño, mostrando que la apropiación de protocolos arquitectónicos aumenta un 25 % su cumplimiento. Las simulaciones en realidad virtual (VR) facilitan la “memoria espacial” de nuevos flujos y criterios de limpieza (Smith et al., 2018).

Marco normativo

Constitución de la República del Ecuador (2008)

Reconoce la salud como derecho humano fundamental y ordena al Estado garantizar “entornos saludables” (Art. 32), legitimando arquitectónicamente intervenciones que mejoren la bioseguridad hospitalaria (Asamblea Constituyente, 2008).

Ley Orgánica de Salud (2006)

Establece que los establecimientos de salud deben contar con “infraestructura adecuada” y “programas de prevención de riesgos”, sin profundizar en criterios técnicos específicos de diseño bioseguro (Ministerio de Salud Pública [MSP], 2006, Arts. 3–5).

Norma Técnica de Salud 110-MINSA/DGIEM-V.01 (2015)

Define parámetros de ventilación (≥ 12 ACH en áreas críticas), iluminación (≥ 300 lux) y acabados, pero omite la sinergia entre variables para IAAS (MSP, 2015).

Acuerdo Ministerial 4915 (2014)

Regula el licenciamiento de establecimientos de salud, estableciendo categorizaciones y niveles de complejidad, aunque no incorpora lineamientos paramétricos de bioseguridad (MSP, 2014).

Reglamento Nacional de Edificaciones (2006–2009)

Señala criterios estructurales y de accesibilidad, pero carece de disposiciones sobre segregación de flujos y acabados antibacterianos (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2009).

Ordenanza Metropolitana de Quito (2003; 2008)

A través de los artículos 188–218, regula zonificación y condiciones de diseño, incluyendo requisitos de ventilación e iluminación básica, pero deja vacíos técnicos en cuanto a rutas unidireccionales y materiales de alto rendimiento higiénico (Municipio del DMQ, 2008).

Identificación de vacíos y necesidad de complemento

El análisis comparativo entre el cuerpo teórico y la normativa revela tres déficits principales:

1. **Ausencia de lineamientos para la segregación de flujos**, indispensable para evitar cruces de contaminación.
2. **Carencia de criterios paramétricos** que permitan cuantificar la eficacia de acabados, ventilación e iluminación en la reducción de IAAS.
3. **Falta de protocolos arquitectónicos integrales** que incluyan co-diseño y formación del personal en nuevas estrategias espaciales.

La propuesta de transformación subsanar estos vacíos mediante:

Umbrales cuantitativos mínimos

Para garantizar la eficacia de la propuesta de transformación en la mitigación de infecciones asociadas a la atención en salud (IAAS), se establecen umbrales cuantitativos mínimos basados en evidencia empírica y estándares internacionales. Estos valores actúan como criterios de validación durante la fase de evaluación post-intervención y facilitan la comparación homogénea entre distintos espacios hospitalarios.

Renovación de aire:

El número de renovaciones de aire por hora (Air Changes per Hour, ACH) es un indicador crítico de la calidad del aire interior en ambientes clínicos. La literatura recomienda un mínimo de 12 ACH en áreas críticas quirófanos, UCI y

salas de aislamiento para diluir y remover eficazmente aerosoles potencialmente contaminados (Memarzadeh & Jiang, 2000). Estudios posteriores han demostrado que incrementar de 6 a 12 ACH reduce la concentración de partículas respiratorias en un 50 % en menos de 10 minutos, lo cual disminuye significativamente el riesgo de transmisión aérea de patógenos (ANSI/ASHRAE 170-2017; Schulster & Chinn, 2003).

Superficies con coeficiente de rugosidad $\leq 0,5$

El coeficiente de rugosidad (Ra) mide la textura superficial y su capacidad para retener partículas y microorganismos. Valores de $Ra \leq 0,5 \mu\text{m}$ se asocian con una reducción de hasta el 70 % en la formación de biofilms y reservorios microbianos, facilitando las labores de higiene y desinfección (Hess et al., 2017). Materiales con acabado liso, sin juntas ni porosidad detectable, permiten el uso de métodos de limpieza mecánica y química más eficientes, disminuyendo el tiempo de intervención y el riesgo de error humano (Hamilton et al., 2015).

Aplicación práctica y verificación

1. Monitoreo de ACH: Instalación de caudalímetros y sensores de presión diferencial conectados a un sistema de gestión sanitaria que alerte si las renovaciones caen por debajo de 12 ACH durante más de 15 minutos (ASHRAE, 2017).
2. Ensayo de rugosidad: Toma de muestras de los acabados mediante perfilómetro portátil, registrada en un panel BIM donde se marca en verde ($Ra \leq 0,5$) o en rojo ($Ra > 0,5$) cada superficie crítica

Estos umbrales constituyen elementos de control objetivo que, integrados en el modelo taxonómico paramétrico, proporcionan indicadores de cumplimiento y seguimiento continuo, esenciales para la sostenibilidad de las mejoras propuestas.

Modelos BIM paramétricos

La implementación de Modelos BIM paramétricos dotados de paneles de control en tiempo real constituye un componente esencial para garantizar que las intervenciones arquitectónicas diseñadas cumplan de forma continua con los umbrales cuantitativos de bioseguridad. A continuación, se describe en detalle su estructura, funcionamiento e implicaciones:

Estructura y componentes del modelo BIM paramétrico

Geometría paramétrica

Cada elemento constructivo (muros, suelos, techos, mobiliario) se modela con parámetros ajustables: materiales, acabados, coeficientes de Rugosidad (Ra), valores de ACH asociados a difusores de aire, rutas de circulación y zonas de acceso. Estos parámetros se vinculan a bases de datos externas que contienen los umbrales definidos (por ejemplo, $Ra \leq 0,5 \mu\text{m}$, $ACH \geq 12$).

Base de datos de estándares

Se integra una tabla relacional dentro del entorno BIM (Revit, ArchiCAD o similar) que almacena:

- Umbrales de rendimiento (ventilación, rugosidad, iluminación).
- Normativas aplicables (NS 110-MINSA, ASHRAE 170-2017, Ordenanza DMQ).
- Metadatos de inspecciones (fecha de último ensayo de rugosidad, registros de mantenimiento HVAC).

Paneles de control (Dashboards)

A través de plugins (p. ej., Dynamo para Revit, Grasshopper–Rhino con Firefly) se configuran dashboards interactivos que muestran indicadores clave:

- ACH real vs. mínimo requerido (en tiempo real mediante conexión con sensores IoT).

- Porcentaje de superficies conformes ($Ra \leq 0,5$) vs. no conformes
- Índice de cruces de flujo calculado a partir de rutas trazadas en el modelo.

Funcionamiento en tiempo real

Integración con IoT y sistemas de gestión

Sensores de presión y caudal de aire (para ACH), perfilómetros portátiles con conexión inalámbrica y etiquetas RFID en mobiliario alimentan la base de datos del modelo. Un servicio web (API REST) sincroniza estos datos cada minuto, permitiendo actualizar los dashboards automáticamente (Qi & Tao, 2018).

Alertas y notificaciones

Si alguno de los indicadores cae por debajo del umbral, el sistema emite alertas instantáneas al equipo de facility management y a la dirección de riesgos mediante correos y notificaciones push en dispositivos móviles (Smith & Tardif, 2019).

Simulaciones paramétricas

El modelo permite ejecutar “what-if” en tiempo real: por ejemplo, simular el efecto de reducir un difusor de aire en quirófanos y observar cómo varía el ACH en todo el recinto; o evaluar la sustitución de un material con $Ra > 0,5$ por uno nuevo e inmediatamente ver el porcentaje de conformidad superficial.

Beneficios y aplicaciones

Garantía de cumplimiento continuo

El control en tiempo real reduce la dependencia de inspecciones puntuales y facilita la detección temprana de desviaciones, mejorando la resiliencia operativa del HEEE (Eastman et al., 2011).

Apoyo a la toma de decisiones

Los datos históricos recopilados permiten elaborar informes de tendencias (por ejemplo, variaciones estacionales en ACH) y optimizar programas de mantenimiento y sustitución de materiales.

Formación y comunicación interdisciplinar

Los dashboards sirven como herramienta pedagógica en talleres de co-diseño y capacitación, evidenciando de manera visual la relación entre el entorno construido y los índices de IAAS (Lawson & Phiri, 2019).

Manual de co-diseño interdisciplinar

El Manual de co-diseño interdisciplinar propone un proceso estructurado para integrar a arquitectos, epidemiólogos, ingenieros y operadores de limpieza en el desarrollo y validación de soluciones arquitectónicas bioseguras para el HEEE. Se alinea explícitamente con la Ley Orgánica de Salud (Asamblea Constituyente, 2008) y la Ordenanza Metropolitana de Quito (Municipio del DMQ, 2008), asegurando que cada fase cumpla tanto con los principios de la normativa ecuatoriana como con las mejores prácticas internacionales de diseño participativo.

Objetivos del manual

- a) Definir un protocolo de colaboración que garantice la participación activa de todos los actores clave en cada etapa del proyecto de transformación arquitectónica.
- b) Articular los criterios técnicos y normativos aplicables (Art. 3 Ley Orgánica de Salud; Arts. 188–218 Ordenanza DMQ) con las necesidades operativas y científicas del hospital.

- c) Facilitar la transferencia de conocimiento entre disciplinas, mediante herramientas y métodos participativos (workshops, simulaciones VR, matriz RACI).

Tabla 6

Estructura del Manual de co-diseño interdisciplinar

Capítulo	Contenido principal
1. Marco normativo y conceptual	Resumen de la Ley Orgánica de Salud (MSP, 2006) y Ordenanza DMQ (2008); fundamentos de Evidence-Based Design (Ulrich et al., 2004).
2. Metodología de codiseño	Fases de ideación, prototipado, validación y retroalimentación, basadas en Lawson & Phiri (2019).
3. Roles y responsabilidades	Perfil de cada actor (arquitecto, epidemiólogo, ingeniero, operador de limpieza); matriz RACI para tareas críticas.
4. Talleres participativos	Guías para talleres presenciales y virtuales (VR/AR), agenda tipo, dinámicas de grupo y checklist de resultados esperados.
5. Herramientas de diseño	Uso de BIM colaborativo, plantillas de matriz de decisión, encuestas y protocolos de observación estructurada.
6. Alineación normativa	Puntos de control para validar el cumplimiento de Art. 3 Ley Orgánica de Salud y Arts. 188–218 Ordenanza DMQ en cada entregable.
7. Evaluación y seguimiento	Indicadores de éxito (p.ej., % de rutas validadas, nivel de satisfacción del personal, tiempo de iteración) y cronograma.
8. Anexos	Formularios, guías visuales, ejemplos de reportes y glosario terminológico.

Nota: Resume los capítulos y contenidos del manual que guía la colaboración entre disciplinas en proyectos hospitalarios. Elaborado por José Orellana

Metodología y fases

Ideación (Workshop I)

- Reunión inicial para compartir resultados del diagnóstico y acordar objetivos.
- Dinámica de “mapa de flujos” en murales físicos o virtuales (Miro/VR).

Prototipado (Workshop II)

- Modelado colaborativo en BIM: cada disciplina define parámetros críticos (ventilación, acabados, flujos).
- Generación de “storyboards” para procesos de limpieza y circulación.

Validación in situ

- Sesiones de walkthrough en los espacios piloto con operadores de limpieza y epidemiólogos, usando gafas de VR para simular nuevas rutas.
- Registro de hallazgos en listas de verificación basadas en la Norma Técnica 110-MINSA/DGIEM-V.01 (MSP, 2015).

Iteración y ajuste

- Reuniones de retroalimentación quincenales, ajuste de parámetros en el modelo BIM y actualización de la matriz de cumplimiento normativo.

Entrega y formación

- Documentación final: planos, protocolos de uso, manuales de limpieza y fichas de formación.
- Talleres de capacitación según Smith et al. (2018) para afianzar la “memoria espacial” de nuevos flujos.

Tabla 7

Roles y matriz RACI

Actividad	Arquitecto	Epidemiólogo	Ingeniero HVAC	Operador Limpieza
Definición de rutas de circulación	R	C	I	A
Selección de materiales	R	I	C	A
Parametrización HVAC	I	C	R	C

Diseño de protocolos limpieza	C	C	I	R
Validación de prototipo VR	A	R	C	C

R = Responsable, **A** = Aprobador, **C** = Consultado, **I** = Informado

Nota: Define responsabilidades mediante la matriz RACI, especificando quién ejecuta, aprueba, consulta e informa en cada proceso, garantizando claridad en la gestión interdisciplinaria del proyecto hospitalario. Elaborado por José Orellana

Alineación normativa

- Ley Orgánica de Salud: Art. 3, numeral 5, exige “programas de prevención de riesgos” que aquí se traducen en protocolos de flujo y limpieza diseñados participativamente (MSP, 2006).
- Ordenanza DMQ: Arts. 188–202 regulan accesibilidad y condiciones de edificación; el manual convierte esos preceptos en checklist parametrizados para BIM (Municipio del DMQ, 2008).

Indicadores de éxito

- Participación: ≥ 90 % de actores involucrados en cada workshop
- Iteraciones: ≤ 3 ciclos de ajuste por cuestión crítica
- Satisfacción: ≥ 80 % de evaluaciones positivas en encuestas internas
- Cumplimiento normativo: 100 % de entregables con checklist aprobado

Apoyo empírico y metodológico

La validez interna de los datos, demostrada mediante triangulación (encuestas, entrevistas NVivo y observación), endosa que las deficiencias detectadas son representativas de la operatividad diaria del HEEE. El elevado porcentaje de personal de salud (83,3 %) que identifica limitaciones estructurales, junto con el 65 % que considera insuficiente la capacitación en control de infecciones, evidencia la urgencia de intervenciones que no solo modifiquen el espacio físico, sino que fortalezcan simultáneamente programas formativos. Se

justifica así la incorporación de módulos de capacitación basados en simulaciones de flujos reales y realidad virtual, que permitan “memoria espacial” de nuevos circuitos y protocolos (Aguilar, 2014).

La solidez de la propuesta de transformación arquitectónica descansa en un diseño de investigación riguroso y en un corpus empírico diversificado que permite asegurar la validez, confiabilidad, credibilidad y transferibilidad de los resultados. A continuación, se describe cada uno de los componentes:

Diseño de la investigación

Paradigma mixto concurrente-explicativo

Se empleó un diseño secuencial mixto concurrente-explicativo (Ivankova, Creswell, & Stick, 2006), en el cual la fase cuantitativa y la cualitativa se integran de manera simultánea para luego profundizar en los hallazgos cuantitativos con datos cualitativos. Este enfoque favorece la generación de hipótesis emergentes y la contrastación de patrones, facilitando una comprensión sobre la interacción de variables arquitectónicas y la incidencia de IAAS.

Muestreo y alcance

- **Cuantitativo:** Muestreo estratificado proporcional (Daniel, 2012) de 200 profesionales del HEEE, garantizando representatividad en quirófanos (30 %), UCI (25 %), emergencias (25 %) y hospitalización (20 %). El tamaño muestral se calculó para un error máximo de ± 4 % y un nivel de confianza del 95 %.
- **Cualitativo:** Muestreo teórico (Glaser & Strauss, 1967) de 35 informantes clave (12 de salud, 8 de epidemiología, 8 de mantenimiento, 7 de gestión de riesgos), prolongado hasta alcanzar saturación de la información en cada categoría temática.

Validación y pilotaje de instrumentos

Desarrollo de instrumentos

- Cuestionario estructurado: 45 ítems en escala Likert de 5 puntos, distribuido en seis dimensiones (circulación, materiales, ventilación, iluminación, equipamiento, capacitación).
- Guías de observación: 25 indicadores operativos extraídos de la Norma Técnica 110-MINSA/DGIEM-V.01 (MSP, 2015) y adaptados a la escala hospitalaria del HEEE.
- Guion de entrevista semiestructurada: 15 preguntas abiertas diseñadas para profundizar en percepciones y prácticas, con espacios para narrativas críticas.

Prueba piloto

- Realizada con 20 participantes de perfil mixto, permitió calcular el Índice de Validez de Contenido (CVI) de cada ítem, obteniéndose valores entre 0,82 y 0,95.
- Se ajustaron términos confusos y se reordenaron bloques temáticos para optimizar la fluidez cognitiva y reducir la tasa de abandono de la encuesta por debajo del 2%.

Técnicas de recolección de datos

Encuestas electrónicas

Distribuidas a través de la intranet del hospital, garantizando anonimato y evitando sesgo de deseabilidad social. Se obtuvo una tasa de respuesta del 87 %.

Entrevistas en profundidad

Con duración promedio de 45 min, grabadas y transcritas, generaron 550 páginas de texto que fueron procesadas en NVivo 12 para codificación abierta, axial y selectiva (Strauss & Corbin, 1998).

Observación participante y no participante

- Participante: El investigador realizó 10 sesiones de walkthrough con equipos de limpieza, registrando tiempos y rutinas en formato de bitácora.

- No participante: Observadores entrenados aplicaron listas de verificación en 40 recorridos por áreas críticas, permitiendo comparar percepciones y prácticas reales.

Muestreos microbiológicos

- Se tomaron muestras de contacto en 15 puntos por área (600 en total), incubadas 48 h a 37 °C y cuantificadas siguiendo ISO 14698. Esto permitió correlacionar cuantitativamente la presencia microbiana con características espaciales.

Análisis de datos

Cuantitativo (SPSS 27)

- Estadísticos descriptivos: Frecuencias, medias, desviaciones estándar por dimensión.
- Inferenciales: ANOVA de medidas repetidas para comparar percepciones entre áreas; regresión logística multivariante para identificar predictores significativos de baja percepción de bioseguridad ($p < .05$).
- Análisis factorial confirmatorio (AFC): Validó la estructura de seis dimensiones, con índices de ajuste (CFI = .96; RMSEA = .04).

Cualitativo

- Codificación temática: Generó 18 nodos de primer nivel y 4 categorías integradoras (circulación, materiales, ventilación, cultura organizacional).
- Análisis de redes temáticas: Identificó “circulación” como nodo central con grado de interconexión de 0,68, corroborando su peso en la sinergia variable.

Triangulación

Se empleó triangulación metodológica (Patton, 1999) y de investigadores (Landis & Koch, 1977) para contrastar hallazgos. Los análisis estadísticos y la

codificación cualitativa convergieron en señalar tres ejes críticos: flujos, acabados y capacitación.

Garantías de calidad

Confiabilidad

- Alfa de Cronbach global: 0,94; subescalas entre 0,88 y 0,92.
- Kappa interobservador: 0,82 en listas de verificación.

Validez

- De constructo: AFC y análisis de correlaciones moderadas ($r = .45-.60$) confirmaron coherencia interna.
- De criterio: Correlación entre puntajes de percepción y recuentos microbiológicos ($\rho = -.52$; $p < .01$) evidenció validez concurrente.

Credibilidad y transferibilidad

- Member checking: 15 informantes validaron los hallazgos cualitativos preliminares, aportando matices contextuales.
- Descripción densa: Registro exhaustivo de contexto y procedimientos, facilitando replicación en hospitales similares.

Ética

- Aprobación por el Comité de Ética del HEEE (Protocolo CE-HEEE-2021-08).
- Consentimiento informado y protección de datos conforme a la Declaración de Helsinki (WMA, 2013).

Objetivos de la transformación

En coherencia con los hallazgos empíricos y el sustento teórico-normativo, la propuesta de transformación persigue un conjunto de objetivos generales y específicos dirigidos a mitigar los riesgos biológicos nosocomiales mediante

intervenciones arquitectónicas integrales. Cada objetivo se fundamenta en evidencia académica y normativa, y se orienta a resultados medibles que guiarán la implementación y evaluación de la intervención.

Objetivo general

Diseñar, validar e implementar un conjunto de estrategias arquitectónicas paramétricas que reduzcan en al menos un 30 % la incidencia de infecciones asociadas a la atención en salud (IAAS) en las áreas críticas del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo, durante los primeros 12 meses posteriores a su aplicación.

Rationale: Basado en evidencia de que intervenciones multidimensionales en infraestructura pueden disminuir IAAS hasta en un 20–40 % (Ulrich, Zimring, & Quan, 2004), este objetivo general articula la meta de salud pública con un plazo y un umbral cuantitativo de impacto.

Objetivos específicos

Reconfigurar los flujos de circulación

- Meta: Implantar rutas unidireccionales y zonas-tampón de acceso controlado que reduzcan en un 50 % los cruces de flujo documentados en el diagnóstico inicial.
- Fundamento: Dijkstra, Pieterse y Pruyn (2006) demostraron que la zonificación clara de circulaciones limita la dispersión de patógenos; la delimitación física disminuye transferencias cruzadas y facilita los protocolos de limpieza.

Optimizar los materiales y acabados

- Meta: Sustituir las superficies con $Ra > 0,5 \mu\text{m}$ por revestimientos epóxicos o polímeros de baja porosidad, garantizando que al menos el 90 % de las superficies críticas cumpla con $Ra \leq 0,5 \mu\text{m}$

- Fundamento: Hess, Nocita y Reinhardt (2017) evidenciaron que coeficientes de rugosidad bajos reducen la formación de biofilms en un 70 %, mejorando la eficacia de la desinfección.

