MEMORIA DESCRIPTIVA ESTRUCTURAL

ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA FÍSICA DE LA CASA DE LA CULTURA DEL MUNICIPIO DE VITERBO, CALDAS

DISEÑADOR ESTRUCTURAL: ING. DAVID PELÁEZ GÓMEZ

MUNICIPIO: VITERBO

DEPARTAMENTEO: CALDAS

ÁREA DEL PREDIO GENERAL: 737 m^2

AREA CONSTRUIDA: 1356 m^2

COORDENADAS: 5°03'39"N 75°52'23"W



1. INTRODUCCIÓN

La Gobernación de Caldas, a través del equipo estructurador de la Secretaría de Planeación, ha emprendido el proyecto de "Adecuación de Infraestructura Física de la Casa de la Cultura del Municipio de Viterbo, Caldas", una iniciativa que busca fortalecer la infraestructura cultural existente mediante la implementación de espacios modernos y seguros para el desarrollo de actividades artísticas y culturales. Este documento presenta la memoria descriptiva estructural del proyecto, enfocándose específicamente en el diseño de una estructura para soportar una losa transitable, ubicada en la zona de acceso del edificio.

El proyecto se localiza en el casco urbano del municipio de Viterbo, departamento de Caldas, una zona clasificada según el título A.2 de la NSR-10 como de amenaza sísmica alta. Por esta razón, el diseño sísmico se ha realizado para una estructura con Capacidad Especial de Disipación de Energía (DES). La intervención consiste en una estructura de un único nivel sin cubierta, cuyo sistema de resistencia sísmica es un pórtico en concreto reforzado resistente a momentos.

El objetivo principal de esta estructura es proporcionar una solución técnica apropiada para cubrir una abertura existente en la zona de ingreso al predio, generando un espacio transitable que mejore la accesibilidad y funcionalidad del conjunto cultural. El diseño propuesto responde a los requisitos normativos establecidos en la NSR-10 y demás normativas aplicables. La concepción estructural ha considerado desafíos técnicos y funcionales. El terreno, caracterizado por un perfil de suelo tipo E según la NSR-10 y ubicado en zona de amenaza sísmica alta, ha requerido soluciones específicas de cimentación y diseño sismorresistente.

Esta memoria descriptiva presenta de manera sistemática los criterios de diseño, metodología, parámetros de análisis y resultados obtenidos en el proceso de diseño estructural, garantizando que la solución propuesta cumpla con todos los estándares de seguridad, funcionalidad y durabilidad que un proyecto de esta naturaleza requiere.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Desarrollar el diseño y cálculo estructural integral de una losa transitable para la Casa de la Cultura de Viterbo mediante la aplicación de sistemas estructurales óptimos y tecnologías constructivas apropiadas que garanticen la seguridad, funcionalidad y durabilidad de la estructura, asegurando el cumplimiento de los requisitos establecidos en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 y demás normativas aplicables. Este

diseño debe responder eficientemente a las condiciones sísmicas de la zona, las características geotécnicas del terreno y las necesidades específicas del proyecto, mientras se mantiene la integración armónica con el diseño arquitectónico y se optimizan los recursos disponibles para su construcción.

2.2 Objetivos Específicos

- Desarrollar el diseño estructural integral de una estructura porticada en concreto reforzado con capacidad especial de disipación de energía (DES), garantizando su comportamiento óptimo y cumplimiento normativo según NSR-10.

- Implementar herramientas avanzadas de análisis y diseño estructural para:
  - Desarrollar modelos tridimensionales que representen fielmente el comportamiento estructural
  - Realizar análisis de la fuerza horizontal equivalente según NSR-10
  - Optimizar las secciones y refuerzos de los elementos estructurales
  - Verificar el cumplimiento de derivas y deflexiones máximas permitidas
  - Generar memorias de cálculo detalladas y verificables

- Desarrollar documentación técnica completa y detallada que incluya:
  - Planos estructurales con niveles de detalle apropiados para construcción
  - Especificaciones técnicas de materiales y procesos constructivos
  - Detalles constructivos críticos y típicos
  - Planillas de cantidades y especificaciones de refuerzo
  - Recomendaciones específicas para la supervisión técnica

