

Informe Técnico: Patología Estructural y Alternativas de Solución

Diagnóstico, Vulnerabilidad Sísmica y Plan de Intervención – Centro Distrital de Salud

Fecha: Enero 2026

Autor: Ing. Jimmy Jimenez Cañizares
Especialista en Estructura

Mat: 54202-404524 NTS

Entidad: Natural de Colombia

NotebookLM

Resumen Ejecutivo:
De la Vulnerabilidad a la Durabilidad



El Paciente (Contexto)

- Edificaciones Grupo de Uso IV (Indispensables).
- Construido ~2000 (NSR-98).
- Ubicación: Bogotá (Amenaza Sísmica Intermedia).



El Diagnóstico (Patología)

- Problema: Carbonatación avanzada y corrosión en sótanos.
- Hallazgo Clave: El comportamiento sísmico global es seguro (Índices < 1), pero la “piel” (recubrimiento) está fallando.



La Decisión (Alternativa 1)

- Solución Seleccionada: Reparación localizada y recalce (No invasiva).
- Objetivo: Restablecer alcalinidad y pasivar aceros sin alterar la rigidez.

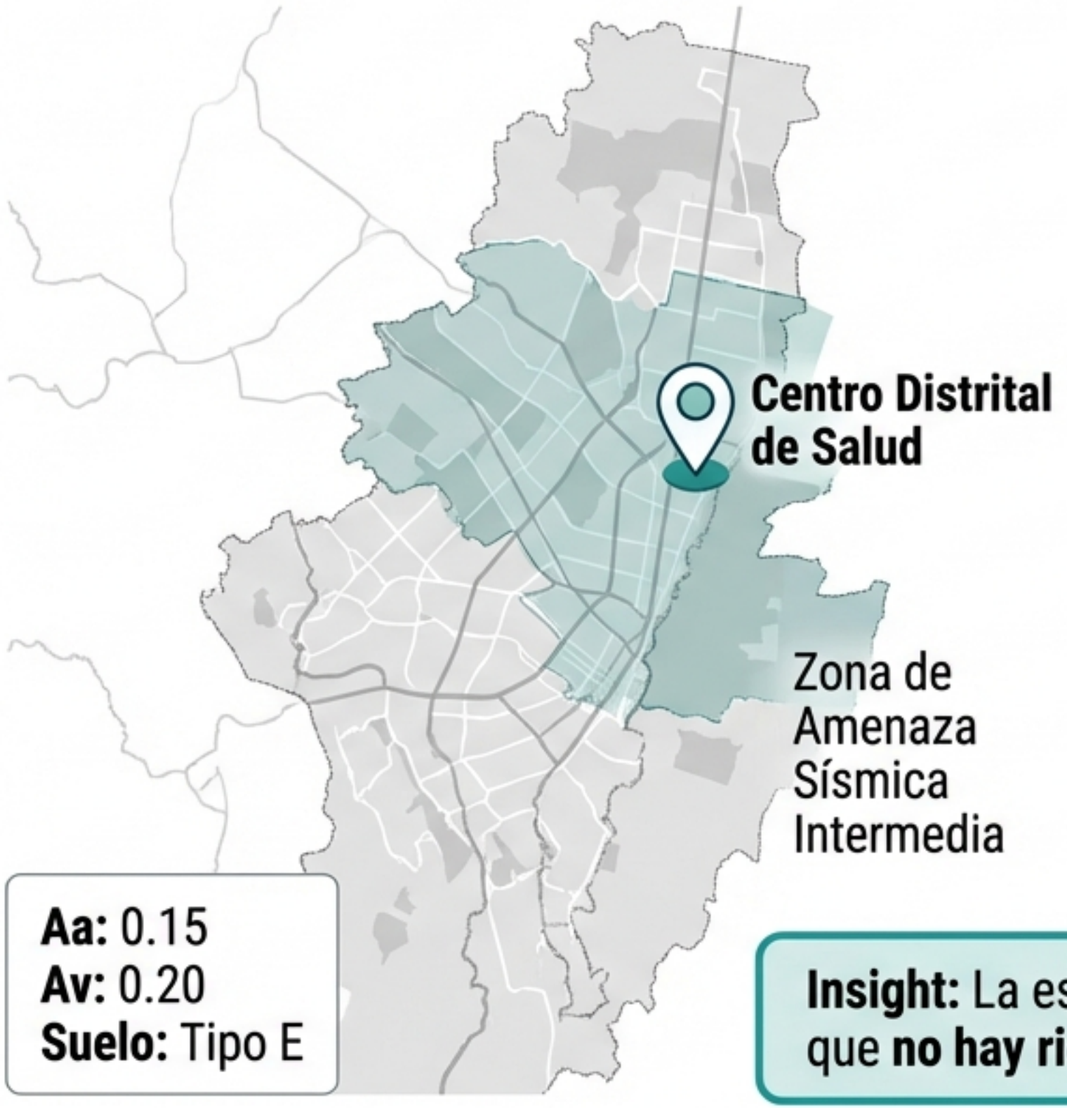


El Resultado (Pronóstico)

- Cumplimiento total NSR-10 (Capítulo A.10).
- Extensión de vida útil garantizada.
- Mínima afectación operativa durante la obra.

NotebookLM

Contexto Estructural y Nivel de Importancia



Perfil del Edificio

- **Clasificación:** Grupo de Uso IV (Atención a la comunidad / Indispensable). Debe operar durante y después de un sismo.
- **Sedes:** Administrativo, Hemocentro, DUES, LSP (Laboratorio), Auditorio.
- **Sistema:** Pórticos de concreto resistente a momentos con entrepiso de losas aligeradas (0.60m).

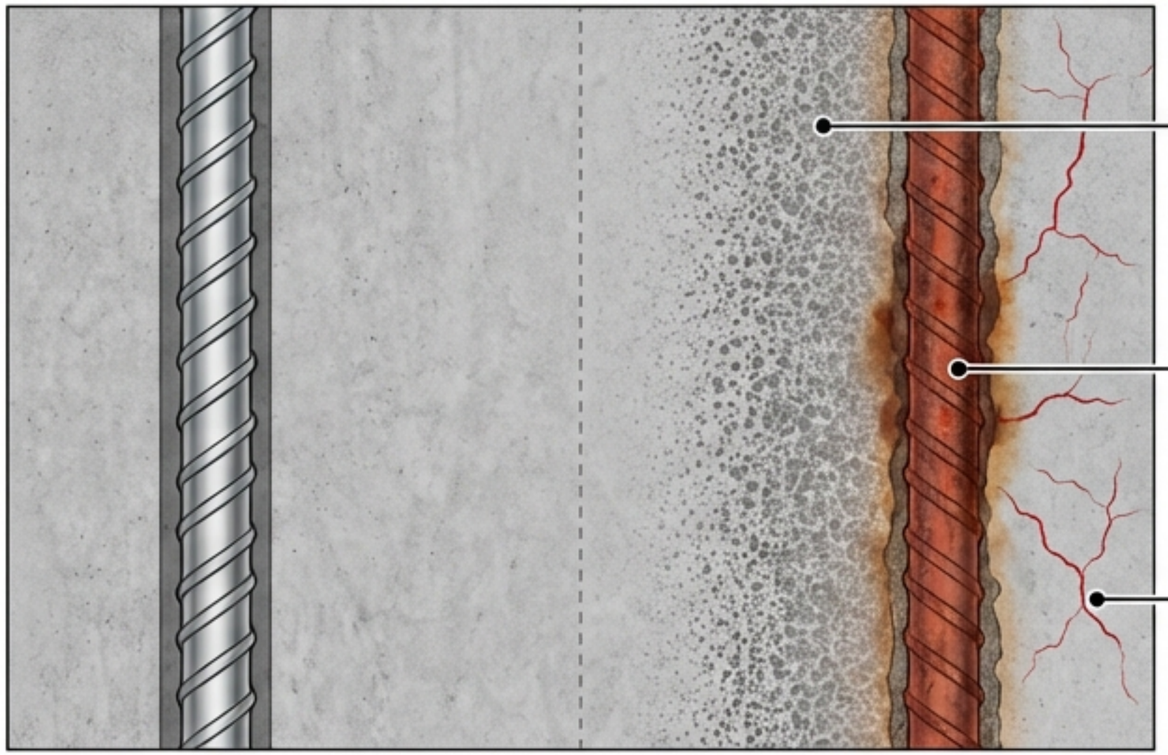
Parámetros Sísmicos (NSR-10)

- **Amenaza:** Intermedia (Zona Bogotá).
- **Amplificación:** Fa 1.05, Fv 2.10.