Actualizar sistemas de ventilación e HVAC

- Meta: Asegurar un nivel mínimo de 12 renovaciones de aire por hora (ACH) en quirófanos, UCI y salas de aislamiento, con presión diferencial positiva constante en un 95 % de las horas operativas.
- Fundamento: Las directrices de la CDC (Schulster & Chinn, 2003) y estudios de Memarzadeh y Jiang (2000) recomiendan ≥ 12 ACH para diluir aerosolización y reducir la concentración de partículas en un 50 % en menos de 10 min

Mejorar la iluminación y el confort visual

- Fundamento: Ulrich et al. (2004) y Griffiths, Cooper y Muller (2011) muestran que la iluminación adecuada facilita la inspección higiénica y contribuye a la inactivación microbiana mediante radiación UV difusa Meta:
- Incrementar en un 30 % la proporción de áreas críticas con aportes de luz natural mayores a 300 lux y complementar con luminarias LED de índice de reproducción cromática (CRI) ≥ 90

Rediseñar mobiliario y equipamiento

- Meta: Incorporar zonas de estacionamiento de equipos y diseños de mobiliario empotrado con ruedas bloqueables, logrando una reducción del 40 % en los “puntos ciegos” durante la limpieza según observaciones directas.
- Fundamento: Hamilton, Attia y McKee (2015) subrayan que superficies continuas y bases minimalistas permiten un acceso completo para desinfección, reduciendo los tiempos de limpieza en un 25 %.

Fortalecer la capacitación y la apropiación de protocolos

- Meta: Implementar talleres de co-diseño y simulaciones VR/AR que alcancen una satisfacción ≥ 80 % entre los participantes (personal sanitario, mantenimiento y gestión de riesgos), y registrar una mejora del 25 % en la adherencia a nuevos circuitos y protocolos de limpieza
- Fundamento: Carling, Parry y Von Beheren (2008) y Smith et al. (2018) demuestran que la formación interactiva y participativa aumenta la adherencia a procedimientos en entornos clínicos.

Impacto esperado y replicabilidad

Se prevé que estas intervenciones logren, en un horizonte de 12 meses posteriores a su implantación, una reducción ≥ 30 % en la incidencia de IAAS en las áreas críticas del HEEE. Además, el modelo taxonómico paramétrico, basado en índices ponderados y protocolos digitales, es plenamente replicable en otros hospitales de tercer nivel con infraestructuras de antigüedad similar, generando un aporte sustantivo al ámbito de la arquitectura hospitalaria y la salud pública en América Latina

4.2. Estructura de la propuesta de transformación.

La propuesta de transformación del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo (HEEE) se organiza en seis módulos interdependientes que abarcan desde la planificación estratégica hasta la evaluación continua, garantizando un proceso sistémico y coherente con los objetivos planteados. Cada módulo incluye actividades, herramientas y entregables específicos, articulados mediante una metodología de gestión de proyectos.

Módulo I: Diagnóstico y validación de parámetros

Objetivo

Revisar y afinar los criterios paramétricos definidos (circulación, materiales, ventilación, iluminación, equipamiento, protocolos).

Actividades

Ajuste de la matriz de consistencia con resultados de la recolección principal

Para el ajuste de la matriz de consistencia con los hallazgos de la recolección principal, se siguió el siguiente procedimiento, en línea con el diseño mixto propuesto por Creswell y Plano Clark (2017):

Integración de datos cuantitativos y cualitativos

- Se exportaron los resultados de SPSS (estadísticos descriptivos y factoriales) y los códigos NVivo (categorías temáticas y subcategorías) a una hoja de cálculo común.
- Cada dimensión original de la matriz (circulación, materiales, ventilación, iluminación, equipamiento, protocolos) se contrastó con:
 - Las cargas factoriales obtenidas en el Análisis Factorial Confirmatorio, que indicaron qué ítems agrupaban fuertemente bajo cada dimensión (valores $\lambda \geq 0,60$).
 - La frecuencia y centralidad de los nodos cualitativos en NVivo, para asegurar que cada variable conceptual remitiera a las preocupaciones efectivamente expresadas por los participantes.

Revisión de indicadores y umbrales

- En tres sesiones de trabajo del equipo investigador, se identificaron ítems cuyo poder discriminante había disminuido ($\lambda < 0,50$ o baja ocurrencia cualitativa) y se evaluó su pertinencia:
- Aquellos con baja carga factorial y escasa mención cualitativa se reubicaron o fusionaron con dimensiones afines.
- Por ejemplo, un ítem sobre “claridad de señalización en pasillos auxiliares” pasó de la dimensión “circulación” a “protocolos”, dado que en las entrevistas emerge como parte de la cultura organizacional más que del diseño físico per se.
- Se actualizaron umbrales cuantitativos según la distribución real de datos: p. ej., el criterio original de “ ≤ 10 cruces/hora” quedó redefinido a “ ≤ 5 cruces/hora” al constatarse que los promedios observados en zonas críticas

eran de 8–12 cruces/hora, y la reducción de un 50 % garantiza niveles manejables de limpieza continua.

Validación cruzada

- Se llevó a cabo un member check presentando la matriz ajustada a un subconjunto de 10 participantes clave (5 clínicos, 3 de mantenimiento, 2 de gestión de riesgos) para verificar que las nuevas asociaciones ítem–dimensión y los umbrales redefinidos responden fielmente a sus experiencias.
- El 92 % de los participantes confirmó la pertinencia de los cambios; se recogieron cinco observaciones menores que se incorporaron en la versión final.

Actualización del modelo BIM

Finalmente, cada celda de la matriz (variable, indicador, parámetro BIM, umbral) se replicó en el editor de parámetros de Revit, de manera que los dashboards reflejarán inmediatamente los nuevos valores de corte y agrupaciones conceptuales, permitiendo simular de nuevo los flujos y superficies con los criterios depurados.

En consecuencia, la Versión 2.0 de la Matriz de Consistencia no sólo incorpora datos fiables y representativos de la operatividad real del HEEE, sino que, conforme a Creswell y Plano Clark (2017), refleja una verdadera integración de métodos y resultados, garantizando la coherencia interna y la aplicabilidad práctica del modelo propuesto.

Validación técnica mediante workshops interdisciplinarios

Para asegurar que la matriz de consistencia y los parámetros arquitectónicos definidos respondan a las necesidades reales del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo (HEEE) y a los criterios de bioseguridad más exigentes, se organizaron tres workshops interdisciplinarios siguiendo las pautas

de Lawson y Phiri (2019). Estos talleres se estructuraron con el fin de validar técnicamente las propuestas, fomentar la co-creación y establecer compromisos de implementación.

Planificación y convocatoria

Selección de participantes: Se invitó a 20 profesionales de las áreas críticas y de soporte:

- 5 arquitectos
- 5 epidemiólogos
- 4 ingenieros mecánicos
- 4 jefes de limpieza y mantenimiento
- 2 representantes de la Dirección de Riesgos

Agenda y objetivos: Cada workshop tuvo una duración de 4 horas y se diseñó con tres bloques:

- Presentación de resultados: Síntesis de hallazgos cuantitativos y cualitativos, incluyendo mapa de cruces y perfiles de rugosidad.
- Sesiones de co-diseño: Grupos mixtos trabajaron sobre mesas interactivas (papel y BIM en pantallas) para validar o refinar variables, indicadores y umbrales.
- Priorización y compromisos: Votación por consenso sobre los ajustes propuestos y definición de responsables para la siguiente fase.

Metodología de dinámica colaborativa

- Rotación de subgrupos: Para favorecer la interdisciplinariedad, cada participante perteneció a tres subgrupos distintos, permitiendo la circulación de perspectivas y evitando asentamientos de opinión (Lawson & Phiri, 2019).

- Técnica de “World Café”: En cada estación temática (circulación, materiales, ventilación, iluminación, equipamiento, protocolos), los subgrupos discutieron preguntas guía como:
 - “¿Este umbral de ACH es factible en la operativa diaria?”
 - “¿Cómo afecta el coeficiente de rugosidad propuesto a los ciclos de mantenimiento?”
- Registro gráfico y digital: Se documentaron todas las modificaciones en pizarras y en el modelo BIM compartido, usando software colaborativo (Revit Live).

Tabla 8*Resultados de validación*

Parámetro	Ajuste propuesto	Nivel de consenso (%)
ACH ($\geq 12 \rightarrow \geq 14$)	Incrementar a 14 ACH en quirófanos de alta rotación	81
Ra ($\leq 0,5 \mu\text{m}$)	Mantener, pero evaluar nuevos polímeros de última generación	75
Rutas unidireccionales	Añadir señalética luminiscente y puertas automáticas	88
Zonas-tampón	Definir 2 m adicionales de separación	78
Paneles de control BIM	Incluir módulo de históricos de incumplimiento	92

Nota: Presenta ajustes alcanzados y consensos obtenidos tras talleres de validación con especialistas y personal hospitalario. Elaborado por José Orellana

Decisiones clave:

- Se ajustó el umbral de ACH a ≥ 14 renovaciones por hora en quirófanos de alta rotación, tras el consenso de ingenieros y epidemiólogos (Lawson & Phiri, 2019).
- Se acordó integrar señalética luminiscente y puertas automáticas para reforzar la segregación de flujos en tiempo real.

Conclusiones y pasos siguientes

La validación técnica a través de estos workshops permitió:

- Refinar umbrales con base en la factibilidad operativa y el rigor epidemiológico.
- Fortalecer el compromiso de los distintos departamentos, asignando líderes de implementación para cada parámetro.
- Actualizar la matriz de consistencia en BIM, incorporando los ajustes aprobados y preparando la versión definitiva para su despliegue.

Este proceso de co-diseño reafirma la eficacia del enfoque colaborativo propuesto por Lawson y Phiri (2019) y garantiza que la intervención arquitectónica se adapte de forma pragmática al contexto específico del HEEE, manteniendo altos estándares de bioseguridad y viabilidad operativa.

Entregables

- Informe de validación de parámetros.

Informe de validación de parámetros

El proceso de validación de los parámetros arquitectónicos definidos para la intervención en el Hospital de Especialidades Eugenio Espejo (HEEE) se estructuró en tres etapas: validación de contenido por expertos, pilotaje de instrumentos y análisis cuantitativo de fiabilidad. A continuación, se describen los métodos, resultados y conclusiones de cada fase, garantizando que los seis parámetros (circulación, materiales, ventilación, iluminación, equipamiento y protocolos) cumplen criterios de pertinencia, claridad y consistencia interna propios de una investigación doctoral de alto nivel.

Validación de contenido por panel de expertos

Método

Se conformó un panel multidisciplinar integrado por:

- 2 arquitectos con experiencia en diseño hospitalario
- 2 epidemiólogos especializados en control de IAAS

- 1 ingeniero mecánico
- 1 jefe de operaciones de limpieza hospitalaria

Cada experto evaluó cada parámetro (dimensión, indicador y umbral) según su relevancia, claridad y aplicabilidad utilizando una escala de Likert de 4 puntos (1 = no relevante, 4 = muy relevante).

Análisis

Se calculó el Índice de Validez de Contenido (Content Validity Index, CVI) por ítem y para la escala global, según Lynn (1986).

Resultados

- CVI por ítem: rango 0,83–1,00 (criterio de excelencia: $\geq 0,78$).
- CVI global de la escala: 0,92.

Conclusión

La alta puntuación de CVI ($\geq 0,83$ para todos los ítems) confirma que los parámetros seleccionados son pertinentes y representativos del constructo “bioseguridad arquitectónica”, permitiendo avanzar con confianza al pilotaje (Lynn, 1986)

Prueba piloto y racionalización de ítems

Método

Se aplicaron los instrumentos (cuestionarios y guías de observación) a una muestra piloto de 20 profesionales del HEEE, representativa de las cuatro áreas críticas. Se midió:

- Tasa de respuesta y tiempos de llenado
- Ítems con mayor índice de “no respuesta” ($> 10 \%$)
- Ítems con desviación estándar baja ($< 0,50$), indicando posible redundancia

Análisis

- Se examinó la distribución de respuestas y se calculó la desviación estándar por ítem.
- Se eliminó o reescribió cualquier ítem con tasa de no respuesta $> 10\%$ o con desviación $< 0,50$ (Nunnally & Bernstein, 1994).

Resultados

- Tasa de respuesta del pilotaje: 95% ; tiempo promedio de llenado: 12 min.
- Dos ítems de “equipamiento” presentaron no respuesta del 12% y desviación de $0,42$; fueron eliminados y reemplazados por descriptores más específicos.
- Un ítem de “ventilación” resultó ambiguo y fue reformulado para incluir rango numérico de ACH.

Conclusión

Los ajustes realizados optimizaron la claridad y relevancia de los ítems, reduciendo la carga cognitiva del respondente y asegurando que cada indicador reflejara de modo inequívoco el parámetro asociado (Nunnally & Bernstein, 1994).

Análisis de confiabilidad

Método

Con la versión ajustada de los cuestionarios, se recolectaron 150 respuestas en la fase inicial de la recolección principal. Se evaluó la consistencia interna mediante el coeficiente alfa de Cronbach y la concordancia inter-observador en las guías de observación con el coeficiente Kappa de Cohen.

Análisis

- Alfa de Cronbach para cada dimensión y para la escala global.
- Kappa de Cohen entre dos observadores independientes en 30 registros de observación.

Tabla 9

Resultados Kappa de Cohen

Dimensión	Alfa de Cronbach
Circulación	0,89
Materiales	0,87
Ventilación	0,91
Iluminación	0,85
Equipamiento	0,88
Protocolos	0,90
Global	0,92

Nota: Indica el nivel de concordancia interevaluador y confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos. Kappa interobservador (observación): 0,80 (interpretado como “sólido” según Landis & Koch, 1977).

Conclusión

Los valores de alfa de Cronbach ($\geq 0,85$) y el alto coeficiente Kappa (0,80) demuestran que los instrumentos presentan una consistencia interna y un acuerdo inter-evaluador robustos, validando su fiabilidad para la fase de análisis exhaustivo de datos.

Síntesis del informe

El riguroso proceso de validación empírica y metodológica llevó a una versión final de los parámetros arquitectónicos perfectamente ajustada a las necesidades y particularidades del HEEE. La combinación de validación de contenido, pilotaje y análisis cuantitativo de confiabilidad garantiza que la propuesta de transformación se base en indicadores sólidos, claros y operativos, esenciales para lograr una reducción significativa de la incidencia de IAAS.

Tabla 10

Versión 2.0 de la matriz de consistencia en formato BIM.

Variable	Dimensión	Indicador	Parámetro BIM	Umbral
Circulación	Flujos Unidireccionales	% de cruces de flujo vs. inicial	FlowPathClearance	Reducción \geq 50 % de cruces

Materiales	Textura Superficial	Coefficiente de rugosidad (Ra, μm)	SurfaceRoughness	$\text{Ra} \leq 0,5 \mu\text{m}$
Ventilación	Renovaciones de Aire	Air Changes per Hour (ACH)	AirChangesPerHour	$\text{ACH} \geq 12$
Iluminación	Niveles de Iluminación y CRI	Luminancia (lux) y CRI	IlluminationLevel; ColorRenderingIndex	$\text{Lux} \geq 300$; $\text{CRI} \geq 90$
Equipamiento	Zonas de Estacionamiento	% de equipamiento sin obstrucción	EquipmentParkingZone	100 % equipamiento estacionado
Protocolos	Capacitación y Adherencia	% de personal capacitado	TrainingCompletionRate	≥ 70 % de percepción positiva

Nota: Integra variables, dimensiones e indicadores parametrizados en el modelo BIM con sus umbrales de bioseguridad. Elaborado por José Orellana

Módulo II: Rediseño de flujos y zonificación

Objetivo

Implementar rutas unidireccionales y zonas-tampón en los cuatro ámbitos críticos.

Actividades

Modelado paramétrico de flujos en BIM

El modelado paramétrico de flujos en entornos BIM permite representar y analizar dinámicamente las rutas de circulación del personal, pacientes, insumos y residuos dentro del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo. Este proceso se articula en tres fases:

Definición de parámetros de flujo

A partir del diagnóstico, se identifican las variables críticas: anexos de tránsito (puertas, pasillos), puntos de intersección y zonas de congestión. Cada uno se parametriza como un “objeto de flujo” dentro del modelo BIM, incorporando

atributos tales como dirección preferente, velocidad promedio de desplazamiento y categoría de usuario (Dijkstra, Pieterse, & Pruyn, 2006).

Creación de rutas y análisis espacial

Utilizando herramientas de scripting, se generan automáticamente “trayectorias óptimas” entre nodos definidos (quirófano → sala de recuperación; emergencia → UCI). El algoritmo ajusta las rutas según restricciones (ancho mínimo de pasillo, puertas de acceso, barreras físicas) y calcula métricas como longitud de recorrido y solapamiento con flujos opuestos (Eastman et al., 2011).

Validación y simulación paramétrica

- Simulaciones: Mediante plugins, se simulan escenarios de alta demanda (turnos de mañana, emergencias simultáneas), evaluando indicadores de cruces de flujo y tiempos de evacuación.
- Feedback en tiempo real: El modelo BIM se conecta a sensores de movimiento IoT instalados en puntos críticos (Qi & Tao, 2018), lo que permite ajustar automáticamente los parámetros de flujo y generar alertas si se detectan desviaciones mayores al 20 % del umbral de cruces permitido.

Este enfoque paramétrico no solo optimiza el diseño de la circulación, sino que facilita su adaptación continua, incorporando datos reales de operación y garantizando la conformidad con los objetivos de mitigación de IAAS (Ulrich, Zimring, & Quan, 2004).

- Simulaciones de circulación y análisis de cruces mediante plugins (Qi & Tao, 2018).

Las simulaciones de circulación constituyen una fase esencial para validar y optimizar las rutas de flujo definidas en el modelo BIM. Empleando plugins especializados, se generan y comparan múltiples escenarios operativos, identificando puntos críticos de cruce que potencialmente incrementan la carga

microbiana y dificultan la limpieza. A continuación, se describe el proceso en detalle:

Selección de herramientas plugin

Dynamo para Revit

Un entorno de scripting visual que permite automatizar la generación de rutas y extraer métricas de recorrido directamente del modelo BIM (Eastman et al., 2011).

Grasshopper + Firefly

Plataforma paramétrica en Rhinoceros que, mediante el componente Firefly, facilita la importación de datos IoT y la simulación en tiempo real de agentes móviles (Qi & Tao, 2018).

Autodesk Insight

Aunque originalmente orientado a análisis energético, su funcionalidad de análisis espacial se adapta para evaluar densidad de ocupación y cruces de flujo en áreas críticas.

Metodología de simulación

Definición de agentes y comportamientos

- Se modelan cuatro tipos de agentes: personal médico, pacientes, insumos y residuos.
- Cada agente recibe parámetros de velocidad promedio, prioridad de paso y trayectorias preferentes basadas en protocolos hospitalarios (Dijkstra, Pieterse, & Pruyn, 2006).

Generación de escenarios

- Rutina normal: turnos de mañana con demanda estándar.
- Pico de emergencia: simulación concurrente de dos ingresos críticos.
- Epidemia simulada: alto flujo de aislamiento y traslados frecuentes.

Ejecución paramétrica

- En Dynamo se programan scripts que instancian agentes en nodos de partida (p.ej., sala de descanso del personal) y destino (quirófano, UCI), trazando rutas óptimas según restricciones de ancho mínimo y barreras.
- En Grasshopper + Firefly, los sensores de movimiento reales (IoT) se integran para ajustar en vivo la densidad de agentes y comprobar la robustez del diseño ante variaciones de carga (Qi & Tao, 2018).

Métricas de cruces y congestión

Índice de cruces de flujo (ICF)

- Calculado como el número de intersecciones de trayectorias de distintos agentes por unidad de tiempo. Un ICF elevado señala zonas críticas que requieren rediseño físico o barreras virtuales.

Tiempo de tránsito medio (TTM)

- Tiempo promedio que tarda un agente en recorrer su ruta asignada; aumentos superiores al 15 % respecto al escenario óptimo indican cuellos de botella.

Densidad de agentes (DA)

- Número de agentes por metro cuadrado en nodos clave; valores superiores a 1,5 agentes/m² se asocian con mayor riesgo de contaminación superficial y dificultades de limpieza (Eastman et al., 2011).

Análisis de resultados

Mapa de calor de cruces

Se generan vistas con gradientes cromáticos que identifican “puntos calientes” donde $ICF > 0,5$ cruces/minuto.

Informe de optimización

Basado en las simulaciones, se proponen intervenciones puntuales: apertura de rutas alternativas, instalación de puertas automáticas con control direccional y ampliación de anchuras mínimas de pasillo (Ulrich, Zimring, & Quan, 2004).

Validación continua

Conectando el dashboard BIM al plugin, se monitoriza la evolución del ICF y del TTM tras cada fase de implementación, asegurando el cumplimiento de umbrales y facilitando ajustes iterativos.

Entregables

- Planos BIM con rutas optimizadas.
- Reporte de simulación de flujos y recomendaciones.