- Establecer parámetros y requerimientos para el control de calidad durante la construcción:
  - Protocolos de ensayos para materiales estructurales
  - Criterios de aceptación para procesos constructivos críticos
  - Procedimientos de verificación dimensional y geométrica
  - Requisitos para la supervisión de soldaduras y conexiones
  - Planes de contingencia para situaciones imprevistas

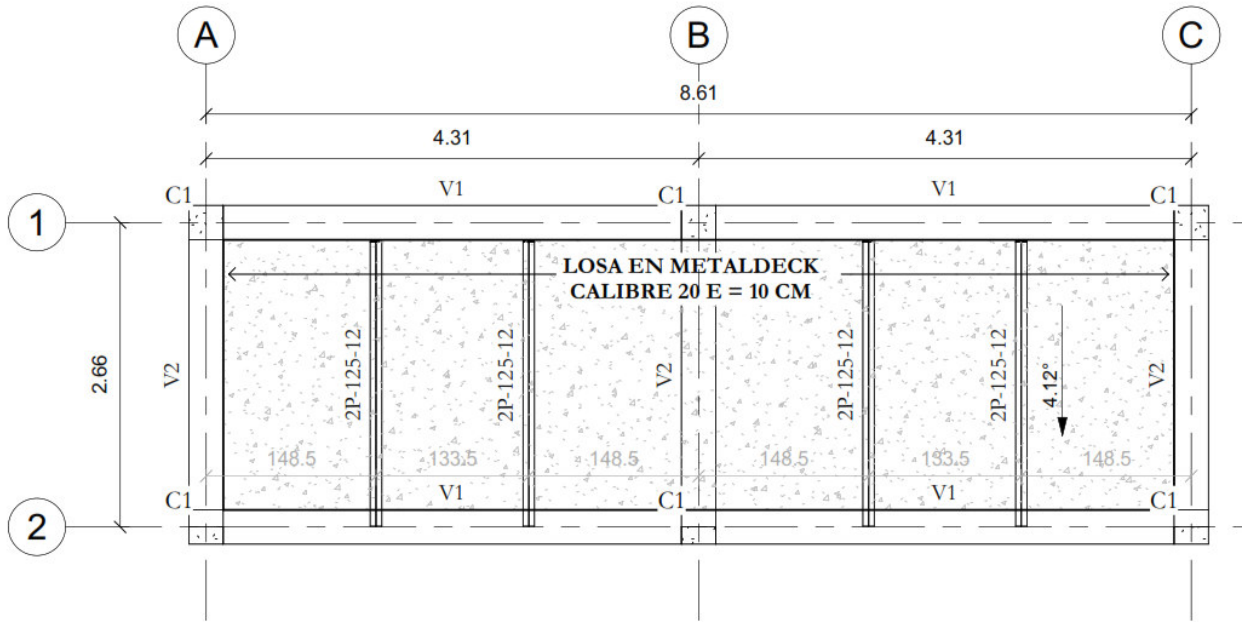
- Garantizar la durabilidad y mantenibilidad de las estructuras mediante:
  - Selección de materiales apropiados para las condiciones ambientales locales
  - Especificación de recubrimientos y protecciones contra la corrosión
  - Desarrollo de recomendaciones para el mantenimiento preventivo
  - Consideración de la facilidad de inspección y reparación

- Optimizar los recursos y procesos constructivos a través de:
  - Estandarización de elementos estructurales donde sea posible
  - Selección de sistemas constructivos eficientes y disponibles localmente
  - Consideración de la secuencia constructiva en el diseño
  - Minimización de desperdicios y optimización de materiales
  - Facilitación de los procesos de control de calidad en obra

