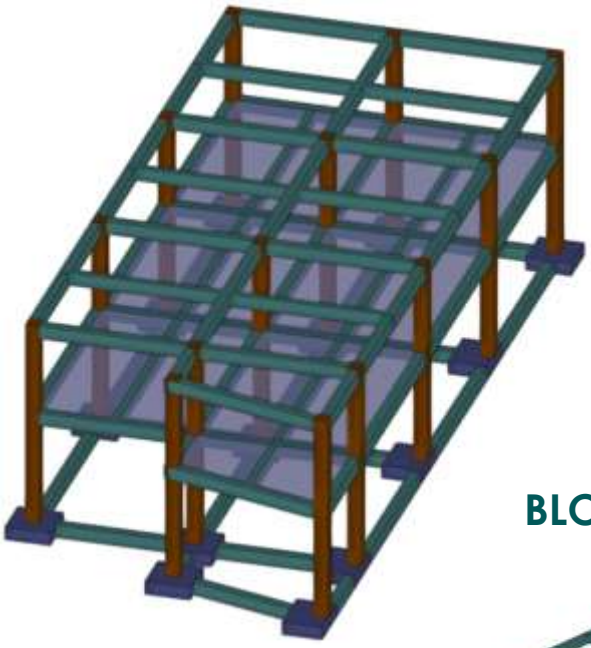
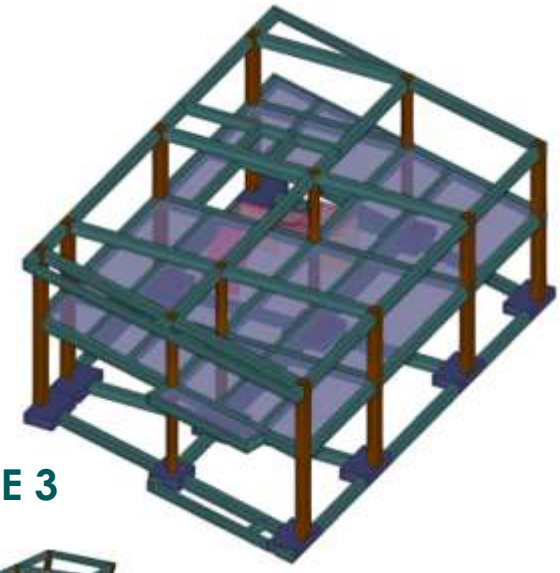
DISARQEST
Innovación en cada estructura

REVISIÓN INDEPENDIENTE AL DISEÑO ESTRUCTURAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA TECNOACADEMIA SENA UBICADO EN LA CALLE 50#10 A-331, DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ

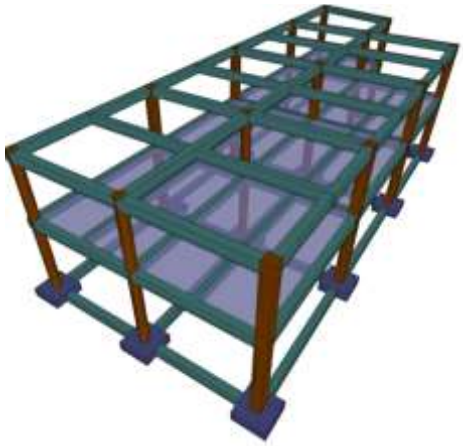
BLOQUE 1



BLOQUE 2



BLOQUE 3



PRESENTADO A:
CURADURÍA URBANA DE SOGAMOSO

REALIZADO POR:
ING. FABRICIO JOYA TIBAVIJA
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS
MAT. PROF. No. 25202-286452 CND

NOVIEMBRE 2025
SOGAMOSO-BOYACÁ

Sogamoso, 24 de noviembre de 2025

Señores

CURADURÍA URBANA DE SOGAMOSO

Ciudad

Ref: REVISIÓN INDEPENDIENTE AL DISEÑO ESTRUCTURAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA TECNOACADEMIA SENA UBICADO EN LA CALLE 50#10 A-331, DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ

Cordial Saludo,

A través de la presente, se verifican las condiciones de diseño estructural del proyecto referenciado, los cuales dan cumplimiento al Reglamento Colombiano de Construcción Sismoresistente NSR-10 y demás Normas Vigentes Aplicables.

Atentamente,



FABRICIO JOYA TIBAVIJA
INGENIERO CIVIL - UMD
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS - UPTC
MP. No. 25202-28645CND

Contenido

1. MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD 4
2. DATOS GENERALES: 7
3. JUSTIFICACIÓN 8
4. RESPONSABLES 9
5. DOCUMENTACIÓN RECIBIDA 9
6. NORMATIVIDADES APLICABLES (CUMPLE): 10
7. SISTEMA DE UNIDADES (CUMPLE) 10
8. DATOS DE ENTRADA DE ESTUDIOS DE SUELOS (CUMPLE): 10
9. PAUTAS PARA REVISIÓN ESTRUCTURAL 10
10. SOFTWARE UTILIZADO EN LA REVISIÓN 11
11. EVALUACIÓN DE CARGAS (CUMPLE): 13
12. USO (CUMPLE) 14
13. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL (CUMPLE) 14
14. PARÁMETROS SÍSMICOS (CUMPLE): 15
12.1. CRITERIO SISMICO DE DISEÑO 15
12.2. CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIÓN (CUMPLE) 15
12.3. COMBINACIONES DE CARGA (CUMPLE) 17
12.4. ANALISIS DINAMICO (CUMPLE) 17
15. CORTANTE SÍSMICO EN LA BASE (CUMPLE): 19
16. ESPECTRO DE DISEÑO (CUMPLE): 20
17. DESPLAZAMIENTOS MÁXIMOS O DERIVAS (CUMPLE): 20
18. COMPROBACIONES DE ESTADO LIMITE ULTIMO EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES (CUMPLE): 26
19. REVISIÓN DE ELEMENTOS: 26
17.1. COLUMNAS (CUMPLE): 26
17.3. PLACAS DE ENTREPISO (CUMPLE) 28
17.4. CIMENTACIÓN (CUMPLE): 29
17.5. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES (CUMPLE): 30
20. REVISIÓN DE PLANOS (CUMPLE): 30
21. VERIFICACIÓN DE ELEMENTOS DE CONCRETO 38
21.1. VIGAS DE CIMENTACIÓN 38
22. REVISIÓN DE COLUMNAS: 46
23. REVISIÓN DE VIGA ENTREPISO: 56

1. MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Sogamoso, noviembre de 2025

Yo, **FABRICIO JOYA TIBAVIJA,** Ingeniero Civil con Matrícula Profesional N° 25202-286452 CND, presentó la "**REVISIÓN INDEPENDIENTE AL DISEÑO ESTRUCTURAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA TECNOACADEMIA SENA UBICADO EN LA CALLE 50#10 A-331, DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ"**, el cual fue elaborado teniendo en cuenta la normativa vigente del reglamento Colombiano sismo resistente.

Declaro que asumo la responsabilidad por los prejuicios que a causa de esto puedan deducirse, exonerando a la curaduría urbana de Sogamoso departamento de Boyacá de cualquier responsabilidad.

Acepto y reconozco que la revisión efectuada por la entidad es una verificación del cumplimiento de la Norma Sismo resistente del 2010 NSR-10.

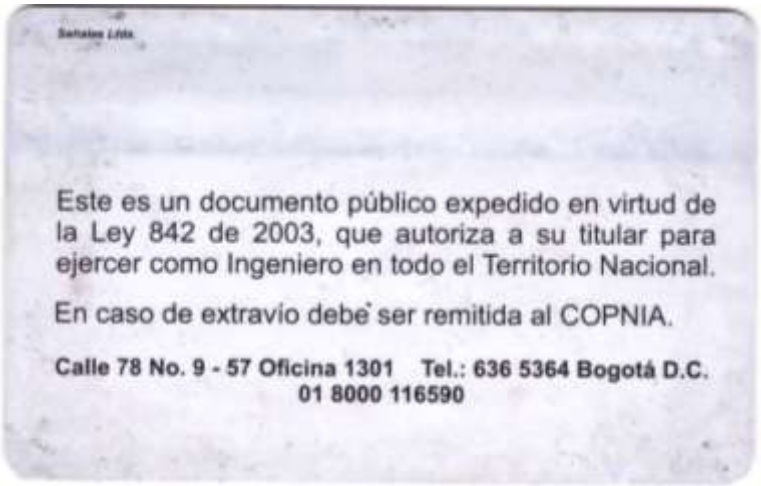
En constancia firmo.



FABRICIO JOYA TIBAVIJA
Ingeniero Civil
Especialista en estructuras
C.C. 1.019.082.853
M.P No. 25202-286452 CND



Valido únicamente para la REVISIÓN INDEPENDIENTE AL DISEÑO ESTRUCTURAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA TECNOACADEMIA SENA UBICADO EN LA CALLE 50#10 A-331, DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ



República de Colombia
Ministerio de Educación Nacional

La Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

Creada mediante Decreto 2655 de 1953 y Ley 73 de 1962

Teniendo en cuenta que:

Fabricio Jaya Tibaquira

C. C. N° 1.019.082.853 de Bogotá D.C.

Cumplió satisfactoriamente con los requisitos académicos exigidos, le confiere el título de

Especialista en Estructuras

En testimonio de ello, otorga el presente DIPLOMA

en Tunja, a los 24 días del mes de febrero de 2017

Admisiones y Control de Registro Académico
Diploma No. 101631
Libro de Registro No. 53
Folio No. 163
Fecha 24-02-2017

Rector

Secretario General

Decano

Coordinador

2. DATOS GENERALES:

No. Contrato: ORDEN DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES

Objeto: REVISIÓN INDEPENDIENTE AL DISEÑO ESTRUCTURAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA TECNOACADEMIA SENA UBICADO EN LA CALLE 50#10 A-331, DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ

Descripción proyecto: Construcción de tres (3) bloques de dos (2) niveles y altillo que comprenden de un edificio institucional en un área aproximada de 2130m^2.







Ubicación: Ciudad de Sogamoso

Tipo de estructura: Sistema combinado de pórticos resistentes a fuerzas verticales y horizontales con capacidad de disipación especial de energía (DES)

Tipo de cimentación: Cimentación superficial con zapatas de 0.50m y vigas de cimentación con altura de 0.50m.

Losa de entrepiso: Placa en lamina colaborante stell Deck de 50cm de espesor.

Cubierta: Teja arquitectónica a una y dos aguas apoyados con perfiles metálicos con perfil tubular rectangular para cubierta liviana y desagües por bajantes y ductos por placa con pendiente mínima.

Elementos no estructurales: Desempeño superior (Muros en bloque con columnetas de confinamiento interiores y muros de fachada en ladrillo a la vista con perforación vertical y horizontal con dovelas).

3. JUSTIFICACIÓN

La revisión de los diseños estructurales presentados a curaduría urbana de Sogamoso, Boyacá. Se hace con el fin de cumplir el objetivo de presentar acorde el proyecto en mención verificando el cumplimiento de los principales aspectos de la Norma Colombiana Sismo Resistente (NSR-10). Dicha revisión con el fin de darle viabilidad al proyecto de edificación y posteriormente otorgarle la correspondiente licencia de construcción.

El propósito de realizar la revisión de los diseños estructurales es el de garantizar la estabilidad y seguridad de la edificación, el cual es lo objetivo de todo diseño y esté relacionado con la capacidad de que la estructura para resistir las cargas o solicitaciones máximas posibles que puedan ocurrir durante su vida útil, sin incurrir en daños excesivos o en colapso parcial o total de la edificación; lo cual afectaría la seguridad e igualdad de la población. Una edificación diseñada siguiendo los requisitos consagrados en la Norma Colombiana Sismo Resistente, debe ser capaz de resistir, además de las fuerzas que le impone su uso, temblores de poca intensidad sin daño, temblores moderados sin daño estructural, pero posiblemente con algún daño en elementos no estructurales y un temblor fuerte con daños a elementos estructurales y no estructurales, pero sin colapso.

Para lo cual es necesario hacer la revisión del TECNOACADEMIA SENA ubicado en el municipio de Sogamoso, Boyacá con un área aproximada de 2130m^2 con 2 pisos con una cota máxima de N+7.36M. Donde se revisará el comportamiento estructural, tipología, sistema estructural, capacidad portante, materiales, disposición de acero de acuerdo con la ductilidad (DES) y elementos no estructurales.

4. RESPONSABLES

Propietario:	DR. MAURICIO BARÓN GRANADOS ALCALDIA MUNICIPAL DE SOGAMOSO NIT: 891.855.130-1
Diseñador Estructural:	ING. JORGE ANIBAL GUTIERREZ MP. No. 25202-249410 BYC Ingeniero Civil
Estudio geotécnico:	JAVA INGENIERIA ING. JAVIER VARGAS R MP. No. 15223-36995 BYC Ingeniero Geólogo
Revisor proyecto Estructural	DISARQEST SAS FABRICIO JOYA TIBAVIJA MP. No. 25202-286452 CND Ingeniero Civil

Memoria de cálculo: Descriptiva con tres (3) tomos de 132, 156 y 138 folios respectivamente.

Planos: Esquemáticos en 14 unidades correspondientes.

5. DOCUMENTACIÓN RECIBIDA

Memoria de cálculo: Suministrado vía correo electrónico Memorias de cálculo con tres tomos de 132, 156 y 138 7 folios respectivamente.

Planos: Suministrados vía correo electrónico 14 planos en formato dwg y PDF.

Documentación del profesional:

Memorial de responsabilidad:	**CUMPLE**
Matricula profesional:	**CUMPLE**
Certificado Copnia:	**ADICIONAR**
Copia de cedula de ciudadanía:	**ADICIONAR**

6. NORMATIVIDADES APLICABLES (CUMPLE):

Concretos: Reglamento Colombiano de Construcciones Sismoresistente NSR-10.

Estructuras Metálicas: Load and Resistance Factor Design (LRFD)

7. SISTEMA DE UNIDADES (CUMPLE)

Es de uso obligatorio utilizar el sistema internacional de medidas (SI). NSR-10 A.1.7.

8. DATOS DE ENTRADA DE ESTUDIOS DE SUELOS (CUMPLE):

- Tipo de cimentación: Superficial en zapatas de 50cm de altura y vigas de cimentación con altura de 0.50m.
- Capacidad portante: 21.0 ton/m^2.
- Perfil del suelo: D.

9. PAUTAS PARA REVISIÓN ESTRUCTURAL

Para los capítulos subsiguientes se presenta la revisión del modelo siguiendo a continuación la siguiente sistemática. En cada ítem se emite una breve descripción al tema revisado, consecuente a ello se indicará el estado de la revisión seguida de la abreviatura "PR/" (punto revisado) con las siguientes pautas;

- **CUMPLE**

Se Representa cuando se da cumplimiento a los requisitos mínimos Exigidos por la NSR-10 y demás normas colombianas que rigen el diseño de la Estructuras.

- **NO CUMPLE**

Cuando al menos uno de los requisitos mínimos exigidos no satisface, para esta condición se referenciará el apartado de la norma a la cual no se da cumplimiento.

- **AJUSTAR**

Se indica para los casos en el que no hay concordancia entre planos arquitectónicos, planos estructurales y memorias de cálculo.

- **ADICIONAR**

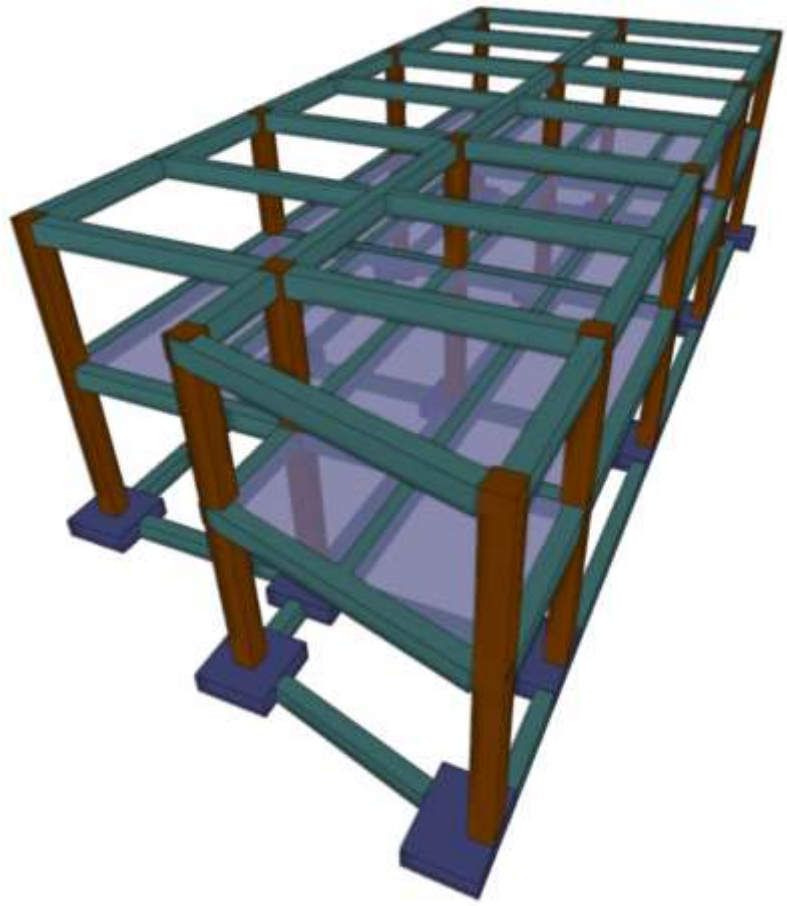
Se indica el apartado para aquellos casos en el que no se encuentra la información que permite la revisión o cuando se requiere por parte del diseñador una justificación del criterio de Diseño que Difiere del criterio del revisor Independiente.

