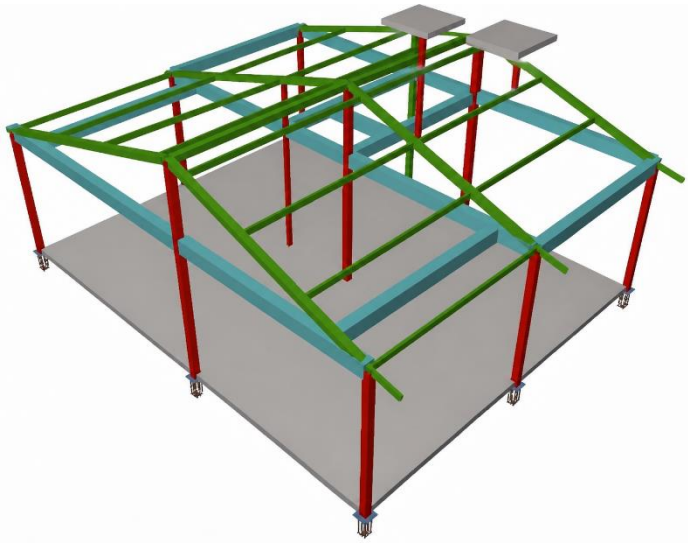
CALCULO: INGENIERO HELMAN DANIEL ACOSTA FORERO
TARJETA PROFESIONAL. 15202-345761 BYC
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia



CASA TIPO ADOSADA MIXTA CASA TIPO ADOSADA MIXTA CONSTRUCCION DE VIVIENDA NUEVA RURAL EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA

JUNIO 2026

BOGOTA, JUNIO 2026

Señores
PLANEACION MUNICIPAL
Ciudad

Ref.: MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD.

Yo **HELMAN DANIEL ACOSTA FORERO,** ingeniero civil con Matrícula profesional **15202-345761 BYC,** debidamente registrado en el consejo profesional de Ingeniería de Cundinamarca, presentó el DISEÑO ESTRUCTURAL elaborado de acuerdo a los requerimientos de la NORMA COLOMBIANA DE DISEÑO Y CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE (NSR-10), DECRETO 926 2010, para el proyecto CASA TIPO ADOSADA MIXTA CONSTRUCCION DE VIVIENDA NUEVA RURAL EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA
Declaro que asumo la responsabilidad por los perjuicios que a causa de ellos puedan deducirse siempre y cuando el propietario acate las recomendaciones hechas por el ingeniero que verifico el predio, exonerando a Planeación Municipal de cualquier responsabilidad.
Acepto y reconozco que la revisión efectuada por Planeación Municipal no constituye una aprobación al diseño estructural, sino una verificación del cumplimiento de la NORMA COLOMBIANA DE DISEÑO Y CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE.

Certifico he realizado el diseño estructural el cual cumple con las normas NTC actuales, y por lo tanto me hago responsable de los diseños presentados en este documento, estos diseños cumplen también y están dentro de los mecanismos de integración para personas con movilidad reducida

Para el presente diseño, localizado en la vereda Placitas del municipio de Cáqueza, Cundinamarca, se adopta un perfil de suelo Tipo D, de conformidad con la clasificación establecida en el Título A de la NSR-10. Para el municipio de Cáqueza se consideran los coeficientes de aceleración horizontal pico efectiva Aa = 0,25 y de velocidad horizontal pico efectiva Av = 0,25, correspondientes a una zona de amenaza sísmica ALTA. Para la caracterización del perfil de suelo se adopta una velocidad promedio de onda cortante Vs de 180 m/s, correspondiente al límite inferior de clasificación del perfil Tipo D. Para efectos del diseño preliminar de la cimentación se adopta una capacidad portante admisible del terreno de 50 kN/m². Los parámetros sísmicos empleados corresponden a las disposiciones de la NSR-10 y los parámetros geotécnicos adoptados deberán ser verificados y respaldados mediante el estudio geotécnico correspondiente. El profesional responsable declara que asume la responsabilidad técnica del diseño estructural dentro del alcance de los parámetros y condiciones anteriormente indicados.

La interventoría debe realizar un chequeo en cada zona donde se construirán las viviendas y se debe realizar un laboratorio de densidades con el método de cono de arena al material granular que fue instalado las cuales deben arrojar un porcentaje mayor al 95% para poder liberar la zona de construcción.

ING HELMAN DANIEL ACOSTA FORERO
C.C. No. 1.074.133.886 Cáqueza

Contenido

INTRODUCCIÓN 10

Objetivo específico del proyecto 10

Objetivo general 11

INFORME TÉCNICO DE NORMAS UTILIZADAS 11

1. Introducción 11

2. Objetivo del informe 12

3. Normas utilizadas 12

3.1 NSR-10 – Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente 12

3.2 ANSI/AISC 360-10 (LRFD) 12

3.3 ASCE 7 12

3.4 EHE-08 – Instrucción Española del Hormigón Estructural 12

MEMORIA DE CÁLCULO 13

Normativa general 13

Normas de referencia 13

NSR-10 13

AISC 360-10 (LRFD) 13

ASCE 7 13

EHE-08 13

FICHA TÉCNICA – RESUMEN DE NORMAS EMPLEADAS 14

Normas utilizadas 14

MARCO NORMATIVO COMPLETO 14

Introducción normativa 14

Normas colombianas 14

NSR-10 14

Normas internacionales 15

ANSI/AISC 360-10 (LRFD) 15

ASCE 7 15

EHE-08 15

Aplicación del marco normativo al proyecto 15

Carga axial en columnas 16

Carga axial P = 18.50 kN (Para zapata metálica de columna tubular cuadrada) 16

Carga axial P = 26.58 kN (Para otra columna metálica) calculo 16
Cargas sobre vigas de amarre 16
Viga de amarre P = 0.23 ton/m (Carga distribuida equivalente) 16
Carga para placas base de columnas metálicas 16
Cargas para diseño de zapatas 17
Cargas sobre la losa de entrepiso / placa en concreto 17
Peso propio del concreto: 25 kN/m³ (Usado para obtener cargas muertas de la placa) También indica 17
Espesor de la losa: 0.10 m → Carga muerta por peso propio = 2.5 kN/m² 17
Cargas de acero (peso propio) 17
Combinaciones de carga 17
RESUMEN 18
PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN – VIVIENDA TIPO ADOSADA (ESTRUCTURA MIXTA) 18
FASE PRELIMINAR 18
Replanteo del proyecto 18
Limpieza y adecuación del terreno 18
CIMENTACIÓN 18
Excavación de zapatas 18
Armado de refuerzos 19
Colocación de la viga de amarre 19
Concreto de zapatas y vigas 19
MONTAJE ESTRUCTURAL METÁLICO 20
Instalación de placas base 20
Montaje de columnas 20
Montaje de vigas principales y secundarias 20
Arriostramientos y rigidizadores 20
LOSA EN CONCRETO 21
Instalación de base y formaleta 21
Malla electrosoldada / refuerzo 21
Fundida de la losa 21
CERRAMIENTOS Y CUBIERTA 21
Instalación de cubierta 21
Muros y divisiones 21

ACABADOS 22
Pisos 22
Revoques y enchapes 22
Carpintería 22
INSTALACIONES 22
Hidrosanitarias 22
Eléctricas 22
CONTROL DE CALIDAD Y SEGURIDAD 22
ENTREGA FINAL 23
DATOS DE OBRA 23
Normas consideradas 23
Categoría de uso: General 23
Estados límite 23
Situaciones de proyecto 23
- Situaciones persistentes o transitorias 23
- Situaciones sísmicas 24
E.L.U. de rotura. Hormigón: NSR-10 24
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: NSR-10 24
E.L.U. de rotura. Acero laminado: ANSI/AISC 360-10 (LRFD) 28
Tensiones sobre el terreno 32
Desplazamientos 36
Combinaciones 37
Nombres de las hipótesis 37
E.L.U 37
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones 37
E.L.U. de rotura. Acero laminado 39
Tensiones sobre el terreno 41
Desplazamientos 44
ESTRUCTURA 45
Listado de armados 47
Sismo 66
Norma utilizada: NSR-10 66

Método de cálculo: Análisis dinámico espectral (NSR-10, A.3.4.2.2) 66
Datos generales de sismo 67
Caracterización del emplazamiento 67
Sistema estructural 67
Tipo de edificación (NSR-10, A.2.5): I 67
Parámetros de cálculo 67
Direcciones de análisis 67
Análisis de la estabilidad global 68
Resistencia al fuego 68
Perfiles de madera 68
ESTRUCTURA 68
Geometría 69
Barras 69
Materiales utilizados 69
Descripción 69
Características mecánicas 75
Láminas 76
Materiales utilizados 76
Descripción 77
Tabla de medición 77
Medición de superficies 77
Cargas 77
Barras 77
ESTRUCTURA 83
Resultados 83
Barras 83
Resistencia 83
Comprobaciones E.L.U. (Completo) 86
Secciones con simetría doble y simple sometidas a flexión y compresión 121
Secciones doblemente simétricas sometidas a flexocompresión simple 122
Fluencia 129
Pandeo local del ala 129

Pandeo local del alma 130
Secciones con simetría doble y simple sometidas a flexión y tracción 133
Fluencia 139
Pandeo local del ala 139
Pandeo local del alma 140
Secciones doblemente simétricas sometidas a flexocompresión simple 192
Sismo 203
Norma utilizada: NSR-10 203
Método de cálculo: Análisis dinámico espectral (NSR-10, A.3.4.2.2) 203
Espectro de cálculo 203
Espectro elástico de aceleraciones 204
Espectro de diseño de aceleraciones 205
Coeficiente de capacidad de disipación de energía (NSR-10, A.3.3.3) 205
Coeficientes de participación 206
Representación de los periodos modales 210
Uniones 210
Especificaciones 210
Memoria de cálculo 211
Tipo 2 211
Tipo 6 214
Tipo 7 216
Tipo 8 217
Tipo 9 218
Tipo 10 219
Tipo 11 221
Tipo 12 222
Tipo 13 223
Tipo 14 224
Tipo 15 226
CIMENTACIÓN 227
Elementos de cimentación aislados 228
Descripción 228

Medición 228
Comprobación 228
Vigas 230
Descripción 230
Medición 231
Comprobación 236
RECOMENDACIONES GENERALES DEL PROYECTO 253
RECOMENDACIONES PARA CIMENTACIÓN 253
Excavaciones 253
Refuerzo y acero 253
Concreto 253
RECOMENDACIONES PARA ESTRUCTURA METÁLICA 253
Montaje y manipulación 253
Soldaduras 254
Tornillería 254
Protección anticorrosiva 254
RECOMENDACIONES PARA CUBIERTA Y CERRAMIENTOS 254
Cubierta 254
Cerramientos livianos 254
RECMENDACIONES PARA LOSA DE CONCRETO 255
RECOMENDACIONES PARA INSTALACIONES HIDROSANITARIAS Y ELÉCTRICAS 255
Hidrosanitarias 255
Instalaciones eléctricas 255
RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD INDUSTRIAL 255
RECOMENDACIONES DE CONTROL DE CALIDAD 255
RECOMENDACIONES DE SOSTENIBILIDAD 256
RECOMENDACIONES FINALES DE ENTREGA 256
CONCLUSIONES 256
CLÁUSULAS DE RESPONSABILIDAD DEL DISEÑADOR ESTRUCTURAL 257
CLÁUSULA 1. ALCANCE DEL DISEÑO 257
CLÁUSULA 2. RESPONSABILIDAD DEL DISEÑADOR 257
CLÁUSULA 3. RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR 258

CLÁUSULA 4. MODIFICACIONES EN OBRA 258
CLÁUSULA 5. CONDICIONES DEL TERRENO 258
CLÁUSULA 6. CONTROL DE CALIDAD 258
CLÁUSULA 7. LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD 258
DECLARACIÓN DEL DISEÑADOR (MODELO DE FIRMA) 259
DECLARACIÓN DEL DISEÑADOR ESTRUCTURAL 259
TEXTO PARA COLOCAR AL FINAL DE LOS PLANOS ESTRUCTURALES 259
NOTA DE RESPONSABILIDAD DEL DISEÑADOR ESTRUCTURAL 259

INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al desarrollo técnico del proyecto **VIVIENDA TIPO ADOSADA** formulado y ejecutado bajo los lineamientos de la **Secretaría de Vivienda del Departamento de Cundinamarca**. Esta iniciativa hace parte de los programas departamentales orientados a mejorar las condiciones de habitabilidad de las familias rurales mediante soluciones de vivienda seguras, funcionales y sostenibles, ajustadas a las particularidades geográficas y socioeconómicas del territorio. El proyecto contempla el diseño y la verificación estructural de una edificación unifamiliar de tipología metálica, concebida para su implementación en zonas rurales donde las condiciones de accesibilidad, disponibilidad de materiales y eficiencia constructiva requieren sistemas livianos, de rápido montaje y con un óptimo desempeño sísmico. La estructura se fundamenta en perfiles de acero de acuerdo con las especificaciones de la **NSR-10**, el **ANSI/AISC 360-10 (LRFD)** y las disposiciones aplicables del **ASCE 7**, asegurando el cumplimiento de los estados límite de resistencia, servicio y estabilidad tanto para la superestructura como para el sistema de cimentación.

Como parte del alcance, se integran los análisis asociados a cargas permanentes, cargas variables, acciones de viento, acciones sísmicas y presiones sobre el terreno, empleando combinaciones de carga reglamentarias y un modelo estructural que incorpora propiedades mecánicas reales de los materiales, condiciones de vinculación, geometría de los elementos y comportamiento ante efectos de segundo orden. Todo lo anterior permite garantizar que la solución de vivienda propuesta cumple con los requerimientos de seguridad estructural, funcionalidad y durabilidad exigidos por la normativa colombiana vigente.

El diseño final se orienta a asegurar una vivienda rural técnicamente sólida, adaptable y de bajo mantenimiento, con un sistema constructivo eficiente que responde adecuadamente a las demandas sísmicas de la región y facilita su ejecución en campo, contribuyendo así al mejoramiento de la calidad de vida de las familias beneficiarias en el departamento de Cundinamarca.

Objetivo específico del proyecto

El objetivo específico de este proyecto es **desarrollar y verificar el diseño estructural completo de la VIVIENDA TIPO ADOSADA en sistema mixto**, garantizando que todos los elementos —incluidas las columnas, vigas metálicas, placas base, soldaduras, cimentaciones aisladas, vigas de amarre y la losa en concreto— cumplan con los requisitos de capacidad, estabilidad y seguridad establecidos por la **NSR-10**, el **AISC 360**, la **EHE-08** y los criterios de **CYPE Ingenieros**, mediante la evaluación detallada de:

Las propiedades mecánicas y geométricas de los perfiles metálicos utilizados

calculo

Los espesores, áreas, volúmenes y parámetros estructurales asociados a las láminas de concreto empleadas en la estructura

La comprobación y dimensionamiento de placas base, pernos y elementos complementarios de unión metálica, con su respectiva medición de materiales .

El diseño, armado y verificación por tensiones, flexión, cortante y capacidad de soporte de las zapatas aisladas, incluyendo la comprobación de estabilidad al vuelco y cumplimiento de tensiones admisibles del terreno .

La revisión de las vigas de amarre en sus diferentes tramos, comprobando requisitos de dimensiones, separaciones, diámetros mínimos, flexión y cortante, según los artículos C.21.12.3.2 y C.7.6 de la NSR-10, y el límite de separación longitudinal conforme a EHE-08 art. 42.3.1 .

Con ello se busca **garantizar que la estructura cumpla con las condiciones de seguridad estructural, servicio, desempeño sísmico y durabilidad exigidas para viviendas rurales en el departamento de Cundinamarca**, conforme a los parámetros de diseño definidos.

Objetivo general

Desarrollar el diseño estructural integral de la **VIVIENDA TIPO ADOSADA con sistema mixto**, garantizando que todos los elementos que conforman la superestructura y la cimentación —incluyendo perfiles metálicos, uniones, placas base, losas en concreto, vigas de amarre y zapatas aisladas— cumplan con los criterios de resistencia, estabilidad, desempeño sísmico y seguridad establecidos en la **NSR-10**, el **AISC 360**, la **EHE-08** y los métodos de verificación implementados por **CYPE Ingenieros**, asegurando así una solución constructiva confiable, durable y adecuada para las condiciones rurales del departamento de Cundinamarca.

INFORME TÉCNICO DE NORMAS UTILIZADAS

1. Introducción

El presente informe técnico recopila y describe las normas nacionales e internacionales aplicadas al diseño estructural de la **VIVIENDA TIPO ADOSADA con estructura mixto**, conforme a las exigencias de la Secretaría de Vivienda del Departamento de Cundinamarca y a los lineamientos técnicos reflejados en el documento de cálculo suministrado.

2. Objetivo del informe

Presentar de manera clara y organizada las normas utilizadas en el diseño y verificación de los elementos metálicos, las cimentaciones, las losas de concreto y las combinaciones de carga consideradas en el análisis estructural.

3. Normas utilizadas

3.1 NSR-10 – Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente

Norma principal del proyecto, aplicada para:

Diseño y verificación de cimentaciones.

Requisitos para elementos en concreto estructural.

Estados límite último y de servicio.

Parámetros sísmicos, factores de reducción, rigideces y modos de vibración.

Requisitos mínimos dimensionales de vigas de amarre y zapatas.

3.2 ANSI/AISC 360-10 (LRFD)

Normativa estadounidense para diseño de acero, utilizada en:

Cálculo de elementos estructurales metálicos.

Flexión, compresión axial, cortante, torsión e interacciones.

Factores de resistencia y estados límite LRFD.

3.3 ASCE 7

Aplicada al:

Dimensionamiento mediante combinaciones de carga que incluyen sismo, viento y cargas gravitatorias.

3.4 EHE-08 – Instrucción Española del Hormigón Estructural

Usada específicamente para:

Verificación de separación máxima de armaduras longitudinales (Art. 42.3.1).

MEMORIA DE CÁLCULO

Normativa general

El diseño estructural se realiza conforme a la normativa vigente para edificaciones en Colombia, considerando reglamentos internacionales suplementarios que permiten verificar condiciones específicas de acero y concreto no contempladas explícitamente en la NSR-10.

Normas de referencia

NSR-10

Se aplica para:

Parámetros sísmicos del sitio.

Requisitos para elementos de cimentación: zapatas, vigas de amarre y placas de apoyo.

Reglas para el diseño y armado del concreto estructural.

Comprobaciones mínimas de geometría y cuantías.

Determinación de los estados límite de rotura.

AISC 360-10 (LRFD)

Se adopta para:

Evaluación de perfiles metálicos.

Obtención de resistencias nominales y de diseño a flexión, compresión y cortante.

Criterios de esbeltez, pandeo local, longitud no arriostrada y relaciones de interacción.

ASCE 7

Se utiliza para:

Considerar las ecuaciones de combinaciones de carga de tipo sísmico, gravitacional y variable.

EHE-08

Aplicada para:

Definir el espaciamiento máximo permitido del refuerzo en elementos de concreto, cuando la NSR-10 remite a criterios internacionales.

FICHA TÉCNICA – RESUMEN DE NORMAS EMPLEADAS

Proyecto: VIVIENDA TIPO ADOSADA
Entidad: Secretaría de Vivienda del Departamento de Cundinamarca
Documento base: Memoria de cálculo – Estructura metálica

Normas utilizadas

Norma	Alcance dentro del proyecto
NSR-10	Cimentaciones, concreto estructural, estados límite, parámetros sísmicos, verificaciones mínimas, vigas de amarre, zapatas.
AISC 360-10 (LRFD)	Diseño y análisis de perfiles metálicos a flexión, compresión, cortante, torsión e interacción.
ASCE 7	Aplicación de combinaciones de carga que incluyen acciones sísmicas y gravitacionales.
EHE-08	Verificación de espaciamiento máximo de refuerzo longitudinal.

MARCO NORMATIVO COMPLETO

Introducción normativa

El proyecto de diseño estructural de la VIVIENDA TIPO ADOSADA adopta un conjunto de normas nacionales e internacionales que garantizan la verificación adecuada de todos los elementos estructurales. Estas normas son explícitamente mencionadas en el documento de cálculo y establecen las bases técnicas para cimentaciones, acero estructural, concreto y combinaciones de carga.

Normas colombianas

NSR-10

Norma obligatoria en Colombia para edificaciones, utilizada en este proyecto para:

Criterios de diseño de estructuras en concreto.

Dimensionamiento y verificación de las zapatas aisladas.

Diseño de vigas de amarre y elementos de amarre sísmico.

Verificación de estados límite último y de servicio.

Aplicación de parámetros sísmicos y factores de modificación de respuesta.

Comprobación de estabilidad y levantamiento del sistema de cimentación.

Normas internacionales
ANSI/AISC 360-10 (LRFD)

Norma para diseño estructural en acero. Aplicada para verificar:

Resistencia a flexión y pandeo.

Resistencia a compresión axial.

Cortante y torsión.

Interacciones biaxiales.

Esbeltez y longitudes no arriostradas.

ASCE 7

Se adopta para:

La formulación de combinaciones de carga donde intervienen acciones sísmicas y

Asegurar que los elementos metálicos cumplan con requisitos internacionales de diseño LRFD.

Garantizar que las cimentaciones y elementos de concreto cumplan con las reglas de la NSR-10.

Complementar verificaciones puntuales con EHE-08.

Incorporar los estados límite y combinaciones de carga conforme a ASCE 7.

Carga axial en columnas

El PDF presenta las **cargas axiales mayoradas** que llegan desde la estructura metálica a las zapatas:

Carga axial P = 18.50 kN
(Para zapata metálica de columna tubular cuadrada)

Carga axial P = 26.58 kN
(Para otra columna metálica)
calculo

Cargas sobre vigas de amarre

Cargas combinadas que recibe la viga de amarre según el PDF:

Viga de amarre P = 0.23 ton/m
(Carga distribuida equivalente)

Carga para placas base de columnas metálicas

El documento proporciona las acciones que debe resistir la placa base:

Carga axial N_{sd} = 18.50 kN

Momento flector M_{sd} = 0.26 kN·m

Cortante V_{sd} = 2.20 kN

Cargas para diseño de zapatas

El PDF muestra la presión transmitida y las dimensiones que deben verificarse:

Presión neta en zapata q_d = 58.62 kN/m²

Carga axial combinada P = 18.50 kN

Momento M = 0.26 kN·m

Cortante V = 2.20 kN
calculo

Cargas sobre la losa de entrepiso / placa en concreto

El PDF indica el peso propio del concreto:

Peso propio del concreto: 25 kN/m³
(Usado para obtener cargas muertas de la placa)
También indica:
Espesor de la losa: 0.10 m
→ **Carga muerta por peso propio = 2.5 kN/m²**

Cargas de acero (peso propio)

El PDF indica el peso específico del acero estructural:

Peso propio del acero = 78.50 kN/m³
(Usado para obtener cargas de perfiles metálicos)

Combinaciones de carga

El documento usa las combinaciones definidas por la **ASCE 7**, citadas explícitamente:

Combinaciones de tipo mayorado (LRFD)

Consideración de cargas axiales, cortantes y momentos combinados en acero y concreto

RESUMEN

Tipo de carga	Valor
Carga axial columna	18.50 kN / 26.58 kN
Carga distribuida viga de amarre	0.23 ton/m
Axial placa base	18.50 kN
Momento placa base	0.26 kN·m
Cortante placa base	2.20 kN
Presión de zapata	58.62 kN/m²
Peso propio concreto	25 kN/m³
Peso propio acero	78.50 kN/m³
Espesor losa	0.10 m

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN – VIVIENDA TIPO ADOSADA (ESTRUCTURA MIXTA) FASE PRELIMINAR

Replanteo del proyecto

Ubicar la vivienda según los planos arquitectónicos y estructurales.

Marcar ejes, niveles y cotas definitivas.

Verificar pendientes, accesos, suministro de agua, energía y espacio para acopio.

Limpieza y adecuación del terreno

Retiro de capa vegetal.

Corte y relleno controlado si es necesario.

Compactación al 95% Proctor estándar.

Conformación de terrazas y bermas de trabajo.

CIMENTACIÓN
Excavación de zapatas

Excavar manual o mecánicamente según dimensiones del plano.

Verificar profundidad, nivel freático y estabilidad del talud.

Colocar cama de nivelación en recebo o concreto pobre (5 cm a 7 cm).

Armado de refuerzos

Según el PDF, las zapatas incluyen:

Acero longitudinal y transversal conforme a la NSR-10.

Separaciones verificadas con EHE-08 (Art. 42.3.1) según el documento.

Pasos:

Cortar barras según longitudes del plano.

Ensamblar acero con amarres #16.

Ubicar dados, separadores y distanciamientos.

Colocación de la viga de amarre

Armado de la viga en sitio.

Colocación de formaleta lateral.

MONTAJE ESTRUCTURAL METÁLICO

Instalación de placas base

Nivelar con mortero sin contracción.

Ubicar pernos de anclaje según diseño.

Alinear ejes y nivelar cotas.

Montaje de columnas

Elevar con ayuda manual o mecánica según peso.

Alinear verticalmente (plomada o nivel láser).

Soldar o atornillar a la placa base según especificación del plano.

Montaje de vigas principales y secundarias

Ensamblar perfiles metálicos aprobados en el PDF (tubulares rectangulares).

Establecer un orden de montaje seguro:

Vigas principales

Vigas secundarias

Arriostramientos

Realizar soldaduras certificadas.

Inspección de cordones (visuales y dimensionales).

Arriostramientos y rigidizadores

Colocación de diagonales según diseño AISC-360.

Verificar tensiones y fijaciones.

Asegurar amarre general para responder a cargas sísmicas.

LOSA EN CONCRETO

El PDF muestra:

Espesor 0.10 m

Peso propio 25 kN/m³

Instalación de base y formaleta

Colocar formaleta en OSB o madera.

Asegurar apoyos y contraflechas.

Malla electrosoldada / refuerzo

Instalar malla o varillas según el plano.

Separadores de 2–3 cm.

Fundida de la losa

Verter concreto 21 MPa.

Reglear y nivelar.

Curado húmedo durante 7 días.

CERRAMIENTOS Y CUBIERTA
Instalación de cubierta

Colocar correas metálicas.

Fijar teja (metálica o fibrocemento según proyecto).

Instalar cumbrera, canaletas y bajantes.

Muros y divisiones

Cerramientos en materiales livianos:

Panel metálico, madera, placa de fibrocemento, o panel sandwich.

Aislantes térmicos y acústicos donde aplique.

ACABADOS

Pisos

Mortero nivelante y acabado cerámico o afinado.

Revoques y enchapes

Acabado interior y exterior según especificaciones.

Carpintería

Ventanas, puertas en aluminio, PVC o metálicas.

INSTALACIONES

Hidrosanitarias

Conexiones a red local.

Pruebas de estanqueidad.

Eléctricas

Tubería conduit.

Cableado interno certificado.

Tablero con protecciones termomagnéticas.

CONTROL DE CALIDAD Y SEGURIDAD

Inspección de soldaduras.

Ensayos de concreto (slump, cilindros).

Verificación geométrica de la estructura.

Cumplimiento de la NSR-10 para elementos metálicos y cimentación.

EPP obligatorio para todo el personal.

ENTREGA FINAL

Limpieza y detalles finales.

Ensayos de operación de instalaciones.

Acta de recibo técnico.