Insight: La estructura fue diseñada bajo NSR-98. El análisis actual confirma que **no hay riesgos externos del entorno** que comprometan la estabilidad.

NotebookLM

Identificación de Patologías: El Deterioro de la ‘Piel’ Estructural



- **Carbonatación:** Pérdida de alcalinidad en el concreto, permitiendo el ingreso de CO_2.
- **Corrosión:** Despasivación del acero de refuerzo, generando expansión y delaminación.
- **Fisuración:** Grietas visibles en elementos de sótano y vigas.

> *“La estructura presenta un comportamiento adecuado frente a cargas gravitacionales... sin embargo, se identifican patologías localizadas asociadas a procesos de carbonatación y corrosión incipiente.”*

Impacto: Si no se trata, esto evolucionará de un problema de durabilidad a un problema de capacidad.

NotebookLM

Análisis de Vulnerabilidad Sísmica (Capítulo A.10 NSR-10)

Índice de Sobreesfuerzo (ISE)



Capacidad > Demanda.
La estructura es segura.

Índice de Flexibilidad (IFL)



Derivas dentro de norma.
Rigidez adecuada.

Conclusión: No se requiere reforzamiento global masivo. El foco de la intervención es la durabilidad y la protección de los elementos existentes.

NotebookLM

Evaluación de Alternativas de Intervención

Alternativa 1 (SELECCIONADA)

Estrategia: Intervención localizada (Reparación/Recalce).

Enfoque: Restablecer recubrimiento y pasivar acero.

Impacto: Bajo. No modifica el sistema estructural original.

Costo/Beneficio: Optimizado. Prolonga vida útil sin obra pesada.



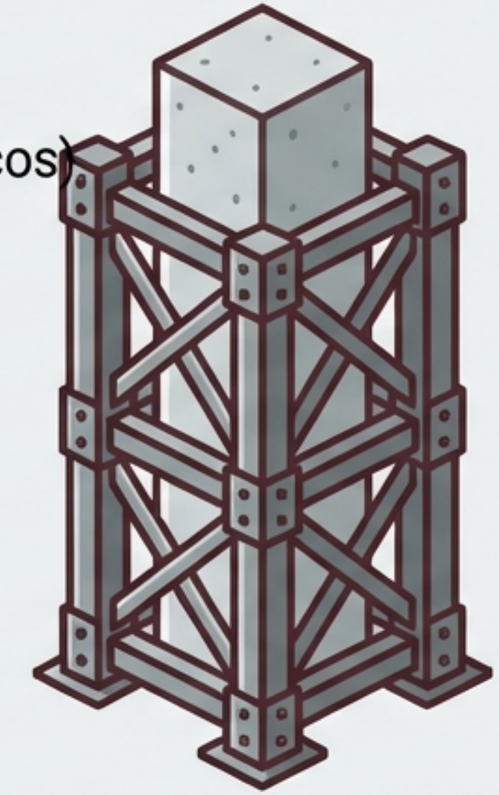
Alternativa 2 (DESCARTADA)

Estrategia: Reforzamiento estructural (Encamisado/Perfiles metálicos).

Enfoque: Aumentar capacidad de carga (innecesario dado ISE < 1).

Impacto: Alto. Invasivo, requiere demoliciones controladas.

Costo: Elevado debido a la complejidad constructiva.



NotebookLM

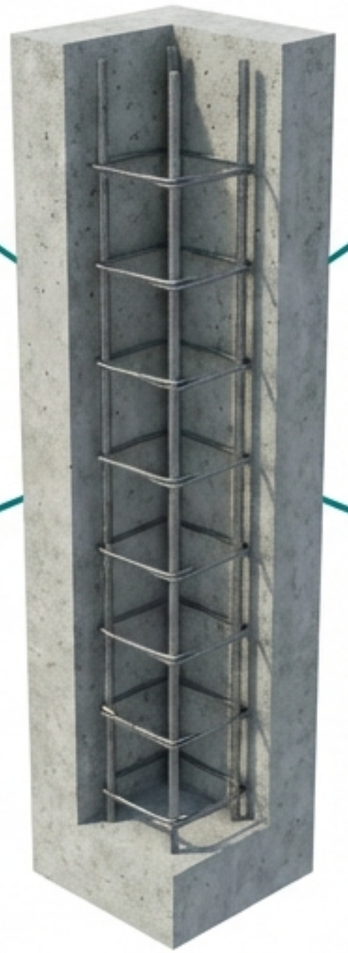
Justificación Técnica de la Alternativa 1

Conservación de Capacidad

Se basa en el principio de **mantener la resistencia existente**, que ya se demostró **suficiente** (ISE < 1).

Cumplimiento Normativo

Satisface plenamente los requisitos de durabilidad de la NSR-10.



Compatibilidad

Materiales física y químicamente compatibles con el concreto original (evita concentraciones de esfuerzos).

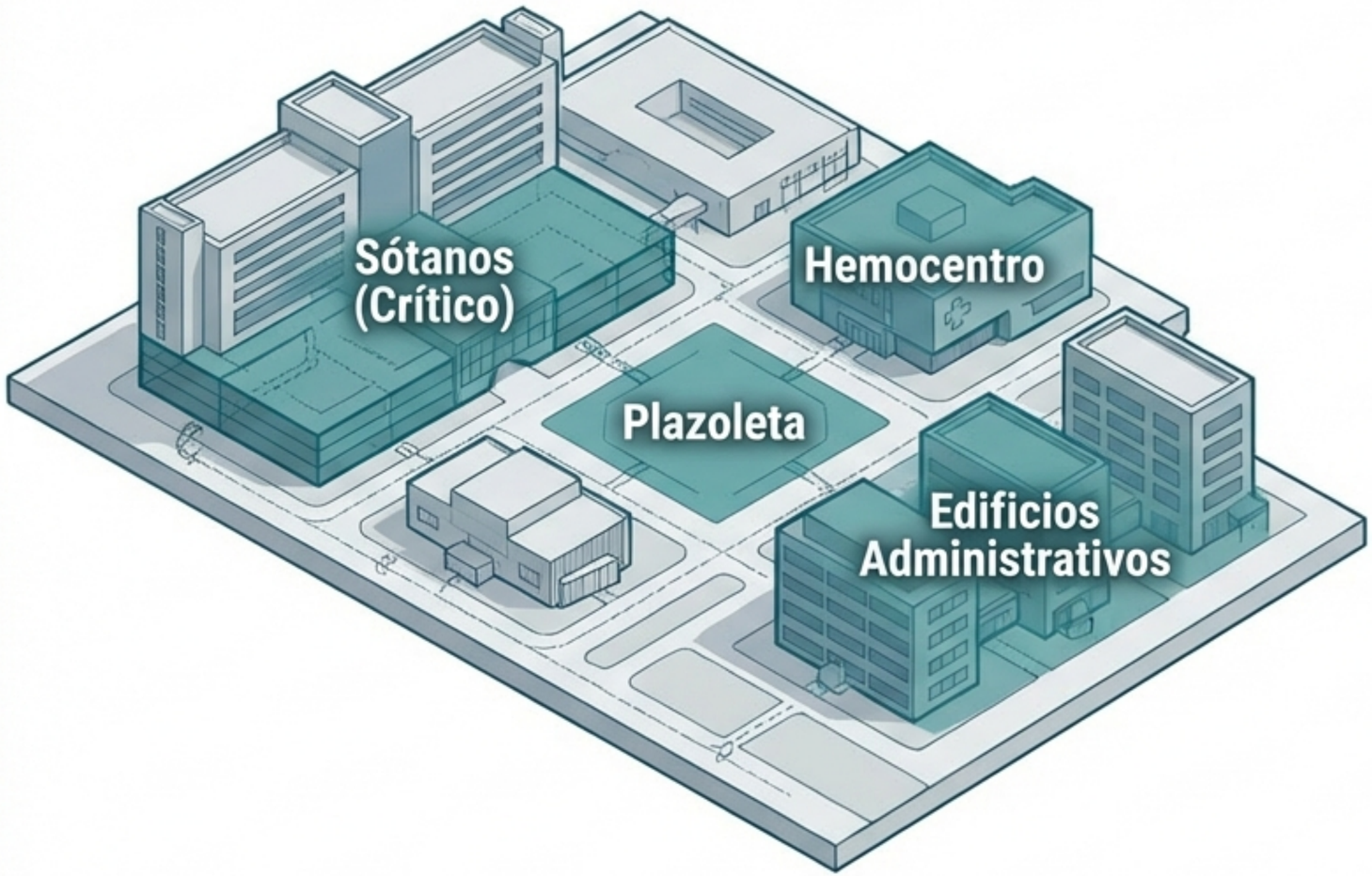
Continuidad Operativa

Permite que el hospital (Grupo IV) siga funcionando con interrupciones mínimas.

