



ARTÍCULO REVISIÓN

Emplazamiento de un Centro de Medicina Nuclear en la provincia de Pinar del Río: enfoque y determinantes regulatorias

Location of a Nuclear Medicine Center in the province of Pinar del Río: approach and regulatory determinants

Localização de um Centro de Medicina Nuclear na província de Pinar del Río: abordagem e determinantes regulatórios

Jorge Milian-Baldor¹  

¹Universidad de Ciencias Médicas de Pinar del Río. Hospital General Docente "Hospital General Docente Abel Santamaría Cuadrado"

Recibido: 15 de julio de 2025

Aceptado: 17 de septiembre de 2025

Publicado: 03 de octubre de 2025

Citar como: Milian-Baldor J. Emplazamiento de un Centro de Medicina Nuclear en la provincia de Pinar del Río: enfoque y determinantes regulatorias. Rev Ciencias Médicas [Internet]. 2025 [citado: fecha de acceso]; 29(2025): e6836. Disponible en: <http://revcmpinar.sld.cu/index.php/publicaciones/article/view/6836>

RESUMEN

Introducción: el diseño de un centro de Medicina Nuclear esencialmente está determinado por la distribución y tamaño de los locales requeridos para satisfacer las necesidades funcionales, y los requerimientos obligatorios para cumplir las regulaciones de seguridad en sus protocolos de trabajo.

Objetivo: analizar el enfoque general y las determinantes regulatorias que dictan el emplazamiento arquitectónico de un centro de Medicina Nuclear.

Métodos: se realizó una revisión bibliográfica narrativa consultando bases de datos, archivos técnicos y entrevistas a expertos. Se analizaron artículos relevantes sobre arquitectura hospitalaria, normativas nucleares y factores urbanísticos, centrandos en la atención en el caso del Centro de Medicina Nuclear. Se aplicaron criterios de elegibilidad y enfoque temático para sintetizar evidencia conceptual y aplicada.

Desarrollo: dentro de la arquitectura hospitalaria, especialmente de un centro médico nuclear, el emplazamiento es mucho más que la simple ubicación de un edificio. La elección del emplazamiento requiere un análisis meticuloso de diversos factores. Su ubicación por ende, es un factor crítico que influye en su viabilidad técnica, seguridad radiológica, accesibilidad y cumplimiento normativo, que deviene de una jerarquización legal y de preceptivas técnicas que involucran para su aplicación estructuras de gobierno y aquellas que específicamente regulan la actividad en la esfera nuclear.

Conclusiones: el emplazamiento estratégico permite diseñar centros nucleares seguros, funcionales y contextualizados, cumpliendo objetivos arquitectónicos y normativos desde la etapa de preinversión, garantizando el rol asistencial, sin comprometer las normas de seguridad nuclear que para la práctica se establecen.

Palabras clave: Arquitectura y Construcción de Hospitales; Medicina Nuclear; Servicio de Medicina Nuclear en Hospital.

ABSTRACT

Introduction: the design of a Nuclear Medicine center is essentially determined by the layout and size of the premises required to meet functional needs, and the mandatory requirements to comply with safety regulations in its work protocols.

Aim: analyze the general approach and regulatory determinants that dictate the architectural location of a Nuclear Medicine center.

Methods: a narrative literature review was conducted, consulting databases, technical archives, and interviews with experts. Relevant articles on hospital architecture, nuclear regulations, and urban planning factors were analyzed, focusing on care at the Nuclear Medicine Center. Eligibility criteria and a thematic approach were applied to synthesize conceptual and applied evidence.

Development: in hospital architecture, especially for nuclear medical centers, the site is much more than simply the location of a building. Selecting a site requires a meticulous analysis of various factors. Its location is therefore a critical factor that influences its technical feasibility, radiation safety, accessibility, and regulatory compliance, which stems from a legal hierarchy and technical precepts that require governance structures and those specifically regulating nuclear activity for their application.

Conclusions: the strategic location allows for the design of safe, functional, and contextualized nuclear centers, meeting architectural and regulatory objectives from the pre-investment stage, guaranteeing the assistance role without compromising the nuclear safety standards established for practice.

Keywords: Hospital Design and Construction; Nuclear Medicine; Nuclear Medicine Department, Hospital.