DATOS DE OBRA

Normas consideradas

Cimentación: NSR-10

Aceros laminados y armados: ANSI/AISC 360-10 (LRFD)

Hormigón: NSR-10

Categoría de uso: General

Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones Tensiones sobre el terreno	NSR-10
E.L.U. de rotura. Acero laminado	AISC 360-10 (LRFD) ASCE 7
Desplazamientos	Acciones características

Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- **Situaciones persistentes o transitorias**

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i\geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- **Situaciones sísmicas**

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{A_E} A_E + \sum_{i\geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente
P_k Acción de pretensado
Q_k Acción variable
A_E Acción sísmica
g_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
g_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
$g_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
$g_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
g_{AE} Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:
E.L.U. de rotura. Hormigón: NSR-10
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: NSR-10

(C.9-1)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G) Sobrecarga (Q) Viento (Q) Nieve (Q) Empujes del terreno (H)	1.400	1.400

(C.9-2 Lr)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600

(C.9-2 Lr)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Viento (Q)		
Nieve (Q)		
Empujes del terreno (H)	0.000	1.600

(C.9-2 S)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600
Viento (Q)		
Nieve (Q)	0.000	0.500
Empujes del terreno (H)	0.000	1.600

(C.9-3 Lr, L)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)		
Nieve (Q)		
Empujes del terreno (H)		

(C.9-3 S, L)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)		

(C.9-3 S, L)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Nieve (Q) Empujes del terreno (H)	1.600	1.600

(C.9-3 Lr, W)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G) Sobrecarga (Q) Viento (Q) Nieve (Q) Empujes del terreno (H)	1.200 0.000	1.200 0.500

(C.9-3 S, W)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G) Sobrecarga (Q) Viento (Q) Nieve (Q) Empujes del terreno (H)	1.200 0.000 1.600	1.200 0.500 1.600

(C.9-4 Lr)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G) Sobrecarga (Q) Viento (Q) Nieve (Q)	1.200 0.000 1.000	1.200 0.500 1.000

(C.9-4 Lr)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Empujes del terreno (H)		

(C.9-4 S)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	0.500
Empujes del terreno (H)		

(C.9-5)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)		
Nieve (Q)		
Empujes del terreno (H)		
Sismo (E)	-1.000	1.000
Notas: *Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.*		

(C.9-6)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0.900	0.900
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)	0.000	1.000
Nieve (Q)		
Empujes del terreno (H)	0.000	1.600

(C.9-7)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0.900	0.900
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)		
Nieve (Q)		
Empujes del terreno (H)	0.000	1.600
Sismo (E)	-1.000	1.000
Notas: *Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.*		

E.L.U. de rotura. Acero laminado: ANSI/AISC 360-10 (LRFD)

2.3.2 - [1] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.400	1.400
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)		
Nieve (Q)		

2.3.2 - [1] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Empujes del terreno (H)		

2.3.2 - [2 Lr] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600
Viento (Q)		
Nieve (Q)		
Empujes del terreno (H)	0.900	1.600

2.3.2 - [2 S] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600
Viento (Q)		
Nieve (Q)	0.000	0.500
Empujes del terreno (H)	0.900	1.600

2.3.2 - [3 Lr, L] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)		
Nieve (Q)		
Empujes del terreno (H)		

2.3.2 - [3 S, L] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)		
Nieve (Q)	1.600	1.600
Empujes del terreno (H)		

2.3.2 - [3 Lr, W] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)	0.000	0.500
Nieve (Q)		
Empujes del terreno (H)		

2.3.2 - [3 S, W] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)	0.000	0.500
Nieve (Q)	1.600	1.600
Empujes del terreno (H)		

2.3.2 - [4 Lr] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)	1.000	1.000
Nieve (Q)		
Empujes del terreno (H)		

2.3.2 - [4 S] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	0.500
Empujes del terreno (H)		

2.3.2 - [5] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)		
Nieve (Q)	0.000	0.200
Empujes del terreno (H)		
Sismo (E)	-1.000	1.000
Notas: *Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.*		

2.3.2 - [6] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0.900	0.900
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)	0.000	1.000
Nieve (Q)		
Empujes del terreno (H)	0.900	1.600

2.3.2 - [7] (ASCE/SEI 7-10)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0.900	0.900
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)		
Nieve (Q)		
Empujes del terreno (H)	0.900	1.600
Sismo (E)	-1.000	1.000
Notas: *Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.*		

B.2.3-1, B.2.3-2		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Viento (Q)		

B.2.3-1, B.2.3-2		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Nieve (Q) Empujes del terreno (H)	0.000	1.000

B.2.3-3 (Lr)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)		
Nieve (Q)		
Empujes del terreno (H)	0.000	1.000

B.2.3-3 (S)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)		
Nieve (Q)	0.000	1.000
Empujes del terreno (H)	0.000	1.000

B.2.3-4 (Lr)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	0.750
Viento (Q)		
Nieve (Q)		

B.2.3-4 (Lr)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Empujes del terreno (H)	0.000	1.000

B.2.3-4 (S)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	0.750
Viento (Q)		
Nieve (Q)	0.000	0.750
Empujes del terreno (H)	0.000	1.000

B.2.3-5, B.2.3-9		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0.600	1.000
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)	1.000	1.000
Nieve (Q)		
Empujes del terreno (H)	0.000	1.000

B.2.3-6, B.2.3-10		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0.600	1.000
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)		
Nieve (Q)		
Empujes del terreno (H)	0.000	1.000

B.2.3-6, B.2.3-10		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Sismo (E)	-0.700	0.700

B.2.3-7 (Lr)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	0.750
Viento (Q)	0.750	0.750
Nieve (Q)		
Empujes del terreno (H)	0.000	1.000

B.2.3-7 (S)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	0.750
Viento (Q)	0.750	0.750
Nieve (Q)	0.000	0.750
Empujes del terreno (H)	0.000	1.000

B.2.3-8 (Lr)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	0.750
Viento (Q)		
Nieve (Q)		
Empujes del terreno (H)	0.000	1.000

B.2.3-8 (Lr)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Sismo (E)	-0.525	0.525

B.2.3-8 (S)		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	0.750
Viento (Q)	0.750	0.750
Nieve (Q)	0.000	0.750
Empujes del terreno (H)	0.000	1.000

Desplazamientos

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000

Sísmica		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Viento (Q)		
Nieve (Q)	0.000	1.000

Sísmica		
	Coeficientes parciales de seguridad (g)	
	Favorable	Desfavorable
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000
Sismo (E)	-1.000	1.000

Combinaciones

Nombres de las hipótesis

PP Peso propio
CM 1 CM 1
H 1 H 1
Q 1 Q 1
V 1 V 1
N 1 N 1
SX Sismo X
SY Sismo Y

E.L.U. de rotura. Hormigón

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

Comb.	PP	CM 1	H 1	Q 1	V 1	N 1	SX	SY
1	1.400	1.400						
2	1.200	1.200						
3	1.200	1.200		1.600				
4	1.200	1.200	1.600					
5	1.200	1.200	1.600	1.600				
6	1.200	1.200		1.600		0.500		
7	1.200	1.200	1.600			0.500		
8	1.200	1.200	1.600	1.600		0.500		
9	1.200	1.200				1.600		
10	1.200	1.200		0.500		1.600		
11	1.200	1.200			0.500	1.600		
12	1.200	1.200			1.000			
13	1.200	1.200		0.500	1.000			
14	1.200	1.200			1.000	0.500		

Comb.	PP	CM 1	H 1	Q 1	V 1	N 1	SX	SY
15	1.200	1.200		0.500	1.000	0.500		
16	1.200	1.200					-0.300	-1.000
17	1.200	1.200		0.500			-0.300	-1.000
18	1.200	1.200					0.300	-1.000
19	1.200	1.200		0.500			0.300	-1.000
20	1.200	1.200					-1.000	-0.300
21	1.200	1.200		0.500			-1.000	-0.300
22	1.200	1.200					-1.000	0.300
23	1.200	1.200		0.500			-1.000	0.300
24	1.200	1.200					0.300	1.000
25	1.200	1.200		0.500			0.300	1.000
26	1.200	1.200					-0.300	1.000
27	1.200	1.200		0.500			-0.300	1.000
28	1.200	1.200					1.000	0.300
29	1.200	1.200		0.500			1.000	0.300
30	1.200	1.200					1.000	-0.300
31	1.200	1.200		0.500			1.000	-0.300
32	0.900	0.900						
33	0.900	0.900			1.000			
34	0.900	0.900	1.600					
35	0.900	0.900	1.600		1.000			
36	0.900	0.900					-0.300	-1.000
37	0.900	0.900	1.600				-0.300	-1.000
38	0.900	0.900					0.300	-1.000
39	0.900	0.900	1.600				0.300	-1.000
40	0.900	0.900					-1.000	-0.300
41	0.900	0.900	1.600				-1.000	-0.300
42	0.900	0.900					-1.000	0.300
43	0.900	0.900	1.600				-1.000	0.300
44	0.900	0.900					0.300	1.000
45	0.900	0.900	1.600				0.300	1.000
46	0.900	0.900					-0.300	1.000
47	0.900	0.900	1.600				-0.300	1.000
48	0.900	0.900					1.000	0.300

Comb.	PP	CM 1	H 1	Q 1	V 1	N 1	SX	SY
49	0.900	0.900	1.600				1.000	0.300
50	0.900	0.900					1.000	-0.300
51	0.900	0.900	1.600				1.000	-0.300

E.L.U. de rotura. Acero laminado

Comb.	PP	CM 1	H 1	Q 1	V 1	N 1	SX	SY
1	1.400	1.400						
2	1.200	1.200	0.900	1.600				
3	1.200	1.200	1.600					
4	1.200	1.200	1.600	1.600				
5	1.200	1.200	0.900			0.500		
6	1.200	1.200	0.900	1.600		0.500		
7	1.200	1.200	1.600			0.500		
8	1.200	1.200	1.600	1.600		0.500		
9	1.200	1.200						
10	1.200	1.200		0.500				
11	1.200	1.200				1.600		
12	1.200	1.200		0.500		1.600		
13	1.200	1.200			0.500	1.600		
14	1.200	1.200			1.000			
15	1.200	1.200		0.500	1.000			
16	1.200	1.200			1.000	0.500		
17	1.200	1.200		0.500	1.000	0.500		
18	1.200	1.200					-0.300	-1.000
19	1.200	1.200		0.500			-0.300	-1.000
20	1.200	1.200				0.200	-0.300	-1.000
21	1.200	1.200		0.500		0.200	-0.300	-1.000
22	1.200	1.200					0.300	-1.000
23	1.200	1.200		0.500			0.300	-1.000
24	1.200	1.200				0.200	0.300	-1.000
25	1.200	1.200		0.500		0.200	0.300	-1.000
26	1.200	1.200					-1.000	-0.300
27	1.200	1.200		0.500			-1.000	-0.300

Comb.	PP	CM 1	H 1	Q 1	V 1	N 1	SX	SY
28	1.200	1.200				0.200	-1.000	-0.300
29	1.200	1.200		0.500		0.200	-1.000	-0.300
30	1.200	1.200					-1.000	0.300
31	1.200	1.200		0.500			-1.000	0.300
32	1.200	1.200				0.200	-1.000	0.300
33	1.200	1.200		0.500		0.200	-1.000	0.300
34	1.200	1.200					0.300	1.000
35	1.200	1.200		0.500			0.300	1.000
36	1.200	1.200				0.200	0.300	1.000
37	1.200	1.200		0.500		0.200	0.300	1.000
38	1.200	1.200					-0.300	1.000
39	1.200	1.200		0.500			-0.300	1.000
40	1.200	1.200				0.200	-0.300	1.000
41	1.200	1.200		0.500		0.200	-0.300	1.000
42	1.200	1.200					1.000	0.300
43	1.200	1.200		0.500			1.000	0.300
44	1.200	1.200				0.200	1.000	0.300
45	1.200	1.200		0.500		0.200	1.000	0.300
46	1.200	1.200					1.000	-0.300
47	1.200	1.200		0.500			1.000	-0.300
48	1.200	1.200				0.200	1.000	-0.300
49	1.200	1.200		0.500		0.200	1.000	-0.300
50	0.900	0.900	0.900					
51	0.900	0.900	0.900		1.000			
52	0.900	0.900	1.600					
53	0.900	0.900	1.600		1.000			
54	0.900	0.900	0.900				-0.300	-1.000
55	0.900	0.900	1.600				-0.300	-1.000
56	0.900	0.900	0.900				0.300	-1.000
57	0.900	0.900	1.600				0.300	-1.000
58	0.900	0.900	0.900				-1.000	-0.300
59	0.900	0.900	1.600				-1.000	-0.300
60	0.900	0.900	0.900				-1.000	0.300
61	0.900	0.900	1.600				-1.000	0.300

Comb.	PP	CM 1	H 1	Q 1	V 1	N 1	SX	SY
62	0.900	0.900	0.900				0.300	1.000
63	0.900	0.900	1.600				0.300	1.000
64	0.900	0.900	0.900				-0.300	1.000
65	0.900	0.900	1.600				-0.300	1.000
66	0.900	0.900	0.900				1.000	0.300
67	0.900	0.900	1.600				1.000	0.300
68	0.900	0.900	0.900				1.000	-0.300
69	0.900	0.900	1.600				1.000	-0.300

Tensiones sobre el terreno

Comb.	PP	CM 1	H 1	Q 1	V 1	N 1	SX	SY
1	1.000	1.000						
2	1.000	1.000		1.000				
3	1.000	1.000	1.000					
4	1.000	1.000	1.000	1.000				
5	1.000	1.000				1.000		
6	1.000	1.000	1.000			1.000		
7	1.000	1.000		0.750		0.750		
8	1.000	1.000	1.000	0.750		0.750		
9	0.600	0.600			1.000			
10	1.000	0.600			1.000			
11	0.600	1.000			1.000			
12	1.000	1.000			1.000			
13	0.600	0.600	1.000		1.000			
14	1.000	0.600	1.000		1.000			
15	0.600	1.000	1.000		1.000			
16	1.000	1.000	1.000		1.000			
17	0.600	0.600					-0.700	
18	1.000	0.600					-0.700	
19	0.600	1.000					-0.700	
20	1.000	1.000					-0.700	
21	0.600	0.600	1.000				-0.700	
22	1.000	0.600	1.000				-0.700	

Comb.	PP	CM 1	H 1	Q 1	V 1	N 1	SX	SY
23	0.600	1.000	1.000				-0.700	
24	1.000	1.000	1.000				-0.700	
25	0.600	0.600					0.700	
26	1.000	0.600					0.700	
27	0.600	1.000					0.700	
28	1.000	1.000					0.700	
29	0.600	0.600	1.000				0.700	
30	1.000	0.600	1.000				0.700	
31	0.600	1.000	1.000				0.700	
32	1.000	1.000	1.000				0.700	
33	0.600	0.600						-0.700
34	1.000	0.600						-0.700
35	0.600	1.000						-0.700
36	1.000	1.000						-0.700
37	0.600	0.600	1.000					-0.700
38	1.000	0.600	1.000					-0.700
39	0.600	1.000	1.000					-0.700
40	1.000	1.000	1.000					-0.700
41	0.600	0.600						0.700
42	1.000	0.600						0.700
43	0.600	1.000						0.700
44	1.000	1.000						0.700
45	0.600	0.600	1.000					0.700
46	1.000	0.600	1.000					0.700
47	0.600	1.000	1.000					0.700
48	1.000	1.000	1.000					0.700
49	1.000	1.000		0.750	0.750			
50	1.000	1.000	1.000	0.750	0.750			
51	1.000	1.000			0.750	0.750		
52	1.000	1.000		0.750	0.750	0.750		
53	1.000	1.000	1.000		0.750	0.750		
54	1.000	1.000	1.000	0.750	0.750	0.750		
55	1.000	1.000		0.750			-0.525	
56	1.000	1.000	1.000	0.750			-0.525	

Comb.	PP	CM 1	H 1	Q 1	V 1	N 1	SX	SY
57	1.000	1.000		0.750			0.525	
58	1.000	1.000	1.000	0.750			0.525	
59	1.000	1.000		0.750				-0.525
60	1.000	1.000	1.000	0.750				-0.525
61	1.000	1.000		0.750				0.525
62	1.000	1.000	1.000	0.750				0.525
63	1.000	1.000			0.750		-0.525	
64	1.000	1.000		0.750	0.750		-0.525	
65	1.000	1.000			0.750	0.750	-0.525	
66	1.000	1.000		0.750	0.750	0.750	-0.525	
67	1.000	1.000	1.000		0.750		-0.525	
68	1.000	1.000	1.000	0.750	0.750		-0.525	
69	1.000	1.000	1.000		0.750	0.750	-0.525	
70	1.000	1.000	1.000	0.750	0.750	0.750	-0.525	
71	1.000	1.000			0.750		0.525	
72	1.000	1.000		0.750	0.750		0.525	
73	1.000	1.000			0.750	0.750	0.525	
74	1.000	1.000		0.750	0.750	0.750	0.525	
75	1.000	1.000	1.000		0.750		0.525	
76	1.000	1.000	1.000	0.750	0.750		0.525	
77	1.000	1.000	1.000		0.750	0.750	0.525	
78	1.000	1.000	1.000	0.750	0.750	0.750	0.525	
79	1.000	1.000			0.750			-0.525
80	1.000	1.000		0.750	0.750			-0.525
81	1.000	1.000			0.750	0.750		-0.525
82	1.000	1.000		0.750	0.750	0.750		-0.525
83	1.000	1.000	1.000		0.750			-0.525
84	1.000	1.000	1.000	0.750	0.750			-0.525
85	1.000	1.000	1.000		0.750	0.750		-0.525
86	1.000	1.000	1.000	0.750	0.750	0.750		-0.525
87	1.000	1.000			0.750			0.525
88	1.000	1.000		0.750	0.750			0.525
89	1.000	1.000			0.750	0.750		0.525
90	1.000	1.000		0.750	0.750	0.750		0.525

Comb.	PP	CM 1	H 1	Q 1	V 1	N 1	SX	SY
91	1.000	1.000	1.000		0.750			0.525
92	1.000	1.000	1.000	0.750	0.750			0.525
93	1.000	1.000	1.000		0.750	0.750		0.525
94	1.000	1.000	1.000	0.750	0.750	0.750		0.525

Desplazamientos

Comb.	PP	CM 1	H 1	Q 1	V 1	N 1	SX	SY
1	1.000	1.000	1.000					
2	1.000	1.000	1.000	1.000				
3	1.000	1.000	1.000		1.000			
4	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000			
5	1.000	1.000	1.000			1.000		
6	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000		
7	1.000	1.000	1.000		1.000	1.000		
8	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		
9	1.000	1.000	1.000				-1.000	
10	1.000	1.000	1.000	1.000			-1.000	
11	1.000	1.000	1.000			1.000	-1.000	
12	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000	-1.000	
13	1.000	1.000	1.000				1.000	
14	1.000	1.000	1.000	1.000			1.000	
15	1.000	1.000	1.000			1.000	1.000	
16	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000	1.000	
17	1.000	1.000	1.000					-1.000
18	1.000	1.000	1.000	1.000				-1.000
19	1.000	1.000	1.000			1.000		-1.000
20	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000		-1.000
21	1.000	1.000	1.000					1.000
22	1.000	1.000	1.000	1.000				1.000
23	1.000	1.000	1.000			1.000		1.000
24	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000		1.000

ESTRUCTURA

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (NSR-10, TÍTULO C)				Estado
	$s_{C,sup.}$	$s_{C,Lat.Der.}$	$s_{C,inf.}$	$s_{C,Lat.Izq.}$	
V-01: N2 - N14	x: 7.28 m Cumple	N.P.(1)	x: 3.695 m Cumple	N.P.(1)	**CUMPLE**
V-08: N22 - N23	x: 0 m Cumple	N.P.(1)	x: 1.133 m Cumple	N.P.(1)	**CUMPLE**
V-07: N24 - N25	x: 0 m Cumple	N.P.(1)	x: 1.331 m Cumple	N.P.(1)	**CUMPLE**
V-09: N28 - N29	x: 2.8 m Cumple	N.P.(1)	x: 0.2 m Cumple	N.P.(1)	**CUMPLE**
V-06: N30 - N31	x: 2.8 m Cumple	N.P.(1)	x: 0.2 m Cumple	N.P.(1)	**CUMPLE**
V-10: N18 - N10	x: 0 m Cumple	N.P.(1)	x: 1.825 m Cumple	N.P.(1)	**CUMPLE**

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (NSR-10, TÍTULO C)					Estado
	$s_{C,sup.}$	$s_{C,Lat.Der.}$	$s_{C,inf.}$	$s_{C,Lat.Izq.}$	-	
V-04: N6 - N10	x: 4.19 m Cumple	N.P.(1)	x: 7.28 m Cumple	N.P.(1)	N.P.(2)	**CUMPLE**
V-02: N4 - N18	x: 4.19 m Cumple	N.P.(1)	x: 7.28 m Cumple	N.P.(1)	N.P.(2)	**CUMPLE**
V-03: N26 - N27	x: 1.15 m Cumple	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(1)	N.P.(2)	**CUMPLE**
V-05: N4 - N6	x: 0 m Cumple	N.P.(1)	x: 1.825 m Cumple	N.P.(1)	N.P.(2)	**CUMPLE**

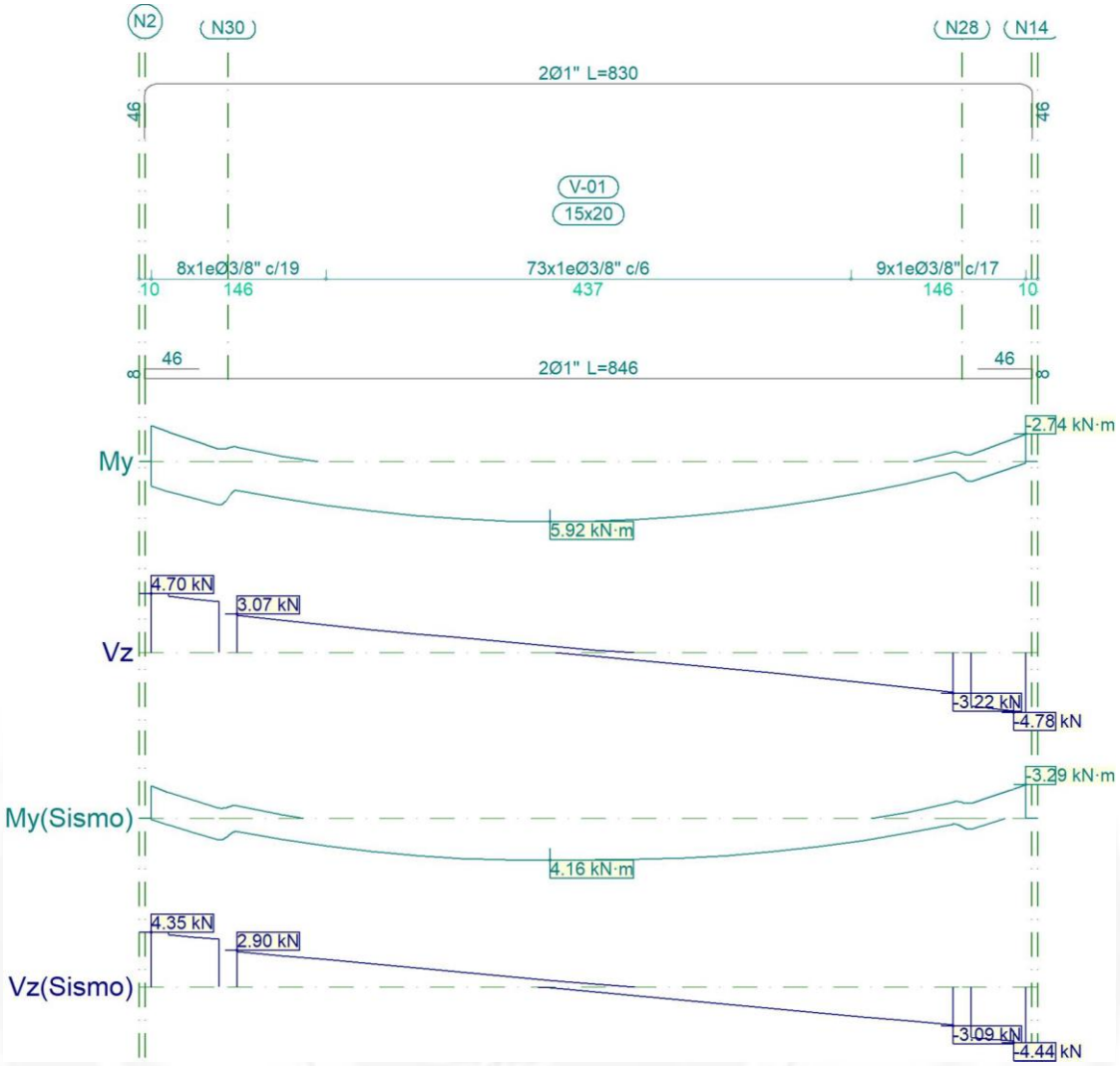
Notación:
$s_{C,sup.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara superior
$s_{C,Lat.Der.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral derecha
$s_{C,inf.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara inferior
$s_{C,Lat.Izq.}$: Comprobación de la separación 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.
(2) No hay esfuerzos que produzcan tensiones normales para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Comprobaciones de flecha		
Vigas	**Activa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim}$= L/480	Estado
V-01: N2 - N14	$f_{A,max}$: 13.94 mm $f_{A,lim}$: 14.95 mm	**CUMPLE**
V-04: N6 - N10	$f_{A,max}$: 0.74 mm $f_{A,lim}$: 5.19 mm	**CUMPLE**

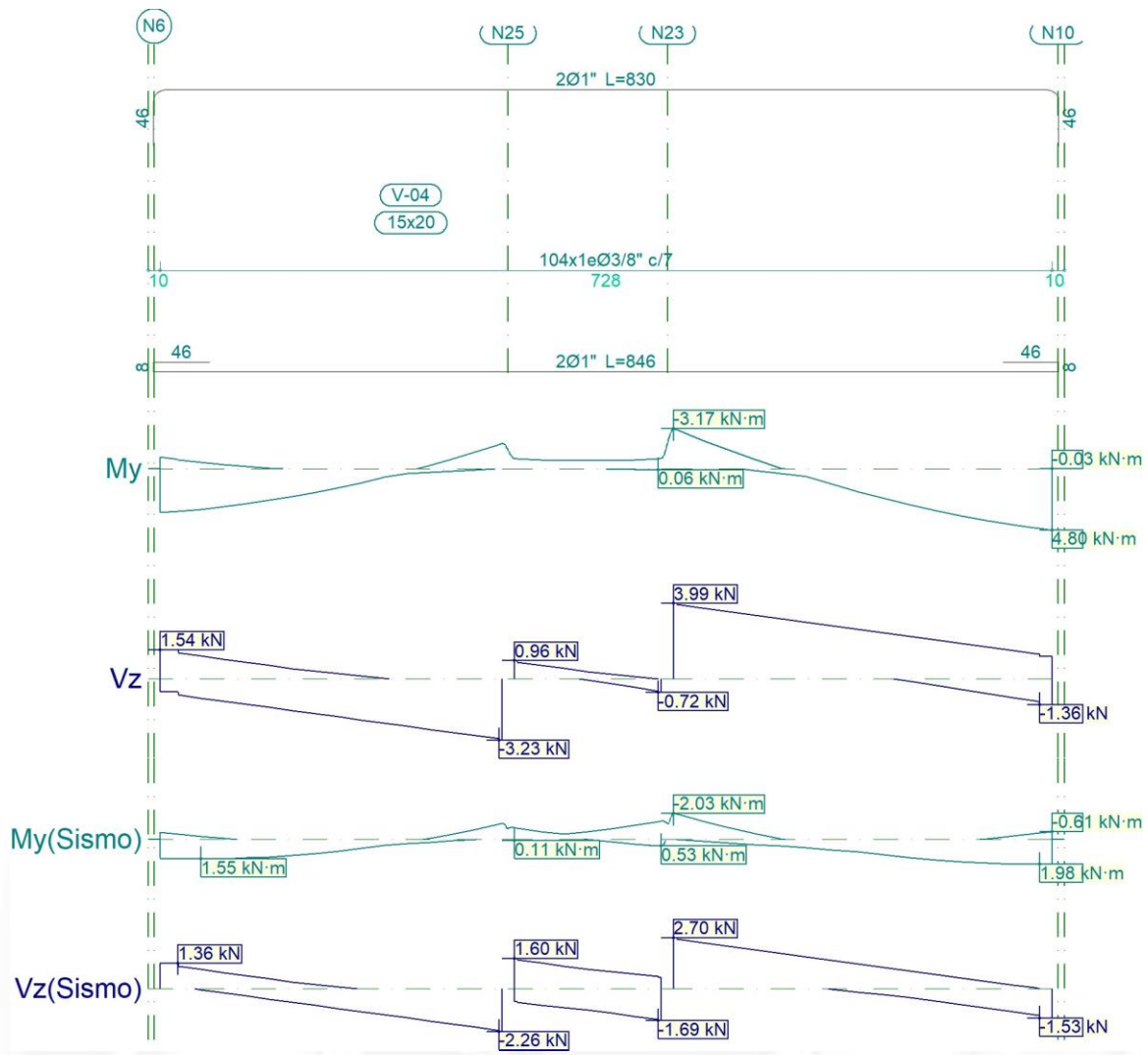
Comprobaciones de flecha		
Vigas	**Activa (Característica)** $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim} = L/480$	Estado
V-02: N4 - N18	$f_{A,max}$: 1.95 mm $f_{A,lim}$: 5.60 mm	**CUMPLE**
V-08: N22 - N23	$f_{A,max}$: 0.14 mm $f_{A,lim}$: 5.89 mm	**CUMPLE**
V-07: N24 - N25	$f_{A,max}$: 0.19 mm $f_{A,lim}$: 5.88 mm	**CUMPLE**
V-03: N26 - N27	$f_{A,max}$: 0.03 mm $f_{A,lim}$: 2.40 mm	**CUMPLE**
V-09: N28 - N29	$f_{A,max}$: 0.12 mm $f_{A,lim}$: 5.83 mm	**CUMPLE**
V-06: N30 - N31	$f_{A,max}$: 0.05 mm $f_{A,lim}$: 1.20 mm	**CUMPLE**
V-05: N4 - N6	$f_{A,max}$: 0.02 mm $f_{A,lim}$: 0.77 mm	**CUMPLE**
V-10: N18 - N10	$f_{A,max}$: 0.08 mm $f_{A,lim}$: 5.16 mm	**CUMPLE**

