



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Estimación del costo inicial
de estructuras hospitalarias
mediante un programa de
cómputo**

TESIS

Que para obtener el título de

Ingeniero Civil

P R E S E N T A

Mauricio Meléndez Flores

DIRECTORA DE TESIS

Dra. Sonia Elda Ruiz Gómez



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2026



**PROTESTA UNIVERSITARIA DE INTEGRIDAD Y
HONESTIDAD ACADÉMICA Y PROFESIONAL
(Titulación con trabajo escrito)**



De conformidad con lo dispuesto en los artículos 87, fracción V, del Estatuto General, 68, primer párrafo, del Reglamento General de Estudios Universitarios y 26, fracción I, y 35 del Reglamento General de Exámenes, me comprometo en todo tiempo a honrar a la institución y a cumplir con los principios establecidos en el Código de Ética de la Universidad Nacional Autónoma de México, especialmente con los de integridad y honestidad académica.

De acuerdo con lo anterior, manifiesto que el trabajo escrito titulado ESTIMACION DEL COSTO INICIAL DE ESTRUCTURAS HOSPITALARIAS MEDIANTE UN PROGRAMA DE COMPUTO que presenté para obtener el título de INGENIERO CIVIL es original, de mi autoría y lo realicé con el rigor metodológico exigido por mi Entidad Académica, citando las fuentes de ideas, textos, imágenes, gráficos u otro tipo de obras empleadas para su desarrollo.

En consecuencia, acepto que la falta de cumplimiento de las disposiciones reglamentarias y normativas de la Universidad, en particular las ya referidas en el Código de Ética, llevará a la nulidad de los actos de carácter académico administrativo del proceso de titulación.

MAURICIO MELENDEZ FLORES
Número de cuenta: 318046705

Dedicatoria

Quiero dedicar estas palabras en primer lugar a mi familia por siempre brindarme su amor y sacrificio constante e incondicional en todo momento, agradecerles por sus consejos, ya que hicieron posible que hoy pueda culminar esta gran etapa de mi vida.

A mi padre, Rogelio M., por sus consejos y sabiduría; es y será una fuente de inspiración y siempre será mi persona a seguir en esta vida. Gracias por guiarme al buen camino y agradecer por todos los sacrificios que ha realizado.

A mi madre María de Jesús F., por sus consejos y por siempre verle el lado positivo a todo, siendo una mujer fuerte; todas las cosas buenas que hay en mí se las debo y agradezco, por siempre apoyarme y por todos los sacrificios que ha hecho día con día para verme crecer.

A mi hermana Diana G., por ser una fuente de inspiración; siempre ha sido y será un ejemplo a seguir. Gracias por guiarme en todo momento y nunca abandonarme a pesar de las circunstancias; siempre estaré agradecido.

A mi tía Martha M., por ser como una madre, por siempre apoyarme y brindarme todo de ella; estoy agradecido por sus consejos, sabiduría y apoyo incondicional en todo momento. Siempre será una fuente de inspiración por lo que ha hecho, por la familia y por mí.

A mi tío Román M., por ser como un padre, una persona en la cual confío, y siempre estaré agradecido por los consejos e inspiración para guiarme por el buen camino.

A mis amigos más cercanos: Cesar, Félix, Eduardo B., Eduardo G., Ian, Emmanuel, Alan V., Alan M., Walter, King, Iván, Adriana, Jair, Isaac, Fernando, Hatzin, Salomón, por siempre apoyarme y brindarme su amistad cuando más lo necesité.

A mis mascotas Kitty, Huesos, Jerry, Blue, Loba, por siempre acompañarme en mis noches de desvelo, gracias a ellos.

Agradecimientos

Expresar mi sincero agradecimiento a la Dra. Sonia Elda Ruiz Gómez, por el apoyo y la orientación brindada, dándome valiosas observaciones durante el desarrollo de este trabajo. Siempre con una disposición al compartir conocimiento, así como el gran compromiso y dedicación académica, fueron fundamentales para enriquecer el trabajo. Asimismo, agradezco su tiempo, confianza brindada a lo largo de esta etapa, contribuyendo significativamente al final de este trabajo. Reconozco y valoro su destacada labor dentro de la investigación y desarrollo de la ingeniería civil, siendo un ejemplo de compromiso, liderazgo y profesionalismo, y realmente agradezco el haber sido su becario y tratarme con un cálido recibimiento.

Expreso mi más sincero agradecimiento al Dr. José Alberto Rodríguez Morales por su apoyo, orientación y valiosas observaciones en el desarrollo de este trabajo. Agradezco por compartir este conocimiento, por su disposición para guiarme; su generosidad y paciencia fueron clave al desarrollo y terminación de este trabajo. Más allá del ámbito académico, valoro la confianza y la amistad que surgieron durante este camino; sin su apoyo, este trabajo difícilmente habría sido posible.

Agradezco al Ingeniero Víctor Manuel Palma Valderrama por las enseñanzas compartidas durante las materias de hidráulica; su conocimiento, exigencia académica y forma de transmitir la ingeniería fueron fundamentales en mi formación y elección de especialidad, además de ser una gran persona y ejemplo a seguir.

Agradezco al M.I. Rodrigo Takashi Sepúlveda Hirose por su apoyo, su cercanía y su calidad humana. Además de ser un gran profesor, ha sido una persona admirable y de gran ejemplo fuera y dentro del ámbito académico; valoro profundamente su apoyo brindado y agradezco sus enseñanzas.

Agradezco al M.I. Alberto Alfredo Teranishi Castillo por ser una fuente de inspiración durante mi formación académica; su visión y ejemplo despertaron en mí el interés por ampliar horizontes y buscar nuevas experiencias, como la oportunidad de buscar investigaciones fuera del país, marcando una etapa importante en mi desarrollo personal y profesional.

Agradezco al M.I. Miguel Ángel Rodríguez Vega por su dedicación, compromiso con la enseñanza, su pasión por la docencia y ejemplo como persona y académico; fueron parte esencial en mi formación académica, tomándolo como fuente de inspiración. Su ejemplo refleja el verdadero compromiso y deja una huella importante en quienes tenemos la oportunidad de aprender con él, para mejorar día con día con entusiasmo.

Agradezco al Instituto de Ingeniería de la UNAM, por abrirme sus puertas y poder utilizar todas las herramientas necesarias para la elaboración de este trabajo, así como el acceso a apoyo económico y al pertenecer a su comunidad como estudiante de licenciatura.

Agradezco al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPITT) de la Universidad Nacional Autónoma de México, número PAPIIT-IN100423 y PAPIIT-IN100526 por el apoyo brindado para la realización de este trabajo. El apoyo respaldado a través de este programa contribuyó al desarrollo y fortaleció mi formación académica, permitiéndome terminar esta etapa de gran importancia en un aspecto personal y académico.

Agradezco a la UNAM y Facultad de Ingeniería por recibirme con los brazos abiertos a la mejor etapa de mi vida, una etapa que siempre recordare con mucho cariño y que estaré siempre agradecido por todo lo que esta magnífica universidad ofrece al pueblo mexicano, espero devolverle un poco de lo que esta gran casa de estudios la Universidad Nacional Autónoma de México me ofreció.

Goya, Goya, Cachún, cachún, ra, ra, Cachún, cachún, ra, ra, Goya, Universidad!!

RESUMEN

Se desarrolla un programa en Python para estimar costos iniciales de estructuras hospitalarias de concreto reforzado. Se implementan algoritmos que integran elementos estructurales, no estructurales y contenidos, reduciendo tiempos de cálculo y errores de métodos manuales.

Se elaboran presupuestos para áreas hospitalarias: diagnóstico por imagen, consultorios, quirófanos y espacios administrativos. El programa se valida mediante dos casos de edificios ubicados en zonas sísmicas A y B de la ciudad de México.

ABSTRACT

A Python program is developed to estimate initial costs of reinforced concrete hospital structures. Algorithms are implemented that integrate structural, non-structural elements and contents, reducing calculation times and errors from manual methods. Budgets are prepared for hospital areas: diagnostic imaging, consulting rooms, operating rooms and administrative spaces. The program disaggregates costs by functional area, identifying diagnostic zones as those with the greatest economic impact. Validation of the program is performed through two cases of buildings located in seismic zones A and B of Mexico City.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	8
PROBLEMÁTICA Y JUSTIFICACIÓN	11
Objetivos.....	12
General:	12
Específicos:.....	12
ALCANCE Y LIMITACIONES.....	13
1 MARCO TEÓRICO Y CONTEXTUAL.....	14
1.1 Diseño de estructuras esenciales de acuerdo con las NTC-DS-2023.	14
1.1.1 Integración del costo inicial.....	14
1.2. Presupuestos de obra y sistemas de precios unitarios.....	14
1.3 Precios Unitarios.....	15
1.3.1 Costo directo.....	16
1.3.2 Costo Indirecto	16
1.4 Innovación tecnológica en la estimación de costos	16
1.5 Gestión de proyectos y ciclo de vida	17
2 CÁLCULO DE PRECIOS UNITARIOS	18
2.1 Precios unitarios para elementos estructurales	18
2.2 Presupuestos para distintas áreas hospitalarias.....	19
2.3 Conceptos considerados para elementos no estructurales y contenido	20
3 DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE CÓMPUTO	27
3.1 Desarrollo del programa	28
3.1.1 Archivo general (data.dat)	31
3.1.2 Referencia a archivos secundarios.....	32
3.1.3 Archivo de columnas (dataCol.dat)	32

3.1.4 Archivo de trabes “X”, “Y” (dataTrabe.dat y dataTrabe2.dat)	34
3.1.5 Archivo muros (Muros.dat)	34
4 CASOS DE ESTUDIO	36
5 RESULTADOS	40
6 CONCLUSIONES.....	43
7 REFERENCIAS:	44
APENDICE A - GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	48
APENDICE B - PRESUPUESTOS DE ESPACIOS HOSPITALARIOS.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Subsectores de la industria de la construcción (INEGI, 2025)	8
Figura 2 Integración de costo inicial (adaptada de Miranda y Taghavi, 2009)	12
Figura 3 Integración de un precio unitario.	15
Figura 4 Planta consultorio médico general	22
Figura 5 Diagrama de flujo de la estructura general de código.....	28
Figura 6 Diagrama de flujo estructura general de código costo por elementos estructurales	29
Figura 7 Diagrama de flujo estructura general de código para elementos no estructurales .	30
Figura 8 Estructura de archivo general “data.dat”.....	31
Figura 9 Geometría de la estructura mostrada en la figura 8.....	32
Figura 10 Estructura de archivo de columnas “dataCol.dat”.....	33
Figura 11 Ejemplo de sección en archivo “dataCol.dat”	34
Figura 12 Estructura de archivo muros “Muros.dat”.....	35
Figura 13 Ejemplo de muro y su primera ubicación del ejemplo mostrado en la figura 12.	35
Figura 14 Caso de estudio Zona A.....	36
Figura 15 Caso de estudio Zona B.....	38
Figura 16 Integración del costo inicial de los casos de estudio.....	41
Figura 17 Plano sala de hospitalización de 2 camas.....	50

Figura 18 Plano estación de enfermeras.....	52
Figura 19 Plano sala de urgencias	54
Figura 20 Plano sala de tomografía	56
Figura 21 Plano sala de rayos x	58
Figura 22 Plano sala de resonancia.....	60
Figura 23 Plano sala de quirófano	62
Figura 24 Plano sala de resonancia.....	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Conceptos de obra implemetado para cimbra	18
Tabla 2 - Conceptos de obra implementados para acero	18
Tabla 3 - Conceptos de obra implementados para concreto	19
Tabla 4 - Connceptos de obra a elementos no estructurales	21
Tabla 5 - Presupuesto de componentes no estructurales para consultorio médico general ..	23
Tabla 6 - Costo de contenidos para consultorio médico genera	24
Tabla 7 - Resumen costo total de área medica.....	25
Tabla 8 - Resumen costo total de área médica a costo directo	25
Tabla 9 - Resumen costo total de contenidos en área médica a costo directo	26
Tabla 10 - Distribución de espacios hospitalarios (Zona A).....	37
Tabla 11 - Detalle de secciones estructurales. Zona A	37
Tabla 12 - Distribución de espacios hospitalarios. Zona B	38
Tabla 13 - Detalle de secciones estructurales. Zona B	39
Tabla 14 - Detalle de muros de concreto	39
Tabla 15 - Costo inicial para edificio ubicado en Zona A	40
Tabla 16 - Costo inicial para edificio ubicado en Zona B	40

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la industria de la construcción se consolida como un sector estratégico para la economía mexicana, aportando en promedio del 7.2 % al producto interno bruto (PIB). Esta industria actúa como motor de empleo interno, caracterizada por un significativo flujo de inversiones. De acuerdo con datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI,2024) que 6 de cada 100 pesos en el país se generó a través del sector de la construcción. Asimismo, se señala que existen 52 mil mujeres y hombres trabajando dentro de la industria de la construcción en 2025 (INEGI 2025). Dicha industria se divide en 3 subsectores de relevancia según lo indicado por INEGI en 2025: a) Obras de Ingeniería Civil, b) Trabajos especializados, c) Edificación (ver figura 1.1). La industria de la construcción en México comprende tanto edificaciones como infraestructura de diversas categorías, esta industria se distingue por su capacidad de satisfacer necesidades, tanto básicas como complejas para beneficio de la sociedad, proporciona trabajo, vivienda y esparcimiento, además de estructuras esenciales como lo son sistemas de transporte, hospitales y escuelas. Considerando que la Ciudad de México es afectada por diversas fuentes sísmicas, la solidez y seguridad de estas estructuras esenciales son una prioridad.

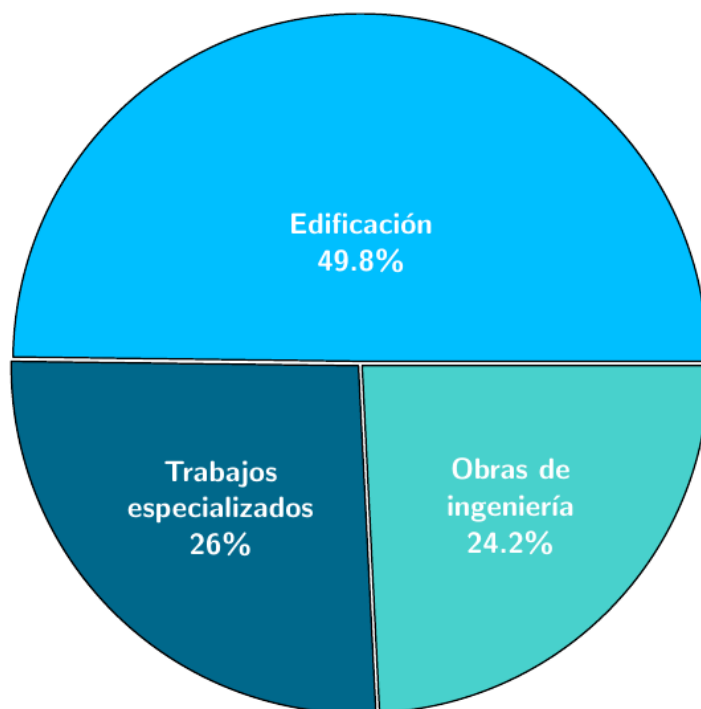


Figura 1 Subsectores de la industria de la construcción (INEGI, 2025)

En este contexto, el Reglamento de Construcciones para la Ciudad de México (RC-CDMX,2023) establece que la regulación abarca dos aspectos principales en el territorio de la Ciudad de México. Por un lado, regula las obras y proyectos, incluyendo los proyectos ejecutivos, la construcción, modificación, ampliación, reparación, instalación y demolición de estructuras. Por otro lado, concierne al uso de las edificaciones y a los usos, destinos y reservas de los predios. Toda esta actividad debe apegarse estrictamente a un marco legal amplio que incluye la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal y su Reglamento, el propio RC-CDMX, sus Normas Técnicas Complementarias (NTC), y demás disposiciones jurídicas y administrativas aplicables, como aquellas relativas a impacto ambiental, sustentabilidad, movilidad y protección civil.