- **PENDIENTE DE REVISIÓN**

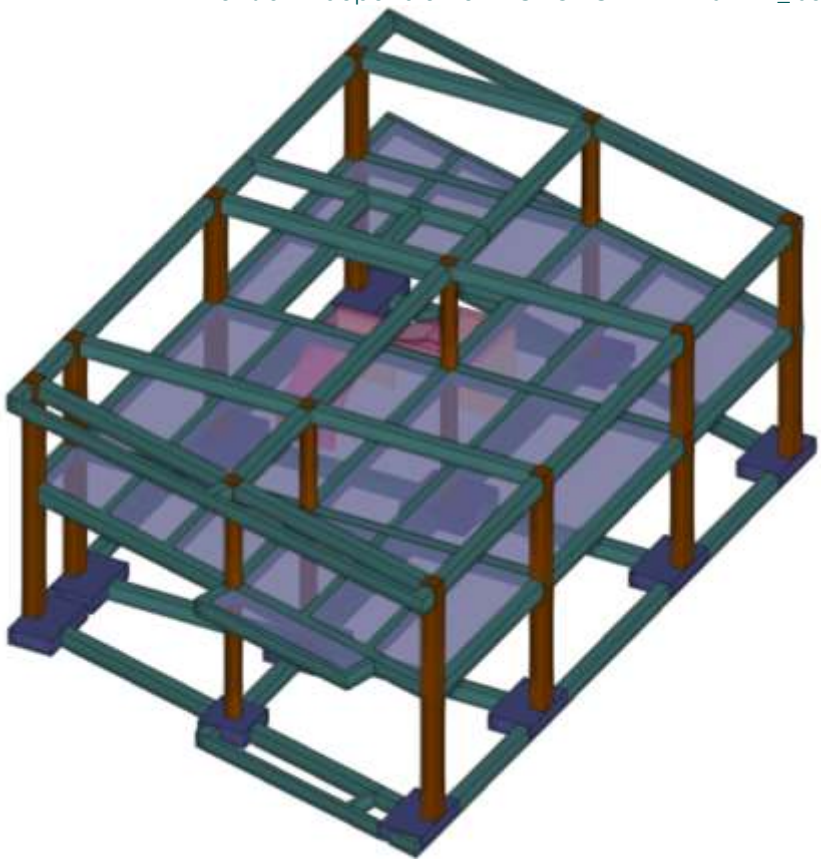
Condición para la cual se requiera validación o cumplimento de algunos de los puntos anteriores a la revisión dependientes al ítem analizado. Para esta condición se referenciará el ítem a la cual necesita Cumplimento para así llevar su respectiva revisión obteniendo una revisión adecuada.

10. SOFTWARE UTILIZADO EN LA REVISIÓN

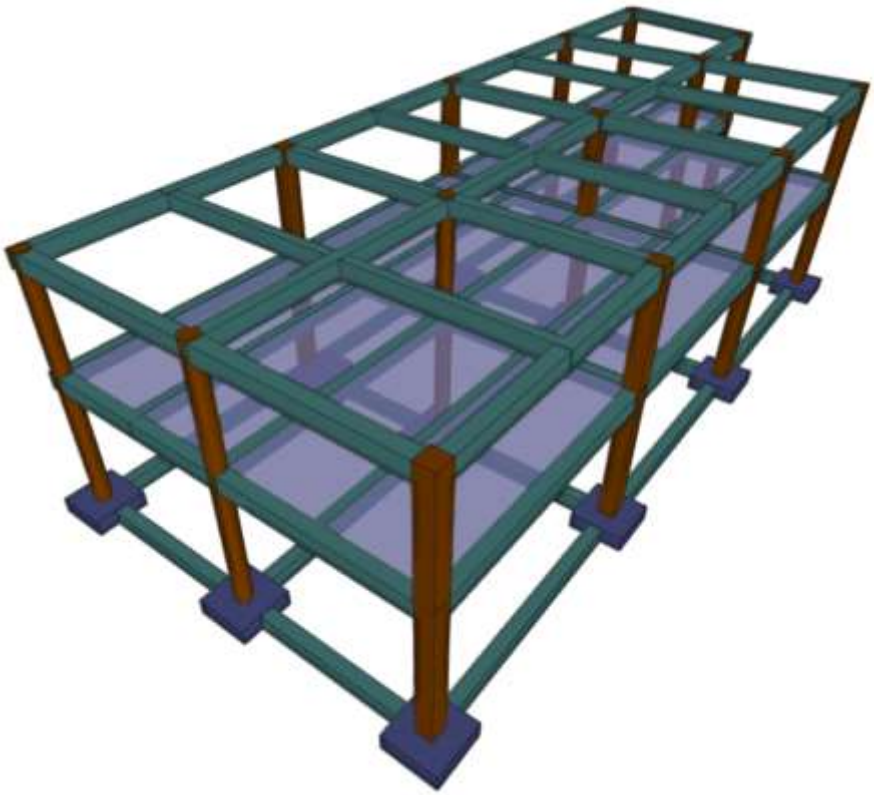
Para la respectiva revisión y a solicitud del cliente se realiza la modelación computacional bajo el software CYPECAD versión 2023.g licenciado, para verificar de una manera más profunda el diseño realizado por el calculista con el mismo programa CYPECAD versión 2026.b.



ISOMETRÍA DEL MODELO-BLOQUE 1



ISOMETRÍA DEL MODELO-BLOQUE 2



ISOMETRÍA DEL MODELO-BLOQUE 3

11. EVALUACIÓN DE CARGAS (CUMPLE):

Las cargas muertas se calcularon de acuerdo con el peso propio (el programa CYPE CAD) lo calculo automáticamente) de todos los elementos considerados a partir de la masa de los materiales según la densidad utilizando para ello los valores mínimos establecidos en el título B, tabla B.3.2-1 y las cargas muertas mínimas de elementos no estructurales horizontales y verticales del reglamento NSR-10. A continuación se encuentran las cargas muertas consideradas para el análisis.

En entrepisos

Estáticas: Institucional

- **Muerta:** 3.5 kN /m^2 (NSR-10 Tabla B.3.4.3-1) – INSITUCIONAL
- **Viva:** Cuartos privados: 2.0 kN /m^2 (NSR-10 Tabla B.4.2.1-1) – INSITUCIONAL
  Corredores: 5.0 kN /m^2 (NSR-10 Tabla B.4.2.1-1) – INSITUCIONAL

De acuerdo con el uso que tendrá la edificación se definieron las cargas vivas a utilizar en el diseño.

Fueron definidos los siguientes usos con sus respectivas cargas vivas según la tabla B.4.2.1-1 del reglamento NSR-10.

Tabla 1. Tabla B.4.2.1-1 de la NSR-10, Cargas vivas utilizadas en el diseño.

Ocupación o uso	Carga uniforme (kN/m^2) / m^2 de área en planta	Carga uniforme (kgf/m^2) / m^2 de área en planta
Institucional	5.0	500

- **Viva de cubierta:** 2.0 kN /m^2 (NSR-10 Tabla B.4.2.1-2)
- **Muertas:** 2.0 kN /m^2 (NSR-10 Tabla B.3.4.1-1)–Fachada y particiones
  1.5 kN /m^2 (NSR-10 Tabla B.3.4.1-3) – Afinado de pisos

Total Muertas (si no se realiza un análisis detallado): 3.50 kN /m^2

- **Granizo:** 1.00 kN /m^2, cubiertas planas con inclinación menor a 15°.

Se incluyó carga de granizo en cubierta y placa de tanques. CUMPLE

- **Dinámicas: Viento:** Categoría C, Velocidad del Viento 22.00 m/s (Sogamoso).
  - **Se incluyó carga de viento a la estructura como requisito NSR-10. CUMPLE**
  - **Se observan la alternancia de cargas en listado de cargas dispuesto por el programa. CUMPLE**

12. USO (CUMPLE)

Según se establece en la propuesta arquitectónica, el uso que tendrá la edificación es institucional uso de III – Edificaciones de atención a la comunidad donde lo menciona el numeral el Numeral A.2.5.1.4

Por lo cual la edificación pertenece al grupo de uso III, para lo cual se establece un valor de coeficiente de importancia según la tabla A.2.5-1 de **1.25** de NSR-10.

13. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL (CUMPLE)

Se trata de una estructura espacial en el cual las cargas verticales y horizontales son resistidas por un pórtico resistente a momentos, esencialmente completo, clasificada como sistema a porticado. Para el diseño del sistema estructural se siguieron los lineamientos establecidos en la norma colombiana de diseño y construcción sismo resistente NSR-10.

La estructura diseñada para esta sección de edificio de dos (2) pisos utilizando pórticos de concreto con un concreto de 210 kg/cm^2 o 3.000 PSI para columnas y con acero de 4200 kg/cm^2 o 60.000 PSI, con capacidad especial de disipación de energía (DES).

CONCRETO

Vigas, placas, escaleras,	21.5 MPa – 3.000PSI
Columnas	21.5 MPa – 3.000PSI
Vigas de Cimentación	21.5 MPa – 3.000PSI
Zapatas	21.5 MPa – 3.000PSI
Placa de contrapiso	21.0 MPa – 3.000PSI

ACERO

En general	420 MPa – 60.000PSI

MAMPOSTERIA

Ladrillo liviano común tipo Santa Fe	25 MPa – 3.600PSI

Cumple con los descrito en la tabla A.3-3 para tipo de sistemas estructurales.

14. PARÁMETROS SÍSMICOS (CUMPLE):

12.1. CRITERIO SISMICO DE DISEÑO

Ubicación:	Sogamoso- Boyacá
Grupo de Uso:	III (NSR-10 A.2.5)
Zona sísmica:	Especial
Coeficiente de aceleración horizontal:	Aa = 0.25 (Apéndice A-4)
Coeficiente de velocidad horizontal:	Av = 0.25 (Apéndice A-4)
Coeficiente de Importancia:	1.25 (NSR-10 Tabla A.2.5-1)
Perfil del suelo:	D
Capacidad Total de cimentación:	qadm=20.1kN

12.2. CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIÓN (CUMPLE)

Cuando una estructura se clasifique como irregular, el valor del coeficiente de capacidad de disipación de energía R que se utilice en el diseño sísmico de la edificación, debe reducirse multiplicándolo por φ_p, debido a irregularidades en planta, por φ_a debido a irregularidades en altura, y por φ_r debido a ausencia de redundancia, como indica la ecuación A.3.3-1.

$$R = \varphi_a * \varphi_p * \varphi_r * R_0$$

IRREGULARIDADES	SI	NO	φ_p	φ_a
EN PLANTA				
Tipo 1aP		X	1.0	
Tipo 1bP		X	1.0	
Tipo 2P		X	1.0	
Tipo 3P		X	1.0	
Tipo 4P		X	1.0	
Tipo 5P		X	1.0	
EN ALTURA				
EN PLANTA				
Tipo 1aA		X		1.0
Tipo 1bA		X		1.0
Tipo 2A		X		1.0
Tipo 3		X		1.0
Tipo 4A		X		1.0

Tipo 5aA	X	1.0
Tipo 5bA	X	1.0

Efectivamente la única irregularidad presentada:

Resultados de parámetros sísmicos encontrados de acuerdo con el modelo realizado teniendo en cuenta todos los criterios de diseño anteriores.

- Coeficiente de disipación de energía: (Tabla A.3.3) ($Ro = 7$)

C. SISTEMA DE PÓRTICO RESISTENTE A MOMENTOS		Valor R_0 (Nota 2)	Valor Ω_0 (Nota 4)	zonas de amenaza sísmica					
				Alta		Intermedia		baja	
Sistema resistencia sísmica (fuerzas horizontales)	Sistema resistencia para cargas verticales			uso permit	altura máx.	uso permit	altura máx.	uso permit	altura máx.
1. Pórticos resistentes a momentos con capacidad especial de disipación de energía (*DES*)									
a. De concreto (*DES*)	el mismo	7.0	3.0	si	sin límite	si	sin límite	si	sin límite

- Ausencia de redundancia en el sistema estructural de resistencia sísmica.

  A.3.3.8.2 Se le debe asignar un valor de 0.75 en la dirección, si posee la falta de un vano continuo. • **NO aplica ausencia de redundancia por tener más de dos ejes continuos. CUMPLE.** La edificación NO tiene ausencia de redundancia.

$\varphi_r x$: Coeficiente por ausencia de redundancia (X) (NSR-10, A.3.3.8) $\varphi_r x$: *1.00*

$\varphi_r y$: Coeficiente por ausencia de redundancia (Y) (NSR-10, A.3.3.8) $\varphi_r y$: *1.00*

De acuerdo con los datos geométricos, características de rigidez de la estructura empleado por el calculista se continua con la revisión

- Sistema estructural: Pórticos de concreto
- Capacidad de disipar energía: Especial
- Valor Ro: : 7.00
- Irregularidad en planta: 1.00
- Irregularidad en altura: 1.00
- Falta de redundancia 1.00
- **Valor a ser empleado en el diseño R: 7.00 → CUMPLE**

  - Norma utilizada: NSR-10

    Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (2010)

  - **Método de cálculo**: Análisis dinámico espectral (NSR-10, A.3.4.2.2)

12.3. COMBINACIONES DE CARGA (CUMPLE)

El modelo estructural del edificio se evaluó para las condiciones de un sismo de diseño según lo establecido en la NSR-10. Para efectos de la revisión del diseño de cada uno de los elementos estructurales, se utilizaron las combinaciones de carga establecidas en el titulo B.2.4.2 y se enumeran a continuación:

1.4D

1.2D+1.6L

1.2D+1.0L+ FX + 0.3FY COMBINACIÓN DE DESPLAZAMIENTO EN X

1.2D+1.0L+ FY - 0.3FX COMBINACIÓN DE DESPLAZAMIENTO EN Y

Donde D es la carga muerta, L la carga viva, SX carga sísmica en la dirección X y SY carga sísmica en la dirección Y.

12.4. ANALISIS DINAMICO (CUMPLE)

BLOQUE 1

- Análisis dinámico Espectral (NSR-10 A.3.4.2.2), encontrando 3 modos de vibración y excitación de la masa de más del 90 % (92.29% en sentido X y 92.46 % en sentido Y).

Datos del calculista

Modo	T	L_x	L_y	L_{gz}	M_x	M_y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 1	0.355	0.4275	0.1304	0.8946	81.12 %	7.53 %	R = 7 A = 1.423 m/s² D = 4.53253 mm	R = 7 A = 1.423 m/s² D = 4.53253 mm
Modo 2	0.344	0.2916	0.9485	0.1236	8 %	84.46 %	R = 7 A = 1.423 m/s² D = 4.26825 mm	R = 7 A = 1.423 m/s² D = 4.26825 mm
Modo 3	0.305	0.0193	0.0074	0.9998	3.17 %	0.47 %	R = 7 A = 1.423 m/s² D = 3.36206 mm	R = 7 A = 1.423 m/s² D = 3.36206 mm
Total					92.29 %	92.46 %		

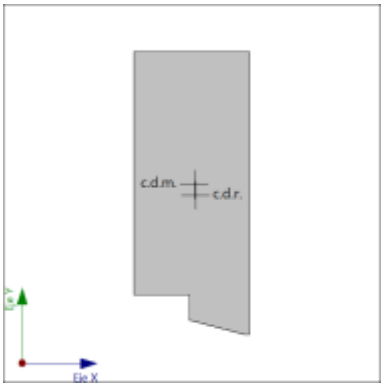
Datos de revisor

Modo	T	L_x	L_y	L_{gz}	M_x	M_y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 1	0.383	0.4428	0.1346	0.8864	82.33 %	7.59 %	R = 7 A = 1.423 m/s² D = 5.28969 mm	R = 7 A = 1.423 m/s² D = 5.28969 mm
Modo 2	0.372	0.291	0.9539	0.0735	7.99 %	85.63 %	R = 7 A = 1.423 m/s² D = 4.98753 mm	R = 7 A = 1.423 m/s² D = 4.98753 mm
Modo 3	0.325	0.0193	0.0068	0.9998	3.1 %	0.39 %	R = 7 A = 1.423 m/s² D = 3.80377 mm	R = 7 A = 1.423 m/s² D = 3.80377 mm
Total					93.42 %	93.61 %		

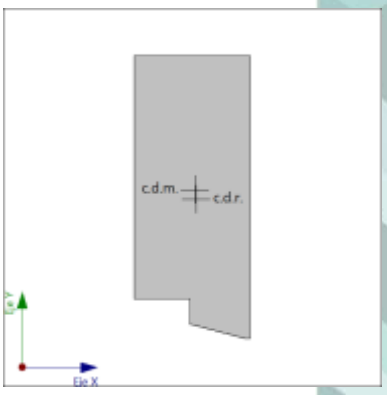
- Perfil sísmico: Tipo D (Según Estudio de Suelos)
- Coeficientes sísmicos de la ciudad de Sogamoso

  Se verifican irregularidades en planta, altura y ausencia de redundancia, las cuales, NO existen en la edificación por la configuración estructural y arquitectónica.
- Reducción de inercias en losas y vigas que no hacen parte del sistema de resistencia sísmica.
- Coeficiente de amplificación en meseta 1.016 g.
- Periodo fundamental de la estructura 0.383 seg.
- Excentricidad entre centros de masa y de rigidez por piso mayor encontrado de N+3.86m e_x= -0.17m y e_y=1.11m.