Listado de armados



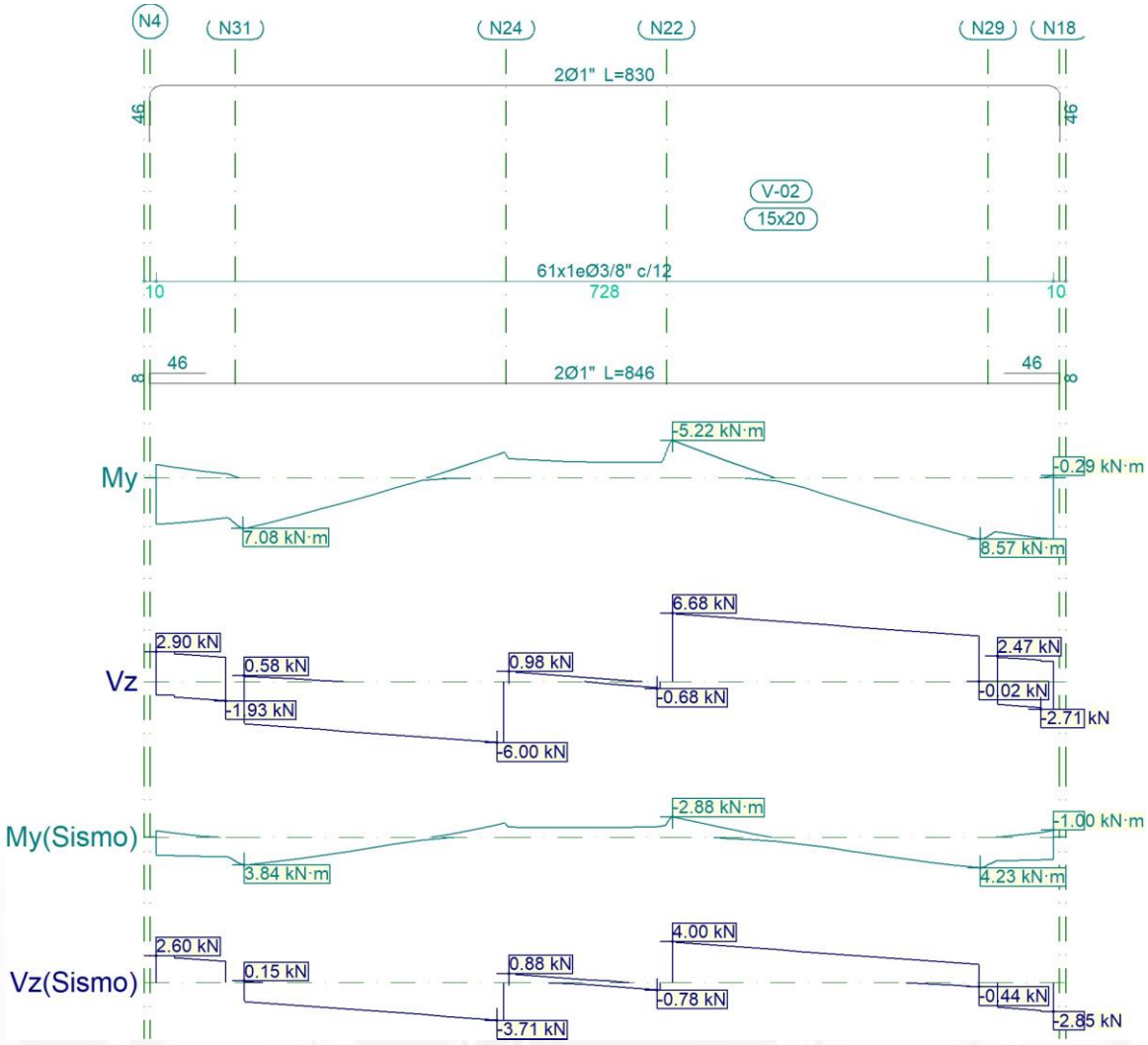
Pórtico 1			Tramo: V-01		
Sección			15x20		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Situaciones persistentes o transitorias	Momento mín.	[kN·m]	**-3.54**	**--**	**-2.74**
	x	[m]	0.00	--	7.28
	Momento máx.	[kN·m]	**5.33**	**5.92**	**4.46**
	x	[m]	2.21	3.32	5.19
	Cortante mín.	[kN]	**--**	**-1.28**	**-4.78**
	x	[m]	--	4.81	7.18

Pórtico 1				Tramo: V-01		
Sección				15x20		
Zona				1/3L	2/3L	3/3L
	Cortante máx.	[kN]		**4.70**	**1.19**	**--**
	x	[m]		0.00	2.58	--
	Torsor mín.	[kN]		**--**	**--**	**--**
	x	[m]		--	--	--
	Torsor máx.	[kN]		**--**	**--**	**--**
	x	[m]		--	--	--
Situaciones sísmicas	Momento mín.	[kN·m]		**-3.16**	**--**	**-3.29**
	x	[m]		0.00	--	7.28
	Momento máx.	[kN·m]		**3.67**	**4.16**	**3.30**
	x	[m]		2.21	3.32	5.19
	Cortante mín.	[kN]		**--**	**-1.38**	**-4.44**
	x	[m]		--	4.81	7.18
	Cortante máx.	[kN]		**4.35**	**1.19**	**--**
	x	[m]		0.00	2.58	--
	Torsor mín.	[kN]		**-0.59**	**--**	**-1.02**
	x	[m]		0.56	--	6.83
	Torsor máx.	[kN]		**0.92**	**--**	**--**
	x	[m]		0.56	--	--
Área Sup.		[cm²]	Real	**10.13**	**10.13**	**10.13**
			Nec.	2.03	2.03	2.03
Área Inf.		[cm²]	Real	**10.13**	**10.13**	**10.13**
			Nec.	3.38	2.03	3.38
Área Transv.		[cm²/m]	Real	**23.77**	**23.77**	**23.77**
			Nec.	6.94	1.27	7.64
F. Activa				**13.94 mm, L/515 (L: 7.18 m)**		



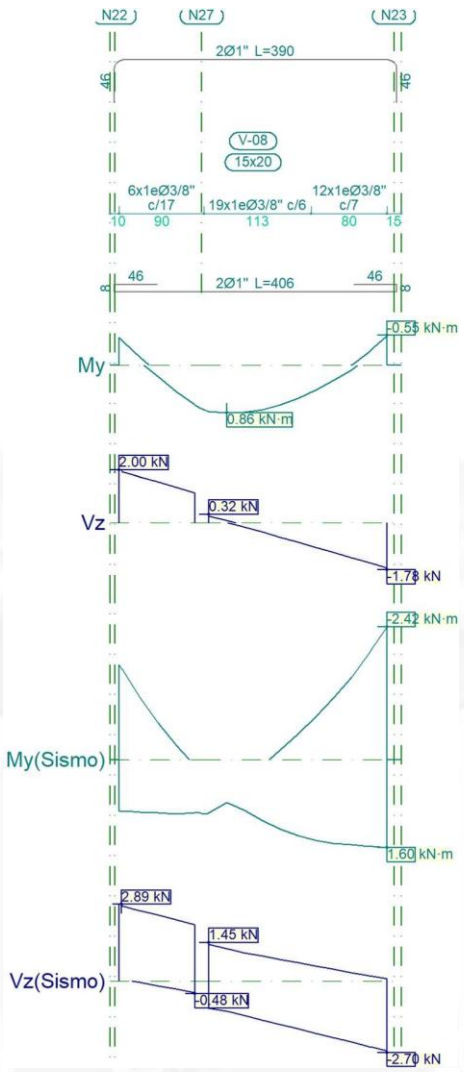
Pórtico 4			**Tramo: V-04**		
Sección			**15x20**		
Zona			**1/3L**	**2/3L**	**3/3L**
Situaciones persistentes o transitorias	**Momento mín.**	[kN·m]	**-0.92**	**-3.17**	**--**
	x	[m]	0.00	4.19	--
	Momento máx.	[kN·m]	**3.44**	**--**	**4.80**
	x	[m]	0.00	--	7.28
	Cortante mín.	[kN]	**-2.83**	**-3.23**	**-1.36**
	x	[m]	2.39	2.77	7.18
	Cortante máx.	[kN]	**1.54**	**3.99**	**3.18**

Pórtico 4				Tramo: V-04		
Sección				15x20		
Zona				1/3L	2/3L	3/3L
	x	[m]		0.00	4.19	5.06
	Torsor mín.	[kN]		--	--	--
	x	[m]		--	--	--
	Torsor máx.	[kN]		--	--	--
	x	[m]		--	--	--
Situaciones sísmicas	Momento mín.	[kN·m]		-0.55	-2.03	-0.61
	x	[m]		0.00	4.19	7.28
	Momento máx.	[kN·m]		1.55	--	1.98
	x	[m]		0.33	--	7.18
	Cortante mín.	[kN]		-1.86	-2.26	-1.53
	x	[m]		2.39	2.77	7.18
	Cortante máx.	[kN]		1.36	2.70	1.89
	x	[m]		0.14	4.19	5.06
	Torsor mín.	[kN]		--	--	--
	x	[m]		--	--	--
	Torsor máx.	[kN]		--	--	--
	x	[m]		--	--	--
Área Sup.		[cm²]	Real	10.13	10.13	10.13
			Nec.	2.03	2.03	2.03
Área Inf.		[cm²]	Real	10.13	10.13	10.13
			Nec.	3.38	3.38	3.38
Área Transv.		[cm²/m]	Real	20.37	20.37	20.37
			Nec.	1.27	1.27	1.27
F. Activa				0.74 mm, L/3344 (L: 2.49 m)		



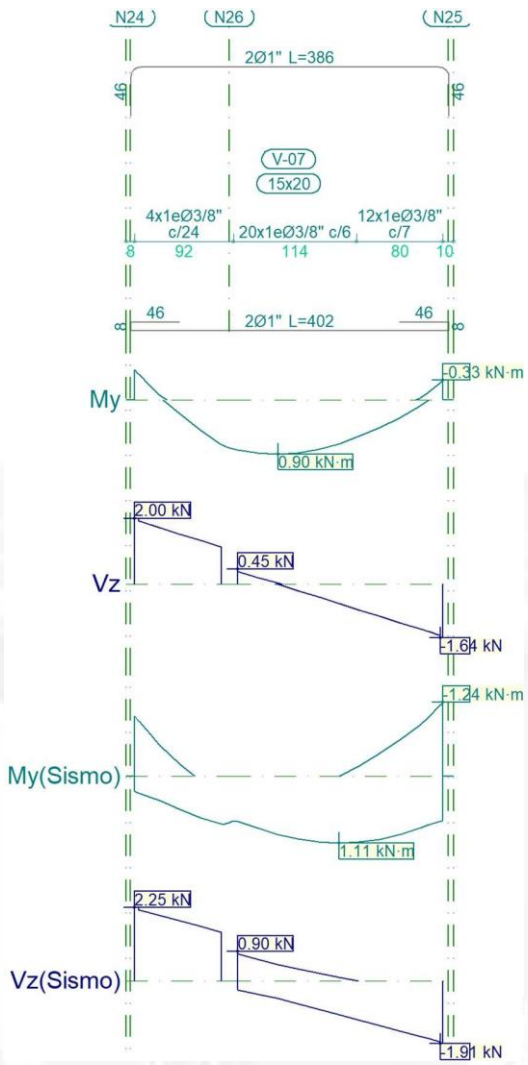
Pórtico 2			Tramo: V-02		
Sección			15x20		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Situaciones persistentes o transitorias	Momento mín.	[kN·m]	**-1.85**	**-5.22**	**--**
	x	[m]	0.00	4.19	--
	Momento máx.	[kN·m]	**7.08**	**--**	**8.57**
	x	[m]	0.70	--	6.69
	Cortante mín.	[kN]	**-5.57**	**-6.00**	**-2.71**
	x	[m]	2.36	2.77	7.18
	Cortante máx.	[kN]	**2.90**	**6.68**	**5.89**

Pórtico 2				Tramo: V-02		
Sección				15x20		
Zona				1/3L	2/3L	3/3L
	x	[m]		0.00	4.19	5.04
	Torsor mín.	[kN]		--	--	-1.17
	x	[m]		--	--	6.83
	Torsor máx.	[kN]		1.45	--	--
	x	[m]		0.00	--	--
Situaciones sísmicas	Momento mín.	[kN·m]		-0.95	-2.88	-1.00
	x	[m]		0.00	4.19	7.28
	Momento máx.	[kN·m]		3.84	--	4.23
	x	[m]		0.72	--	6.69
	Cortante mín.	[kN]		-3.29	-3.71	-2.85
	x	[m]		2.36	2.77	7.28
	Cortante máx.	[kN]		2.60	4.00	3.21
	x	[m]		0.00	4.19	5.04
	Torsor mín.	[kN]		--	--	-1.28
	x	[m]		--	--	6.83
	Torsor máx.	[kN]		1.39	--	--
	x	[m]		0.35	--	--
Área Sup.		[cm²]	Real	10.13	10.13	10.13
			Nec.	2.03	2.03	2.03
Área Inf.		[cm²]	Real	10.13	10.13	10.13
			Nec.	3.38	3.38	3.38
Área Transv.		[cm²/m]	Real	11.88	11.88	11.88
			Nec.	10.90	1.27	9.64
F. Activa				1.95 mm, L/1375 (L: 2.69 m)		



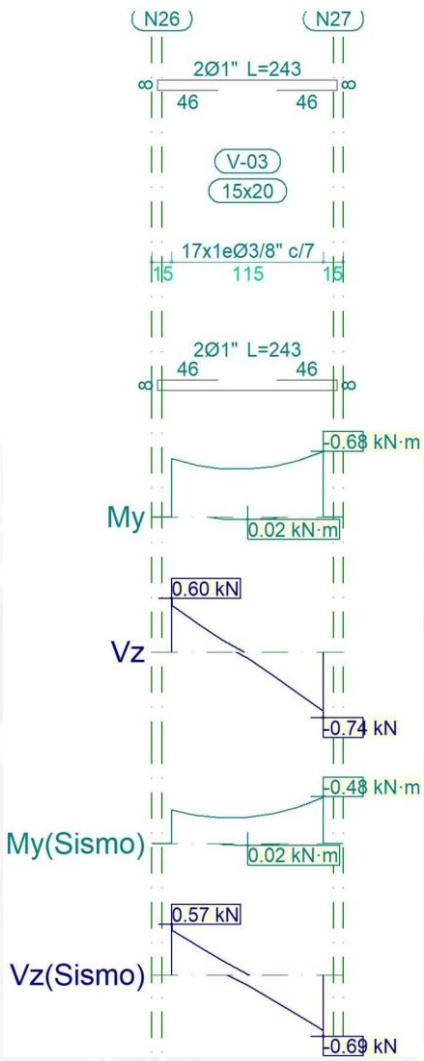
Pórtico 8			Tramo: V-08		
Sección			15x20		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Situaciones persistentes o transitorias	Momento mín.	[kN·m]	--	--	--
	x	[m]	--	--	--
	Momento máx.	[kN·m]	**0.83**	**0.86**	**0.60**
	x	[m]	0.93	1.13	1.89
	Cortante mín.	[kN]	--	**-0.54**	**-1.78**
	x	[m]	--	1.70	2.83
	Cortante máx.	[kN]	**2.00**	**0.32**	--

Pórtico 8				Tramo: V-08		
Sección				15x20		
Zona				1/3L	2/3L	3/3L
	x	[m]		0.00	0.95	--
	Torsor mín.	[kN]		**-0.65**	**--**	**--**
	x	[m]		0.00	--	--
	Torsor máx.	[kN]		**--**	**--**	**--**
	x	[m]		--	--	--
Situaciones sísmicas	Momento mín.	[kN·m]		**-1.72**	**--**	**-2.42**
	x	[m]		0.00	--	2.83
	Momento máx.	[kN·m]		**0.98**	**1.26**	**1.60**
	x	[m]		0.90	1.70	2.83
	Cortante mín.	[kN]		**-0.93**	**-1.63**	**-2.70**
	x	[m]		0.93	1.70	2.83
	Cortante máx.	[kN]		**2.89**	**1.45**	**0.70**
	x	[m]		0.03	0.95	1.89
	Torsor mín.	[kN]		**--**	**--**	**--**
	x	[m]		--	--	--
	Torsor máx.	[kN]		**--**	**--**	**--**
	x	[m]		--	--	--
Área Sup.		[cm²]	Real	**10.13**	**10.13**	**10.13**
			Nec.	2.03	2.03	2.03
Área Inf.		[cm²]	Real	**10.13**	**10.13**	**10.13**
			Nec.	3.38	3.38	3.38
Área Transv.		[cm²/m]	Real	**23.77**	**23.77**	**23.77**
			Nec.	5.39	1.27	1.27
F. Activa				**0.14 mm, L/20136 (L: 2.83 m)**		



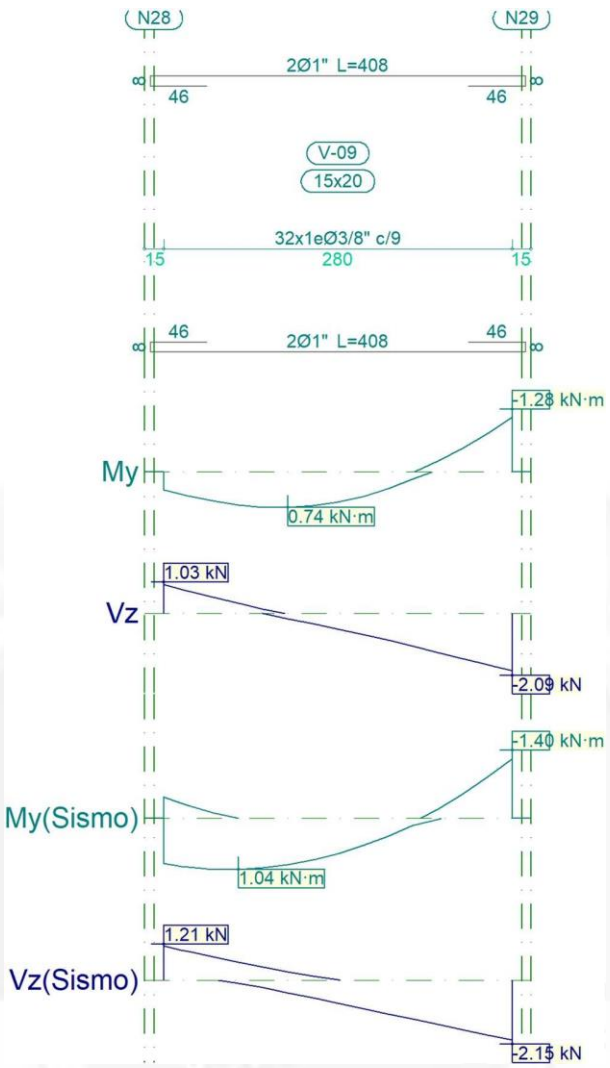
Pórtico 7			Tramo: V-07		
Sección			15x20		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Situaciones persistentes o transitorias	Momento mín.	[kN·m]	--	--	--
	x	[m]	--	--	--
	Momento máx.	[kN·m]	**0.83**	**0.90**	**0.60**
	x	[m]	0.94	1.33	2.08
	Cortante mín.	[kN]	--	**-0.60**	**-1.64**
	x	[m]	--	1.90	2.84
	Cortante máx.	[kN]	**2.00**	**0.45**	--

Pórtico 7				Tramo: V-07		
Sección				15x20		
Zona				1/3L	2/3L	3/3L
	x	[m]		0.00	0.96	--
	Torsor mín.	[kN]		--	--	--
	x	[m]		--	--	--
	Torsor máx.	[kN]		0.66	--	--
	x	[m]		0.00	--	--
Situaciones sísmicas	Momento mín.	[kN·m]		-1.01	--	-1.24
	x	[m]		0.00	--	2.86
	Momento máx.	[kN·m]		0.80	1.11	1.09
	x	[m]		0.83	1.90	2.08
	Cortante mín.	[kN]		-0.19	-1.01	-1.91
	x	[m]		0.94	1.90	2.84
	Cortante máx.	[kN]		2.25	0.90	--
	x	[m]		0.00	0.96	--
	Torsor mín.	[kN]		--	--	--
	x	[m]		--	--	--
	Torsor máx.	[kN]		--	--	--
	x	[m]		--	--	--
Área Sup.		[cm²]	Real	10.13	10.13	10.13
			Nec.	2.03	2.03	2.03
Área Inf.		[cm²]	Real	10.13	10.13	10.13
			Nec.	3.38	3.38	3.38
Área Transv.		[cm²/m]	Real	23.77	23.77	20.37
			Nec.	4.95	1.27	1.27
F. Activa				0.19 mm, L/15182 (L: 2.82 m)		



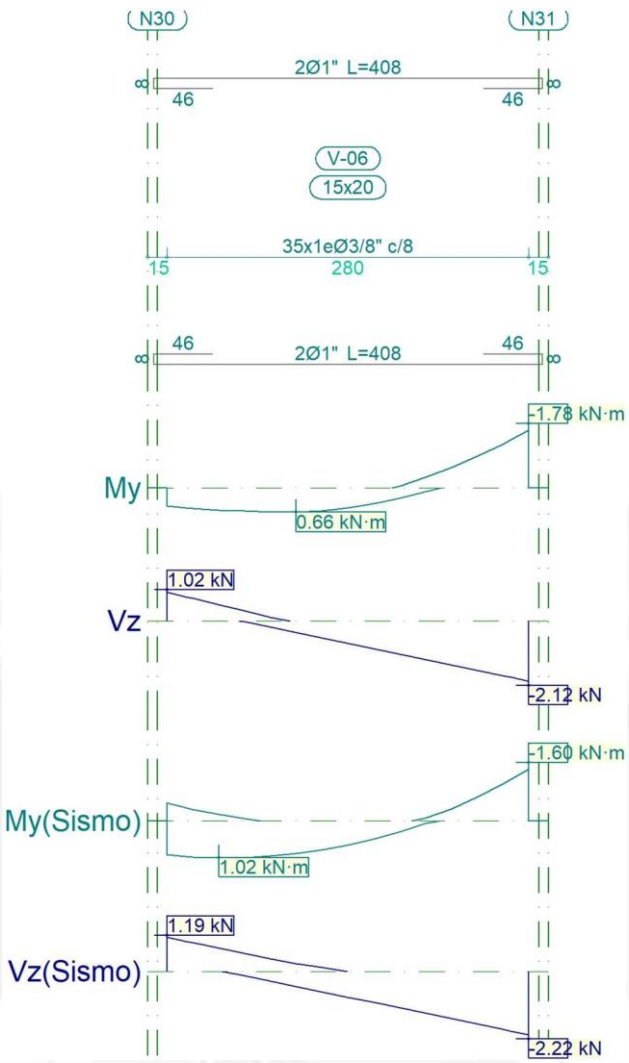
Pórtico 3			Tramo: V-03		
Sección			15x20		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Situaciones persistentes o transitorias	Momento mín.	[kN·m]	**-0.60**	**--**	**-0.68**
	x	[m]	0.00	--	1.15
	Momento máx.	[kN·m]	**--**	**--**	**--**
	x	[m]	--	--	--
	Cortante mín.	[kN]	**--**	**-0.27**	**-0.74**
	x	[m]	--	0.77	1.15
	Cortante máx.	[kN]	**0.60**	**0.13**	**--**

Pórtico 3				Tramo: V-03		
Sección				15x20		
Zona				1/3L	2/3L	3/3L
	x	[m]		0.00	0.38	--
	Torsor mín.	[kN]		--	--	--
	x	[m]		--	--	--
	Torsor máx.	[kN]		--	--	--
	x	[m]		--	--	--
Situaciones sísmicas	Momento mín.	[kN·m]		--	--	--
	x	[m]		--	--	--
	Momento máx.	[kN·m]		--	--	--
	x	[m]		--	--	--
	Cortante mín.	[kN]		--	-0.28	-0.69
	x	[m]		--	0.77	1.15
	Cortante máx.	[kN]		0.57	0.16	--
	x	[m]		0.00	0.38	--
	Torsor mín.	[kN]		--	--	--
	x	[m]		--	--	--
	Torsor máx.	[kN]		--	--	--
	x	[m]		--	--	--
Área Sup.		[cm²]	Real	9.16	10.13	9.16
			Nec.	2.03	2.03	2.03
Área Inf.		[cm²]	Real	9.16	10.13	9.16
			Nec.	3.38	2.03	3.38
Área Transv.		[cm²/m]	Real	20.37	20.37	20.37
			Nec.	5.24	5.24	5.24
F. Activa				0.03 mm, L/36014 (L: 1.15 m)		



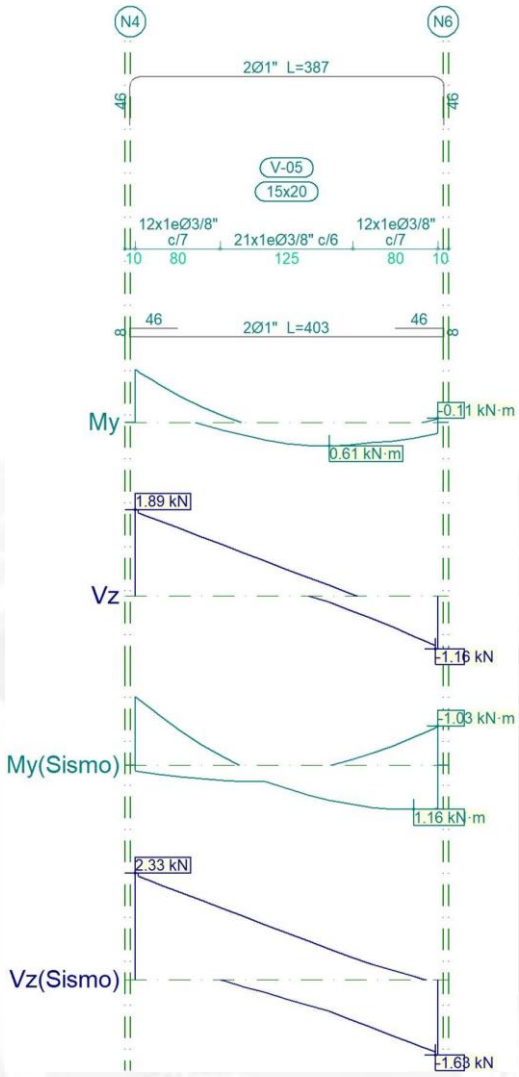
Pórtico 9			**Tramo: V-09**		
Sección			**15x20**		
Zona			**1/3L**	**2/3L**	**3/3L**
Situaciones persistentes o transitorias	**Momento mín.**	[kN·m]	**--**	**--**	**-1.28**
	x	[m]	--	--	2.80
	Momento máx.	[kN·m]	**0.73**	**0.74**	**--**
	x	[m]	0.80	1.00	--
	Cortante mín.	[kN]	**-0.01**	**-0.90**	**-2.09**
	x	[m]	0.80	1.80	2.80
	Cortante máx.	[kN]	**1.03**	**--**	**--**