De acuerdo con el artículo 139 del RC-CDMX las edificaciones se clasifican en 2 grupos principales:

Grupo A: Se consideran aquellas edificaciones cuya falla estructural podría resultar en un elevado número de pérdidas humanas, así como aquellas que albergan sustancias tóxicas o que puedan afectar el funcionamiento urbano

- **Subgrupo A1:** Comprende aquellas edificaciones que presentan un nivel elevado de seguridad, incluyendo edificios catalogados como de alto riesgo, tales como aquellos que poseen sustancias explosivas o inflamables, así como aquellos que deben continuar funcionando, como hospitales, aeropuertos, terminales, instalaciones militares, o unidades de operación a nivel nacional o regional.
- **Subgrupo A2:** Comprende aquellas edificaciones que pueden generar un impacto social importante, tales como estadios, templos, auditorios, escuelas, cuya influencia se manifiesta en la afectación de la población vulnerable.

Grupo B: Se incluyen edificaciones que aunque no son tan críticas como el grupo a, pero aun requieren gran medida de seguridad, agrupándose viviendas, oficinas, hoteles, comercios, de igual manera existen 2 subgrupos:

- **Subgrupo B1:** Edificios de gran tamaño o altura.
- **Subgrupo B2:** Construcciones del grupo que no cumplan con las dimensiones ni características de Subgrupo B1.

En materia de diseño sismorresistente, la Norma Técnica Complementaria para Diseño por Sismo (NTC-DS-2023) establece los niveles de desempeño que deben cumplir las estructuras clasificadas en los Grupos A y B. En la versión NTC-DS-2023, uno de los cambios más significativos respecto a la edición anterior (NTC-DS-2020) se refiere a las edificaciones del Grupo A, las cuales ahora deben cumplir con el nivel de desempeño de Ocupación Inmediata (OI). El objetivo de este nivel es garantizar que la estructura presente daños mínimos en sus elementos estructurales, evitando deformaciones permanentes significativas, de tal manera que pueda ser ocupada de manera segura e inmediata tras la ocurrencia de un sismo con un periodo de retorno de al menos 250 años. Este cambio implica que las estructuras esenciales deban contar con una mayor rigidez y resistencia, lo cual constituye un desafío significativo en términos de diseño y costos de construcción. Más adelante se detallarán los requisitos específicos establecidos por la normativa vigente para el diseño de este tipo de estructuras.

Por otro lado, los requerimientos de los códigos de diseño sísmico se optimizan de acuerdo con el contexto específico de cada región para los que fueron desarrollados. Además, estos códigos buscan un equilibrio entre el costo inicial y los costos asociados a la reparación de los daños que puedan ocurrir a lo largo de la vida útil de la estructura.

Debido al amplio conjunto de sistemas constructivos, las distintas condiciones geotécnicas y los variados usos, se utilizan sistemas simplificados para la estimación del costo inicial. Estos sistemas son función del costo de los materiales utilizados en los componentes estructurales. (Rodríguez-Castellanos, Niño, Ruiz y Santos-Santiago, 2022).

PROBLEMÁTICA Y JUSTIFICACIÓN

En la evaluación del riesgo sísmico, uno de los principales desafíos consiste en estimar los costos asociados de los daños futuros que una edificación podría sufrir a lo largo de su vida útil. Dichos costos suelen aproximarse, entre otras variables, en función del costo inicial de construcción, lo que facilita el establecimiento de una relación entre la inversión realizada al inicio y las pérdidas económicas anticipadas como resultado tras un evento sísmico; sin embargo, esta aproximación puede resultar insuficiente si no se consideran de manera adecuada los elementos que integran el costo inicial de la edificación.

El problema se vuelve especialmente complejo en el caso de los hospitales, ya que los componentes no estructurales y contenidos suelen constituir la mayor parte del costo inicial (Miranda y Taghavi, 2009). Estos incluyen el equipamiento médico de alta especialización, las instalaciones avanzadas, y los sistemas de soporte vital que son indispensables para el funcionamiento continuo y la misión crítica de un centro médico. Miranda y Taghavi (2009) investigaron la importancia de estos elementos, cuantificando cómo se distribuye el costo inicial total entre componentes estructurales, no estructurales y contenidos. Su estudio comparó esta distribución en el contexto de hospitales, hoteles y oficinas (ver figura 2). La vulnerabilidad de estos componentes es de suma importancia, dado que no solo constituye una parte significativa del costo inicial, sino que también influyen en la capacidad de la edificación para mantener su operatividad después de un sismo. La pérdida o daño de estos elementos puede generar no solo consecuencias económicas severas, sino también impactos sociales y humanos de gran magnitud, al comprometer la atención médica en situaciones de emergencia.

En este contexto, resulta indispensable desarrollar metodologías que faciliten la evaluación de los elementos no estructurales y contenidos en hospitales, dado su impacto directo en los costos iniciales y en la funcionalidad postsismo; surge la necesidad de contar con herramientas que permitan evaluar de manera más precisa estas variables. En este contexto, el desarrollo de un programa de cómputo constituye una solución estratégica, ya que facilita la estimación del costo inicial considerando tanto los requisitos normativos actuales, como

la distribución de los distintos componentes del edificio. Esta herramienta permite vincular la evaluación económica con el desempeño estructural, ofreciendo una base sólida para la toma de decisiones y la planificación de proyectos hospitalarios.

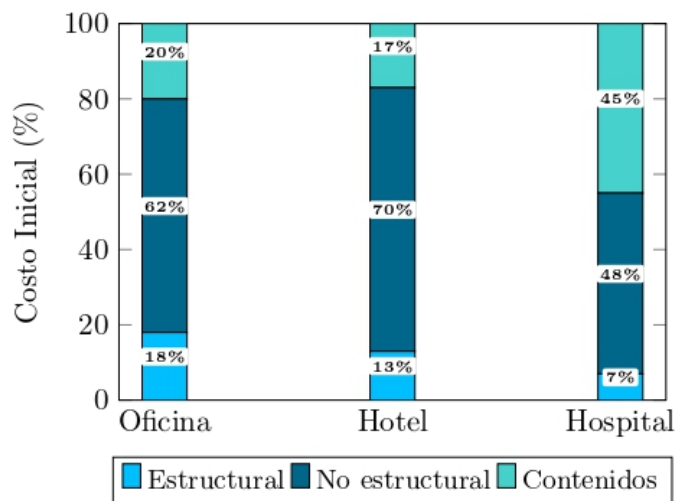


Figura 2 Integración de costo inicial (adaptada de Miranda y Taghavi, 2009)

Objetivos

General:

- Elaborar una herramienta de cómputo que permita la estimación del costo inicial de edificios del sector salud.

Específicos:

- Elaborar presupuestos de espacios hospitalarios, elementos no estructurales, y contenidos.
- Facilitar la estimación del costo inicial de edificios hospitalarios.
- Observar la influencia que tienen las nuevas especificaciones de la NTC-DS-2023 en el costo inicial de las estructuras hospitalarias.

ALCANCE Y LIMITACIONES

El presente trabajo se enfoca en el desarrollo de un programa de cómputo en el lenguaje de programación Python destinado a la estimación del costo inicial de estructuras hospitalarias. La herramienta ha sido diseñada específicamente para estructuras de concreto reforzado, teniendo en cuenta tanto los componentes estructurales como los elementos no estructurales y los contenidos. Estos elementos representan una proporción significativa del costo total y son fundamentales para garantizar la funcionalidad postsismo de los hospitales.

El programa integra los criterios normativos establecidos por la NTC-DS-2023 y emplea costos de referencia pertenecientes a la Ciudad de México, analizando la influencia de las exigencias de desempeño estructural en la estimación de costos iniciales. El objetivo consiste en ofrecer a ingenieros, diseñadores y gestores de proyectos una herramienta práctica que facilite la planificación financiera, la toma de decisiones de diseño y la evaluación de riesgos económicos asociados a los daños futuros.

Este programa no está diseñado para otras tipologías edificatorias ni para materiales distintos al concreto reforzado, ni reemplaza un análisis estructural completo; su alcance se limita a la estimación de costos iniciales bajo los supuestos normativos y metodológicos establecidos, sin considerar el costo de la cimentación. No obstante, proporciona un enfoque cuantitativo para apoyar la gestión y optimización de proyectos hospitalarios en la Ciudad de México.

1 MARCO TEÓRICO Y CONTEXTUAL

1.1 Diseño de estructuras esenciales de acuerdo con las NTC-DS-2023.

De acuerdo a la NTC-DS-2023, las edificaciones importantes deben satisfacer dos niveles de desempeño: Ocupación Inmediata (OI); y Seguridad de Vida (SV). El nivel de desempeño de SV tiene como objetivo garantizar que, ante un sismo infrecuente ($T_R \geq 475$ años) la estructura no presente deformaciones permanentes de un grado significativo en relación con inicio de colapso, por otro lado, el nivel de desempeño de OI tiene el objetivo que la operación no se vea afectada después de la ocurrencia del sismo, y estará asociado a un periodo de retorno mayor o igual a 250 años.

1.1.1 Integración del costo inicial

La estimación de costos representa un elemento esencial para la confiabilidad de un proyecto, dado que se encuentra directamente relacionada con la calidad de la información disponible para su desarrollo. Disponer de una definición detallada del proyecto permite que los costos proyectados sean más precisos y confiables.

Una vez que se han calendarizado las actividades, es posible elaborar el presupuesto basándose en los costos calculados en función de los recursos necesarios. Las técnicas empleadas para la estimación de costos constituyen herramientas esenciales que facilitan la obtención de un valor aproximado, acompañado de su justificación y del correspondiente plan de gestión. La figura asociada ilustra este procedimiento de manera sistemática.

1.2. Presupuestos de obra y sistemas de precios unitarios

El presupuesto de obra representa la estimación económica de todos los recursos requeridos para la ejecución de un proyecto, abarcando materiales, mano de obra, equipo, servicios, costos indirectos y márgenes de utilidad. Este presupuesto constituye la base para la planificación financiera, la toma de decisiones en materia de diseño y la evaluación de la viabilidad económica del proyecto.

En el marco de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las mismas (2023), los presupuestos deben elaborarse de forma transparente y desglosada, especificando los recursos necesarios para cada partida de obra. La presente normativa establece que los precios deben ser verificables y coherentes con los costos de mercado, garantizando que la estimación refleje de manera adecuada los insumos y la ejecución planificada.

Para elaborar un presupuesto, el proyecto se desglosa en partidas o actividades específicas, a las cuales se les asigna un valor mediante el sistema de precios unitarios (ver figura 3). Cada precio unitario se compone de la combinación de costos directos e indirectos.

1.3 Precios Unitarios

El precio unitario se determina mediante la integración de los costos directos e indirectos, así como del financiamiento, utilidad y cargos adicionales.

En relación con el trabajo, se define como un conjunto de operaciones manuales y mecánicas, que se llevan a cabo durante la ejecución de cada actividad o partida, conforme a las especificaciones de la obra, estos conceptos se cuantifican en unidades, esto es a lo que se le da la característica de precio unitario.

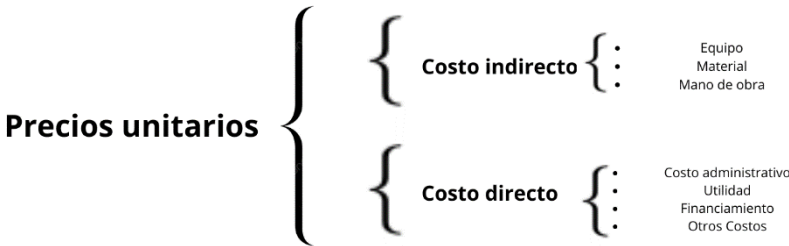


Figura 3 Integración de un precio unitario.

1.3.1 Costo directo

Son los gastos de la organización que están relacionados con el trabajo requerido para cumplir cada actividad del proyecto. La suma de los costos de insumos y todos los elementos necesarios para la ejecución de la obra puede presentar variaciones en cada una de las partidas, debido a la aproximación de acuerdo al interés, debido a los diferentes criterios.

En términos simple el costo directo es el conjunto de erogaciones las cuales están relacionadas con la obtención final de un producto o servicio.

1.3.2 Costo Indirecto

Los costos indirectos se refieren a los gastos generales necesarios para la ejecución de una actividad que no están incluidos en costos directos. Estos gastos pueden abarcar aspectos administrativos, organización-dirección, supervisión, transporte de insumos, vigilancia, imprevistos, entre otros.

Los costos indirectos se definen como aquellos que no constituyen una parte final del producto o servicio, pero son necesarios para su producción. Estos costos representan la suma de los gastos técnicos.

1.4 Innovación tecnológica en la estimación de costos

El avance tecnológico ha transformado la forma en que se planifican, diseñan y ejecutan los proyectos de construcción. Las herramientas como BIM, CAD (Gómez-Valdés, M., Acevedo-Acevedo, S., Alvarado-Acuña, L., & Iturra-Molina, R. (2023). *Impacto de la metodología BIM en la gestión de proyectos de construcción.*) y los procesos de simulación facilitan la modelación de proyectos en 2D o 3D, permiten llevar a cabo simulaciones iterativas y mejorar la precisión en la estimación de costos, lo que contribuye a una reducción de errores y optimizando recursos.

En particular, los lenguajes de programación, como Python, han facilitado la automatización de cálculos, la integrar diversos tipos de datos y el desarrollo de aplicaciones personalizadas en el ámbito de la ingeniería civil. Mediante Python se puede facilitar la estimación de costos, considerando componentes estructurales, no estructurales y contenidos. Esta capacidad es

particularmente relevante en proyectos hospitalarios donde estos últimos representan una parte considerable del costo inicial.

El programa desarrollado en Python para esta tesis utiliza estas capacidades, integrando criterios normativos y costos específicos de la Ciudad de México. Esto permite calcular de manera más precisa el costo inicial. Esta herramienta facilita una planificación más precisa, optimizando la gestión de recursos y respalda el proceso en la toma de decisiones durante las fases de diseño y construcción.

1.5 Gestión de proyectos y ciclo de vida

Un proyecto se define como un conjunto de actividades planificadas y secuenciadas para generar un resultado único (¿Qué es un proyecto? (s. f.) UNAM, 2013). Cada proyecto tiene un inicio y un fin definidos y puede involucrar múltiples personas y organizaciones.

El ciclo de vida de un proyecto comprende cinco grupos principales: inicio, planificación, ejecución, control y monitoreo, y cierre. Cada fase debe ser gestionada de manera meticulosa a través de nueve áreas de conocimiento: integración, alcance, tiempo, costo, calidad, recursos humanos, comunicación, riesgo y adquisiciones. La programación y herramientas como Python permiten optimizar la gestión de las distintas fases, facilitando la estimación de costos, el control de recursos y simulación de escenarios. Esto es especialmente relevante en proyectos hospitalarios donde los elementos no estructurales y contenidos representan un componente crítico del costo inicial.

2 CÁLCULO DE PRECIOS UNITARIOS

2.1 Precios unitarios para elementos estructurales

El costo inicial de los elementos estructurales se determinó a partir de la cuantificación de volúmenes de cimbra, concreto y acero de refuerzo. Dichos volúmenes se multiplicaron por los precios unitarios correspondientes del Tabulador de Precios Unitarios de la Ciudad de México. En las tablas 1 a 3 se presentan los conceptos de obra y precios unitarios empleados. (Secretaría de Obras y Servicios de la Ciudad de México (s. f.), Tabulador general de precios unitarios 2025)

Tabla 1 - Conceptos de obra implementado para cimbra

Clave	Concepto de obra	Unidad	Precio
CB12BG	Cimbra acabado común y descimbra en columnas, hasta una altura de 4.00 [m]	m ²	\$397.05
CB12BH	Cimbra acabado común y descimbra en muros, hasta una altura máxima de 4.00 [m]	m ²	\$326.82
CB12BJ	Cimbra acabado común y descimbra en losas y trabes, hasta una altura máxima de 4.00 [m]	m ²	\$426.54

Tabla 2 - Conceptos de obra implementados para acero

Clave	Concepto de obra	Unidad	Precio
DB12CG	Suministro, habilitado y colocación de acero de refuerzo grado 42, de 19 mm (3/4") de diámetro.	ton	\$34,218.29

Tabla 3 - Conceptos de obra implementados para concreto

Clave	Concepto de obra	Unidad	Precio
FH13CB	Suministro y colocación de concreto hidráulico $f'c= 250 \text{ kg/cm}^2$, t.m.a. de 20 mm, fraguado de 14 días, revenimiento 14, clase 1, bombeable, fabricado en planta por proveedor, para elementos de superestructura (columnas, trabes, losas macizas y reticulares, muros, faldones y pretilas).	m^3	\$4,234.13
FH13DB	Suministro y colocación de concreto hidráulico $f'c= 300 \text{ kg/cm}^2$, t.m.a de 20 mm, fraguado de 14 días, revenimiento 14, clase 1, bombeable, fabricado en planta por proveedor, para elementos de superestructura (columnas, trabes, losas macizas y retículas, muros, faldones y pretilas).	m^3	\$4,495.86
FH13EB	Suministro y colocación de concreto hidráulico $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$, t.m.a de 20 mm, fraguado de 14 días, revenimiento 14, clase 1, bombeable, fabricado en planta por proveedor, para elementos de superestructura (columnas, trabes, losas macizas y reticulares, muros, faldones y pretilas).	m^3	\$4,866.18

2.2 Presupuestos para distintas áreas hospitalarias

Para facilitar el cálculo de contenidos y elementos no estructurales, se dividió la estructura en áreas, según sus diferentes usos hospitalarios. Esta clasificación se basó en las guías de Diseño Arquitectónico para Establecimientos de Salud (GDAES), elaboradas conjuntamente por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS).