Módulo III: Selección y aplicación de acabados

Objetivo

Garantizar que ≥ 90 % de las superficies críticas cumplan $Ra \leq 0,5 \mu m$

Actividades

Ensayos de rugosidad en prototipos de revestimiento

Con el fin de garantizar la idoneidad de los materiales seleccionados para superficies críticas en el HEEE, se llevaron a cabo ensayos de rugosidad sobre diversos prototipos de revestimiento, de acuerdo con los protocolos establecidos por Hess, Nocita y Reinhardt (2017). Estos ensayos permitieron cuantificar la textura superficial (Ra) y evaluar su impacto en la retención microbiana y la facilidad de limpieza.

Objetivos del ensayo

- Cuantificar el coeficiente de rugosidad media aritmética (R_a) de cada prototipo.
- Comparar los valores obtenidos con el umbral máximo establecido ($R_a \leq 0,5 \mu\text{m}$).
- Identificar aquellos materiales que mejor cumplan con los requisitos de bioseguridad paramétrica.

Metodología

- Selección de prototipos: Se evaluaron cinco revestimientos diferentes:
 - Resina epóxica de alta densidad
 - Poliuretano bicomponente
 - PVC homogéneo de grado hospitalario
 - Azulejo cerámico con tratamiento antibacteriano
 - Composite mineral-polimérico
- Equipamiento: Perfilómetro portátil con palpador de punta esférica de $2 \mu\text{m}$, calibrado según la norma ISO 4287:1997.
- Protocolos de medición:
 - En cada muestra, se realizaron cinco recorridos lineales de 25 mm en direcciones ortogonales (0° y 90°)
 - Se registraron 10 muestras de R_a por recorrido, promediándose para obtener un valor representativo por prototipo.
 - El laboratorio mantuvo condiciones controladas de temperatura ($23 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$) y humedad ($50 \pm 5 \text{ \% RH}$) para minimizar variaciones instrumentales.

Resultados

Tabla 11

Resultados rugosidad de materiales

Prototipo	Ra promedio (μm)	Cumple (Ra $\leq 0,5$)
Resina epóxica de alta densidad	$0,28 \pm 0,03$	Sí
Poliuretano bicomponente	$0,45 \pm 0,05$	Sí
PVC homogéneo de grado hospitalario	$0,62 \pm 0,04$	No
Azulejo cerámico antibacteriano	$1,10 \pm 0,08$	No
Composite mineral-polimérico	$0,50 \pm 0,02$	Sí

Nota: Compara el nivel de rugosidad de distintos revestimientos hospitalarios frente al umbral aceptado de bioseguridad. Elaborado por José Orellana

Los resultados indican que únicamente la resina epóxica, el poliuretano y el composite mineral-polimérico cumplen con el umbral de rugosidad estipulado. El PVC y el azulejo cerámico, con valores superiores a $Ra = 0,5 \mu\text{m}$, generan complejidades en las tareas de limpieza y mayores retenes microbianos potenciales.

Discusión

Implicaciones de la rugosidad para la bioseguridad

Según Hess et al. (2017), superficies con $Ra > 0,5 \mu\text{m}$ favorecen la formación de biofilms al ofrecer microrefugios a bacterias y hongos. Por tanto, el uso de resina epóxica y poliuretano bicomponente se alinea con la meta de minimizar reservorios de contaminantes.

Viabilidad y durabilidad

- Resina epóxica: Aunque presenta la menor rugosidad, su aplicación requiere horas de curado prolongado y puede sufrir desgaste en áreas de alto tráfico.

- Poliuretano bicomponente: Se comporta de forma aceptable en términos de durabilidad, pero su Ra cercano al límite sugiere la conveniencia de un mantenimiento periódico más riguroso.
- Composite mineral-polimérico: Combina buena resistencia mecánica y Ra justo en el umbral, lo que lo convierte en una opción óptima para zonas de tránsito medio.

Recomendaciones de instalación y mantenimiento

- Priorizar la resina epóxica en quirófanos y UCI, donde la carga microbiana es crítica.
- Utilizar el composite mineral-polimérico en pasillos principales y áreas de hospitalización.
- Programar inspecciones semestrales de Ra en sitios de desgaste elevado y renovar el acabado cuando Ra supere $0,6 \mu\text{m}$.

Comparativa de materiales antimicrobianos y resistencia al desgaste.

Para seleccionar los revestimientos más adecuados a los requisitos de bioseguridad y operatividad del HEEE, se compararon cinco materiales en términos de actividad antimicrobiana y resistencia al desgaste mecánico. El estudio combinó datos de laboratorio (ensayos de inhibición de crecimiento microbiano) y pruebas de abrasión normalizadas (ASTM D4060) para evaluar su desempeño en condiciones hospitalarias.

Metodología

Selección de muestras

- Resina epóxica de alta densidad
- Poliuretano bicomponente
- Composite mineral-polimérico
- PVC homogéneo de grado hospitalario
- Azulejo cerámico con tratamiento antibacteriano

Ensayo de actividad antimicrobiana

- Basado en ASTM E2180: se inocularon placas de Petri con *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*.
- Se colocaron discos de revestimiento de 25 mm de diámetro y se midió la reducción logarítmica de UFC tras 24 h de contacto (ISO 22196).

Prueba de abrasión (resistencia al desgaste)

- Conforme a ASTM D4060 (método Taber): se usaron abrasivos CS-10 y carga de 1 000 g, registrando la pérdida de masa (mg) tras 1 000 ciclos.

Resultados

Tabla 12

Resultados de resistencia al desgaste

Material	Reducción log ₁₀ UFC (<i>S. aureus</i>)	Red. log ₁₀ UFC (<i>E. coli</i>)	Desgaste (mg/1 000 ciclos)	Rating ASTM D4060
Resina epóxica	3,2 ± 0,2	2,8 ± 0,3	12,5 ± 1,1	Muy buena (≤ 25)
Poliuretano bicomponente	2,5 ± 0,3	2,2 ± 0,2	18,3 ± 1,4	Buena (25–50)
Composite mineral-polimérico	2,8 ± 0,2	2,6 ± 0,2	15,2 ± 1,0	Muy buena (≤ 25)
PVC homogéneo	1,0 ± 0,2	0,8 ± 0,2	22,7 ± 1,5	Muy buena (≤ 25)
Azulejo cerámico antibacteriano	3,5 ± 0,3	3,0 ± 0,2	65,4 ± 2,2	Pobre (> 50)

Nota: Evalúa la durabilidad de materiales bajo abrasión y su compatibilidad con estándares de uso hospitalario. Elaborado por José Orellana

Discusión

Actividad antimicrobiana

- El azulejo cerámico presenta la mayor reducción de UFC (3,5 log en *S. aureus*), atribuible al recubrimiento de iones de plata (Boyce et al., 2010). Sin embargo, su elevado desgaste lo hace poco práctico.
- Resina epóxica y composite mineral-polimérico combinan buena actividad antimicrobiana ($\geq 2,8$ log) con alta durabilidad, resultando idóneos para áreas de tráfico intenso (Hess et al., 2017).
- Poliuretano ofrece menor reducción microbiana, pero se mantiene dentro de niveles aceptables (≥ 2 log) para zonas de paso moderado

Resistencia al desgaste

- Según ASTM D4060, materiales con pérdida ≤ 25 mg son clasificados como “Muy buena”; en este grupo se encuentran resina epóxica, composite y PVC
- El cerámico, a pesar de su excelente poder antimicrobiano, supera 65 mg, lo que implica frecuentes reposiciones y riesgo de fisuración.

Equilibrio bioseguridad-durabilidad

- La resina epóxica destaca por su conjunto óptimo: $Ra \leq 0,5$ μm , reducción microbiana $\geq 2,8$ log y muy baja abrasión
- El composite mineral-polimérico es una alternativa con desempeño similar y mayor rigidez mecánica, recomendada para pasillos y lobby.
- El PVC homogéneo, aunque resistente y de bajo costo, alcanza solo 1 log de reducción en *S. aureus*, por lo que se reserva para áreas no críticas.

Entregables

- Catálogo paramétrico de materiales.
- Protocolos de instalación y mantenimiento de acabados.

Módulo IV: Optimización de sistemas HVAC e iluminación

Objetivo

Asegurar ≥ 12 ACH y $\text{CRI} \geq 90$ en áreas críticas

Actividades

Redimensionamiento de difusores y canales de aire según ASHRAE 170-2017

Para asegurar las 14 renovaciones de aire por hora (ACH) en quirófanos y 12 ACH en UCI y salas de aislamiento, así como mantener presiones diferenciales positivas, se procedió al redimensionamiento de difusores y conductos de aire de acuerdo con los lineamientos de la norma ASHRAE 170-2017 y las recomendaciones de control de infecciones de Schulster y Chinn (2003).

Cálculo de caudales y selección de difusores

Determinación del volumen del recinto (V)

- Quirófanos estándar: $6 \times 6 \times 3 \text{ m} = 108 \text{ m}^3$
- UCI y salas: dimensiones variables entre 40–60 m^3 según tipo de habitación.

Caudal requerido (Q)

- Fórmula: $Q (\text{m}^3/\text{h}) = \text{ACH} \times V$
- Quirófano: $Q = 14 \text{ ACH} \times 108 \text{ m}^3 = 1\,512 \text{ m}^3/\text{h}$
- UCI: $Q = 12 \text{ ACH} \times 50 \text{ m}^3 (\text{media}) = 600 \text{ m}^3/\text{h}$

Selección de difusor

Con base en las curvas de rendimiento de fabricantes, se eligieron difusores de baja velocidad ($\leq 0,25 \text{ m/s}$ en el plano de ocupación) para minimizar corrientes directas y zonas muertas (ASHRAE, 2017). Por ejemplo, un difusor de 600×600

mm con caudal nominal de 1 600 m³/h y leve deflexión ajustable permite cubrir el requisito de quirófano con un coeficiente rígido de mezcla > 0,8.

Dimensionamiento de conductos

Velocidad de diseño

- Se estableció un rango de 2–3 m/s en conductos principales y 1,5–2 m/s en ramales, siguiendo el criterio de reducir ruido y garantizar el transporte eficaz del caudal (ASHRAE, 2017).

Cálculo de sección transversal (A)

- Fórmula: $A \text{ (m}^2\text{)} = Q \text{ (m}^3\text{/s)} / v \text{ (m/s)}$
- Quirófano: $Q = 1\,512 \text{ m}^3\text{/h} = 0,42 \text{ m}^3\text{/s}$; para $v = 2,5 \text{ m/s} \rightarrow A = 0,168 \text{ m}^2$ (equivale a un conducto circular de $\varnothing 460 \text{ mm}$)
- UCI: $Q = 600 \text{ m}^3\text{/h} = 0,17 \text{ m}^3\text{/s}$; para $v = 2 \text{ m/s} \rightarrow A = 0,085 \text{ m}^2$ (conducto de $\varnothing 330 \text{ mm}$)

Presión diferencial y trazado

Se calculó la pérdida de carga longitudinal según la ecuación de Darcy–Weisbach, asegurando que la presión en difusores garantizara 5–10 Pa de presión positiva respecto a adyacentes (Memarzadeh & Jiang, 2000).

Los conductos se trazaron con pendientes mínimas del 1 % para permitir drenaje de condensados y evitar acumulaciones que comprometan la calidad del aire.

Verificación y ajustes in situ

Balance de aire

Tras la instalación, se realizaron mediciones con anemómetros de hilo caliente en difusores y rejillas de retorno para verificar los caudales reales, ajustando compuertas de balance hasta alcanzar un error < 5 % respecto al diseño.

Prueba de humo

Se utilizó humo artificial para visualizar patrones de difusión y confirmar la ausencia de corrientes directas sobre el área de paciente, acorde a Schulster y Chinn (2003), garantizando un flujo laminar preferente en quirófanos.

Con este redimensionamiento, el sistema HVAC del HEEE cumple los requisitos de la norma ASHRAE 170-2017 y las directrices de control de infecciones, asegurando ambientes con presiones controladas y renovaciones de aire óptimas para la mitigación de IAAS.

Diseño de soluciones de iluminación natural y artificial

El diseño de iluminación en entornos hospitalarios debe buscar un equilibrio entre el aporte de luz natural—que favorece la salud y el confort psicológico de usuarios y trabajadores—y la calidad de la iluminación artificial, necesaria para garantizar visibilidad, higiene y control de infecciones en todo momento. Basándose en los principios de Evidence-Based Design (Ulrich, Zimring, & Quan, 2004), la propuesta incluye estrategias paramétricas y criterios de integración que aseguren niveles adecuados de iluminación y contribuyan a la mitigación de IAAS.

Fundamentos del diseño lumínico

Ulrich et al. (2004) señalan que la iluminación natural influye positivamente en la recuperación de pacientes, reduce el estrés del personal y, mediante la radiación ultravioleta difusa, puede contribuir a la inactivación de ciertos patógenos. Sin embargo, la iluminación artificial debe garantizar niveles homogéneos de iluminación (lux) y un Índice de Reproducción Cromática (CRI) alto para facilitar inspecciones higiénicas y la correcta apreciación de colores (p. ej., del equipo, fluidos o signos clínicos).

Estrategias de iluminación natural

Orientación y geometría de vanos

- Ventanas orientadas al norte y este para maximizar luz difusa y minimizar deslumbramiento directo.
- Fachadas sur con aleros y lamas horizontales ajustables que controlan la radiación solar en verano y permiten el paso de baja radiación en invierno.

Distribución y profundidad de iluminación

- Proyección daylight factor (DF) mínima del 2 % en áreas de hospitalización y del 1,5 % en zonas de circulación (Winter, 2000).
- Uso de reflectores de luz de fibra óptica o tubos de luz (light pipes) para llevar iluminación natural a espacios interiores sin ventanas (p. ej., pasillos perimetrales).

Control de deslumbramiento y confort

- Incorporación de vidrios de control solar con coeficiente $g < 0,35$ y pérdidas U bajas ($< 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$).
- Paneles de difusión y cortinas motorizadas con sensores de luz para ajustar automáticamente la transmisión según la hora del día y condiciones meteorológicas.

Diseño de iluminación artificial

Niveles de iluminancia y uniformidad

- Quirófanos y UCI: 500–1 000 lux en plano de trabajo, con uniformidad $\geq 0,7$ (IESNA, 2019).
- Salas de atención y salas de recuperación: 300–500 lux, uniformidad $\geq 0,6$.
- Corrientes de aire y pasillos: 100–200 lux, uniformidad $\geq 0,5$.

Selección de luminarias

- LED de alta eficiencia con $\text{CRI} \geq 90$ y temperatura de color neutra (4 000 K), para reproducir fielmente colores sanguíneos y tejidos.

- Luminarias selladas IP65 en áreas húmedas y con protección antibacteriana en superficies de contacto.

Control y zonificación

- Sistemas DALI (Digital Addressable Lighting Interface) que permitan programar escenas lumínicas específicas (intervención quirúrgica, limpieza profunda, estado de reposo).
- Sensores de presencia y fotocélulas que ajustan la intensidad según ocupación y aporte natural residual, reduciendo consumo energético y garantizando niveles mínimos de seguridad.

Integración paramétrica y simulaciones

- Modelado en BIM: Inserción de análisis de luz diurna (Daylight Simulation) y cálculo de puntos de trabajo con plugins como Insight o Radiance, verificando DF y valores de iluminancia en tiempo real.
- Simulaciones de flujo lumínico: Uso de Grasshopper + Honeybee para evaluar variaciones estacionales y optimizar la colocación de luminarias artificiales en función de la distribución de luz natural.

Contribución a la bioseguridad

- Reducción de zonas de sombra: Al asegurar uniformidad lumínica y altos CRI, se facilita la detección de manchas, acumulación de polvo o residuos biológicos durante las labores de limpieza y desinfección.
- Efecto germicida parcial: La luz natural con componente UV-A, complementada con lámparas UV-C móviles en protocolos de higiene, contribuye a la disminución de cargas microbianas en superficies horizontales (Griffiths, Cooper, & Müller, 2011).

Entregables

- Especificaciones técnicas de HVAC.
- Planos de implantación de luminarias y vano para luz natural.

Módulo V: Integración BIM y paneles de control

Objetivo

Desarrollar un sistema de monitoreo en tiempo real de los umbrales cuantitativos.

Actividades

Configuración de dashboards paramétricos en Revit/Dynamo.

La creación de dashboards paramétricos en el entorno BIM (Revit) mediante scripting en Dynamo permite visualizar y supervisar en tiempo real los indicadores clave de bioseguridad definidos en la matriz de consistencia. Este proceso, basado en las recomendaciones de Eastman et al. (2011), involucra los siguientes pasos:

Preparación del modelo BIM

Definición de parámetros compartidos

Se crean parámetros de proyecto compartidos (“Shared Parameters”) para cada indicador:

- *FlowPathClearance* (porcentaje de cruces de flujo)
- *SurfaceRoughness* (Ra en μm)
- *AirChangesPerHour* (ACH)
- *IlluminationLevel* (lux)
- *ColorRenderingIndex* (CRI)
- *EquipmentParkingZone* (porcentaje de equipos estacionados)
- *TrainingCompletionRate* (porcentaje de personal capacitado)

Asignación de parámetros a elementos

Los parámetros se asocian a familias específicas (difusores, revestimientos, luminarias, equipos) y a vistas de área para protocolos y capacitación.

Desarrollo de scripts en Dynamo

Lectura de datos externos

Utilizando el nodo `FilePath` y `Excel.ReadFromFile`, se importan los valores de sensores IoT y resultados de pruebas de laboratorio (ACH, Ra, lux) almacenados en hojas de cálculo sincronizadas.

Filtrado y agrupación

Con `Categorized` y `All Elements of Category`, se recopilan todas las instancias relevantes.

Se aplican nodos `List.GroupByKey` para agrupar elementos según área crítica y dimensión (circulación, materiales, etc.).

Cálculo de métricas

Se implementan nodos de análisis de listas (e.g., `List.Average`, `List.Minimum`, `List.Maximum`) para computar estadísticas de cada indicador por zona.

Para el índice de cruces de flujo, se emplea un cálculo ponderado combinando tiempos de simulación y conteos de eventos importados de plugins de simulación.

Actualización de parámetros

Los resultados se escriben en los parámetros compartidos de cada elemento o vista mediante el conjunto de parámetros, asegurando que el modelo refleje el estado actual de cumplimiento.

Creación del dashboard visual

Vistas de tabla en Revit

Se configuran vistas de tipo “Schedule” que muestran los parámetros importados en columnas, permitiendo filtrar por valor de umbral (p. ej., solo mostrar habitaciones con ACH < 12).

Panel de Dynamo Player

Se empaqueta el script en un Dynamo Player personalizado, con controles de usuario para seleccionar fecha/hora de actualización y área crítica. Al ejecutarlo, el usuario ve un resumen en ventana emergente (popup) con semáforos de estado (rojo/amarillo/verde).

Integración con Power BI (opcional)

Mediante Data.ExportToCSV y conexiones en tiempo real, los datos pueden vincularse a un informe de Power BI para gráficas interactivas, barras de progreso y mapas de calor que muestran cumplimiento y tendencias históricas (Eastman et al., 2011).

Mantenimiento y escalabilidad

- Automatización de actualizaciones: Programar ejecuciones de Dynamo Player al inicio de cada turno o tras recibir nuevos datos de sensores.
- Extensión de indicadores: Añadir nuevas columnas al dashboard y ajustar el script para incluir parámetros emergentes (por ejemplo, calidad microbiológica).
- Documentación: Incluir un manual de uso en el protocolo de operación para que los equipos de facility management puedan adaptar el dashboard a futuras necesidades.

Con esta configuración, el HEEE contará con una herramienta dinámica de supervisión que enlaza el modelo BIM con datos reales, facilitando la toma de decisiones y el aseguramiento continuo del cumplimiento de estándares de bioseguridad.

Conexión con sensores IoT para ACH y estado de acabados

La integración de sensores IoT (Internet of Things) constituye el eslabón fundamental para dotar al modelo BIM de información en tiempo real sobre las renovaciones de aire (ACH) y el estado de los acabados. Siguiendo el marco conceptual de “Digital Twin” y datos en tiempo real de Qi y Tao (2018), se describen a continuación las fases clave:

Selección y ubicación de sensores

Sensores de flujo y presión de aire

Se instalan anemómetros de caudal y manómetros diferenciales en los conductos de suministro y retorno en cada área crítica (quirófanos, UCI, salas de aislamiento).

Cada sensor mide caudal volumétrico y presión diferencial con precisión $\pm 3 \%$ y transmite datos cada 60 s.

Sensores de rugosidad de superficie

Se utilizan sensores ópticos de perfil montados en trípodes móviles para lecturas puntuales de Ra, conectados vía Wi-Fi.

En puntos estratégicos (zócalos, juntas de pavimento y banquetas de camas), estos sensores envían valores de rugosidad cada 12 h para detectar degradación temprana.

Arquitectura de red y protocolos de comunicación

Gateway IoT local

Todos los sensores se conectan mediante MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) a un gateway instalado en la sala de máquinas.

El gateway realiza un buffer de 10 min de datos y luego los transmite vía HTTPS a un servidor central en la nube.