Pórtico 9				Tramo: V-09		
Sección				15x20		
Zona				1/3L	2/3L	3/3L
	x	[m]		0.00	--	--
	Torsor mín.	[kN]		--	--	--
	x	[m]		--	--	--
	Torsor máx.	[kN]		1.50	1.50	1.50
	x	[m]		0.00	1.00	2.00
Situaciones sísmicas	Momento mín.	[kN·m]		--	--	-1.40
	x	[m]		--	--	2.80
	Momento máx.	[kN·m]		1.04	0.95	--
	x	[m]		0.60	1.00	--
	Cortante mín.	[kN]		-0.24	-1.13	-2.15
	x	[m]		0.80	1.80	2.80
	Cortante máx.	[kN]		1.21	0.28	--
	x	[m]		0.00	1.00	--
	Torsor mín.	[kN]		--	--	--
	x	[m]		--	--	--
	Torsor máx.	[kN]		1.11	1.11	1.11
	x	[m]		0.80	1.40	2.66
Área Sup.		[cm²]	Real	10.13	10.13	10.13
			Nec.	2.03	2.03	2.03
Área Inf.		[cm²]	Real	10.13	10.13	10.13
			Nec.	3.38	2.03	3.38
Área Transv.		[cm²/m]	Real	15.84	15.84	15.84
			Nec.	11.92	11.24	11.92
F. Activa				0.12 mm, L/23375 (L: 2.80 m)		



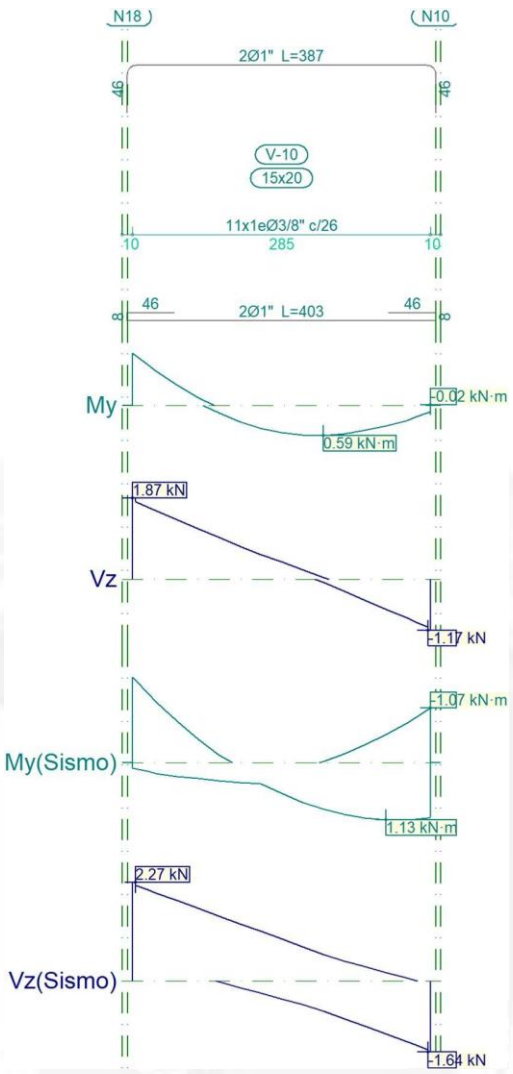
Pórtico 6			**Tramo: V-06**		
Sección			**15x20**		
Zona			**1/3L**	**2/3L**	**3/3L**
Situaciones persistentes o transitorias	**Momento mín.**	[kN·m]	**--**	**--**	**-1.78**
	x	[m]	--	--	2.80
	Momento máx.	[kN·m]	**0.66**	**0.66**	**--**
	x	[m]	0.80	1.00	--
	Cortante mín.	[kN]	**-0.21**	**-1.10**	**-2.12**
	x	[m]	0.80	1.80	2.80
	Cortante máx.	[kN]	**1.02**	**--**	**--**

Pórtico 6				Tramo: V-06		
Sección				15x20		
Zona				1/3L	2/3L	3/3L
	x	[m]		0.00	--	--
	Torsor mín.	[kN]		**-1.93**	**-1.93**	**-1.93**
	x	[m]		0.00	1.00	2.00
	Torsor máx.	[kN]		**--**	**--**	**--**
	x	[m]		--	--	--
Situaciones sísmicas	Momento mín.	[kN·m]		**--**	**--**	**-1.60**
	x	[m]		--	--	2.80
	Momento máx.	[kN·m]		**1.02**	**0.90**	**--**
	x	[m]		0.40	1.00	--
	Cortante mín.	[kN]		**-0.31**	**-1.19**	**-2.22**
	x	[m]		0.80	1.80	2.80
	Cortante máx.	[kN]		**1.19**	**0.27**	**--**
	x	[m]		0.00	1.00	--
	Torsor mín.	[kN]		**-1.29**	**-1.29**	**-1.29**
	x	[m]		0.80	1.00	2.60
	Torsor máx.	[kN]		**--**	**--**	**--**
	x	[m]		--	--	--
Área Sup.		[cm²]	Real	**10.13**	**10.13**	**10.13**
			Nec.	2.03	2.03	2.03
Área Inf.		[cm²]	Real	**10.13**	**10.13**	**10.13**
			Nec.	3.38	2.03	3.38
Área Transv.		[cm²/m]	Real	**17.83**	**17.83**	**17.83**
			Nec.	14.47	14.47	14.47
F. Activa				**0.05 mm, L/12393 (L: 0.58 m)**		



Pórtico 5			Tramo: V-05		
Sección			15x20		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Situaciones persistentes o transitorias	Momento mín.	[kN·m]	**-1.40**	**--**	**--**
	x	[m]	0.00	--	--
	Momento máx.	[kN·m]	**--**	**0.61**	**0.58**
	x	[m]	--	1.83	2.03
	Cortante mín.	[kN]	**--**	**-0.14**	**-1.16**
	x	[m]	--	1.83	2.83
	Cortante máx.	[kN]	**1.89**	**0.94**	**0.06**

Pórtico 5				Tramo: V-05		
Sección				15x20		
Zona				1/3L	2/3L	3/3L
	x	[m]		0.00	1.03	2.03
	Torsor mín.	[kN]		--	--	--
	x	[m]		--	--	--
	Torsor máx.	[kN]		--	--	--
	x	[m]		--	--	--
Situaciones sísmicas	Momento mín.	[kN·m]		-1.81	--	-1.03
	x	[m]		0.00	--	2.85
	Momento máx.	[kN·m]		--	0.91	1.16
	x	[m]		--	1.83	2.63
	Cortante mín.	[kN]		-0.01	-0.68	-1.63
	x	[m]		0.83	1.83	2.83
	Cortante máx.	[kN]		2.33	1.39	0.50
	x	[m]		0.00	1.03	2.03
	Torsor mín.	[kN]		--	--	--
	x	[m]		--	--	--
	Torsor máx.	[kN]		--	--	--
	x	[m]		--	--	--
Área Sup.		[cm²]	Real	10.13	10.13	10.13
			Nec.	2.03	2.03	2.03
Área Inf.		[cm²]	Real	10.13	10.13	10.13
			Nec.	3.38	2.03	3.38
Área Transv.		[cm²/m]	Real	23.77	23.77	23.77
			Nec.	1.27	1.27	1.27
F. Activa				0.02 mm, L/15569 (L: 0.37 m)		



Pórtico10			**Tramo: V-10**		
Sección			**15x20**		
Zona			**1/3L**	**2/3L**	**3/3L**
Situaciones persistentes o transitorias	**Momento mín.**	[kN·m]	**-1.02**	**--**	**--**
	x	[m]	0.00	--	--
	Momento máx.	[kN·m]	**--**	**0.59**	**0.56**
	x	[m]	--	1.83	2.03
	Cortante mín.	[kN]	**--**	**-0.06**	**-1.17**
	x	[m]	--	1.83	2.83
	Cortante máx.	[kN]	**1.87**	**0.76**	**--**

Pórtico10				Tramo: V-10		
Sección				15x20		
Zona				1/3L	2/3L	3/3L
	x	[m]		0.00	1.03	--
	Torsor mín.	[kN]		--	--	--
	x	[m]		--	--	--
	Torsor máx.	[kN]		0.62	0.62	0.62
	x	[m]		0.00	1.03	2.03
Situaciones sísmicas	Momento mín.	[kN·m]		-1.67	--	-1.07
	x	[m]		0.00	--	2.85
	Momento máx.	[kN·m]		--	0.92	1.13
	x	[m]		--	1.83	2.43
	Cortante mín.	[kN]		-0.02	-0.69	-1.64
	x	[m]		0.83	1.83	2.83
	Cortante máx.	[kN]		2.27	1.32	0.46
	x	[m]		0.03	1.03	2.03
	Torsor mín.	[kN]		--	--	--
	x	[m]		--	--	--
	Torsor máx.	[kN]		--	--	--
	x	[m]		--	--	--
Área Sup.		[cm²]	Real	10.13	10.13	10.13
			Nec.	2.03	2.03	2.03
Área Inf.		[cm²]	Real	10.13	10.13	10.13
			Nec.	3.38	2.03	3.38
Área Transv.		[cm²/m]	Real	5.48	5.48	5.48
			Nec.	4.63	4.63	4.63
F. Activa				0.08 mm, L/30036 (L: 2.48 m)		

Sismo

Norma utilizada: NSR-10

Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (2010)

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

Datos generales de sismo

Caracterización del emplazamiento

A_a: Aceleración horizontal pico efectiva (NSR-10, A.2.2) **A_a** : *0.15* g

A_v: Velocidad horizontal pico efectiva (NSR-10, A.2.2) **A_v** : *0.20* g

V_m: Velocidad media de onda de cortante (NSR-10, A.2.4.3) **V_m** : *180.00* m/s

Sistema estructural

R_{0X}: Coeficiente de disipación de energía básico (X) (NSR-10, A.3) **R_{0X}** : *5.00*

R_{0Y}: Coeficiente de disipación de energía básico (Y) (NSR-10, A.3) **R_{0Y}** : *5.00*

F_a: Coeficiente de irregularidad en altura (NSR-10, A.3.3.5) **F_a** : *0.80*

F_p: Coeficiente de irregularidad en planta (NSR-10, A.3.3.4) **F_p** : *0.80*

F_{rX}: Coeficiente por ausencia de redundancia (X) (NSR-10, A.3.3.8) **F_{rX}** : *0.75*

F_{rY}: Coeficiente por ausencia de redundancia (Y) (NSR-10, A.3.3.8) **F_{rY}** : *0.75*

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

Tipo de edificación (NSR-10, A.2.5): I

Parámetros de cálculo

Número de modos de vibración que intervienen en el análisis: Según norma

Fracción de sobrecarga de uso : *0.00*

Fracción de sobrecarga de nieve : *0.00*

Factor multiplicador del espectro : *1.00*

Se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Valor para multiplicar los desplazamientos 1.00

Direcciones de análisis

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y

Análisis de la estabilidad global

Número de hipótesis gravitatorias: 4

Número de hipótesis con análisis dinámico: 2

Número de modos analizados en segundo orden: 2

El momento de vuelco producido por las acciones horizontales en las distintas hipótesis es:

	kN·m
Modo 1	0.104
Modo 2	0.000

El momento por efecto P-delta producido por las distintas hipótesis de carga gravitatoria bajo la actuación simultánea de las hipótesis de acciones horizontales es:

	Peso propio kN·m	CM 1 kN·m	Q 1 kN·m	N 1 kN·m
Modo 1	0.006	0.000	0.001	0.000
Modo 2	0.000	0.000	0.000	0.000

Las acciones horizontales se ven incrementadas por la actuación simultánea de las acciones gravitatorias según los siguientes factores de amplificación (FA):

	Peso propio	CM 1	Q 1	N 1
Modo 1	0.058	0.000	0.014	0.003
Modo 2	0.000	0.000	0.000	0.000

Cuando en una combinación actúe una acción horizontal con un coeficiente de mayoración Fv y varias acciones gravitatorias con coeficientes de mayoración Fg1...Fgn, el coeficiente de mayoración de la acción horizontal se tomará como:

$$Fv\ (\text{estabilidad global}) = Fv \cdot \frac{1}{1-(Fg1 \cdot FA1+...+Fgn \cdot FAn)}$$

En el caso de sismo se realiza una combinación cuadrática completa, con lo que no tiene sentido la relación entre el coeficiente de mayoración amplificado y el coeficiente de mayoración sin amplificar.

Resistencia al fuego

Perfiles de madera

Norma: CTE DB SI. Anejo E: Resistencia al fuego de las estructuras de madera.

Resistencia requerida: R30

ESTRUCTURA

Geometría

Barras

Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	n	G (MPa)	f_y (MPa)	$a_{\cdot t}$ (m/m°C)	g (kN/m³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	A36	200000.00	0.300	80000.00	250.00	0.000012	77.01

Notación:
E: Módulo de elasticidad
n: Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
f_y: Límite elástico
$a_{\cdot t}$: Coeficiente de dilatación
g: Peso específico

Descripción

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			b_{xy}	b_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
Acero laminado	A36	N1/N2	N1/N2	columna 10x10x2.5 (columna)	-	2.148	0.052	1.00	1.00	-	-
		N3/N4	N3/N4	columna 10x10x2.5 (columna)	-	2.148	0.052	1.00	1.00	-	-
		N5/N6	N5/N6	columna 10x10x2.5 (columna)	-	2.148	0.052	1.00	1.00	-	-
		N7/N23	N7/N8	columna tanque 150x100x6 (vigas)	-	2.150	0.050	1.00	1.00	-	-
		N23/N19	N7/N8	columna tanque 150x100x6 (vigas)	0.050	1.017	0.053	1.00	1.00	-	-
		N19/N8	N7/N8	columna tanque 150x100x6 (vigas)	0.053	0.027	-	1.00	1.00	-	-

Descripción												
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			b_{xy}	b_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N9/N10	N9/N10	columna 10x10x2.5 (columna)	-	2.147	0.053	1.00	1.00	-	-
		N11/N12	N11/N12	columna 10x10x2.5 (columna)	-	3.267	0.053	1.00	1.00	-	-
		N13/N14	N13/N14	columna 10x10x2.5 (columna)	-	2.147	0.053	1.00	1.00	-	-
		N15/N22	N15/N16	columna 10x10x2.5 (columna)	-	2.150	0.050	1.00	1.00	-	-
		N22/N16	N15/N16	columna 10x10x2.5 (columna)	0.050	1.017	0.053	1.00	1.00	-	-
		N17/N18	N17/N18	columna 10x10x2.5 (columna)	-	2.147	0.053	1.00	1.00	-	-
		N2/N30	N2/N14	viga 10x10x2.5 (columna)	0.194	0.446	0.050	1.00	1.00	-	-
		N30/N28	N2/N14	viga 10x10x2.5 (columna)	0.050	6.010	0.050	1.00	1.00	-	-
		N28/N14	N2/N14	viga 10x10x2.5 (columna)	0.050	0.379	0.151	1.00	1.00	-	-
		N6/N25	N6/N10	viga 10x10x2.5 (columna)	0.194	2.646	0.050	1.00	1.00	-	-
		N25/N23	N6/N10	viga 10x10x2.5 (columna)	0.050	1.200	0.050	1.00	1.00	-	-
		N23/N10	N6/N10	viga 10x10x2.5 (columna)	0.050	2.989	0.151	1.00	1.00	-	-
		N4/N31	N4/N18	viga 10x10x2.5 (columna)	0.194	0.446	0.050	1.00	1.00	-	-
		N31/N24	N4/N18	viga 10x10x2.5 (columna)	0.050	2.100	0.050	1.00	1.00	-	-

Descripción												
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			b_{xy}	b_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N24/N22	N4/N18	viga 10x10x2.5 (columna)	0.050	1.200	0.050	1.00	1.00	-	-
		N22/N29	N4/N18	viga 10x10x2.5 (columna)	0.050	2.510	0.050	1.00	1.00	-	-
		N29/N18	N4/N18	viga 10x10x2.5 (columna)	0.050	0.379	0.151	1.00	1.00	-	-
		N2/N34	N2/N12	viga 10x10x2.5 (columna)	0.194	1.166	-	1.00	1.00	-	-
		N34/N37	N2/N12	viga 10x10x2.5 (columna)	-	1.350	-	1.00	1.00	-	-
		N37/N38	N2/N12	viga 10x10x2.5 (columna)	-	1.350	-	1.00	1.00	-	-
		N38/N12	N2/N12	viga 10x10x2.5 (columna)	-	0.225	0.052	1.00	1.00	-	-
		N14/N42	N14/N12	viga 10x10x2.5 (columna)	0.151	0.879	-	1.00	1.00	-	-
		N42/N44	N14/N12	viga 10x10x2.5 (columna)	-	1.030	-	1.00	1.00	-	-
		N44/N47	N14/N12	viga 10x10x2.5 (columna)	-	1.030	-	1.00	1.00	-	-
		N47/N12	N14/N12	viga 10x10x2.5 (columna)	-	0.238	0.053	1.00	1.00	-	-
		N4/N35	N4/N16	viga 10x10x2.5 (columna)	0.194	1.166	-	1.00	1.00	-	-
		N35/N33	N4/N16	viga 10x10x2.5 (columna)	-	1.631	-	1.00	1.00	-	-
		N33/N39	N4/N16	viga 10x10x2.5 (columna)	-	1.069	-	1.00	1.00	-	-

Descripción												
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			b_{xy}	b_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N39/N16	N4/N16	viga 10x10x2.5 (columna)	-	0.225	0.052	1.00	1.00	-	-
		N18/N41	N18/N16	viga 10x10x2.5 (columna)	0.151	0.909	-	1.00	1.00	-	-
		N41/N48	N18/N16	viga 10x10x2.5 (columna)	-	2.030	-	1.00	1.00	-	-
		N48/N16	N18/N16	viga 10x10x2.5 (columna)	-	0.238	0.053	1.00	1.00	-	-
		N6/N36	N6/N19	viga 10x10x2.5 (columna)	0.194	1.166	-	1.00	1.00	-	-
		N36/N21	N6/N19	viga 10x10x2.5 (columna)	-	1.579	0.052	1.00	1.00	-	-
		N21/N40	N6/N19	viga 10x10x2.5 (columna)	0.052	1.017	-	1.00	1.00	-	-
		N40/N19	N6/N19	viga 10x10x2.5 (columna)	-	0.225	0.052	1.00	1.00	-	-
		N10/N43	N10/N19	viga 10x10x2.5 (columna)	0.151	0.909	-	1.00	1.00	-	-
		N43/N49	N10/N19	viga 10x10x2.5 (columna)	-	2.030	-	1.00	1.00	-	-
		N49/N19	N10/N19	viga 10x10x2.5 (columna)	-	0.238	0.053	1.00	1.00	-	-
		N12/N16	N12/N19	viga 10x10x2.5 (columna)	0.050	2.850	0.050	1.00	1.00	-	-
		N16/N19	N12/N19	viga 10x10x2.5 (columna)	0.050	2.825	0.075	1.00	1.00	-	-
		N20/N25	N20/N21	columna 10x10x2.5 (columna)	-	2.150	0.050	1.00	1.00	-	-

Descripción												
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			b_{xy}	b_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N25/N21	N20/N21	columna 10x10x2.5 (columna)	0.050	0.671	0.052	1.00	1.00	-	-
		N22/N27	N22/N23	viga 10x10x2.5 (columna)	0.050	0.820	0.050	1.00	1.00	-	-
		N27/N23	N22/N23	viga 10x10x2.5 (columna)	0.050	1.905	0.075	1.00	1.00	-	-
		N24/N26	N24/N25	viga 10x10x2.5 (columna)	0.050	0.820	0.050	1.00	1.00	-	-
		N26/N25	N24/N25	viga 10x10x2.5 (columna)	0.050	1.930	0.050	1.00	1.00	-	-
		N26/N27	N26/N27	viga 10x10x2.5 (columna)	0.050	1.200	0.050	1.00	1.00	-	-
		N28/N29	N28/N29	viga 10x10x2.5 (columna)	0.050	2.850	0.050	1.00	1.00	-	-
		N30/N31	N30/N31	viga 10x10x2.5 (columna)	0.050	2.850	0.050	1.00	1.00	-	-
		N4/N6	N4/N6	viga 10x10x2.5 (columna)	0.050	2.850	0.050	1.00	1.00	-	-
		N18/N10	N18/N10	viga 10x10x2.5 (columna)	0.050	2.850	0.050	1.00	1.00	-	-
		N2/N4	N2/N4	vperfil 80x40*2.5 (vigas)	0.050	2.850	0.050	1.00	1.00	-	-
		N14/N18	N14/N18	vperfil 80x40*2.5 (vigas)	0.050	2.850	0.050	1.00	1.00	-	-
		N32/N24	N32/N33	vperfil 80x40*2.5 (vigas)	-	2.150	0.050	1.00	1.00	-	-
		N24/N33	N32/N33	vperfil 80x40*2.5 (vigas)	0.050	0.671	0.052	1.00	1.00	-	-

Descripción												
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			b_{xy}	b_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N34/N35	N34/N35	vperfil 80x40*2.5 (vigas)	0.050	2.850	0.050	1.00	1.00	-	-
		N35/N36	N35/N36	vperfil 80x40*2.5 (vigas)	0.050	2.850	0.050	1.00	1.00	-	-
		N37/N33	N37/N33	vperfil 80x40*2.5 (vigas)	0.051	2.861	0.051	1.00	1.00	-	-
		N33/N21	N33/N21	vperfil 80x40*2.5 (vigas)	0.050	2.850	0.050	1.00	1.00	-	-
		N38/N39	N38/N39	vperfil 80x40*2.5 (vigas)	0.050	2.850	0.050	1.00	1.00	-	-
		N39/N40	N39/N40	vperfil 80x40*2.5 (vigas)	0.050	2.850	0.050	1.00	1.00	-	-
		N42/N41	N42/N41	vperfil 80x40*2.5 (vigas)	0.051	2.848	0.051	1.00	1.00	-	-
		N41/N43	N41/N43	vperfil 80x40*2.5 (vigas)	0.050	2.850	0.050	1.00	1.00	-	-
		N44/N45	N44/N45	vperfil 80x40*2.5 (vigas)	0.051	2.899	-	1.00	1.00	-	-
		N45/N46	N45/N46	vperfil 80x40*2.5 (vigas)	-	2.950	-	1.00	1.00	-	-
		N47/N48	N47/N48	vperfil 80x40*2.5 (vigas)	0.050	2.850	0.050	1.00	1.00	-	-
		N48/N49	N48/N49	vperfil 80x40*2.5 (vigas)	0.050	2.850	0.050	1.00	1.00	-	-
		N50/N14	N50/N14	vperfil 80x40*2.5 (vigas)	-	0.400	0.052	1.00	1.00	-	-
		N51/N18	N51/N18	vperfil 80x40*2.5 (vigas)	-	0.400	0.052	1.00	1.00	-	-

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			b_{xy}	b_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N52/N10	N52/N10	vperfil 80x40*2.5 (vigas)	-	0.400	0.052	1.00	1.00	-	-
		N53/N2	N53/N2	vperfil 80x40*2.5 (vigas)	-	0.155	0.052	1.00	1.00	-	-
		N54/N4	N54/N4	vperfil 80x40*2.5 (vigas)	-	0.155	0.052	1.00	1.00	-	-
		N55/N6	N55/N6	vperfil 80x40*2.5 (vigas)	-	0.155	0.052	1.00	1.00	-	-

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final
b_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
b_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
$Lb_{Sup.}$: Separación entre arriostramientos del ala superior
$Lb_{Inf.}$: Separación entre arriostramientos del ala inferior

Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N1/N2, N3/N4, N5/N6, N9/N10, N11/N12, N13/N14, N15/N16, N17/N18 y N20/N21
2	N7/N8
3	N2/N14, N6/N10, N4/N18, N2/N12, N14/N12, N4/N16, N18/N16, N6/N19, N10/N19, N12/N19, N22/N23, N24/N25, N26/N27, N28/N29, N30/N31, N4/N6 y N18/N10
4	N2/N4, N14/N18, N32/N33, N34/N35, N35/N36, N37/N33, N33/N21, N38/N39, N39/N40, N42/N41, N41/N43, N44/N45, N45/N46, N47/N48, N48/N49, N50/N14, N51/N18, N52/N10, N53/N2, N54/N4 y N55/N6

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm²)	Avy (cm²)	Avz (cm²)	Iyy (cm4)	Izz (cm4)	It (cm4)
Tipo	Designación								
Acero laminado	A36	1	columna 10x10x2.5, (columna)	9.59	4.06	4.06	150.45	150.45	235.19
		2	columna tanque 150x100x6, (vigas)	28.56	10.56	16.56	885.25	466.31	926.39
		3	viga 10x10x2.5, (columna)	9.59	4.06	4.06	150.45	150.45	235.19
		4	vperfil 80x40*2.5, (vigas)	5.75	1.75	3.75	47.62	15.87	36.81

Notación:
Ref.: Referencia
A: Área de la sección transversal
Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
It: Inercia a torsión
Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

Láminas

Materiales utilizados

Materiales utilizados						
Material		E (MPa)	n	G (MPa)	$a_{\cdot t}$ (m/m°C)	g (kN/m³)
Tipo	Designación					
Hormigón	f'c=220	22058.67	0.200	9191.11	0.000010	24.53

Notación:
E: Módulo de elasticidad
n: Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
$a_{\cdot t}$: Coeficiente de dilatación
g: Peso específico

Descripción

Descripción						
Material		Lámina	Nudos	Espesor (mm)	Área (m²)	Vinc. interior
Tipo	Designación					
Hormigón	f'c=220	L1	N1, N3, N5, N20, N7, N9, N17, N13 y N11	100.0	43.542	Todas empotradas

Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Lámina	Espesor (mm)	Área (m²)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Hormigón	f'c=220	L1	100.0	43.542	4.354	10885.50

Medición de superficies

Hormigón: Medición de las superficies de encofrado	
Designación	Superficie (m²)
f'c=220	89.740
Total	**89.740**

Cargas

Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.