Dichas guías proporcionan parámetros técnicos estandarizados de cumplimiento obligatorio para todo establecimiento de salud, facilitando así el trabajo de profesionales de arquitectura e ingeniería. Las áreas de trabajo consideradas en el presente estudio son las siguientes:

Las áreas de trabajo que se consideran son las siguientes:

1. Consultorio general – 17.28 m²
2. Sala de hospitalización – 21.44 m²
3. Estación de enfermería – 22.95 m²
4. Sala de urgencias – 62.36 m²
5. Sala de tomografías – 40.32 m²
6. Sala de rayos x – 60.48 m²
7. Sala de resonancia magnética – 69.12 m²
8. Sala de quirófano – 50.85 m²

2.3 Conceptos considerados para elementos no estructurales y contenido

Los conceptos de obra considerados para el cálculo del presupuesto asociado a los componentes no estructurales (muros divisorios y acabados) se resumen en la tabla 4. Los precios unitarios se obtuvieron del tabulado de la Ciudad de México. Por su parte, las DGAES establecen un listado de equipamiento asociado al uso de cada área.

Tabla 4 - Conceptos de obra a elementos no estructurales

Partidas	Concepto	Unidad	Costo directo	Precio Unitario
CG16DC	Elaboración e instalación en Carpintería, pisos y puertas (incluyendo el montaje de herrajes y cerco correspondiente de 1.2 x 2.10 m).	Pza	\$2,449.51	\$3,373.52
VID	Cristal de seguridad ante protección y tratamiento especializado para la radiación.	Pza	\$6,327.45	\$8,714.29
LB12FB	Revestimiento superficial fino con llana.	m ²	\$232.15	\$319.72
REC – PLOMO	Recubrimiento con placas de plomo.	m ²	\$4,474.30	\$6,162.10
GC16DD	Construcción de muro a base de tabique.	m ²	\$251.91	\$346.93
LG12BC	Suministro y aplicación de pintura vinil.	m ²	\$60.80	\$83.74
GI12DB	Instalación de zoclo, en sentido vertical y horizontal.	m ²	\$55.29	\$76.14
GH16BC	Colocación de piso de loseta con medidas de 40 x 40	m ²	\$336.62	\$436.60
EH12BC	Aluminio (suministro, habilitado y colocación de cancel fijo de 2 x 1.4 m de altura)	pza	\$1,176.25	\$1,619.96
GC29EB	Tablaroca (muro de tablaroca antimoho usg de 67 mm de espesor)	m ²	\$403.48	\$555.68
GE12EB	Plafon (suministro y colocación de plafón firecode x de 13 mm)	m ²	\$308.27	\$424.55

A manera de ejemplo, enseguida se presenta el presupuesto de los componentes no estructurales y contenidos de un consultorio general, cuya planta arquitectónica se muestra en la Figura 3.

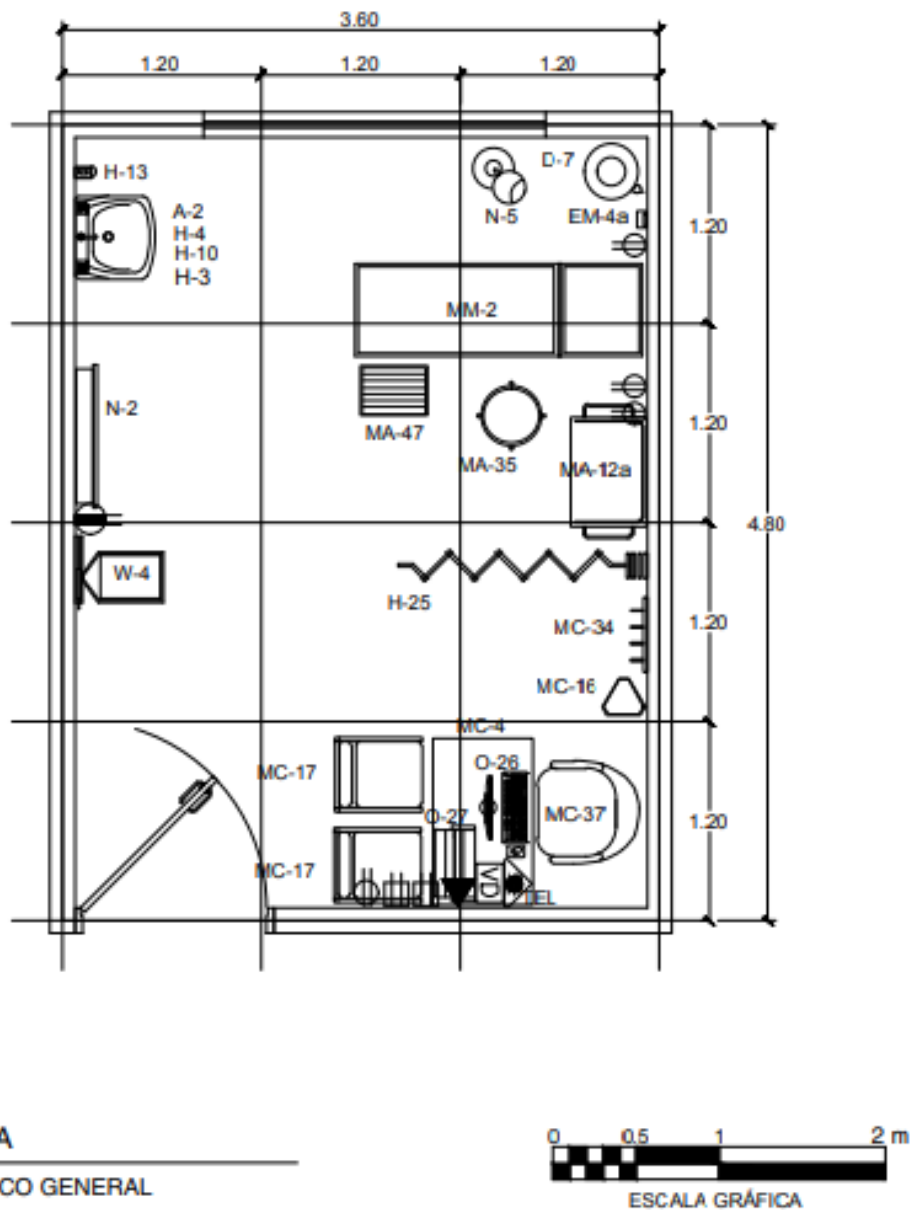


Figura 4 Planta consultorio médico general

En la tabla 5 se muestran los códigos de cada concepto que se utilizan en la figura 4. Plano consultorio médico general, así como su unidad, la cantidad, el precio unitario, el costo directo e indirecto, el importe y el porcentaje total que le corresponde a cada concepto.

Tabla 5 - Presupuesto de componentes no estructurales para consultorio médico general

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	Importe
CARPINTERÍA, PISOS, PUERTAS				
CG16DC	Suministro y colocación de puerta de 1.2 x 2.10 m	pza	1.00	\$3,373.52
Aluminio				
EH12BC	Suministro, habilitado y colocación de cancel fijo de 2 x 1.4 m de altura	pza	1.00	\$1,619.96
Tablaroca				
GC29EB	Muro de tablaroca antimoho usg de 67 mm de espesor	m2	50.45	\$28,036.36
Plafón				
GE12EB	Suministro y colocación de plafón firecode x de 13 mm	m2	17.28	\$7,336.22
LOSETA				
GH16BC	Piso loseta de 40 x 40	m2	17.28	\$8,011.01
GI12DB	Zoclo	m	15.01	\$1,142.86
GH16BC	azulejo	m2	0.00	\$0.00
PINTURA				
LG12BC	Suministro y aplicación de pintura vinil	m2	50.45	\$4,225.03
				\$53,744.97

De acuerdo a la Organización Panamericana de la Salud, la lista de contenidos con sus precios se presenta en la Tabla 6.

Tabla 6 - Costo de contenidos para consultorio médico genera

Clave	Descripción	Cantidad	Costo
A-2	Lavamanos de cerámica vitrificada de 20" x 18", agua fría caliente	1	\$1,590.00
D-7	Cubo metálico para desperdicios, con tapa accionada a pedal	1	\$1,012.00
EM-4a	Tensiómetro esfigmomanómetro fijo	1	\$3,263.00
H-3	Toallero de gancho cromado	1	\$540.00
H-4	Jabonera cromada con dispensador para jabón líquido	1	\$396.00
H-10	Dispensador de toallas de papel	1	\$1,914.00
H-13	Secador eléctrico automático para manos	1	\$15,136.00
H-25	Cortina con tubo	1	\$1,950.00
MA-12a	Mesa metálica rodable para múltiples usos, acero inoxidable	1	\$2,050.00
MA-35	Taburete metálico asiento giratorio rodable	1	\$2,772.00
MA-47	Escalinata metálica de 1 peldaño	1	\$400.20
MC-4	Escritorio metálico de 2 cajones de 100 x 60 cm	1	\$15,972.00
MC-16	Papelera metálica	1	\$1,012.00
MC-17	Silla metálica apilable	2	\$8,448.00
MC-34	Percha metálica de pared 4 ganchos	1	\$1,980.00
MC-37	Sillón metálico giratorio	1	\$2,926.00
MM-2	Mesa para exámenes y curaciones	1	\$5,650.00
N-2	Negatoscopio de 2 cuerpos	1	\$14,632.00
N-5	Lámpara de reconocimiento con cuello de ganso	1	\$1,110.00
O-26	Unidad de computadora personal	1	\$15,300.00
O-27	Impresora	1	\$4,799.00
TEL	Teléfono de mesa	1	\$1,543.00
W-4	Balanza mecánica con tallímetro- adulto	1	\$5,883.60
TOTAL			\$110,278.80

En la tabla 7 se muestra un resumen de las 9 áreas con su costo total a elementos no estructurales.

Tabla 7 - Resumen costo total de área medica

Concepto	Costo total
Consultorio general	\$53,744.97
Sala Hospitalización	\$98,451.16
Estación de enfermería	\$70,554.15
Sala de urgencias	\$212,219.88
Sala de tomografías	\$595,716.32
Sala de rayos x	\$1,238,239.80
Sala de resonancia magnética	\$1,319,081.75
Sala de quirófano	\$134,240.42
Laboratorio de urgencias	\$71,543.67

Para los costos directos a cada espacio se tiene lo siguiente, en la tabla 8 se muestra los resultados obtenidos mediante el costo total de los elementos no estructurales dependiendo de cada uno de los 9 espacios disponibles.

Tabla 8 - Resumen costo total de área médica a costo directo

Concepto	Espacios	Costo total
1 espacio	Consultorio general	\$39,024.21
2 espacio	Sala de hospitalización	\$71,485.38
3 espacio	Estación de enfermería	\$51,229.36
4 espacio	Sala de urgencias	\$154,092.85
5 espacio	Sala de tomografía	\$432,549.62
6 espacio	Sala de rayos x	\$899,085.91
7 espacio	Sala de resonancia magnética	\$957,785.25
8 espacio	Sala de quirófano	\$97,471.96
9 espacio	Laboratorio de urgencias	\$51,947.86

En la tabla 9 para el costo correspondiente a contenidos se presentan los resultados obtenidos a partir del costo total considerando cada uno de los espacios analizados

Tabla 9 - Resumen costo total de contenidos en área médica a costo directo

Concepto	Espacios	Costo
1 espacio	Consultorio general	\$110,278.80
2 espacio	Sala de hospitalización	\$87,465.76
3 espacio	Estación de enfermería	\$120,156.84
4 espacio	Sala de urgencias	\$458,847.50
5 espacio	Sala de tomografía	\$4,452,816.92
6 espacio	Sala de rayos x	\$1,115,488.92
7 espacio	Sala de resonancia magnética	\$7,868,629.00
8 espacio	Sala de quirófano	\$783,189.45
9 espacio	Laboratorio de urgencias	\$679,460.65

3 DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE CÓMPUTO

En el presente capítulo se examina de manera detallada la construcción del programa de cómputo, así como su estructura de datos, los algoritmos que han sido implementados y la interfaz de usuario. Asimismo, se detalla la manera en que el programa incorpora los criterios de diseño estructural aplicables a hospitales y establece su relación con los costos iniciales, teniendo en cuenta la influencia de elementos no estructurales y de contenidos.

El programa lleva a cabo tres tareas principales: 1) cálculo de volúmenes de obra y costos de elementos estructurales (tales como muros, columnas, trabes, losas), 2) Cálculo de elementos no estructurales (muros, divisorios, plafones, instalaciones y acabados), 3) Cálculo del costo total en la distribución de inventarios en diferentes niveles y áreas especializadas.

El programa fue desarrollado en el lenguaje de programación Python, debido a la versatilidad para el manejo de datos, así como la capacidad para gestionar proyectos. Esto permite la automatización de procesos en cálculos que tradicionalmente se realizan de manera manual, lo que reduce tanto el tiempo requerido como los errores que pueden surgir durante el proceso.

Se analizan y recopilan datos de entrada archivos que contiene las dimensiones y características de cada elemento estructural, área o zona a diseñar. De este modo, calcula los volúmenes de concreto, el peso del acero y área de cimbra, lo que permite obtener el costo total de cada elemento.

Asimismo, se debe calcular el costo total de un hospital, basándose en la suma de costos de cada nivel, así como la distribución de inventarios.

3.1 Desarrollo del programa

En la figura 5 se presenta el diagrama de flujo que ilustra la estructura general del código. Este proceso inicia con lectura de archivos de entrada de cada elemento y a partir de los cuales se extraen las secciones correspondientes, incluyendo dimensiones y refuerzos. De igual forma su estructura de bucles y condicionales funcionan para calcular las cantidades de una manera automatizada.