RESUMO

Introdução: o projeto de um centro de Medicina Nuclear é essencialmente determinado pelo layout e tamanho das instalações necessárias para atender às necessidades funcionais e aos requisitos obrigatórios de cumprimento das normas de segurança em seus protocolos de trabalho.

Mirar: analisar a abordagem geral e os determinantes regulatórios que determinam a localização arquitetônica de um centro de Medicina Nuclear.

Métodos: foi realizada uma revisão narrativa da literatura, consultando bases de dados, arquivos técnicos e entrevistas com especialistas. Foram analisados artigos relevantes sobre arquitetura hospitalar, regulamentação nuclear e fatores de planejamento urbano, com foco no atendimento no Centro de Medicina Nuclear. Critérios de elegibilidade e uma abordagem temática foram aplicados para sintetizar evidências conceituais e aplicadas.

Desenvolvimento: na arquitetura hospitalar, especialmente em centros médicos nucleares, o local é muito mais do que simplesmente a localização de um edifício. A seleção de um local requer uma análise metódica de diversos fatores. Sua localização é, portanto, um fator crítico que influencia sua viabilidade técnica, segurança radiológica, acessibilidade e conformidade regulatória, que decorre de uma hierarquia legal e de preceitos técnicos que exigem estruturas de governança e aquelas que regulam especificamente a atividade nuclear para sua aplicação.

Conclusões: a localização estratégica permite projetar centros nucleares seguros, funcionais e contextualizados, atendendo aos objetivos arquitetônicos e regulatórios desde a fase de pré-investimento, garantindo a função de assistência sem comprometer os padrões de segurança nuclear estabelecidos para a prática.

Palavras-chave: Arquitetura Hospitalar; Medicina Nuclear; Serviço Hospitalar de Medicina Nuclear.

INTRODUCCIÓN

La cita de Antonio Averlino "Filarete", que equipara la creación arquitectónica a una concepción entre el arquitecto y el mundo, sirve como punto de partida para analizar el complejo proceso de emplazamiento de una obra.⁽¹⁾ En este contexto, la arquitectura hospitalaria, con orígenes en templos de culturas antiguas, ha evolucionado desde diseños simbólicos y funcionales hasta enfoques contemporáneos centrados en la evidencia, el bienestar del paciente y la eficiencia operativa.^(2,3)

A nivel global, los gobiernos se enfrentan a presupuestos escasos y necesidades crecientes de salud en la población, generando una brecha de inversión. Si bien diversos países de la región de las Américas han incrementado sus inversiones en infraestructura de salud, de acuerdo a un estudio del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la brecha de inversión en salud pública es de al menos USD 153,114 millones en América Latina y el Caribe.^(4,5)

Los recursos escasos ponen a los países frente al desafío de cómo invertir de manera eficiente, aspecto que se singulariza en el escenario cubano, a tenor de las más de seis décadas de bloqueo norteamericano, notablemente recrudecido en estos últimos años. Sin soslayar otras aristas de su cruel impacto, el sistema de salud particulariza una expresión de la criminalidad y la perversidad de su ejecución.⁽⁵⁾

En Cuba, la política de salud pública ha estructurado un sistema de cobertura sanitaria organizado en categorías de atención (primaria, secundaria y terciaria) y niveles de complejidad (baja, media y alta). En este marco, el Centro de Medicina Nuclear e Imagen Molecular de Pinar del Río, clasificado en el nivel medio de complejidad, fue concebido para integrarse al Hospital General Docente "Abel Santamaría Cuadrado", un hospital de segundo nivel de atención. Este proyecto se enmarca en la estrategia de desarrollo de servicios médicos de calidad del Ministerio de Salud Pública (Minsap), que desde hace décadas ha contemplado la Medicina Nuclear entre sus políticas de inversión priorizadas.⁽⁶⁾

Teniendo en cuenta que las inversiones en infraestructura de salud son generalmente elevadas e involucran a una diversidad de actores durante las fases de diseño, construcción y puesta en marcha; las entidades responsables de estos procesos presentan grandes desafíos, especialmente en los proyectos de mayor complejidad.^(3,4) Derivado de lo antes expuesto, se impone con rigor renovado en nuestro país, la necesidad de evaluar exhaustivamente cada proyecto de inversión o desarrollo, a fin de potenciar la creación del mayor valor agregado, partiendo de los fundamentos teórico-metodológicos que resulten de la investigación particular de cada proyecto. Ante ello, se realiza el presente artículo, el cual tiene por objetivo analizar el enfoque general y las determinantes regulatorias que dictan el emplazamiento arquitectónico de un centro de Medicina Nuclear (MN).