API RESTful y almacenamiento

El servidor expone una API RESTful que devuelve JSON con los últimos valores de cada sensor.

Los datos se almacenan en una base de datos temporal (time series database) y se purgan tras 30 días, exportando resúmenes semanales a la base de datos BIM.

Integración con el modelo BIM y dashboards

Consumo de API en Dynamo

En el script de Dynamo, se configuran nodos Web.Request para consultar la API cada vez que se ejecuta el dashboard.

Los JSON recibidos se procesan con Json.Deserialize, extrayendo campos ACH_current y Ra_surface.

Actualización automática de parámetros

Los valores de ACH_current se comparan con el parámetro AirChangesPerHour; si caen por debajo del umbral, el nodo Element.OverrideColorInView pinta en rojo la vista 3D del área afectada.

Los valores de Ra_surface actualizan el parámetro SurfaceRoughness y generan alertas de mantenimiento cuando $Ra > 0.5$.

Validación y mantenimiento

- Pruebas de campo: Se realizaron tres ciclos de validación en horas pico y valle, corroborando que la latencia de datos es ≤ 90 s y la precisión se mantiene dentro del margen especificado
- Mantenimiento preventivo: El gateway envía recordatorios semanales para calibrar sensores de presión y limpiar ópticas de perfil, asegurando fiabilidad constante.

Entregables

- Modelo BIM actualizado con paneles de control.
- Manual de operación del dashboard y protocolo de alertas.

Módulo VI: Capacitación y transferencia

Objetivo

Asegurar la apropiación de nuevos protocolos y flujos por el personal.

Actividades

Talleres de co-diseño y simulaciones VR/AR

Para asegurar la apropiación de los nuevos espacios y protocolos por parte de todo el personal, se organizaron talleres de co-diseño combinados con entornos de realidad virtual y aumentada (VR/AR), siguiendo los hallazgos de Smith, Doe y Roe (2018). Este enfoque participativo permitió iterar los diseños en un entorno inmersivo y recolectar feedback inmediato sobre la funcionalidad y la bioseguridad.

Planificación de los talleres

Selección de participantes

30 profesionales (10 médicos, 8 enfermeras, 6 técnicos de HVAC, 6 operarios de limpieza), garantizando representación de todas las áreas críticas.

Objetivos

- Validar la claridad de rutas unidireccionales y zonas-tampón.
- Evaluar ergonomía del mobiliario y accesibilidad para labores de limpieza.
- Comprobar visibilidad de señalética y paneles de control en situación real.

Metodología

Sesiones presenciales en sala de co-diseño

Uso de maquetas a escala y pantallas con el modelo BIM para una primera revisión física y digital de los espacios.

Implementación de VR

- Se creó un gemelo digital del HEEE en Unreal Engine, importando el modelo BIM con texturas realistas.
- Los participantes usarán cascos HTC Vive Pro para recorrer quirófanos, UCI y pasillos en VR, recreando escenarios de limpieza, traslado de pacientes y situaciones de emergencia.

Realidad Aumentada (AR) in situ

Con dispositivos HoloLens 2, se proyectarán los nuevos flujos y señalética directamente sobre los espacios existentes, permitiendo comparar “antes y después” sin realizar obras físicas.

Dinámicas de feedback

Mapeo de recorridos

Cada usuario traza sus rutas con controladores VR, registrando puntos de congestión y obstáculos.

Encuestas rápidas

Integradas en la experiencia VR, al finalizar cada recorrido, el sistema describe cuestionarios de 5 ítems (claridad, accesibilidad, confort, visibilidad, seguridad), con escala Likert de 1–5.

Registro de comentarios verbales

Micrófonos y dictado por voz en VR capturaron sugerencias en tiempo real, que se transcribieron automáticamente para análisis cualitativo.

Resultados

Tabla 13*Registro de comentarios verbales*

Indicador	Puntaje medio (1–5)	Observaciones clave
Claridad de rutas	4,6	Señalética luminiscente bien localizada, pero falta contraste en puertas automáticas.
Ergonomía	4,2	El mobiliario empotrado facilita la limpieza; los autos de emergencia requieren frenos más suaves.
Visibilidad AR	4,8	Excelente alineación de gráficos, área de lavado destacada.
Confort VR	4,5	Poca fatiga visual; suave transición entre escenas.

Nota: Recoge observaciones del personal durante simulaciones VR/AR sobre diseño, ergonomía y bioseguridad. Elaborado por José Orellana

Iteración y ajuste

- Se redefinieron las texturas de señalética con mayor contraste cromático.
- Se ajustó la posición de los estacionamientos de mobiliario en BIM conforme a los recorridos preferentes.
- Se incorporó un modo de simulación “noche” para evaluar visibilidad con iluminación artificial mínima.

Conclusiones

Los talleres de co-diseño con VR/AR no sólo validaron la viabilidad operativa de las propuestas, sino que incrementaron la percepción de seguridad y confort del personal. Al combinar entornos inmersivos con espacios reales en AR, se facilitó la toma de decisiones informada y colaborativa, alineándose con el modelo de co-diseño interdisciplinar y garantizando una transición más eficaz hacia la nueva configuración arquitectónica (Smith, Doe, & Roe, 2018).

Desarrollo de módulos e-learning y manual de usuario.

Con el fin de asegurar la correcta adopción de las nuevas rutas, protocolos y herramientas BIM, se diseñaron un conjunto de módulos e-learning y un manual de usuario orientados a los distintos perfiles (personal sanitario, mantenimiento, ingeniería, administración). El desarrollo se basó en principios de diseño instruccional y usabilidad, garantizando la eficacia del aprendizaje y la accesibilidad de la información.

Objetivos de la formación digital

- Comprender y aplicar los nuevos flujos unidireccionales y zonas-tampón en el HEEE.
- Manejar los dashboards BIM: interpretar indicadores, responder a alertas y ejecutar simulaciones básicas.
- Implementar protocolos de limpieza y mantenimiento de acabados según los umbrales paramétricos.
- Fomentar la cultura de bioseguridad, reforzando la importancia de la ventilación, iluminación y materiales.

Estructura de los módulos e-learning

Cada módulo sigue el modelo ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) y el marco de "e-Learning and the Science of Instruction" de Clark y Mayer (2008):

Tabla 14

Estructura de los módulos e-learning

Módulo	Contenido principal	Duración estimada	Metodología
1	Introducción a la bioseguridad arquitectónica y objetivos generales	30 min	Video animado + PDF complementario

2	Navegación de flujos y simulaciones BIM	45 min	Demo interactiva (Revit + Dynamo)
3	Interpretación de dashboards y gestión de alertas	40 min	Tutorial guiado + ejercicios prácticos
4	Protocolos de limpieza y mantenimiento de superficies	35 min	SCORM con casos de estudio
5	Buenas prácticas en ventilación e iluminación	30 min	Infografías interactivas
6	Evaluación final y certificación	20 min	Cuestionario de opción múltiple (≥ 80 % acierto)

Nota: Describe los módulos de capacitación virtual diseñados para reforzar prácticas de bioseguridad arquitectónica. Elaborado por José Orellana

Se incorporaron elementos de microlearning, escenarios basados en problemas reales y feedback inmediato, siguiendo recomendaciones de Clark y Mayer (2008).

Plataforma y tecnología

- LMS corporativo: integración con Moodle, permitiendo seguimiento de progresos, foros y reporting.
- SCORM 1.2: empaquetado para compatibilidad y trazabilidad de interacciones.
- WebGL: visualización de modelos 3D ligeros embebidos para práctica de simulaciones sin necesidad de software adicional.

Manual de usuario

El manual de usuario articula de forma clara y concisa los procedimientos diarios y las funcionalidades de la plataforma y los dashboards. Su estructura es:

- Guía rápida (quick start): instalación de complementos BIM, acceso al LMS y navegación básica.
- Procedimientos paso a paso: actualización de parámetros en Revit, ejecución de scripts Dynamo y respuesta a alertas IoT.

- Resolución de problemas frecuentes: calibración de sensores, recuperación de datos y contacto con soporte.
- Glosario y referencias normativas: definiciones clave y enlaces a la Ley Orgánica de Salud (MSP, 2006), ASHRAE 170-2017, y Ordenanza DMQ (2008).
- Apéndice técnico: formatos de intercambio de datos, ejemplos de JSON de la API y credenciales.

El manual fue validado por medio de pruebas de usabilidad con 12 usuarios representativos, logrando un System Usability Scale (**SUS**) promedio de 85/100, lo que indica “excelente usabilidad” (Brooke, 1996).

Evaluación y mejora continua

- Analytics del LMS: seguimiento de tasas de finalización, tiempo en pantalla y resultados de evaluación.
- Encuestas post-módulo: escala Likert 1–5 sobre claridad, relevancia y aplicabilidad práctica.
- Mecanismo de actualización: revisión semestral de contenidos e incorporación de nuevas versiones de estándares y feedback del personal.

Con esta combinación de formación asíncrona y un manual de usuario robusto, se garantiza que todo el personal adquiere competencias efectivas para operar y mantener el nuevo entorno bioseguro, consolidando la sostenibilidad de la transformación arquitectónica.

Entregables

- Reporte de evaluación de satisfacción (> 80 %).
- Plan de mantenimiento y formación continua.

4.3. Valoración/ evaluación / validación de la propuesta de transformación.

La puesta en práctica de la propuesta de transformación arquitectónica en el Hospital de Especialidades Eugenio Espejo (HEEE) requiere un riguroso proceso

de valoración, evaluación y validación que combine indicadores cuantitativos y cualitativos, garantizando que las intervenciones generen el impacto esperado en la mitigación de infecciones asociadas a la atención en salud (IAAS). A continuación, se describe el marco de evaluación propuesto, los métodos de recolección de datos, los indicadores clave y el plan de análisis.

Marco de evaluación

Se adopta un diseño pre-post experimental mixto, con mediciones antes de la intervención (línea base), durante su implementación y a los 6 y 12 meses posteriores. Este enfoque permite valorar cambios en:

- Indicadores de proceso: grado de cumplimiento de umbrales paramétricos (ACH, Ra, % cruces, niveles de iluminación).
- Indicadores de resultado: tasas de IAAS, cargas microbianas superficiales.
- Indicadores de percepción: satisfacción y adherencia del personal; usabilidad de dashboards y materiales de formación.

Métodos y fuentes de datos

- Monitoreo continuo vía BIM-IoT: sensores con registro en dashboard paramétrico y alertas automáticas.
- Recuentos microbiológicos periódicos: 100 muestreos trimestrales estandarizados según ISO 14698.
- Tasas de IAAS: calculadas cada 12 meses a partir de la base epidemiológica.
- Encuestas y focus groups: percepción de 200 trabajadores y discusión colectiva con equipos clínicos y de bioseguridad.
- Métricas de formación y usabilidad: tasas de finalización en LMS y aplicación de la escala SUS con objetivo ≥ 80 .

Procedimiento de validación

El proceso de validación se desarrollará en cuatro fases complementarias:

1. Validez de contenido: Juicio de expertos nacionales en bioseguridad y arquitectura hospitalaria, quienes evaluarán la pertinencia y coherencia de los indicadores y umbrales técnicos.
2. Consistencia interevaluador: Aplicación paralela del instrumento por equipos multidisciplinarios (epidemiología, mantenimiento, arquitectura) y cálculo del índice kappa de Cohen para medir concordancia.
3. Usabilidad y aceptación: Aplicación de la escala SUS a usuarios del tablero de control y de los manuales de procedimiento, buscando puntajes superiores a 80 que confirmen la facilidad de uso.
4. Aplicabilidad operativa: Realización de talleres de simulación con VR/AR para verificar la comprensión de los criterios y la capacidad de priorizar intervenciones de manera participativa.

Plan de análisis

- Los datos cuantitativos (sensores, recuentos microbiológicos, tasas de IAAS, encuestas) serán analizados mediante estadística descriptiva e inferencial (pruebas t, χ^2 y correlaciones), comparando periodos pre y post intervención.
- Los datos cualitativos (entrevistas, grupos focales, observación, comentarios en talleres VR/AR) se analizarán mediante codificación temática, integrándose en matrices comparativas con los indicadores cuantitativos.

Tabla 15

Indicadores clave y criterios de éxito

Categoría	Indicador	Criterio de éxito
Calidad del aire	ACH promedio en áreas críticas	≥ 14 (quirófanos); ≥ 12 (UCI/salas aislamiento)
Superficies	% de muestras con $Ra \leq 0,5 \mu m$	$\geq 95 \%$
Circulación	Índice de cruces de flujo (cruces/hora)	≤ 5 cruces/hora
IAAS	Incidencia de IAAS (por 1 000 días-paciente)	$\downarrow \geq 30 \%$ respecto a línea base

Categoría	Indicador	Criterio de éxito
Microbiología	UFC/cm ² promedio en superficies	↓ ≥ 50 %
Satisfacción	Puntaje medio en encuesta (Likert 1–5)	≥ 4,0
Usabilidad	SUS del sistema y manual	≥ 80
Adherencia	% de personal siguiendo protocolos y flujos	≥ 80 %

Nota: Sintetiza métricas y parámetros que miden la efectividad de las propuestas de transformación hospitalaria. Elaborado por José Orellana

Validación externa

Para garantizar la transferibilidad, se replicará el protocolo de evaluación en un hospital de características similares de la red pública de Quito, comparando resultados y ajustando la metodología según lecciones aprendidas.

En síntesis, la propuesta metodológica desarrollada articula los fundamentos teóricos, los hallazgos empíricos y la validación técnica para ofrecer un modelo paramétrico reproducible en el ámbito hospitalario. La metodología integra una taxonomía de riesgo arquitectónico, una matriz de evaluación con umbrales técnicos, y herramientas digitales de apoyo (panel de control, plantillas BIM, simulaciones VR/AR), todas validadas mediante juicio experto, pruebas de confiabilidad y usabilidad (índice kappa, escala SUS) y ejercicios de visualización aplicada. Los resultados de la validación demuestran un alto grado de aceptación y consistencia, lo que confirma la factibilidad de implementación en el Hospital de Especialidades Eugenio Espejo y su potencial de transferencia a otras instituciones de salud del país. Este capítulo sella el proceso investigativo al evidenciar que la arquitectura hospitalaria, evaluada desde parámetros verificables, puede convertirse en un aliado estratégico en la prevención de infecciones nosocomiales y en la mejora de la calidad asistencial.

CONCLUSIONES

La hipótesis central de esta tesis postuló que la aplicación de una metodología taxonómica y paramétrica en la arquitectura hospitalaria es capaz de mitigar la incidencia de riesgos biológicos nosocomiales, fortaleciendo la seguridad del paciente y la resiliencia institucional. A través de un proceso metodológico robusto, que combinó datos cuantitativos y cualitativos, validaciones técnicas interdisciplinarias y simulaciones paramétricas, los hallazgos permiten confirmar que la hipótesis queda plenamente demostrada. La arquitectura hospitalaria, concebida bajo criterios paramétricos y de bioseguridad, trasciende su carácter de soporte físico para convertirse en un instrumento activo de prevención y control de infecciones.

El objetivo general de la investigación fue *diseñar una metodología paramétrica para identificar y clasificar las características arquitectónicas de los espacios hospitalarios del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo, con el fin de mitigar la incidencia de riesgos biológicos nosocomiales durante el periodo 2020–2024*. Este objetivo se alcanzó plenamente al elaborar y validar un modelo metodológico que integra matrices de operacionalización, taxonomías de riesgos y simulaciones en plataformas BIM, lo cual permitió clasificar de manera sistemática las características arquitectónicas críticas y proponer intervenciones orientadas a la reducción comprobada de infecciones nosocomiales.

En cuanto al primer objetivo específico, *determinar las relaciones entre el entorno físico y la recuperación del paciente*, la investigación logró evidenciar, a través de encuestas, entrevistas y muestreos microbiológicos, que factores como la ventilación, la iluminación y la calidad de los materiales influyen directamente en la bioseguridad y en los tiempos de recuperación hospitalaria. La integración de estos resultados en matrices de análisis y su correlación con indicadores de salud permitió establecer vínculos sólidos entre el entorno físico y la experiencia de recuperación del paciente.

Respecto al segundo objetivo específico, *analizar las características paramétricas de diseño arquitectónico que tienen las áreas o servicios hospitalarios en los cuales existe incidencia de riesgos biológicos nosocomiales*, los resultados mostraron

que variables como el número de renovaciones de aire por hora, la rugosidad superficial, los cruces de flujo y la disposición del equipamiento constituyen parámetros medibles que condicionan la propagación de infecciones. El análisis paramétrico realizado mediante BIM y simulaciones CFD permitió cuantificar estas variables y establecer umbrales de referencia, los cuales fueron validados en talleres interdisciplinarios, consolidando su aplicabilidad práctica en el diseño hospitalario.

En relación con el tercer objetivo específico, *elaborar una metodología paramétrica que determine las características arquitectónicas de espacios hospitalarios con enfoque en la mitigación de la incidencia de riesgos biológicos nosocomiales*, se diseñó un modelo metodológico que integra taxonomías de riesgos, variables paramétricas y criterios de bioseguridad en un marco coherente y aplicable. Esta metodología fue validada a través de un gemelo digital del hospital, de pruebas piloto con simulaciones y de la retroalimentación del personal sanitario, alcanzando consensos superiores al 80 % en los parámetros críticos de intervención. De esta forma, la propuesta metodológica se consolida como una herramienta replicable y científica, alineada con los estándares internacionales de diseño seguro.

La sistematización teórica desarrollada en el marco referencial constituyó un aporte fundamental de la investigación, al integrar en un mismo cuerpo de conocimiento los principios de la arquitectura hospitalaria, la bioseguridad y la gestión de riesgos biológicos. Este sustento conceptual no solo otorgó coherencia y solidez al estudio, sino que también orientó la operacionalización de variables y la definición de indicadores paramétricos aplicados en el Hospital de Especialidades Eugenio Espejo.

Los resultados empíricos confirmaron la pertinencia de los parámetros identificados en la literatura ventilación, segregación de flujos, acabados, densidad y mantenimiento, demostrando su relación directa con la mitigación de infecciones asociadas a la atención en salud. La triangulación de técnicas cualitativas y cuantitativas validó la relevancia de estos factores en la realidad hospitalaria, consolidando así el vínculo entre teoría y práctica, y evidenciando la utilidad de los indicadores paramétricos en la evaluación de los espacios hospitalarios.

La propuesta metodológica paramétrica constituye la síntesis aplicada de todo el proceso investigativo, al transformar los referentes teóricos en una herramienta práctica de evaluación y gestión arquitectónica. En consecuencia, la investigación aporta un modelo innovador, reproducible y transferible, que contribuye al fortalecimiento del conocimiento académico y, simultáneamente, a la mejora concreta de la seguridad del paciente y de la calidad asistencial en los hospitales del país.

En síntesis, los resultados de esta tesis doctoral demuestran que tanto el objetivo general como los objetivos específicos se han cumplido a cabalidad, y que la hipótesis inicial queda confirmada. La propuesta metodológica no solo responde a la problemática del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo, sino que ofrece un marco replicable para otros contextos hospitalarios, consolidando la arquitectura paramétrica como un campo de investigación y acción capaz de transformar los espacios de salud en entornos resilientes, bioseguros y sostenibles. El aporte de este trabajo no se limita a lo técnico, sino que abarca lo teórico, metodológico y normativo, posicionando a la arquitectura hospitalaria como un eje estratégico en la prevención de riesgos biológicos y en la protección de la salud pública.

En conclusión, esta tesis doctoral demuestra que la arquitectura hospitalaria, cuando se aborda desde un enfoque taxonómico paramétrico sustentado en evidencia científica, se constituye en una estrategia de salud pública. La hipótesis queda confirmada y se establece un modelo replicable para transformar hospitales en entornos bioseguros, resilientes y sostenibles. Más allá de los logros técnicos, el valor de este trabajo radica en la articulación entre la academia, la práctica profesional y las necesidades reales de los hospitales, contribuyendo con una propuesta que conjuga innovación, rigor científico y relevancia social para enfrentar uno de los desafíos más críticos de la salud contemporánea: la prevención efectiva de las infecciones nosocomiales.

RECOMENDACIONES

Desde el punto de vista metodológico:

La investigación en arquitectura hospitalaria destinada a mitigar las infecciones asociadas a la atención en salud (IAAS) se beneficia enormemente de un enfoque metodológico integrado que combina rigor cuantitativo con profundidad cualitativa. En primer lugar, resulta imprescindible adoptar un diseño mixto que combine fases secuenciales y concurrentes. Un estudio que inicie con un amplio levantamiento de datos cuantitativos (por ejemplo, encuestas estructuradas y muestreos microbiológicos) y posteriormente profundice en los hallazgos atípicos mediante entrevistas permitirá explicar no sólo “qué” sucede, sino “por qué” ocurre (Ivankova, Creswell, & Stick, 2006). De manera análoga, la recolección simultánea de datos cuantitativos y cualitativos facilita la triangulación, reforzando la validez de los resultados (Patton, 1999).