- **Representación gráfica del centro de masas y del centro de rigidez por planta**



N+3.86m



N+7.36m

- El valor de CuTa se presenta a continuación lo cual fue utilizado para hacer corrección por cortante basal, el cual el valor de T no puede exceder CuTa.

T_a : Periodo fundamental aproximado (X) (NSR-10, A.4.2.2) **T_a**, : *0.30* s

Cu=1.75 -1.2.Av.Fv
Cu=1.75 -1.2*0.25*1.90
Cu= 1.18 → No mayor de 1.20 (A.4.2-2)
CuTa= 1.18*0.3 = 0.35.

Combinaciones de carga: Según título B de NSR, Capitulo C9 y adicionales de Capitulo C.21 de la misma.

15. CORTANTE SÍSMICO EN LA BASE (CUMPLE):

Para la edificación es consistente con el peso y la aceleración pico efectiva calculada con el periodo fundamental de la estructura.

Se verifica la necesidad de corrección por cortante sísmico en la base por metodología CQC para estructura regular. Fue necesaria su aplicación, masa de Análisis Dinámico mayor a Análisis Fuerza Horizontal Equivalente

Verificación de la condición de cortante basal

Cuando el valor del cortante dinámico total en la base (V_d), obtenido después de realizar la combinación modal, para cualquiera de las direcciones de análisis, es menor que el 80 % del cortante basal sísmico estático (V_s), todos los parámetros de la respuesta dinámica se multiplican por el factor de modificación: $0.80 \cdot V_s/V_d$.

Geometría en altura (NSR-10, A.3.3.4 y A.3.3.5): Regular

Hipótesis sísmica	Condición de cortante basal mínimo	Factor de modificación
Sismo X1	$V_{d,X1} \geq 0.80 \cdot V_{s,X}$ 579.319 kN ≥ 511.042 kN	N.P.
Sismo Y1	$V_{d,Y1} \geq 0.80 \cdot V_{s,Y}$ 594.456 kN ≥ 511.042 kN	N.P.

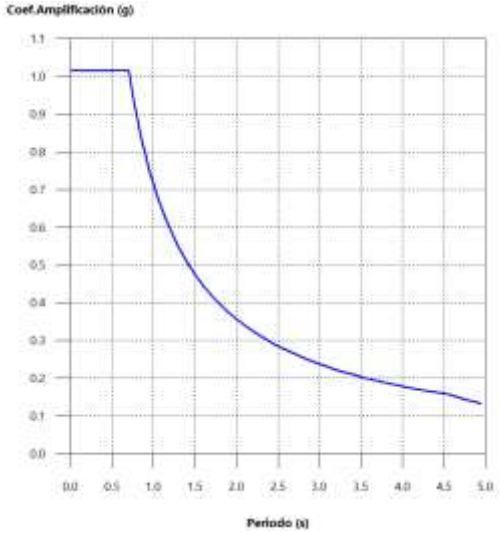
NSR-10 (A.5.4.5)

$V_{d,X}$: Cortante basal dinámico en dirección X, por hipótesis sísmica
$V_{s,X}$: Cortante basal estático en dirección X, por hipótesis sísmica
$V_{d,Y}$: Cortante basal dinámico en dirección Y, por hipótesis sísmica
$V_{s,Y}$: Cortante basal estático en dirección Y, por hipótesis sísmica

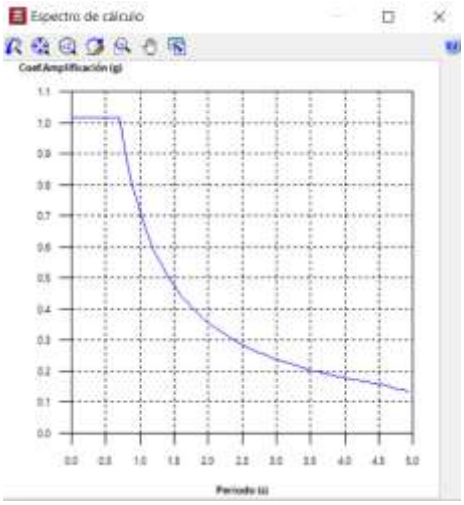
16. ESPECTRO DE DISEÑO (CUMPLE):

Se verifica el espectro con el mismo software utilizado:

Diseñador:



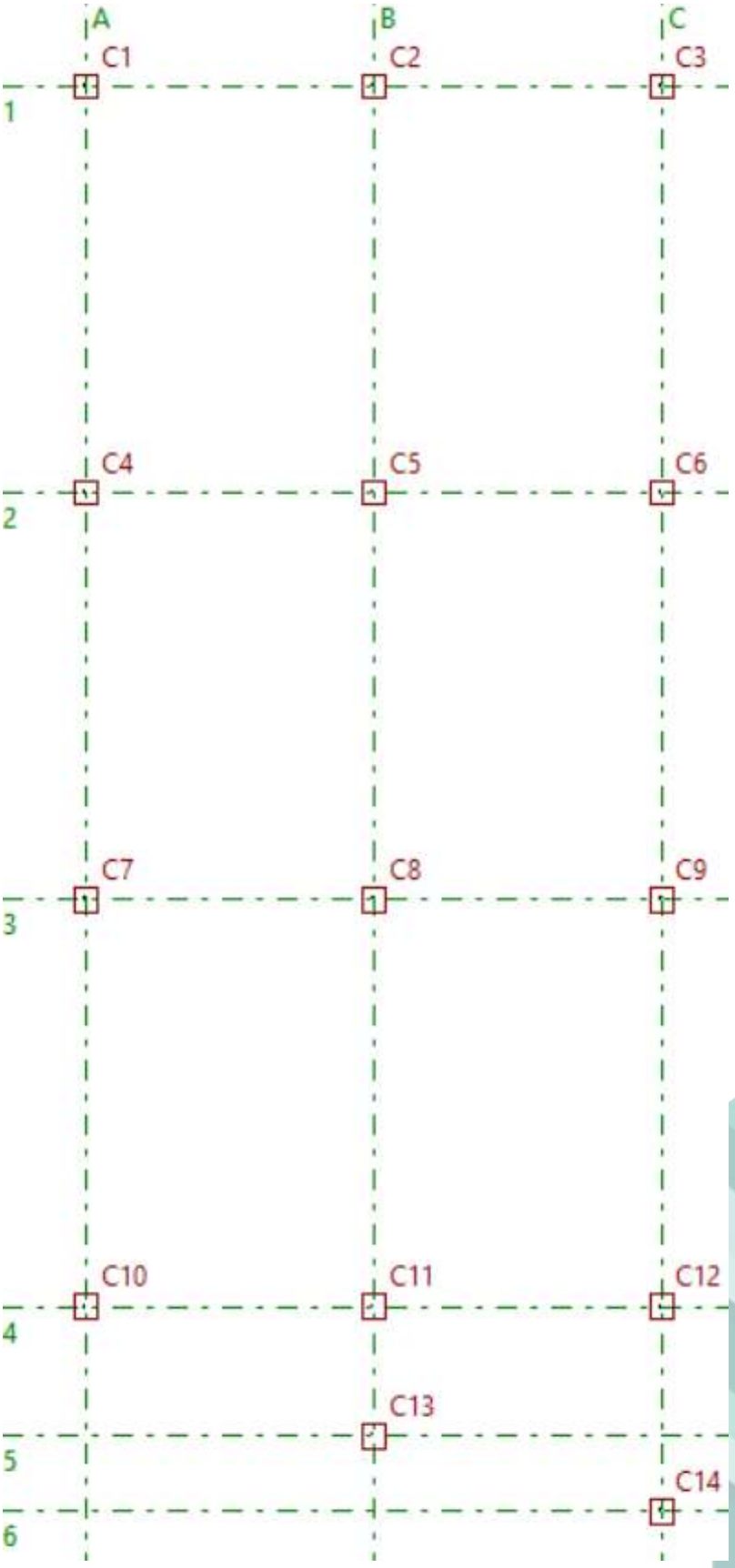
Revisor:



17. DESPLAZAMIENTOS MÁXIMOS O DERIVAS (CUMPLE):

Evaluados estática y dinámicamente, con un valor máximo de 0.44% % en X y 0.41% en Y, para entrepisos. 0.45 % en X y 0.43% en Y para altura total de la edificación. Todos estos valores son menores a 1.0 % lo cual es permitido por el Capitulo A.6 de NSR-10 (Caso en que no existe irregularidad torsional). Estos valores igualmente están mayorados por efectos de segundo orden P-Delta según Titulo C de NSR-10, por lo cual, a criterio cumple con un 10% de las columnas.

Ubicación de columnas en modelo revisor.



Resultado de derivas del diseñador

Situaciones sísmicas(1)									
Pilar	Planta	Cota (m)	h (m)	Distorsión X			Distorsión Y		
				Absoluta (m)	Relativa	Origen	Absoluta (m)	Relativa	Origen
C1	N+7.36m	7.11	3.50	0.0147	h / 239	----	0.0138	h / 254	----
	N+3.86m	3.61	4.21	0.0192	h / 220	----	0.0180	h / 234	----
	Cimentación	-0.60							
	Total		7.71	0.0339	h / 228	----	0.0318	h / 243	----
C2	N+7.36m	7.11	3.50	0.0147	h / 239	----	0.0134	h / 262	----
	N+3.86m	3.61	4.21	0.0192	h / 220	----	0.0175	h / 241	----
	Cimentación	-0.60							
	Total		7.71	0.0339	h / 228	----	0.0309	h / 250	----
C3	N+7.36m	7.11	3.50	0.0147	h / 239	----	0.0131	h / 268	----
	N+3.86m	3.61	4.21	0.0192	h / 220	----	0.0170	h / 248	----
	Cimentación	-0.60							
	Total		7.71	0.0339	h / 228	----	0.0301	h / 257	----
C4	N+7.36m	7.11	3.50	0.0128	h / 274	----	0.0138	h / 254	----
	N+3.86m	3.61	4.21	0.0166	h / 254	----	0.0180	h / 234	----
	Cimentación	-0.60							
	Total		7.71	0.0294	h / 263	----	0.0318	h / 243	----
C5	N+7.36m	7.11	3.50	0.0128	h / 274	----	0.0134	h / 262	----
	N+3.86m	3.61	4.21	0.0166	h / 254	----	0.0175	h / 241	----
	Cimentación	-0.60							
	Total		7.71	0.0294	h / 263	----	0.0309	h / 250	----
C6	N+7.36m	7.11	3.50	0.0128	h / 274	----	0.0131	h / 268	----
	N+3.86m	3.61	4.21	0.0166	h / 254	----	0.0170	h / 248	----
	Cimentación	-0.60							
	Total		7.71	0.0294	h / 263	----	0.0301	h / 257	----
C7	N+7.36m	7.11	3.50	0.0110	h / 319	----	0.0138	h / 254	----
	N+3.86m	3.61	4.21	0.0143	h / 295	----	0.0180	h / 234	----
	Cimentación	-0.60							
	Total		7.71	0.0253	h / 305	----	0.0318	h / 243	----
C8	N+7.36m	7.11	3.50	0.0110	h / 319	----	0.0134	h / 262	----
	N+3.86m	3.61	4.21	0.0143	h / 295	----	0.0175	h / 241	----
	Cimentación	-0.60							
	Total		7.71	0.0253	h / 305	----	0.0309	h / 250	----
C9	N+7.36m	7.11	3.50	0.0110	h / 319	----	0.0131	h / 268	----
	N+3.86m	3.61	4.21	0.0143	h / 295	----	0.0170	h / 248	----
	Cimentación	-0.60							
	Total		7.71	0.0253	h / 305	----	0.0301	h / 257	----
C10	N+7.36m	7.11	3.50	0.0096	h / 365	----	0.0138	h / 254	----

Situaciones sísmicas[1]									
Pilar	Planta	Cota (m)	h (m)	Distorsión X			Distorsión Y		
				Absoluta (m)	Relativa	Origen	Absoluta (m)	Relativa	Origen
	N+3.86m	3.61	4.21	0.0122	h / 346	----	0.0180	h / 234	----
	Cimentación	-0.60							
	Total		7.71	0.0218	h / 354	----	0.0318	h / 243	----
C11	N+7.36m	7.11	3.50	0.0096	h / 365	----	0.0134	h / 262	----
	N+3.86m	3.61	4.21	0.0122	h / 346	----	0.0175	h / 241	----
	Cimentación	-0.60							
	Total		7.71	0.0218	h / 354	----	0.0309	h / 250	----
C12	N+7.36m	7.11	3.50	0.0096	h / 365	----	0.0131	h / 268	----
	N+3.86m	3.61	4.21	0.0122	h / 346	----	0.0170	h / 248	----
	Cimentación	-0.60							
	Total		7.71	0.0218	h / 354	----	0.0301	h / 257	----
C13	N+7.36m	7.11	3.50	0.0092	h / 381	----	0.0134	h / 262	----
	N+3.86m	3.61	4.21	0.0117	h / 360	----	0.0175	h / 241	----
	Cimentación	-0.60							
	Total		7.71	0.0209	h / 369	----	0.0309	h / 250	----
C14	N+7.36m	7.11	3.50	0.0090	h / 389	----	0.0131	h / 268	----
	N+3.86m	3.61	4.21	0.0114	h / 370	----	0.0170	h / 248	----
	Cimentación	-0.60							
	Total		7.71	0.0204	h / 378	----	0.0301	h / 257	----

Notas:
[1] Las distorsiones están mayoradas por la ductilidad.