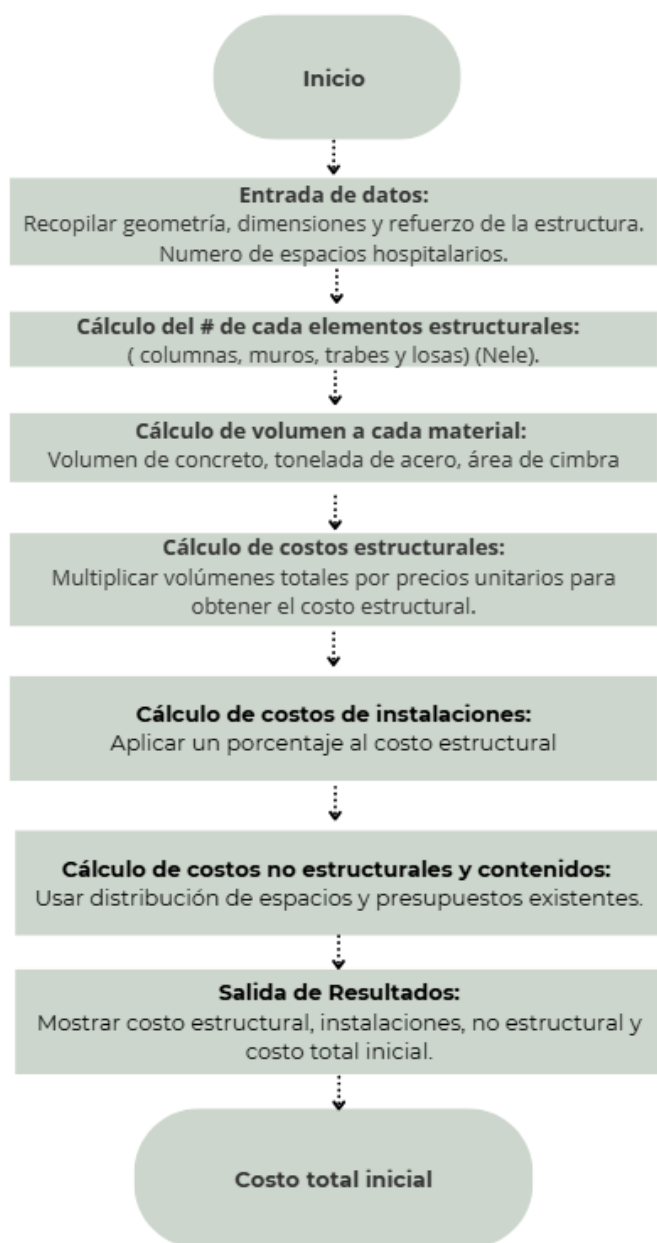


Figura 5 Diagrama de flujo de la estructura general de código

En la figura 6 se presenta el diagrama de flujo que ilustra la estructura general del código. Este proceso inicia con lectura de archivos de entrada de cada elemento y a partir de ahí se comienza con el cálculo de la cantidad de elementos estructurales, así como el correspondiente cálculo de sus materiales (concreto, acero y cimbra) y la posterior estimación de su costo en un precio unitario.

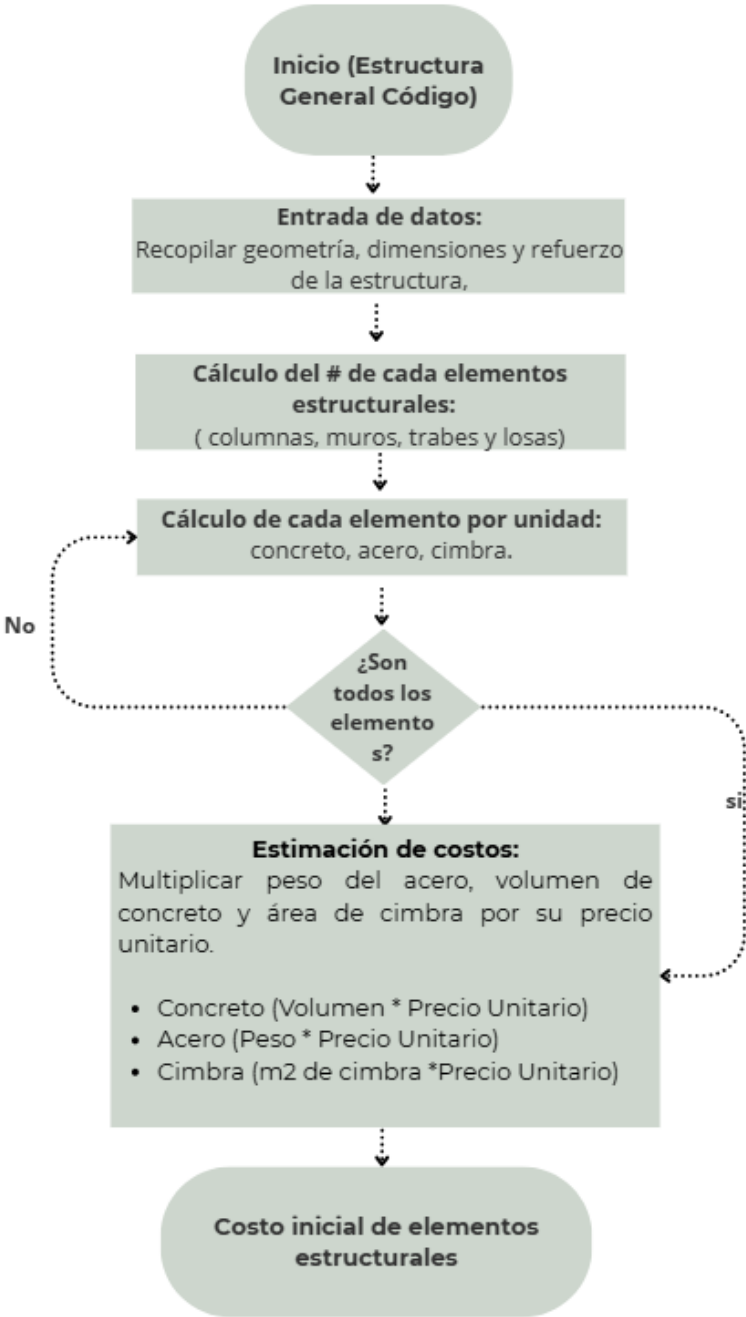


Figura 6 Diagrama de flujo estructura general de código costo por elementos estructurales

En la figura 7 se presenta el diagrama de flujo para estimar el costo de elementos no estructurales y contenidos. El proceso inicia con la entrada de datos (costos y distribución por nivel). Luego se inicializa el cálculo por nivel. Dentro de un ciclo, se calcula el costo de cada sala, obteniendo un costo inicial (C_i) = precio * elementos. Finalmente, la estimación de costos suma el costo total del nivel (C_t) y el (C_i), incorporando los costos de elementos no estructurales y contenidos para general un costo inicial.

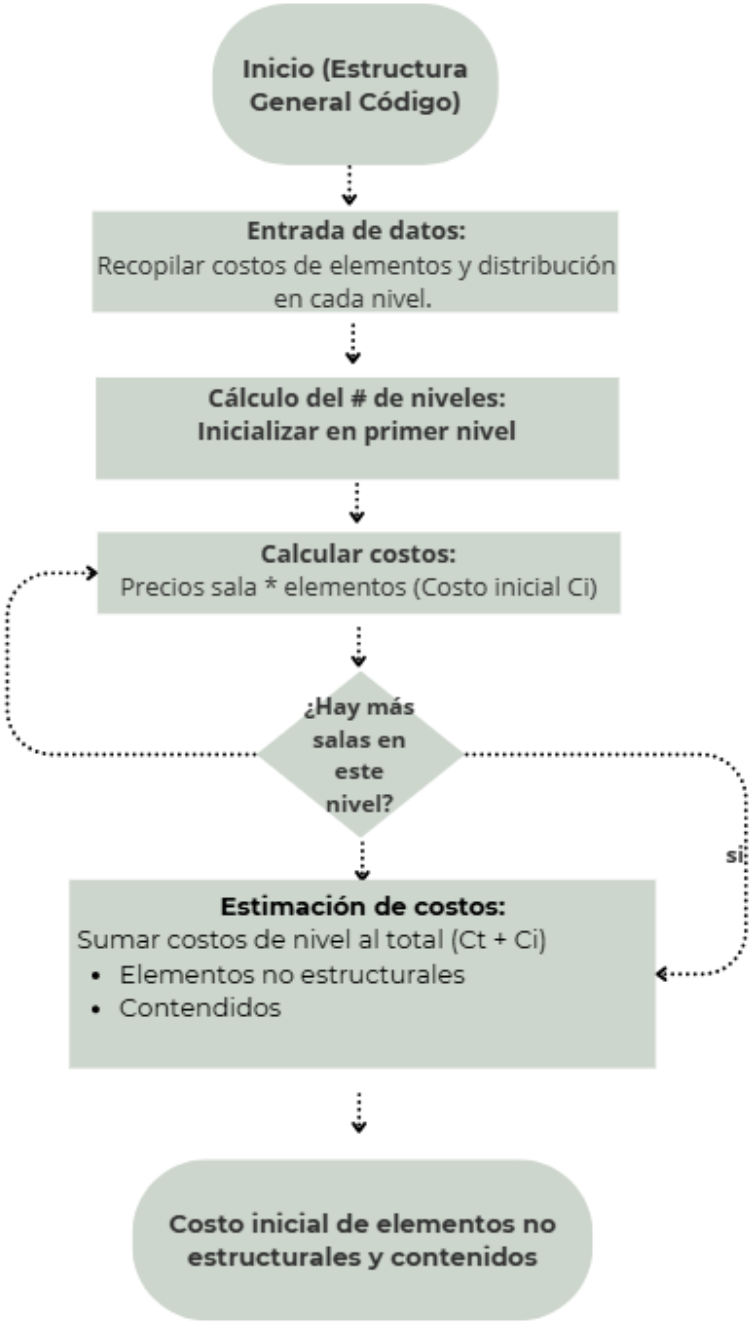


Figura 7 Diagrama de flujo estructura general de código para elementos no estructurales

3.1.1 Archivo general (data.dat)

El archivo denominado data.dat cumple la función de contener la información general de la estructura a ser analizada. En este archivo se encuentra en primer lugar la geometría del edificio en cuestión, después los archivos secundarios para los elementos estructurales y finalmente la asignación de secciones estructurales.

El programa de cómputo lleva a cabo un análisis de estructuras con diferentes configuraciones, toma en cuenta los parámetros que se establezcan como la geometría o características básicas del modelo, así toma en cuenta parámetros como: cantidad de pisos, numero de crujiás en dos direcciones, altura de entrepiso, archivos secundarios (trabex, trabey, columnas y muros), espesor de las losas y el número de secciones por cada trabe y columna. La especificación de los datos mencionados anteriormente constituye una base fundamental para cualquier análisis que se lleve a cabo posteriormente dentro del programa de cómputo. A manera de ejemplo se presenta un ejemplo del archivo “data.dat” en la figura 8, así como la explicación de su estructura.

```
1 Npisos: 3
2 400.0
3 400.0
4 400.0
5 NcrujiasX: 3
6 800.0
7 800.0
8 800.0
9 NcrujiasY: 2
10 600.0
11 600.0
12 Peso_vol_Concreto_nominal(kg/cm3): 0.0024
13 cargaVivaMedio(kg/cm2): 0.019
14 cargaMuertaNominal(kg/cm): 0.031
15 archivoMuros: Muros.dat
16 archivoColumnas: dataCol.dat
17 archivoTrabesX: dataTrabe.dat
18 archivoTrabesY: dataTrabe2.dat
19 Espesor_de_losa(cm): 12.0
20 SeccionesColumna:
21 1 1 1 1
22 1 1 1 1
23 1 1 1 1
24 2 2 2 2
25 2 2 2 2
26 2 2 2 2
27 3 3 3 3
28 3 3 3 3
29 3 3 3 3
30 SeccionestrabesX:
31 1 1 1
32 1 1 1
33 1 1 1
34 2 2 2
35 2 2 2
36 2 2 2
37 3 3 3
38 3 3 3
39 3 3 3
40 SeccionestrabesY:
41 1 1
42 1 1
43 1 1
44 1 1
45 2 2
46 2 2
47 2 2
48 2 2
49 3 3
50 3 3
51 3 3
52 3 3
53
```

Figura 8 Estructura de archivo general “data.dat”

La geometría base de la estructura ejemplificada en la figura 8, se presenta en la figura 9.

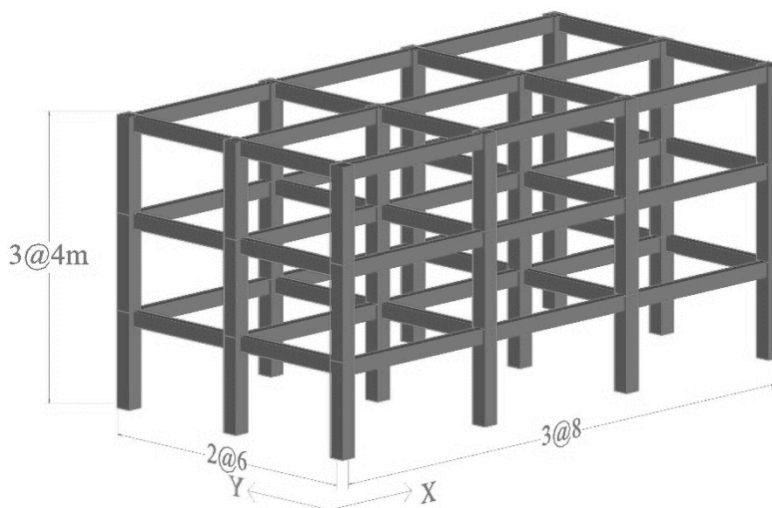


Figura 9 Geometría de la estructura mostrada en la figura 8

3.1.2 Referencia a archivos secundarios

El archivo principal se complementa con 4 archivos secundarios, cada uno con información detallada de los elementos estructurales que lo componen, los cuales son los siguientes:

- Archivo de muros: Muros.dat
- Archivo de columnas: dataCol.dat
- Archivo de trabes x: dataTrabe.dat
- Archivo de trabes y: dataTrabe2.dat

3.1.3 Archivo de columnas (dataCol.dat)

Este archivo secundario establece la estructura y las características que deben cumplir los elementos denominados “columnas”. En este archivo se detallan las dimensiones, incluyendo el largo, ancho, altura, así como el recubrimiento libre, la configuración de refuerzo, disposición de coordenadas y áreas. También se incluye una consistencia dimensional y de materiales, para asegurar su debida ejecución. En la figura 10 se muestra un ejemplo de la estructuración de este archivo, y en la figura 11, el esquema de la primera sección del archivo "dtaCol.dat".

Sección 1

Sección 2

```
1 Secciones: 2 ----- Numero de secciones
2 Tipo_de_seccion: R ----- Sección rectangular
3 h: 45.00 ----- Peralte total y base
4 b: 40.00 -----
5 rec_libre: 4.00 ----- Recubrimiento libre
6 fc_nominal: 350.00 ----- Resistencia nominal del concreto
7 Varillas: 6 -----Numero de varillas
8 | X Y As
9 | 6.86 6.86 7.94
10 | 33.14 6.86 7.94
11 | 6.86 22.50 7.94 -----Varillas (Coordenadas y área de la varilla)
12 | 33.14 22.50 7.94
13 | 6.86 38.14 7.94
14 | 33.14 38.14 7.94
15 NramasX: 2 ----- Numero de estribos sentido X,Y
16 NramasY: 2 -----
17 destribo: 1.27 ----- Diámetro de estribo
18 sep: 10.0 ----- Separación de estribos
19 Tipo_de_seccion: R
20 h: 45.00
21 b: 40.00
22 rec_libre: 4.00
23 fc_nominal: 350.00
24 Varillas: 6
25 | X Y As
26 | 6.86 6.86 7.94
27 | 33.14 6.86 7.94
28 | 6.86 22.50 7.94
29 | 33.14 22.50 7.94
30 | 6.86 38.14 7.94
31 | 33.14 38.14 7.94
32 NramasX: 2
33 NramasY: 2
34 destribo: 1.27
35 sep: 15.0
```

Figura 10 Estructura de archivo de columnas “dataCol.dat”

Para columnas se tiene el siguiente ejemplo, siguiendo las bases y lineamiento del código en Python, quedando de la siguiente manera:

El primer ejemplo es una columna con 6 varillas del número 10, con estribos de varilla del número 4 separados a cada 10 cm y con un recubrimiento libre de 4 cm.

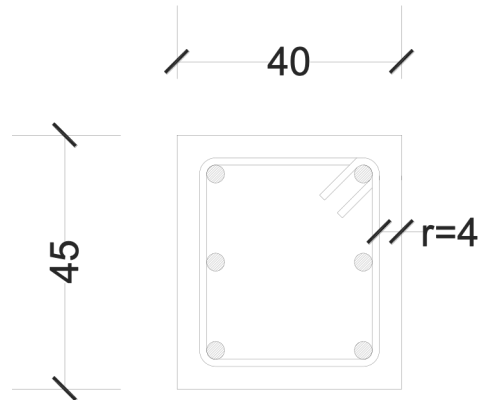


Figura 11 Ejemplo de sección en archivo “dataCol.dat”

3.1.4 Archivo de traves “X”, “Y” (*dataTrabe.dat* y *dataTrabe2.dat*)

La estructura de este archivo (referente a traves) es similar al de columnas. Dicho archivo secundario detalla la estructura y las características que deben poseer los elementos denominados “traves” en sentido “x” e “y “. En este archivo se detalla el número de secciones, la resistencia a compresión del concreto ($f'c$), las dimensiones de la sección, incluyendo base y peralte total, así como las cuantías de acero: longitudinal (lechos de acero) y transversal (estribos y separación).