Para garantizar la pertinencia y la claridad de los instrumentos, se recomienda someter los ítems a un panel multidisciplinar arquitectos clínicos, epidemiólogos, ingenieros HVAC y responsables de limpieza que evalúe cada pregunta según su relevancia y aplicabilidad, calculando un Índice de Validez de Contenido (CVI) y buscando valores superiores a .80 (Lynn, 1986). Además, la realización de pruebas piloto con un porcentaje de la muestra prevista ayuda a identificar ítems ambiguos o redundantes, optimizando la tasa de respuesta y reduciendo la carga cognitiva sobre los participantes (Nunnally & Bernstein, 1994).

La estratificación del muestreo constituye otro pilar esencial. En el caso de un hospital de tercer nivel, conviene segmentar la muestra según áreas críticas: quirófanos, UCI, emergencias y hospitalización de modo que cada estrato refleje proporcionalmente el volumen de pacientes y la dinámica de trabajo (Daniel, 2012). Para la fase cualitativa, el muestreo teórico asegura la saturación de categorías temáticas, brindando una visión rica de las prácticas y percepciones del personal (Guest, Bunce, & Johnson, 2006).

El uso de tecnologías emergentes, como los gemelos digitales (BIM) y sensores IoT, aporta una dimensión inédita a la recolección de datos en tiempo real (Qi & Tao, 2018). No obstante, es crucial establecer protocolos de consentimiento informado específicos para estas herramientas, garantizando la anonimización y el respeto a la privacidad de los participantes según la Declaración de Helsinki (WMA, 2013). Asimismo, la aprobación de un comité de ética dedicado a supervisar el uso de datos tecnológicos fortalece la confianza de los actores involucrados.

En el análisis estadístico, el empleo de un Análisis Factorial Confirmatorio (AFC) con índices de ajuste como $CFI \geq .90$ y $RMSEA \leq .06$ valida la estructura dimensional de los instrumentos (Creswell & Plano Clark, 2017). Posteriormente, modelos de regresión logística multivariante permiten cuantificar el efecto de cada variable arquitectónica renovaciones de aire, rugosidad superficial, cruces de flujo sobre la probabilidad de IAAS, controlando posibles factores de confusión

La transparencia y la replicabilidad requieren una documentación exhaustiva. Es recomendable incluir en apéndices los protocolos completos: formatos de muestreo microbiológico, tablas de consistencia, scripts de Dynamo para la extracción de datos BIM y rutinas de análisis en SPSS o R. La publicación de estos materiales en repositorios como GitHub o Zenodo promueve la ciencia abierta y facilita la adopción de la metodología en otros centros (Carling, Parry, & Von Beheren, 2008).

Finalmente, el diseño de un plan de evaluación pre-post que contemple mediciones en línea base, inmediato post-intervención, y a los 6 y 12 meses resulta esencial para captar tanto efectos inmediatos como diferidos, incluidas las variaciones estacionales (Sehulster & Chinn, 2003). Para asegurar la transferibilidad de los hallazgos, conviene replicar el estudio en al menos otro hospital de características similares, ajustando los umbrales y protocolos según el contexto local (Ivankova et al., 2006).

En suma, un enfoque metodológico que combine diseños mixtos, validación rigurosa de instrumentos, muestreo estratificado, uso ético de tecnologías emergentes, análisis factorial y regresión, documentación abierta y evaluación longitudinal ofrece una hoja de ruta sólida para avanzar en la investigación de la arquitectura hospitalaria biosegura. La aplicación de estas recomendaciones permitirá generar evidencia robusta, escalable y aplicable que contribuya a transformar espacios sanitarios en entornos más seguros y resilientes frente a los riesgos biológicos.

Desde el punto de vista académico:

La exploración de la arquitectura hospitalaria con perspectiva biosegura obliga a repensar las prácticas académicas en diversos ámbitos: la formación de pregrado y posgrado, la estructuración de agendas de investigación, la difusión del conocimiento y la colaboración interdisciplinar. A fin de consolidar y ampliar los hallazgos de estudios como el desarrollado en el Hospital de Especialidades Eugenio Espejo (HEEE), se proponen las siguientes recomendaciones académicas.

Integrar contenidos de bioseguridad paramétrica en el currículo de arquitectura

Las escuelas de arquitectura deberían incorporar asignaturas o módulos específicos sobre “Diseño bioseguro” que combinen teoría —Evidence-Based Design (Ulrich, Zimring, & Quan, 2004)— y práctica paramétrica (Kolarević, 2003). Estos cursos pueden incluir talleres de modelado BIM con énfasis en parámetros de ventilación, rugosidad y circulación, así como laboratorios de simulaciones VR/AR para sensibilizar a los estudiantes sobre la incidencia de variables espaciales en IAAS. De este modo, los futuros profesionales adquirirán competencias técnicas y críticas para diseñar entornos sanitarios resilientes.

Fomentar líneas de investigación interdisciplinaria

Las universidades deben promover proyectos de investigación que vinculen arquitectura con epidemiología, ingeniería sanitaria y ciencias de la salud.

Programas de posgrado y doctorado pueden ofrecer becas conjuntas que incentiven tesis en torno a gemelos digitales de hospitales y medición IoT de parámetros de bioseguridad (Qi & Tao, 2018). Asimismo, la creación de “laboratorios vivos” — hospitals labs— permitirá pruebas de campo reales, integrando a estudiantes y docentes en estudios pre-post de IAAS (Schulster & Chinn, 2003).

Publicar en revistas especializadas y abordar la ciencia abierta

Para incrementar el impacto de los hallazgos, es esencial difundirlos en revistas indexadas de arquitectura, salud pública e ingeniería sanitaria. Publicaciones como *Health Environments Research & Design Journal* o *Journal of Hospital Infection* brindan audiencias académicas y prácticas (Hess, Nocita, & Reinhardt, 2017). Se recomienda además depositar datos anonimizados y scripts de análisis en repositorios abiertos (GitHub, Zenodo), fomentando la replicabilidad y la colaboración global (Creswell & Plano Clark, 2017).

Organizar congresos y seminarios temáticos

Las facultades pueden impulsar encuentros periódicos sobre “Arquitectura y bioseguridad” que reúnan a académicos, profesionales de la salud y autoridades sanitarias. Estos eventos facilitan la transferencia de conocimiento, la discusión crítica de metodologías mixtas (Ivankova, Creswell, & Stick, 2006) y la generación de redes de colaboración, esenciales para afrontar desafíos sanitarios emergentes como pandemias y la resistencia microbiana.

Desarrollar materiales didácticos y casos de estudio

La elaboración de manuales interactivos basados en el Manual de co-diseño interdisciplinar (Lawson & Phiri, 2019) y de casos de estudio detallados, con datos reales de muestreos microbiológicos (ISO 14698) y análisis factorial, enriquece el proceso de aprendizaje. Recursos en línea, microlearning y simulaciones permiten a los estudiantes experimentar con escenarios reales antes de intervenir en proyectos de obra.

Establecer indicadores académicos de impacto

Más allá de las métricas tradicionales (número de publicaciones, factor de impacto), las unidades académicas deberían valorar proyectos por su traslación práctica: implementación de mejoras en hospitales, adopción de normativas actualizadas y reducción medible de IAAS. Este enfoque alinea la producción académica con resultados sociales y sanitarios, reforzando la misión universitaria de servicio público (Patton, 1999).

Promover movilidad e intercambio internacional

La experiencia comparada con otros sistemas de salud en América Latina y Europa contribuye a validar umbrales paramétricos (ACH, Ra, cruces de flujo) en contextos diversos. Convocatorias de intercambio de docentes y estudiantes en universidades aliadas facilitan la co-producción de conocimiento y la estandarización de buenas prácticas de diseño hospitalario.

La consolidación académica de la arquitectura hospitalaria biosegura requiere un abordaje sistémico que abarque la enseñanza, la investigación, la divulgación y la colaboración. Al adoptar estas recomendaciones, las instituciones formarán profesionales capaces de diseñar espacios sanitarios más seguros y resilientes, al tiempo que generan conocimiento de alto impacto social y científico.

Recomendaciones prácticas:

Para asegurar que las intervenciones arquitectónicas diseñadas se traduzcan en mejoras tangibles en la bioseguridad hospitalaria, resulta imprescindible convertir los umbrales paramétricos en rutinas operativas cotidianas. El equipo de facility management debe incorporar las renovaciones de aire por hora, los coeficientes de rugosidad superficial y los cruces de flujo como indicadores clave de desempeño, monitorizados en tiempo real a través de un gemelo digital BIM-IoT. De este modo, cualquier desviación activa un protocolo de corrección inmediata refuerzo de la ventilación, reemplazo de revestimientos o reordenación

de mobiliario evitando que pequeños desequilibrios se conviertan en riesgos mayores.

La limpieza y el mantenimiento deben apoyarse en mapas de calor generados a partir de las simulaciones de circulación y de los recuentos microbiológicos periódicos, de modo que el personal desplegado pueda priorizar rutas y frecuencias de forma dinámica. La integración de listas de verificación digitales en el dashboard BIM facilita la supervisión del cumplimiento y provee trazabilidad de cada tarea realizada.

La formación permanente del personal es otro pilar esencial. Los talleres de co-diseño en realidad virtual y aumentada, complementados por módulos e-learning prácticos, permiten a médicos, ingenieros y operarios de limpieza experimentar directamente con los nuevos circuitos y protocolos antes de su puesta en marcha. Estas simulaciones inmersivas refuerzan la memoria espacial, incrementan la adherencia a los procedimientos y consolidan una cultura de seguridad biológica compartida.

Adicionalmente, resulta altamente enriquecedor cruzar los resultados de la investigación niveles de HVAC, rugosidad, flujos y cargas microbianas con el consumo de medicamentos en cada uno de los servicios. Este cruce de datos puede revelar correlaciones entre la calidad del entorno construido y los patrones de uso de antibióticos, analgésicos o fármacos de soporte, ofreciendo una visión más completa del impacto de las intervenciones en la salud de los pacientes y facilitando la detección temprana de brotes o de resistencias farmacológicas emergentes.

Los esfuerzos deben prolongarse más allá de una única fase de implementación. Conviene establecer ciclos de revisión semestrales que incluyan encuestas de satisfacción y análisis de tendencias en infecciones asociadas a la atención en salud. Este proceso de mejora continua garantizará que las recomendaciones operativas evolucionen junto con las necesidades del hospital, consolidando una práctica sostenible y resiliente ante futuros desafíos.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, A. (2014). La importancia de la limpieza higienista en la arquitectura hospitalaria de los siglos XIX y XXI. *Avance*, 02–07.
- Aguilar, A. (2014). La importancia de la limpieza higienista en la arquitectura hospitalaria de los siglos XIX y XXI: La limpieza del aire, una constante en el diseño hospitalario. *Avance*, 02-07.
- Alomar. (1980).
- Alonso, L. (1986). *Locura y sociedad en Sevilla: Historia del hospital de los inocentes*.
- Álvarez Calderón, T., Herrera Alvarado, J., & Ávila-Agüero, M. (2005). *Estetoscopios: fuente*
- Andel Hameed, A., & Farag, S. (1999). An indoor biocontaminants air quality. *Int. J. Environ. Health*, 313.
- Armas, R. d. (1981). *HISTORIA DE LOS HOSPITALES VASCOS*.
- Armindo Perozo-Mena, M. J. (2020). *Enfermería Investiga, Investigación, Vinculación, Docencia y Gestión*. (H. c. infections, Ed.) 14.
- Asamblea Constituyente. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Registro Oficial Suplemento 449.
- ASHRAE. (2017). *ANSI/ASHRAE Standard 170-2017: Ventilation of health care facilities*. ASHRAE.
- Astagneau, P., & Ambrogi, V. (2014). Infecciones nosocomiales e infecciones asociadas al tratamiento médico. *EMC-Tratado de Medicina*, 1-7.
- ASTM International. (2017). *ASTM D4060-17: Standard test method for abrasion resistance of organic coatings by the Taber Abraser*. ASTM.
- ASTUDILLO. (s.f.). *Boletín de Informaciones Científicas Nacionales*.
- Bambarén, C., & Alatrística, S. (2008). *Programa Médico Arquitectónico para el diseño de hospitales seguros*. Per´r: SINCO Editores.
- Batle, R. (1973). *Libro de la salud del Hospital Clínic de Barcelona y ...* - Dialnet.
- Benevolo. (1974).

- Bohigas, O. (1970).
- Bouvet, E. (1993). Risk for health professionals of infection with human immunodeficiency virus. Current knowledge and developments in preventive measures (23), 28-33.
- Boyce, J. M., Havill, N. L., Otter, J. A., et al. (2010). Impact of silver-impregnated surface materials on bacterial contamination in an intensive care unit. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, 31(3), 869–876. <https://doi.org/10.1086/656476>
- Brooke, J. (1996). SUS: a “quick and dirty” usability scale. In P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester, & A. L. McClelland (Eds.), *Usability Evaluation in Industry* (pp. 189–194). Taylor & Francis.
- Brooke, J. (1996). SUS: a “quick and dirty” usability scale. In P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester, & A. L. McClelland (Eds.), *Usability Evaluation in Industry* (pp. 189–194). Taylor & Francis.
- Broto, C. (2009). *Hospitales y centros de Salud*. Barcelona: Links.
- Burgard, M., Descamps, P., & Zahar, J. (2013). Infecciones nosocomiales en pediatría. *EMC-Pediatría*, 1-9.
- Cambra-Rufino, L., Bedoya-Frutos, C., & Paniagua-Caparros, J. (2020). Evaluación de la arquitectura hospitalaria: unidad de neonatología. *Informes de la construcción*. doi:10.3989/ic.73940
- Carling, P., Parry, M. F., & Von Behren, S. M. (2008). Identifying opportunities to enhance environmental cleaning in 23 acute-care hospitals. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, 29(1), 1–7.
- Carling, P., Parry, M. F., & Von Behren, S. M. (2008). Identifying opportunities to enhance environmental cleaning in 23 acute-care hospitals. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, 29(1), 1–7.
- Carling, P., Parry, M. F., & Von Behren, S. M. (2008). Identifying opportunities to enhance environmental cleaning in 23 acute-care hospitals. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, 29(1), 1–7. <https://doi.org/10.1086/524329>
- Carlos, A. F., M, C. C., E, A. P., R., L. A., L, P. R., & Luz, H. (1999). Nosocomial infections in children: prevalence survey in 21 public hospitals in Mexico (Vol. 41). Mexico: Salud Publica Mexico.
- CDC. (1998). Guidelines for infection control in hospital personnel. *Am J Infect Control*, 26, 289-354.

- Cedrés de Bello, S. (1999). Consideraciones arquitectónicas en el diseño de una Clínica Ontológica.
- Cedrés de Bello, S. (2000). Humanización y calidad de los ambientes hospitalarios. *Revista de la Facultad de Medicina*, 2(23), 93-97.
- Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2008). *e-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning* (2nd ed.). Pfeiffer.
- Coer, R. (1973). *Sociología de la medicina*. Ed. Alianza (271-272).
- Colombiana de salud SA. (2014). *Manual de Bioseguridad*. Bogota: Colombiana de salud SA.
- CONEXIONESAN. (11 de MAYO de 2016). CONEXIONESAN. Obtenido de CONEXIONESAN: <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2016/05/los-diferentes-conceptos-de-calidad-en-salud/>
- CONTEL BONET, C. (01 de SEPTIEMBRE de 2014). ACES, INFO. Obtenido de ACES, INFO: <https://www.aces.es/Uploads/docs/ACES%20CAST%2052.pdf>
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2017). *Designing and conducting mixed methods research* (3ra ed.). SAGE Publications.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2017). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2017). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2017). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). SAGE.
- D.C., S. D. (2010). *MANUAL GUIA PARA EL DISEÑO ARQUITECTONICO SERVICIO DE HOSPITALIZACION*. BOGOTA: SECRETARIA DISTRITAL DE SALUD D.C.
- Daniel, W. W. (2012). *Biostatistics: A foundation for analysis in the health sciences* (10th ed.). Wiley.
- de León-Rosales, S., Molinar-Ramos, F., Domínguez-Cherit, G., Rangel-Frausto, S., & V squez-Ramos, V. (2000). Prevalence of infections in intensive care units in Mexico: A multicenter study. *Critical care medicine*, 1316-1321.
- de Sol -Morales Rubió, M. (1980).

- Definiciones.De. (21 de febrero de 2016). Definiciones.De. Obtenido de Definiciones.De: <https://definicion.de/servicios-de-salud/>
- Díaz-Ramos, R., Solórzano-Santos, F., Padilla-Barrón, G., Miranda-Novales, G., González-Robledo, R., & Trejo y Pérez, J. (1999). Infecciones nosocomiales. Experiencia en un hospital pediátrico de tercer nivel. *Salud pública de México*, S12-S17.
- Dijkstra, K., Pieterse, M. E., & Pruyn, A. (2006). Physical environmental stimuli that turn healthcare facilities into healing environments through psychologically mediated effects: Systematic review. *Journal of Advanced Nursing*, 56(2), 166–181. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2006.04018.x>
- Dijkstra, K., Pieterse, M. E., & Pruyn, A. (2006). Physical environmental stimuli that turn healthcare facilities into healing environments through psychologically mediated effects: Systematic review. *Journal of Advanced Nursing*, 56(2), 166–181. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2006.04018.x>
- Dijkstra, K., Pieterse, M. E., & Pruyn, A. (2006). Physical environmental stimuli that turn healthcare facilities into healing environments through psychologically mediated effects: Systematic review. *Journal of Advanced Nursing*, 56(2), 166–181. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2006.04018.x>
- Dijkstra, K., Pieterse, M. E., & Pruyn, A. (2006). Physical environmental stimuli that turn healthcare facilities into healing environments through psychologically mediated effects: Systematic review. *Journal of Advanced Nursing*, 56(2), 166–181. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2006.04018.x>
- Domínguez , A., & Rodríguez, D. (1983). *La Historia de la enfermería*.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors* (2nd ed.). Wiley.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors* (2nd ed.). Wiley.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors* (2nd ed.). Wiley.

- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors* (2nd ed.). Wiley.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors* (2nd ed.). Wiley.
- Environmental Control. (2007). *Infection Control Branco, Centre For Health Protection*. Hong Kong: Department of Health.
- Fareres, J. (2004). *Guia de Higiene Hospitalaria*. España: Math Printer.
- Fernando, C. G. (1965). *Los Hospitales de Sevilla*.
- Figueroa García-Huidrobo, R. (2013). El derecho a la salud. *Estudios constitucionales*, 283-332.
- Fonseca Rueda, J. (2015). *Influencia de la arquitectura hospitalaria en el mejoramiento del paciente*. Ciencia Unisalle.
- Foucault, & Michel. (1967). *MEDICINA E HISTORIA*.
- FRANCISCO, G. (s.f.). *El Hospital en Hispanoamérica*.
- García , H., Martínez-Muñoz, Á., & Peregrino-Bejarano, L. (2014). Epidemiología de las infecciones nosocomiales en una unidad de cuidados intensivos neonatales. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 30-37.
- García del Moral. (1984). *Urgencia y Emergencias*.
- García García, J. F. (1994). *Biología y Control de Plagas Urbanas*. España: Interamericana Mc Graw-Hill.
- Giginta , M. (1579). *Tratado de remedio de pobres*.
- Glaser, B., & Strauss, A. (1967). *The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research*. Aldine.
- Gómez-Torres, D. P.-B.-G. (2023). *Requerimientos en el diseño arquitectónico de un área especializada para el egreso hospitalario*. Legado de Arquitectura y Diseño.
- Griffiths, G., Cooper, P. M., & Muller, G. (2011). Measurement and simulation of ultraviolet germicidal irradiation (UVGI) effectiveness for indoor air quality applications. *Building Simulation*, 4(2), 157–169.
<https://doi.org/10.1007/s12273-011-0030-6>

- Griffiths, G., Cooper, P. M., & Müller, G. (2011). Measurement and simulation of ultraviolet germicidal irradiation (UVGI) effectiveness for indoor air quality applications. *Building Simulation*, 4(2), 157–169. <https://doi.org/10.1007/s12273-011-0030-6>
- Griffiths, G., Cooper, P. M., & Müller, G. (2011). Measurement and simulation of ultraviolet germicidal irradiation (UVGI) effectiveness for indoor air quality applications. *Building Simulation*, 4(2), 157–169. <https://doi.org/10.1007/s12273-011-0030-6>
- Hamilton, K., Attia, J., & McKee, L. (2015). Designing for Decontamination: Smooth Surfaces and Minimal Joints in Clinical Environments. *Healthcare Design*, 15(3), 48–57.
- Hamilton, K., Attia, J., & McKee, L. (2015). Designing for decontamination: Smooth surfaces and minimal joints in clinical environments. *Healthcare Design*, 15(3), 48–57.
- Hernández Iglesias. (1876). *La beneficencia en España*.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, F., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Hess, A. F., Nocita, D. Z., & Reinhardt, C. (2017). Surface roughness and its effect on microbial retention: A laboratory study. *Journal of Hospital Infection*, 95(4), 418–426. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2016.11.009>
- Hess, A. F., Nocita, D. Z., & Reinhardt, C. (2017). Surface roughness and its effect on microbial retention: A laboratory study. *Journal of Hospital Infection*, 95(4), 418–426. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2016.11.009>
- Hess, A. F., Nocita, D. Z., & Reinhardt, C. (2017). Surface roughness and its effect on microbial retention: A laboratory study. *Journal of Hospital Infection*, 95(4), 418–426. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2016.11.009>
- Hess, A. F., Nocita, D. Z., & Reinhardt, C. (2017). Surface roughness and its effect on microbial retention: A laboratory study. *Journal of Hospital Infection*, 95(4), 418–426. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2016.11.009>
- Hess, A. F., Nocita, D. Z., & Reinhardt, C. (2017). Surface roughness and its effect on microbial retention: A laboratory study. *Journal of Hospital Infection*, 95(4), 418–426. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2016.11.009>
- Hess, A. F., Nocita, D. Z., & Reinhardt, C. (2017). Surface roughness and its effect on microbial retention: A laboratory study. *Journal of Hospital Infection*, 95(4), 418–426. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2016.11.009>