MÉTODOS

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica narrativa con enfoque integrador, orientada a analizar el impacto del emplazamiento arquitectónico en el diseño de centros de MN. La búsqueda se realizó entre enero y mayo de 2025 en bases de datos científicas (Scopus, PubMed, SciELO), documentos técnicos institucionales y archivos específicos relacionados con el proyecto del Centro de Medicina Nuclear e Imagen Molecular de Pinar del Río. Se emplearon estrategias de búsqueda avanzada utilizando operadores booleanos, términos controlados (MeSH) y criterios de inclusión/exclusión que consideraban publicaciones en español e inglés, desde el año 2000 en adelante.

Además, se incorporó literatura gris como informes gubernamentales, entrevistas a especialistas vinculados al diseño del centro, y planos arquitectónicos disponibles en archivos físicos locales. El proceso incluyó deduplicación sistemática de referencias mediante herramientas como Mendeley y Zotero, así como la verificación de DOI/URL para asegurar la trazabilidad documental.

La evaluación de calidad metodológica se basó en el cumplimiento de normativas internacionales para revisiones no sistemáticas, priorizando estudios con relevancia conceptual y aplicabilidad arquitectónica en el contexto hospitalario nuclear. Se utilizó una matriz temática para categorizar los hallazgos según criterios como funcionalidad, seguridad radiológica, normativas de emplazamiento, accesibilidad y sostenibilidad urbana.

DESARROLLO

El emplazamiento de un centro de esta naturaleza debe ser precedido por la confección de un proyecto, el cual deberá estar sustentados en estudios de red y disponer de todos los estudios elaborados que den soporte al proyecto que se pretende realizar, incluyendo el plan funcional. Si cuando se realiza el diseño no existe este sustento, el proyecto es susceptible de cambios durante el proceso de contratación o construcción, lo que implica mayores costos y demoras en su ejecución.

La MN se define como la especialidad médica que utiliza los radionucleidos, isótopos radiactivos, en forma de fuentes no encapsuladas para la prevención, diagnóstico, terapéutica e investigación médica.⁽⁷⁾ Esta a su vez, es un campo fascinante y en constante evolución que combina tecnología avanzada, química, física y medicina para diagnosticar y tratar enfermedades. Aparejado a estas ramas del desarrollo científico, se hizo necesario la fusión de otras especialidades que dan cuerpo a la MN, aquella que se ocupa del diseño hospitalario, es decir la Arquitectura Hospitalaria, que es un campo especializado dentro del mundo del diseño y la construcción, enfocado en la creación de entornos de atención médica que no solo respondan a las necesidades funcionales y operativas de estos establecimientos, sino que también promuevan el bienestar y la recuperación de los pacientes.⁽⁸⁾

En su esencia, la arquitectura hospitalaria debe encargarse de diseñar espacios que sean eficientes para el tratamiento médico y la atención al paciente. Acoge también el diseño de instalaciones de MN, que no es más que la unidad asistencial destinada al diagnóstico y tratamiento mediante el empleo de isótopos radiactivos y contadores radiactivos. Sin embargo, la misma va más allá de la simple funcionalidad.⁽⁴⁾ En las últimas décadas, ha habido un reconocimiento creciente de que el diseño de unidades de atención en salud puede tener un impacto significativo en la recuperación de los pacientes.⁽⁹⁾

La ubicación de un centro de MN es un factor crítico que influye en su viabilidad técnica, seguridad radiológica, accesibilidad y cumplimiento normativo.⁽¹⁰⁾ La selección de un emplazamiento es el proceso por el que se elige un lugar adecuado para una instalación, como parte del cual se realiza una evaluación apropiada y se definen las correspondientes bases de diseño. Dicho proceso consiste en el reconocimiento, la selección y la evaluación de emplazamientos, que culminan con el hito fundamental de la adjudicación de la licencia para la ejecución de la obra.⁽¹¹⁾