- Cargas trapezoidales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: kN
- Momentos puntuales: kN·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: kN/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

Cargas en barras

Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N1/N2	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N4	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N6	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N23	Peso propio	Uniforme	0.220	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N23/N19	Peso propio	Uniforme	0.220	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N19/N8	Peso propio	Uniforme	0.220	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N10	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N12	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N14	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N22	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N16	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N18	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N30	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N30/N28	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N28/N14	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N25	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N25/N23	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N23/N10	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N31	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N31/N24	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N24/N22	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N29	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N29/N18	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N34	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N34	Q 1	Uniforme	2.655	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N34	V 1	Uniforme	0.738	-	-	-	Globales	-0.258	-0.000	0.966
N2/N34	N 1	Uniforme	0.738	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N34/N37	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N34/N37	Q 1	Uniforme	2.655	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N34/N37	V 1	Uniforme	0.738	-	-	-	Globales	-0.258	-0.000	0.966
N34/N37	N 1	Uniforme	0.738	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N37/N38	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N37/N38	Q 1	Triangular Der.	2.655	-	0.000	0.281	Globales	0.000	0.000	-1.000
N37/N38	Q 1	Faja	2.655	-	0.281	1.350	Globales	0.000	0.000	-1.000
N37/N38	V 1	Triangular Der.	0.738	-	0.000	0.281	Globales	-0.258	-0.000	0.966
N37/N38	V 1	Faja	0.738	-	0.281	1.350	Globales	-0.258	-0.000	0.966
N37/N38	N 1	Triangular Der.	0.738	-	0.000	0.281	Globales	0.000	0.000	-1.000
N37/N38	N 1	Faja	0.738	-	0.281	1.350	Globales	0.000	0.000	-1.000
N38/N12	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N38/N12	Q 1	Uniforme	2.655	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N38/N12	V 1	Uniforme	0.738	-	-	-	Globales	-0.258	-0.000	0.966
N38/N12	N 1	Uniforme	0.738	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N42	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N42	Q 1	Uniforme	2.655	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N42	Q 1	Uniforme	0.738	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N42	N 1	Uniforme	0.738	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N42/N44	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N42/N44	Q 1	Uniforme	2.655	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N42/N44	Q 1	Uniforme	0.738	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N42/N44	N 1	Uniforme	0.738	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N44/N47	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N44/N47	Q 1	Uniforme	2.655	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N44/N47	Q 1	Uniforme	0.738	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N44/N47	N 1	Uniforme	0.738	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N47/N12	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N47/N12	Q 1	Uniforme	2.655	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N47/N12	Q 1	Uniforme	0.738	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N47/N12	N 1	Uniforme	0.738	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N35	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N35	Q 1	Uniforme	5.310	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N35	V 1	Uniforme	1.475	-	-	-	Globales	-0.258	-0.000	0.966
N4/N35	N 1	Uniforme	1.475	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N35/N33	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N35/N33	Q 1	Faja	5.310	-	0.000	1.350	Globales	0.000	0.000	-1.000
N35/N33	Q 1	Trapezoidal	5.310	2.655	1.350	1.631	Globales	0.000	0.000	-1.000
N35/N33	V 1	Faja	1.475	-	0.000	1.350	Globales	-0.258	-0.000	0.966
N35/N33	V 1	Trapezoidal	1.475	0.738	1.350	1.631	Globales	-0.258	-0.000	0.966
N35/N33	N 1	Faja	1.475	-	0.000	1.350	Globales	0.000	0.000	-1.000
N35/N33	N 1	Trapezoidal	1.475	0.738	1.350	1.631	Globales	0.000	0.000	-1.000
N33/N39	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N33/N39	Q 1	Uniforme	5.310	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N33/N39	V 1	Uniforme	1.475	-	-	-	Globales	-0.258	-0.000	0.966
N33/N39	N 1	Uniforme	1.475	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N39/N16	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N39/N16	Q 1	Uniforme	5.310	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N39/N16	V 1	Uniforme	1.475	-	-	-	Globales	-0.258	-0.000	0.966
N39/N16	N 1	Uniforme	1.475	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N41	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N41	Q 1	Uniforme	5.310	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N41	Q 1	Uniforme	1.475	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N41	N 1	Uniforme	1.475	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N41/N48	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N41/N48	Q 1	Uniforme	5.310	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N41/N48	Q 1	Uniforme	1.475	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N41/N48	N 1	Uniforme	1.475	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N48/N16	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N48/N16	Q 1	Uniforme	5.310	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N48/N16	Q 1	Uniforme	1.475	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N48/N16	N 1	Uniforme	1.475	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N36	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N36	Q 1	Uniforme	2.655	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N36	V 1	Uniforme	0.738	-	-	-	Globales	-0.258	-0.000	0.966
N6/N36	N 1	Uniforme	0.738	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N36/N21	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N36/N21	Q 1	Uniforme	2.655	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N36/N21	V 1	Uniforme	0.738	-	-	-	Globales	-0.258	-0.000	0.966
N36/N21	N 1	Uniforme	0.738	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N21/N40	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N21/N40	Q 1	Uniforme	2.655	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N21/N40	V 1	Uniforme	0.738	-	-	-	Globales	-0.258	-0.000	0.966
N21/N40	N 1	Uniforme	0.738	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N40/N19	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N40/N19	Q 1	Uniforme	2.655	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N40/N19	V 1	Uniforme	0.738	-	-	-	Globales	-0.258	-0.000	0.966
N40/N19	N 1	Uniforme	0.738	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N43	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N43	Q 1	Uniforme	2.655	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N43	Q 1	Uniforme	0.738	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N43	N 1	Uniforme	0.738	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N43/N49	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N43/N49	Q 1	Uniforme	2.655	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N43/N49	Q 1	Uniforme	0.738	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N43/N49	N 1	Uniforme	0.738	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N49/N19	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N49/N19	Q 1	Uniforme	2.655	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N49/N19	Q 1	Uniforme	0.738	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N49/N19	N 1	Uniforme	0.738	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N16	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N16/N19	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N20/N25	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N25/N21	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N27	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N23	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N24/N26	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N26/N25	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N26/N27	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N28/N29	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N30/N31	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N6	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N10	Peso propio	Uniforme	0.074	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N4	Peso propio	Uniforme	0.044	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N18	Peso propio	Uniforme	0.044	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N32/N24	Peso propio	Uniforme	0.044	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N24/N33	Peso propio	Uniforme	0.044	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N34/N35	Peso propio	Uniforme	0.044	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N35/N36	Peso propio	Uniforme	0.044	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N37/N33	Peso propio	Uniforme	0.044	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N37/N33	Q 1	Uniforme	0.252	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N37/N33	V 1	Uniforme	0.070	-	-	-	Globales	-0.258	-0.000	0.966
N37/N33	N 1	Uniforme	0.070	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N33/N21	Peso propio	Uniforme	0.044	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N38/N39	Peso propio	Uniforme	0.044	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N39/N40	Peso propio	Uniforme	0.044	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N42/N41	Peso propio	Uniforme	0.044	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N41/N43	Peso propio	Uniforme	0.044	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N44/N45	Peso propio	Uniforme	0.044	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N45/N46	Peso propio	Uniforme	0.044	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N47/N48	Peso propio	Uniforme	0.044	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N48/N49	Peso propio	Uniforme	0.044	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N50/N14	Peso propio	Uniforme	0.044	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N51/N18	Peso propio	Uniforme	0.044	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N52/N10	Peso propio	Uniforme	0.044	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N53/N2	Peso propio	Uniforme	0.044	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N54/N4	Peso propio	Uniforme	0.044	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N55/N6	Peso propio	Uniforme	0.044	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

ESTRUCTURA

Resultados

Barras

Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axil (kN)
Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)
Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)
Mt: Momento torsor (kN·m)
My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)
Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

h: Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que h £ 100 %.

Comprobación de resistencia										
Barra	h (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N1/N2	65.03	2.148	-10.921	-3.124	-0.018	0.01	-0.03	4.52	G	Cumple
N3/N4	52.95	2.148	-13.989	-2.574	-0.030	0.01	-0.01	3.59	G	Cumple
N5/N6	26.42	2.148	-6.674	-1.319	-0.043	0.01	0.00	1.80	G	Cumple
N7/N23	5.06	0.000	-6.709	-0.892	0.020	-0.05	0.00	-1.08	GV	Cumple
N23/N19	18.92	1.067	-14.363	-5.204	0.053	0.06	-0.15	4.20	G	Cumple
N19/N8	0.00	0.053	-0.008	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	G	Cumple
N9/N10	38.59	2.147	-9.552	1.669	0.143	0.00	-0.19	-2.46	G	Cumple
N11/N12	14.63	3.267	-20.036	0.194	-0.094	0.02	0.19	-0.39	G	Cumple
N13/N14	55.93	2.147	-10.828	2.588	-0.185	0.03	0.28	-3.61	G	Cumple
N15/N22	14.68	0.000	-26.886	-0.123	-0.008	0.00	-0.02	-0.17	G	Cumple
N22/N16	77.73	1.067	-24.963	-7.445	-0.055	0.04	-0.02	5.25	G	Cumple
N17/N18	70.07	2.147	-20.175	3.248	0.046	0.02	-0.05	-4.69	G	Cumple
N2/N30	13.63	0.640	0.330	-0.044	-0.213	0.06	0.94	0.06	G	Cumple
N30/N28	11.61	1.928	0.407	-0.018	-0.006	-0.03	0.83	-0.02	G	Cumple
N28/N14	7.15	0.429	-0.245	-0.178	0.457	-0.03	-0.43	0.09	GS	Cumple
N6/N25	18.59	0.194	-0.122	0.033	0.673	0.00	1.32	0.04	G	Cumple
N25/N23	4.92	1.250	-4.722	-0.105	-0.159	-0.04	0.21	0.06	G	Cumple
N23/N10	28.28	3.039	0.162	0.020	-0.966	0.01	2.04	-0.03	G	Cumple
N4/N31	38.70	0.194	-0.986	0.014	1.396	0.13	2.75	0.08	G	Cumple
N31/N24	31.52	0.050	-1.063	-0.011	1.683	-0.06	2.25	-0.04	G	Cumple
N24/N22	9.12	0.050	-3.915	-0.022	-0.855	0.02	-0.57	-0.02	G	Cumple
N22/N29	44.43	2.560	3.396	-0.055	-2.019	0.00	3.10	0.10	G	Cumple
N29/N18	55.29	0.429	3.331	0.293	-1.821	-0.03	3.89	-0.11	G	Cumple
N2/N34	53.62	0.194	-5.801	-0.037	-9.256	0.08	-3.78	-0.05	G	Cumple
N34/N37	53.73	0.675	-3.529	-0.088	0.027	0.04	3.86	0.02	G	Cumple

Comprobación de resistencia										
Barra	h (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N37/N38	71.46	1.350	-1.088	0.005	8.937	-0.16	-5.17	0.05	G	Cumple
N14/N42	34.37	0.151	-5.987	0.059	-8.637	0.42	-2.37	0.05	G	Cumple
N42/N44	43.56	0.515	-3.233	0.152	0.123	0.31	3.07	-0.07	G	Cumple
N44/N47	55.29	1.030	-0.116	0.152	8.999	-0.56	-4.05	0.00	G	Cumple
N47/N12	88.01	0.238	0.370	0.027	10.710	-0.59	-6.44	-0.01	G	Cumple
N4/N35	61.21	0.194	-5.015	-0.060	-14.146	0.17	-4.35	-0.05	G	Cumple
N35/N33	68.67	1.631	1.564	-0.009	12.276	0.01	-4.99	0.03	G	Cumple
N33/N39	51.54	0.000	-0.458	0.036	-6.050	-0.19	-3.73	0.05	G	Cumple
N39/N16	51.19	0.225	2.703	0.580	6.342	-0.17	-3.59	-0.12	G	Cumple
N18/N41	94.72	0.151	-12.771	-0.064	-18.296	-0.05	-6.67	-0.06	G	Cumple
N41/N48	81.72	0.609	-6.892	-0.042	-0.044	0.01	5.86	0.00	G	Cumple
N6/N36	26.62	0.194	-2.772	0.000	-6.784	0.11	-1.89	-0.01	G	Cumple
N36/N21	42.06	1.579	0.598	0.001	6.976	-0.06	-3.06	0.02	G	Cumple
N21/N40	15.83	0.052	2.659	0.104	-2.777	-0.05	-1.04	0.07	G	Cumple
N40/N19	21.73	0.225	4.186	0.542	3.355	0.00	-1.38	-0.15	G	Cumple
N10/N43	44.97	0.151	-4.906	0.055	-9.187	-0.20	-3.16	0.05	G	Cumple
N43/N49	43.14	2.030	0.888	-0.062	8.232	0.08	-3.09	0.07	G	Cumple
N49/N19	72.65	0.238	1.381	0.321	9.961	0.17	-5.28	-0.03	G	Cumple
N12/N16	3.27	2.900	-0.851	-0.016	0.270	0.00	-0.21	0.02	GS	Cumple
N16/N19	3.19	0.050	-0.504	-0.017	-0.234	-0.07	-0.20	-0.03	GS	Cumple
N20/N25	8.74	2.150	-10.296	-0.242	0.109	0.00	-0.17	0.27	G	Cumple
N25/N21	31.07	0.721	-8.885	4.373	-0.377	0.04	0.08	-2.04	G	Cumple
N22/N27	3.83	0.050	0.371	-0.001	-0.316	-0.02	-0.27	0.01	GS	Cumple
N27/N23	4.63	1.955	-0.341	0.038	0.308	0.00	-0.30	-0.04	GS	Cumple
N24/N26	2.98	0.050	-0.011	-0.019	-0.290	0.03	-0.21	-0.01	GS	Cumple
N26/N25	3.24	1.980	-0.086	-0.007	0.255	0.00	-0.22	0.01	GS	Cumple
N26/N27	2.60	1.250	0.017	0.237	0.009	0.01	0.05	-0.14	GV	Cumple
N28/N29	2.64	2.900	0.199	0.058	0.206	0.05	-0.11	-0.08	GS	Cumple
N30/N31	3.93	2.900	-0.025	0.077	0.226	-0.30	-0.18	-0.11	G	Cumple
N4/N6	4.33	0.050	0.078	-0.044	-0.261	-0.20	-0.25	-0.07	G	Cumple
N18/N10	4.33	0.050	-0.115	-0.055	-0.260	0.08	-0.23	-0.09	GS	Cumple

Comprobación de resistencia										
Barra	h (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N2/N4	4.24	0.050	0.063	0.012	-0.131	-0.02	-0.11	0.02	G	Cumple
N14/N18	4.14	2.900	-0.287	0.007	0.139	-0.01	-0.10	-0.01	GS	Cumple
N32/N24	45.23	2.150	-22.537	0.002	-0.018	0.00	0.02	-0.01	G	Cumple
N24/N33	79.58	0.721	-19.526	2.851	0.618	0.02	-0.43	-1.18	G	Cumple
N34/N35	3.85	2.900	0.051	0.025	0.117	-0.05	-0.07	-0.03	G	Cumple
N35/N36	5.89	2.900	0.000	0.010	0.165	-0.02	-0.17	-0.01	G	Cumple
N37/N33	29.40	2.912	-0.071	0.049	1.099	0.02	-0.86	-0.07	G	Cumple
N33/N21	8.65	0.050	0.480	-0.015	-0.199	0.04	-0.24	-0.02	G	Cumple
N38/N39	4.50	2.900	0.982	0.012	0.140	0.08	-0.11	-0.02	G	Cumple
N39/N40	4.98	0.050	0.439	-0.014	-0.137	-0.02	-0.13	-0.02	G	Cumple
N42/N41	8.35	2.899	0.095	0.024	-0.026	-0.06	0.20	-0.05	G	Cumple
N41/N43	9.99	0.050	0.117	-0.026	0.110	0.05	0.27	-0.04	G	Cumple
N44/N45	37.57	0.051	-0.217	0.054	-0.312	0.00	-0.91	0.20	GS	Cumple
N45/N46	11.22	0.000	-0.002	0.029	-0.157	0.00	-0.23	0.09	GS	Cumple
N47/N48	3.57	0.254	0.087	-0.006	-0.007	0.00	0.10	-0.01	G	Cumple
N48/N49	3.87	2.900	-0.384	-0.012	0.117	-0.05	-0.08	0.01	G	Cumple
N50/N14	0.28	0.400	-0.029	0.002	0.032	0.00	-0.01	0.00	GS	Cumple
N51/N18	0.18	0.400	0.002	0.002	0.024	0.00	0.00	0.00	GS	Cumple
N52/N10	0.16	0.400	0.005	-0.001	0.023	0.00	0.00	0.00	GS	Cumple
N53/N2	0.02	0.155	0.002	0.000	0.012	0.00	0.00	0.00	G	Cumple
N54/N4	0.02	0.155	0.002	0.000	0.012	0.00	0.00	0.00	G	Cumple
N55/N6	0.07	0.155	0.002	-0.009	0.011	0.00	0.00	0.00	GS	Cumple

Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Nota: Se muestra el listado completo de comprobaciones realizadas para las 10 barras con mayor coeficiente de aprovechamiento.

Barra N48/N16

Perfil: viga 10x10x2.5
Material: Acero (A36)

Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	$I_x^{(1)}$ (cm4)	$I_y^{(1)}$ (cm4)	$I_t^{(2)}$ (cm4)
N48	N16	0.291	9.59	150.45	150.45	235.19

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano ZX	Plano ZY	Ala sup.	Ala inf.
b	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	0.291	0.291	0.000	0.000
C_b	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_b: Factor de modificación para el momento crítico

Resistencia a tracción (Capítulo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

h_T : *0.002* ✓

El axil de tracción solicitante de cálculo pésimo P_r se produce en un punto situado a una distancia de 0.236 m del nudo N48, para la combinación de hipótesis 0.9·PP+0.9·CM1+0.9·H1+V1.

Donde:

P_r: Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD — **P_r** : *0.43* kN

P_c: Resistencia de diseño a tracción — **P_c** : *215.67* kN

$$P_c = \varphi_t P_n$$

La resistencia de diseño a tracción es el menor valor de los obtenidos según el estado límite de fluencia a tracción de la sección bruta y el de rotura a tracción de la sección neta

Donde:

j_t: Factor de resistencia a tracción, tomado como: **j_t** : *0.90*

a) Para fluencia bajo tracción en la sección bruta:

$$P_n = F_y A \quad (D2-1)$$

P_n : *239.63* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra. **A** : *9.59* cm²

F_y: Límite elástico mínimo especificado **F_y** : *250.00* MPa

<u>Limitación de esbeltez para compresión</u> (Capítulo E)

La esbeltez máxima admisible en una barra sometida a compresión es*:

$$\lambda \leq 200$$

l : ***7***

Donde:

l: Coeficiente de esbeltez

$$\lambda = \frac{KL}{r}$$

l : *7*

Donde:

L: Longitud de la barra **L** : *3177* mm

K: Factor de longitud efectiva. **K** : *0.09*

r_x: Radio de giro respecto al eje X **r_x** : *3.96* cm

Donde:

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}}$$

r_x : *3.96* cm

Donde:

I_x: Momento de inercia respecto al eje X **I_x** : *150.45* cm4

A: Área total de la sección transversal de la barra. **A** : *9.59* cm²

Notas:

*: La esbeltez máxima admisible está basada en las Notas de Usuario de la sección E2.

Resistencia a compresión (Capítulo E)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo E de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

h_T : ***0.006***

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo P_r se produce en el nudo N48, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

P_r: Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD **P_r** : *1.34* kN

P_c: Resistencia de diseño a compresión **P_c** : *215.05* kN

$$P_c = \varphi_p P_n$$

La resistencia de diseño a compresión en secciones comprimidas es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo E.

Donde:

j_p: Factor de resistencia a compresión, tomado como: **j_p** : *0.90*

P_n: Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E3-A: **P_n** : *238.95* kN

$$P_n = F_{cr} A$$

para el pandeo por flexión de secciones con elementos compactos y no compactos (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo E - E3-A).

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra. **A** : *9.59* cm²

F_{cr}: Tensión de pandeo por flexión, tomada como: **F_{cr}** : *249.29* MPa

i) Cuando: $\frac{F_y}{F_e} \leq 2.25$

$$F_{cr} = \left[0.658^{\frac{F_y}{F_e}}\right] F_y$$

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras — **F_y** : *250.00* MPa

F_e: Tensión crítica elástica de pandeo, tomada como la menor de: — **F_e** : *36612.84* MPa

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2}$$

F_{ex} : *36612.84* MPa

F_{ey} : *36612.84* MPa

Donde:

E: Módulo de elasticidad del acero — **E** : *200000.00* MPa

K: Factor de longitud efectiva. — **K_x** : *0.09*

K_y : *0.09*

L: Longitud de la barra — **L** : *3177* mm

r: Radio de giro dominante — **r_x** : *3.96* cm

r_y : *3.96* cm

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Donde:

I: Momento de inercia — **I_x** : *150.45* cm4

I_y : *150.45* cm4

A: Área total de la sección transversal de la barra. — **A** : *9.59* cm²

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

h_M : ***0.85***

El momento flector solicitante de cálculo pésimo, M_r, se produce en un punto situado a una distancia de 0.238 m del nudo N48, para la combinacíon de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

M_r: Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD — **M_r** : *9.13* kN·m

M_c: Resistencia de diseño a flexión — **M_c** : *7.34* kN·m

$$M_c = \varphi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

j_b: Factor de resistencia a flexión — **j_b** : *0.90*

M_n: La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 7, Sección 2, División b — **M_n** : *8.16* kN·m

1. Fluencia

$$M_n = M_p = F_y Z_x$$

M_n : *8.91* kN·m

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

Z_x: Módulo resistente plástico respecto al eje X — **Z_x** : *35.66* cm³

2. Pandeo local del ala

b) Para secciones con alas no compactas

$$M_n = \left[M_p - \left(M_p - F_y S_x \right) \left(3.57 \frac{b}{t} \sqrt{\frac{F_y}{E}} - 4.0 \right) \right] \leq M_p$$

M_n : *8.16* kN·m

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

$$M_p = F_y Z_x$$

M_p : *8.91* kN·m

Donde:

Z_x: Módulo resistente plástico respecto al eje X — **Z_x** : *35.66* cm³

$$S_x = \frac{I_x}{y}$$

S_x : *30.09* cm³

Donde:

I_x: Momento de inercia respecto al eje X — **I_x** : *150.45* cm4

y: Distancia a la fibra extrema en flexión — **y** : *50.00* mm

b: Distancia libre entre almas menos el radio de acuerdo a cada lado — **b** : *90.00* mm

t: Espesor del ala — **t** : *2.50* mm

E: Módulo de elasticidad del acero — **E** : *200000.00* MPa

3. Pandeo local del alma

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local del alma no es de aplicación

Resistencia a flexión eje Y (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

h_M : ***0.017*** ✓

El momento flector solicitante de cálculo pésimo, M_r, se produce en un punto situado a una distancia de 0.238 m del nudo N48, para la combinacíon de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

M_r: Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD — **M_r** : *0.13* kN·m

M_c: Resistencia de diseño a flexión — **M_c** : *7.34* kN·m

$M_c = \varphi_b M_n$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

j_b: Factor de resistencia a flexión — **j_b** : *0.90*

M_n: La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 7, Sección 2, División b — **M_n** : *8.16* kN·m

1. Fluencia

$M_n = M_p = F_y Z_y$ **M_n :** *8.91* kN·m

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado **F_y :** *250.00* MPa

Z_y: Módulo resistente plástico respecto al eje Y **Z_y :** *35.66* cm³

2. Pandeo local del ala

b) Para secciones con alas no compactas

$$M_n = M_p - (M_p - F_y S_y)\left(3.57 \frac{h}{t}\sqrt{\frac{F_y}{E}} - 4.0\right) \leq M_p$$

M_n : *8.16* kN·m

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado **F_y :** *250.00* MPa

$M_p = F_y Z_y$ **M_p :** *8.91* kN·m

Donde:

Z_y: Módulo resistente plástico respecto al eje Y **Z_y :** *35.66* cm³

$S_y = \frac{I_y}{x}$ **S_y :** *30.09* cm³

Donde:

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y **I_y :** *150.45* cm4

x: Distancia a la fibra extrema en flexión **x :** *50.00* mm

h: Distancia libre entre alas menos el radio de acuerdo a cada lado **h :** *90.00* mm

t: Espesor del alma **t :** *2.50* mm

E: Módulo de elasticidad del acero **E :** *200000.00* MPa

3. Pandeo local del alma

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local del alma no es de aplicación

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

h_V : ***0.005***

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_r se produce para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

V_r: Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

V_r : *0.30* kN

V_c: Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \varphi_V V_n$$

V_c : *60.75* kN

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

j_v: Factor de resistencia a cortante

j_v : *0.90*

V_n: se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

en tubos rectangulares y secciones en cajón, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo G - G-5).

$$V_n = 0.6F_yA_wC_v$$

V_n : *67.50* kN

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado

F_y : *250.00* MPa

$$A_w = 2bt_f$$

A_w : *4.50* cm²

Donde:

b: Distancia libre entre almas menos el radio de acuerdo a cada lado — **b** : *90.00* mm

t_f: Espesor del ala — **t_f** : *2.50* mm

b) para almas de todas las demás secciones con simetría doble o simple y secciones en U, excepto tubos redondos, el coeficiente de cortante del alma, C_v, se calcula de la siguiente forma:

i) $\frac{b}{t_f} \leq 1.10\sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$

$C_v = 1.0$ — **C_v** : *1.00*

Donde:

b: Distancia libre entre almas menos el radio de acuerdo a cada lado — **b** : *90.00* mm

t_f: Espesor del ala — **t_f** : *2.50* mm

E: Módulo de elasticidad del acero — **E** : *200000.00* MPa

K_v: Coeficiente de abolladura del alma — **K_v** : *5.00*

Resistencia a corte Y (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$ — **h_V** : ***0.311*** ✓

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_r se produce en un punto situado a una distancia de 0.238 m del nudo N48, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

V_r: Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD — **V_r** : *18.91* kN

V_c: Resistencia de diseño a cortante

$V_c = \varphi_V V_n$ **V_c :** *60.75* kN

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

j_v: Factor de resistencia a cortante **j_v :** *0.90*

V_n: se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

en tubos rectangulares y secciones en cajón, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo G - G-5).

$V_n = 0.6F_yA_wC_v$ **V_n :** *67.50* kN

Donde:

F_Y: Límite elástico mínimo especificado **F_Y :** *250.00* MPa

$A_w = 2ht_w$ **A_w :** *4.50* cm²

Donde:

h: Distancia libre entre alas, menos el radio de acuerdo **h :** *90.00* mm

t_w: Espesor del alma **t_w :** *2.50* mm

b) para almas de todas las demás secciones con simetría doble o simple y secciones en U, excepto tubos redondos, el coeficiente de cortante del alma, C_v, se calcula de la siguiente forma:

i) $\frac{h}{t_w} \leq 1.10\sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$

$C_v = 1.0$ **C_v :** *1.00*

Donde:

h: Distancia libre entre alas, menos el radio de acuerdo **h :** *90.00* mm

t_w: Espesor del alma — **t_w** : *2.50* mm

E: Módulo de elasticidad del acero — **E** : *200000.00* MPa

K_v: Coeficiente de abolladura del alma — **K_v** : *5.00*

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$\eta \leq 1$ — **h** : ***0.96***

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.238 m del nudo N48, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

h_1: calculado según Artículo 1, Sección 1

1. Secciones con simetría doble y simple sometidas a flexión y compresión

b) Para $\frac{P_r}{P_c} < 0.2$

$$\eta = \frac{P_r}{2P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}}\right) \text{(H1-1b)}$$

h_1 : *1.26*

Donde:

P_r: Resistencia a compresión requerida — **P_r** : *0.42* kN

P_c: Resistencia de diseño a compresión, calculado según el Capítulo E — **P_c** : *215.05* kN

M_{rx}: Resistencia a flexión requerida en el eje fuerte — **M_{rx}** : *9.13* kN·m

M_{cx}: Resistencia de diseño a flexión en el eje fuerte, calculado según el Capítulo F — **M_{cx}** : *7.34* kN·m

M_{ry}: Resistencia a flexión requerida en el eje débil — **M_{ry}** : *0.13* kN·m

M_{cy}: Resistencia de diseño a flexión en el eje débil, calculado según el Capítulo F — **M_{cy}** : *7.34* kN·m

h_2: calculado según Artículo 1, Sección 3

3. Secciones doblemente simétricas sometidas a flexocompresión simple

b) Para el estado límite de pandeo fuera del plano de flexión

$$\eta = \frac{P_r}{P_{co}} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}}\right)^2 \quad \text{(H1-2)}$$

h_2 : *1.55*

Donde:

P_r: Resistencia a compresión requerida — **P_r** : *0.42* kN

P_{co}: Resistencia de diseño a compresión para pandeo fuera del plano de flexión calculado según el Capítulo E — **P_{co}** : *215.05* kN

M_{rx}: Resistencia a flexión requerida en el eje fuerte — **M_{rx}** : *9.13* kN·m

M_{cx}: Resistencia de diseño a flexión en el eje fuerte, calculado según el Capítulo F — **M_{cx}** : *7.34* kN·m

Barra N38/N12

Perfil: viga 10x10x2.5
Material: Acero (A36)

Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	$I_x^{(1)}$ (cm4)	$I_y^{(1)}$ (cm4)	$I_t^{(2)}$ (cm4)
N38	N12	0.277	9.59	150.45	150.45	235.19

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano ZX	Plano ZY	Ala sup.	Ala inf.
b	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	0.277	0.277	0.000	0.000
C_b	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_b: Factor de modificación para el momento crítico

Resistencia a tracción (Capítulo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

h_T : *0.001* ✓

El axil de tracción solicitante de cálculo pésimo P_r se produce en un punto situado a una distancia de 0.223 m del nudo N38, para la combinación de hipótesis 0.9·PP+0.9·CM1+0.9·H1+V1.

Donde:

P_r: Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD — **P_r** : *0.27* kN

P_c: Resistencia de diseño a tracción — **P_c** : *215.67* kN

$$P_c = \varphi_t P_n$$

La resistencia de diseño a tracción es el menor valor de los obtenidos según el estado límite de fluencia a tracción de la sección bruta y el de rotura a tracción de la sección neta

Donde:

j_t: Factor de resistencia a tracción, tomado como: **j_t** : *0.90*

a) Para fluencia bajo tracción en la sección bruta:

$$P_n = F_y A \quad (D2-1)$$

P_n : *239.63* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra. **A** : *9.59* cm²

F_y: Límite elástico mínimo especificado **F_y** : *250.00* MPa

Limitación de esbeltez para compresión (Capítulo E)

La esbeltez máxima admisible en una barra sometida a compresión es*:

$$\lambda \leq 200$$

l : ***7***

Donde:

l: Coeficiente de esbeltez

$$\lambda = \frac{KL}{r}$$

l : *7*

Donde:

L: Longitud de la barra **L** : *4091* mm

K: Factor de longitud efectiva. **K** : *0.07*

r_x: Radio de giro respecto al eje X **r_x** : *3.96* cm

Donde:

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}}$$

r_x : *3.96* cm

Donde:

I_x: Momento de inercia respecto al eje X **I_x** : *150.45* cm4

A: Área total de la sección transversal de la barra. **A** : *9.59* cm²

Notas:

*: La esbeltez máxima admisible está basada en las Notas de Usuario de la sección E2.

Resistencia a compresión (Capítulo E)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo E de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

h_T : ***0.005***

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo P_r se produce en el nudo N38, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

P_r: Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD **P_r** : *1.07* kN

P_c: Resistencia de diseño a compresión **P_c** : *215.11* kN

$$P_c = \varphi_p P_n$$

La resistencia de diseño a compresión en secciones comprimidas es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo E.