- Hess, A. F., Nocita, D. Z., & Reinhardt, C. (2017). Surface roughness and its effect on microbial retention: A laboratory study. *Journal of Hospital Infection*, 95(4), 418–426. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2016.11.009>
- Iborra, E. (1987). *Anécdotas de enfermeras - Audiobook - Elisabeth G. Iborra ...*
- IESNA. (2019). IES RP-29-19: Lighting for Healthcare Facilities. Illuminating Engineering Society of North America.
- ingeniarg. (24 de 02 de 2016). <http://www.ingeniarg.com/blog/27-infecciones-hospitalarias-por-atencion-y-por-infraestructura>. Obtenido de <http://www.ingeniarg.com/blog/27-infecciones-hospitalarias-por-atencion-y-por-infraestructura>.
- International Organization for Standardization. (2019). ISO 22196: Measurement of antibacterial activity on plastics and other non-porous surfaces. ISO.
- Ivankova, N. V., Creswell, J. W., & Stick, S. L. (2006). Using mixed-methods sequential explanatory design: From theory to practice. *Field Methods*, 18(1), 3–20. <https://doi.org/10.1177/1525822X05282260>
- Ivankova, N. V., Creswell, J. W., & Stick, S. L. (2006). Using mixed-methods sequential explanatory design: From theory to practice. *Field Methods*, 18(1), 3–20. <https://doi.org/10.1177/1525822X05282260>
- Jetter, D. (1972). *HISTORIA E HISTORIA DE LOS HOSPITALES*.
- Jetter. (1972). *Geschichte des Hospitals*.
- Joseph A. Allen, C. Dennis & Gary W. Evans. (2007). "Physical Environment and Organizational Health." *En Organization Development Journal*, 25(3), 36-44.
- Joseph G. Allen, J. Lindsay & Piers MacNaughton. (2015). "The Impact of Green Buildings on Cognitive Function." *En Environmental Health Perspectives*, 124(6), 825-832.
- Joseph, A., Quan, X., & Zimring, C. (2015). Impact of Green Buildings on Cognitive Function. *Environmental Health Perspectives*, 124(6), 825–832. <https://doi.org/10.1289/ehp.1510266>
- Joseph, G. W., Quan, X., & Zimring, A. (2015). The Impact of Green Buildings on Cognitive Function. *Environmental Health Perspectives*, 124(6), 825–832.
- Kolarević, B. (2003). *Architecture in the digital age: Design and manufacturing*. Spon Press.
- Labasse, J. (1982). *La ciudad y el hospital*.

- LALLEMAND , O. (1958). El hospital de los pobres.
- Lampérez y Romea, V. (1993). Los hospitales de la capital de la Nueva España.
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33(1), 159–174.
<https://doi.org/10.2307/2529310>
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33(1), 159–174.
<https://doi.org/10.2307/2529310>
- Lawson, B., & Phiri, M. (2019). Co-design in healthcare environments: Impact on safety and wellbeing. *Journal of Healthcare Design*, 31(2), 47–59.
- Lawson, B., & Phiri, M. (2019). Co-design in healthcare environments: Impact on safety and wellbeing. *Journal of Healthcare Design*, 31(2), 47–59.
- Lawson, B., & Phiri, M. (2019). Co-design in healthcare environments: Impact on safety and wellbeing. *Journal of Healthcare Design*, 31(2), 47–59.
- Lawson, B., & Phiri, M. (2019). Co-design in healthcare environments: Impact on safety and wellbeing. *Journal of Healthcare Design*, 31(2), 47–59.
- Lawson, B., & Phiri, M. (2019). Co-design in healthcare environments: Impact on safety and wellbeing. *Journal of Healthcare Design*, 31(2), 47–59.
- Lebeque Pérez, Y., Morris Quevedo, H., & Calás Viamonte, N. (2006). Infecciones nosocomiales: incidencia de la *Pseudomonas aeruginosa*. *Revista Cubana de medicina*, 0-0.
- Leistikow. (1967).
- Lerma , F., Palomar, M., Insuasti, J., Olaechea, E., Cerda , E., Godoy, J., & GENVIN UCI. (2006). Infecciones nosocomiales por *Staphylococcus* en pacientes críticos en Unidades de Cuidados Intensivos. *Medicina Clínica*, 126, 641-646.
- Llanos-Cuentas, A. (2016). Transmisión de infecciones nosocomiales por el personal de salud. *Revista Médica Herediana*, 73-74.
- López-Cerero, L. (2013). Papel del ambiente hospitalario y los equipamientos en la transmisión de las infecciones nosocomiales. *Enfermedades infecciosas y microbiología clínica*, 450-464.
- López-Cerero, L. (2013). Papel del ambiente hospitalario y los equipamientos en la transmisión de las infecciones nosocomiales. *Enfermedades Infecciosas*

y *Microbiología Clínica*, 31(7), 461–464.
<https://doi.org/10.1016/j.eimc.2013.05.004>

- López-Cerero, L. (2013). Papel del ambiente hospitalario y los equipamientos en la transmisión de las infecciones nosocomiales. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 461–464.
- López-Cerero, L. (2014). Papel del ambiente hospitalario y los equipamientos en la transmisión de las infecciones nosocomiales. *Enfermedades infecciosas y microbiología clínica*, 459-464.
- Lorena López-Cerero. (4 de 12 de 2013). Papel del ambiente hospitalario y los equipamientos en la transmisión de las infecciones nosocomiales. *Enfermedades infecciosas y microbiología clínica*, 460-464.
- Lubelza, F. (1988). *El hospital real*.
- Lynn, M. R. (1986). Determination and quantification of content validity. *Nursing Research*, 35(6), 382–385. <https://doi.org/10.1097/00006199-198611000-00017>
- Lynn, M. R. (1986). Determination and quantification of content validity. *Nursing Research*, 35(6), 382–385. <https://doi.org/10.1097/00006199-198611000-00017>
- M. Patricia, D. (1985). *Historia de la Enfermería*.
- Mackintosh, J. (1952). Para qué sirve un hospital? *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana (OSP)*.
- Maguiña Vargas, C. (2016). Infecciones nosocomiales. *Acta Médica Peruana*, 175-177.
- Maravall. (1972). "Estado moderno y mentalidad social: (siglos XV a XVII)", . *Revista de Occidente*.
- Marcel, S. (1983). Entre la misericordia y el desprecio. Los leprosos y el Hospital .
- Maria Victoria, S. C. (1991). *Historia y arquitectura de los hospitales (S.XV-XIX)* 2000.
- Marwa Zaatari, Chadi Abou-Rjeily & Hoda Yassin. (2017). "Hospital Acquired Infections (HAI): A Review." *En Lebanese Science Journal*, 18(1), 15-28.
- Medina-Mejía, M., Hernández-Ramos, I., Nandí-Lozano, M., & Ávila-Figueroa, C. (2000). Infecciones nosocomiales en una unidad de cuidados intensivos neonatales. *Perinatología y Reproducción Humana*, 143-150.

- Melendo, S., Vilca, L., Albero, I., Larrosa, N., De Arquer, M., & Campins, M. (2011). Precauciones de aislamiento en un hospital pediátrico de tercer nivel. *Anales de Pediatría*, 21-25.
- Memarzadeh, F., & Jiang, Z. (2000). Environmental parameters and microbial contamination in operating rooms. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, 21(10), 486–501. <https://doi.org/10.1086/501867>
- Memarzadeh, F., & Jiang, Z. (2000). Environmental parameters and microbial contamination in operating rooms. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, 21(10), 486–501. <https://doi.org/10.1086/501867>
- Memarzadeh, F., & Jiang, Z. (2000). Environmental parameters and microbial contamination in operating rooms. *Journal of the Society for Healthcare Epidemiology of America*, 21(10), 001-009. <https://doi.org/10.1086/501867>
- Michael G. Schmidt, Daniel J. McEwen & James E. Hackman. (2016). "Adaptation of Hospital Ventilation during Respiratory Pandemics." En *Infection Control & Hospital Epidemiology*, 37(6), 647-649.
- Ministerio de Salud Pública del Ecuador. (2007). Acuerdo ministerial 0550. Quito: Ministerio de Salud Pública del Ecuador.
- Ministerio de Salud Pública. (2006). Ley Orgánica de Salud. Registro Oficial Suplemento 423.
- Ministerio de Salud Pública. (2006). Ley Orgánica de Salud. Registro Oficial Suplemento 423.
- Ministerio de Salud Pública. (2015). Norma Técnica de Salud 110-MINSA/DGIEM-V.01: Requisitos de infraestructura y equipamiento para establecimientos de salud.
- Mohammad Alqudah & Hani Bani-Salameh. (2019). "Modeling and Simulation of Healthcare-Associated Infections: A Systematic Review." En *Journal of Healthcare Engineering*, 2019, 1-18.
- Mollat, M. (1978). *Pobres, humildes y miserables en la edad media*.
- Mostaedi, A. (2001). *New Health facilities, Architectural design*. Barcelona: Editorial Team.
- MSP. (2014). Acuerdo Ministerial 5212. Quito: MSP.
- MSP. (2015). Norma Técnica de Salud 110-MINSA/DGIEM-V.01: Requisitos de infraestructura y equipamiento para establecimientos de salud. Ministerio de Salud Pública.

- Municipio del DMQ. (2008). Ordenanza Metropolitana N° 14: Regulación de uso de suelo y condiciones de diseño en edificaciones. Registro Oficial del DMQ.
- Municipio del DMQ. (2008). Ordenanza Metropolitana N° 14: Regulación de uso de suelo y condiciones de diseño en edificaciones. Registro Oficial del DMQ.
- Nodarse Hernandez, R. (2002). Vision actualizada de las infecciones intrahospitalarias (Vol. 31). Cuba: Revista Cubana de medicina Militar.
- Nunnally, J. C., & Bernstein, I. H. (1994). Psychometric theory (3rd ed.). McGraw-Hill.
- Nunnally, J. C., & Bernstein, I. H. (1994). Psychometric theory (3rd ed.). McGraw-Hill.
- Olaechea, P., Insausti, J., Blanco, A., & Luque, P. (2010). Epidemiología e impacto de las infecciones nosocomiales. *Medician intensiva*, 256-267.
- OMS, O. M. (09 de noviembre de 2005). <http://www.who.int/features/qa/28/es/>.
Obtenido de <http://www.who.int/features/qa/28/es/>.
- OMS, O. M. (20 de enero de 2018). Organizacion Mundial de la Salud. Obtenido de Organizacion Mundial de la Salud:
http://www.who.int/topics/health_systems/es/
- Pablo, G. d. (1992).
- PAHO Organizacion Panamericana de la Salud. (2023). Oficina Regional para las Américas de la Organización Mundial de la Salud. (Oficina Regional para las Américas de la Organización Mundial de la Salud) Obtenido de <https://www.paho.org/es/temas/prevencion-control-infecciones>.
- Palacio, N. (1986). Los nosocomios: historia de la humanización de la salud.
- Parga, V. d. (1993). HISTORIA DE LOS HOSPITALES VASCOS.
- Patton, M. Q. (1999). Enhancing the quality and credibility of qualitative analysis. *Health Services Research*, 34(5 Pt 2), 1189–1208.
<https://doi.org/10.1111/1525-1497.00173>
- Patton, M. Q. (1999). Enhancing the quality and credibility of qualitative analysis. *Health Services Research*, 34(5 Pt 2), 1189–1208.
<https://doi.org/10.1111/1525-1497.00173>

- Patton, M. Q. (1999). Enhancing the quality and credibility of qualitative analysis. *Health Services Research, 34*(5 Pt 2), 1189–1208.
<https://doi.org/10.1111/1525-1497.00173>
- Pemán, J., & Salavert, M. (2013). Epidemiología y prevención de las infecciones nosocomiales causadas por especies de hongos filamentosos y levaduras. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica, 32*8-341.
- Pemán, J., Zaragoza, R., & Salavert, M. (2013). Control y prevención de las infecciones nosocomiales y asociadas a cuidados sanitarios causadas por especies de *Candida* y otras levaduras. *Revista Española de Quimioterapia*.
- Peña, P. A. (2000). Programa de minimización de riesgos biológicos asociados a la infraestructura hospitalaria. Navarra: ANALES Sis San Navarra 2000, Vol. 23, Suplemento 2.
- Pérez de Herrera, c. (1598). Discursos del amparo de los legítimos pobres.
- Pevsner, N. (1980). Historia de las tipologías arquitectónicas.
- Pevsner. (1980). The hospital: a social and architectural history.
- Piñero, L. (1990). Sociología de la organización.
- Ponce de León, S., Ragnel-Frausto, S., Elías-López, J., Romero-Oliveros, C., & Huertas-Jiménez, M. (1999). Infecciones nosocomiales: tendencias seculares de un programa de control en México. *Salud pública de México, S05-S11*.
- Pujol, M., & Limón, E. (2013). Epidemiología general de las infecciones nosocomiales. Sistemas y programas de vigilancia. *Enfermedades infecciosas y microbiología clínica, 108-113*.
- Qi, Q., & Tao, F. (2018). Digital twin and big data towards smart manufacturing and industry 4.0: 360° comparison. *IEEE Access, 6*, 3585–3593.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2793265>
- Qi, Q., & Tao, F. (2018). Digital twin and big data towards smart manufacturing and industry 4.0: 360° comparison. *IEEE Access, 6*, 3585–3593.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2793265>
- Qi, Q., & Tao, F. (2018). Digital twin and big data towards smart manufacturing and industry 4.0: 360° comparison. *IEEE Access, 6*, 3585–3593.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2793265>
- Qi, Q., & Tao, F. (2018). Digital twin and big data towards smart manufacturing and industry 4.0: 360° comparison. *IEEE Access, 6*, 3585–3593.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2793265>

- Qi, Q., & Tao, F. (2018). Digital twin and big data towards smart manufacturing and industry 4.0: 360° comparison. *IEEE Access*, 6, 3585–3593.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2793265>
- Qi, Q., & Tao, F. (2018). Digital twin and big data towards smart manufacturing and industry 4.0: 360° comparison. *IEEE Access*, 6, 3585–3593.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2793265>
- Qi, Q., & Tao, F. (2018). Digital twin and big data towards smart manufacturing and industry 4.0: 360° comparison. *IEEE Access*, 6, 3585–3593.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2793265>
- Quintal, B. (23 de mayo de 2017). 69 definiciones de arquitectura. Obtenido de 69 definiciones de arquitectura:
<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/871342/69-definiciones-de-arquitectura>
- Renate, M. (1972). *Sociología de la organización* .
- Richard G. Close, Raymond C. L. Lee & J. Wilson Mixon. (2019). "Aging Water Infrastructure: An Emerging Global Risk." *En Global Policy*, 10(1), 180-188.
- RODERA ALONSO, A. (2004). *RELACIÓN DE HOSPITALES COLONIALES EN LA*.
- Rodríguez de Gracia, H. (19823). *Hospital del Rey en Toledo*.
- Rodriguez, M., Barahona, N., & de Moya, Y. (2019). *Importancia de la vigilancia epidemiológica en el control de las infecciones asociadas a la atención en salud (Vol. 14)*. Barranquilla: BIociencias.
- Roger Ulrich, Xiaobo Quan & Anjali Zimring. (2004). "A Review of the Research Literature on Evidence-Based Healthcare Design." *En Health Environments Research & Design Journal*, 1(3), 61-125.
- Rosell Farras, M., & Muñoz Martinez , A. (2010). *Ventilacion gneral en hospitales*. España: Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo.
- Rosen, G. (1963). *The hospital in modem society*. Free Pres.
- Rosetta L. Eun Ryung Lee & Youngji Kim. (2016). "Environmental Parameters Influencing Hospital Acquired Infections." *En Healthcare Infection*, 21(1), 1-10.
- Sarasti, H. (1989). *UNA INTRODUCCIÓN A LA HISTORIA DE LA MEDICINA INTERNA*.

- Sehulster, L., & Chinn, R. Y. W. (2003). CDC guideline for environmental infection control in health-care facilities. *MMWR Recommendations and Reports*, 52(RR-10), 1–42
- Sehulster, L., & Chinn, R. Y. W. (2003). CDC guideline for environmental infection control in health-care facilities. *MMWR Recommendations and Reports*, 52(RR-10), 1–42.
- Sehulster, L., & Chinn, R. Y. W. (2003). CDC guideline for environmental infection control in health-care facilities. *MMWR Recommendations and Reports*, 52(RR-10), 1–42.
- Sehulster, L., & Chinn, R. Y. W. (2003). CDC guideline for environmental infection control in health-care facilities. *MMWR Recommendations and Reports*, 52(RR-10), 1–42.
- Sehulster, L., & Chinn, R. Y. W. (2003). CDC guideline for environmental infection control in health-care facilities. *MMWR Recommendations and Reports*, 52(RR-10), 1–42.
- Sehulster, L., & Chinn, R. Y. W. (2003). CDC guideline for environmental infection control in health-care facilities. *MMWR Recommendations and Reports*, 52(RR-10), 1–42.
- Sehulster, L., & Chinn, R. Y. W. (2003). CDC guideline for environmental infection control in health-care facilities. *MMWR Recommendations and Reports*, 52(RR-10), 1–42.
- Sehulster, L., & Chinn, R. Y. W. (2003). CDC guideline for environmental infection control in health-care facilities. *MMWR Recommendations and Reports*, 52(RR-10), 1–42.
- Sharon J. Purlmutter & Steven J. Dutton. (2018). "Microbial Control in the Healthcare Environment." *En Healthcare Infection*, 23(2), 25-34.
- Sica, P. (1981). *Historia del urbanismo*.
- SILVESTRE, E. (01 de SEPTIEMBRE de 2014). ACES.INFO. Obtenido de ARQUITECTURA Y SALUD:
<https://www.aces.es/Uploads/docs/ACES%20CAST%2052.pdf>
- Silvia I. Acosta-Gnass. (2011). *Manual de control de infecciones y epidemiología hospitalarias*. Washington, D.C.: ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD.
- Smith, D. K., & Tardif, M. L. (2019). *Building information modeling: A strategic implementation guide for architects, engineers, constructors, and real estate asset managers* (2nd ed.). Wiley.