La determinación de la implantación de un centro de MN, es un ejercicio complejo que integra múltiples aspectos técnicos, denominados determinantes de implantación. Estos responden a modelos de atención y a necesidades específicas del manejo de sustancias radiactivas. El anteproyecto arquitectónico constituye el diseño preliminar que define la implantación en el terreno, la zonificación general y la distribución funcional.⁽¹²⁾ Aunque no permite la construcción, en esta fase se establecen las decisiones centrales que organizan el edificio y que deben adaptarse específicamente a su contexto. Corresponde al arquitecto definir una metodología de diseño que incorpore la participación de clínicos y se apoye en herramientas como la arquitectura basada en evidencia.^(13,14)

Plan maestro

El Plan Maestro, que se desarrolla en una primera fase, tiene como objetivo principal establecer y definir las cualidades y atributos particulares del lugar, e ilustrar cómo hacer el mejor uso de ellos en pos de una idea arquitectónica que resuelva el problema presentado por las necesidades de salud de la población en conjunción con las normas regulatorias urbanísticas y de seguridad nuclear.⁽¹⁵⁾

La selección del sitio de este centro requiere una planificación exhaustiva que integre múltiples factores para garantizar la eficiencia del servicio, la seguridad y la experiencia del paciente. Esto implica comprender las restricciones del terreno, la infraestructura existente y el presupuesto; considerar aspectos ambientales como la mitigación de impactos y la orientación solar; analizar el contexto urbano y morfología para una adecuada integración comunitaria y uso topográfico; definir la funcionalidad clínica, adyacencias y flujos internos; priorizar la seguridad operacional para personas y medio ambiente; e incorporar flexibilidad para adaptaciones futuras. Una ubicación estratégica y bien planificada mejora el acceso a la atención médica y asegura la calidad y sostenibilidad de los servicios ofrecidos.

La localización de un servicio de MN es crucial para asegurar su funcionamiento eficiente, la seguridad del paciente y del personal, ya que implica consideraciones tanto técnicas como regulatorias, así como la necesidad de un entorno adecuado para garantizar un acceso óptimo a los servicios por parte de la población.⁽¹⁶⁾

Un centro de MN idealmente debería estar ubicado en un centro médico principal, es decir, se deberá integrar a un entorno sanitario, cerca de otros servicios de radiología y de diagnóstico por imagen, se debe localizar estratégicamente para maximizar su accesibilidad y funcionalidad. La ubicación también debe facilitar el acceso a equipos especializados, como gammacámaras u otros del entorno médico nuclear. Además, la ubicación debe considerar la seguridad radiológica y la posibilidad de contar con un espacio adecuado para la realización de procedimientos y la gestión de materiales radiactivos.

Factores adicionales a considerar para la ubicación de un centro de medicina nuclear⁽¹⁷⁾

La implantación en la parcela y la forma arquitectónica son decisivas para reducir las ganancias de calor por radiación solar y promover la ventilación natural. Para lograrlo, es esencial considerar la orientación solar, los vientos dominantes, la vegetación existente y el contexto urbano, evaluando las limitaciones del terreno y la normativa. En edificios que requieran aire acondicionado, se privilegian volúmenes compactos y cerrados. Mejorar el microclima es posible mediante vegetación, espejos de agua y elementos de sombreado como árboles o pérgolas, que reducen la temperatura mediante transpiración y absorción de radiación. Por el contrario, las superficies pavimentadas oscuras aumentan significativamente la temperatura ambiental, mientras que las claras reducen la absorción de calor pero pueden causar deslumbramiento.⁽¹⁸⁾

La adecuada distancia entre edificaciones equivalente a al menos cinco veces la altura del edificio aguas arriba favorece la ventilación natural de la estructura situada aguas abajo. Asimismo, es fundamental que un servicio de Medicina Nuclear se ubique dentro de un hospital o centro de salud de referencia, dado su carácter complementario con especialidades como oncología, cardiología, neurología, nefrología y endocrinología. Esta proximidad física facilita la colaboración multidisciplinaria y optimiza el manejo integral de los pacientes.⁽¹⁹⁾ Teniendo en cuenta lo indicado, se aprecia en la figura 3 el sitio propuesto para dicho emplazamiento en el Hospital General Docente "Abel Santamaria Cuadrado".



Fig. 1 Sitio del emplazamiento del Centro de Medicina Nuclear e Imagen Molecular. Hospital General Docente "Abel Santamaría Cuadrado". Pinar del Río.