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

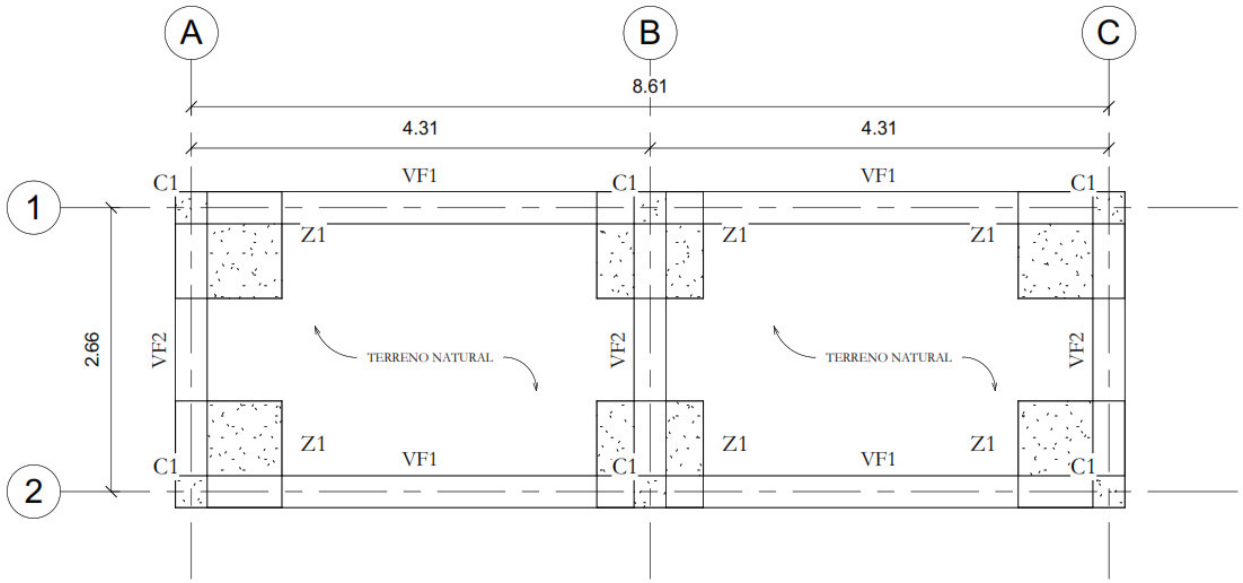
La Adecuación de la Casa de la Cultura en el Municipio de Viterbo representa una intervención urbanística y cultural significativa. El componente estructural del proyecto se enfoca específicamente en el diseño y construcción de una estructura para soportar una losa transitable en la zona de acceso del edificio, con el propósito principal de cubrir una abertura existente y mejorar la accesibilidad al inmueble.

La estructura diseñada consiste en un sistema de pórticos en concreto reforzado con capacidad especial de disipación de energía (DES), formado por columnas cuadradas de 30 cm × 30 cm conectadas mediante vigas de las mismas dimensiones, conformando un sistema tridimensional robusto que permite generar un espacio seguro y funcional. La losa transitable tiene un espesor de 12 cm y está reforzada con malla electrosoldada y barras adicionales en zonas críticas.



El diseño estructural ha considerado las condiciones específicas del sitio, incluyendo la zona de amenaza sísmica alta y el perfil de suelo tipo E característico de la región. Estos factores han influido significativamente en la determinación de las cargas sísmicas y en el diseño de los elementos estructurales.

La simplicidad y regularidad del diseño no solo facilitan el proceso constructivo, sino que también contribuyen a un buen comportamiento sísmico, minimizando los efectos de torsión y concentración de esfuerzos. El sistema de cimentación consiste en zapatas aisladas diseñadas según las recomendaciones del estudio de suelos, proporcionando un apoyo adecuado para la estructura y garantizando la transferencia segura de cargas al terreno.



4. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto de Adecuación de la Casa de la Cultura se ubica en el sector urbano del municipio de Viterbo, departamento de Caldas, Colombia. Este municipio se encuentra localizado en la región occidental del departamento, en el valle del río Risaralda, a una distancia aproximada de 71 km de la ciudad de Manizales. El predio se identifica con coordenadas 5.06091, 75.87312.