Pasamos de 'Riesgo de Degradación' a 'Vida Útil Garantizada'.

NotebookLM

Alcance de la Intervención (Alternativa 1)



Actividades Principales

- **Recalce de Columnas:** Eliminación de concreto carbonatado.
- **Reparación de Vigas y Viguetas:** Restitución de sección y recubrimiento.
- **Intervención de Nudos:** Tratamiento crítico de conexiones viga-columna.
- **Tratamiento de Juntas:** Uso de adhesivos epóxicos en juntas frías.

NotebookLM

Procedimiento Constructivo: Recalce de Columnas

1. Escarificación

Remoción controlada del concreto deteriorado hasta encontrar material sano.



2. Preparación del Acero

Limpieza mecánica y aplicación de protección anticorrosiva (pasivación).



3. Encofrado y Puente

Instalación de formaleta y aplicación de puente de adherencia (epóxico).



4. Vaciado

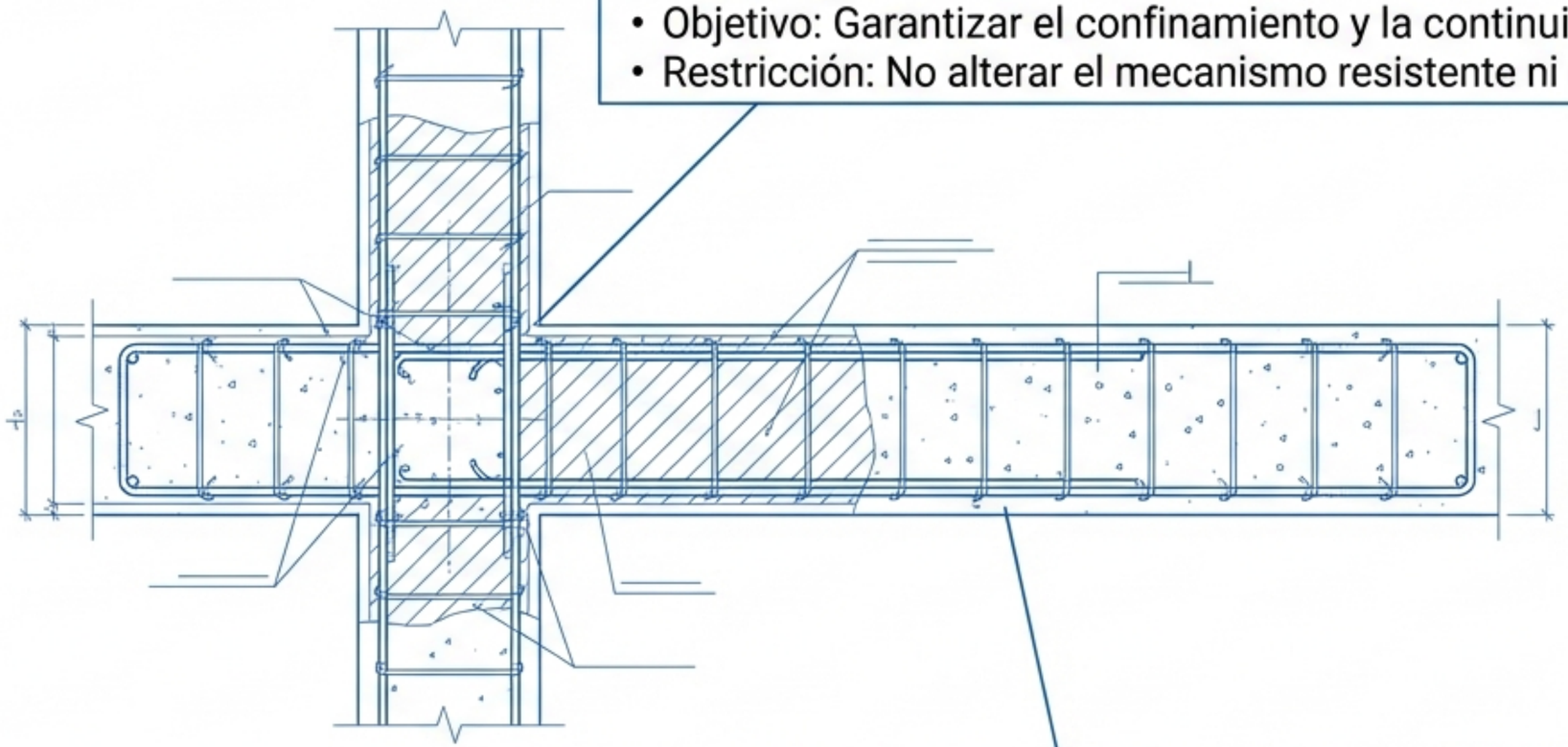
Aplicación de mortero de reparación estructural (tixotrópico o fluido).



Especificación Clave: No se aceptan sonidos huecos a la percusión manual post-intervención.

NotebookLM

Procedimiento Constructivo: Vigas y Nudos Viga-Columna



Nudos Viga-Columna

- Objetivo: Garantizar el confinamiento y la continuidad monolítica.
- Restricción: No alterar el mecanismo resistente ni la rigidez del nudo.

Criterio de Aceptación

Cero fisuras visibles superiores a 0.2 mm en condición de servicio.

Vigas y Viguetas

- Recuperación del recubrimiento para frenar la corrosión.
- Verificación de alineación y peralte efectivo.

NotebookLM

Especificaciones de Materiales: La ‘Medicina’ Estructural

Concreto de Reparación	**MR-45** (Módulo de Rotura 45). Alta resistencia, baja permeabilidad.
Relación Agua/Cemento	Baja (0.35 – 0.45) para máxima durabilidad.
Aditivos	Superplastificantes (reductores de agua de alto rango).
Acero de Refuerzo	Fy = 420 MPa (si se requiere sustitución).
Adhesivos	Epóxicos para juntas frías y puentes de adherencia.



Nota: El concreto MR-45 requiere un curado húmedo estricto de 7 a 14 días.

NotebookLM

Clinical Engineering Editorial

Logística, Preliminares y Seguridad



Seguridad y Sitio

- **Localización**: Replanteo de ejes estructurales con precisión.
- **Cerramientos**: Polipro-piteno verde (H=2.1m).
- Garantizar rutas de evacuación y aislar zonas de trabajo.



Interferencias Hidráulicas

- **RCI (Incendio)**: Tubería Acero Schedule 10. Pruebas a 200 psi x 2 horas.
- **Hidrosanitaria**: PVC-P, pruebas de hermeticidad.



Sistemas Eléctricos

- Conductores libres de halógenos.
- Fibra Óptica certificada.
- Cumplimiento RETIE/RETILAP.

NotebookLM

Clinical Engineering Editorial

Control de Calidad y Ensayos de Verificación

Durante la Ejecución

- Inspección visual del "picado" (llegar a concreto sano).
- Control de mezcla y Slump (Asentamiento - NTC 396).
- Cilindros de compresión (NTC 673) a 7, 14, 28 días.