Resultado de derivas del revisor (desplazamiento por el software)

Situaciones sísmicas[1]							
Pilar	Planta	Cota (m)	h (m)	Distorsión X		Distorsión Y	
				Absoluta (m)	Relativa [%]	Absoluta (m)	Relativa [%]
C1	N+7.36m	7.11	3.5	0.0159	0.45	0.0148	0.42
	N+3.86m	3.61	3.61	0.0163	0.45	0.0153	0.42
	Cimentación	0					
	Total		7.11	0.0321	0.45	0.0301	0.42
C2	N+7.36m	7.11	3.5	0.0159	0.45	0.0144	0.41
	N+3.86m	3.61	3.61	0.0163	0.45	0.0149	0.41
	Cimentación	0					
	Total		7.11	0.0321	0.45	0.0292	0.41
C3	N+7.36m	7.11	3.5	0.0159	0.45	0.014	0.40
	N+3.86m	3.61	3.61	0.0163	0.45	0.0145	0.40
	Cimentación	0					
	Total		7.11	0.0321	0.45	0.0284	0.40

C4	N+7.36m N+3.86m Cimentación	7.11 3.61 0	3.5 3.61	0.0138 0.0141	0.39 0.39	0.0148 0.0153	0.42 0.42
	Total		7.11	0.0278	0.39	0.0301	0.42
C5	N+7.36m N+3.86m Cimentación	7.11 3.61 0	3.5 3.61	0.0138 0.0141	0.39 0.39	0.0144 0.0149	0.41 0.41
	Total		7.11	0.0278	0.39	0.0292	0.41
C6	N+7.36m N+3.86m Cimentación	7.11 3.61 0	3.5 3.61	0.0138 0.0141	0.39 0.39	0.014 0.0145	0.40 0.40
	Total		7.11	0.0278	0.39	0.0284	0.40
C7	N+7.36m N+3.86m Cimentación	7.11 3.61 0	3.5 3.61	0.0119 0.0121	0.34 0.33	0.0148 0.0153	0.42 0.42
	Total		7.11	0.0239	0.34	0.0301	0.42
C8	N+7.36m N+3.86m Cimentación	7.11 3.61 0	3.5 3.61	0.0119 0.0121	0.34 0.33	0.0144 0.0149	0.41 0.41
	Total		7.11	0.0239	0.34	0.0292	0.41
C9	N+7.36m N+3.86m Cimentación	7.11 3.61 0	3.5 3.61	0.0119 0.0121	0.34 0.33	0.014 0.0145	0.40 0.40
	Total		7.11	0.0239	0.34	0.0284	0.40
C10	N+7.36m N+3.86m Cimentación	7.11 3.61 0	3.5 3.61	0.0102 0.0103	0.29 0.28	0.0148 0.0153	0.42 0.42
	Total		7.11	0.0205	0.29	0.0301	0.42
C11	N+7.36m N+3.86m Cimentación	7.11 3.61 0	3.5 3.61	0.0102 0.0103	0.29 0.28	0.0144 0.0149	0.41 0.41
	Total		7.11	0.0205	0.29	0.0292	0.41
C12	N+7.36m N+3.86m Cimentación	7.11 3.61 0	3.5 3.61	0.0102 0.0103	0.29 0.28	0.014 0.0145	0.40 0.40
	Total		7.11	0.0205	0.29	0.0284	0.40
C13	N+7.36m N+3.86m Cimentación	7.11 3.61 0	3.5 3.61	0.0098 0.0098	0.28 0.27	0.0144 0.0149	0.41 0.41
	Total		7.11	0.0195	0.27	0.0292	0.41
C14	N+7.36m N+3.86m Cimentación	7.11 3.61 0	3.5 3.61	0.0095 0.0096	0.27 0.27	0.014 0.0145	0.40 0.40
	Total		7.11	0.019	0.27	0.0284	0.40

Los valores indicados tienen en cuenta los factores de desplazamientos definidos para los efectos multiplicadores de segundo orden.

Valores máximos

Desplome local máximo de los pilares (δ / h)				
Planta	Situaciones persistentes o transitorias		Situaciones sísmicas(1)	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
N+7.36m	1 / 8750 (C10, ...)	1 / 8750 (C2, ...)	1 / 221 (C1, ...)	1 / 237 (C1, ...)
N+3.86m	1 / 9025 (C1, ...)	----	1 / 222 (C1, ...)	1 / 236 (C1, ...)

Notas:
(1) Los desplazamientos están mayorados por la ductilidad.

Desplome total máximo de los pilares (Δ / H)			
Situaciones persistentes o transitorias		Situaciones sísmicas(1)	
Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
1 / 7900 (C14)	----	1 / 222 (C1, ...)	1 / 237 (C1, ...)

Notas:
(1) Los desplazamientos están mayorados por la ductilidad.

Los valores indicados tienen en cuenta los factores de desplazamientos definidos para los efectos multiplicadores de segundo orden.

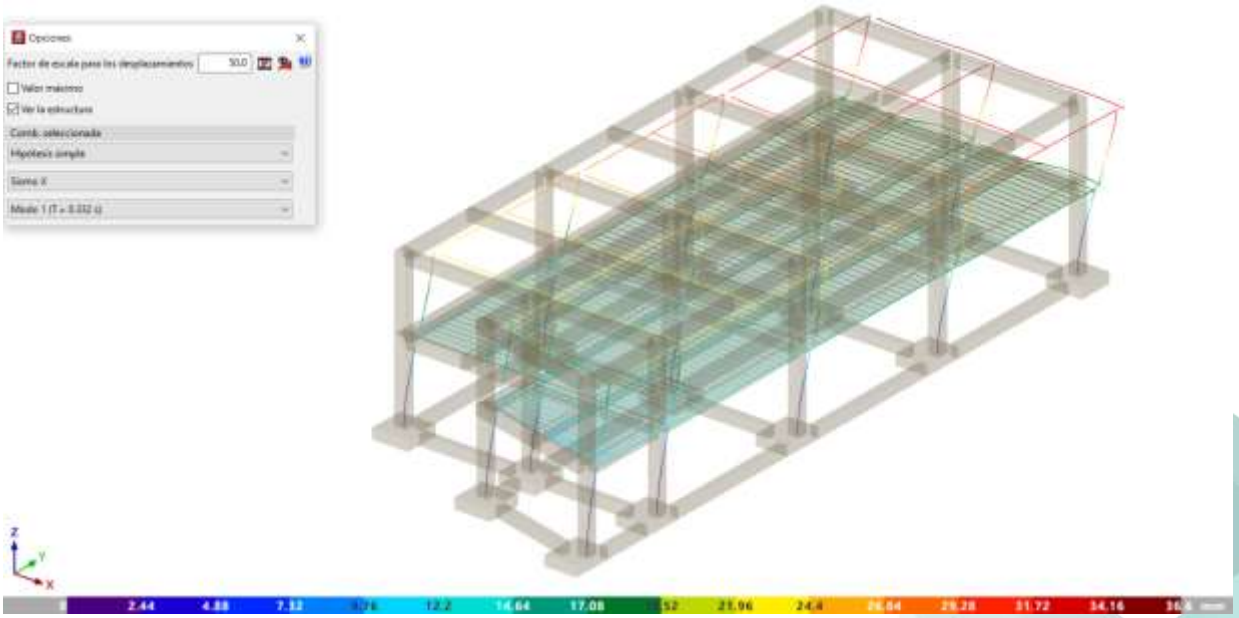


Diagrama exagerado 50 veces

Máximo desplazamiento en X 36.6 mm



Diagrama exagerado 50 veces

Máximo desplazamiento en Y =27.72 mm

Revisión

Máximo desplazamiento que debe tener el edificio =36.6 mm → CUMPLE

18. COMPROBACIONES DE ESTADO LIMITE ULTIMO EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES (CUMPLE):

Se determinan diagramas envolventes para cortantes, momentos, torsores tanto sísmicos y dinámicos para vigas e igualmente para columnas incluyendo interacción de fuerza axial con momento (Diagramas de interacción).

Estos presentan índices de sobreesfuerzo inferiores a 1, por lo tanto, son satisfactorios los despieces y dimensiones de elementos estructurales.

Se verifican flechas en cada uno de los elementos evaluados, siendo menores a los máximos presentados en el Titulo C de NSR-10.

19. REVISIÓN DE ELEMENTOS:

17.1. COLUMNAS (CUMPLE):

- Materiales: Para estructuras con capacidad de disipación de energía especial(DMO) la resistencia a compresión del concreto f'c ≥ 21 MPa: NSR-10 C21.1.4.2. → **CUMPLE**
- Requisitos geométricos: NSR-10 C.21.3.5.1. → **CUMPLE**
- Cuantía mínima y máxima: NSR-10 C21.3.5.2. → **CUMPLE**

- Traslapos: NSR-10 C21.1.6 y C.21.1.7 → ***CUMPLE***
- Separación entre barras es adecuada → ***CUMPLE***
- Separación acero de refuerzo transversal (Dentro de Zonas de confinamiento) → ***CUMPLE***
- Cuantía volumetría en sentido X y Y. C.21.3.5.7). → ***CUMPLE***
- Separación acero de refuerzo transversal (Fuera de Zonas de confinamiento) → ***CUMPLE***
- Cuenta con estribos suplementarios: → ***CUMPLE***
- Diámetro mínimo de acero transversal → ***CUMPLE***
- Localización de traslapos es adecuada → ***CUMPLE***
- Presenta flejes en nodo → ***CUMPLE***
- Cumple requisitos mínimos de recubrimiento → ***CUMPLE***
- Traslapos de refuerzo longitudinal cumple longitud mínima. → ***CUMPLE***

17.2. VIGAS (AJUSTAR):

- Materiales: Para estructuras con capacidad de disipación de energía especial(DMO) la resistencia a compresión del concreto f'c ≥ 21 MPa: NSR-10 C21.1.4.2. → ***CUMPLE***
- Requisitos geométricos: Seccióones → ***CUMPLE***
- Cuantía mínima y máxima: NSR-10 C21.3.4.3. → ***CUMPLE***
- Demanda especialde ductilidad: NSR-10 C21.3.4.4. → ***CUMPLE***
- Separación entre barras es adecuada → ***CUMPLE***
- Cumple con diámetro mínimo de refuerzo longitudinal → ***CUMPLE***
- Cumple con diámetro mínimo de refuerzo transversal → ***CUMPLE***
- Traslapos: NSR-10 C.12.15 elementos sometidos a Tracción y NSR-10 C.12.16 elementos sometidos a compresión. → ***CUMPLE***
- Localización de traslapos es adecuada → ***CUMPLE***
- Cumple requisitos mínimos de recubrimiento → ***CUMPLE***
- Cumple alturas mínimas para no requerir revisión de → ***CUMPLE***

deflexiones NSR-10 C.9. Adicionar revisión.

- Revisión de excentricidades apoyo viga-columna → ***CUMPLE***
  Revisar y adicionar comprobación C.21.3.4.2.
- Separación acero de refuerzo transversal → ***CUMPLE***
  (En el centro del vano)
- De acuerdo con resolución 0017 de 2017 se → ***CUMPLE***
  debe presentar comprobación manual del diseño a cortante y a flexión de la viga más representativa de la edificación.
- Coeficientes de reducción de resistencia de → ***CUMPLE***
  acuerdo con C.9.3.
- Verificación de diagrama de momentos → ***CUMPLE***
  mininos y máximos en vigas de entrepiso.
- Revisar separación entre barras para el refuerzo → ***CUMPLE***
  en segunda fila.

17.3. PLACAS DE ENTREPISO (CUMPLE)

- Materiales: Para estructuras con capacidad de → ***CUMPLE***
  disipación de energía especial(DMO) la resistencia a compresión del concreto f'c ≥ 21 MPa: NSR-10 C21.1.4.2.
- Requisitos geométricos: NSR-10 C.21.3.4.1. → ***CUMPLE***
- Cuantía mínima y máxima: NSR-10 C21.3.4.3. → ***CUMPLE***
- Demanda especialde ductilidad: NSR-10 C21.3.4.4. → ***CUMPLE***
- Separación entre barras es adecuada → ***CUMPLE***
- Separación acero de refuerzo transversal → ***CUMPLE***
- Cumple con diámetro mínimo de refuerzo longitudinal → ***CUMPLE***
- Cumple con diámetro mínimo de refuerzo transversal → ***CUMPLE***
- Traslapos: NSR-10 C.12.15 y16 elementos sometidos a → ***CUMPLE***
  Tracción y a compresión NSR-10 C.12.16.
- Inclusión de refuerzos donde los esfuerzos → ***CUMPLE***

sobre pasan lo permisible.

- Cumple requisitos mínimos de recubrimiento → ***CUMPLE***

17.4. CIMENTACIÓN (CUMPLE):

- La cimentación debe diseñarse para resistir cargas mayoradas y las reacciones inducidas. C.15.2.1. → ***CUMPLE***
- Se presentan un tipo de cimentación definida Con pilotes de 30cm a 22m los cuales no superan la presión máxima de contacto tanto estática como dinámica, definida por el Estudio de Suelos. → ***CUMPLE***
- Coeficiente de estabilidad del cimiento Inferior al 100%. → ***CUMPLE***
- Diseño por flexión del cimiento adecuado (No incluye instalación de parilla superior para efectos verticales negativos en cimiento). → ***CUMPLE***
- Diseño por cortante del cimiento adecuado (Altura adecuada) → ***CUMPLE***
- Cuantía de cimiento de 0.0028, superior a mínimo de 0.0018. Para la zapata tipo5. → ***CUMPLE***
- Vigas de cimentación con cumplimiento de verificación de efectos sísmicos A.3.1.5 y C.15.13.1. Cumple C.15.13.3.1 L/30 para DMO. → ***CUMPLE***
- Vigas de cimentación con cumplimiento de verificación de acero longitudinal continuo C.15.13.2. → ***CUMPLE***
- Separación entre barras es ≤ 3* espesor de la zapata. → ***CUMPLE***
- La localización de traslapos es adecuada para vigas de cimentación C.7.13.2.4 y C.7.13.2.5 de la NSR10. → ***CUMPLE***
- Cumple con requisitos mínimos de recubrimiento. → ***CUMPLE***

- Espesor de elementos de cimentación bridan un adecuado espesor para el desarrollo de barras de refuerzo de las columnas.

  → ***CUMPLE***

17.5. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES (CUMPLE):

- Muros: Diseñados según Titulo A.9, con grado de desempeño superior (Requiere dilataciones).
  - Se presenta diseño de elementos no estructurales.
- Cubierta:
  - Perfileria metálica A500 GRADO C → ***CUMPLE***
  - Verificación de correas: Reporte
    Se debe incluir las cargas de granizo → ***CUMPLE***

20. REVISIÓN DE PLANOS (CUMPLE):

Plano 1

Planta general de cimentación del bloque 1 (Nivel -1.10m) ejes acotados y separados de acuerdo con arquitectura, descripción individual de dimensiones de cimientos, vigas y columnas a realizar, niveles de fundación. Adicional, se presenta detalles de cimentación indicando niveles y recubrimientos a realizar.
Despiece de vigas de cimentación indicando la separación de varillas y estribos acuerdo a los requisitos exigidos. Adicional cuadre resumen de planos y cuadro de características sismo resistentes del proyecto.

Plano 2

Despieces de columnas con especificaciones para elementos con disipación especial de energía. Presenta corte en X y Y en alzado, con ubicación de niveles y posicionamiento de refuerzos de acuerdo y con cartillas de acero. Adicionalmente, se presenta despiece de escaleras

indicando materiales, geométrica y cargas necesarias para el diseño. Se presenta que presenta cortes estructurales indicando los niveles correspondientes desde la cimentación a cubierta con el tipo de cimentación indicado. Corte longitudinal por el eje C-C y 1-1. Adicional, se presenta detalles de elementos no estructurales indicando refuerzo de columnetas, vigas corona, refuerzo longitudinal, secciones de elementos para aberturas de ventanas y puertas. también, se presenta detalle de placas de entrepiso para Steel deck.

Plano 3

Planta 2 N+3.86M del bloque 1 debidamente acotada a ejes y entre vanos, enumeración de vigas correspondiente a la planta, ubicación de escalera y vacíos debidamente acotados. Despiece de vigas aéreas planta 2 N+3.86M del bloque 1 con especificaciones para elementos con disipación especial de energía presentando zonas de confinamiento, posición adecuada de los traslapos, separación mínima entre barras longitudinales y Cartillas de acero.

Plano 4

Planta 3 Cubierta N+7.36M del bloque 1 debidamente acotada a ejes y entre vanos, enumeración de vigas correspondiente a la planta, ubicación de escalera y vacíos debidamente acotados. Despiece de vigas aéreas planta 3 Cubierta N+7.36M del bloque 1 con especificaciones para elementos con disipación especial de energía presentando zonas de confinamiento, posición adecuada de los traslapos, separación mínima entre barras longitudinales y Cartillas de acero.

Plano 5

Planta general de cimentación del bloque 2 (Nivel -1.10m) ejes acotados y separados de acuerdo con arquitectura, descripción individual de dimensiones de cimientos, vigas y columnas a realizar, niveles de fundación. Adicional, se presenta detalles de cimentación indicando niveles y recubrimientos a realizar.

Despiece de vigas de cimentación indicando la separación de varillas y estribos acuerdo a los requisitos exigidos. Adicional cuadre resumen de planos y cuadro de características sismo resistentes del proyecto.

Plano 6

Despieces de columnas con especificaciones para elementos con disipación especial de energía. Presenta corte en X y Y en alzado, con ubicación de niveles y posicionamiento de refuerzos de acuerdo y con cartillas de acero. Adicionalmente, se presenta despiece de escaleras indicando materiales, geométrica y cargas necesarias para el diseño. Se presenta que presenta cortes estructurales indicando los niveles correspondientes desde la cimentación a cubierta con el tipo de cimentación indicado. Corte longitudinal por el eje D-D y 4-4. Adicional, se presenta detalles de elementos no estructurales indicando refuerzo de columnetas, vigas corona, refuerzo longitudinal, secciones de elementos para aberturas de ventanas y puertas. también, se presenta detalle de placas de entrepiso para Steel deck.

Plano 7

Planta 3 Cubierta N+7.36M del bloque 2 debidamente acotada a ejes y entre vanos, enumeración de vigas correspondiente a la planta, ubicación de escalera y vacíos debidamente acotados. Despiece de vigas aéreas planta 3 Cubierta N+7.36M del bloque 2 con especificaciones para elementos con disipación especial de energía presentando zonas de confinamiento, posición adecuada de los traslapos, separación mínima entre barras longitudinales y Cartillas de acero.