Donde:

j_p: Factor de resistencia a compresión, tomado como: **j_p** : *0.90*

P_n: Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E3-A: **P_n** : *239.01* kN

$$P_n = F_{cr} A$$

para el pandeo por flexión de secciones con elementos compactos y no compactos (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo E - E3-A).

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra. **A** : *9.59* cm²

F_{cr}: Tensión de pandeo por flexión, tomada como: **F_{cr}** : *249.35* MPa

i) Cuando: $\frac{F_y}{F_e} \leq 2.25$

$$F_{cr} = \left[0.658^{\frac{F_y}{F_e}}\right] F_y$$

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras — **F_y** : *250.00* MPa

F_e: Tensión crítica elástica de pandeo, tomada como la menor de: — **F_e** : *40348.88* MPa

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2}$$

F_{ex} : *40348.88* MPa

F_{ey} : *40348.88* MPa

Donde:

E: Módulo de elasticidad del acero — **E** : *200000.00* MPa

K: Factor de longitud efectiva. — **K_x** : *0.07*

K_y : *0.07*

L: Longitud de la barra — **L** : *4091* mm

r: Radio de giro dominante — **r_x** : *3.96* cm

r_y : *3.96* cm

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Donde:

I: Momento de inercia — **I_x** : *150.45* cm4

I_y : *150.45* cm4

A: Área total de la sección transversal de la barra. — **A** : *9.59* cm²

Resistencia a flexión eje X (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

h_M : ***0.984*** ✓

El momento flector solicitante de cálculo pésimo, M_r, se produce en un punto situado a una distancia de 0.225 m del nudo N38, para la combinacíon de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

M_r: Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD — **M_r** : *7.23* kN·m

M_c: Resistencia de diseño a flexión — **M_c** : *7.34* kN·m

$M_c = \varphi_b M_n$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

j_b: Factor de resistencia a flexión — **j_b** : *0.90*

M_n: La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 7, Sección 2, División b — **M_n** : *8.16* kN·m

Donde:

M_r: Resistencia a flexión requerida — **M_r^+** : *0.76* kN·m

M_r^- : *7.23* kN·m

1. Fluencia

$M_n = M_p = F_y Z_x$ — **M_n** : *8.91* kN·m

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

Z_x: Módulo resistente plástico respecto al eje X — **Z_x** : *35.66* cm³

2. Pandeo local del ala

b) Para secciones con alas no compactas

$$M_n = M_p - (M_p - F_y S_x)\left(3.57\frac{b}{t}\sqrt{\frac{F_y}{E}} - 4.0\right) \le M_p$$ — **M_n** : *8.16* kN·m

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

$M_p = F_y Z_x$ — **M_p** : *8.91* kN·m

Donde:

Z_x: Módulo resistente plástico respecto al eje X — **Z_x** : *35.66* cm³

$S_x = \frac{I_x}{y}$ — **S_x** : *30.09* cm³

Donde:

I_x: Momento de inercia respecto al eje X — **I_x** : *150.45* cm4

y: Distancia a la fibra extrema en flexión — **y** : *50.00* mm

b: Distancia libre entre almas menos el radio de acuerdo a cada lado — **b** : *90.00* mm

t: Espesor del ala — **t** : *2.50* mm

E: Módulo de elasticidad del acero — **E** : *200000.00* MPa

3. Pandeo local del alma

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local del alma no es de aplicación

Resistencia a flexión eje Y (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

h_M : ***0.037*** ✓

El momento flector solicitante de cálculo pésimo, M_r, se produce en un punto situado a una distancia de 0.225 m del nudo N38, para la combinacíon de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

M_r: Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD — **M_r** : *0.27* kN·m

M_c: Resistencia de diseño a flexión — **M_c** : *7.34* kN·m

$M_c = \varphi_b M_n$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

j_b: Factor de resistencia a flexión — **j_b** : *0.90*

M_n: La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 7, Sección 2, División b — **M_n** : *8.16* kN·m

1. Fluencia

$$M_n = M_p = F_y Z_y$$

M_n : *8.91* kN·m

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

Z_y: Módulo resistente plástico respecto al eje Y — **Z_y** : *35.66* cm³

2. Pandeo local del ala

b) Para secciones con alas no compactas

$$M_n = M_p - (M_p - F_y S_y)\left(3.57 \frac{h}{t}\sqrt{\frac{F_y}{E}} - 4.0\right) \leq M_p$$

M_n : *8.16* kN·m

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

$$M_p = F_y Z_y$$

M_p : *8.91* kN·m

Donde:

Z_y: Módulo resistente plástico respecto al eje Y — **Z_y** : *35.66* cm³

$$S_y = \frac{I_y}{x}$$

S_y : *30.09* cm³

Donde:

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y — **I_y** : *150.45* cm4

x: Distancia a la fibra extrema en flexión — **x** : *50.00* mm

h: Distancia libre entre alas menos el radio de acuerdo a cada lado — **h** : *90.00* mm

t: Espesor del alma — **t** : *2.50* mm

E: Módulo de elasticidad del acero — **E** : *200000.00* MPa

3. Pandeo local del alma

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local del alma no es de aplicación

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

h_V : ***0.016***

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_r se produce para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

V_r: Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

V_r : *0.98* kN

V_c: Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_V V_n$$

V_c : *60.75* kN

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

j_v: Factor de resistencia a cortante

j_v : *0.90*

V_n: se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

en tubos rectangulares y secciones en cajón, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo G - G-5).

$$V_n = 0.6 F_y A_w C_v$$

V_n : *67.50* kN

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado

F_y : *250.00* MPa

$A_w = 2bt_f$ **A_w** : *4.50* cm²

Donde:

b: Distancia libre entre almas menos el radio de acuerdo a cada lado **b** : *90.00* mm

t_f: Espesor del ala **t_f** : *2.50* mm

b) para almas de todas las demás secciones con simetría doble o simple y secciones en U, excepto tubos redondos, el coeficiente de cortante del alma, C_v, se calcula de la siguiente forma:

i) $\frac{b}{t_f} \leq 1.10\sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$

$C_v = 1.0$ **C_v** : *1.00*

Donde:

b: Distancia libre entre almas menos el radio de acuerdo a cada lado **b** : *90.00* mm

t_f: Espesor del ala **t_f** : *2.50* mm

E: Módulo de elasticidad del acero **E** : *200000.00* MPa

K_v: Coeficiente de abolladura del alma **K_v** : *5.00*

Resistencia a corte Y (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$ **hv** : ***0.168*** ✓

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_r se produce en un punto situado a una distancia de 0.225 m del nudo N38, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

V_r: Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

V_r : *10.21* kN

V_c: Resistencia de diseño a cortante

$V_c = \varphi_V V_n$

V_c : *60.75* kN

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

j_v: Factor de resistencia a cortante

j_v : *0.90*

V_n: se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

en tubos rectangulares y secciones en cajón, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo G - G-5).

$V_n = 0.6F_yA_wC_v$

V_n : *67.50* kN

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado

F_y : *250.00* MPa

$A_w = 2ht_w$

A_w : *4.50* cm²

Donde:

h: Distancia libre entre alas, menos el radio de acuerdo

h : *90.00* mm

t_w: Espesor del alma

t_w : *2.50* mm

b) para almas de todas las demás secciones con simetría doble o simple y secciones en U, excepto tubos redondos, el coeficiente de cortante del alma, C_v, se calcula de la siguiente forma:

i) $\frac{h}{t_w} \leq 1.10\sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$

$C_v = 1.0$

C_v : *1.00*

Donde:

h: Distancia libre entre alas, menos el radio de acuerdo — **h** : *90.00* mm

t_w: Espesor del alma — **t_w** : *2.50* mm

E: Módulo de elasticidad del acero — **E** : *200000.00* MPa

K_v: Coeficiente de abolladura del alma — **K_v** : *5.00*

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$\eta \leq 1$ — **h** : ***0.98***

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.225 m del nudo N38, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.
Donde:

h_1: calculado según Artículo 1, Sección 1

1. Secciones con simetría doble y simple sometidas a flexión y compresión

b) Para $\frac{P_r}{P_c} < 0.2$

$$\eta = \frac{P_r}{2P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}}\right) \quad \text{(H1-1b)}$$

h_1 : *1.02*

Donde:

P_r: Resistencia a compresión requerida — **P_r** : *0.80* kN

P_c: Resistencia de diseño a compresión, calculado según el Capítulo E — **P_c** : *215.11* kN

M_{rx}: Resistencia a flexión requerida en el eje fuerte — **M_{rx}** : *7.23* kN·m

M_{cx}: Resistencia de diseño a flexión en el eje fuerte, calculado según el Capítulo F — **M_{cx}** : *7.34* kN·m

M_{ry}: Resistencia a flexión requerida en el eje débil — **M_{ry}** : *0.27* kN·m

M_{cy}: Resistencia de diseño a flexión en el eje débil, calculado según el Capítulo F — **M_{cy}** : *7.34* kN·m

h_2: calculado según Artículo 1, Sección 3

3. Secciones doblemente simétricas sometidas a flexocompresión simple

b) Para el estado límite de pandeo fuera del plano de flexión

$$\eta = \frac{P_r}{P_{co}} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}}\right)^2 \quad \text{(H1-2)}$$

h_2 : *0.97*

Donde:

P_r: Resistencia a compresión requerida — **P_r** : *0.80* kN

P_{co}: Resistencia de diseño a compresión para pandeo fuera del plano de flexión calculado según el Capítulo E — **P_{co}** : *215.11* kN

M_{rx}: Resistencia a flexión requerida en el eje fuerte — **M_{rx}** : *7.23* kN·m

M_{cx}: Resistencia de diseño a flexión en el eje fuerte, calculado según el Capítulo F — **M_{cx}** : *7.34* kN·m

Barra N18/N41

Perfil: viga 10x10x2.5
Material: Acero (A36)

Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm^2)	$I_x^{(1)}$ (cm4)	$I_y^{(1)}$ (cm4)	$I_t^{(2)}$ (cm4)
N18	N41	1.060	9.59	150.45	150.45	235.19

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano ZX	Plano ZY	Ala sup.	Ala inf.
b	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	1.060	1.060	0.000	0.000
C_b	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_b: Factor de modificación para el momento crítico

Resistencia a tracción (Capítulo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

h_T : *0.001* ✓

El axil de tracción solicitante de cálculo pésimo P_r se produce en el nudo N41, para la combinación de hipótesis 0.9·PP+0.9·CM1+0.9·H1+V1.

Donde:

P_r: Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD — **P_r** : *0.25* kN

P_c: Resistencia de diseño a tracción — **P_c** : *215.67* kN

$$P_c = \varphi_t P_n$$

La resistencia de diseño a tracción es el menor valor de los obtenidos según el estado límite de fluencia a tracción de la sección bruta y el de rotura a tracción de la sección neta

Donde:

j_t: Factor de resistencia a tracción, tomado como: **j_t** : *0.90*

a) Para fluencia bajo tracción en la sección bruta:

$$P_n = F_y A \quad (D2-1)$$

P_n : *239.63* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra. **A** : *9.59* cm²

F_y: Límite elástico mínimo especificado **F_y** : *250.00* MPa

Limitación de esbeltez para compresión (Capítulo E)

La esbeltez máxima admisible en una barra sometida a compresión es*:

$$\lambda \leq 200$$

l : ***27***

Donde:

l: Coeficiente de esbeltez

$$\lambda = \frac{KL}{r}$$

l : *27*

Donde:

L: Longitud de la barra **L** : *3177* mm

K: Factor de longitud efectiva. **K** : *0.33*

r_x: Radio de giro respecto al eje X **r_x** : *3.96* cm

Donde:

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}}$$

r_x: *3.96* cm

Donde:

I_x: Momento de inercia respecto al eje X **I_x** : *150.45* cm4

A: Área total de la sección transversal de la barra. **A** : *9.59* cm²

Notas:

*: La esbeltez máxima admisible está basada en las Notas de Usuario de la sección E2.

Resistencia a compresión (Capítulo E)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo E de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

h_T : ***0.062***

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo P_r se produce en un punto situado a una distancia de 0.151 m del nudo N18, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

P_r: Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD **P_r** : *12.77* kN

P_c: Resistencia de diseño a compresión **P_c** : *207.64* kN

$$P_c = \varphi_p P_n$$

La resistencia de diseño a compresión en secciones comprimidas es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo E.

Donde:

j_p: Factor de resistencia a compresión, tomado como: **j_p** : *0.90*

P_n: Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E3-A: **P_n** : *230.71* kN

$$P_n = F_{cr} A$$

para el pandeo por flexión de secciones con elementos compactos y no compactos (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo E - E3-A).

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra. **A** : *9.59* cm²

F_{cr}: Tensión de pandeo por flexión, tomada como: **F_{cr}** : *240.69* MPa

i) Cuando: $\frac{F_y}{F_e} \leq 2.25$

$$F_{cr} = \left[0.658^{\frac{F_y}{F_e}}\right] F_y$$

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras — **F_y** : *250.00* MPa

F_e: Tensión crítica elástica de pandeo, tomada como la menor de: — **F_e** : *2756.67* MPa

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2}$$

F_{ex} : *2756.67* MPa

F_{ey} : *2756.67* MPa

Donde:

E: Módulo de elasticidad del acero — **E** : *200000.00* MPa

K: Factor de longitud efectiva. — **K_x** : *0.33*

K_y : *0.33*

L: Longitud de la barra — **L** : *3177* mm

r: Radio de giro dominante — **r_x** : *3.96* cm

r_y : *3.96* cm

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Donde:

I: Momento de inercia — **I_x** : *150.45* cm4

I_y : *150.45* cm4

A: Área total de la sección transversal de la barra. — **A** : *9.59* cm²

Resistencia a flexión eje X (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

h_M : ***0.908*** ✓

El momento flector solicitante de cálculo pésimo, M_r, se produce en un punto situado a una distancia de 0.151 m del nudo N18, para la combinacíon de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

M_r: Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD — **M_r** : *6.67* kN·m

M_c: Resistencia de diseño a flexión — **M_c** : *7.34* kN·m

$M_c = \varphi_b M_n$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

j_b: Factor de resistencia a flexión — **j_b** : *0.90*

M_n: La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 7, Sección 2, División b — **M_n** : *8.16* kN·m

Donde:

M_r: Resistencia a flexión requerida — **M_r^+** : *0.08* kN·m

M_r^- : *6.67* kN·m

1. Fluencia

$M_n = M_p = F_y Z_x$ — **M_n** : *8.91* kN·m

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

Z_x: Módulo resistente plástico respecto al eje X — **Z_x** : *35.66* cm³

2. Pandeo local del ala

b) Para secciones con alas no compactas

$$M_n = M_p - (M_p - F_y S_x)\left(3.57 \frac{b}{t}\sqrt{\frac{F_y}{E}} - 4.0\right) \le M_p$$ — **M_n** : *8.16* kN·m

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

$M_p = F_y Z_x$ — **M_p** : *8.91* kN·m

Donde:

Z_x: Módulo resistente plástico respecto al eje X — **Z_x** : *35.66* cm³

$S_x = \frac{I_x}{y}$ — **S_x** : *30.09* cm³

Donde:

I_x: Momento de inercia respecto al eje X — **I_x** : *150.45* cm4

y: Distancia a la fibra extrema en flexión — **y** : *50.00* mm

b: Distancia libre entre almas menos el radio de acuerdo a cada lado — **b** : *90.00* mm

t: Espesor del ala — **t** : *2.50* mm

E: Módulo de elasticidad del acero — **E** : *200000.00* MPa

3. Pandeo local del alma

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local del alma no es de aplicación

Resistencia a flexión eje Y (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

h_M : ***0.013*** ✓

El momento flector solicitante de cálculo pésimo, M_r, se produce en un punto situado a una distancia de 0.151 m del nudo N18, para la combinacíon de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+0.5·Q1+0.2·N1+0.3·SX+SY.

Donde:

M_r: Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD — **M_r** : *0.10* kN·m

M_c: Resistencia de diseño a flexión — **M_c** : *7.34* kN·m

$M_c = \varphi_b M_n$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

j_b: Factor de resistencia a flexión — **j_b** : *0.90*

M_n: La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 7, Sección 2, División b — **M_n** : *8.16* kN·m

Donde:

M_r: Resistencia a flexión requerida — **M_r^+** : *0.05* kN·m; **M_r^-** : *0.10* kN·m

1. Fluencia

$$M_n = M_p = F_y Z_y$$

M_n : *8.91* kN·m

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

Z_y: Módulo resistente plástico respecto al eje Y — **Z_y** : *35.66* cm³

2. Pandeo local del ala

b) Para secciones con alas no compactas

$$M_n = M_p - (M_p - F_y S_y)\left(3.57 \frac{h}{t}\sqrt{\frac{F_y}{E}} - 4.0\right) \leq M_p$$

M_n : *8.16* kN·m

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

$M_p = F_y Z_y$ — **M_p** : *8.91* kN·m

Donde:

Z_y: Módulo resistente plástico respecto al eje Y — **Z_y** : *35.66* cm³

$S_y = \frac{I_y}{x}$ — **S_y** : *30.09* cm³

Donde:

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y — **I_y** : *150.45* cm4

x: Distancia a la fibra extrema en flexión — **x** : *50.00* mm

h: Distancia libre entre alas menos el radio de acuerdo a cada lado — **h** : *90.00* mm

t: Espesor del alma — **t** : *2.50* mm

E: Módulo de elasticidad del acero — **E** : *200000.00* MPa

3. Pandeo local del alma

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local del alma no es de aplicación

Resistencia a corte X (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

h_V : ***0.002***

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_r se produce para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM1+0.5·Q1+0.2·N1+0.3·SX+SY.

Donde:

V_r: Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD — **V_r** : *0.15* kN

V_c: Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \varphi_V V_n$$

V_c : *60.75* kN

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

j_v: Factor de resistencia a cortante — **j_v** : *0.90*

V_n: se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

en tubos rectangulares y secciones en cajón, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo G - G-5).

$V_n = 0.6F_yA_wC_v$ **V_n :** *67.50* kN

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado **F_y :** *250.00* MPa

$A_w = 2bt_f$ **A_w :** *4.50* cm²

Donde:

b: Distancia libre entre almas menos el radio de acuerdo a cada lado **b :** *90.00* mm

t_f: Espesor del ala **t_f :** *2.50* mm

b) para almas de todas las demás secciones con simetría doble o simple y secciones en U, excepto tubos redondos, el coeficiente de cortante del alma, C_v, se calcula de la siguiente forma:

i) $\frac{b}{t_f} \leq 1.10\sqrt{k_v\frac{E}{F_y}}$

$C_v = 1.0$ **C_v :** *1.00*

Donde:

b: Distancia libre entre almas menos el radio de acuerdo a cada lado **b :** *90.00* mm

t_f: Espesor del ala **t_f :** *2.50* mm

E: Módulo de elasticidad del acero **E :** *200000.00* MPa

K_v: Coeficiente de abolladura del alma **K_v :** *5.00*

Resistencia a corte Y (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

hv : ***0.301***

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_r se produce en un punto situado a una distancia de 0.151 m del nudo N18, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

V_r: Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

Vr : *18.30* kN

V_c: Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \varphi_V V_n$$

Vc : *60.75* kN

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

j_v: Factor de resistencia a cortante

jv : *0.90*

V_n: se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

en tubos rectangulares y secciones en cajón, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo G - G-5).

$$V_n = 0.6F_yA_wC_v$$

Vn : *67.50* kN

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado

Fy : *250.00* MPa

$$A_w = 2ht_w$$

Aw : *4.50* cm²

Donde:

h: Distancia libre entre alas, menos el radio de acuerdo

h : *90.00* mm

t_w: Espesor del alma

tw : *2.50* mm

b) para almas de todas las demás secciones con simetría doble o simple y secciones en U, excepto tubos redondos, el coeficiente de cortante del alma, C_v, se calcula de la siguiente forma:

i) $\frac{h}{t_w} \leq 1.10\sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$

$C_v = 1.0$ **C_v :** *1.00*

Donde:

h: Distancia libre entre alas, menos el radio de acuerdo **h :** *90.00* mm

t_w: Espesor del alma **t_w :** *2.50* mm

E: Módulo de elasticidad del acero **E :** *200000.00* MPa

K_v: Coeficiente de abolladura del alma **K_v :** *5.00*

Esfuerzos combinados y torsión (Capítulo H)

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$\eta \leq 1$ **h :** ***0.947*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.151 m del nudo N18, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

h_1: calculado según Artículo 1, Sección 1

Secciones con simetría doble y simple sometidas a flexión y compresión

b) Para $\frac{P_r}{P_c} < 0.2$

$$\eta = \frac{P_r}{2P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}}\right) \quad \text{(H1-1b)}$$

h_1 : *0.95*

Donde:

P_r: Resistencia a compresión requerida — **P_r** : *12.77* kN

P_c: Resistencia de diseño a compresión, calculado según el Capítulo E — **P_c** : *207.64* kN

M_{rx}: Resistencia a flexión requerida en el eje fuerte — **M_{rx}** : *6.67* kN·m

M_{cx}: Resistencia de diseño a flexión en el eje fuerte, calculado según el Capítulo F — **M_{cx}** : *7.34* kN·m

M_{ry}: Resistencia a flexión requerida en el eje débil — **M_{ry}** : *0.06* kN·m

M_{cy}: Resistencia de diseño a flexión en el eje débil, calculado según el Capítulo F — **M_{cy}** : *7.34* kN·m

h_2: calculado según Artículo 1, Sección 3

Secciones doblemente simétricas sometidas a flexocompresión simple

b) Para el estado límite de pandeo fuera del plano de flexión

$$\eta = \frac{P_r}{P_{co}} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}}\right)^2 \quad \text{(H1-2)}$$

h_2 : *0.89*

Donde:

P_r: Resistencia a compresión requerida — **P_r** : *12.77* kN

P_{co}: Resistencia de diseño a compresión para pandeo fuera del plano de flexión calculado según el Capítulo E — **P_{co}** : *207.64* kN

M_{rx}: Resistencia a flexión requerida en el eje fuerte — **M_{rx}** : *6.67* kN·m

M_{cx}: Resistencia de diseño a flexión en el eje fuerte, calculado según el Capítulo F — **M_{cx}** : *7.34* kN·m

Barra N47/N12

Perfil: viga 10x10x2.5
Material: Acero (A36)

Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	$I_x^{(1)}$ (cm4)	$I_y^{(1)}$ (cm4)	$I_t^{(2)}$ (cm4)
N47	N12	0.291	9.59	150.45	150.45	235.19

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano ZX	Plano ZY	Ala sup.	Ala inf.
b	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	0.291	0.291	0.000	0.000
C_b	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_b: Factor de modificación para el momento crítico

Resistencia a tracción (Capítulo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

h_T : *0.002* ✓

El axil de tracción solicitante de cálculo pésimo P_r se produce en un punto situado a una distancia de 0.238 m del nudo N47, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM1+0.5·Q1+V1+0.5·N1.

Donde:

P_r: Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD — **P_r** : *0.47* kN

P_c: Resistencia de diseño a tracción — **P_c** : *215.67* kN

$$P_c = \varphi_t P_n$$

La resistencia de diseño a tracción es el menor valor de los obtenidos según el estado límite de fluencia a tracción de la sección bruta y el de rotura a tracción de la sección neta

Donde:

j_t: Factor de resistencia a tracción, tomado como: **j_t** : *0.90*

a) Para fluencia bajo tracción en la sección bruta:

$$P_n = F_y A \quad (D2-1)$$

P_n : *239.63* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra. **A** : *9.59* cm²

F_y: Límite elástico mínimo especificado **F_y** : *250.00* MPa

Limitación de esbeltez para compresión (Capítulo E)

La esbeltez máxima admisible en una barra sometida a compresión es*:

$$\lambda \leq 200$$

l : ***7***

Donde:

l: Coeficiente de esbeltez

$$\lambda = \frac{KL}{r}$$

l : *7*

Donde:

L: Longitud de la barra **L** : *3177* mm

K: Factor de longitud efectiva. **K** : *0.09*

r_x: Radio de giro respecto al eje X **r_x** : *3.96* cm

Donde:

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}}$$

r_x : *3.96* cm

Donde:

I_x: Momento de inercia respecto al eje X **I_x** : *150.45* cm4

A: Área total de la sección transversal de la barra. **A** : *9.59* cm²

Notas:

*: La esbeltez máxima admisible está basada en las Notas de Usuario de la sección E2.

Resistencia a compresión (Capítulo E)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo E de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$ **h_T** : ***0.001***

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo P_r se produce en el nudo N47, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM1+0.5·Q1+0.2·N1+0.3·SX+SY.

Donde:

P_r: Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD **P_r** : *0.11* kN

P_c: Resistencia de diseño a compresión **P_c** : *215.05* kN

$$P_c = \varphi_p P_n$$

La resistencia de diseño a compresión en secciones comprimidas es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo E.

Donde:

j_p: Factor de resistencia a compresión, tomado como: **j_p** : *0.90*

P_n: Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E3-A: **P_n** : *238.95* kN

$$P_n = F_{cr} A$$

para el pandeo por flexión de secciones con elementos compactos y no compactos (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo E - E3-A).

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra. **A** : *9.59* cm²

F_{cr}: Tensión de pandeo por flexión, tomada como: **F_{cr}** : *249.29* MPa

i) Cuando: $\frac{F_y}{F_e} \leq 2.25$

$$F_{cr} = \left[0.658^{\frac{F_y}{F_e}}\right] F_y$$

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras — **F_y** : *250.00* MPa

F_e: Tensión crítica elástica de pandeo, tomada como la menor de: — **F_e** : *36612.84* MPa

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2}$$

F_{ex} : *36612.84* MPa

F_{ey} : *36612.84* MPa

Donde:

E: Módulo de elasticidad del acero — **E** : *200000.00* MPa

K: Factor de longitud efectiva. — **K_x** : *0.09*

K_y : *0.09*

L: Longitud de la barra — **L** : *3177* mm

r: Radio de giro dominante — **r_x** : *3.96* cm

r_y : *3.96* cm

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Donde:

I: Momento de inercia — **I_x** : *150.45* cm4

I_y : *150.45* cm4

A: Área total de la sección transversal de la barra. — **A** : *9.59* cm²

Resistencia a flexión eje X (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

h_M : ***0.878*** ✓

El momento flector solicitante de cálculo pésimo, M_r, se produce en un punto situado a una distancia de 0.238 m del nudo N47, para la combinacíon de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

M_r: Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD — **M_r** : *6.44* kN·m

M_c: Resistencia de diseño a flexión — **M_c** : *7.34* kN·m

$M_c = \varphi_b M_n$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

j_b: Factor de resistencia a flexión — **j_b** : *0.90*

M_n: La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 7, Sección 2, División b — **M_n** : *8.16* kN·m

Donde:

M_r: Resistencia a flexión requerida — **M_r^+** : *0.03* kN·m

M_r^- : *6.44* kN·m

1. Fluencia

$M_n = M_p = F_y Z_x$ — **M_n** : *8.91* kN·m

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

Z_x: Módulo resistente plástico respecto al eje X — **Z_x** : *35.66* cm³

2. Pandeo local del ala

b) Para secciones con alas no compactas

$$M_n = M_p - (M_p - F_y S_x)\left(3.57\frac{b}{t}\sqrt{\frac{F_y}{E}} - 4.0\right) \le M_p$$ — **M_n** : *8.16* kN·m

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

$M_p = F_y Z_x$ — **M_p** : *8.91* kN·m

Donde:

Z_x: Módulo resistente plástico respecto al eje X — **Z_x** : *35.66* cm³

$S_x = \frac{I_x}{y}$ — **S_x** : *30.09* cm³

Donde:

I_x: Momento de inercia respecto al eje X — **I_x** : *150.45* cm4

y: Distancia a la fibra extrema en flexión — **y** : *50.00* mm

b: Distancia libre entre almas menos el radio de acuerdo a cada lado — **b** : *90.00* mm

t: Espesor del ala — **t** : *2.50* mm

E: Módulo de elasticidad del acero — **E** : *200000.00* MPa

3. Pandeo local del alma

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local del alma no es de aplicación

Resistencia a flexión eje Y (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

h_M : ***0.016*** ✓

El momento flector solicitante de cálculo pésimo, M_r, se produce en un punto situado a una distancia de 0.238 m del nudo N47, para la combinacíon de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+0.3·SX+SY.