Post-Intervención

- **Ensayo de Adherencia (Pull-off):** Verificar unión mortero-concreto base.
- **Percusión:** Detección de zonas "huecas" o delaminadas.
- **Control de Fisuración:** Monitoreo de estabilidad (nada > 0.2mm).

NotebookLM

Clinical Engineering Editorial

Conclusiones y Pronóstico Estructural

- ✅ **Estado General:** La estructura mantiene su integridad global y seguridad sísmica.
- ✅ **Intervención:** La Alternativa 1 elimina las patologías activas (carbonatación/corrosión) sin riesgos constructivos mayores.
- ✅ **Garantía:** Se restablecen las condiciones de servicio y durabildad exigidas para edificaciones indispensables (Grupo IV).
- ✅ **Resultado Final:** Trazabilidad completa entre patología → causa → solución. Vida útil prolongada.

NotebookLM

Análisis de Inversión: Alternativa 1

Desglose Financiero Integral del Proyecto de Infraestructura y Salud



DOCUMENTO DE REVISIÓN PRESUPUESTAL PARA TOMA DE DECISIONES ESTRATÉGICAS

NotebookLM

Inversión Total Requerida

$11.032.741.770,46

La ejecución de la Alternativa 1 demanda una inversión integral que abarca la construcción física, la gestión administrativa y el aseguramiento de calidad.

Costo de Obra
(Ejecución + Gestión)

$6.987.260.770,32

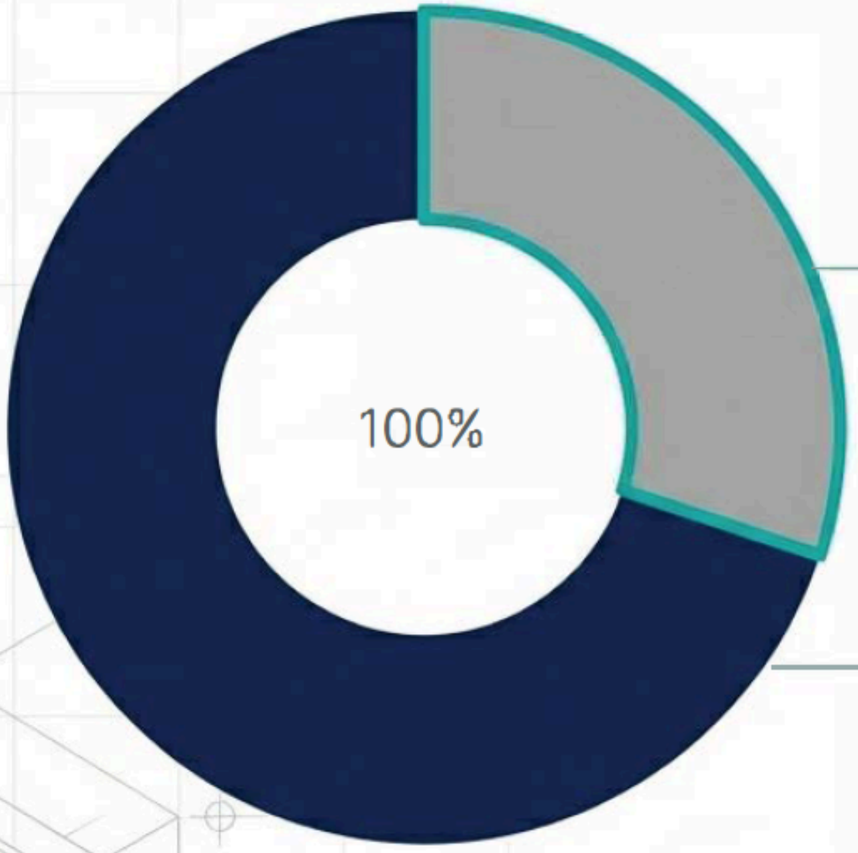
Aseguramiento
(Interventoría)

$1.050.940.670,00

NotebookLM

Composición de la Estructura de Costos

Equilibrio entre Ejecución Directa y Costos Indirectos



Costo Directo

$6.987.260.770,32

Inversión en infraestructura física y materiales.

Costos Indirectos y Asociados

$1.050.940.670,00

Gestión, riesgos, utilidad, interventoría y legalización.

INSIGHT: El núcleo de la inversión se concentra en la materialización de la obra física.

NotebookLM

Desglose del A.I.U.

Garantizando la Viabilidad Operativa del Constructor

ADMINISTRACIÓN

20%

$2.206.548.354,09

Recursos para la gerencia y operación del proyecto.

IMPREVISTOS

4%

$441.309.670,81

Fondo de reserva para mitigación de riesgos no planificados.

UTILIDAD

6%

$661.964.506,22

Margen de ganancia estándar del constructor.

Costo Directo ($6.987M) + AIU ($2.994M) = Costo de Obra ($9.981M)

NotebookLM

Aseguramiento de Calidad y Normativa

Inversión en Control y Legalidad



1. Interventoría (Supervisión Externa)

$1.050.940.670,00

Calculado como el 10% del Costo de Obra. Garantiza que la ejecución cumpla con las especificaciones técnicas.



2. Trámites de Licencia y Curaduría

NO APLICA

NotebookLM

Distribución del Costo Directo por Áreas

¿A dónde va la inversión física? (**$9.981.801.100,46**)