Viterbo se sitúa a una altitud media de 987 metros sobre el nivel del mar y presenta un clima cálido con temperatura promedio anual entre 22°C y 24°C. La precipitación media anual oscila entre 1.800 y 2.000 mm, con un régimen bimodal caracterizado por dos períodos lluviosos (abril-mayo y octubre-noviembre) alternados con dos períodos secos.

Las condiciones climatológicas del sitio, con temperaturas relativamente elevadas y alta humedad, han sido factores determinantes en la selección de materiales y sistemas de protección estructural. La dirección predominante del viento presenta variaciones estacionales, siendo necesario considerarlas en el diseño de elementos expuestos.

Desde el punto de vista sísmico, el municipio de Viterbo se encuentra clasificado como zona de amenaza sísmica alta según el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, con valores de aceleración pico efectiva Aa=0.25 y Av=0.30. Esta condición ha exigido la implementación de criterios de diseño sismorresistente con capacidad especial de disipación de energía.

El predio específico donde se desarrolla el proyecto corresponde a la Casa de la Cultura existente, ubicada en una zona céntrica del municipio, con acceso desde una vía principal. Las características topográficas del terreno son relativamente planas, aunque presentan algunas irregularidades que han sido consideradas en el diseño de la cimentación.



5. NORMAS DE DISEÑO

El diseño estructural se ha realizado en cumplimiento con:

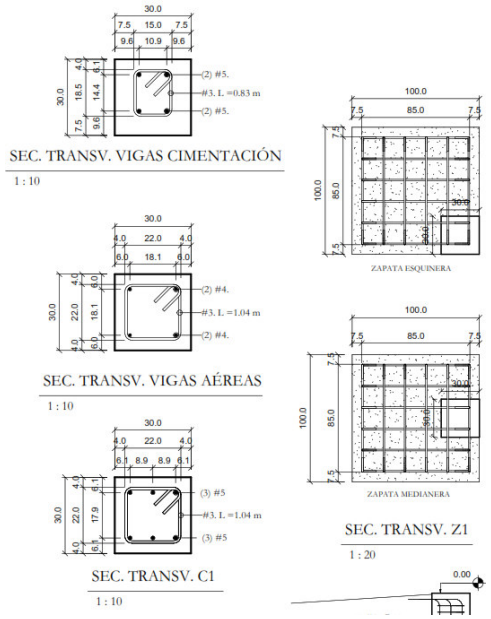
- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10
  - Título A - Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente
  - Título B - Cargas
  - Título C - Concreto estructural
  - Título F - Estructuras metálicas
  - Título H - Estudios geotécnicos

- Normas Técnicas Colombianas (NTC) aplicables
  - NTC 396 (ASTM C143): Para determinar el asentamiento del concreto (slump)
  - NTC 1299 (ASTM C494): Para aditivos reductores de agua, retardantes y acelerantes de fraguado
  - NTC 2289 (ASTM A706): Para el acero de refuerzo corrugado
  - NTC 3353 (ASTM A370): Para los ensayos de tensión del acero de refuerzo

- ASTM A572 Grado 50 - Especificación para acero estructural de alta resistencia
- AWS D1.1/D1.1M - Código de soldadura estructural

6. ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO ESTRUCTURAL

El diseño estructural de la losa transitable para la Casa de la Cultura de Viterbo se ha desarrollado mediante la integración de un sistema estructural específicamente seleccionado para satisfacer los requerimientos funcionales y de seguridad del proyecto. El sistema principal consiste en pórticos de concreto reforzado con capacidad especial de disipación de energía (DES), diseñados para garantizar un comportamiento dúctil ante eventos sísmicos.



La estructura está conformada por columnas de sección cuadrada de 0.30m × 0.30m, conectadas mediante vigas de 0.30m × 0.30m, formando un sistema tridimensional robusto y eficiente que alcanza una deriva máxima de 0.16% bajo las condiciones de carga más desfavorables, valor significativamente inferior al límite normativo del 1.0%.

La losa tiene un espesor de 10 cm y está reforzada con una malla electrosoldada. El sistema de cimentación consiste en zapatas aisladas de concreto reforzado, diseñadas según las recomendaciones del estudio de suelos, con dimensiones variables según la ubicación y carga de las columnas.