3.1.5 Archivo muros (*Muros.dat*)

Este documento secundario (referente a muros) establece la estructura y las características que deben cumplir los elementos denominados “muros”. En este archivo secundario se detallan las características de los muros que integran en el sistema estructural. En ello se detallan las dimensiones y armado del elemento de borde, el $f'c$, espesor del muro y las cuantías del muro (horizontal y vertical). La figura 12 muestra la estructuración del archivo "muros.dat", y la figura 13, el esquema de la primera ubicación de dicho muro.

Elemento borde

Elemento alma

```
1 Seccionesmuros: 2 — Numero de secciones
2 Borde:
3 b: 50.0
4 h: 55.0 — Peralte total y base
5 p: 0.06 — Cuantería de acero del elemento borde
6 fc_nominal: 350.0 — Resistencia nominal del concreto
7 NX: 4 — Numero de estribos, sentido X,Y
8 NY: 4
9 d_est: 1.27 — Diametro del estribo
10 sep: 10.0 — Separación de estribo
11 Alma:
12 t: 18.0 — Espesor muro
13 p_w: 0.03767 — Cuantería vertical y horizontal
14 p_h: 0.015 — Cuantería vertical y horizontal
15 ubicacion: 2 — Ejes donde existe esta sección
16 a 3 4
17 e 3 4 — Ubicación del muro ubicado en el eje "a" entre los ejes "3" y "4"
18 Borde:
19 b: 55.0
20 h: 50.0
21 p: 0.06
22 fc_nominal: 350.0
23 NX: 4
24 NY: 4
25 d_est: 1.27
26 sep: 10.0
27 Alma:
28 t: 18.0
29 p_v: 0.0289
30 p_h: 0.014
31 ubicacion: 4
32 1 a b
33 1 d e
34 6 a b
35 6 d e
```

Figura 12 Estructura de archivo muros "Muros.dat"

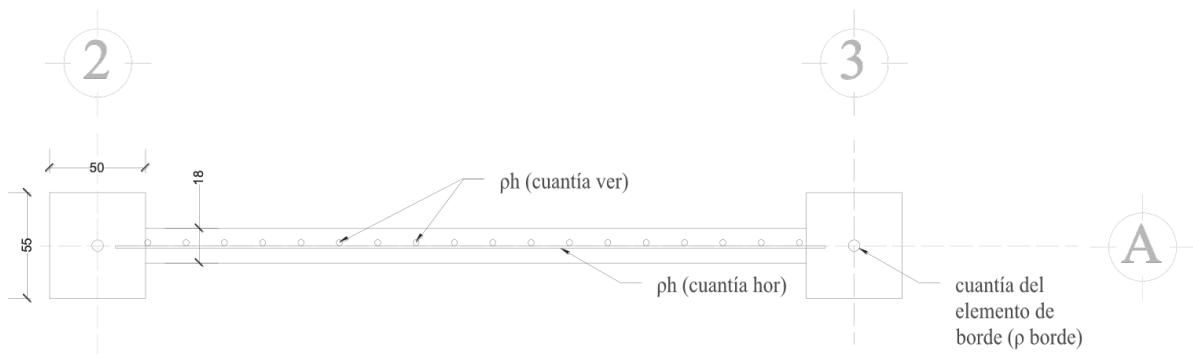


Figura 13 Ejemplo de muro y su primera ubicación del ejemplo mostrado en la figura 12

4 CASOS DE ESTUDIO

En lo que sigue se presentan los resultados obtenidos a través de la aplicación del programa en casos de estudio representativos. Se analiza el impacto de las modificaciones normativas en los costos iniciales de las estructuras hospitalarias, comparando los escenarios. Se lleva a cabo un análisis crítico sobre la función que desempeñan los componentes no estructurales y contenidos en la estimación de costos, en contraste con los componentes estructurales.

Para el análisis que se muestra a continuación se analizaron 2 casos de estudio; se trata de edificios ubicados en las siguientes zonas sísmicas de la CDMX, según (Reglamento para la rezonificación de la ciudad con elementos geofísicos, estructurales, socioeconómicos y ecológicos (Consejo de Evaluación del Riesgo Sísmico [CES], 2018))

- Zona A
- Zona B

Para el edificio “A” se llevó a cabo un análisis de las áreas más altas del Valle de México. Estas características otorgan a un suelo muy consistente y rocoso, siendo notablemente duro y ofreciendo poca compresibilidad, debido a esto la solución estructural a emplear es un sistema de marcos de concreto reforzado para resistir los momentos y cargas, la configuración de la estructura se muestra a continuación.

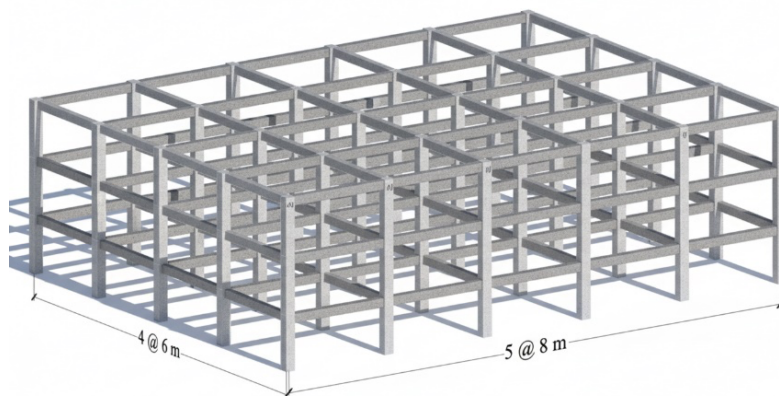



Figura 14 Caso de estudio Zona A

Para el cálculo de costo de componentes no estructurales y contenidos se requiere definir una organización en las diferentes áreas que serán asignadas. La propuesta de distribución para los casos de estudio, se detallan por nivel y dimensiones de espacio debidamente calculadas, en la siguiente figura se detalla un esquema en que el 20% del área total se ha destinado para circulación de usuarios.

A continuación, se presenta la propuesta de distribución a espacios hospitalarios para la estructura ubicada en la Zona A.

Tabla 10 - Distribución de espacios hospitalarios (Zona A)

Nivel	Espacios	
1	1 sala de rayos X 1 sala de urgencia 1 sala de tomografía 1 sala de resonancia 1 estación de enfermería 30 consultorios generales	
2	29 salas de hospitalización 1 estación de enfermería	
3	2 quirófanos 26 salas de hospitalización	

En la tabla 11 se presentan las secciones estructurales de columnas de la estructura desplantada en zona A.

Tabla 11 - Detalle de secciones estructurales. Zona A

Nivel 1-3					
Trabe Dir. X		Trabe Dir. Y		Columna	
b (cm)	h (cm)	b (cm)	h (cm)	b (cm)	h (cm)
30	75	30	75	75	70

Nivel 1-3					
Trabe Dir.X		Trabe Dir. Y		Columna	
Long (sup;inf)	Trans.	Long (sup;inf)	Trans.	Long.	Trans.
22.96;15.21	3.81@14cm	22.96;17.22	3.81@14cm	62.70	2.84@15cm

Para el edificio en la Zona B se presenta un área en condiciones de suelo de transición entre terreno firme y suelo más blando, con estratos profundos, compuesto por capas de arena y limo arenosos, los cuales se encuentran a profundidades que no superan los 20 metros. La propuesta estructural elegida fue un sistema dual siendo la combinación de marcos con muros de concreto, optimizando el comportamiento de la estructura.

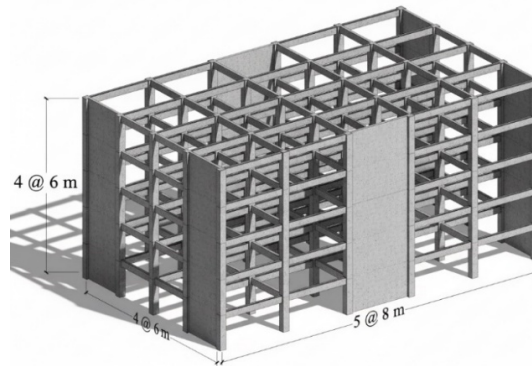



Figura 15 Caso de estudio Zona B

A continuación, se presenta la propuesta de distribución a espacios hospitalarios para la estructura en la Zona B.

Tabla 12 - Distribución de espacios hospitalarios. Zona B

Nivel	Espacios	
1	1 sala de rayos X 1 sala de urgencia 1 sala de tomografía 1 sala de resonancia 1 estación de enfermería 30 consultorios generales	

2	29 salas de hospitalización 1 estación de enfermería	
3	29 salas de hospitalización 1 estación de enfermería	
4	29 salas de hospitalización 1 estación de enfermería	
5	2 quirófanos 26 salas de hospitalización	

En la tabla 13 se presentan las secciones estructurales de columnas y traveses, mientras que la tabla 14 contiene las secciones de muros de la estructura desplantada en zona B.

Tabla 13 - Detalle de secciones estructurales. Zona B

Nivel 1-3					
Trabe Dir. X		Trabe Dir. Y		Columna	
b (cm)	h (cm)	b (cm)	h (cm)	b (cm)	h (cm)
30	60	30	60	60	55
Nivel 4-5					
30	60	30	60	60	55
Nivel 1-3					
Trabe Dir.X		Trabe Dir. Y		Columna	
Long (sup;inf)	Trans.	Long (sup;inf)	Trans.	Long.	Trans.
5.74;15.21	2.54@25cm	11.48;11.48	3.81@14cm	47.64	2.54@10cm
Nivel 4-5					
5.74;15.21	2.54@25cm	6.35;11.88	3.81@25cm	47.64	2.54@25cm

Tabla 14 - Detalle de muros de concreto

Parámetro	Muro Dir. X	Muro Dir. Y
Base elemento borde (cm)	70	65

Peralte elemento borde (cm)	65	70
Cuantía long. Elemento borde	0.04	0.04
Cuantía transv. Elemento borde	0.002	0.002
Espesor de alma (cm)	35	35
Cuantía horizontal alma	0.006	0.004
Cuantía vertical alma	0.0165	0.01

5 RESULTADOS

La tabla 15 presenta el resumen del costo inicial para el caso de estudio ubicado en la Zona A, desglosado en: contenidos, elementos no estructurales, elementos estructurales e instalaciones. La tabla 16 muestra los resultados correspondientes para estructuras en la Zona B. En la figura 16 se presenta como se integral el costo inicial de los casos de estudio.

Tabla 15 - Costo inicial para edificio ubicado en Zona A

Costo de contenidos		Costo elementos no estructurales	
Nivel 1	\$17,324,302.33	Nivel 1	\$3,665,469.61
Nivel 2	\$2,656,663.88	Nivel 2	\$2,121,305.64
Nivel 3	\$3,840,488.66	Nivel 3	\$2,053,564.04
Total	\$23,821,454.87	Total	\$7,840,339.29
Costos elementos estructurales			
Concreto	Acero de refuerzo	Cimbra contacto	
\$3,246,730.88	\$2,711,941.46	\$2,237,210.92	
Total, elementos estructurales		\$8,195,883.27	
Total instalaciones		\$2,622,681.64	
COSTO TOTAL INICIAL		\$42,480,359.07	

Tabla 16 - Costo inicial para edificio ubicado en Zona B

Costo de contenidos		Costo elementos no estructurales	
Nivel 1	\$17,324,302.33	Nivel 1	\$3,665,469.61
Nivel 2	\$2,656,663.88	Nivel 2	\$2,121,305.64
Nivel 3	\$2,656,663.88	Nivel 3	\$2,121,305.64

Nivel 4	\$2,656,663.88	Nivel 4	\$2,121,305.64
Nivel 5	\$3,840,488.66	Nivel 5	\$2,053,564.04
Total	29,134,782.63	Total	\$12,091,950.57
Costos elementos estructurales			
Costo total concreto	Costo total acero		Costo total cimbra
\$5,956,025.41	\$5,266,909.11		\$3,473,190.64
Total elementos estructurales		\$14,710,821.33	
Total instalaciones		\$4,707,462.82	
COSTO TOTAL INICIAL		\$60,630,321.19	

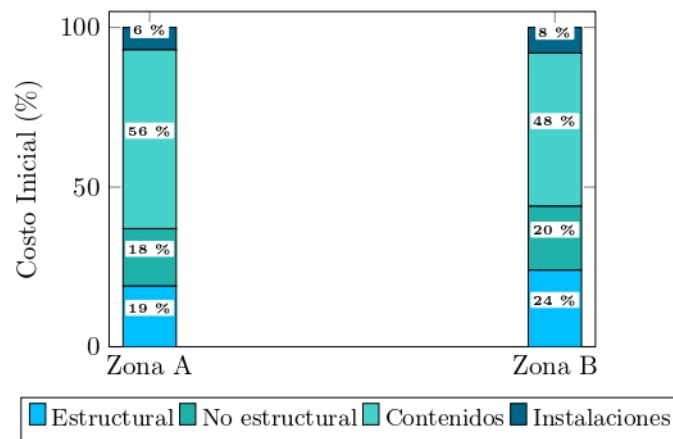


Figura 16 Integración del costo inicial de los casos de estudio

En la figura 16, se observa que en ambos casos los contenidos representan el componente más significativo del costo total, con 56% en el edificio en la zona A y 48% en la zona B. La diferencia más notable entre ambas zonas se presenta en los elementos estructurales, donde la zona B requiere una inversión considerablemente mayor (24%) en comparación con la zona A (19%), lo cual es atribuible a los mayores requisitos de diseño sismorresistente y posiblemente a condiciones geotécnicas más desfavorables. Los elementos no estructurales mantienen proporciones similares en ambas zonas (18% y 20%), mientras que las instalaciones representan el componente de menor peso relativo (6% y 8%). Esta distribución evidencia que, si bien los contenidos dominan la inversión inicial en instalaciones hospitalarias, las características sísmicas de la zona de desplante impactan significativamente

en los costos estructurales, incrementando la inversión total requerida en zonas de mayor peligrosidad sísmica.

6 CONCLUSIONES

En la presente tesis se desarrolló un programa computacional en lenguaje Python con la finalidad de estimar los costos iniciales de estructuras de concreto reforzado destinadas al sector salud. El programa integra elementos estructurales (acero, cimbra y concreto), no estructurales (acabados, muros divisorios y recubrimientos) y contenidos (equipo médico), con el objetivo de reducir significativamente los tiempos y errores asociados a los métodos manuales, ofreciendo una base confiable para la toma de decisiones en las etapas tempranas del proyecto.

Se desarrolló satisfactoriamente una herramienta de cómputo para la estimación integral de costos en proyectos. La herramienta puede ayudar a integrar tecnologías computacionales en la optimización del proceso de planificación inicial de proyectos de ingeniería.

Para validar la funcionalidad del programa de cómputo, se realizó un análisis comparativo entre dos casos de estudio: una estructura hospitalaria desplantada en la zona sísmica A y otra en la zona sísmica B de la ciudad de México. Este análisis permitió evaluar el impacto de las condiciones sísmicas en la distribución de costos iniciales.

Los resultados demostraron de manera contundente que los elementos no estructurales y contenidos constituyen una parte fundamental de los costos iniciales, representando entre el 68% y 74% del total en los dos edificios estudiados, ubicados en las zonas A y B respectivamente. Esto refuerza la necesidad de incluir estos componentes en todas las evaluaciones económicas de infraestructura hospitalaria, debido a que su vulnerabilidad representa una amenaza para la estabilidad financiera del proyecto.

Adicionalmente, el programa mostró su capacidad para desagregar detalladamente los costos por área funcional, identificando que las zonas de diagnóstico por imagen (tomografía, rayos X y resonancia magnética) representan los espacios de mayor impacto económico debido al alto costo del equipamiento médico especializado y a los requerimientos constructivos específicos (blindaje, instalaciones especiales y sistemas de soporte). Esta desagregación facilita la identificación de áreas críticas para la toma de decisiones en la optimización de recursos y diseños arquitectónicos.