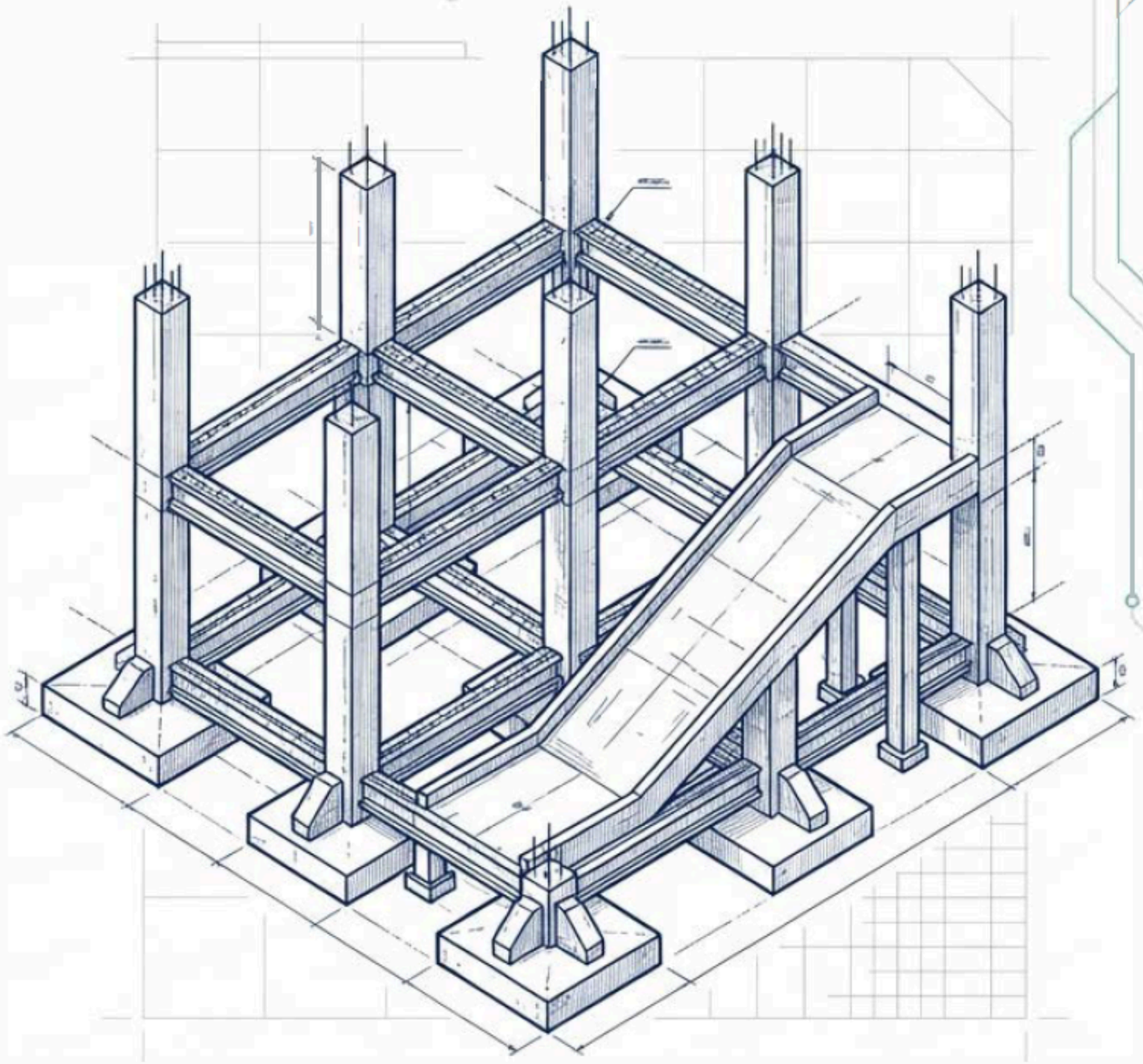


NotebookLM

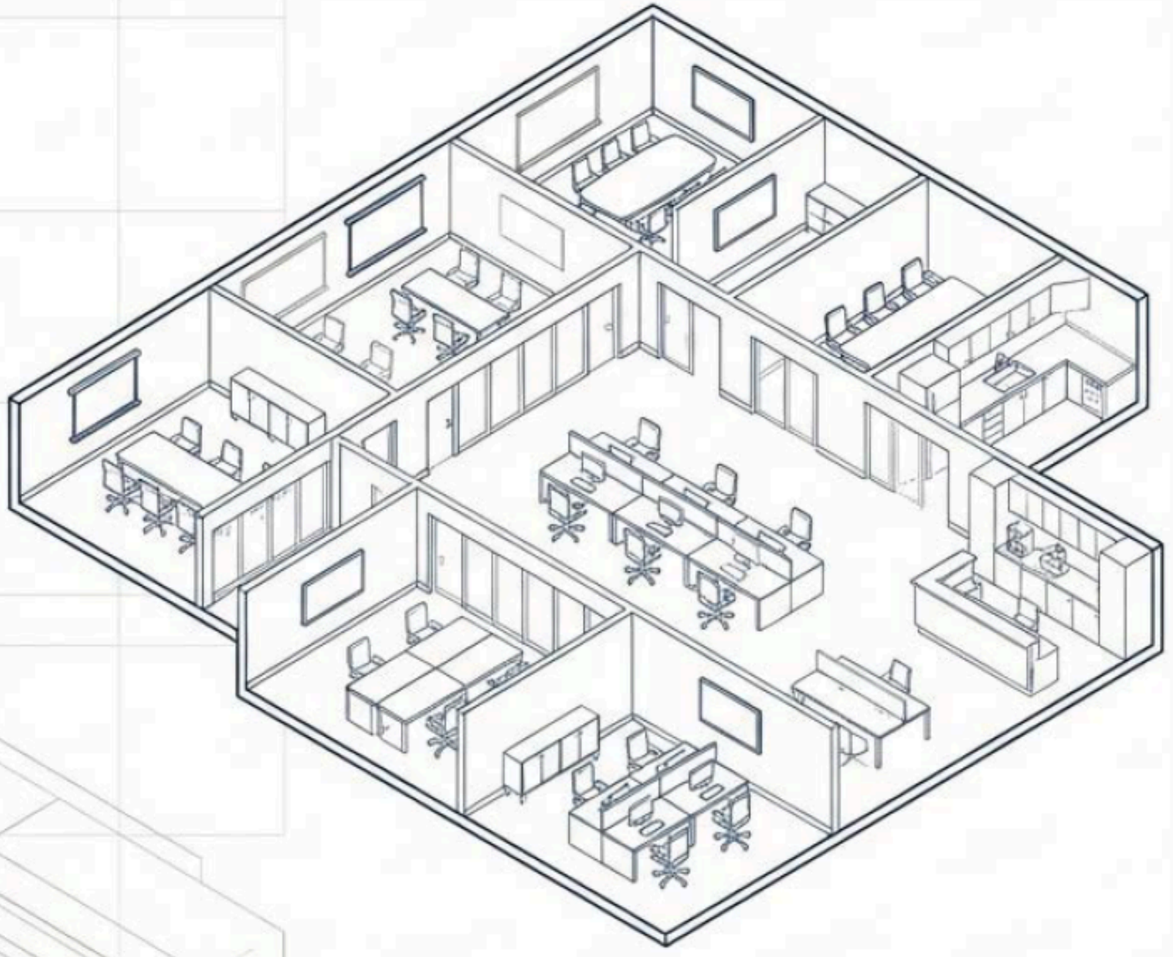
Infraestructura Base: Sótanos

$5.453.795.448,32

Representa el componente de mayor peso en el presupuesto directo. Esta inversión cubre la excavación, cimentación profunda y la estructura de soporte principal para toda la edificación.



NotebookLM



Soporte Operativo: Áreas Administrativas

$2.270.266.804,36

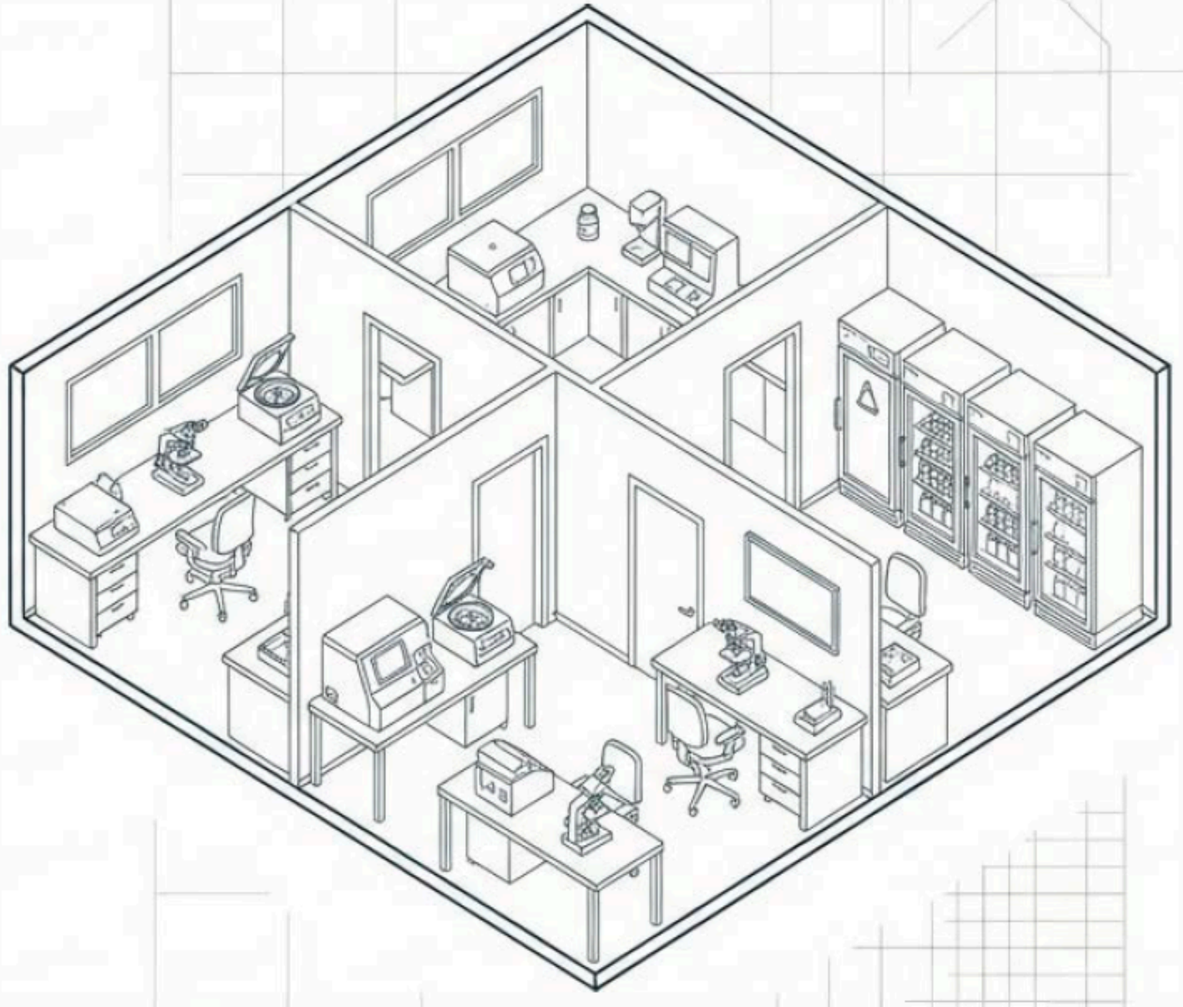
Espacios diseñados para la gestión, el personal y la logística interna. La segunda mayor inversión en infraestructura física, asegurando capacidad operativa a largo plazo.