La selección del emplazamiento para un centro de medicina nuclear debe priorizar la integración clínica y operativa. Es crucial una ubicación próxima a otros servicios médicos, como urgencias, laboratorios, resonancias magnéticas y tomografías, para optimizar el flujo de pacientes, facilitar la derivación y colaboración interdepartamental, y garantizar una atención integral. Esta proximidad, junto con una accesibilidad robusta mediante transporte público y para ambulancias, es vital para la eficiencia operativa y la seguridad del paciente. Asimismo, la disponibilidad de personal especializado en el área y el análisis de la demanda local potencial son factores determinantes para la sostenibilidad y el impacto sanitario del centro.

Por otro lado, el sitio debe cumplir rigurosamente con los aspectos de seguridad, normativa e infraestructura. La zonificación debe alejarse de núcleos residenciales, cumpliendo con los perímetros de seguridad exigidos para minimizar riesgos radiológicos. El terreno requiere estabilidad geológica, espacio suficiente para equipos, blindajes y expansión futura, además de servicios básicos confiables. El cumplimiento de las normativas nacionales e internacionales para el manejo de materiales radiactivos es innegociable, abarcando desde el control de radiaciones y la gestión de residuos hasta la mitigación de amenazas antrópicas. Un análisis multicriterio que evalúe todos estos factores técnicos, legales y sociales es indispensable para una selección definitiva y exitosa.

Factores clave para la selección del sitio

La selección del sitio para un centro de medicina nuclear está determinada por factores críticos que garantizan su seguridad, funcionalidad y viabilidad. En materia de seguridad radiológica, es esencial que el emplazamiento permita la construcción de blindajes adecuados para la protección de personas, así como áreas controladas para el almacenamiento de fuentes radiactivas y la gestión segura de residuos.⁽²⁰⁾ La infraestructura debe ofrecer espacio suficiente para la instalación de equipos de diagnóstico y terapia (SPECT, PET/CT), prever expansiones futuras y contar con servicios básicos robustos (electricidad, agua, telecomunicaciones, climatización).⁽²¹⁾ Asimismo, es crucial la proximidad a suministros críticos, como radiofármacos de vida media corta, y la disponibilidad de planes e instalaciones de emergencia.

Los aspectos económicos deben considerar no solo los costos iniciales de construcción y equipamiento, sino también la sostenibilidad financiera a largo plazo, respaldada por estudios de factibilidad.⁽²²⁾ Finalmente, el cumplimiento regulatorio es primordial, por cuanto el proyecto debe ajustarse a las normativas nacionales e internacionales de seguridad radiológica, protección ambiental y sanitaria, lo que implica obtener todas las licencias y permisos necesarios. En Cuba, este proceso está regulado por el Instituto Nacional de Ordenamiento Territorial y Urbanismo (INOTU), que supervisa la licencia de construcción en cumplimiento de las regulaciones territoriales, integrando la evaluación y aprobación del emplazamiento desde las etapas más tempranas del proyecto.^(23,24,25)

Centro de Medicina Nuclear de Pinar del Río

Por lo que teniendo en cuenta lo antes referido, y cumpliendo con los requisitos necesarios, se certifica y aprueba el nuevo sitio de emplazamiento resultante del rediseño del proyecto ejecutivo, concluido en el mes de julio del 2024, del Centro de MN e Imagen Molecular pinareño. Al efecto fueron considerandos los dictámenes otorgados por las comisiones de expertos de los organismos de consulta ordenados:

1. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA): Consulta de microlocalización.
2. Instituto Nacional de Ordenamiento Territorial y Urbanismo (INOTU): Certificado de microlocalización.
3. Defensa Civil Cubana: Requerimientos de la Defensa Civil para la inversión.
4. Instituto Nacional de Ordenamiento Territorial y Urbanismo (INOTU): Informe técnico.
5. Instituto nacional de Recursos Hidráulicos (INRH): Análisis de la solicitud de microlocalización.
6. Ministerio de Industrias de Cuba (MINDUS): Análisis de la solicitud de microlocalización.
7. Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias (MINFAR): Acta de requerimiento para las macrolocalizaciones y microlocalizaciones.
8. Ministerio del Interior (MININT): Acta de compatibilidad con los requerimientos de la seguridad y el orden interior.
9. Ministerio del Interior (MININT) – Cuerpo de Bomberos de Cuba: Análisis de la microlocalización.
10. Ministerio de Salud Pública (MINSAP) – Centro Provincial de Higiene y Epidemiología (CPHE): Dictamen técnico sanitario.
11. Oficina Nacional para el Control del Uso Racional de la Energía (ONURE): Aval para la microlocalización.
12. Unión Nacional Eléctrica (UNE): Respuesta para entregar servicio eléctrico.