Los materiales estructurales fueron seleccionados considerando no solo sus propiedades mecánicas sino también su durabilidad ante las condiciones ambientales del sitio. El concreto estructural, con resistencia a la compresión de 21 MPa, se especifica tanto para elementos de cimentación como de superestructura, garantizando una adecuada resistencia y durabilidad. El acero de refuerzo cumple con la norma NTC 2289 (ASTM A706), con esfuerzo de fluencia de 420 MPa.

Los recubrimientos del refuerzo se han definido considerando la exposición ambiental de cada elemento: 75mm para elementos en contacto con el suelo, y 40mm para elementos expuestos a la intemperie o interiores. Esta especificación busca garantizar la durabilidad de la estructura ante la agresividad del ambiente.

El diseño ha considerado las diversas combinaciones de carga establecidas en la NSR-10, incluyendo cargas permanentes, sobreimpuestas, variables y sísmicas. Para el análisis sísmico se utilizó el método de la fuerza horizontal equivalente, con los parámetros sísmicos correspondientes a la ubicación del proyecto (Aa=0.25, Av=0.30) y las características del suelo (perfil tipo E, Fa=1.45, Fv=2.80).

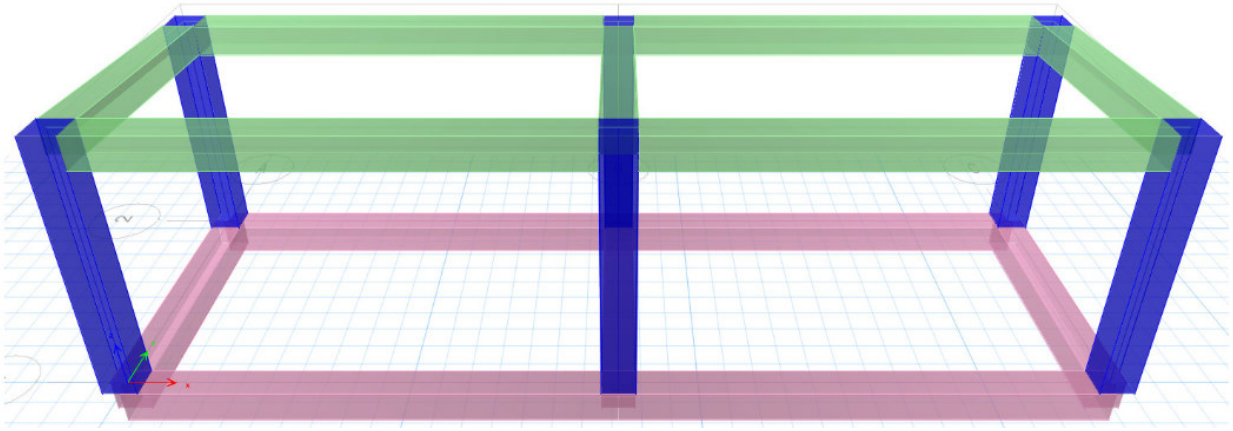
El coeficiente de capacidad de disipación de energía R se determinó considerando las irregularidades presentes en la estructura, resultando en un valor de 4.725 tanto para la dirección X como para la Y, lo que garantiza un adecuado comportamiento ante eventos sísmicos.

7. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

El análisis estructural de la losa transitable para la Casa de la Cultura de Viterbo se desarrolló mediante una metodología integral que contempla el comportamiento de la edificación y su interacción con el entorno. Utilizando el software especializado ETABS 21.2.0, se generó un modelo matemático tridimensional que permitió simular con precisión el comportamiento de la estructura bajo diversas condiciones de carga y ante eventos sísmicos potenciales.

La modelación incorporó las características específicas del sitio, considerando una zona de amenaza sísmica ALTA con coeficientes de aceleración Aa=0.25 y Av=0.30. El perfil de suelo tipo

E, característico de la zona, requirió la implementación de factores de amplificación Fa=1.45 y Fv=2.80, lo que condujo a un espectro de diseño que refleja adecuadamente las condiciones sísmicas locales.