NotebookLM

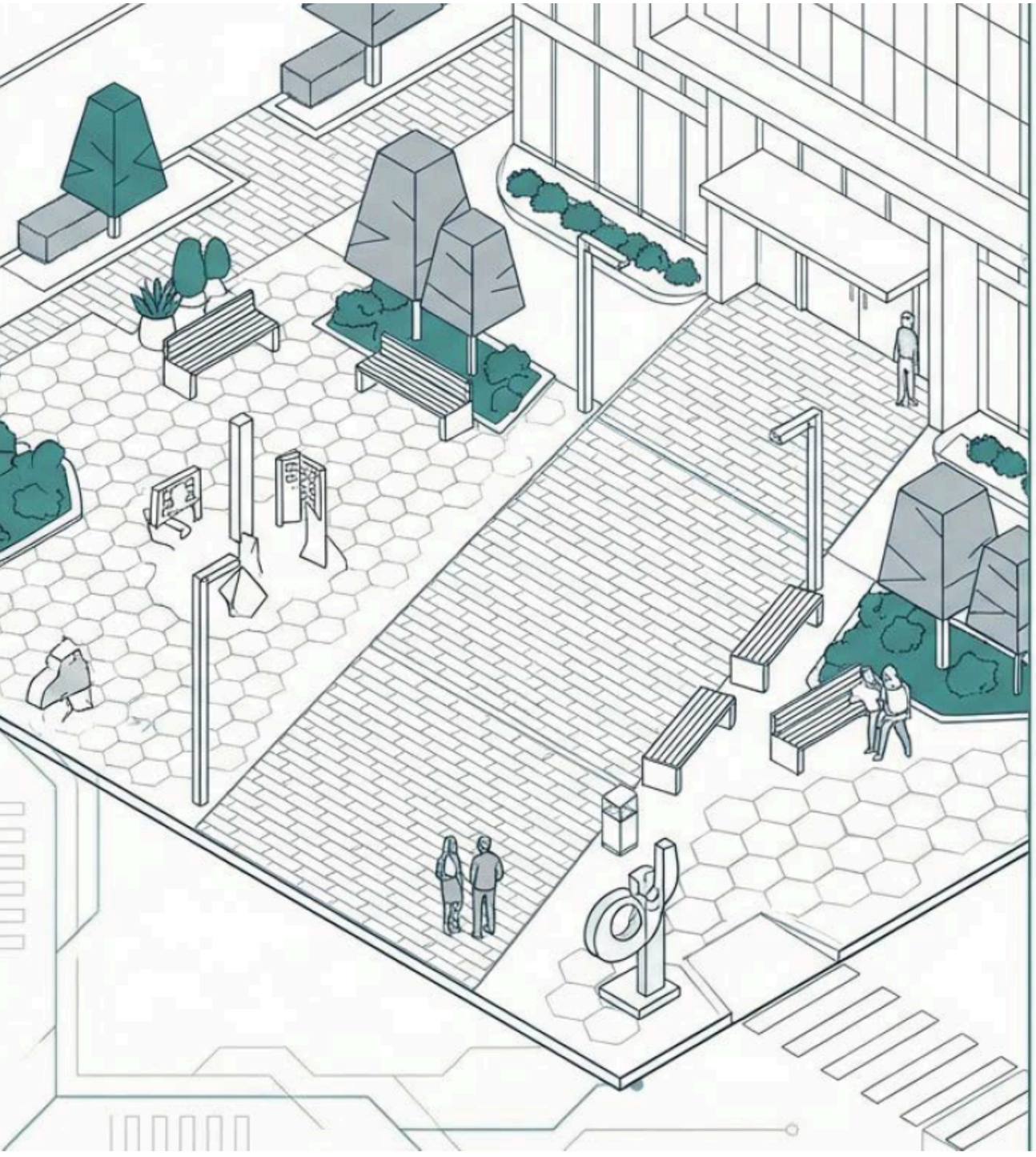
Núcleo de Salud: Hemocentro

$1.889.702.753,83

Infraestructura especializada para servicios de salud. Aunque es el corazón funcional del proyecto, representa una inversión eficiente en comparación con la estructura base.



NotebookLM



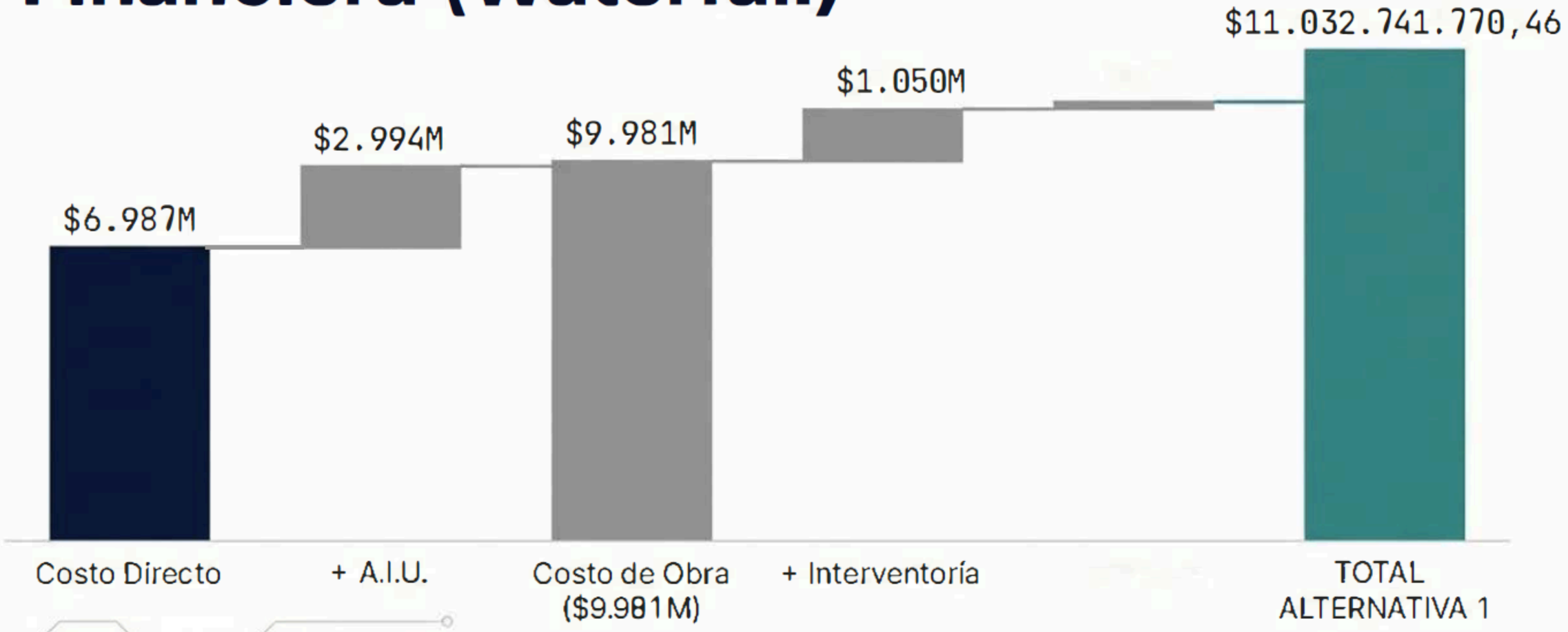
Espacio Público y Urbanismo: Plazoleta

$368.036.093,95

Integración del edificio con el entorno urbano. Representa la inversión más baja del costo directo, maximizando el impacto visual y el acceso público con un uso eficiente de recursos.