Plano 8

Planta 2 N+3.86M del bloque 2 debidamente acotada a ejes y entre vanos, enumeración de vigas correspondiente a la planta, ubicación de escalera y vacíos debidamente acotados. Despiece de vigas aéreas planta 2 N+3.86M del bloque 2 con especificaciones para elementos con disipación especial de energía presentando zonas de confinamiento, posición adecuada de los traslapos, separación mínima entre barras longitudinales y Cartillas de acero.

Plano 9

Planta 3 Cubierta N+7.36M del bloque 2 debidamente acotada a ejes y entre vanos, enumeración de vigas correspondiente a la planta, ubicación de escalera y vacíos debidamente acotados. Despiece de vigas aéreas planta 2 N+7.36M del bloque 2 con especificaciones para elementos con disipación especial de energía presentando zonas de confinamiento, posición adecuada de los traslapos, separación mínima entre barras longitudinales y Cartillas de acero.

Plano 10

Continuación de despiece de vigas aéreas planta 2 N+3.50M del bloque 2 con especificaciones para elementos con disipación especial de energía presentando zonas de confinamiento, posición adecuada de los traslapos, separación mínima entre barras longitudinales y Cartillas de acero. Se presenta detalles de elementos de cubierta indicando secciones muros cuchillas, perfiles tipo C para cubierta con detalles de apoyo a vigas cinta.

Plano 11

Planta general de cimentación del bloque 3 (Nivel -1.10m) ejes acotados y separados de acuerdo con arquitectura, descripción individual de dimensiones de cimientos, vigas y columnas a realizar, niveles de fundación. Adicional, se presenta detalles de cimentación indicando niveles y recubrimientos a realizar.

Despiece de vigas de cimentación indicando la separación de varillas y estribos acuerdo a los requisitos exigidos. Adicional cuadre resumen de planos y cuadro de características sismo resistentes del proyecto.

Plano 12

Despieces de columnas con especificaciones para elementos con disipación especial de energía. Presenta corte en X y Y en alzado, con ubicación de niveles y posicionamiento de refuerzos de acuerdo y con cartillas de acero. Adicionalmente, se presenta despiece de escaleras indicando materiales, geométrica y cargas necesarias para el diseño. Se presenta que presenta cortes estructurales indicando los niveles correspondientes desde la cimentación a cubierta con el tipo de cimentación indicado. Corte longitudinal por el eje G-G y 9-9. Adicional, se presenta detalles de elementos no estructurales indicando refuerzo de

columnetas, vigas corona, refuerzo longitudinal, secciones de elementos para aberturas de ventanas y puertas. también, se presenta detalle de placas de entrepiso para Steel deck.

Plano 13

Planta 2 N+3.86M del bloque 3 debidamente acotada a ejes y entre vanos, enumeración de vigas correspondiente a la planta, ubicación de escalera y vacíos debidamente acotados. Despiece de vigas aéreas planta 2 N+3.86M del bloque 3 con especificaciones para elementos con disipación especial de energía presentando zonas de confinamiento, posición adecuada de los traslapos, separación mínima entre barras longitudinales y Cartillas de acero.

Plano 14

Planta 3 Cubierta N+7.36M del bloque 3 debidamente acotada a ejes y entre vanos, enumeración de vigas correspondiente a la planta, ubicación de escalera y vacíos debidamente acotados. Despiece de vigas aéreas planta 3 cubierta N+7.36M del bloque 3 con especificaciones para elementos con disipación especial de energía presentando zonas de confinamiento, posición adecuada de los traslapos, separación mínima entre barras longitudinales y Cartillas de acero. Se presenta detalles de elementos de cubierta indicando secciones muros cuchillas, perfiles tipo C para cubierta con detalles de apoyo a vigas cinta.

En virtud de los resultados obtenidos, bajo las condiciones y preceptos estipulados en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR – 10, los elementos que pertenecen al sistema estructural son diseñados respondiendo a la geometría planteada en arquitectura. Sin embargo, existió revisiones que no cumplían o que faltó adicionar y era necesario ajustar, para la respectiva aprobación de este documento ante curaduría de Sogamoso.

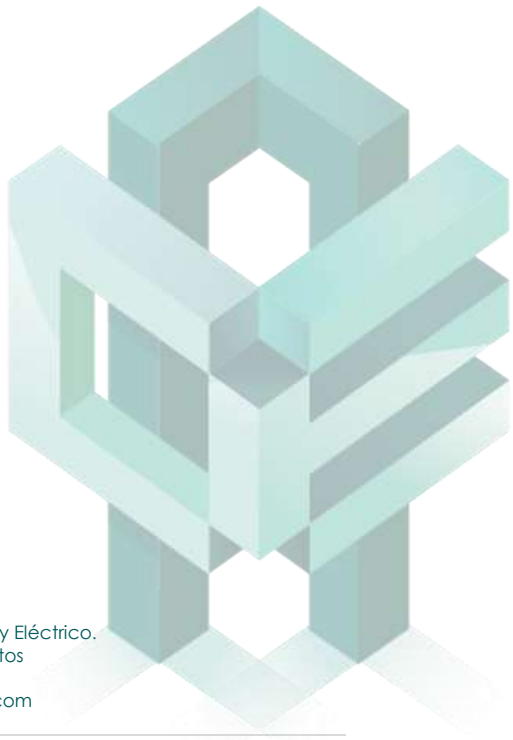
En segundo lugar, respondiendo a las solicitaciones de carga, la estructura es resistente a las fuerzas ocasionadas tanto por las cargas de servicio como por las fuerzas sísmicas que ocurren en un evento sísmico, logrando así, que la estructura cumpla con los requisitos del reglamento y sea una edificación apta y segura para sus futuros ocupantes ante la ocurrencia de un sismo.

De acuerdo con el artículo 3° de la ley 1796 del 31 de julio de 2016 y la resolución número 0017 del 4 de diciembre de 2017. Presento ante esta entidad la revisión estructural del proyecto denominado TECNOACADEMIA SENA UBICADO EN LA CALLE 50#10 A-331, DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ que compone de la construcción de un edificio de 2 pisos destinado para uso institucional en la ciudad de Sogamoso, Boyacá.



FABRICIO JOYA TIBAVIJA
INGENIERO CIVIL UMD
ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS UPTC
MP. No. 25202-28645CND

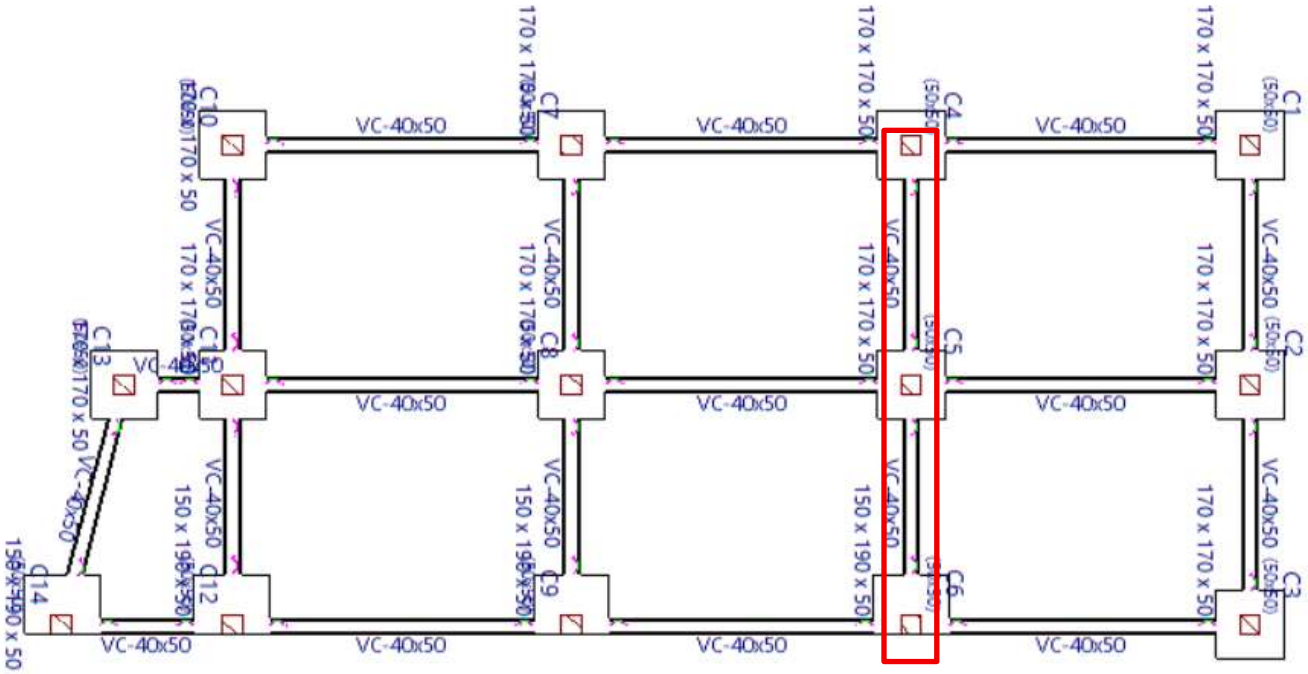
ANEXO CALCULOS REALIZADOS POR EL REVISOR INDEPENDIENTE



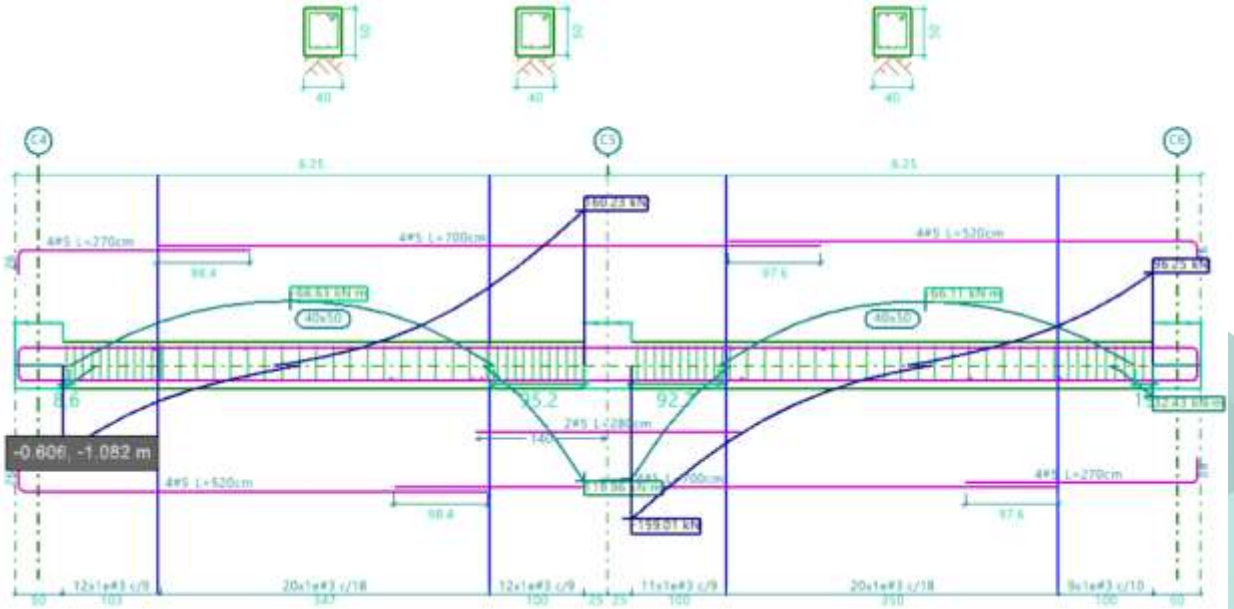
21. VERIFICACIÓN DE ELEMENTOS DE CONCRETO

21.1. VIGAS DE CIMENTACIÓN

Se revisa solo una viga de cimentación como la más cargada de la edificación.
VGCIM=102



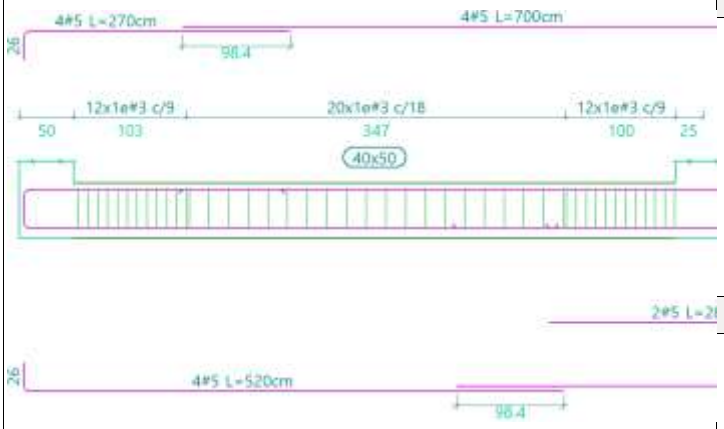
Diagramas de momento y cortante



Acero para instalar

1. DESCRIPCIÓN

Datos de la viga



Geometría	
Dimensiones	: 40x50
Luz libre	: 5.5 m
Recubrimiento geométrico superior	: 4.0 cm
Recubrimiento geométrico inferior	: 7.5 cm
Recubrimiento geométrico lateral	: 4.0 cm

Materiales	
Hormigón	: f'c=210
Armadura longitudinal	: Grade 60
Armadura transversal	: Grade 60

2. RESUMEN DE LAS COMPROBACIONES

Vano	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (NSR-10, TÍTULO C)																		Estado
	Disp.	Arm.	Q	Q S.	N,M	N,M S.	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_{xSt}	TV_{ySt}	$T,Disp._{sl}$	$T,Disp._{st}$	$T,Geom._{sl}$	$T,Arm._{st}$	
C4 - C5	Cumple	Cumple	'5.052 m' η = 40.6	'5.052 m' η = 75.9	'5.052 m' η = 73.2	'5.052 m' η = 89.8	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	**CUMPLE η = 89.8**

Notación:
Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras
Arm.: Armadura mínima y máxima
Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)
Q S.: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones sísmicas)
N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)
N,M S.: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones sísmicas)
T_c: Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua.
T_{st}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma.
T_{sl}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales.
TNM_x: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje X.
TV_x: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Compresión oblicua
TV_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua
TV_{xSt}: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Tracción en el alma.
TV_{ySt}: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma.
$T,Disp._{sl}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal.
$T,Disp._{st}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal.
$T,Geom._{sl}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal.
$T,Arm._{st}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados.
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(1) La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.
(2) La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre torsión y esfuerzos normales.

Vano	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (NSR-10, TÍTULO C)				Estado
	$s_{C,sup.}$	$s_{C,Lat.Der.}$	$s_{C,inf.}$	$s_{C,Lat.Izq.}$	
C4 - C5	x: 2.406 m Cumple	N.P.(1)	x: 5.5 m Cumple	N.P.(1)	**CUMPLE**

Notación:
$s_{C,sup.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara superior
$s_{C,Lat.Der.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral derecha
$s_{C,inf.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara inferior
$s_{C,Lat.Izq.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral izquierda
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(1) La comprobación no procede, ya que no hay ninguna armadura traccionada.

3. COMPROBACIONES DE RESISTENCIA

C4 - C5 (C4 - 4.812 m, Negativos)

Disposiciones relativas a las armaduras (NSR-10, Título C, Artículos 7.6 y 7.10)

Armadura longitudinal

La distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa no debe ser inferior a $s_{l,min}$ (Artículo 7.6.1):

75 mm ≥ 25 mm ✓

Donde:

$s_{l,min}$: Valor máximo de s_1, s_2, s_3.

$s_{l,min}$: *25* mm

s_1 : *16* mm

s_2 : *25* mm

s_3 : *17* mm

Siendo:

d_b: Diámetro de la barra más gruesa. **d_b** : *15.9* mm

d_{ag}: Tamaño máximo nominal del agregado grueso. **d_{ag}** : *13* mm

Armadura mínima y máxima (NSR-10, Título C, Artículos 10.5.1, 10.5.2, 10.5.3 y 10.9.1)

Flexión positiva alrededor del eje X:

El área de refuerzo longitudinal a tracción, A_s, no debe ser menor que $A_{s,min}$ (Artículos 10.5.1 y 10.5.3):

7.92 cm² ≥ 5.54 cm² ✓

Donde:

$A_{s,min}$: Valor máximo de A_{s1}, A_{s2}.