7 REFERENCIAS:

- Oyarzún, G., y Oyarzún, G. (2024, junio 3). *Industria de la construcción en México: características y proyección del sector*. espacioempresa.com. <https://espacioempresa.com/lideres/industria-construccion-mexico-analisis/>
- INEGI. (2024). *La industria de la construcción*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://beta.cuentame.inegi.org.mx/explora/economia/construccion/>
- ¿Quieres aprender más sobre el tema administración de proyectos?: ¿Qué es un proyecto? (s. f.). *Gestión de Proyectos*. <https://induccion.educatic.unam.mx/mod/book/view.php?id=949&chapterid=380>
- Pc, J. (2016). *Construction Extension to the PMBOK® P M I (2016) 1.1 ESP*. Scribd. <https://es.scribd.com/document/466740861/Construction-Extension-to-the-PMBOK-P-M-I-2016-1-1-ESP-docx>
- Secretaría de Obras y Servicios, Gobierno de la Ciudad de México. (2023, 6 noviembre). *Normas Técnicas Complementarias 2023*. CDMX. <https://www.isc.cdmx.gob.mx/directores-res/cursos-de-actualizacion-2022/normas-tecnicas-complementarias-2023>
- Secretaría de Obras y Servicios, Gobierno de la Ciudad de México. (2020, 27 enero). *Normas Técnicas Complementarias 2023*. CDMX. [Normas Técnicas Complementarias y SASID](#)
- Gobierno de la Ciudad de México. (2004, 29 enero). *Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal* (Última reforma publicada el 22 de abril de 2022). Gaceta Oficial de la Ciudad de México.

https://www.data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/7d40f07c3c1e16ad2f7b7c21b7c59f81.pdf

- Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México. (2022). Estimación de coeficientes de diseño y de pérdidas indirectas debidas a sismos. https://www.iingen.unam.mx/es-mx/AlmacenDigital/Gaceta/Gaceta_Marzo-Abril_2022/Paginas/estimacion-coeficientes-diseno-perdidas-sismos.aspx
- Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana. (2019). Norma oficial mexicana PROY-NOM-007-SSPC-2019. En DOF. DOF. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5584825&utm_source
- Componentes estructurales: definición & función. (2024b, agosto 13). StudySmarter ES. https://www.studysmarter.es/resumenes/estudios-de-arquitectura/construccion/componentes-estructurales/?utm_source
- Rodríguez-Castellanos, A., Niño, M., Ruiz, S. E., & Santos-Santiago, M. A. (2022). *Optimización sustentable en el diseño sísmico de estructuras*. Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural. https://www.researchgate.net/publication/365354703_OPTIMIZACION_SUSTENTABLE_EN_EL_DISENO_SISMICO_DE_ESTRUCTURAS
- Assi, R., Dliga, M., y Yao, G. (2017). Horizontal and Vertical Seismic Acceleration Demands in Multi-Storey Buildings. <https://doi.org/10.1061/9780784480427.019>
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. (2015). *Guía de diseño arquitectónico para establecimientos de salud* (1.ª ed.). Santo Domingo, República Dominicana: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Edición, revisión de texto y corrección de estilo: Ku Anl, C. L., & Hosano Guzmán, R. Diagramación: Koart, E.I.R.L. / Nana Peralta. https://www.academia.edu/36280717/Guia_disenos_arquitectonicos

- Grupo Acerero, S.A. de C.V. (2022). *Varilla corrugada: ficha técnica del producto* (1.ª ed.) [Catálogo técnico]. Monclova, Coahuila, México: Grupo Acerero, S.A. de C.V.
<https://grupoacerero.com.mx/wp-content/uploads/2022/01/VARILLA-CORRUGADA.pdf>
- Rodríguez Morales, J. A., Armenta Armenta, F. J., Ruiz Gómez, S. E., & Niño Lázaro, M. P. (2023). Influencia de las modificaciones a las NTCDS (2023) con respecto a la propuesta de las NTCDS (2023), en un edificio de C/R del grupo A. *XXIV Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica*.
- Miranda, E., Heresi, P., Massone, L. M., Santa María, H., & De la Llera, J. C. (2010). Performance of nonstructural components during the 27 February 2010 Chile earthquake. *Tenth U.S. National Conference on Earthquake Engineering*. Earthquake Engineering Research Institute. [Performance of Nonstructural Components during the 27 February 2010 Chile Earthquake - Eduardo Miranda, Gilberto Mosqueda, Rodrigo Retamales, Gokhan Pekcan, 2012](#)
- De León, D. E. (1996). *Integrating socioeconomics in the development of criteria for optimal aseismic design of R/C buildings* (Tesis de doctorado). University of California, Irvine. ProQuest Dissertations & Theses Global. <https://www.proquest.com/docview/304272810>
- Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa. (2014, 6 de mayo). *NORMAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA REALIZACIÓN DE ESTUDIOS, PROYECTOS, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIONES*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/inifed/documentos/normas-y-especificaciones-tecnicas-para-la-realizacion-de-estudios-proyectos-construccion-e-instalaciones>
- Centro Nacional de Ingeniería de Costos (CEICO). (2023, 9 de marzo). *Principales variaciones en el precio de los insumos y su impacto en las obras*. Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC).

https://cmic.org.mx/comisiones/Tematicas/costosyp/Informes_IPP/2023/CEICO_Informe_Marzo_2023.pdf

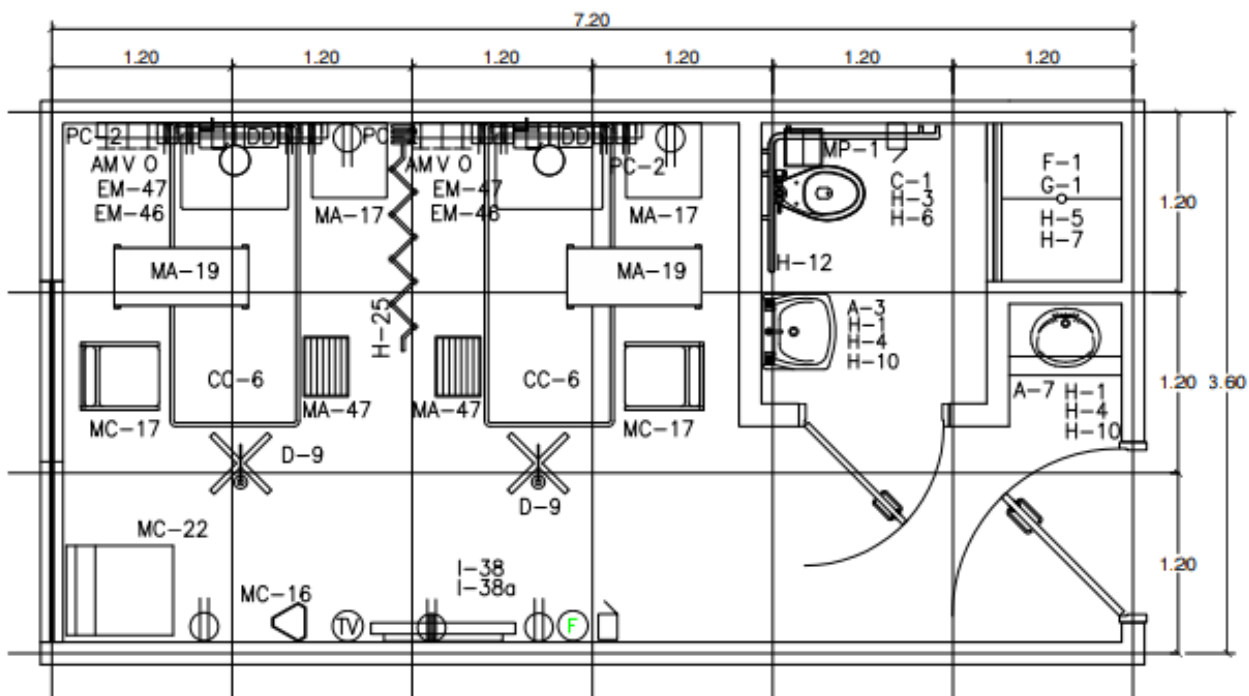
- Gómez-Valdés, M., Acevedo-Acevedo, S., Alvarado-Acuña, L., & Iturra-Molina, R. (2023). *Impacto de la metodología BIM en la gestión de proyectos de construcción*. *Revista Tecnología en Marcha*, 36(7), 66-77. <https://doi.org/10.18845/tm.v36i7.6860>
- Consejo de Evaluación del Riesgo Sísmico. (2018, 11 de octubre). *Informe final: Reglamento de rezonificación – Zonificación sísmica de la Ciudad de México*. Gobierno de la Ciudad de México. <https://ces.cdmx.gob.mx/storage/app/media/ESTUDIO%20REGLAMENTO%20REZONIFICACION.pdf>

APENDICE A - GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Acabados:** Elementos no estructurales los cuales tienen la funcionalidad de cubrir superficies interiores o exteriores (aplanados, loseta, pintura) y contribuyen a la estética y funcionalidad.
- **Alcance:** Límites del trabajo realizado en la tesis, especificando qué aspectos se incluyen y cuáles quedan fuera del análisis.
- **Aplanado:** Revestimiento de mortero aplicado para obtener superficies lisas de muros o plafones.
- **Arquitectura hospitalaria:** Disciplina que diseña espacios de salud considerando ergonomía, higiene, seguridad y operación médica.
- **Cimbra:** Elemento vertical que transmite cargas gravitacionales hacia los cimientos.
- **Componentes Estructurales:** Elementos esenciales para la resistencia y estabilidad de la edificación (muros, columnas, trabes, losas).
- **Componentes no estructurales:** Elementos que no aportan resistencia significativa al sistema estructural, pero son esenciales para operación y funcionalidad (Tablaroca, plafones, instalaciones).
- **Concreto reforzado (CR):** Material formado por concreto con acero de refuerzo que combina resistencia a compresión y tracción.
- **Contenido:** Equipo, mobiliario y aparatos médicos necesarios para la operación del hospital.
- **Costo directo:** Costo asociado directamente a la ejecución de una actividad específica (materiales, mano de obra, equipo, maquinaria).
- **Costo indirecto:** Gasto necesario para la ejecución del proyecto, pero no asignable directamente a una actividad (administración/seguridad).
- **Costo inicial:** Inversión económica necesaria para construir un edificio antes de su operación, integran componentes estructurales, no estructurales y contenidos.
- **Ciclo de vida del proyecto:** Fases que integran un proyecto: Inicio, planificación, ejecución, monitoreo, control y cierre.
- **Distribución arquitectónica:** Organización y acomodo de áreas funcionales dentro de un edificio.

- **Elemento de borde:** Componente dentro del muro estructural que refuerza zonas de alta demanda sísmica.
- **Esfuerzo:** Magnitud que representa la intensidad de fuerzas internas que actúan sobre un elemento estructural.
- **F'c (Resistencia a compresión del concreto):** Resistencia del concreto endurecido frente a cargas de compresión, expresadas en $[\text{kg}/\text{cm}^2]$.
- **Gestión de proyectos:** Procesos y técnicas para planear, ejecutar, monitorear y finalizar un proyecto de manera ordenada y eficiente.
- **Hospital esencial:** Edificación clasificada para nivel de Ocupación Inmediata, que debe continuar operando después de un sismo severo.

APENDICE B - PRESUPUESTOS DE ESPACIOS HOSPITALARIOS



VISTA EN PLANTA

SALA DE HOSPITALIZACIÓN DE DOS CAMAS	20.90 m ²
SERVICIOS HIGIÉNICOS	5.02 m ²



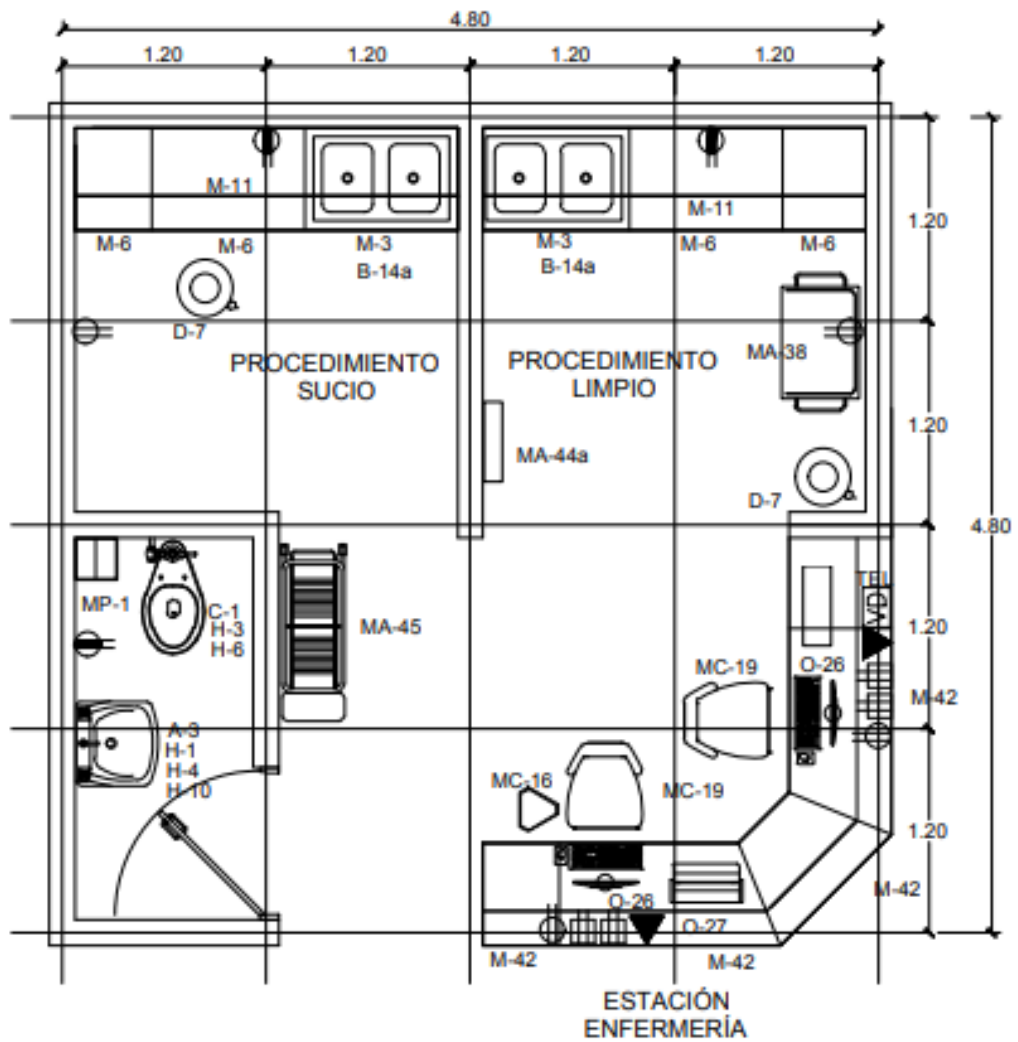
Figura 17 Plano sala de hospitalización de 2 camas

CATÁLOGO DE CONCEPTOS

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	Importe
CARPINTERÍA, PISOS, PUERTAS				
CG16DC	Suministro y colocación de puerta de 1.2 x 2.10 m	pza	2.00	\$6,747.04
ALUMINIO				
EH12BC	Suministro, habilitado y colocación de cancel fijo de 2 x 1.4 m de altura	pza	1.00	\$1,619.96
TABLAROCA				
GC29EB	Muro de tablaroca antimoho usg de 67 mm de espesor	m2	82.48	\$45,833.43
PLAFÓN				
GE12EB	Suministro y colocación de plafón firecode x de 13 mm	m2	25.92	\$11,004.34
RECUBRIMIENTO				
GH16BC	Piso loseta de 40 x 40	m2	25.92	\$12,016.51
GI12DB	Zoclo	m	16.80	\$1,279.15
GH16BC	Azulejo	m2	26.43	\$14,036.32
PINTURA				
LG12BC	Suministro y aplicación de pintura vinil	m2	70.63	\$5,914.41