La metodología de análisis seleccionada fue el método de la fuerza horizontal equivalente, validada según los criterios del apartado A.3.5.2 de la NSR-10, incluyendo los efectos de torsión accidental del 5% requeridos por la norma. Se consideró un sistema estructural de pórticos en concreto resistentes a momentos con capacidad especial de disipación de energía (DES), con un coeficiente de disipación de energía básico Ro=7.0, modificado por los coeficientes de irregularidad aplicables.

El proceso de análisis consideró un espectro completo de solicitaciones, incluyendo las cargas gravitacionales permanentes propias de la estructura, las cargas sobreimpuestas por elementos arquitectónicos y de acabados, cargas vivas de 500 kgf/m² uniformemente distribuidas sobre la losa, y las fuerzas sísmicas determinadas según el espectro de diseño. La combinación de estas cargas se realizó siguiendo los requisitos del Título B de la NSR-10, asegurando que se evaluaran las condiciones más desfavorables para cada elemento estructural.

Los resultados del análisis confirmaron el comportamiento adecuado de la estructura. Las derivas máximas obtenidas (0.14% para la dirección X y 0.16% para la dirección Y) se mantuvieron significativamente por debajo del límite normativo del 1.0%. De manera similar, las deflexiones máximas calculadas para las vigas más críticas resultaron muy inferiores a los límites establecidos en la norma.

El análisis de los elementos de cimentación demostró que las presiones transmitidas al suelo se mantienen por debajo de la capacidad portante admisible establecida en el estudio de suelos (73.15 kN/m²), garantizando un adecuado comportamiento de la estructura a nivel de cimentación.

Los elementos estructurales fueron diseñados considerando las envolventes de las combinaciones de carga más desfavorables, garantizando niveles adecuados de resistencia y serviciabilidad. El diseño de las columnas y vigas cumple con los requisitos de detallado sísmico especial establecidos en el Capítulo C.21 de la NSR-10, asegurando la ductilidad necesaria para el adecuado comportamiento de la estructura ante eventos sísmicos.

8. PROCESO CONSTRUCTIVO

La ejecución del proyecto requiere un proceso constructivo cuidadosamente planificado que garantice la calidad y seguridad de la estructura. La secuencia constructiva se ha definido considerando las particularidades del componente estructural y su interrelación con la edificación existente:

1. Trabajos preliminares: Incluye la localización y replanteo, la instalación de cerramientos provisionales, la adecuación de accesos y la implementación de medidas de seguridad. Se debe prestar especial atención a la protección de las estructuras existentes adyacentes al área de intervención.
2. Excavaciones y movimiento de tierras: Se realizarán las excavaciones necesarias para la construcción de las zapatas, siguiendo las dimensiones y niveles establecidos en los planos estructurales. El material excavado debe ser debidamente dispuesto y, en caso de ser necesario, se implementarán sistemas de entibado para garantizar la estabilidad de las excavaciones.
3. Construcción de la cimentación:
   - Colocación de concreto de limpieza (f'c=14 MPa) con un espesor mínimo de 5 cm.
   - Armado y colocación del refuerzo de las zapatas según los detalles especificados en los planos.
   - Instalación de arranques para columnas, verificando su correcta ubicación y nivelación.
   - Vaciado del concreto de las zapatas (f'c=21 MPa), asegurando la compactación adecuada mediante vibrado.
   - Curado del concreto durante al menos 7 días.

4. Construcción de columnas:
   - Armado del refuerzo longitudinal y transversal según los detalles de los planos.
   - Instalación de formaletas, verificando su verticalidad, estanqueidad y correcta dimensión.
   - Vaciado del concreto (f'c=21 MPa) en una sola etapa, realizando el vibrado adecuado.
   - Desencofrado después de al menos 24 horas, o según las recomendaciones del diseñador de mezclas.
   - Curado del concreto durante al menos 7 días.

5. Construcción de vigas:
   - Instalación del sistema de encofrado con sus respectivos apuntalamientos.
   - Armado y colocación del refuerzo longitudinal y transversal según los planos.
   - Verificación de niveles, dimensiones y recubrimientos.
   - Vaciado del concreto (f'c=21 MPa) simultáneamente con la losa.
   - Curado del concreto durante al menos 7 días.