El Centro Nacional de Seguridad Nuclear (CNSN), adscrito al CITMA,⁽²⁶⁾ es la entidad clave en la regulación de la seguridad nuclear y radiológica en Cuba. Su función principal es elaborar y proponer el marco jurídico y técnico, además de ejercer el control sobre el uso de la energía nuclear y los materiales nucleares. Gestiona el Sistema Jerárquico de Reglamentación Nuclear (SJRN),⁽²⁷⁾ un marco normativo que, inspirándose en los estándares del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), establece desde principios generales hasta guías prácticas específicas. Este sistema fue diseñado para integrarse con el ordenamiento legal cubano y regular todas las actividades nacionales, tomando como referencia fundamental las normas de seguridad internacionales del OIEA.^(28,29)

Además de la normativa específica, existe en Cuba un conjunto de leyes y regulaciones de diversas materias que, de manera complementaria, inciden en la esfera nuclear. Instrumentos como la Ley de la Defensa, el Código Penal, la Ley del Medio Ambiente, decretos leyes y resoluciones ministeriales establecen disposiciones generales que también son aplicables al uso de fuentes de radiaciones ionizantes. La política para establecer este marco legal permite a la autoridad reguladora responder de forma coherente a propuestas de otras instancias. Todo este marco normativo queda integrado y reflejado en el Expediente de Seguridad Nuclear, el documento que evalúa y autoriza el proyecto desde el análisis del sitio hasta el diseño final.⁽²⁹⁾

Regulaciones aplicables en Cuba

✓ Normativas nacionales:

- Resolución No. 110/2020 del Ministerio de Salud Pública (MINSAP)

Actualiza los requisitos para la autorización y operación de servicios de MN.

✓ Entidades reguladoras:

- Centro Nacional de Seguridad Nuclear (CNSN): Supervisa el cumplimiento de las normas de seguridad nuclear y radiológica, y evalúa el otorgamiento de licencias para instalaciones radiactivas y prácticas que involucren radiaciones ionizantes.⁽²⁹⁾
- Ministerio de Salud Pública (MINSAP): Aprueba protocolos médicos y de protección radiológica.⁽³⁰⁾
- Agencia de Energía Nuclear y Tecnologías de Avanzada (AENTA) Gestiona proyectos relacionados con tecnologías nucleares y asesora en estándares internacionales (OIEA).⁽³¹⁾

✓ Compromisos internacionales:

- Cuba sigue guías del OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica) en diseño y ubicación de instalaciones nucleares.⁽³²⁾

CONCLUSIONES

Se destaca como la ubicación ideal para un centro de MN, es aquella que equilibra las necesidades de acceso a otros servicios, la disponibilidad de personal especializado, las medidas de seguridad y la accesibilidad para los pacientes. Para la selección del sitio es crucial considerar factores que aseguren la eficiencia y se garantice una efectiva operatividad en sus funciones. Estos criterios incluyen la seguridad radiológica, la proximidad a la comunidad, la infraestructura disponible y la capacidad de cumplir con las regulaciones sanitarias.

Conflicto de intereses

El autor declara que no existe conflicto de intereses.