Donde:

M_r: Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD — **M_r** : *0.12* kN·m

M_c: Resistencia de diseño a flexión — **M_c** : *7.34* kN·m

$M_c = \varphi_b M_n$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

j_b: Factor de resistencia a flexión — **j_b** : *0.90*

M_n: La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 7, Sección 2, División b — **M_n** : *8.16* kN·m

Fluencia

$M_n = M_p = F_y Z_y$ — **M_n** : *8.91* kN·m

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

Z_y: Módulo resistente plástico respecto al eje Y — **Z_y** : *35.66* cm³

Pandeo local del ala

b) Para secciones con alas no compactas

$$M_n = M_p - (M_p - F_y S_y)\left(3.57 \frac{h}{t}\sqrt{\frac{F_y}{E}} - 4.0\right) \le M_p$$

M_n : *8.16* kN·m

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

$M_p = F_y Z_y$ — **M_p** : *8.91* kN·m

Donde:

Z_y: Módulo resistente plástico respecto al eje Y — **Z_y** : *35.66* cm³

$S^y = \frac{I_y}{x}$ — **S^y** : *30.09* cm³

Donde:

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y — **I_y** : *150.45* cm4

x: Distancia a la fibra extrema en flexión — **x** : *50.00* mm

h: Distancia libre entre alas menos el radio de acuerdo a cada lado — **h** : *90.00* mm

t: Espesor del alma — **t** : *2.50* mm

E: Módulo de elasticidad del acero — **E** : *200000.00* MPa

Pandeo local del alma

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local del alma no es de aplicación

Resistencia a corte X (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

h_V : ***0.005*** ✓

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_r se produce para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM1+SX+0.3·SY.

Donde:

V_r: Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

V_r : *0.31* kN

V_c: Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \phi_V V_n$$

V_c : *60.75* kN

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

j_v: Factor de resistencia a cortante

j_v : *0.90*

V_n: se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

en tubos rectangulares y secciones en cajón, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo G - G-5).

$$V_n = 0.6F_yA_wC_v$$

V_n : *67.50* kN

Donde:

F_Y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

$A_w = 2bt_f$ — **A_w** : *4.50* cm²

Donde:

b: Distancia libre entre almas menos el radio de acuerdo a cada lado — **b** : *90.00* mm

t_f: Espesor del ala — **t_f** : *2.50* mm

b) para almas de todas las demás secciones con simetría doble o simple y secciones en U, excepto tubos redondos, el coeficiente de cortante del alma, C_v, se calcula de la siguiente forma:

i) $\frac{b}{t_f} \leq 1.10\sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$

$C_v = 1.0$ — **C_v** : *1.00*

Donde:

b: Distancia libre entre almas menos el radio de acuerdo a cada lado — **b** : *90.00* mm

t_f: Espesor del ala — **t_f** : *2.50* mm

E: Módulo de elasticidad del acero — **E** : *200000.00* MPa

K_v: Coeficiente de abolladura del alma — **K_v** : *5.00*

Resistencia a corte Y (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$ — **h_V** : ***0.176*** ✓

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_r se produce en un punto situado a una distancia de 0.238 m del nudo N47, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

V_r: Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD — **V_r** : *10.71* kN

V_c: Resistencia de diseño a cortante

$V_c = \varphi_V V_n$ — **V_c** : *60.75* kN

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

j_v: Factor de resistencia a cortante — **j_v** : *0.90*

V_n: se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

en tubos rectangulares y secciones en cajón, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo G - G-5).

$V_n = 0.6F_yA_wC_v$ — **V_n** : *67.50* kN

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

$A_w = 2ht_w$ — **A_w** : *4.50* cm²

Donde:

h: Distancia libre entre alas, menos el radio de acuerdo — **h** : *90.00* mm

t_w: Espesor del alma — **t_w** : *2.50* mm

b) para almas de todas las demás secciones con simetría doble o simple y secciones en U, excepto tubos redondos, el coeficiente de cortante del alma, C_v, se calcula de la siguiente forma:

i) $\frac{h}{t_w} \le 1.10\sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$

$C_v = 1.0$ **Cv** : *1.00*

Donde:

h: Distancia libre entre alas, menos el radio de acuerdo **h** : *90.00* mm

t_w: Espesor del alma **t_w** : *2.50* mm

E: Módulo de elasticidad del acero **E** : *200000.00* MPa

K_v: Coeficiente de abolladura del alma **K_v** : *5.00*

Esfuerzos combinados y torsión (Capítulo H)

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$\eta \le 1$ **h** : ***0.880*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.238 m del nudo N47, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

h: calculado según Artículo 1, Sección 2

Secciones con simetría doble y simple sometidas a flexión y tracción

b) Para $\frac{P_r}{P_c} < 0.2$

$\eta = \frac{P_r}{2P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}}\right)$ (H1-1b) **h** : *0.88*

Donde:

P_r: Resistencia requerida a tracción	**P_r** : *0.37* kN
P_c: Resistencia de diseño a tracción, calculado según el Capítulo D, Sección D2	**P_c** : *215.67* kN
M_{rx}: Resistencia a flexión requerida en el eje fuerte	**M_{rx}** : *6.44* kN·m
M_{cx}: Resistencia de diseño a flexión en el eje fuerte, calculado según el Capítulo F	**M_{cx}** : *7.34* kN·m
M_{ry}: Resistencia a flexión requerida en el eje débil	**M_{ry}** : *0.01* kN·m
M_{cy}: Resistencia de diseño a flexión en el eje débil, calculado según el Capítulo F	**M_{cy}** : *7.34* kN·m

Barra N41/N48

Perfil: viga 10x10x2.5
Material: Acero (A36)

Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	$I_x^{(1)}$ (cm4)	$I_y^{(1)}$ (cm4)	$I_t^{(2)}$ (cm4)
N41	N48	2.030	9.59	150.45	150.45	235.19

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano ZX	Plano ZY	Ala sup.	Ala inf.
b	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	2.030	2.030	0.000	0.000
C_b	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_b: Factor de modificación para el momento crítico

Resistencia a tracción (Capítulo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

h_T : *0.002* ✓

El axil de tracción solicitante de cálculo pésimo P_r se produce en el nudo N48, para la combinación de hipótesis 0.9·PP+0.9·CM1+0.9·H1+V1.

Donde:

P_r: Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD — **P_r** : *0.37* kN

P_c: Resistencia de diseño a tracción — **P_c** : *215.67* kN

$$P_c = \varphi_t P_n$$

La resistencia de diseño a tracción es el menor valor de los obtenidos según el estado límite de fluencia a tracción de la sección bruta y el de rotura a tracción de la sección neta

Donde:

j_t: Factor de resistencia a tracción, tomado como: **j_t** : *0.90*

a) Para fluencia bajo tracción en la sección bruta:

$$P_n = F_y A \quad (D2-1)$$

P_n : *239.63* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra. **A** : *9.59* cm²

F_y: Límite elástico mínimo especificado **F_y** : *250.00* MPa

Limitación de esbeltez para compresión (Capítulo E)

La esbeltez máxima admisible en una barra sometida a compresión es*:

$$\lambda \leq 200$$

l : ***51***

Donde:

l: Coeficiente de esbeltez

$$\lambda = \frac{KL}{r}$$

l : *51*

Donde:

L: Longitud de la barra **L** : *3177* mm

K: Factor de longitud efectiva. **K** : *0.64*

r_x: Radio de giro respecto al eje X **r_x** : *3.96* cm

Donde:

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}}$$

r_x : *3.96* cm

Donde:

I_x: Momento de inercia respecto al eje X **I_x** : *150.45* cm4

A: Área total de la sección transversal de la barra. **A** : *9.59* cm²

Notas:

*: La esbeltez máxima admisible está basada en las Notas de Usuario de la sección E2.

Resistencia a compresión (Capítulo E)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo E de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$ **h_T** : ***0.049***

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo P_r se produce en el nudo N41, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

P_r: Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD **P_r** : *9.25* kN

P_c: Resistencia de diseño a compresión **P_c** : *187.65* kN

$$P_c = \varphi_p P_n$$

La resistencia de diseño a compresión en secciones comprimidas es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo E.

Donde:

j_p: Factor de resistencia a compresión, tomado como: **j_p** : *0.90*

P_n: Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E3-A: **P_n** : *208.50* kN

$$P_n = F_{cr} A$$

para el pandeo por flexión de secciones con elementos compactos y no compactos (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo E - E3-A).

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra. **A** : *9.59* cm²

F_{cr}: Tensión de pandeo por flexión, tomada como: **F_{cr}** : *217.52* MPa

i) Cuando: $\frac{F_y}{F_e} \leq 2.25$

$$F_{cr} = \left[0.658^{\frac{F_y}{F_e}}\right] F_y$$

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras — **F_y** : *250.00* MPa

F_e: Tensión crítica elástica de pandeo, tomada como la menor de: — **F_e** : *751.98* MPa

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2}$$

F_{ex} : *751.98* MPa

F_{ey} : *751.98* MPa

Donde:

E: Módulo de elasticidad del acero — **E** : *200000.00* MPa

K: Factor de longitud efectiva. — **K_x** : *0.64*

K_y : *0.64*

L: Longitud de la barra — **L** : *3177* mm

r: Radio de giro dominante — **r_x** : *3.96* cm

r_y : *3.96* cm

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Donde:

I: Momento de inercia — **I_x** : *150.45* cm4

I_y : *150.45* cm4

A: Área total de la sección transversal de la barra. — **A** : *9.59* cm²

Resistencia a flexión eje X (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

h_M : ***0.798*** ✓

El momento flector solicitante de cálculo pésimo, M_r, se produce en un punto situado a una distancia de 0.609 m del nudo N41, para la combinacíon de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

M_r: Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD — **M_r** : *5.86* kN·m

M_c: Resistencia de diseño a flexión — **M_c** : *7.34* kN·m

$$M_c = \varphi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

j_b: Factor de resistencia a flexión — **j_b** : *0.90*

M_n: La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 7, Sección 2, División b — **M_n** : *8.16* kN·m

Fluencia

$$M_n = M_p = F_y Z_x$$

M_n : *8.91* kN·m

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

Z_x: Módulo resistente plástico respecto al eje X — **Z_x** : *35.66* cm³

Pandeo local del ala

b) Para secciones con alas no compactas

$$M_n = M_p - (M_p - F_y S_x)\left(3.57\frac{b}{t}\sqrt{\frac{F_y}{E}} - 4.0\right) \le M_p$$

M_n : *8.16* kN·m

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

$$M_p = F_y Z_x$$

M_p : *8.91* kN·m

Donde:

Z_x: Módulo resistente plástico respecto al eje X — **Z_x** : *35.66* cm³

$S = \frac{I_x}{y}$

S_x : *30.09* cm³

Donde:

I_x: Momento de inercia respecto al eje X — **I_x** : *150.45* cm4

y: Distancia a la fibra extrema en flexión — **y** : *50.00* mm

b: Distancia libre entre almas menos el radio de acuerdo a cada lado — **b** : *90.00* mm

t: Espesor del ala — **t** : *2.50* mm

E: Módulo de elasticidad del acero — **E** : *200000.00* MPa

Pandeo local del alma

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local del alma no es de aplicación

Resistencia a flexión eje Y (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$

h_M : ***0.010*** ✓

El momento flector solicitante de cálculo pésimo, M_r, se produce en el nudo N48, para la combinacíon de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+0.5·Q1+0.2·N1-SX-0.3·SY.

Donde:

M_r: Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD — **M_r** : *0.08* kN·m

M_c: Resistencia de diseño a flexión — **M_c** : *7.34* kN·m

$M_c = \Phi_b M_n$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

j_b: Factor de resistencia a flexión — **j_b** : *0.90*

M_n: La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 7, Sección 2, División b — **M_n** : *8.16* kN·m

Donde:

M_r: Resistencia a flexión requerida — **M_r^+** : *0.08* kN·m; **M_r^-** : *0.01* kN·m

1. Fluencia

$M_n = M_p = F_y Z_y$ — **M_n** : *8.91* kN·m

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

Z_y: Módulo resistente plástico respecto al eje Y — **Z_y** : *35.66* cm³

2. Pandeo local del ala

b) Para secciones con alas no compactas

$$M_n = \left[M_p - (M_p - F_y S_y)\left(3.57\frac{h}{t}\sqrt{\frac{F_y}{E}} - 4.0\right)\right] \le M_p$$

M_n : *8.16* kN·m

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

$M_p = F_y Z_y$ — **M_p** : *8.91* kN·m

Donde:

Z_y: Módulo resistente plástico respecto al eje Y — **Z_y** : *35.66* cm³

$S^y = \frac{I_y}{x}$ — **S^y** : *30.09* cm³

Donde:

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y — **I_y** : *150.45* cm4

x: Distancia a la fibra extrema en flexión — **x** : *50.00* mm

h: Distancia libre entre alas menos el radio de acuerdo a cada lado — **h** : *90.00* mm

t: Espesor del alma — **t** : *2.50* mm

E: Módulo de elasticidad del acero — **E** : *200000.00* MPa

3. Pandeo local del alma

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local del alma no es de aplicación

Resistencia a corte X (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

h_V : ***0.001***

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_r se produce para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM1+0.5·Q1+0.2·N1-SX-0.3·SY.

Donde:

V_r: Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

V_r : *0.07* kN

V_c: Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \varphi_V V_n$$

V_c : *60.75* kN

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

j_v: Factor de resistencia a cortante

j_v : *0.90*

V_n: se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

en tubos rectangulares y secciones en cajón, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo G - G-5).

$$V_n = 0.6 F_y A_w C_v$$

V_n : *67.50* kN

Donde:

F_Y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

$A_w = 2bt_f$ — **A_w** : *4.50* cm²

Donde:

b: Distancia libre entre almas menos el radio de acuerdo a cada lado — **b** : *90.00* mm

t_f: Espesor del ala — **t_f** : *2.50* mm

b) para almas de todas las demás secciones con simetría doble o simple y secciones en U, excepto tubos redondos, el coeficiente de cortante del alma, C_v, se calcula de la siguiente forma:

i) $\frac{b}{t_f} \leq 1.10\sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$

$C_v = 1.0$ — **C_v** : *1.00*

Donde:

b: Distancia libre entre almas menos el radio de acuerdo a cada lado — **b** : *90.00* mm

t_f: Espesor del ala — **t_f** : *2.50* mm

E: Módulo de elasticidad del acero — **E** : *200000.00* MPa

K_v: Coeficiente de abolladura del alma — **K_v** : *5.00*

Resistencia a corte Y (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$ — **h_V** : ***0.257*** ✓

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_r se produce en el nudo N48, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

V_r: Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD — **V_r** : *15.62* kN

V_c: Resistencia de diseño a cortante

$V_c = \varphi_V V_n$ — **V_c** : *60.75* kN

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

j_v: Factor de resistencia a cortante — **j_v** : *0.90*

V_n: se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

en tubos rectangulares y secciones en cajón, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo G - G-5).

$V_n = 0.6F_yA_wC_v$ — **V_n** : *67.50* kN

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

$A_w = 2ht_w$ — **A_w** : *4.50* cm²

Donde:

h: Distancia libre entre alas, menos el radio de acuerdo — **h** : *90.00* mm

t_w: Espesor del alma — **t_w** : *2.50* mm

b) para almas de todas las demás secciones con simetría doble o simple y secciones en U, excepto tubos redondos, el coeficiente de cortante del alma, C_v, se calcula de la siguiente forma:

i) $\frac{h}{t_w} \le 1.10\sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$

$C_v = 1.0$ **Cv** : *1.00*

Donde:

h: Distancia libre entre alas, menos el radio de acuerdo **h** : *90.00* mm

t_w: Espesor del alma **t_w** : *2.50* mm

E: Módulo de elasticidad del acero **E** : *200000.00* MPa

K_v: Coeficiente de abolladura del alma **K_v** : *5.00*

Esfuerzos combinados y torsión (Capítulo H)

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$\eta \le 1$ **h** : ***0.817*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.609 m del nudo N41, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

h_1: calculado según Artículo 1, Sección 1

1. Secciones con simetría doble y simple sometidas a flexión y compresión

b) Para $\frac{P_r}{P_c} < 0.2$

$\eta = \frac{P_r}{2P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}}\right)$ (H1-1b) **h_1** : *0.82*

Donde:

P_r: Resistencia a compresión requerida — **P_r** : *6.89* kN

P_c: Resistencia de diseño a compresión, calculado según el Capítulo E — **P_c** : *187.65* kN

M_{rx}: Resistencia a flexión requerida en el eje fuerte — **M_{rx}** : *5.86* kN·m

M_{cx}: Resistencia de diseño a flexión en el eje fuerte, calculado según el Capítulo F — **M_{cx}** : *7.34* kN·m

M_{ry}: Resistencia a flexión requerida en el eje débil — **M_{ry}** : *0.00* kN·m

M_{cy}: Resistencia de diseño a flexión en el eje débil, calculado según el Capítulo F — **M_{cy}** : *7.34* kN·m

h_2: calculado según Artículo 1, Sección 3

3. Secciones doblemente simétricas sometidas a flexocompresión simple

b) Para el estado límite de pandeo fuera del plano de flexión

$$\eta = \frac{P_r}{P_{co}} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}}\right)^2 \quad \text{(H1-2)}$$

h_2 : *0.67*

Donde:

P_r: Resistencia a compresión requerida — **P_r** : *6.89* kN

P_{co}: Resistencia de diseño a compresión para pandeo fuera del plano de flexión calculado según el Capítulo E — **P_{co}** : *187.65* kN

M_{rx}: Resistencia a flexión requerida en el eje fuerte — **M_{rx}** : *5.86* kN·m

M_{cx}: Resistencia de diseño a flexión en el eje fuerte, calculado según el Capítulo F — **M_{cx}** : *7.34* kN·m

Barra N24/N33

Perfil: vperfil 80x40*2.5
Material: Acero (A36)

Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	T_x(1) (cm4)	T_y(1) (cm4)	T_t(2) (cm4)
N24	N33	0.773	5.75	47.62	15.87	36.81

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano ZX	Plano ZY	Ala sup.	Ala inf.
b	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	0.773	0.773	0.000	0.000
C_b	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_b: Factor de modificación para el momento crítico

Resistencia a tracción (Capítulo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

h_T : *0.028* ✓

El axil de tracción solicitante de cálculo pésimo P_r se produce en un punto situado a una distancia de 0.720 m del nudo N24, para la combinación de hipótesis 0.9·PP+0.9·CM1+0.9·H1+V1.

Donde:

P_r: Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD — **P_r** : *3.63* kN

P_c: Resistencia de diseño a tracción — **P_c** : *129.38* kN

$P_c = \varphi_t P_n$

La resistencia de diseño a tracción es el menor valor de los obtenidos según el estado límite de fluencia a tracción de la sección bruta y el de rotura a tracción de la sección neta

Donde:

j_t: Factor de resistencia a tracción, tomado como: **j_t** : *0.90*

a) Para fluencia bajo tracción en la sección bruta:

$$P_n = F_y A \ (D2 - 1)$$

P_n : *143.75* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra. **A** : *5.75* cm²

F_y: Límite elástico mínimo especificado **F_y** : *250.00* MPa

Limitación de esbeltez para compresión (Capítulo E)

La esbeltez máxima admisible en una barra sometida a compresión es*:

$$\lambda \leq 200$$

l : ***46***

Donde:

l: Coeficiente de esbeltez

$$\lambda = \frac{KL}{r}$$

l : *46*

Donde:

L: Longitud de la barra **L** : *2921* mm

K: Factor de longitud efectiva. **K** : *0.26*

r_y: Radio de giro respecto al eje Y **r_y** : *1.66* cm

Donde:

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}}$$

r_y : *1.66* cm

Donde:

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y **I_y** : *15.87* cm4

A: Área total de la sección transversal de la barra. **A** : *5.75* cm²

Notas:

*: La esbeltez máxima admisible está basada en las Notas de Usuario de la sección E2.

Resistencia a compresión (Capítulo E)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo E de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$ **h_T** : ***0.170***

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo P_r se produce en un punto situado a una distancia de 0.050 m del nudo N24, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

P_r: Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD **P_r** : *19.56* kN

P_c: Resistencia de diseño a compresión **P_c** : *115.36* kN

$$P_c = \varphi_p P_n$$

La resistencia de diseño a compresión en secciones comprimidas es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo E.

Donde:

j_p: Factor de resistencia a compresión, tomado como: **j_p** : *0.90*

P_n: Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E3-A: **P_n** : *128.18* kN

$$P_n = F_{cr} A$$

para el pandeo por flexión de secciones con elementos compactos y no compactos (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo E - E3-A).

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra. **A** : *5.75* cm²

F_{cr}: Tensión de pandeo por flexión, tomada como: **F_{cr}** : *222.93* MPa

i) Cuando: $\frac{F_y}{F_e} \leq 2.25$

$$F_{cr} = \left[0.658^{\frac{F_y}{F_e}}\right] F_y$$

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras — **F_y** : *250.00* MPa

F_e: Tensión crítica elástica de pandeo, tomada como la menor de: — **F_e** : *912.91* MPa

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{(KL/r)^2}$$

F_{ex} : *2739.34* MPa

F_{ey} : *912.91* MPa

Donde:

E: Módulo de elasticidad del acero — **E** : *200000.00* MPa

K: Factor de longitud efectiva. — **K_x** : *0.26*; **K_y** : *0.26*

L: Longitud de la barra — **L** : *2921* mm

r: Radio de giro dominante — **r_x** : *2.88* cm; **r_y** : *1.66* cm

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Donde:

I: Momento de inercia — **I_x** : *47.62* cm4; **I_y** : *15.87* cm4

A: Área total de la sección transversal de la barra. — **A** : *5.75* cm²

Resistencia a flexión eje X (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

h_M : ***0.129*** ✓

El momento flector solicitante de cálculo pésimo, M_r, se produce en un punto situado a una distancia de 0.721 m del nudo N24, para la combinacíon de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

M_r: Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD — **M_r** : *0.43* kN·m

M_c: Resistencia de diseño a flexión — **M_c** : *3.33* kN·m

$M_c = \varphi_b M_n$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

j_b: Factor de resistencia a flexión — **j_b** : *0.90*

M_n: La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 7, Sección 1 — **M_n** : *3.70* kN·m

Donde:

M_r: Resistencia a flexión requerida — **M_r^+** : *0.10* kN·m; **M_r^-** : *0.43* kN·m

1. Fluencia

$M_n = M_p = F_y Z_x$ — **M_n** : *3.70* kN·m

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

Z_x: Módulo resistente plástico respecto al eje X — **Z_x** : *14.78* cm³

2. Pandeo local del ala

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local del ala no se aplica

3. Pandeo local del alma

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local del alma no es de aplicación

Resistencia a flexión eje Y (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

h_M : ***0.582***

El momento flector solicitante de cálculo pésimo, M_r, se produce en un punto situado a una distancia de 0.721 m del nudo N24, para la combinacíon de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

M_r: Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD — **M_r** : *1.18* kN·m

M_c: Resistencia de diseño a flexión — **M_c** : *2.03* kN·m

$M_c = \varphi_b M_n$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

j_b: Factor de resistencia a flexión — **j_b** : *0.90*

M_n: La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 7, Sección 1 — **M_n** : *2.26* kN·m

Donde:

M_r: Resistencia a flexión requerida — **M_r^+** : *0.16* kN·m

M_r^- : *1.18* kN·m

1. Fluencia

$M_n = M_p = F_y Z_y$ — **M_n** : *2.26* kN·m

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

Z_y: Módulo resistente plástico respecto al eje Y — **Z_y** : *9.03* cm³

2. Pandeo local del ala

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local del ala no se aplica

3. Pandeo local del alma

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local del alma no es de aplicación

Resistencia a corte X (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

h_V : ***0.121***

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_r se produce para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

V_r: Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

V_r : *2.85* kN

V_c: Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \varphi_V V_n$$

V_c : *23.63* kN

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

j_v: Factor de resistencia a cortante

j_v : *0.90*

V_n: se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

en tubos rectangulares y secciones en cajón, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo G - G-5).

$$V_n = 0.6F_yA_wC_v$$

V_n : *26.25* kN

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

$A_w = 2bt_f$ — **A_w** : *1.75* cm²

Donde:

b: Distancia libre entre almas menos el radio de acuerdo a cada lado — **b** : *35.00* mm

t_f: Espesor del ala — **t_f** : *2.50* mm

b) para todas las demás secciones con simetría doble o simple y secciones en U, excepto tubos redondos, el coeficiente de cortante del alma, C_v, se calcula de la siguiente forma:

i) $\frac{b}{t_f} \leq 1.10\sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$

$C_v = 1.0$ — **C_v** : *1.00*

Donde:

b: Distancia libre entre almas menos el radio de acuerdo a cada lado — **b** : *35.00* mm

t_f: Espesor del ala — **t_f** : *2.50* mm

E: Módulo de elasticidad del acero — **E** : *200000.00* MPa

K_v: Coeficiente de abolladura del alma — **K_v** : *5.00*

Resistencia a corte Y (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$ — **h_V** : ***0.012*** ✓

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_r se produce para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

V_r: Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD — **V_r** : *0.62* kN

V_c: Resistencia de diseño a cortante

$V_c = \varphi_v V_n$ — **V_c** : *50.63* kN

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

j_v: Factor de resistencia a cortante — **j_v** : *0.90*

V_n: se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

en tubos rectangulares y secciones en cajón, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo G - G-5).

$V_n = 0.6 F_y A_w C_v$ — **V_n** : *56.25* kN

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

$A_w = 2ht_w$ — **A_w** : *3.75* cm²

Donde:

h: Distancia libre entre alas, menos el radio de acuerdo — **h** : *75.00* mm

t_w: Espesor del alma — **t_w** : *2.50* mm

b) para almas de todas las demás secciones con simetría doble o simple y secciones en U, excepto tubos redondos, el coeficiente de cortante del alma, C_v, se calcula de la siguiente forma:

i) $\frac{h}{t_w} \leq 1.10\sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$

$C_v = 1.0$ **C_v** : *1.00*

Donde:

h: Distancia libre entre alas, menos el radio de acuerdo **h** : *75.00* mm

t_w: Espesor del alma **t_w** : *2.50* mm

E: Módulo de elasticidad del acero **E** : *200000.00* MPa

K_v: Coeficiente de abolladura del alma **K_v** : *5.00*

Esfuerzos combinados y torsión (Capítulo H)

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$\eta \leq 1$ **h** : ***0.796*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.721 m del nudo N24, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

h: calculado según Artículo 1, Sección 1

1. Secciones con simetría doble y simple sometidas a flexión y compresión

b) Para $\frac{P_r}{P_c} < 0.2$

$$\eta = \frac{P_r}{2P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}}\right) \quad \text{(H1-1b)}$$ **h** : *0.80*

Donde:

P_r: Resistencia a compresión requerida **P_r** : *19.53* kN

P_c: Resistencia de diseño a compresión, calculado según el Capítulo E	**P_c** : *115.36* kN
M_{rx}: Resistencia a flexión requerida en el eje fuerte	**M_{rx}** : *0.43* kN·m
M_{cx}: Resistencia de diseño a flexión en el eje fuerte, calculado según el Capítulo F	**M_{cx}** : *3.33* kN·m
M_{ry}: Resistencia a flexión requerida en el eje débil	**M_{ry}** : *1.18* kN·m
M_{cy}: Resistencia de diseño a flexión en el eje débil, calculado según el Capítulo F	**M_{cy}** : *2.03* kN·m

Barra N22/N16

Perfil: columna 10x10x2.5
Material: Acero (A36)

Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	$I_x^{(1)}$ (cm4)	$I_y^{(1)}$ (cm4)	$I_t^{(2)}$ (cm4)
N22	N16	1.120	9.59	150.45	150.45	235.19

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano ZX	Plano ZY	Ala sup.	Ala inf.
b	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	1.120	1.120	0.000	0.000
C_b	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_b: Factor de modificación para el momento crítico

Resistencia a tracción (Capítulo D)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Limitación de esbeltez para compresión (Capítulo E)

La esbeltez máxima admisible en una barra sometida a compresión es*:

$\lambda \leq 200$ **I**: ***28*** ✓

Donde:

I: Coeficiente de esbeltez

$\lambda = \frac{KL}{r}$ **I**: *28*

Donde:

L: Longitud de la barra — **L** : *3267* mm

K: Factor de longitud efectiva. — **K** : *0.34*

r_x: Radio de giro respecto al eje X — **r_x** : *3.96* cm

Donde:

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}}$$

r_x : *3.96* cm

Donde:

I_x: Momento de inercia respecto al eje X — **I_x** : *150.45* cm4

A: Área total de la sección transversal de la barra. — **A** : *9.59* cm²

Notas:

*: La esbeltez máxima admisible está basada en las Notas de Usuario de la sección E2.