6. Construcción de la losa:
   - Instalación del sistema de encofrado y apuntalamiento.
   - Colocación de la malla electrosoldada y el refuerzo adicional en zonas críticas
   - Verificación de niveles, espesores y recubrimientos.
   - Vaciado del concreto (f'c=21 MPa) conjuntamente con las vigas.
   - Acabado superficial según las especificaciones arquitectónicas.
   - Curado del concreto durante al menos 7 días.
   - Desencofrado según el plan de remoción de apuntalamientos, considerando la ganancia de resistencia del concreto.

7. Control de calidad durante la construcción:
   - Ensayos de materiales: Resistencia a la compresión del concreto mediante cilindros de prueba, ensayos de fluencia para el acero de refuerzo.
   - Control dimensional: Verificación de dimensiones, niveles, alineamientos y verticalidad de los elementos.
   - Inspección del refuerzo: Verificación de diámetros, cantidades, espaciamientos, longitudes de desarrollo y traslapos.
   - Verificación de recubrimientos y posición del refuerzo antes del vaciado del concreto.
   - Inspección durante el vaciado: Control de la correcta colocación y compactación del concreto.
   - Monitoreo del proceso de curado.

8. Acabados y detalles finales:
   - Implementación de sistemas de drenaje y pendientes para evacuación de aguas lluvias.
   - Instalación de elementos de protección y seguridad.
   - Acabados superficiales según las especificaciones arquitectónicas.
   - Tratamientos de juntas y encuentros con estructuras existentes.

La ejecución de cada etapa debe ser supervisada por personal técnico calificado, siguiendo estrictamente las especificaciones de los planos estructurales y las recomendaciones del diseñador. Cualquier modificación al diseño o procedimiento constructivo debe ser consultada y aprobada por el ingeniero estructural responsable del proyecto.

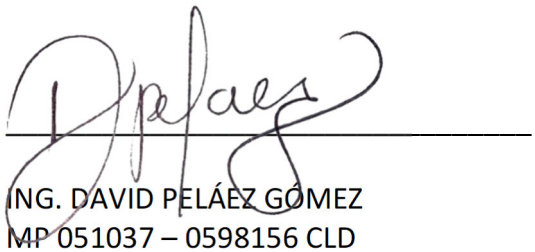
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El diseño estructural desarrollado para la losa transitable de la Casa de la Cultura de Viterbo representa una solución integral que satisface plenamente los requerimientos de seguridad, funcionalidad y durabilidad establecidos en la normativa vigente. El sistema estructural seleccionado demuestra una respuesta eficiente ante las condiciones sísmicas de la zona y las solicitaciones específicas del proyecto, evidenciado por los resultados de los análisis computacionales que confirman que todas las derivas, deflexiones y esfuerzos se mantienen dentro de los límites permitidos.

La selección cuidadosa de materiales y sistemas constructivos no solo permite una ejecución eficiente, sino que también garantiza un mantenimiento apropiado durante la vida útil del proyecto. Particular atención se ha prestado a la durabilidad de la estructura, considerando las condiciones ambientales del sitio. Los recubrimientos especificados y los sistemas de protección contra la corrosión han sido diseñados específicamente para estas condiciones.

Se considera fundamental la implementación de un programa riguroso de supervisión durante la construcción, siguiendo los lineamientos establecidos en la NSR-10. Esta supervisión deberá prestar especial atención a la calidad de los materiales y los procesos constructivos previamente descritos.

Para garantizar el desempeño a largo plazo de las estructuras, se recomienda el desarrollo e implementación de un manual de mantenimiento específico para la estructura propuesta. Cualquier modificación al diseño estructural durante el proceso constructivo deberá ser consultada y aprobada por el ingeniero diseñador, manteniendo un registro detallado de los cambios realizados y su justificación técnica.



ING. DAVID PELÁEZ GÓMEZ
MP 051037 – 0598156 CLD
Ingeniero Civil – Especialista en Estructuras
Mayo 2025