Financiación

El autor no recibió financiación para el desarrollo de la presente investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pablo J, Rosselli A. ¿Cómo concebir un proyecto arquitectónico? How should we conceive the architectural project? Dearq [Internet]. 2009 [cited 02/07/2025]; 5: 30-41. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3622363>
2. Grupo ORS. ¿Qué es la Arquitectura hospitalaria? [Internet]. México: Interamericana. 2022 [cited 02/07/2025]. Available from: <https://grupoor.com.mx/2022/08/26/que-es-la-arquitectura-hospitalaria/>
3. GRUPO ARTEDI. Evolución De La Arquitectura Hospitalaria - Pasado Y Futuro [Internet]. Arquitectos Especialistas en Hospitales; 2024 [cited 02/07/2025]. Disponible en: <https://artedi.com.mx/iinnovaciones-en-salud-y-diseno/evolucion-de-la-arquitectura-hospitalaria/>
4. PMMT. Arquitectura Hospitalaria [Internet]. Barcelona; 2025 [cited 02/07/2025]. Available from: <https://www.pmmtarquitectura.es/arquitectura-hospitalaria>
5. Minrex. El bloqueo viola el derecho a la vida, a la salud, a la educación y al bienestar de todas las cubanas y cubanos. [Internet]. Embajadas y Consulados de Cuba; 2023 [cited 02/07/2025]. Available from: <https://misiones.cubaminrex.cu/es/articulo/el-bloqueo-viola-el-derecho-la-vida-la-salud-la-educacion-y-al-bienestar-de-todas-las>
6. Domínguez-Alonso Emma, Zacea Eduardo. Sistema de salud de Cuba. Salud pública Méx [Internet]. 2011 Ene [citado 29/09/2025] ; 53(Suppl 2): s168-s176. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342011000800012&lng=es.
7. NIH. Medicina Nuclear [Internet]. NIH; 2024 [citado 29/09/2025]. Available from: <https://www.nibib.nih.gov/espanol/temas-cientificos/medicina-nuclear>
8. Estrada Farfán M. ARQUITECTURA HOSPITALARIA [Internet]. Aspaih; 2025 [cited 02/07/2025]. Available from: <https://aspaih.com/works/arquitectura-hospitalaria>
9. Ortega Montoliu F. Arquitectura para Medicina Nuclear en el Hospital Universitario Fundación Jiménez Díaz [Internet]. Hospitecnia; 2022 [cited 02/07/2025]. Available from: <https://hospitecnia.com/servicios-hospitalarios/servicios-centrales-diagnostico-y-tratamiento/medicina-nuclear/arquitectura-medicina-nuclear-jimenez-diaz/>
10. IAEA. Selección de emplazamientos para instalaciones nucleares [Internet]. Iaea.org; 2018 [cited 03/07/2025]. Available from: <https://www.iaea.org/es/temas/seleccion-de-emplazamientos-para-instalaciones-nucleares>
- 11 Susiati H, Widiawaty MD, Dede M, Sunardi N, Ryanto TA, Handono K. Criteria and methods in nuclear power plants siting: a systematic literature review. Cogent social sciences [Internet]. 2024 Jun 3 [cited 03/07/2025]; 10(1). Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23311886.2024.2354976>
12. Armaq. Qué es un anteproyecto en arquitectura y su importancia [Internet]. Armaq Paraguay; 2025 [cited 03/07/2025]. Available from: <https://armaq.com.py/blog/que-es-un-anteproyecto-en-arquitectura/>

13. CURARQ. Diseño basado en evidencias [Internet]. CURARQ; 2021 [Actualizado 2021; cited 03/07/2025]. Available from: <https://curarq.net/disenio-basado-en-evidencias/>
14. Thomas L. Confounding Variables | Definition, Examples and Controls [Internet]. Scribbr; 2023 [cited 03/07/2025]. Available from: <https://www.scribbr.com/methodology/confounding-variables/>
15. Bid. Curso preparación de planes maestros de inversión con enfoque de red [Intenet]. Bid; 2017 [Citado 03/07/2025]. Disponible en: <https://cursos.iadb.org/es/temas/desarrollo-instituciones/planes-maestros-inversiones-salud-enfoque-red>
16. CASA SOLO Arquitectos. Elección del terreno para construir un hospital [Internet]. Hospitecnia; 2017 [cited 03/07/2025]. Available from: <https://hospitecnia.com/arquitectura/eleccion-del-terreno-para-construir-un-hospital/>
17. Ciemat. Diseño de una Instalación de Medicina Nuclear [Internet]. Ciemat; 2025 [cited 03/07/2025]. Available from: https://csn.ciemat.es/pluginfile.php/119/mod_folder/content/0/IR.SP.MN.PW04.15.pptx
18. Prezi. IMPLANTACIÓN DE LA OBRA [Internet]. Prezi; 2025 [cited 03/07/2025]. Disponible en: <https://prezi.com/p/wd5xnmj2rja3/implantacion-de-la-obra/>
19. Martínez A. MANUAL DE DISEÑO PARA EDIFICACIONES ENERGETICAMENTE EFICIENTES EN EL TRÓPICO [Internet]. Scribd; 2025 [cited 03/07/2025]. Available from: <https://es.scribd.com/doc/139069081/MANUAL-DE-DISENO-PARA-EDIFICACIONES-ENERGETICAMENTE-EFICIENTES-EN-EL-TROPICO>
20. Ejeh J, Adepoju A, Adedapo K, Onimode Y. Avoidable challenges of a nuclear medicine facility in a developing nation. Indian Journal of Nuclear Medicine [Internet]. 2013 [cited 03/07/2025]; 28(4):195-199. Diponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3866662/>
21. IAEA-TECDOC-2069. PROCESOS REGULADORES DE AUTORIZACIÓN E INSPECCIÓN DE INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN DE RADIOFÁRMACOS CON CICLOTRÓN [Internet]. IAEA. VIENA; 2024 [cited 03/07/2025]. Disponible en: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TE2069S_web.pdf
22. De Instrucción M, Procedimientos Y, De Costos M, Salud E, Página E, MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA DIRECCIÓN DE ECONOMÍA 2012 MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA [Internet]. 2013 [cited 03/07/2025]. Available from: <https://instituciones.sld.cu/polmachaco/files/2016/07/Manual-de-Costos-Actualizados-2013.pdf>
23. CNSN. Guía Para La Implementación de Los Reglamentos de Seguridad en la Práctica de la Medicina Nuclear. Gaceta oficial de la República de Cuba. Resolución No. 40/11 [Internet]. CNSN; 2011 [citado 08/11/2023]. Disponible en: <http://www.medioambiente.cu/oregulatoria/cnsn/Docs>
24. Los estándares en la legislación, una relación basada en la confianza . UNE [Internet]. 2022 [cited 03/07/2025]; (50). Available from: <https://revista.une.org/50/los-estandares-en-la-legislacion-una-relacion-basada-en-la-c.html>