NotebookLM

Consolidación Financiera Financiera (Waterfall)



NotebookLM

Conclusiones del Análisis Financiero

Solidez Estructural

La concentración de recursos en los Sótanos ($5.453M) asegura la longevidad y estabilidad de la infraestructura.

Gestión de Riesgos

El presupuesto incluye $283M en imprevistos y $1050M en interventoría, blindando el proyecto ante eventualidades técnicas.

Transparencia

Clara delimitación entre los costos de ejecución física y las obligaciones administrativas y legales.

La Alternativa 1 presenta una estructura de costos robusta y equilibrada para la ejecución inmediata.

NotebookLM



Análisis Financiero y Presupuestal

Proyecto Hemocentro - Alternativa 2

Desglose Estratégico de Inversión, Costos Directos y Estructura de A.I.U.

DOCUMENTO CONFIDENCIAL | REVISIÓN DE PRESUPUESTO

NotebookLM

Resumen Ejecutivo: La Inversión Total Asciende a $11.392 Millones

$11.392.516.636,33

TOTAL INVERSIÓN (COP)

INFRAESTRUCTURA FÍSICA
(Costo Directo)

$7.239.103.176,43

Materialización de obra:
Sótanos, Hemocentro,
Edificaciones y Urbanismo.

GESTIÓN Y EJECUCIÓN
(A.I.U.)

$3.102.472 . 789,90

Costos Indirectos:
Administración, Imprevistos y Utilidad
del constructor.

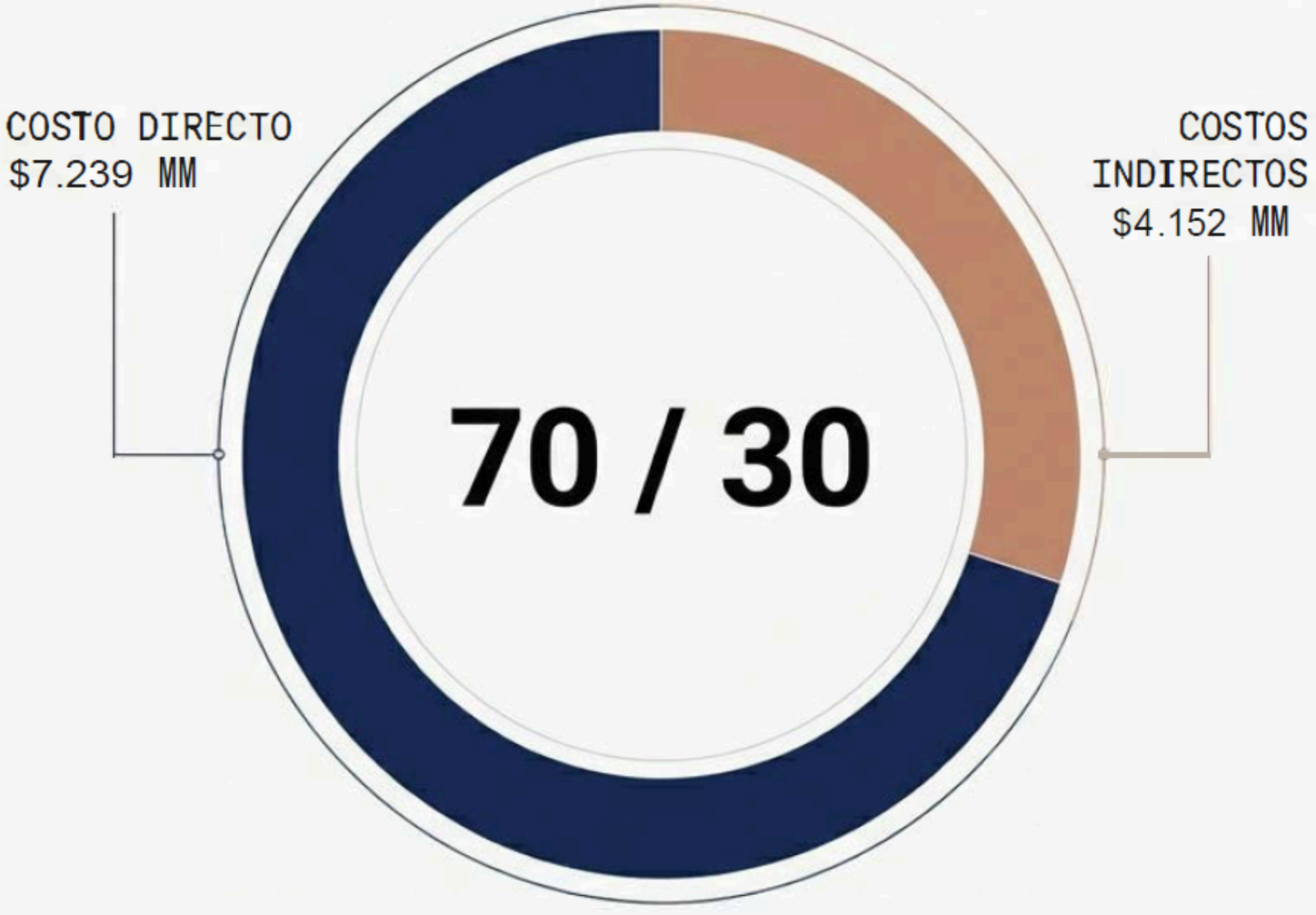
GARANTÍA Y LEGALIDAD
(Supervisión y Trámites)

$1.050.940.670,00

Aseguramiento:
Interventoría técnica (10%).

NotebookLM

Composición de Capital: El 70% de la Inversión se Destina a Costos Directos



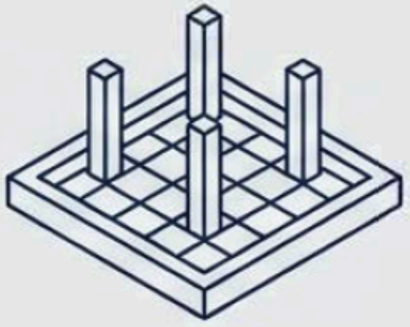
INSIGHT ESTRATÉGICO

La estructura de costos indirectos asegura la viabilidad operativa y la supervisión técnica necesaria para una obra de alta complejidad sanitaria (Hemocentro). El 30% asignado a indirectos cubre A.I.U., Interventoría y Trámites legales.

NotebookLM

Desglose de Costos Directos: Cuatro Pilares Constructivos

Total Costo Directo: $10.341.575.966,33



1. SÓTANOS

El componente de mayor peso presupuestal.



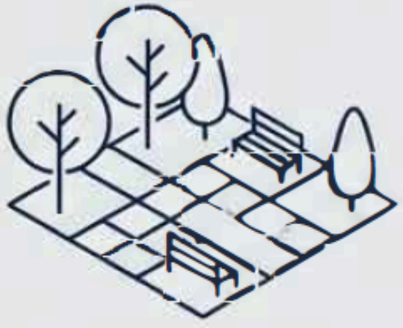
2. ADMINISTRATIVOS

Espacios funcionales y de gestión operativa.



3. HEMOCENTRO

Infraestructura médica especializada y laboratorios.



4. PLAZOLETA

Urbanismo e integración pública.