$A_{s,min}$: *5.54* cm²

A_{s1} : *4.49* cm²

A_{s2} : *5.54* cm²

Siendo:

f'_c: Resistencia especifica a compresión del hormigón. **f'_c** : *20.60* MPa

f_y: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. **f_y** : *412.02* MPa

b_w: Ancho del alma. **b_w** : *400* mm

d: Canto útil de la sección. **d** : *408* mm

Flexión negativa alrededor del eje X:

El área de refuerzo longitudinal a tracción, A_s, no debe ser menor que $A_{s,min}$ (Artículos 10.5.1 y 10.5.3):

7.92 cm² ≥ 6.01 cm² ✓

Donde:

$A_{s,min}$: Valor máximo de A_{s1}, A_{s2}.

$A_{s,min}$: *6.01* cm²

A_{s1} : *4.88* cm²

A_{s2} : *6.01* cm²

Siendo:

f'_c: Resistencia especifica a compresión del hormigón. f'_c : *20.60* MPa

f_y: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. f_y : *412.02* MPa

b_w: Ancho del alma. b_w : *400* mm

d: Canto útil de la sección. **d** : *443* mm

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (NSR-10, Título C, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

η : ***0.366*** ✓

Donde:

$V_{u,y}$: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo. $V_{u,y}$: *72.95* kN

$\phi \cdot V_{n,y}$: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma. $\phi \cdot V_{n,y}$: *199.52* kN

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '4.468 m', para la combinación de hipótesis "1.2·PP+1.2·CM+1.2·CargaMuerta+0.5·Qa(1)+V(-Xexc.+)+0.5·GranizoCubierta".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección Y:

Resistencia nominal a cortante en piezas que requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

V_n : *266.03* kN

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

V_c : *133.00* kN

([MPa] f'_c)

Al calcular V_c por medio de la ecuación (11-5), $V_u d/M_u$ no debe tomarse mayor que 1.0, y M_u ocurre simultáneamente con V_u en la sección considerada.

Sin embargo, V_c no debe tomarse mayor que:

V_c : *214.57* kN

([MPa] N_u/A_g y f'_c)

Donde:

f'_c: Resistencia especifica a compresión del hormigón. f'_c : *20.60* MPa

ρ_w : *0.005*

Siendo:

A_s: Área de refuerzo longitudinal no preesforzado a tracción. A_s : *8.60* cm²

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : *400* mm

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *408* mm

M_m : *1.58* kN·m

Donde:

M_u: Momento mayorado en la sección. M_u : *1.58* kN·m

N_u: Carga axial mayorada normal a la sección transversal. N_u : *0.00* kN

h: Altura de un elemento. **h** : *500.00* mm

A_g: Área total de la sección de hormigón. A_g : *2000.00* cm²

Resistencia al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante (Artículo 11.4.7):

V_s : *133.03* kN

V_s no debe considerarse mayor que (Artículo 11.4.7.9):

V_s : *493.27* kN

([MPa] f'_c)

Donde:

A_v: Área de refuerzo de cortante con un espaciamiento s. A_v : *1.43* cm²

f_{yt}: Resistencia específica a la fluencia f_{yt} del refuerzo transversal. f_{yt} : *412.02* MPa

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *408* mm

s: Separación medida centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : *180* mm

f'_c: Resistencia especifica a compresión del hormigón. f'_c : *20.60* MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : *400* mm

Separación de las armaduras transversales

Cortante en la dirección Y:

El espaciamiento del refuerzo de cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no debe exceder s_{max} (Artículo 11.4.5):

180 mm ≤ **205 mm** ✓

Donde:

s_{max}: Valor mínimo de s_1, s_2.

s_{max} : *205* mm

s_1 : *205* mm

s_2 : *600* mm

Siendo:

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción.

d : *408* mm

Cuantía mecánica mínima de la armadura transversal.

Cortante en la dirección Y:

Debe colocarse un área mínima de refuerzo para cortante, $A_{v,min}$, en todo elemento de concreto reforzado sometido a flexión (preesforzado y no preesforzado) (Artículo 11.4.6):

1.43 cm² ≥ **0.61 cm²** ✓

Donde:

$A_{v,min}$: *0.49* cm²

([MPa] f'_c y f_{yt})

Pero no debe ser menor a:

$A_{v,min}$: *0.61* cm²

([MPa] f_{yt})

Siendo:

f'_c: Resistencia especifica a compresión del hormigón.

f'_c : *20.60* MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular.

b_w : *400* mm

s: Separación medida centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal.

s : *180* mm

f_{yt}: Resistencia específica a la fluencia f_{yt} del refuerzo transversal.

f_{yt} : *412.02* MPa

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones sísmicas) (NSR-10, Título C, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

η : ***0.654*** ✓

Donde:

$V_{u,y}$: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo. **$V_{u,y}$** : *130.59* kN

$\phi \cdot V_{n,y}$: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma. **$\phi \cdot V_{n,y}$** : *199.54* kN

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '4.812 m', para la combinación de hipótesis "1.35·PP+1.35·CM+1.35·CargaMuerta+0.5·Qa(1)-SX-0.3·SY".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección Y:

Resistencia nominal a cortante en piezas que requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

V_n : *266.05* kN

El refuerzo transversal en la longitud l_o debe diseñarse para resistir el cortante suponiendo $V_c = 0$ cuando la fuerza axial de compresión mayorada, P_u, incluyendo el efecto sísmico es menor que $A_g f'_c/20$.

V_c : *0.00* kN

Resistencia al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante (Artículo 11.4.7):

V_s : *266.05* kN

V_s no debe considerarse mayor que (Artículo 11.4.7.9):

V_s : *493.27* kN

([MPa] f'_c)

Donde:

A_v: Área de refuerzo de cortante con un espaciamiento s. **A_v** : *1.43* cm²

f_{yt}: Resistencia específica a la fluencia f_{yt} del refuerzo transversal. **f_{yt}** : *412.02* MPa

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *408* mm

s: Separación medida centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : *90* mm

f'_c: Resistencia especifica a compresión del hormigón. **f'_c** : *20.60* MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. **b_w** : *400* mm

Separación de las armaduras transversales

Cortante en la dirección Y:

El espaciamiento del refuerzo de cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no debe exceder s_{max} (Artículo 11.4.5):

90 mm ≤ **205 mm** ✓

Donde:

s_{max}: Valor mínimo de s_1, s_2.

s_{max} : *205* mm

s_1 : *205* mm

s_2 : *600* mm

Siendo:

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción.

d : *408* mm

Cuantía mecánica mínima de la armadura transversal.

Cortante en la dirección Y:

Debe colocarse un área mínima de refuerzo para cortante, $A_{v,min}$, en todo elemento de concreto reforzado sometido a flexión (preesforzado y no preesforzado) (Artículo 11.4.6):

1.43 cm² ≥ **0.31 cm²** ✓

Donde:

$A_{v,min}$: *0.25* cm²

([MPa] f'_c y f_{yt})

Pero no debe ser menor a:

$A_{v,min}$: *0.31* cm²

([MPa] f_{yt})

Siendo:

f'_c: Resistencia especifica a compresión del hormigón.

f'_c : *20.60* MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular.

b_w : *400* mm

s: Separación medida centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal.

s : *90* mm

f_{yt}: Resistencia específica a la fluencia f_{yt} del refuerzo transversal.

f_{yt} : *412.02* MPa

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (NSR-10, Título C, Artículo 10)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '2.062 m', para la combinación de hipótesis "Envolvente de momentos mínimos en situaciones persistentes o transitorias".

Se debe satisfacer:

η : ***0.536*** ✓

Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

P_u,M_u son los esfuerzos de cálculo de primer orden.

P_u: Esfuerzo normal de cálculo. — **P_u** : *0.00* kN

M_u: Momento de cálculo de primer orden. — **$M_{u,x}$** : *-66.63* kN·m

$M_{u,y}$: *0.00* kN·m

$\phi \cdot P_n$,$\phi \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$\phi \cdot P_n$: Axil de agotamiento. — **$\phi \cdot P_n$** : *0.00* kN

$\phi \cdot M_n$: Momentos de agotamiento. — **$\phi \cdot M_{n,x}$** : *-124.30* kN·m

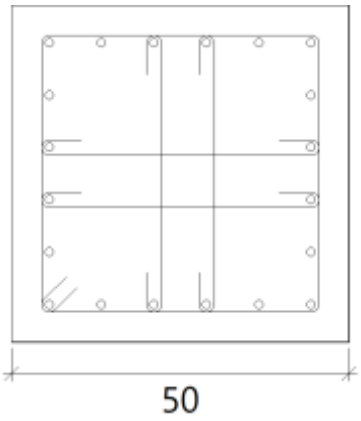
$\phi \cdot M_{n,y}$: *0.00* kN·m

22. REVISIÓN DE COLUMNAS:

COLUMNA C5

N+3.86M (-0.6 - 3.86 M)

Datos del pilar



Geometría	
Dimensiones	: 50x50 cm
Tramo	: -0.600/3.860 m
Altura libre	: 3.96 m
Recubrimiento geométrico	: 4.0 cm
Tamaño máximo de árido	: 13 mm

Materiales	Longitud de pandeo
Hormigón : f'c=210	Plano ZX : 3.96 m
Acero : Grade 60	Plano ZY : 3.96 m

Armadura longitudinal	Armadura transversal
Esquina : 4#4	Estribos : 1e#3+X2r#3+Y2r#3
Cara X : 8#4	Separación : 7 cm
Cara Y : 8#4	
Cuantía : 1.01 %	

Disposiciones relativas a las armaduras (NSR-10, Título C, Artículos 7.6 y 7.10)

Armadura longitudinal

En elementos a compresión reforzados con espirales o estribos, la distancia libre entre barras longitudinales no debe ser menor de $s_{l,min}$ (Artículo 7.6.3):

65 mm ≥ 40 mm ✓

Donde:

$s_{l,min}$: Valor máximo de s_1, s_2, s_3.

$s_{l,min}$: *40* mm

s_1 : *19* mm

s_2 : *40* mm

s_3 : *17* mm

Siendo:

d_b: Diámetro de la barra más gruesa. d_b : *12.7* mm

d_{ag}: Tamaño máximo nominal del agregado grueso. d_{ag} : *13* mm

Estribos

En elementos a compresión reforzados con espirales o estribos, la distancia libre entre refuerzos transversales no debe ser menor de $s_{t,min}$ (Artículo 7.6.3):

70 mm ≥ 40 mm ✓

Donde:

$s_{t,min}$: Valor máximo de s_1, s_2, s_3.

$s_{t,min}$: *40* mm

s_1 : *14* mm

s_2 : *40* mm

s_3 : *17* mm

Siendo:

$d_{b,t}$: Diámetro de la barra más gruesa de la armadura transversal. $d_{b,t}$: *9.5* mm

d_{ag}: Tamaño máximo nominal del agregado grueso. d_{ag} : *13* mm

El espaciamiento vertical de los estribos no debe exceder $s_{t,max}$ (Artículo 7.10.5.2):

70 mm ≤ 203 mm ✓

Donde:

$s_{t,max}$: Valor mínimo de s_1, s_2, s_3.

$s_{t,max}$: *203* mm

s_1 : *203* mm

s_2 : *457* mm

s_3 : *500* mm

Siendo:

d_b: Diámetro de la barra comprimida más delgada. d_b : *12.7* mm

$d_{b,t}$: Diámetro de la barra más delgada de la armadura transversal. $d_{b,t}$: *9.5* mm

b_{min}: Menor dimensión del elemento sometido a compresión. b_{min} : *500* mm

Todas las barras no preesforzadas deben estar confinadas por medio de estribos transversales de por lo menos diámetro No. 3 (3/8") ó 10M (10 mm), para barras longitudinales No. 10 (1-1/4") ó 32M (32 mm) o menores; y diámetro No. 4 (1/2") ó 12M (12 mm) como mínimo, para barras longitudinales No. 11 (1-3/8") ó 36M (36 mm), No. 14 (1-3/4") ó 45M (45 mm) y No. 18 (2-1/4") ó 55M (55 mm) y paquetes de barras (Artículo 7.10.5.1):

#3 ≥ 3/8" ó 10 mm ✓

Donde:

d_b: Diámetro de la barra comprimida más gruesa. d_b : *#4*

$d_{b,t}$: Diámetro de la barra más delgada de la armadura transversal. $d_{b,t}$: *#3*

Armadura mínima y máxima (NSR-10, Título C, Artículo 10.9.1)

El área de refuerzo longitudinal, A_{st}, para elementos no compuestos a compresión no debe ser menor que $0.01 \cdot A_g$ ni mayor que $0.04 \cdot A_g$ (Artículo 10.9.1):

25.34 cm² ≥ 25.00 cm² ✓

25.34 cm² ≤ 100.00 cm² ✓

Donde:

A_g: Área total de la sección de hormigón. A_g : *2500.00* cm²

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (NSR-10, Título C, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

η : ***0.035*** ✓

Donde:

V_u: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo. **$V_{u,x}$** : *7.94* kN
$V_{u,y}$: *1.60* kN

$\phi \cdot V_n$: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma. **$\phi \cdot V_n$** : *231.54* kN

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en 'Cabeza', para la combinación de hipótesis "1.2·PP+1.2·CM+1.2·CargaMuerta+V(-Xexc.+)+0.5·GranizoCubierta".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección X:

Resistencia nominal a cortante en piezas que no requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

V_n : *308.72* kN

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

Cuando M_m es negativo, V_c debe calcularse por medio de la ecuación:

V_c : *308.72* kN

([MPa] N_u/A_g y f'_c)

Donde:

f'_c: Resistencia especifica a compresión del hormigón. **f'_c** : *20.60* MPa

Siendo:

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. **b_w** : *500* mm

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *366* mm

M_m : *-98.20* kN·m

Donde:

M_u: Momento mayorado en la sección. **M_u** : *14.17* kN·m

N_u: Carga axial mayorada normal a la sección transversal. **N_u** : *550.34* kN

h: Altura de un elemento. **h** : *500.00* mm

A_g: Área total de la sección de hormigón. **A_g** : *2500.00* cm²

Cortante en la dirección Y:

Resistencia nominal a cortante en piezas que no requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

V_n : *308.72* kN

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

Cuando M_m es negativo, V_c debe calcularse por medio de la ecuación:

V_c : *308.72* kN

([MPa] N_u/A_g y f'_c)

Donde:

f'_c: Resistencia especifica a compresión del hormigón. **f'_c** : *20.60* MPa

Siendo:

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. **b_w** : *500* mm

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *366* mm

M_m : *-108.74* kN·m

Donde:

M_u: Momento mayorado en la sección. **M_u** : *-3.63* kN·m

N_u: Carga axial mayorada normal a la sección transversal. **N_u** : *550.34* kN

h: Altura de un elemento. **h** : *500.00* mm

A_g: Área total de la sección de hormigón. **A_g** : *2500.00* cm²

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones sísmicas) (NSR-10, Título C, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

η : ***0.462*** ✓

Donde:

V_u: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo. **$V_{u,x}$** : *4.69* kN

$V_{u,y}$: *49.91* kN

$\phi \cdot V_n$: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma. **$\phi \cdot V_{n,x}$** : *214.14* kN

$\phi \cdot V_{n,y}$: *108.11* kN

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en 'Pie', para la combinación de hipótesis "0.75·PP+0.75·CM+0.75·CargaMuerta+0.3·SX+SY".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección X:

Resistencia nominal a cortante en piezas que no requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

$\mathbf{V_n}$: *285.52* kN

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

Cuando M_m es negativo, V_c debe calcularse por medio de la ecuación:

$\mathbf{V_c}$: *285.52* kN

([MPa] N_u/A_g y f'_c)

Donde:

f'_c: Resistencia especifica a compresión del hormigón. $\mathbf{f'_c}$: *20.60* MPa

Siendo:

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. $\mathbf{b_w}$: *500* mm

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *366* mm

$\mathbf{M_m}$: *-60.61* kN·m

Donde:

M_u: Momento mayorado en la sección. $\mathbf{M_u}$: *10.05* kN·m

N_u: Carga axial mayorada normal a la sección transversal. $\mathbf{N_u}$: *346.02* kN

h: Altura de un elemento. **h** : *500.00* mm

A_g: Área total de la sección de hormigón. $\mathbf{A_g}$: *2500.00* cm²

Cortante en la dirección Y:

Resistencia nominal a cortante en piezas que no requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

$\mathbf{V_n}$: *144.14* kN

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

$\mathbf{V_c}$: *144.14* kN

([MPa] f'_c)

Al calcular V_c por medio de la ecuación (11-5), $V_u d/M_u$ no debe tomarse mayor que 1.0, y M_u ocurre simultáneamente con V_u en la sección considerada.