\$98,451.16

Tabla 15 – Concepto sala de hospitalización de 2 camas



VISTA EN PLANTA

ESTACIÓN DE ENFERMERAS	8.55 m ²
SERVICIOS SANITARIOS	2.88 m ²
PROCEDIMIENTO SUCIO	5.76 m ²
PROCEDIMIENTO LIMPIO	5.76 m ²



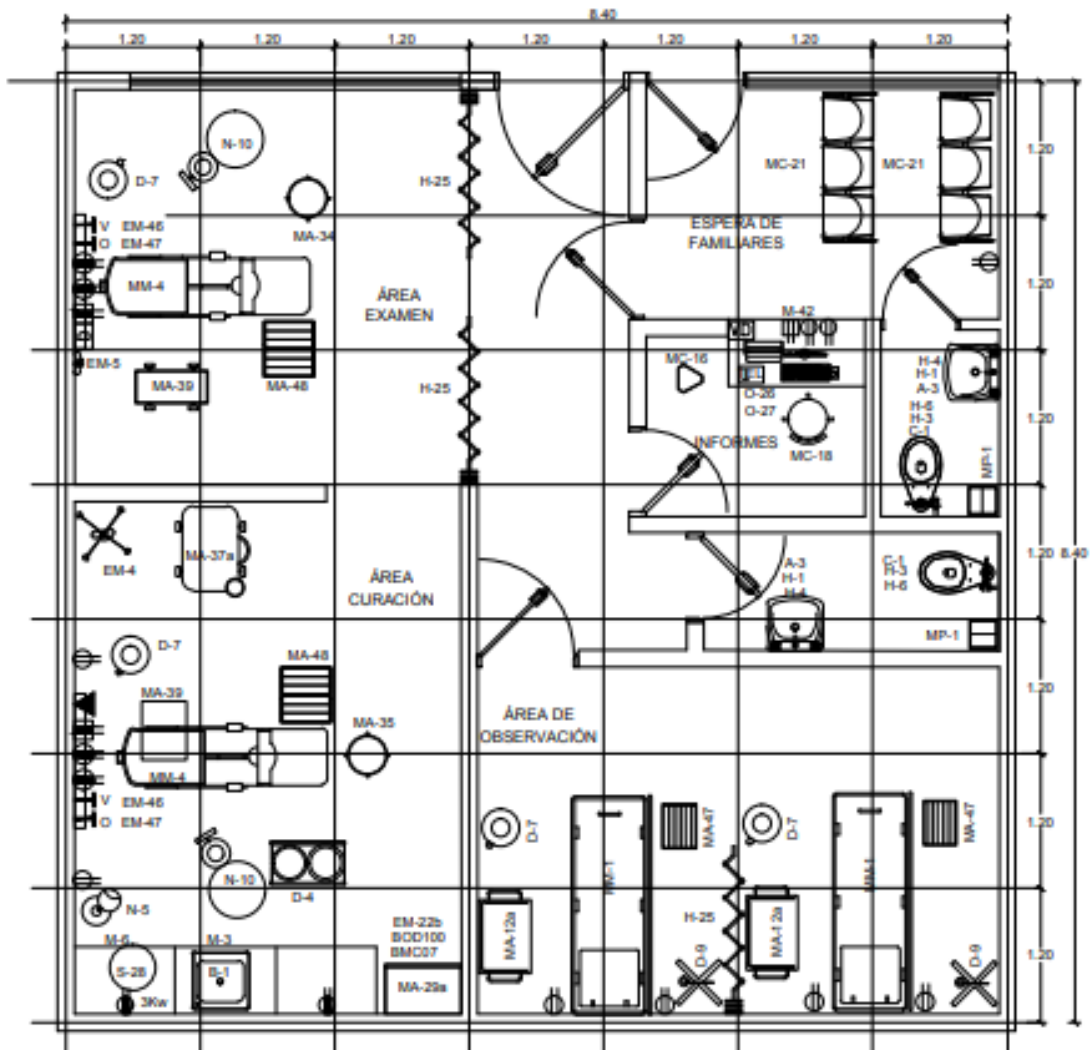
Figura 18 Plano estación de enfermeras

CATÁLOGO DE CONCEPTOS

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	Importe
CARPINTERÍA, PISOS, PUERTAS				
CG16DC	Suministro y colocación de puerta de 1.2 x 2.10 m	pza	1.00	\$3,373.52
ALUMINIO				
EH12BC	Suministro, habilitado y colocación de cancel fijo de 2 x 1.4 m de altura	pza	1.00	\$1,619.96
TABLAROCA				
GC29EB	Muro de tablaroca antimoho usg de 67 mm de espesor	m2	66.43	\$36,914.02
PLAFÓN				
GE12EB	Suministro y colocación de plafón firecode x de 13 mm	m2	23.04	\$9,781.63
LOSETA				
GH16BC	Piso loseta de 40 x 40	m2	23.04	\$10,681.34
GI12DB	Zoclo	m	17.21	\$1,310.40
GI12DB	azulejo	m	17.21	\$1,310.40
PINTURA				
LG12BC	Suministro y aplicación de pintura vinil	m2	66.43	\$5,562.88

\$70,554.15

Tabla 16 – Conceptos estación de enfermeras



VISTA EN PLANTA

OBSERVACIÓN	15.63 m ²
SERVICIOS SANITARIO	5.48 m ²
INFORMES	3.66 m ²
ESPERA DE FAMILIARES	7.35 m ²
SALA DE YESOS	12.96 m ²
CURACIÓN	17.28 m ²

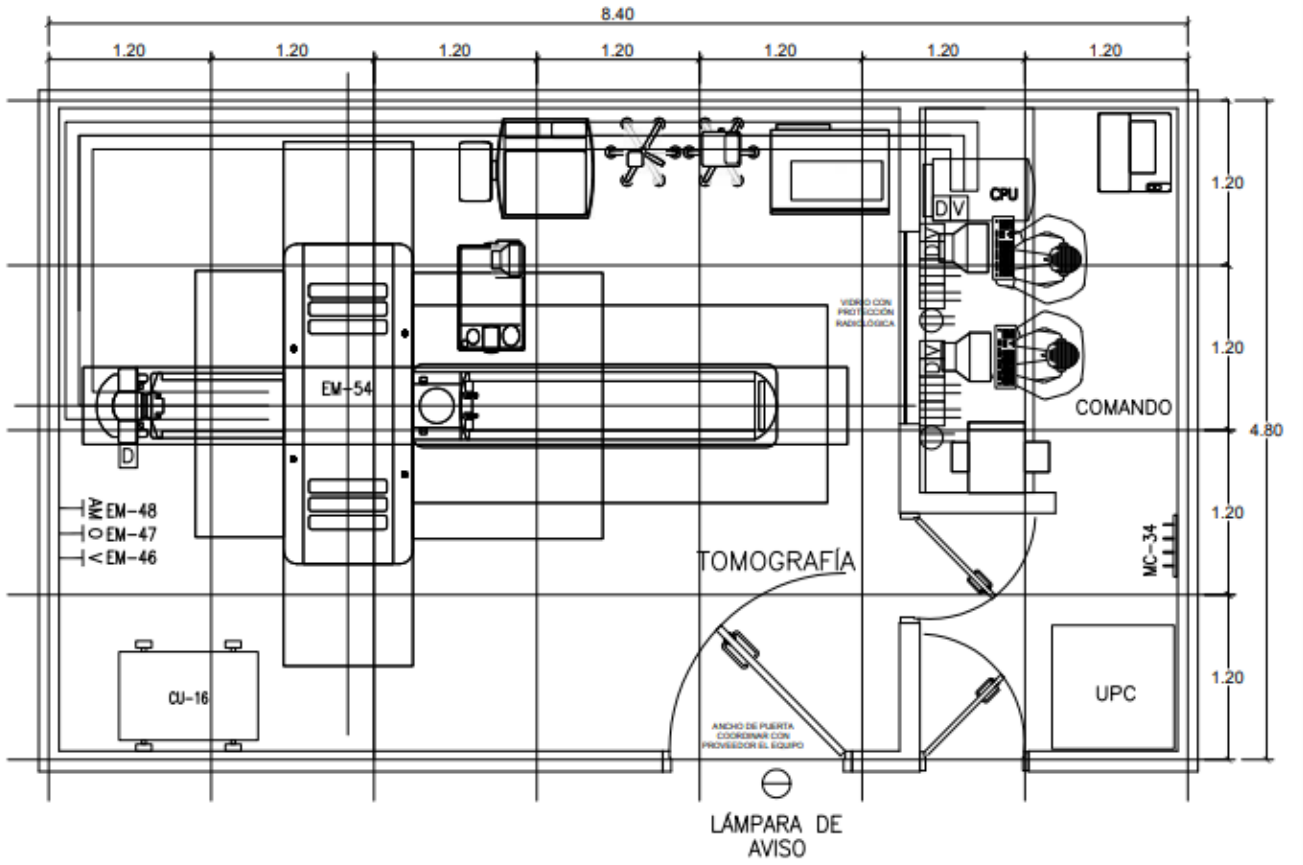


Figura 19 Plano sala de urgencias

CATÁLOGO DE CONCEPTOS

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	Importe
CARPINTERÍA, PISOS, PUERTAS				
CG16DC	Suministro y colocación de puerta de 1.2 x 2.10 m	pza	7.00	\$23,614.64
ALUMINIO				
EH12BC	Suministro, habilitado y colocación de cancel fijo de 2 x 1.4 m de altura	pza	3.00	\$4,859.88
TABLAROCA				
GC29EB	Muro de tablaroca antimoho usg de 67 mm de espesor	m2	151.41	\$84,134.93
PLAFÓN				
GE12EB	Suministro y colocación de plafón firecode x de 13 mm	m2	70.56	\$29,956.25
LOSETA				
GH16BC	Piso loseta de 40 x 40	m2	70.56	\$32,711.62
GI12DB	Zoclo	m	50.23	\$3,824.60
GH16BC	azulejo	m2	39.68	\$18,395.74
PINTURA				
LG12BC	Suministro y aplicación de pintura vinil	m2	175.81	\$14,722.23
				\$212,219.88

Tabla 17 – Conceptos sala de urgencias



VISTA EN PLANTA

TOMOGRFÍA

40.32 m²



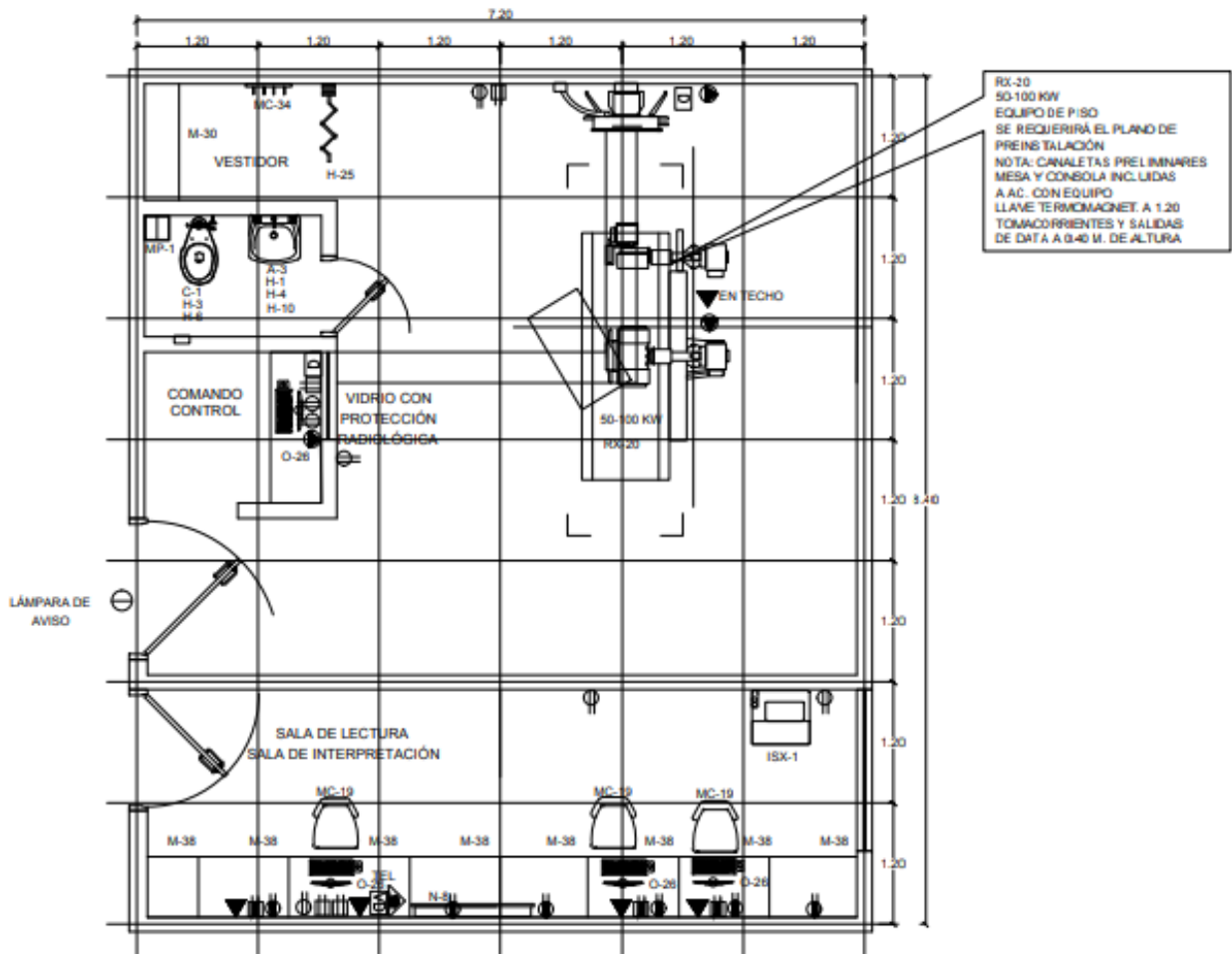
Figura 20 Plano sala de tomografía

CATÁLOGO DE CONCEPTOS

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	Importe
	CARPINTERÍA, PISOS, PUERTAS			
CG16DC	Suministro y colocación de puerta de 1.2 x 2.10 m	pza	1.00	\$3,373.52
	ALUMINIO			
EH12BC	Suministro, habilitado y colocación de cancel fijo de 2 x 1.4 m de altura	pza	0.00	\$0.00
	TABLAROCA			
GC29EB	Muro de tablaroca antimoho usg de 67 mm de espesor	m2	0.00	\$0.00
	PLAFÓN			
GE12EB	Suministro y colocación de plafón firecode x de 13 mm	m2	17.28	\$7,336.22
	LOSETA			
GH16BC	Piso loseta de 40 x 40	m2	17.28	\$8,011.01
GI12DB	Zoclo	m	16.80	\$1,279.15
	PINTURA			
LG12BC	Suministro y aplicación de pintura vinil	m2	0.00	\$0.00
	ALBAÑILERÍA			
GC16DD	Muro de tabique	m2	97.59	\$33,856.10
REC-PLOMO	Recubrimiento con placas de plomo	m2	80.85	\$498,176.21
LB12FB	Aplanado fino con lana	m2	109.38	\$34,969.82
	OTROS			
VID	Vidrio con protección radiología	pza	1.00	\$8,714.29

\$595,716.32

Tabla 18 – Conceptos sala de tomografía



VISTA EN PLANTA

SALA DE RAYOS X	43.20 m ²
SALA DE LECTURA E INTERPRETACIÓN	17.28 m ²

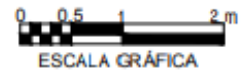


Figura 21 Plano sala de rayos x

CATÁLOGO DE CONCEPTOS

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	Importe
	CARPINTERÍA, PISOS, PUERTAS			
CG16DC	Suministro y colocación de puerta de 1.2 x 2.10 m	pza	3.00	\$10,120.56
	ALUMINIO			
EH12BC	Suministro, habilitado y colocación de cancel fijo de 2 x 1.4 m de altura	pza	1.00	\$1,619.96
	TABLAROCA			
GC29EB	Muro de tablaroca antimoho usg de 67 mm de espesor	m2	31.68	\$17,601.16
	PLAFÓN			
GE12EB	Suministro y colocación de plafón firecode x de 13 mm	m2	60.48	\$25,676.78
	LOSETA			
GH16BC	Piso loseta de 40 x 40	m2	60.48	\$28,038.53
GI12DB	Zoclo	m	16.80	\$1,279.15
	PINTURA			
LG12BC	Suministro y aplicación de pintura vinil	m2	0.00	\$0.00
	ALBAÑILERÍA			
GC16DD	Muro de tabique	m2	108.35	\$37,589.08
REC-PLOMO	Recubrimiento con placas de plomo	m2	174.12	\$1,072,959.33
LB12FB	Aplanado fino con lana	m2	108.35	\$34,640.94
	OTROS			
VID	Vidrio con protección radiología	pza	1.00	\$8,714.29