25. La D, De R, Ministerio C, Justicia D. GACETA OFICIAL [Internet]. La Habana; 2022 [cited 03/07/2025]. Available from: <https://www.parlamentocubano.gob.cu/sites/default/files/documento/2022-11/goc-2022-o116.pdf>
26. Centro Nacional de Seguridad Nuclear (CNSN) - EcuRed [Internet]. Ecured.cu; 2025 [cited 03/07/2025]. Available from: [https://www.ecured.cu/Centro_Nacional_de_Seguridad_Nuclear_\(CNSN\)](https://www.ecured.cu/Centro_Nacional_de_Seguridad_Nuclear_(CNSN))
27. OIEA. Normas de Seguridad [Internet]. Iaea.org; 2019 [cited 03/07/2025]. Available from: <https://www.iaea.org/es/recursos/normas-de-seguridad>
28. IAEA. Normas de seguridad del OIEA para la protección de las personas y el medio ambiente [Internet]. VIENA; 2016 [cited 03/07/2025]. Available from: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/P1578_S_web.pdf
29. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente Oficina de Regulación Ambiental y Seguridad Nuclear Centro Nacional de Seguridad Nuclear [Internet]. La Habana; 2022 [cited 03/07/2025]. Available from: [https://vuceregulaciones.mincex.gob.cu/media/Modelo%20de%20la%20Autorizaci%C3%B3n\(P Permiso\)_1.pdf](https://vuceregulaciones.mincex.gob.cu/media/Modelo%20de%20la%20Autorizaci%C3%B3n(P Permiso)_1.pdf)
30. EcuRed. Centro Nacional de Seguridad Nuclear (CNSN) [Internet]. Ecured.cu; 2025 [cited 03/07/2025]. Available from: [https://www.ecured.cu/Centro_Nacional_de_Seguridad_Nuclear_\(CNSN\)](https://www.ecured.cu/Centro_Nacional_de_Seguridad_Nuclear_(CNSN))
31. EcuRed. Agencia de Energía Nuclear y Tecnologías de Avanzada (Cuba) [Internet]. Ecured.cu; 2025 [cited 03/07/2025]. Available from: [https://www.ecured.cu/Agencia_de_Energ%C3%ADa_Nuclear_y_Tecnolog%C3%ADas_de_Avanzada_\(Cuba\)](https://www.ecured.cu/Agencia_de_Energ%C3%ADa_Nuclear_y_Tecnolog%C3%ADas_de_Avanzada_(Cuba))
32. OIEA. Selección de emplazamientos para instalaciones nucleares [Internet]. Iaea.org; 2018 [cited 03/07/2025]. Available from: <https://www.iaea.org/es/temas/seleccion-de-emplazamientos-para-instalaciones-nucleares>