Sin embargo, V_c no debe tomarse mayor que:

$\mathbf{V_c}$: *285.52* kN

([MPa] N_u/A_g y f'_c)

Donde:

f'_c: Resistencia especifica a compresión del hormigón. f'_c : *20.60* MPa

ρ_w : *0.008*

Siendo:

A_s: Área de refuerzo longitudinal no preesforzado a tracción. A_s : *15.20* cm²

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. b_w : *500* mm

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *366* mm

M_m : *42.69* kN·m

Donde:

M_u: Momento mayorado en la sección. M_u : *113.35* kN·m

N_u: Carga axial mayorada normal a la sección transversal. N_u : *346.02* kN

h: Altura de un elemento. **h** : *500.00* mm

A_g: Área total de la sección de hormigón. A_g : *2500.00* cm²

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (NSR-10, Título C, Artículo 10)

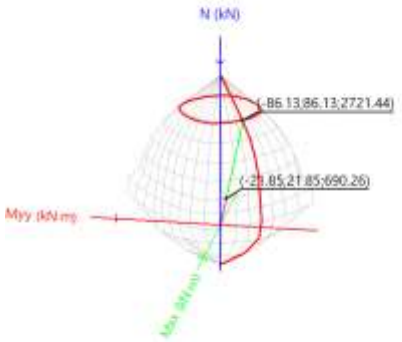
Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en 'Pie', para la combinación de hipótesis "1.2·PP+1.2·CM+1.2·CargaMuerta+1.6·Qa(1)+0.5·GranizoCubierta".

Se debe satisfacer:

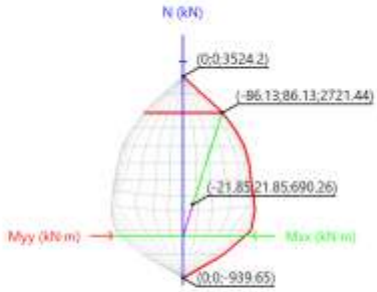
η : ***0.206*** ✓

η : ***0.254*** ✓

690.26 kN ≤ 2621.48 kN ✓



Volumen de capacidad



Vista N, M



Vista Mx, My

Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

P_u,M_u son los esfuerzos de cálculo de primer orden.

P_u: Esfuerzo normal de cálculo. — **P_u** : *690.26* kN

M_u: Momento de cálculo de primer orden. — **$M_{u,x}$** : *3.48* kN·m

$M_{u,y}$: *-3.59* kN·m

$\phi \cdot P_n$,$\phi \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$\phi \cdot P_n$: Axil de agotamiento. — **$\phi \cdot P_n$** : *3357.80* kN

$\phi \cdot M_n$: Momentos de agotamiento. — **$\phi \cdot M_{n,x}$** : *16.91* kN·m

$\phi \cdot M_{n,y}$: *-17.47* kN·m

Comprobación del estado limite de inestabilidad (η_2)

P_u,M_c esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos obtenidos a partir de los de primer orden incrementados para tener en cuenta los efectos de segundo orden a causa de la esbeltez.

P_u: Axil solicitante de cálculo pésimo. — **P_u** : *690.26* kN

M_c: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. — **$M_{c,x}$** : *21.85* kN·m

$M_{c,y}$: *-21.85* kN·m

$\phi \cdot P_n$,$\phi \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$\phi \cdot P_n$: Axil de agotamiento. — **$\phi \cdot P_n$** : *2721.44* kN

$\phi \cdot M_n$: Momentos de agotamiento. — **$\phi \cdot M_{n,x}$** : *86.13* kN·m

$\phi \cdot M_{n,y}$: *-86.13* kN·m

En el eje x:

No se permite ignorar los efectos de esbeltez en elementos a compresión que satisfacen (Artículo 10.10.1):

27.4 > **22.0**

Donde:

kl_u: Longitud efectiva. — **kl_u** : *3.960* m

r: Radio de giro de la sección transversal de un elemento en compresión. — **r** : *14.43* cm

Los elementos a compresión deben diseñarse para la fuerza axial mayorada P_u y para el momento magnificado por los efectos de curvatura del elemento, M_c (Artículo 10.10.6):

P_u : *690.26* kN

M_c : *21.85* kN·m

Donde:

M_2 : *20.71* kN·m

Siendo:

$M_{2,min}$: *20.71* kN·m

h: Altura de un elemento. **h** : *500.00* mm

δ_{ns} : *1.055*

Siendo:

P_c : *17661.41* kN

Donde:

E_c: Módulo de elasticidad del concreto. **E_c** : *21551.49* MPa

I_g: Momento de inercia de la sección bruta del elemento con respecto al eje que pasa por el centroide, sin tener en cuenta el refuerzo. **I_g** : *520833.33* cm4

kl_u: Longitud efectiva. **kl_u** : *3.960* m

En el eje y:

No se permite ignorar los efectos de esbeltez en elementos a compresión que satisfacen (Artículo 10.10.1):

27.4 > **22.0**

Donde:

kl_u: Longitud efectiva. **kl_u** : *3.960* m

r: Radio de giro de la sección transversal de un elemento en compresión. **r** : *14.43* cm

Los elementos a compresión deben diseñarse para la fuerza axial mayorada P_u y para el momento magnificado por los efectos de curvatura del elemento, M_c (Artículo 10.10.6):

P_u : *690.26* kN

M_c : *-21.85* kN·m

Donde:

M_2 : *-20.71* kN·m

Siendo:

$M_{2,min}$: *20.71* kN·m

h: Altura de un elemento. **h** : *500.00* mm

δ_{ns} : *1.055*

Siendo:

P_c : *17661.41* kN

Donde:

E_c: Módulo de elasticidad del concreto. E_c : *21551.49* MPa

I_g: Momento de inercia de la sección bruta del elemento con respecto al eje que pasa por el centroide, sin tener en cuenta el refuerzo. I_g : *520833.33* cm4

kl_u: Longitud efectiva. kl_u : *3.960* m

Comprobación de resistencia axial de diseño

La fuerza axial mayorada P_u de elementos en compresión no debe tomarse mayor que $\phi \cdot P_{n,max}$ (Artículo 10.3.6).

$\phi \cdot P_{n,max}$: *2621.48* kN

Siendo:

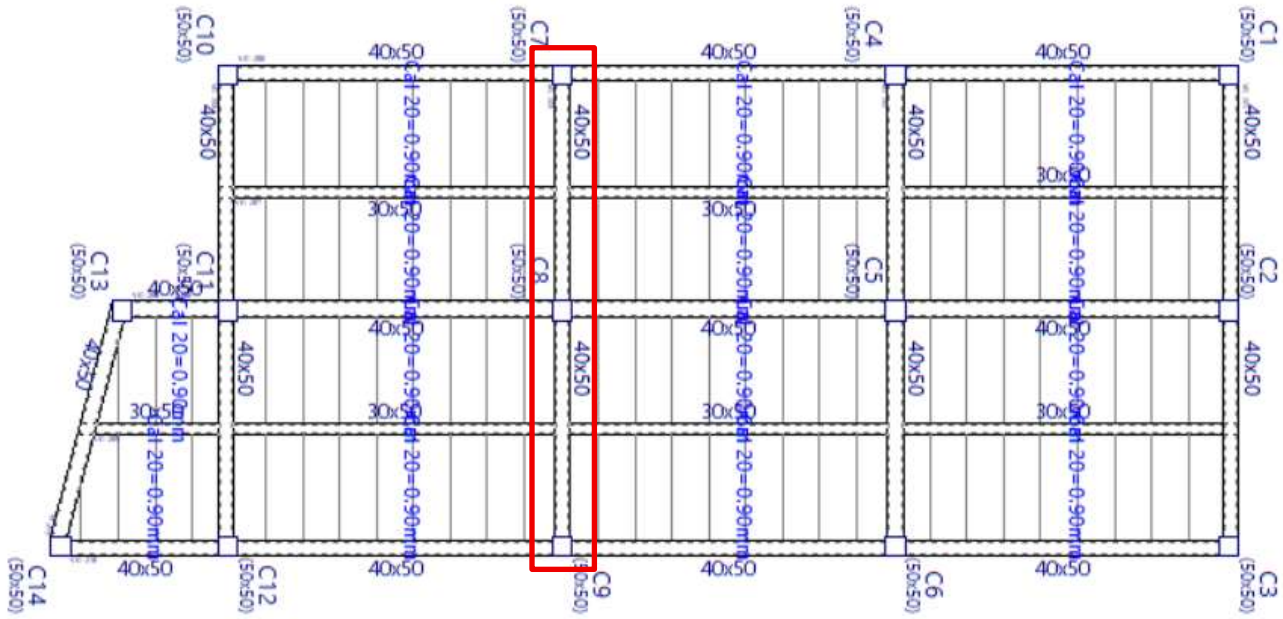
f'_c: Resistencia especifica a compresión del hormigón. f'_c : *20.60* MPa

f_y: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. f_y : *412.02* MPa

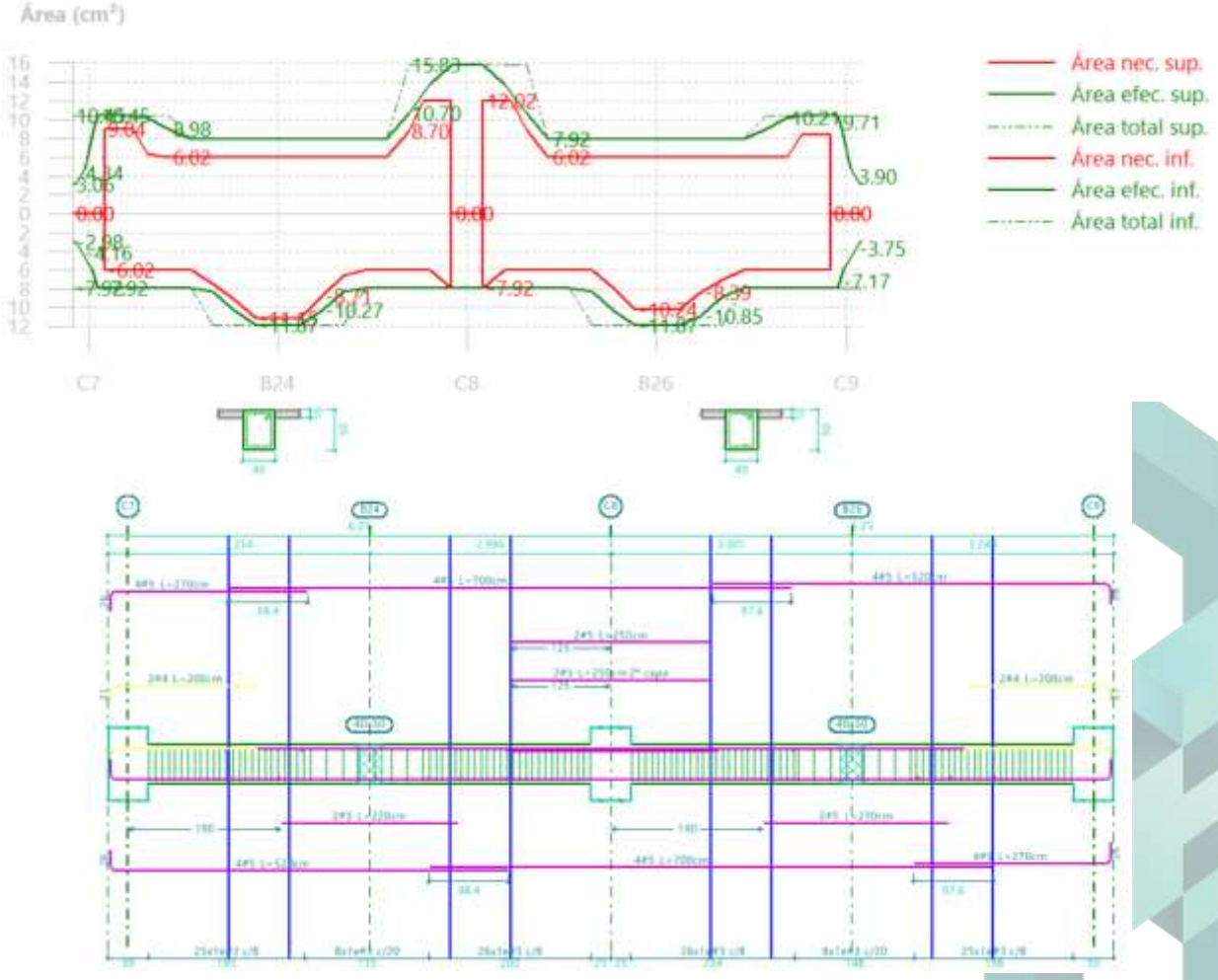
A_g: Área total de la sección de hormigón. A_g : *2500.00* cm²

A_{st}: Área total de refuerzo longitudinal no preesforzado. A_{st} : *25.34* cm²

23. REVISIÓN DE VIGA ENTREPISO:

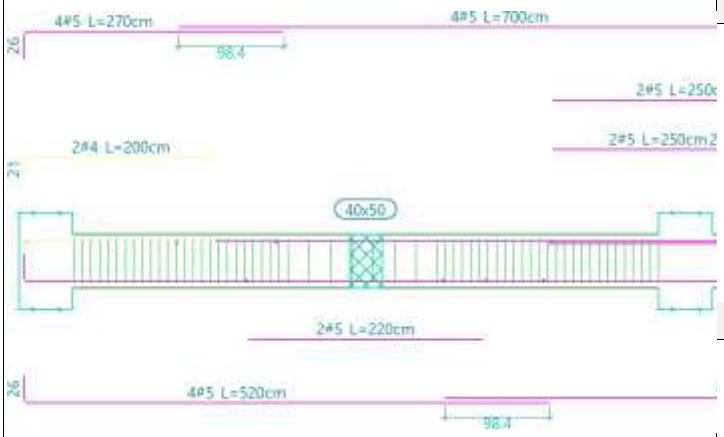


VIGA VG-203
ACERO REAL Y NECESARIO



1. DESCRIPCIÓN

Datos de la viga



Geometría	
Dimensiones	: 40x50
Luz libre	: 5.5 m
Recubrimiento geométrico superior	: 4.0 cm
Recubrimiento geométrico inferior	: 4.0 cm
Recubrimiento geométrico lateral	: 4.0 cm

Materiales	
Hormigón	: f'c=210
Armadura longitudinal	: Grade 60
Armadura transversal	: Grade 60

2. RESUMEN DE LAS COMPROBACIONES

Vano	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (NSR-10, TÍTULO C)																				Estado
	Disp.	Arm.	Q	Q S.	N,M	N,M S.	T_c	T_{st}	T_{sl}	TNM_x	TV_x	TV_y	TV_xS_t	TV_yS_t	$T,Disp._{sl}$	$T,Disp._{st}$	$T,Geom._{sl}$	$T,Arm._{st}$	Disp. S.	Cap. S	
C7 - C8	Cumple	Cumple	'3.440 m' η = 52.7	'3.440 m' η = 57.4	'2.410 m' η = 94.1	'5.052 m' η = 92.8	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	'0.000 m' Cumple	'5.500 m' Cumple	**CUMPLE η = 94.1**

Notación:
Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras
Arm.: Armadura mínima y máxima
Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)
Q S.: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones sísmicas)
N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)
N,M S.: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones sísmicas)
T_c: Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua.
T_{st}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma.
T_{sl}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales.
TNM_x: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje X.
TV_x: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Compresión oblicua
TV_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua
TV_xS_t: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Tracción en el alma.
TV_yS_t: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma.
$T,Disp._{sl}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal.
$T,Disp._{st}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal.
$T,Geom._{sl}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal.
$T,Arm._{st}$: Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados.
Disp. S.: Criterios de diseño por sismo
Cap. S: Cortante de diseño para vigas.
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(1) La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.
(2) La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre torsión y esfuerzos normales.

Vano	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (NSR-10, TÍTULO C)				Estado
	$s_{C,sup.}$	$s_{C,Lat.Der.}$	$s_{C,inf.}$	$s_{C,Lat.Izq.}$	
C7 - C8	x: 5.5 m Cumple	N.P.(1)	x: 2.754 m Cumple	N.P.(1)	**CUMPLE**

Notación:
$s_{C,sup.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara superior
$s_{C,Lat.Der.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral derecha
$s_{C,inf.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara inferior
$s_{C,Lat.Izq.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral izquierda
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(1) La comprobación no procede, ya que no hay ninguna armadura traccionada.

Viga	**Activa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim} = L/480$	Estado
C7 - C8	$f_{A,max}$: 2.45 mm $f_{A,lim}$: 11.46 mm	**CUMPLE**

3. COMPROBACIONES DE RESISTENCIA

C7 - C8 (C7 - 1.033 m, Negativos)

Disposiciones relativas a las armaduras (NSR-10, Título C, Artículos 7.6 y 7.10)

Armadura longitudinal

La distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa no debe ser inferior a $s_{l,min}$ (Artículo 7.6.1):

31 mm ≥ **25 mm** ✓

Donde:

$s_{l,min}$: Valor máximo de s_1, s_2, s_3.