\$1,238,239.80

Tabla 19 – Conceptos sala de rayos x

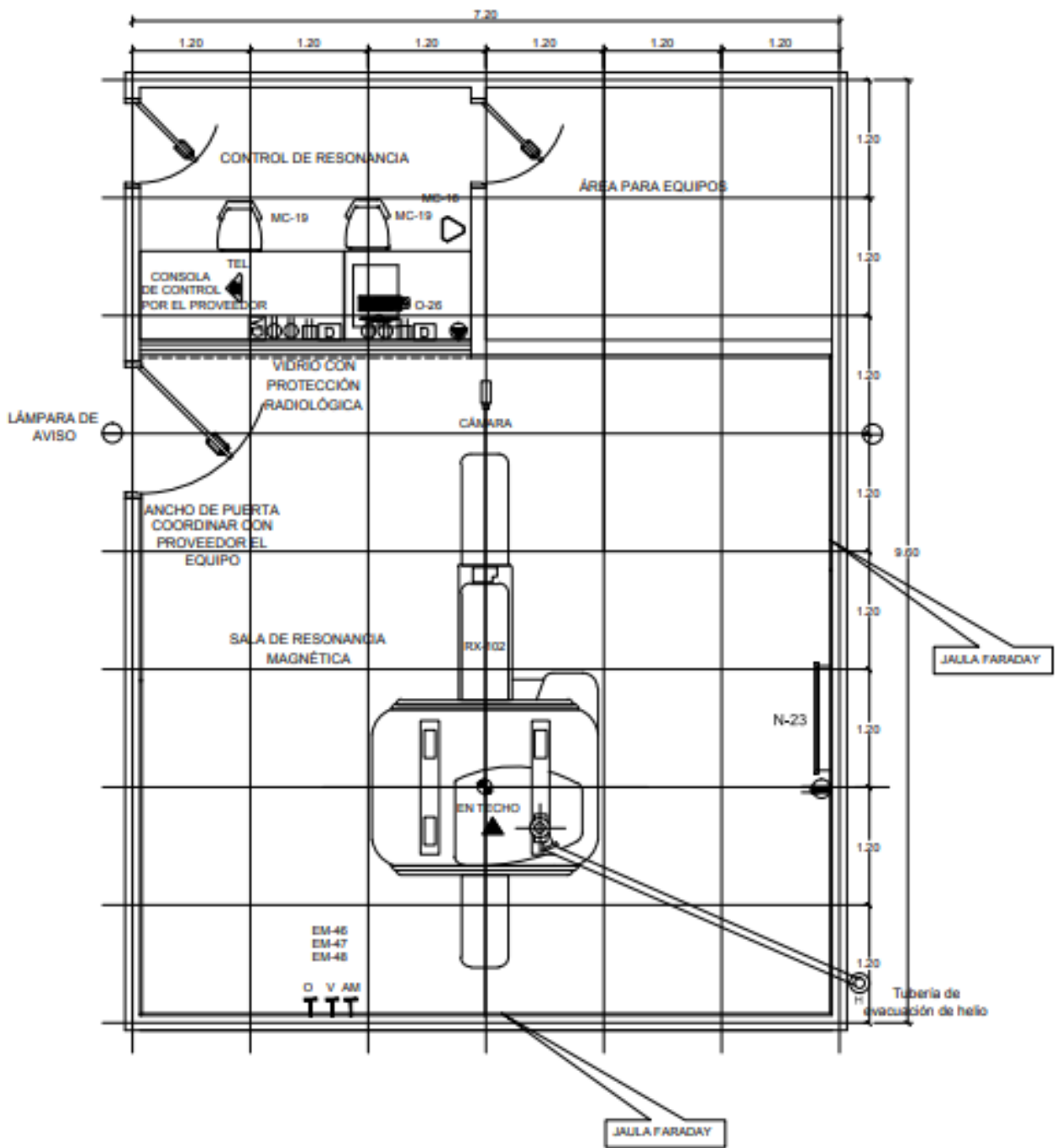


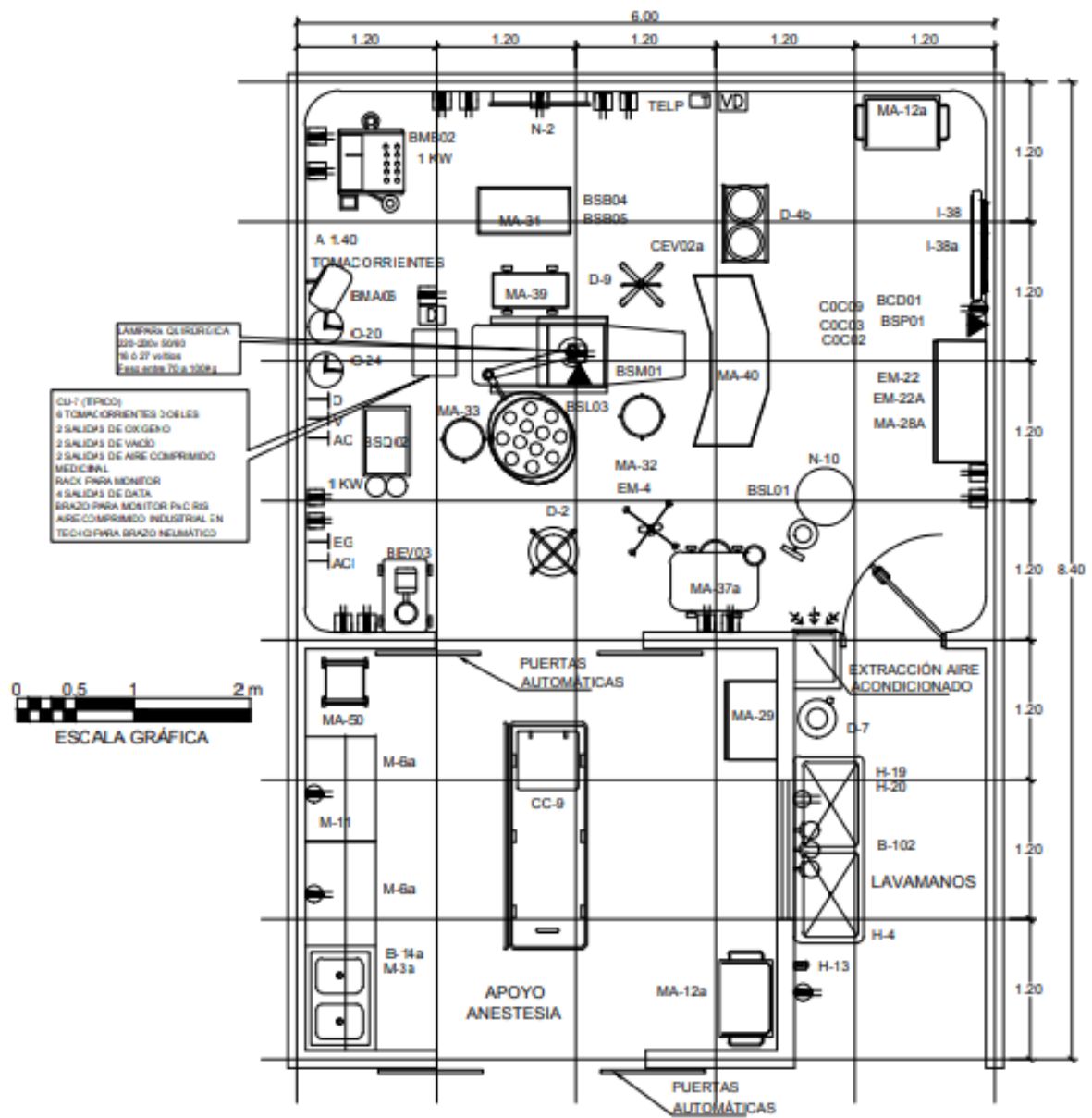
Figura 22 Plano sala de resonancia

CATÁLOGO DE CONCEPTOS

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	Importe
	CARPINTERÍA, PISOS, PUERTAS			
CG16DC	Suministro y colocación de puerta de 1.2 x 2.10 m	pza	3.00	\$10,120.56
	ALUMINIO			
EH12BC	Suministro, habilitado y colocación de cancel fijo de 2 x 1.4 m de altura	pza	0.00	\$0.00
	TABLAROCA			
GC29EB	Muro de tablaroca antimoho usg de 67 mm de espesor	m2	0.00	\$0.00
	PLAFÓN			
GE12EB	Suministro y colocación de plafón firecode x de 13 mm	m2	69.12	\$29,344.90
	LOSETA			
GH16BC	Piso loseta de 40 x 40	m2	69.12	\$32,044.03
GI12DB	Zoclo	m	43.01	\$3,274.92
	PINTURA			
LG12BC	Suministro y aplicación de pintura vinil	m2	150.54	\$12,606.33
	ALBAÑILERIA			
GC16DD	Muro de tabique	m2	122.10	\$42,360.38
REC-PLOMO	Recubrimiento con placas de plomo	m2	185.26	\$1,141,578.32
LB12FB	Aplanado fino con llana	m2	122.10	\$39,038.02
	OTROS			
VID	Vidrio con protección radiología	pza	1.00	\$8,714.29

\$1,319,081.75

Tabla 20 – Conceptos sala de resonancia



VISTA EN PLANTA

SALA DE OPERACIONES	28.80 m ²
APOYO - ANESTESIA	15.71 m ²
LAVAMANOS	6.34 m ²

Figura 23 Plano sala de quirófano

CATÁLOGO DE CONCEPTOS

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	Importe
	CARPINTERÍA, PISOS, PUERTAS			
CG16DC	Suministro y colocación de puerta de 1.2 x 2.10 m	pza	2.00	\$6,747.04
	ALUMINIO			
EH12BC	Suministro, habilitado y colocación de cancel fijo de 2 x 1.4 m de altura	pza	1.00	\$1,619.96
	TABLAROCA			
GC29EB	Muro de tablaroca antimoho usg de 67 mm de espesor	m2	5.90	\$3,278.51
	PLAFÓN			
GE12EB	Suministro y colocación de plafón firecode x de 13 mm	m2	50.40	\$21,397.32
	LOSETA			
GH16BC	Piso loseta de 40 x 40	m2	50.40	\$23,365.44
GI12DB	Zoclo	m	28.80	\$2,192.83
	PINTURA			
LG12BC	Suministro y aplicación de pintura vinil	m2	100.80	\$8,440.99
	ALBAÑILERÍA			
GC16DD	Muro de tabique	m2	100.80	\$34,970.54
REC-PLOMO	Recubrimiento con placas de plomo	m2	0.00	\$0.00
LB12FB	Aplanado fino con llana	m2	100.80	\$32,227.78
	OTROS			
VID	Vidrio con protección radiología	pza	0.00	\$0.00

\$134,240.42

Tabla 21 – Conceptos sala de quirófano

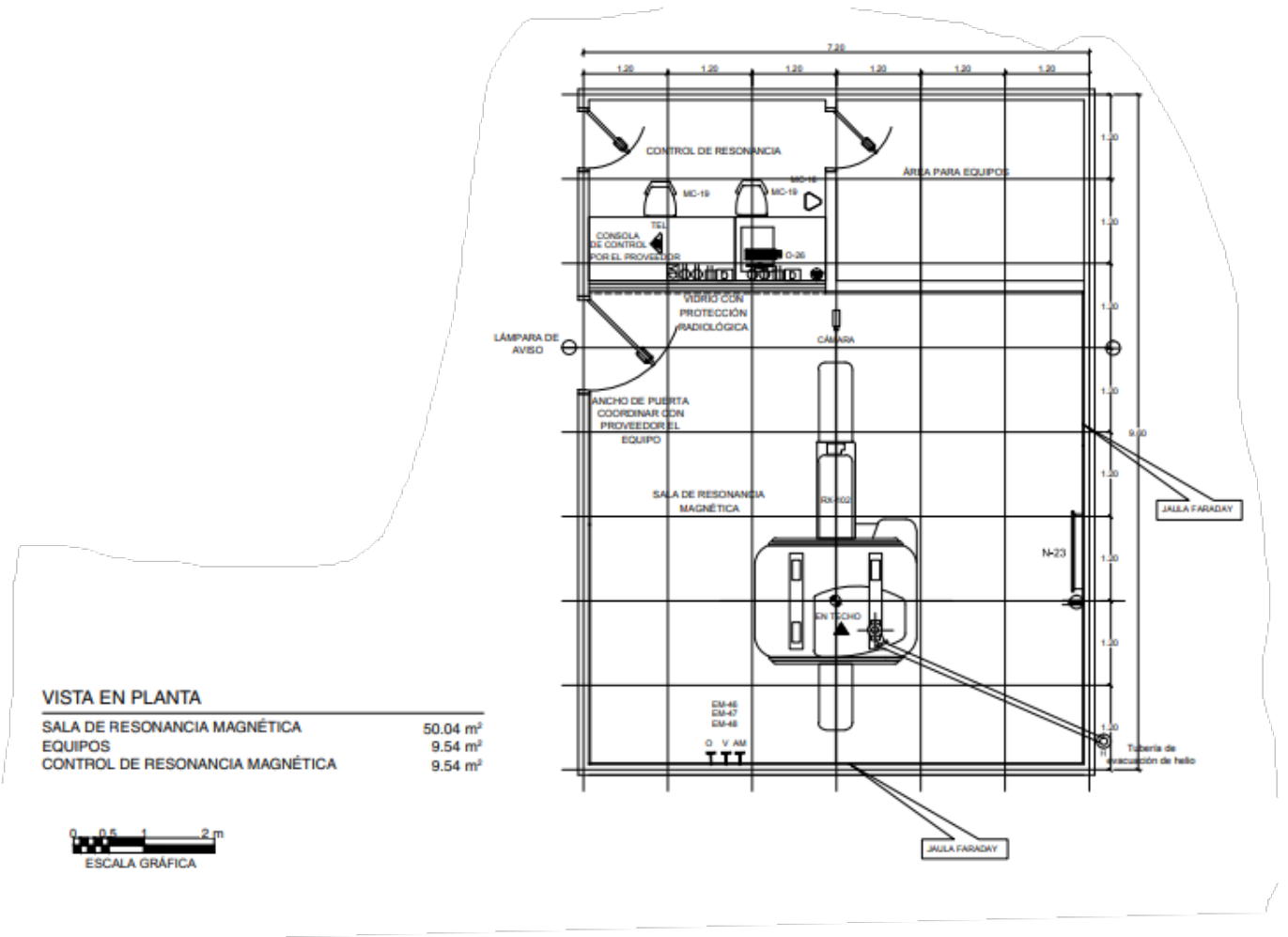


Figura 24 Plano sala de resonancia

CATÁLOGO DE CONCEPTOS

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	Importe
	CARPINTERÍA, PISOS, PUERTAS			
CG16DC	Suministro y colocación de puerta de 1.2 x 2.10 m	pza	3.00	\$10,120.56
	ALUMINIO			
EH12BC	Suministro, habilitado y colocación de cancel fijo de 2 x 1.4 m de altura	pza	1.00	\$1,619.96
	TABLAROCA			
GC29EB	Muro de tablaroca antimoho usg de 67 mm de espesor	m2	0.00	\$0.00
	PLAFÓN			
GE12EB	Suministro y colocación de plafón firecode x de 13 mm	m2	20.16	\$8,558.93
	LOSETA			
GH16BC	Piso loseta de 40 x 40	m2	20.16	\$9,346.18
GI12DB	Zoclo	m	18.00	\$,1370.52
	PINTURA			
LG12BC	Suministro y aplicación de pintura vinil	m2	63.00	\$5,275.62
	ALBAÑILERÍA			
GC16DD	Muro de tabique	m2	63.00	\$21,856.59
REC-PLOMO	Recubrimiento con placas de plomo	m2	0.00	\$0.00
LB12FB	Aplanado fino con lana	m2	63.00	\$20,142.36
	OTROS			
VID	Vidrio con protección radiología	pza	0.00	\$0.00
				\$78,290.71

Tabla 22 – Conceptos sala de resonancia