NotebookLM

Infraestructura Crítica: Los Sótanos Representan el 53% del Costo Directo

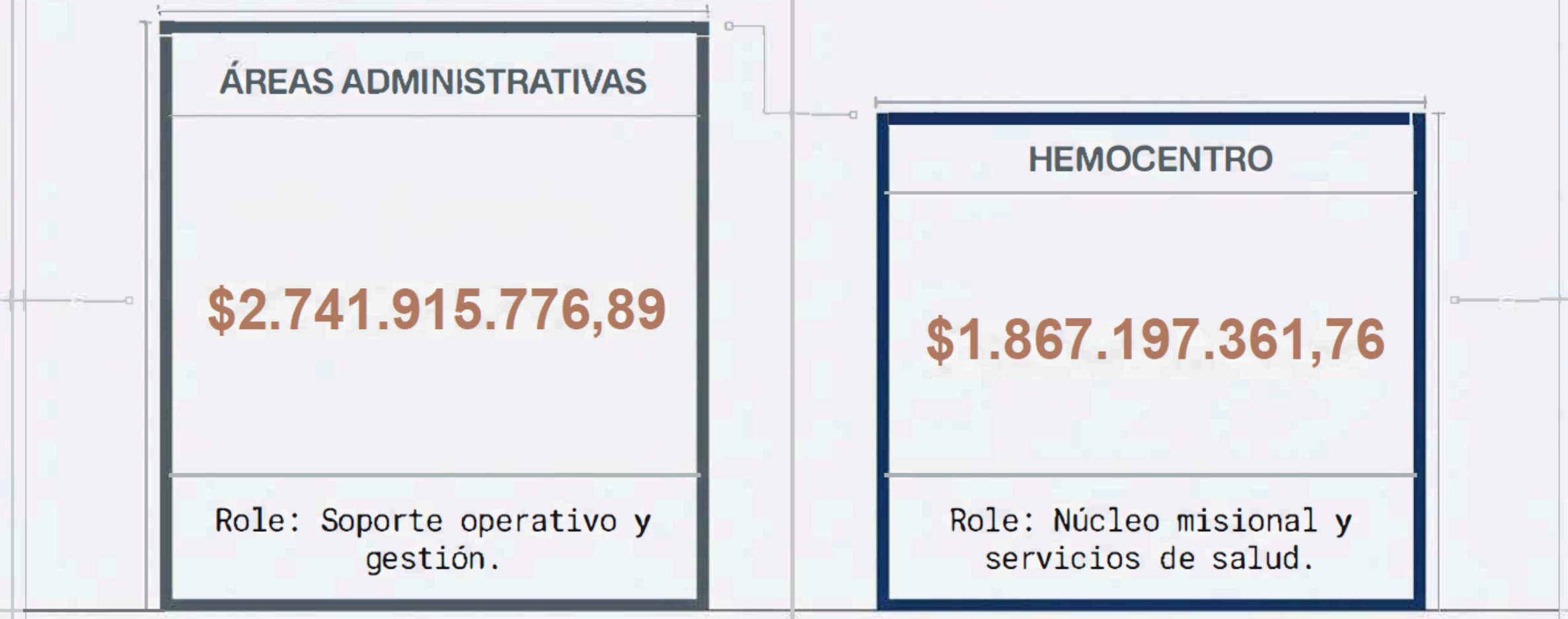


IMPACTO PRESUPUESTAL

Con una asignación de más de $5.368 millones, la construcción de los sótanos constituye la base financiera y estructural del proyecto, superando la suma combinada del Hemocentro y las áreas administrativas.

NotebookLM

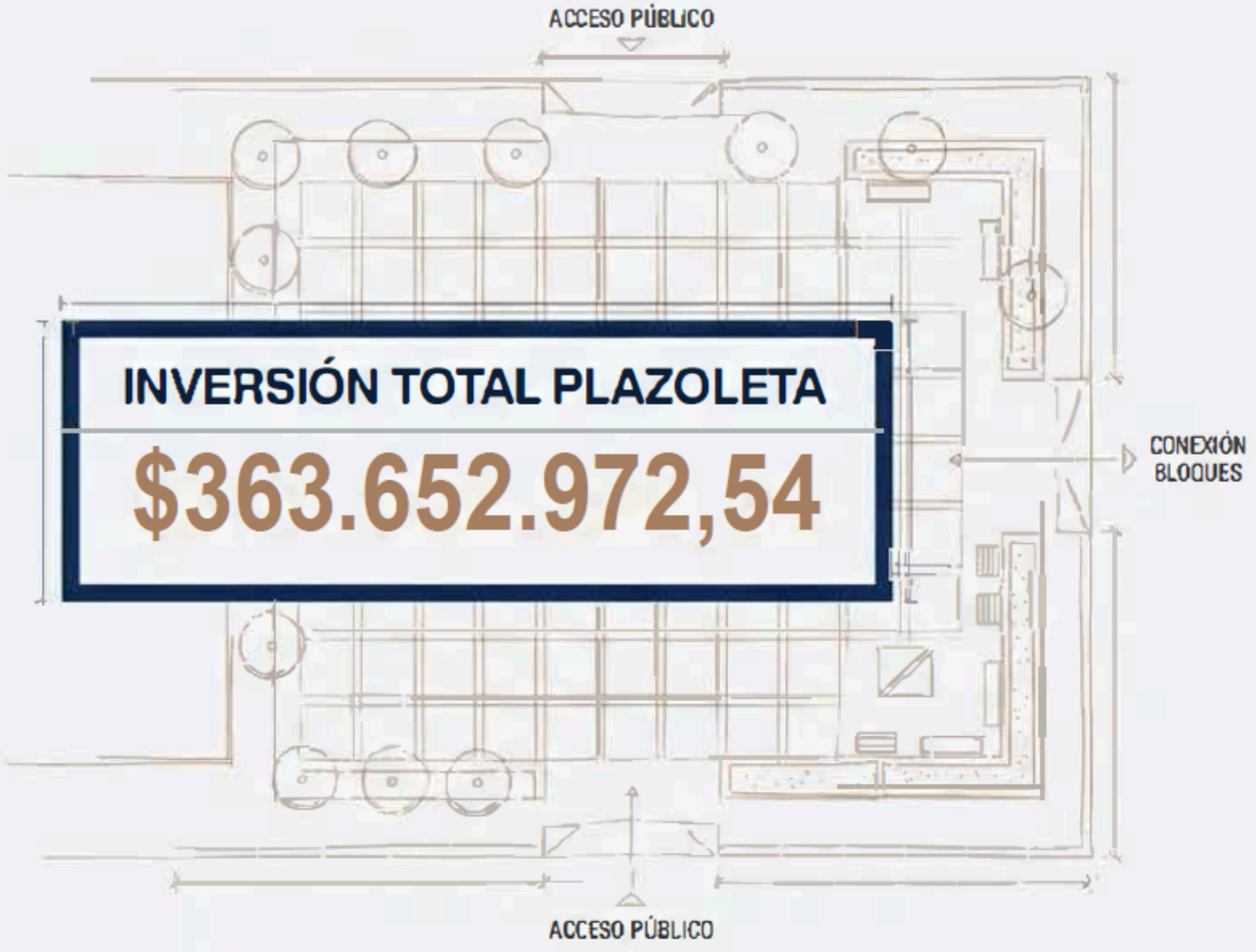
Edificación Vertical: Comparativa de Áreas Funcionales



SÍNTESIS: La inversión en edificaciones superiores suma $4.608 millones, equilibrando la infraestructura de soporte con la capacidad de servicio médico.

NotebookLM

Urbanismo e Integración: La Plazoleta



Representando el rubro de menor impacto financiero dentro de los costos directos, la plazoleta articula el acceso público y la conexión entre los bloques Administrativos y el Hemocentro.

NotebookLM

Estructura de A.I.U.: Soporte Operativo y Gestión de Riesgo

Costo Directo + A.I.U. = Costo de Obra ($11.392.516.636,33)



Recursos para la gerencia de la construcción.

Fondo de maniobra para mitigación de riesgos no planificados.

Margen del constructor.

NotebookLM

Aseguramiento de Calidad y Cumplimiento Normativo

INTERVENTORÍA TÉCNICA (10%)

$1.050.940.760,00

Auditoría técnica, administrativa y financiera sobre el Costo de Obra. Garantía de ejecución.

NotebookLM

Evolución del Costo: Del Costo Directo a la Inversión Total



NotebookLM

Conclusión: Viabilidad de la Alternativa 2

La Alternativa 2 presenta una estructura de costos balanceada, donde la inversión prioritaria se concentra en la solidez estructural (Sótanos) y la funcionalidad médica (Hemocentro), resguardada por un esquema de A.I.U. e Interventoría que garantiza la ejecución y calidad.

TOTAL GENERAL INVERSIÓN

$11.392.516.636,33

NotebookLM