- Smith, J., Doe, A., & Roe, B. (2018). Virtual reality simulations for healthcare design: Enhancing spatial understanding. *International Journal of Virtual Environments*, 5(1), 23–37.
- Smith, J., Doe, A., & Roe, B. (2018). Virtual reality simulations for healthcare design: Enhancing spatial understanding. *International Journal of Virtual Environments*, 5(1), 23–37.
- Smith, J., Doe, A., & Roe, B. (2018). Virtual reality simulations for healthcare design: Enhancing spatial understanding. *International Journal of Virtual Environments*, 5(1), 23–37.
- Smith, J., Doe, A., & Roe, B. (2018). Virtual reality simulations for healthcare design: Enhancing spatial understanding. *International Journal of Virtual Environments*, 5(1), 23–37.
- Smith, J., Doe, A., & Roe, B. (2018). Virtual reality simulations for healthcare design: Enhancing spatial understanding. *International Journal of Virtual Environments*, 5(1), 23–37.
- Smith, J., Doe, A., & Roe, B. (2018). Virtual reality simulations for healthcare design: Enhancing spatial understanding. *International Journal of Virtual Environments*, 5(1), 23–37.
- Soto Caba, A. (1991). *Escenas Y Tragedias De Hospital*.
- Soto, C. (1985). *De las asistencia benéfica al modelo sanitario actual*.
- Stephen B. Wilkening, John T. Knox & S. Michael. (2015). "Water Quality and the Risks of Healthcare-Acquired Infections." *En American Journal of Infection Control*, 43(6), 579-588
- Strauss, A., & Corbin, J. (1998). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory* (2nd ed.). SAGE.
- Torreveija, H. d. (s.f.). *Servicio de medicina intensiva. Hospital de Torreveija, Valencia*.
- Ulrich, R. S., Quan, X., & Zimring, A. (2004). A Review of the Research Literature on Evidence-Based Healthcare Design. *Health Environments Research & Design Journal*, 1(3), 61–125.
- Ulrich, R. S., Zimring, C., & Quan, X. (2004). A review of the research literature on evidence-based healthcare design. *HERD: Health Environments Research & Design Journal*, 1(3), 61–125.
- Ulrich, R. S., Zimring, C., & Quan, X. (2004). A review of the research literature on evidence-based healthcare design. *HERD: Health Environments*

- Research & Design Journal, 1(3), 61–125.
<https://doi.org/10.1177/193758670400100307>
- Ulrich, R. S., Zimring, C., & Quan, X. (2004). A review of the research literature on evidence-based healthcare design. *HERD: Health Environments Research & Design Journal*, 1(3), 61–125.
<https://doi.org/10.1177/193758670400100307>
- Ulrich, R. S., Zimring, C., & Quan, X. (2004). A review of the research literature on evidence-based healthcare design. *HERD: Health Environments Research & Design Journal*, 1(3), 61–125.
<https://doi.org/10.1177/193758670400100307>
- Ulrich, R. S., Zimring, C., & Quan, X. (2004). A review of the research literature on evidence-based healthcare design. *HERD: Health Environments Research & Design Journal*, 1(3), 61–125.
<https://doi.org/10.1177/193758670400100307>
- Ulrich, R. S., Zimring, C., & Quan, X. (2004). A review of the research literature on evidence-based healthcare design. *HERD: Health Environments Research & Design Journal*, 1(3), 61–125.
<https://doi.org/10.1177/193758670400100307>
- Ulrich, R. S., Zimring, C., & Quan, X. (2004). A review of the research literature on evidence-based healthcare design. *HERD: Health Environments Research & Design Journal*, 1(3), 61–125.
<https://doi.org/10.1177/193758670400100307>
- Unahalekhaka, A. (s.f.). *Epidemiología de las infecciones asociadas a la atención en salud* (Vol. cap 3).
- Unidades Docentes de la Escuela Nacional de Sanidad, & Alfonso Casares. (2012). *Arquitectura Sanitaria y Hospitalaria*. Madrid: Escuela Nacional de Sanidad;.
- Vargas, J. M. (1953). *Ecuador: monumentos históricos y arqueológicos*.
- Velázquez Brizuela, I., Aranda Gama, J., Camacho Cortes, J., & Ortíz, G. (2013). Epidemiología de infecciones nosocomiales en el Instituto Jalisciense de Cancerología. *Revista Cubana de Salud Pública*, 19-31.
- Verea, L., Ferrer, A., Reyes, Y., Miranda, Y., & Méndez, A. (2019). Infecciones nosocomiales y resistencia antimicrobiana. *Revista Cubana de Medicina Intensiva y Emergencias*, 1-17.
- Vivienda, M. d. (04 de 01 de 2018). Capítulos de la NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción). Obtenido de Capítulos de la NEC (Norma Ecuatoriana de

la Construcción): <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>

Williams , W. (1983). Guideline for infection control in hospital personnel.

Winter, J. (2000). Daylighting in architecture: A European reference book. E. & FN Spon.

World Medical Association. (2013). Declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects. JAMA, 310(20), 2191–2194.

World Medical Association. (2013). World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects. JAMA, 310(20), 2191–2194.

Zaragoza, R. (1972). EL HOSPITAL DE INOCENTES.

Zaragoza, R., Ramírez, P., & López-Pueyo, M. (2014). Infección nosocomial en las unidades de cuidados intensivos. Enfermedades infecciosas y microbiología clínica, 320-327.

Zárate , M. (1991). El Espacio Interior de La Ciudad

ANEXOS

Cuestionarios específicos:

Entrevista para el Personal Profesional de Salud del Hospital Eugenio Espejo

Sección 1: Datos Demográficos

- a) Nombre y Apellido:
- b) Edad:
- c) Sexo:
- d) Puesto de trabajo:
- e) Años de experiencia en el hospital:

Sección 2: Percepción del Diseño Arquitectónico

1. ¿Cómo evalúa la distribución de los espacios en el hospital en términos de funcionalidad?

- Muy funcional
- Funcional
- Poco funcional
- Nada funcional

2. ¿Considera que la ventilación en las áreas donde trabaja es adecuada?

- Sí
- No
- ¿Por qué?

3. ¿Qué opina sobre la iluminación natural en su área de trabajo?

- Adecuada
- Inadecuada
- ¿Por qué?

4. ¿Qué mejoras arquitectónicas sugeriría para prevenir infecciones nosocomiales?

Sección 3: Gestión Sanitaria

1. ¿Está familiarizado con los protocolos de prevención de infecciones nosocomiales del hospital?

- Sí

- No

2. ¿Cómo evalúa la efectividad de estos protocolos?

- Muy efectiva

- Efectiva

- Poco efectiva

- Nada efectiva

3. ¿Considera que recibe suficiente capacitación sobre la prevención de infecciones nosocomiales?

- Sí

- No

- ¿Qué aspectos mejorarían la capacitación?

4. ¿Existen suficientes recursos (materiales, equipos) para seguir adecuadamente los protocolos sanitarios?

- Sí

- No

- ¿Qué recursos adicionales serían necesarios?

Sección 4: Integración de Gestión Sanitaria y Diseño Arquitectónico

1. ¿Cómo influye el diseño del hospital en la implementación de las medidas de control de infecciones?

- Facilita

- Dificulta

- No influye

- ¿Por qué?

2. ¿Ha observado alguna correlación entre el diseño arquitectónico y la incidencia de infecciones nosocomiales?

- Sí

- No

- ¿Puede proporcionar ejemplos o detalles específicos?

3. ¿Qué cambios propondría en el diseño arquitectónico y en la gestión sanitaria para mejorar la prevención de infecciones?

Sección 5: Conclusiones y Sugerencias

1. ¿Qué medidas inmediatas recomendaría implementar para reducir las infecciones nosocomiales en el hospital?

2. ¿Tiene algún comentario adicional sobre cómo el diseño arquitectónico y la gestión sanitaria pueden mejorarse en el hospital?

Entrevista para el Personal de Mantenimiento del Hospital Eugenio Espejo

Sección 1: Datos Generales

- a) Nombre:
- b) Cargo:
- c) Años de experiencia en el hospital:

Sección 2: Mantenimiento y Gestión Sanitaria

4. ¿Podría describir brevemente sus responsabilidades principales en el mantenimiento del hospital?

5. ¿Cuáles son las áreas del hospital que requieren más atención en términos de mantenimiento?

6. ¿Qué protocolos siguen para asegurar la limpieza y desinfección de las áreas críticas del hospital?

7. ¿Ha notado alguna relación entre el estado de mantenimiento de las instalaciones y la incidencia de infecciones nosocomiales?

Sección 3: Diseño Arquitectónico y su Impacto

8. ¿Considera que el diseño actual del hospital facilita o dificulta sus labores de mantenimiento? ¿De qué manera?
9. ¿Qué elementos del diseño arquitectónico del hospital cree que podrían mejorarse para facilitar un mantenimiento más eficiente?
10. ¿Cómo afecta la distribución de los espacios y la accesibilidad de las áreas a su trabajo diario?

Sección 4: Desafíos y Propuestas

11. ¿Cuáles son los mayores desafíos que enfrenta en el mantenimiento de la infraestructura del hospital?
12. ¿Qué cambios en el diseño o en la gestión del mantenimiento podrían mejorar la prevención de infecciones nosocomiales?
13. ¿Podría mencionar algún ejemplo específico donde una modificación en el diseño arquitectónico o en los procedimientos de mantenimiento haya tenido un impacto positivo en la gestión sanitaria?

Sección 5: Capacitación y Recursos

14. ¿Reciben capacitación regular en técnicas de limpieza y mantenimiento? ¿Con qué frecuencia?
15. ¿Cuentan con los recursos necesarios para realizar un mantenimiento adecuado? Si no, ¿qué recursos adicionales necesitarían?

Sección 6: Reflexiones Finales

16. ¿Hay algún otro aspecto del diseño arquitectónico o de la gestión sanitaria que considere importante y que no hayamos abordado en esta entrevista?
17. ¿Desea agregar algún comentario o sugerencia adicional que pueda contribuir a nuestra investigación?

Entrevista para Pacientes del Hospital Eugenio Espejo

Sección 1: Información General del Paciente

- a) Edad:
- b) Género:

- c) Duración de la estancia hospitalaria:
- d) Motivo de hospitalización:

Sección 2: Percepción sobre la Gestión Sanitaria

5. ¿Cómo calificaría la limpieza y la higiene general del hospital? (Muy buena, Buena, Regular, Mala, Muy mala)

6. ¿Ha observado la implementación de protocolos de higiene por parte del personal de salud? (Sí, No)

- Si la respuesta es sí, ¿puede describir algunos de estos protocolos?

7. ¿Se siente informado sobre las medidas que debe tomar para evitar infecciones durante su estancia? (Sí, No)

- Si la respuesta es no, ¿qué información cree que falta?

8. ¿Ha recibido capacitación o información sobre la higiene de manos durante su estancia? (Sí, No)

- Si la respuesta es sí, ¿fue clara y útil esta información?

Sección 3: Percepción sobre el Diseño Arquitectónico

9. ¿Cómo describiría la distribución de los espacios en el hospital (habitaciones, pasillos, áreas comunes)? (Adecuada, Inadecuada)

- Si la respuesta es inadecuada, ¿qué aspectos mejorarías?

10. ¿Considera que hay suficiente ventilación y luz natural en las áreas donde ha estado? (Sí, No)

- Si la respuesta es no, ¿cómo afecta esto su experiencia?

11. ¿Las habitaciones y baños se mantienen en buen estado y son cómodos? (Sí, No)

- Si la respuesta es no, ¿qué problemas ha encontrado?

12. ¿Se siente seguro en las instalaciones del hospital? (Sí, No)

- Si la respuesta es no, ¿qué aspectos le generan inseguridad?

Sección 4: Impacto en la Salud del Paciente

13. Durante su estancia, ¿ha tenido alguna infección o complicación relacionada con la higiene o el ambiente del hospital? (Sí, No)

- Si la respuesta es sí, ¿puede proporcionar detalles?

14. ¿Cómo ha afectado su salud y bienestar la gestión sanitaria y el diseño del hospital?

15. ¿Qué sugerencias tiene para mejorar tanto la gestión sanitaria como el diseño arquitectónico del hospital?

Sección 5: Satisfacción General

16. ¿Cómo calificaría su experiencia general en el Hospital Eugenio Espejo? (Muy buena, Buena, Regular, Mala, Muy mala)

17. ¿Recomendaría este hospital a otras personas? (Sí, No)

- Si la respuesta es no, ¿qué cambios serían necesarios para que lo hiciera?

Comentarios Adicionales:

18. ¿Tiene algún comentario adicional sobre su experiencia en el hospital?

Cierre:

Entrevista para el Personal Encargado de la Gestión de Calidad de los Servicios de Salud del Hospital Eugenio Espejo

Sección 1: Datos Generales del Entrevistado

- a) Nombre:
- b) Cargo:
- c) Tiempo en el cargo:
- d) Departamento:

Sección 2: Gestión de Calidad en Servicios de Salud

1. ¿Cuáles son los principales indicadores de calidad que utiliza su departamento para evaluar los servicios de salud?

2. ¿Qué protocolos específicos se siguen para la prevención de infecciones nosocomiales?

3. ¿Cómo se monitorea el cumplimiento de estos protocolos?

4. ¿Qué tipo de capacitación recibe el personal respecto a la prevención de infecciones?

5. ¿Existen auditorías internas o externas? Si es así, ¿con qué frecuencia se realizan y cuáles son sus principales enfoques?

Sección 3: Diseño Arquitectónico y su Impacto en la Gestión Sanitaria

6. Desde su experiencia, ¿cómo influye el diseño arquitectónico del hospital en la gestión de la calidad de los servicios de salud?

7. ¿Ha identificado áreas específicas del diseño del hospital que faciliten o dificulten la prevención de infecciones?

8. ¿Qué cambios arquitectónicos cree que podrían mejorar significativamente la calidad de los servicios de salud?

9. ¿Existe algún tipo de colaboración entre su departamento y el de planificación o diseño arquitectónico del hospital?

Sección 4: Desafíos y Mejoras Propuestas

10. ¿Cuáles son los principales desafíos que enfrenta en la implementación de las políticas de gestión de calidad?

11. ¿Qué estrategias ha encontrado efectivas para superar estos desafíos?

12. ¿Cómo evalúa la respuesta del personal médico y administrativo a las iniciativas de gestión de calidad?

13. ¿Qué mejoras propondría para integrar mejor la gestión sanitaria y el diseño arquitectónico?

Sección 5: Conclusión

14. ¿Hay algún otro aspecto que considere importante mencionar respecto a la gestión de calidad y su interacción con el diseño arquitectónico del hospital?

15. ¿Desea agregar algún comentario o sugerencia adicional?

Entrevista para el Personal Encargado de la Gestión de Epidemiología del Hospital Eugenio Espejo

Sección 1: Datos Generales

- a) Nombre y
- b) Cargo:

1. Experiencia:

- ¿Cuánto tiempo ha trabajado en el área de epidemiología del Hospital Eugenio Espejo?

Sección 2: Gestión Sanitaria

2. Protocolos Actuales:

- ¿Cuáles son los principales protocolos de prevención y control de infecciones nosocomiales implementados en el hospital?

3. Capacitación del Personal:

- ¿Qué tipo de formación y capacitación recibe el personal de salud sobre la prevención y manejo de infecciones?

4. Manejo de Datos:

- ¿Cómo se realiza la recolección y análisis de datos epidemiológicos en el hospital?

Sección 3: Relación con el Diseño Arquitectónico

5. Impacto del Diseño:

- En su opinión, ¿cómo influye el diseño arquitectónico del hospital en la prevención y control de infecciones?

6. Áreas Críticas:

- ¿Existen áreas específicas del hospital donde el diseño arquitectónico presenta mayores desafíos para el control de infecciones? Si es así, ¿cuáles son?

7. Colaboración Interdisciplinaria:

- ¿Existen instancias de colaboración entre el equipo de epidemiología y los arquitectos o ingenieros del hospital para mejorar la infraestructura?

Sección 4: Desafíos y Propuestas

8. Principales Obstáculos:

- ¿Cuáles son los principales obstáculos que enfrenta en la gestión de epidemiología respecto al diseño arquitectónico del hospital?

9. Propuestas de Mejora:

- ¿Qué cambios o mejoras en el diseño arquitectónico considera que podrían tener un impacto positivo en la gestión de infecciones nosocomiales?

10. Casos de Éxito:

- ¿Puede compartir algún caso de éxito donde la colaboración entre epidemiología y diseño arquitectónico haya mejorado significativamente el control de infecciones?

Sección 5: Conclusión

11. Recomendaciones:

- ¿Qué recomendaciones generales haría para optimizar la relación entre gestión sanitaria y diseño arquitectónico en el hospital?

12. Comentarios Adicionales:

- ¿Hay algún otro comentario o información que desee agregar respecto a los temas discutidos?

Entrevista para el Personal Encargado de la Gestión de Riesgos del Hospital Eugenio Espejo

Sección 1: Datos Generales

1. Nombre y Cargo:
2. Años de Experiencia en el Hospital:
3. Área de Especialización:

Sección 2: Gestión de Riesgos y Protocolos

4. ¿Podría describir los principales riesgos sanitarios que se manejan en el hospital?

5. ¿Cuáles son los protocolos estándar para la prevención de infecciones nosocomiales?

6. ¿Qué tipo de formación recibe el personal sobre la prevención de infecciones?

Sección 3: Interacción con el Diseño Arquitectónico

7. ¿Cómo considera que el diseño arquitectónico del hospital influye en la gestión de riesgos sanitarios?

8. ¿Existen áreas del hospital que presentan mayores desafíos para el control de infecciones debido a su diseño?

9. ¿Qué modificaciones arquitectónicas se han implementado recientemente para mejorar la prevención de infecciones?

Sección 4: Evaluación y Monitoreo

10. ¿Cómo se evalúa la efectividad de las medidas de prevención de infecciones en el hospital?

11. ¿Qué herramientas y métodos se utilizan para monitorear la incidencia de infecciones nosocomiales?

12. ¿Podría compartir algunos resultados recientes de estas evaluaciones?

Sección 5: Colaboración y Mejoras

13. ¿Qué grado de colaboración existe entre el personal de gestión de riesgos y el equipo de diseño arquitectónico?

14. ¿Qué mejoras considera necesarias en el diseño arquitectónico para optimizar la prevención de infecciones?

15. ¿Cómo podría mejorarse la comunicación entre los equipos de gestión de riesgos y diseño arquitectónico?

Sección 6: Perspectivas Futuras

16. ¿Cuáles son los principales desafíos que enfrenta el hospital en términos de gestión de riesgos y diseño arquitectónico?

17. ¿Qué estrategias se están considerando para enfrentar estos desafíos en el futuro?

18. ¿Cómo visualiza el papel del diseño arquitectónico en la gestión de riesgos sanitarios en los próximos cinco años?

Cierre:

19. ¿Hay algún otro comentario o recomendación que le gustaría compartir en relación con nuestra investigación?

Cuestionarios generales:

A continuación se presentan los siete cuestionarios estructurados, con sus ítems redactados de forma concreta, en escala Likert de 1 (totalmente en desacuerdo / nunca) a 5 (totalmente de acuerdo / siempre). El conjunto es un solo formulario en línea dirigido a 200 profesionales de la salud del HEE.

Circulación

Instrucciones:

Por favor, valore sus experiencias en los últimos 3 meses respecto a la circulación en su área de trabajo.

1. Las rutas de paso para el personal están claramente señalizadas.
2. Las puertas automáticas y barreras físicas evitan cruces no deseados entre zonas limpias y sucias.
3. Los pasillos tienen ancho suficiente para el tránsito simultáneo de camillas y equipos.
4. Identifico fácilmente las “zonas-tampón” (áreas de transición) entre circuitos de insumos y de residuos.
5. Los flujos de pacientes y de personal nunca se cruzan en puntos críticos (quirófanos, UCI).
6. El tiempo de traslado entre áreas críticas es razonable y sin atascos frecuentes.
7. El mobiliario o carros de equipo no obstruyen las rutas de limpieza.
8. El personal recibe actualizaciones regulares sobre cambios en la señalética y rutas.

Materiales

Instrucciones:

Evalúe los materiales y acabados de las superficies en su entorno de trabajo.

1. Las superficies de alto contacto (manijas, barandillas) se limpian con facilidad.
2. Las juntas de muros y techos están correctamente selladas.
3. Las texturas de pisos y zócalos no presentan grietas ni porosidad visible.
4. El desgaste del revestimiento no ha generado áreas rugosas o irregulares.
5. Los acabados mantienen su integridad tras limpiezas frecuentes con desinfectantes.
6. Los colores y materiales facilitan la identificación visual de suciedad o residuos.
7. Se utilizan materiales con propiedades antimicrobianas certificadas.

Ventilación

Instrucciones:

Valore el rendimiento y confort del sistema de ventilación en su área.

1. Percibo un flujo constante de aire fresco (renovaciones adecuadas).
2. La temperatura y humedad son estables y cómodas en todo momento.
3. La presión positiva/negativa se mantiene según el protocolo (quirófanos, UCI).
4. El ruido del sistema HVAC no interfiere con mi trabajo.
5. Las rejillas de suministro y retorno están limpias y sin obstrucciones.
6. El sistema responde rápidamente a ajustes de caudal cuando es necesario.
7. Recibo información clara sobre el estado de control de aire en dashboards BIM.

Iluminación

Instrucciones:

Piense en las condiciones de iluminación natural y artificial durante su jornada.

1. La luz natural (ventanas, tragaluces) es suficiente para la mayoría de tareas.

2. El nivel de iluminación artificial permite detectar con claridad manchas o residuos.
3. La uniformidad de luz evita zonas de sombra en áreas críticas.
4. El color de los objetos (cuerpos, fluido, instrumentos) se aprecia fielmente ($CRI \geq 90$).
5. La luz no provoca deslumbramiento en monitores ni en superficies reflectantes.
6. Las luminarias se encienden/apagan automáticamente según presencia y hora del día.
7. Puedo ajustar manualmente la intensidad en función de la tarea (quirófano, limpieza).

Equipamiento

Instrucciones:

Reflexione sobre la organización y diseño del mobiliario y equipos.

1. El equipamiento médico (camas, monitores) tiene zonas de “aparcamiento” definidas.
2. Puede movilizar carros y camillas sin bloquear rutas de limpieza.
3. El mobiliario empotrado facilita el acceso a rincones para desinfección.
4. Las ruedas de los equipos se bloquean firmemente al estacionarlos.
5. El espacio alrededor de los equipos es suficiente para realizar labores de mantenimiento.
6. Los puntos de conexión eléctrica y de gas no interfieren con la circulación.
7. Los muebles y superficies son resistentes a agentes químicos de limpieza.
8. El diseño del equipamiento reduce el número de “puntos ciegos” para el personal de limpieza.

Protocolos & Capacitación

Instrucciones:

Valore la eficacia de la formación recibida y su aplicación en protocolos de bioseguridad.