$s_{l,min}$: *25* mm

s_1 : *16* mm

s_2 : *25* mm

s_3 : *17* mm

Siendo:

d_b: Diámetro de la barra más gruesa. **d_b** : *15.9* mm

d_{ag}: Tamaño máximo nominal del agregado grueso. **d_{ag}** : *13* mm

Armadura mínima y máxima (NSR-10, Título C, Artículos 10.5.1, 10.5.2, 10.5.3 y 10.9.1)

Flexión positiva alrededor del eje X:

El área de refuerzo longitudinal a tracción, A_s, no debe ser menor que $A_{s,min}$ (Artículos 10.5.1 y 10.5.3):

7.92 cm² ≥ **6.01 cm²** ✓

Donde:

$A_{s,min}$: Valor máximo de A_{s1}, A_{s2}.

$A_{s,min}$: *6.01* cm²

A_{s1} : *4.88* cm²

A_{s2} : *6.01* cm²

Siendo:

f'_c: Resistencia especifica a compresión del hormigón. **f'_c** : *20.60* MPa

f_y: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. **f_y** : *412.02* MPa

b_w: Ancho del alma. **b_w** : *400* mm

d: Canto útil de la sección. **d** : *443* mm

Flexión negativa alrededor del eje X:

El área de refuerzo longitudinal a tracción, A_s, no debe ser menor que $A_{s,min}$ (Artículos 10.5.1 y 10.5.3):

10.45 cm² ≥ **6.02 cm²** ✓

Donde:

$A_{s,min}$: Valor máximo de A_{s1}, A_{s2}.

$A_{s,min}$: *6.02* cm²

A_{s1} : *4.88* cm²

A_{s2} : *6.02* cm²

Siendo:

f'_c: Resistencia especifica a compresión del hormigón. **f'_c** : *20.60* MPa

f_y: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. **f_y** : *412.02* MPa

b_w: Ancho del alma. **b_w** : *400* mm

d: Canto útil de la sección. **d** : *443* mm

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) (NSR-10, Título C, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

η : ***0.288*** ✓

Donde:

$V_{u,y}$: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo. **$V_{u,y}$** : *101.85* kN

$\phi \cdot V_{n,y}$: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma. **$\phi \cdot V_{n,y}$** : *353.35* kN

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '0.000 m', para la combinación de hipótesis "1.2·PP+1.2·CM+1.2·CargaMuerta+1.6·Qa(1)+0.5·GranizoCubierta".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección Y:

Resistencia nominal a cortante en piezas que requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

V_n : *471.13* kN

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados sometidos a compresión axial (Artículo 11.2.2.2):

V_c : *145.83* kN

([MPa] f'_c)

Al calcular V_c por medio de la ecuación (11-5), $V_u d/M_u$ no debe tomarse mayor que 1.0, y M_u ocurre simultáneamente con V_u en la sección considerada.

Sin embargo, V_c no debe tomarse mayor que:

V_c : *233.20* kN

([MPa] N_u/A_g y f'_c)

Donde:

f'_c: Resistencia especifica a compresión del hormigón. **f'_c** : *20.60* MPa

ρ_w : *0.006*

Siendo:

A_s: Área de refuerzo longitudinal no preesforzado a tracción. **A_s** : *10.45* cm²

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. **b_w** : *400* mm

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *443* mm

M_m : *46.68* kN·m

Donde:

M_u: Momento mayorado en la sección. **M_u** : *-46.68* kN·m

N_u: Carga axial mayorada normal a la sección transversal. **N_u** : *0.00* kN

h: Altura de un elemento. **h** : *500.00* mm

A_g: Área total de la sección de hormigón. **A_g** : *2000.00* cm²

Resistencia al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante (Artículo 11.4.7):

V_s : *325.30* kN

V_s no debe considerarse mayor que (Artículo 11.4.7.9):

V_s : *536.10* kN

([MPa] f'_c)

Donde:

A_v: Área de refuerzo de cortante con un espaciamiento s. **A_v** : *1.43* cm²

f_{yt}: Resistencia específica a la fluencia f_{yt} del refuerzo transversal. **f_{yt}** : *412.02* MPa

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *443* mm

s: Separación medida centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : *80* mm

f'_c: Resistencia especifica a compresión del hormigón. **f'_c** : *20.60* MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular.

b_w : *400* mm

Separación de las armaduras transversales

Cortante en la dirección Y:

El espaciamiento del refuerzo de cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no debe exceder s_{max} (Artículo 11.4.5):

80 mm ≤ 225 mm ✓

Donde:

s_{max}: Valor mínimo de s_1, s_2.

s_{max} : *225* mm

s_1 : *225* mm

s_2 : *600* mm

Siendo:

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción.

d : *443* mm

Cuantía mecánica mínima de la armadura transversal.

Cortante en la dirección Y:

Debe colocarse un área mínima de refuerzo para cortante, $A_{v,min}$, en todo elemento de concreto reforzado sometido a flexión (preesforzado y no preesforzado) (Artículo 11.4.6):

1.43 cm² ≥ 0.27 cm² ✓

Donde:

$A_{v,min}$: *0.22* cm²

([MPa] f'_c y f_{yt})

Pero no debe ser menor a:

$A_{v,min}$: *0.27* cm²

([MPa] f_{yt})

Siendo:

f'_c: Resistencia especifica a compresión del hormigón.

f'_c : *20.60* MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular.

b_w : *400* mm

s: Separación medida centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal.

s : *80* mm

f_{yt}: Resistencia específica a la fluencia f_{yt} del refuerzo transversal. **f_{yt}** : *412.02* MPa

Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones sísmicas) (NSR-10, Título C, Artículo 11)

Se debe satisfacer:

η : ***0.466*** ✓

Donde:

$V_{u,y}$: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo. **$V_{u,y}$** : *113.81* kN

$\phi \cdot V_{n,y}$: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma. **$\phi \cdot V_{n,y}$** : *243.97* kN

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '0.000 m', para la combinación de hipótesis "1.35·PP+1.35·CM+1.35·CargaMuerta+0.5·Qa(1)-SX-0.3·SY".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección Y:

Resistencia nominal a cortante en piezas que requieren refuerzos de cortante, obtenida de acuerdo con el Artículo 11.1.1:

V_n : *325.30* kN

El refuerzo transversal en la longitud l_o debe diseñarse para resistir el cortante suponiendo $V_c = 0$ cuando la fuerza axial de compresión mayorada, P_u, incluyendo el efecto sísmico es menor que $A_g f'_c/20$.

V_c : *0.00* kN

Resistencia al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante (Artículo 11.4.7):

V_s : *325.30* kN

V_s no debe considerarse mayor que (Artículo 11.4.7.9):

V_s : *536.10* kN

([MPa] f'_c)

Donde:

A_v: Área de refuerzo de cortante con un espaciamiento s. **A_v** : *1.43* cm²

f_{yt}: Resistencia específica a la fluencia f_{yt} del refuerzo transversal. **f_{yt}** : *412.02* MPa

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción.

d : *443* mm

s: Separación medida centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal.

s : *80* mm

f'_c: Resistencia especifica a compresión del hormigón.

f'_c : *20.60* MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular.

b_w : *400* mm

Separación de las armaduras transversales

Cortante en la dirección Y:

El espaciamiento del refuerzo de cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no debe exceder s_{max} (Artículo 11.4.5):

80 mm ≤ **225 mm** ✓

Donde:

s_{max}: Valor mínimo de s_1, s_2.

s_{max} : *225* mm

s_1 : *225* mm

s_2 : *600* mm

Siendo:

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción.

d : *443* mm

Cuantía mecánica mínima de la armadura transversal.

Cortante en la dirección Y:

Debe colocarse un área mínima de refuerzo para cortante, $A_{v,min}$, en todo elemento de concreto reforzado sometido a flexión (preesforzado y no preesforzado) (Artículo 11.4.6):

1.43 cm² ≥ **0.27 cm²** ✓

Donde:

$A_{v,min}$: *0.22* cm²

([MPa] f'_c y f_{yt})

Pero no debe ser menor a:

$A_{v,min}$: *0.27* cm²

([MPa] f_{yt})

Siendo:

f'_c: Resistencia especifica a compresión del hormigón. **f'_c** : *20.60* MPa

b_w: Ancho del alma, o diámetro de la sección circular. **b_w** : *400* mm

s: Separación medida centro a centro del refuerzo transversal, en la dirección paralela al refuerzo longitudinal. **s** : *80* mm

f_{yt}: Resistencia específica a la fluencia f_{yt} del refuerzo transversal. **f_{yt}** : *412.02* MPa

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) (NSR-10, Título C, Artículo 10)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '0.000 m', para la combinación de hipótesis "Envolvente de momentos mínimos en situaciones persistentes o transitorias".

Se debe satisfacer:

η : ***0.586*** ✓

Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

P_u,M_u son los esfuerzos de cálculo de primer orden.

P_u: Esfuerzo normal de cálculo. **P_u** : *0.00* kN

M_u: Momento de cálculo de primer orden. **$M_{u,x}$** : *-92.96* kN·m

$M_{u,y}$: *0.00* kN·m

$\phi \cdot P_n$,$\phi \cdot M_n$ son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$\phi \cdot P_n$: Axil de agotamiento. **$\phi \cdot P_n$** : *0.00* kN

$\phi \cdot M_n$: Momentos de agotamiento. **$\phi \cdot M_{n,x}$** : *-158.67* kN·m

$\phi \cdot M_{n,y}$: *0.00* kN·m

Criterios de diseño por sismo (NSR-10, Capítulo C.21)

La luz libre del elemento no debe ser menor que cuatro veces su altura útil (Articulo 21.5.1.2).

5500 mm ≥ 1772 mm ✓

Donde:

l_n: Luz libre del elemento. **l_n** : *5500* mm

d: Altura útil. **d** : *443* mm

El ancho del elemento no debe ser menor que $b_{w,min}$ (Articulo 21.5.1.3).

400 mm ≥ 150 mm ✓

Donde:

b_w: Ancho del elemento. **b_w** : *400* mm

$b_{w,min}$: Valor mínimo de b_1, b_2. **$b_{w,min}$** : *150* mm

Siendo:

b_1 : *250* mm

b_2 : *150* mm

Donde:

h: Altura del elemento. **h** : *500* mm

El ancho del elemento no debe exceder el ancho del elemento de apoyo mas una distancia a cada lado del elemento de apoyo a_{min} (Articulo 21.5.1.4).

400 mm ≤ 875 mm ✓

Donde:

b_w: Ancho del elemento. **b_w** : *400* mm
c_2: Ancho del elemento de apoyo. **c_2** : *500* mm
a_{min}: Valor mínimo de a_1, a_2. **a_{min}** : *375* mm

a_1 : *500* mm

a_2 : *375* mm

Siendo:

c_1: Dimensión total del elemento de apoyo. **c_1** : *500* mm

En cualquier sección de un elemento a flexión, para el refuerzo tanto superior como inferior, el área de refuerzo no debe ser menor que A_{min} (Articulo 21.5.2.1).

1045.00 mm² ≥ 602.11 mm² ✓

Donde:

A_b: Area de la armadura de refuerzo superior. **A_b** : *1045.00* mm²

A_{min} : *602.11* mm²

Donde:

b_w: Ancho del elemento. **b_w** : *400* mm
d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *443* mm
f_y: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. **f_y** : *412.02* MPa

En cualquier sección de un elemento a flexión, para el refuerzo tanto superior como inferior, el área de refuerzo no debe ser menor que A_{min} (Articulo 21.5.2.1).

791.60 mm² ≥ 602.11 mm² ✓

Donde:

A_b: Area de la armadura de refuerzo inferior. **A_b** : *791.60* mm²

A_{min} : *602.11* mm²

Donde:

b_w: Ancho del elemento. **b_w** : *400* mm

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *443* mm

f_y: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. **f_y** : *412.02* MPa

En cualquier sección de un elemento a flexión, para el refuerzo tanto superior como inferior, la cuantía de refuerzo no debe exceder 0,025 (Articulo 21.5.2.1).

0.005 ≤ 0.025 ✓

En cualquier sección de un elemento a flexión, para el refuerzo tanto superior como inferior, la cuantía de refuerzo no debe exceder 0,025 (Articulo 21.5.2.1).

0.004 ≤ 0.025 ✓

Al menos dos barras deben disponerse en forma continua, tanto en la parte superior como en la inferior (Articulo 21.5.2.1).

4 ≥ 2 ✓

El espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento no debe exceder de s_{max} (Artículo C.21.5.3.2).

80 mm ≤ 80 mm ✓

Donde:

s_{max}: Valor mínimo de s_1, s_2 y s_3. **s_{max}** : *80* mm

s_1 : *115* mm

s_2 : *80* mm

s_3 : *150* mm

Siendo:

d: Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. **d** : *443* mm

$Ø_{min}$: Diámetro de las armaduras longitudinales más pequeñas. **$Ø_{min}$** : *12.7* mm

La resistencia a momento positivo en la cara del nudo no debe ser menor que la mitad de la resistencia a momento negativo proporcionada en esa misma cara del nudo (Artículo C.21.5.2.2).

121521451 N·mm ≥ 79332655 N·mm ✓

Donde:

$Ø \cdot M_{n,pos}$: Resistencia a momento positivo. **$Ø \cdot M_{n,pos}$** : *121521451* N·mm

$Ø \cdot M_{n,neg}$: Resistencia a momento negativo. **$Ø \cdot M_{n,neg}$** : *158665310* N·mm

La resistencia a momento negativo o positivo, en cualquier sección, a lo largo de la longitud del elemento, no debe ser menor que un cuarto de la resistencia a momento proporcionada en la cara de cualquiera de los nudos (Artículo C.21.5.2.2).

121521451 N·mm ≥ 63645024 N·mm ✓

Donde:

Ø·$M_{n,pos}$: Resistencia a momento positivo. **Ø·$M_{n,pos}$** : *121521451* N·mm

Ø·$M_{n,a,neg}$: Resistencia a momento negativo en la cara de cualquiera de los nudos. **Ø·$M_{n,a,neg}$** : *254580094* N·mm

La resistencia a momento negativo o positivo, en cualquier sección, a lo largo de la longitud del elemento, no debe ser menor que un cuarto de la resistencia a momento proporcionada en la cara de cualquiera de los nudos (Artículo C.21.5.2.2).

158665310 N·mm ≥ 63645024 N·mm ✓

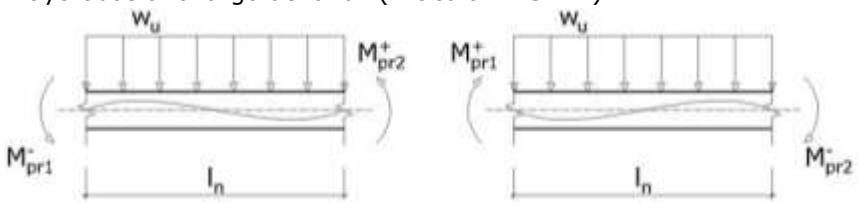
Donde:

Ø·$M_{n,neg}$: Resistencia a momento negativo. **Ø·$M_{n,neg}$** : *158665310* N·mm

Ø·$M_{n,a,neg}$: Resistencia a momento negativo en la cara de cualquiera de los nudos. **Ø·$M_{n,a,neg}$** : *254580094* N·mm

Cortante de diseño para vigas. (NSR-10, Título C)

La fuerza cortante de diseño, V_e, se debe determinar a partir de las fuerzas estáticas en la parte del elemento comprendida entre las caras del nudo. Se debe suponer que en las caras de los nudos localizadas entre los extremos del elemento actúan momentos de signo opuesto correspondientes a la resistencia probable, M_{pr}, y que el elemento está además cargado con cargas aferentes gravitacionales mayoradas a lo largo de la luz (Artículo 21.5.4.1).



Se debe satisfacer:

24.87 t ≥ 16.33 t ✓

Donde:

ϕ: Factor de reducción de resistencia **ϕ** : *0.75*

V_n: Resistencia nominal a cortante. **V_n** : *33.16* t

V_e: Fuerza cortante de diseño, obtenida como el máximo entre V_{e1},V_{e2}. **V_e** : *16.33* t

V_{e1} : *14.61* t

V_{e2} : *16.33* t

Siendo:

w_u: Carga mayorada por unidad de longitud de viga. **w_u** : *2.70* t/m

l_n: Luz libre medida entre caras de los apoyos. **l_n** : *5.50* m

M_{pr}: Resistencia probable a la flexión del elemento, determinada usando las propiedades de los elementos en las caras de los nudos suponiendo un esfuerzo en tracción para las barras longitudinales de al menos 1.25·f_y. **M_{pr1}^+** : *17.03* t·m

M_{pr1}^- : *22.22* t·m

M_{pr2}^+ : *17.27* t·m

M_{pr2}^- : *31.97* t·m