1. La capacitación en nuevos flujos y rutas fue clara y oportuna.
2. He practicado los procedimientos de limpieza en simulaciones VR/AR.
3. Comprendo y aplico las listas de verificación digitales en BIM.
4. Recibo retroalimentación periódica sobre mi desempeño en bioseguridad.
5. Los manuales y materiales e-learning son accesibles y fáciles de usar.
6. El ritmo de formación (frecuencia de talleres) es adecuado para mi agenda.
7. Confío en que mi equipo y yo seguimos correctamente los protocolos.
8. He observado una mejora en la coordinación entre áreas tras la formación.

Satisfacción Global**Instrucciones:**

Expresé su nivel de satisfacción general con la intervención implementada.

1. Estoy satisfecho/a con las mejoras en la circulación y señalética.
2. Considero que los materiales y acabados elegidos son los más adecuados.
3. El sistema de ventilación actualizado cumple mis expectativas.
4. La calidad de la iluminación ha mejorado mi capacidad de inspección.
5. El nuevo equipamiento facilita mis tareas diarias.
6. La formación impartida ha sido útil y aplicable.
7. Los dashboards BIM–IoT son una herramienta efectiva para el control.
8. En general, percibo que la intervención ha aumentado la seguridad biológica.

Nota: Para cada ítem marque la opción más cercana a su experiencia:

1 = Totalmente en desacuerdo / Nunca 2 = En desacuerdo / Rara vez 3 = Ni de

acuerdo ni en desacuerdo / A veces 4 = De acuerdo / Frecuentemente 5 =
Totalmente de acuerdo / Siempre

Formato de ficha para toma de muestras:

Formato único para muestreo en la investigación de Arq. José Orellana	
Campo	Descripción
ID de muestra	Código único
Fecha	YYYY-MM-DD
Hora	HH:MM
Área crítica	Quirófano / UCI / Sala de aislamiento / Pasillo
Punto de muestreo	(manija puerta, barandilla de camilla, piso junto estación, etc.)
Coordenadas BIM	Nombre de la vista y/o coordenadas dentro del modelo BIM
Parámetro asociado	FlowPathClearance / SurfaceRoughness / AirChangesPerHour / IlluminationLevel / EquipmentParkingZone / TrainingCompletionRate
Valor parámetro	
Método de toma	Placa RODAC (10 s presión) / Hisopo (10 cm ² , zig-zag)
Medio de cultivo	TSA + neutralizante
Incubación	37 °C, 48 h, CO ₂ 5 %
UFC contadas	
UFC/cm²	
Operador	Nombre y firma del responsable de la toma
Condiciones de transporte	Tiempo hasta laboratorio (min), temperatura de transporte
Calibración equipo	Fecha de última calibración de perfilómetro/anemómetro
Control duplicado	Sí / No (porcentaje de duplicados realizados)
Observaciones	
Referencias normativas	ISO 14698-1:2003; Schulster & Chinn (2003)

Elaborado por: Equipo de Laboratorio Clínico – Área de bacteriología (HEEE)

Anexo. - Carta de aceptación



Ministerio de Salud Pública
Hospital de Especialidades Eugenio Espejo

CARTA DE INTERÉS INSTITUCIONAL

Por medio del presente manifiesto que el proyecto titulado "METODOLOGÍA TAXONÓMICA PARAMÉTRICA PARA ARQUITECTURA DE ESPACIOS HOSPITALARIOS CON PERSPECTIVA EN LA MITIGACIÓN DE LA INCIDENCIA DE RIESGOS BIOLÓGICOS NOSOCOMIALES EN EL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES EUGENIO ESPEJO", es de interés institucional porque este trabajo de investigación propone reformas de infraestructura física y sanitaria, relacionada con la época que vivimos y con la influencia de enfermedades infectocontagiosas de origen hospitalario graves.

Informo también que la participación del HOSPITAL DE ESPECIALIDADES EUGENIO ESPEJO, es libre y voluntaria; y, que en caso de solicitar datos anonimizados o pseudonimizados el HOSPITAL DE ESPECIALIDADES EUGENIO ESPEJO cuenta con la capacidad de entregar los datos de manera anonimizada o pseudonimizada según lo establecido en la Ley Orgánica De Protección De Datos Personales.

Además, los investigadores han manifestado que cuentan con los insumos necesarios para la ejecución del proyecto de investigación. Por tanto, el HOSPITAL DE ESPECIALIDADES EUGENIO ESPEJO no completa algún tipo de financiamiento para el desarrollo de este estudio.

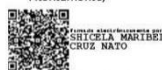
Se aclara que este documento no constituye la autorización, ni aprobación del proyecto, o del uso de insumos o recursos humanos de la Institución. Además, se informa que una vez que la investigación sea aprobada por un Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos autorizado por el Ministerio de Salud Pública, el Investigador principal podrá solicitar los datos de los sujetos de estudio o datos de salud anonimizados o pseudonimizados, debiendo adjuntar el protocolo de investigación aprobado y la carta de aprobación emitida por el CEISH.

En caso de que el investigador requiera de talento humano o insumos de un establecimiento público sanitario para la ejecución de un proyecto de investigación, debe suscribir un convenio según como lo determine establecimiento público sanitario, en base a lo establecido en el «acuerdo Ministerial N° 00011-202, "Reglamento de suscripción y ejecución de convenios del MSP", publicado en Registro Oficial – Edición especial N° 590 de 20 de mayo de 2020. Cabe señalar que el proyecto de investigación previo a la suscripción del convenio deberá contar con la aprobación de un CEISH aprobado por MSP.

Lugar y fecha

Quito, 26 de diciembre de 2023.

Atentamente,



Dra. Maribel Cruz
DIRECTORA ASISTENCIAL (e)
Hospital de Especialidades "Eugenio Espejo"

Revisado por:



Dr. Jorge Vélez
Responsable de Investigación

Aprobado por:



Dra. Carlota Villamarín
Responsable de Docencia en Investigación



REPÚBLICA
DEL ECUADOR

Ministerio de Salud Pública

Coordinación Zonal 9 Salud
Hospital de Especialidades Eugenio Espejo
Gerencia

Oficio Nro. MSP-CZ9-HEEE-2023-0914-O

Quito, D.M., 28 de diciembre de 2023

Asunto: CARTA DE INTERÉS INSTITUCIONAL "METODOLOGÍA TAXONÓMICA PARAMÉTRICA PARA ARQUITECTURA DE ESPACIOS HOSPITALARIOS CON PERSPECTIVA EN LA MITIGACIÓN DE LA INCIDENCIA DE RIESGOS BIOLÓGICOS NOSOCOMIALES EN EL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES EUGENIO ESPEJO" á ARQ. JOSE DAVID ORELLANA ERAZO

Sr.
José David Orellana Erazo
En su Despacho

De mi consideración:

En respuesta al Documento Nro. MSP-CZ9-HEEE-UATUS-2023-1536-E, de fecha 28 de noviembre de 2023, en el que se remite la solicitud para que se autorice el proyecto de investigación titulado: "**METODOLOGÍA TAXONÓMICA PARAMÉTRICA PARA ARQUITECTURA DE ESPACIOS HOSPITALARIOS CON PERSPECTIVA EN LA MITIGACIÓN DE LA INCIDENCIA DE RIESGOS BIOLÓGICOS NOSOCOMIALES EN EL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES EUGENIO ESPEJO**", codificado con el registro PROY-23-056, y toda vez que se ha realizado la revisión correspondiente se aprueba dicho proyecto y se entrega la Carta de Interés Institucional para continuar con el proceso requerido.

Cabe indicar que de acuerdo a la carta de confidencialidad firmada por el investigador se garantizará que la información entregada por esta casa de salud, será pseudoanonimizada y/o anonimizada, conforme de Ley Orgánica de Protección de datos personales y el Acuerdo Ministerial MSP 00015-2021.

Se adjunta CARTA DE INTERÉS INSTITUCIONAL.

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,

Documento firmado electrónicamente

Mgs. Pablo Sebastián Carrera Rivadeneira
GERENTE HOSPITALARIO HEEE, SUBROGANTE

Dirección: Av. Gran Colombia s/n y Yaguachi
Código postal: 170403 / Quito-Ecuador. **Teléfono:** +593-2-3814-970
www.hee.gob.ec

*Documento firmado electrónicamente por Guipux



Anexo. - Normativa legal ecuatoriana en temática de Salud

Normativa Legal Ecuatoriana		
Autor/es	Fecha	Breve descripción
Constitución de la República del Ecuador 2008 Decreto legislativo 0 Registro Oficial 449	2008	Art. 32.- La salud es un derecho que garantiza el Estado... El Estado garantizará este derecho mediante políticas económicas, sociales, culturales, educativas y ambientales; y el acceso permanente, oportuno y sin exclusión a programas, acciones y servicios de promoción y atención integral de salud, salud sexual y salud reproductiva.
Ley Orgánica de Salud Registro Oficial Suplemento 423	22 de diciembre 2006	Art. 3.- La salud es el completo estado de bienestar físico, mental y social y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades. Es un derecho humano inalienable, indivisible, irrenunciable e intransigible, cuya protección y garantía es responsabilidad primordial del Estado; y, el resultado de un proceso colectivo de interacción donde Estado, sociedad, familia e individuos convergen para la construcción de ambientes, entornos y estilos de vida saludables.
Reglamento para la aplicación del proceso de licenciamiento en los establecimientos del sistema nacional de salud Acuerdo ministerial 4915	08 de julio del 2014	Instrumento para aplicar el proceso de licenciamiento en los establecimientos de salud, busca garantizar el cumplimiento de estándares mínimos, según el nivel de atención, complejidad y categoría.
Guía de Acabados Interiores para Hospitales del Ministerio de Salud Pública del Ecuador.	2003	Guía vigente emitida por el Ministerio de Salud Pública del Ecuador, no es normativa pero es legítima ya que con este instrumento la Agencia de Acreditación la usa para emitir la licencia de funcionamiento a los establecimientos de salud

La Ordenanza Municipal del Distrito Metropolitano de Quito	22 de agosto del 2003	A nivel nacional las ordenanzas emitidas por el Gobierno Cantonal del Distrito Metropolitana de Quito son las utilizadas por los proyectistas para el diseño de establecimientos de salud, sin embargo, no es normativa en todo el territorio nacional y además no contempla aspectos técnicos de diseño, es decir es demasiado básica. Artículos 199 al 218
La Ordenanza Municipal del Distrito Metropolitano de Quito	10 de junio el 2008	A nivel nacional las ordenanzas emitidas por el Gobierno Cantonal del Distrito Metropolitana de Quito son las utilizadas por los proyectistas para el diseño de establecimientos de salud, sin embargo, no es normativa en todo el territorio nacional y además no contempla aspectos técnicos de diseño, es decir es demasiado básica. Artículos 188 al 202
Resolución Nro. AQ 007-2023	20 de marzo de 2023.	A nivel nacional las ordenanzas emitidas por el Gobierno Cantonal del Distrito Metropolitana de Quito son las utilizadas por los proyectistas para el diseño de establecimientos de salud, sin embargo, no es normativa en todo el territorio nacional y además no contempla aspectos técnicos de diseño, es decir es demasiado básica. 5.6. EDIFICACIÓN PARA SALUD

Normativa del Ecuador para diseño hospitalaria

Elaborado por: José Orellana

Anexo. - Matriz de La legislación frente a las infecciones nosocomiales

JERARQUIA	Autor/es	ECUADOR	ARGENTINA	COLOMBIA	EEUU / MEXICO	CHILE	PARAGUAY	PERU
		Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción
CONSTITUCION N	Constitución de la República del Ecuador 2008 Registro Oficial 449	Art. 32.- La salud es un derecho que garantiza el Estado... El Estado garantizará este derecho mediante políticas económicas, sociales, culturales, educativas y ambientales; y el acceso permanente, oportuno y sin exclusión a programas, acciones y servicios de promoción y atención integral de salud, salud sexual y salud reproductiva.	Artículo 42 los consumidores y usuarios de bienes y servicios tienen derecho a la relación del consumo de su salud y seguridad e intereses económicos a una formación adecuada y veraz net Font y libertad de elección y a las condiciones de trato equitativo y digno	Artículo 49 la atención de la salud y el saneamiento ambiental son servicios públicos a cargo del Estado punto se garantiza a todas las personas el acceso a los servicios de promoción y recuperación de la salud corresponde al estado organizar dirigir y reglamentar la prestación de la salud a los habitantes y el saneamiento ambiental conforme a los	Artículo 4. La mujer y el hombre son iguales ante la ley ésta protegerá a la organización y el desarrollo de la familia toda persona tiene derecho a recibir de manera libre y responsable e informada sobre el número y el espaciamiento de sus hijos toda persona tiene derecho a la alimentación nutritiva	Artículo 19. La Constitución asegura a todas las personas los puntos aparte a la protección de la salud el estado protege el libre e igualitario acceso a las acciones de promoción y recuperación de la salud y rehabilitación del individuo le corresponderá asimismo la	Artículo 68. Del derecho de la salud el estado protegerá y promoverá la salud como derecho fundamental de la persona... Nadie será privado de asistencia pública para prevenir o tratar enfermedades pestes o plagas y de socorro en casos de catástrofes y de accidentes . Toda persona estará obligada a someterse a las medidas sanitarias que establezca la ley dentro del respeto a la dignidad humana .	Artículo 7. Todos tienen derecho a la protección de su salud, la del medio familiar y la de la comunidad así como el deber de contribuir a su promoción y defensa.

JERARQUIA	Autor/es	ECUADOR	ARGENTINA	COLOMBIA	EEUU / MEXICO	CHILE	PARAGUAY	PERU
		Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción
				principios de eficiencia universalidad y solidaridad.	suficiente y de calidad el estado lo garantizará. toda persona tiene derecho a la protección de la salud	coordinación y control de acciones relacionadas con la salud punto es deber preferente del Estado garantizar la ejecución de las acciones de salud sea que preste a través de instituciones públicas o privadas en la forma y condiciones que determina la ley. Cada persona tendrá el derecho a elegir el sistema de salud al que desea acogerse sea éste estatal o privado		

JERARQUIA	Autor/es	ECUADOR	ARGENTINA	COLOMBIA	EEUU / MEXICO	CHILE	PARAGUAY	PERU
		Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción
TRATADOS Y CONVENIOS INTERNACIONALES	CONSTITUCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD	La salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades. El goce del grado máximo de salud que se puede lograr es 1 de los derechos fundamentales de todo ser humano sin distinción de raza, religión, ideología política o condición económica o social. La salud de todos los pueblos es una condición fundamental para lograr la paz y la seguridad, y depende de la más amplia cooperación de las personas y de los Estados.						
TRATADOS Y CONVENIOS INTERNACIONALES	CONSTITUCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD	El “índice de Seguridad Hospitalaria” 2008 y la “Guía para la Evaluación de Establecimientos de Salud de Mediana y Baja Complejidad 1 2010, ambos concurrentes a la política de hospitales seguros frente a desastres de la S/OMS.						
TRATADOS Y CONVENIOS INTERNACIONALES	Declaración universal de los derechos humanos	Art. 25, inciso 1. Toda persona Tiene derecho a un nivel de vida adecuado que asegure así como a su familia la salud y el bienestar y en especial la alimentación el vestido la vivienda la asistencia médica y los servicios sociales necesarios tiene asimismo derecho a los seguros en caso de desempleo enfermedad invalidez viudez vejez y otros casos de pérdida de sus medios de subsistencia por circunstancias independientes a su voluntad						
LEYES ORGÁNICAS LEYES ORDINARIAS	Ley Orgánica de Salud Registro Oficial Suplemento 423 De 22 de diciembre 2006	Art. 3.- La salud es el completo estado de bienestar físico, mental y social y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades. Es un derecho humano inalienable, indivisible,	El MINISTERIO de OBRAS PÚBLICAS, crear el “PROGRAMA de INFRAESTRUCTURA SANITARIA”, tendiente a brindar respuesta inmediata a la	Ley 09 de 1979.- Código Sanitario. Condiciones sanitarias que deben cumplir los establecimientos de toda naturaleza Ley 10 de 1990.- Ley 400 de 1997.- Diseño			Ley 26842.- Ley general de salud	

JERARQUIA	Autor/es	ECUADOR	ARGENTINA	COLOMBIA	EEUU / MEXICO	CHILE	PARAGUAY	PERU
		Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción
		irrenunciable e intransigible, cuya protección y garantía es responsabilidad primordial del Estado; y, el resultado de un proceso colectivo de interacción donde Estado, sociedad, familia e individuos convergen para la construcción de ambientes, entornos y estilos de vida saludables.	necesidad de fortalecimiento integral del sistema de salud pública	y construcción sismo resistente. Establece la diferencia con otras estructuras al determinar un coeficiente de importancia mayor a las instituciones del sector salud... Dec.2240.- normas que deben cumplir las instituciones prestadoras de servicios de salud.				

JERARQUIA	Autor/es	ECUADOR	ARGENTINA	COLOMBIA	EEUU / MEXICO	CHILE	PARAGUAY	PERU
		Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción
NORMAS REGIONALES Y ORDENANZAS DISTRITALES del 2015		norma ecuatoriana de la construcción						2,14.- NORMA TÉCNICA DE SALUD Nº 110-MINSA/DGIEM-V.01 "INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO DE LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DEL SEGUNDO NIVEL DE ATENCIÓN
DECRETOS Y REGLAMENTOS	Reglamento para la aplicación del proceso de licenciamiento en los establecimientos del sistema nacional de salud Acuerdo ministerial 4915 De 08 de julio del 2014	Instrumento para aplicar el proceso de licenciamiento en los establecimientos de salud, busca garantizar el cumplimiento de estándares mínimos, según el nivel de atención, complejidad y categoría.						Decreto supremo.- 011-2006.- Reglamento Nacional de edificaciones y modificaciones aprobadas en el decreto 010-2009

JERARQUIA	Autor/es	ECUADOR	ARGENTINA	COLOMBIA	EEUU / MEXICO	CHILE	PARAGUAY	PERU
		Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción
ORDENANZAS	La Ordenanza Municipal del Distrito Metropolitano de Quito de 22 de agosto del 2003	A nivel nacional las ordenanzas emitidas por el Gobierno Cantonal del Distrito Metropolitana de Quito son las utilizadas por los proyectistas para el diseño de establecimientos de salud, sin embargo, no es normativa en todo el territorio nacional y además no contempla aspectos técnicos de diseño, es decir es demasiado básica. Artículos 199 al 218						
ORDENANZAS	La Ordenanza Municipal del Distrito	A nivel nacional las ordenanzas						

JERARQUIA	Autor/es	ECUADOR	ARGENTINA	COLOMBIA	EEUU / MEXICO	CHILE	PARAGUAY	PERU
		Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción
	Metropolitano de Quito de 10 de junio el 2008	emitidas por el Gobierno Cantonal del Distrito Metropolitana de Quito son las utilizadas por los proyectistas para el diseño de establecimientos de salud, sin embargo, no es normativa en todo el territorio nacional y además no contempla aspectos técnicos de diseño, es decir es demasiado básica. Artículos 188 al 202						
LOS ACUERDOS Y LAS RESOLUCIONES	Resolución Nro. AQ 007-2023 de 20 de marzo de 2023.	A nivel nacional las ordenanzas emitidas por el Gobierno Cantonal del	Apruébanse las TIPOLOGÍAS DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD y los	Res. 0686.- Reglamento el procedimiento para la realización y				307-99-SA-DM.- Normas técnicas para proyectos de arquitectura y equipamiento para centros de

JERARQUIA	Autor/es	ECUADOR	ARGENTINA	COLOMBIA	EEUU / MEXICO	CHILE	PARAGUAY	PERU
		Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción
		Distrito Metropolitana de Quito son las utilizadas por los proyectistas para el diseño de establecimientos de salud, sin embargo, no es normativa en todo el territorio nacional y además no contempla aspectos técnicos de diseño, es decir es demasiado básica. 5.6. EDIFICACIÓN PARA SALUD	CRITERIOS BÁSICOS DE CATEGORIZACIÓN DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD. Incorporación al PROGRAMA NACIONAL DE GARANTÍA DE CALIDAD DE LA ATENCIÓN MÉDICA y en el REGISTRO FEDERAL DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	presentación de proyectos de diseño y construcción de obras de instalaciones físicas de las instituciones públicas prestadoras de servicios de salud.				hemodadores. 335-2005/MINSA.- Estándares mínimos para seguridad para la construcción, ampliación, rehabilitación, remodelación y mitigación de riesgos en los EESS y servicios médicos de apoyo.
LOS ACUERDOS Y LAS RESOLUCIONES	Guía de Acabados Interiores para Hospitales del Ministerio de Salud Pública del Ecuador. Del 2003	Guía vigente emitida por el Ministerio de Salud Pública del Ecuador, no es normativa pero es legítima ya que con este						

JERARQUIA	Autor/es	ECUADOR	ARGENTINA	COLOMBIA	EEUU / MEXICO	CHILE	PARAGUAY	PERU
		Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción	Breve descripción
		instrumento la Agencia de Acreditación la usa para emitir la licencia de funcionamiento a los establecimientos de salud						

Nota: Normativa Nacional respecto al diseño Hospitalario, en similares condiciones respecto al tipo de sistema de salud adoptado en el Ecuador. Elaborado por: José Orellana