Resistencia a compresión (Capítulo E)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo E de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

h_T : ***0.121*** ✓

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo P_r se produce en un punto situado a una distancia de 0.050 m del nudo N22, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

P_r: Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD — **P_r** : *25.05* kN

P_c: Resistencia de diseño a compresión — **P_c** : *206.72* kN

$$P_c = \varphi_p P_n$$

La resistencia de diseño a compresión en secciones comprimidas es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo E.

Donde:

j_p: Factor de resistencia a compresión, tomado como: **j_p** : *0.90*

P_n: Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E3-A: **P_n** : *229.69* kN

$$P_n = F_{cr} A$$

para el pandeo por flexión de secciones con elementos compactos y no compactos (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo E - E3-A).

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra. **A** : *9.59* cm²

F_{cr}: Tensión de pandeo por flexión, tomada como: **F_{cr}** : *239.63* MPa

i) Cuando: $\frac{F_y}{F_e} \leq 2.25$

$$F_{cr} = \left[0.658^{\frac{F_y}{F_e}}\right] F_y$$

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras **F_y** : *250.00* MPa

F_e: Tensión crítica elástica de pandeo, tomada como la menor de: **F_e** : *2469.97* MPa

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2}$$

F_{ex} : *2469.97* MPa

F_{ey} : *2469.97* MPa

Donde:

E: Módulo de elasticidad del acero **E** : *200000.00* MPa

K: Factor de longitud efectiva. **K_x** : *0.34*

K_y : *0.34*

L: Longitud de la barra **L** : *3267* mm

r: Radio de giro dominante **r_x** : *3.96* cm

r_y : *3.96* cm

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Donde:

I: Momento de inercia **I_x** : *150.45* cm4

I_y : *150.45* cm4

A: Área total de la sección transversal de la barra. **A** : *9.59* cm²

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

h_M : ***0.038***

El momento flector solicitante de cálculo pésimo, M_r, se produce en un punto situado a una distancia de 1.067 m del nudo N22, para la combinacíon de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+0.3·SX+SY.

Donde:

M_r: Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD — **M_r** : *0.28* kN·m

M_c: Resistencia de diseño a flexión — **M_c** : *7.34* kN·m

$M_c = \varphi_b M_n$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

j_b: Factor de resistencia a flexión — **j_b** : *0.90*

M_n: La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 7, Sección 2, División b — **M_n** : *8.16* kN·m

Donde:

M_r: Resistencia a flexión requerida — **M_r^+** : *0.19* kN·m

M_r^- : *0.28* kN·m

1. Fluencia

$M_n = M_p = F_y Z_x$ — **M_n** : *8.91* kN·m

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

Z_x: Módulo resistente plástico respecto al eje X — **Z_x** : *35.66* cm³

2. Pandeo local del ala

b) Para secciones con alas no compactas

$$M_n = M_p - (M_p - F_y S_x)\left(3.57\frac{b}{t}\sqrt{\frac{F_y}{E}} - 4.0\right) \le M_p$$

M_n : *8.16* kN·m

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

$M_p = F_y Z_x$ — **M_p** : *8.91* kN·m

Donde:

Z_x: Módulo resistente plástico respecto al eje X — **Z_x** : *35.66* cm³

$S_x = \frac{I_x}{y}$ — **S_x** : *30.09* cm³

Donde:

I_x: Momento de inercia respecto al eje X — **I_x** : *150.45* cm4

y: Distancia a la fibra extrema en flexión — **y** : *50.00* mm

b: Distancia libre entre almas menos el radio de acuerdo a cada lado — **b** : *90.00* mm

t: Espesor del ala — **t** : *2.50* mm

E: Módulo de elasticidad del acero — **E** : *200000.00* MPa

3. Pandeo local del alma

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local del alma no es de aplicación

Resistencia a flexión eje Y (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \le 1$$

h_M : ***0.715*** ✓

El momento flector solicitante de cálculo pésimo, M_r, se produce en un punto situado a una distancia de 1.067 m del nudo N22, para la combinacíon de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

M_r: Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD — **M_r** : *5.25* kN·m

M_c: Resistencia de diseño a flexión — **M_c** : *7.34* kN·m

$$M_c = \varphi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

j_b: Factor de resistencia a flexión — **j_b** : *0.90*

M_n: La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 7, Sección 2, División b — **M_n** : *8.16* kN·m

1. Fluencia

$$M_n = M_p = F_y Z_y$$

M_n : *8.91* kN·m

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

Z_y: Módulo resistente plástico respecto al eje Y — **Z_y** : *35.66* cm³

2. Pandeo local del ala

b) Para secciones con alas no compactas

$$M_n = M_p - (M_p - F_y S_y)\left(3.57 \frac{h}{t}\sqrt{\frac{F_y}{E}} - 4.0\right) \leq M_p$$

M_n : *8.16* kN·m

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

$$M_p = F_y Z_y$$

M_p : *8.91* kN·m

Donde:

Z_y: Módulo resistente plástico respecto al eje Y — **Z_y** : *35.66* cm³

$$S_y = \frac{I_y}{x}$$

S_y : *30.09* cm³

Donde:

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y — **I_y** : *150.45* cm4

x: Distancia a la fibra extrema en flexión — **x** : *50.00* mm

h: Distancia libre entre alas menos el radio de acuerdo a cada lado — **h** : *90.00* mm

t: Espesor del alma — **t** : *2.50* mm

E: Módulo de elasticidad del acero — **E** : *200000.00* MPa

3. Pandeo local del alma

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local del alma no es de aplicación

Resistencia a corte X (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

h_V : ***0.123***

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_r se produce para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

V_r: Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD — **V_r** : *7.44* kN

V_c: Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \varphi_V V_n$$

V_c : *60.75* kN

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

j_v: Factor de resistencia a cortante — **j_v** : *0.90*

V_n: se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

en tubos rectangulares y secciones en cajón, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo G - G-5).

$V_n = 0.6F_yA_wC_v$ **V_n** : *67.50* kN

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado **F_y** : *250.00* MPa

$A_w = 2bt_f$ **A_w** : *4.50* cm²

Donde:

b: Distancia libre entre almas menos el radio de acuerdo a cada lado **b** : *90.00* mm

t_f: Espesor del ala **t_f** : *2.50* mm

b) para almas de todas las demás secciones con simetría doble o simple y secciones en U, excepto tubos redondos, el coeficiente de cortante del alma, C_v, se calcula de la siguiente forma:

i) $\frac{b}{t_f} \leq 1.10\sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$

$C_v = 1.0$ **C_v** : *1.00*

Donde:

b: Distancia libre entre almas menos el radio de acuerdo a cada lado **b** : *90.00* mm

t_f: Espesor del ala **t_f** : *2.50* mm

E: Módulo de elasticidad del acero **E** : *200000.00* MPa

K_v: Coeficiente de abolladura del alma **K_v** : *5.00*

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

h_V : ***0.006***

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_r se produce en un punto situado a una distancia de 0.389 m del nudo N22, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM1+0.3·SX+SY.

Donde:

V_r: Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

V_r : *0.37* kN

V_c: Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \varphi_v V_n$$

V_c : *60.75* kN

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

j_v: Factor de resistencia a cortante

j_v : *0.90*

V_n: se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

en tubos rectangulares y secciones en cajón, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo G - G-5).

$$V_n = 0.6 F_y A_w C_v$$

V_n : *67.50* kN

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado

F_y : *250.00* MPa

$$A_w = 2ht_w$$

A_w : *4.50* cm²

Donde:

h: Distancia libre entre alas, menos el radio de acuerdo — **h** : *90.00* mm

t_w: Espesor del alma — t_w : *2.50* mm

b) para almas de todas las demás secciones con simetría doble o simple y secciones en U, excepto tubos redondos, el coeficiente de cortante del alma, C_v, se calcula de la siguiente forma:

i) $\frac{h}{t_w} \leq 1.10\sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$

$C_v = 1.0$ — **C_v** : *1.00*

Donde:

h: Distancia libre entre alas, menos el radio de acuerdo — **h** : *90.00* mm

t_w: Espesor del alma — t_w : *2.50* mm

E: Módulo de elasticidad del acero — **E** : *200000.00* MPa

K_v: Coeficiente de abolladura del alma — **K_v** : *5.00*

Esfuerzos combinados y torsión (Capítulo H)

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$\eta \leq 1$ — **h** : ***0.777*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.067 m del nudo N22, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

h: calculado según Artículo 1, Sección 1

1. Secciones con simetría doble y simple sometidas a flexión y compresión

b) Para $\frac{P_r}{P_c} < 0.2$

$$\eta = \frac{P_r}{2P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}}\right) \quad \text{(H1-1b)}$$

h : *0.78*

Donde:

P_r: Resistencia a compresión requerida — **P_r** : *24.96* kN

P_c: Resistencia de diseño a compresión, calculado según el Capítulo E — **P_c** : *206.72* kN

M_{rx}: Resistencia a flexión requerida en el eje fuerte — **M_{rx}** : *0.02* kN·m

M_{cx}: Resistencia de diseño a flexión en el eje fuerte, calculado según el Capítulo F — **M_{cx}** : *7.34* kN·m

M_{ry}: Resistencia a flexión requerida en el eje débil — **M_{ry}** : *5.25* kN·m

M_{cy}: Resistencia de diseño a flexión en el eje débil, calculado según el Capítulo F — **M_{cy}** : *7.34* kN·m

Barra N49/N19

Perfil: viga 10x10x2.5
Material: Acero (A36)

Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	$I_x^{(1)}$ (cm4)	$I_y^{(1)}$ (cm4)	$I_t^{(2)}$ (cm4)
N49	N19	0.291	9.59	150.45	150.45	235.19

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano ZX	Plano ZY	Ala sup.	Ala inf.
b	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	0.291	0.291	0.000	0.000
C_b	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_b: Factor de modificación para el momento crítico

Resistencia a tracción (Capítulo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

h_T : *0.006* ✓

El axil de tracción solicitante de cálculo pésimo P_r se produce en un punto situado a una distancia de 0.238 m del nudo N49, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

P_r: Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD — **P_r** : *1.38* kN

P_c: Resistencia de diseño a tracción — **P_c** : *215.67* kN

$$P_c = \varphi_t P_n$$

La resistencia de diseño a tracción es el menor valor de los obtenidos según el estado límite de fluencia a tracción de la sección bruta y el de rotura a tracción de la sección neta

Donde:

j_t: Factor de resistencia a tracción, tomado como: **j_t** : *0.90*

a) Para fluencia bajo tracción en la sección bruta:

$$P_n = F_y A \ (D2 - 1)$$

P_n : *239.63* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra. **A** : *9.59* cm²

F_y: Límite elástico mínimo especificado **F_y** : *250.00* MPa

Limitación de esbeltez para compresión (Capítulo E)

La esbeltez máxima admisible en una barra sometida a compresión es*:

$$\lambda \leq 200$$

l : ***7***

Donde:

l: Coeficiente de esbeltez

$$\lambda = \frac{KL}{r}$$

l : *7*

Donde:

L: Longitud de la barra **L** : *3177* mm

K: Factor de longitud efectiva. **K** : *0.09*

r_x: Radio de giro respecto al eje X **r_x** : *3.96* cm

Donde:

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}}$$

r_x : *3.96* cm

Donde:

I_x: Momento de inercia respecto al eje X **I_x** : *150.45* cm4

A: Área total de la sección transversal de la barra. **A** : *9.59* cm²

Notas:

*: La esbeltez máxima admisible está basada en las Notas de Usuario de la sección E2.

Resistencia a compresión (Capítulo E)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo E de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$ **h_T** : ***0.001***

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo P_r se produce en un punto situado a una distancia de 0.236 m del nudo N49, para la combinación de hipótesis 0.9·PP+0.9·CM1+0.9·H1+SX+0.3·SY.

Donde:

P_r: Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD **P_r** : *0.14* kN

P_c: Resistencia de diseño a compresión **P_c** : *215.05* kN

$$P_c = \varphi_p P_n$$

La resistencia de diseño a compresión en secciones comprimidas es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo E.

Donde:

j_p: Factor de resistencia a compresión, tomado como: **j_p** : *0.90*

P_n: Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E3-A: **P_n** : *238.95* kN

$$P_n = F_{cr} A$$

para el pandeo por flexión de secciones con elementos compactos y no compactos (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo E - E3-A).

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra. **A** : *9.59* cm²

F_{cr}: Tensión de pandeo por flexión, tomada como: **F_{cr}** : *249.29* MPa

i) Cuando: $\frac{F_y}{F_e} \leq 2.25$

$$F_{cr} = \left[0.658^{\frac{F_y}{F_e}}\right] F_y$$

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras — **F_y** : *250.00* MPa

F_e: Tensión crítica elástica de pandeo, tomada como la menor de: — **F_e** : *36612.84* MPa

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2}$$

F_{ex} : *36612.84* MPa

F_{ey} : *36612.84* MPa

Donde:

E: Módulo de elasticidad del acero — **E** : *200000.00* MPa

K: Factor de longitud efectiva. — **K_x** : *0.09*

K_y : *0.09*

L: Longitud de la barra — **L** : *3177* mm

r: Radio de giro dominante — **r_x** : *3.96* cm

r_y : *3.96* cm

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Donde:

I: Momento de inercia — **I_x** : *150.45* cm4

I_y : *150.45* cm4

A: Área total de la sección transversal de la barra. — **A** : *9.59* cm²

Resistencia a flexión eje X (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

h_M : ***0.720*** ✓

El momento flector solicitante de cálculo pésimo, M_r, se produce en un punto situado a una distancia de 0.238 m del nudo N49, para la combinacíon de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

M_r: Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD — **M_r** : *5.28* kN·m

M_c: Resistencia de diseño a flexión — **M_c** : *7.34* kN·m

$$M_c = \varphi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

j_b: Factor de resistencia a flexión — **j_b** : *0.90*

M_n: La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 7, Sección 2, División b — **M_n** : *8.16* kN·m

1. Fluencia

$$M_n = M_p = F_y Z_x$$

M_n : *8.91* kN·m

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

Z_x: Módulo resistente plástico respecto al eje X — **Z_x** : *35.66* cm³

2. Pandeo local del ala

b) Para secciones con alas no compactas

$$M_n = M_p - \left(M_p - F_y S_x\right)\left(3.57 \frac{b}{t}\sqrt{\frac{F_y}{E}} - 4.0\right) \le M_p$$

M_n : *8.16* kN·m

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

$$M_p = F_y Z_x$$

M_p : *8.91* kN·m

Donde:

Z_x: Módulo resistente plástico respecto al eje X — **Z_x** : *35.66* cm³

$S_x = \frac{I_x}{y}$ **S_x** : *30.09* cm³

Donde:

I_x: Momento de inercia respecto al eje X **I_x** : *150.45* cm4

y: Distancia a la fibra extrema en flexión **y** : *50.00* mm

b: Distancia libre entre almas menos el radio de acuerdo a cada lado **b** : *90.00* mm

t: Espesor del ala **t** : *2.50* mm

E: Módulo de elasticidad del acero **E** : *200000.00* MPa

3. Pandeo local del alma

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local del alma no es de aplicación

Resistencia a flexión eje Y (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$ **h_M** : ***0.009*** ✓

El momento flector solicitante de cálculo pésimo, M_r, se produce en un punto situado a una distancia de 0.238 m del nudo N49, para la combinacíon de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+0.5·Q1+V1+0.5·N1.

Donde:

M_r: Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD **M_r** : *0.06* kN·m

M_c: Resistencia de diseño a flexión $M_c = \Phi_b M_n$ **M_c** : *7.34* kN·m

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

j_b: Factor de resistencia a flexión **j_b** : *0.90*

M_n: La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 7, Sección 2, División b — **M_n** : *8.16* kN·m

Donde:

M_r: Resistencia a flexión requerida — **M_r^+** : *0.06* kN·m; **M_r^-** : *0.06* kN·m

1. Fluencia

$M_n = M_p = F_y Z_y$ — **M_n** : *8.91* kN·m

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

Z_y: Módulo resistente plástico respecto al eje Y — **Z_y** : *35.66* cm³

2. Pandeo local del ala

b) Para secciones con alas no compactas

$$M_n = M_p - (M_p - F_y S_y)\left(3.57 \frac{h}{t}\sqrt{\frac{F_y}{E}} - 4.0\right) \le M_p$$

M_n : *8.16* kN·m

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

$M_p = F_y Z_y$ — **M_p** : *8.91* kN·m

Donde:

Z_y: Módulo resistente plástico respecto al eje Y — **Z_y** : *35.66* cm³

$S^y = \frac{I_y}{x}$ — **S^y** : *30.09* cm³

Donde:

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y — **I_y** : *150.45* cm4

x: Distancia a la fibra extrema en flexión — **x** : *50.00* mm

h: Distancia libre entre alas menos el radio de acuerdo a cada lado — **h** : *90.00* mm

t: Espesor del alma — **t** : *2.50* mm

E: Módulo de elasticidad del acero — **E** : *200000.00* MPa

3. Pandeo local del alma

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local del alma no es de aplicación

Resistencia a corte X (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

h_V : ***0.005***

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_r se produce para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM1+0.5·Q1+0.2·N1+0.3·SX+SY.

Donde:

V_r: Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

V_r : *0.32* kN

V_c: Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \varphi_V V_n$$

V_c : *60.75* kN

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

j_v: Factor de resistencia a cortante

j_v : *0.90*

V_n: se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

en tubos rectangulares y secciones en cajón, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo G - G-5).

$$V_n = 0.6 F_y A_w C_v$$

V_n : *67.50* kN

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

$A_w = 2bt_f$ — **A_w** : *4.50* cm²

Donde:

b: Distancia libre entre almas menos el radio de acuerdo a cada lado — **b** : *90.00* mm

t_f: Espesor del ala — **t_f** : *2.50* mm

b) para almas de todas las demás secciones con simetría doble o simple y secciones en U, excepto tubos redondos, el coeficiente de cortante del alma, C_v, se calcula de la siguiente forma:

i) $\frac{b}{t_f} \leq 1.10\sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$

$C_v = 1.0$ — **C_v** : *1.00*

Donde:

b: Distancia libre entre almas menos el radio de acuerdo a cada lado — **b** : *90.00* mm

t_f: Espesor del ala — **t_f** : *2.50* mm

E: Módulo de elasticidad del acero — **E** : *200000.00* MPa

K_v: Coeficiente de abolladura del alma — **K_v** : *5.00*

Resistencia a corte Y (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$ — **h_V** : ***0.164*** ✓

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_r se produce en un punto situado a una distancia de 0.238 m del nudo N49, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

V_r: Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD — **V_r** : *9.96* kN

V_c: Resistencia de diseño a cortante

$V_c = \varphi_V V_n$ — **V_c** : *60.75* kN

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

j_v: Factor de resistencia a cortante — **j_v** : *0.90*

V_n: se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

en tubos rectangulares y secciones en cajón, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo G - G-5).

$V_n = 0.6F_yA_wC_v$ — **V_n** : *67.50* kN

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

$A_w = 2ht_w$ — **A_w** : *4.50* cm²

Donde:

h: Distancia libre entre alas, menos el radio de acuerdo — **h** : *90.00* mm

t_w: Espesor del alma — **t_w** : *2.50* mm

b) para almas de todas las demás secciones con simetría doble o simple y secciones en U, excepto tubos redondos, el coeficiente de cortante del alma, C_v, se calcula de la siguiente forma:

i) $\frac{h}{t_w} \le 1.10\sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$

$C_v = 1.0$ **Cv** : *1.00*

Donde:

h: Distancia libre entre alas, menos el radio de acuerdo **h** : *90.00* mm

t_w: Espesor del alma **t_w** : *2.50* mm

E: Módulo de elasticidad del acero **E** : *200000.00* MPa

K_v: Coeficiente de abolladura del alma **K_v** : *5.00*

Esfuerzos combinados y torsión (Capítulo H)

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$\eta \le 1$ **h** : ***0.726*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.238 m del nudo N49, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

h: calculado según Artículo 1, Sección 2

2. Secciones con simetría doble y simple sometidas a flexión y tracción

b) Para $\frac{P_r}{P_c} < 0.2$

$\eta = \frac{P_r}{2P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}}\right)$ (H1-1b) **h** : *0.73*

Donde:

P_r: Resistencia requerida a tracción	**P_r** : *1.38* kN
P_c: Resistencia de diseño a tracción, calculado según el Capítulo D, Sección D2	**P_c** : *215.67* kN
M_{rx}: Resistencia a flexión requerida en el eje fuerte	**M_{rx}** : *5.28* kN·m
M_{cx}: Resistencia de diseño a flexión en el eje fuerte, calculado según el Capítulo F	**M_{cx}** : *7.34* kN·m
M_{ry}: Resistencia a flexión requerida en el eje débil	**M_{ry}** : *0.03* kN·m
M_{cy}: Resistencia de diseño a flexión en el eje débil, calculado según el Capítulo F	**M_{cy}** : *7.34* kN·m

Barra N37/N38

Perfil: viga 10x10x2.5
Material: Acero (A36)

Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	$I_x^{(1)}$ (cm4)	$I_y^{(1)}$ (cm4)	$I_t^{(2)}$ (cm4)
N37	N38	1.350	9.59	150.45	150.45	235.19

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano ZX	Plano ZY	Ala sup.	Ala inf.
b	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	1.350	1.350	0.000	0.000
C_b	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_b: Factor de modificación para el momento crítico

Resistencia a tracción (Capítulo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

h_T : *0.001* ✓

El axil de tracción solicitante de cálculo pésimo P_r se produce en el nudo N38, para la combinación de hipótesis 0.9·PP+0.9·CM1+0.9·H1+V1.

Donde:

P_r: Resistencia a tracción requerida para las combinaciones de carga LRFD — **P_r** : *0.25* kN

P_c: Resistencia de diseño a tracción — **P_c** : *215.67* kN

$$P_c = \varphi_t P_n$$

La resistencia de diseño a tracción es el menor valor de los obtenidos según el estado límite de fluencia a tracción de la sección bruta y el de rotura a tracción de la sección neta

Donde:

j_t: Factor de resistencia a tracción, tomado como: **j_t** : *0.90*

a) Para fluencia bajo tracción en la sección bruta:

$$P_n = F_y A \quad (D2-1)$$

P_n : *239.63* kN

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra. **A** : *9.59* cm²

F_y: Límite elástico mínimo especificado **F_y** : *250.00* MPa

Limitación de esbeltez para compresión (Capítulo E)

La esbeltez máxima admisible en una barra sometida a compresión es*:

$$\lambda \leq 200$$

l : ***34***

Donde:

l: Coeficiente de esbeltez

$$\lambda = \frac{KL}{r}$$

l : *34*

Donde:

L: Longitud de la barra **L** : *4091* mm

K: Factor de longitud efectiva. **K** : *0.33*

r_x: Radio de giro respecto al eje X **r_x** : *3.96* cm

Donde:

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}}$$

r_x : *3.96* cm

Donde:

I_x: Momento de inercia respecto al eje X **I_x** : *150.45* cm4

A: Área total de la sección transversal de la barra. **A** : *9.59* cm²

Notas:

*: La esbeltez máxima admisible está basada en las Notas de Usuario de la sección E2.

Resistencia a compresión (Capítulo E)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo E de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$

h_T : ***0.013***

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo P_r se produce en el nudo N37, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

P_r: Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD **P_r** : *2.56* kN

P_c: Resistencia de diseño a compresión **P_c** : *202.79* kN

$$P_c = \varphi_p P_n$$

La resistencia de diseño a compresión en secciones comprimidas es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo E.

Donde:

j_p: Factor de resistencia a compresión, tomado como: **j_p** : *0.90*

P_n: Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E3-A: **P_n** : *225.33* kN

$$P_n = F_{cr} A$$

para el pandeo por flexión de secciones con elementos compactos y no compactos (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo E - E3-A).

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra. **A** : *9.59* cm²

F_{cr}: Tensión de pandeo por flexión, tomada como: **F_{cr}** : *235.08* MPa

i) Cuando: $\frac{F_y}{F_e} \leq 2.25$

$$F_{cr} = \left[0.658^{\frac{F_y}{F_e}}\right] F_y$$

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras — **F_y** : *250.00* MPa

F_e: Tensión crítica elástica de pandeo, tomada como la menor de: — **F_e** : *1700.04* MPa

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2}$$

F_{ex} : *1700.04* MPa

F_{ey} : *1700.04* MPa

Donde:

E: Módulo de elasticidad del acero — **E** : *200000.00* MPa

K: Factor de longitud efectiva. — **K_x** : *0.33*; **K_y** : *0.33*

L: Longitud de la barra — **L** : *4091* mm

r: Radio de giro dominante — **r_x** : *3.96* cm; **r_y** : *3.96* cm

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Donde:

I: Momento de inercia — **I_x** : *150.45* cm4; **I_y** : *150.45* cm4

A: Área total de la sección transversal de la barra. — **A** : *9.59* cm²

Resistencia a flexión eje X (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

h_M : ***0.705*** ✓

El momento flector solicitante de cálculo pésimo, M_r, se produce en el nudo N38, para la combinacíon de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

M_r: Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD — **M_r** : *5.17* kN·m

M_c: Resistencia de diseño a flexión — **M_c** : *7.34* kN·m

$M_c = \varphi_b M_n$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

j_b: Factor de resistencia a flexión — **j_b** : *0.90*

M_n: La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 7, Sección 2, División b — **M_n** : *8.16* kN·m

Donde:

M_r: Resistencia a flexión requerida — **M_r^+** : *0.50* kN·m

M_r^- : *5.17* kN·m

1. Fluencia

$M_n = M_p = F_y Z_x$ — **M_n** : *8.91* kN·m

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

Z_x: Módulo resistente plástico respecto al eje X — **Z_x** : *35.66* cm³

2. Pandeo local del ala

b) Para secciones con alas no compactas

$$M_n = M_p - (M_p - F_y S_x)\left(3.57\frac{b}{t}\sqrt{\frac{F_y}{E}} - 4.0\right) \le M_p$$ — **M_n** : *8.16* kN·m

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

$M_p = F_y Z_x$ — **M_p** : *8.91* kN·m

Donde:

Z_x: Módulo resistente plástico respecto al eje X — **Z_x** : *35.66* cm³

$S = \frac{I_x}{y}$ — **S_x** : *30.09* cm³

Donde:

I_x: Momento de inercia respecto al eje X — **I_x** : *150.45* cm4

y: Distancia a la fibra extrema en flexión — **y** : *50.00* mm

b: Distancia libre entre almas menos el radio de acuerdo a cada lado — **b** : *90.00* mm

t: Espesor del ala — **t** : *2.50* mm

E: Módulo de elasticidad del acero — **E** : *200000.00* MPa

3. Pandeo local del alma

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local del alma no es de aplicación

Resistencia a flexión eje Y (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

h_M : ***0.010*** ✓

El momento flector solicitante de cálculo pésimo, M_r, se produce en el nudo N38, para la combinacíon de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+0.5·Q1-0.3·SX-SY.

Donde:

M_r: Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD — **M_r** : *0.07* kN·m

M_c: Resistencia de diseño a flexión — **M_c** : *7.34* kN·m

$M_c = \varphi_b M_n$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

j_b: Factor de resistencia a flexión — **j_b** : *0.90*

M_n: La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 7, Sección 2, División b — **M_n** : *8.16* kN·m

1. Fluencia

$$M_n = M_p = F_y Z_y$$

M_n : *8.91* kN·m

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

Z_y: Módulo resistente plástico respecto al eje Y — **Z_y** : *35.66* cm³

2. Pandeo local del ala

b) Para secciones con alas no compactas

$$M_n = M_p - (M_p - F_y S_y)\left(3.57 \frac{h}{t}\sqrt{\frac{F_y}{E}} - 4.0\right) \leq M_p$$

M_n : *8.16* kN·m

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

$$M_p = F_y Z_y$$

M_p : *8.91* kN·m

Donde:

Z_y: Módulo resistente plástico respecto al eje Y — **Z_y** : *35.66* cm³

$$S_y = \frac{I_y}{x}$$

S_y : *30.09* cm³

Donde:

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y — **I_y** : *150.45* cm4

x: Distancia a la fibra extrema en flexión — **x** : *50.00* mm

h: Distancia libre entre alas menos el radio de acuerdo a cada lado — **h** : *90.00* mm

t: Espesor del alma — **t** : *2.50* mm

E: Módulo de elasticidad del acero — **E** : *200000.00* MPa

3. Pandeo local del alma

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local del alma no es de aplicación

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

h_V : ***0.001***

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_r se produce para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM1+V1.

Donde:

V_r: Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

V_r : *0.09* kN

V_c: Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \varphi_V V_n$$

V_c : *60.75* kN

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

j_v: Factor de resistencia a cortante

j_v : *0.90*

V_n: se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

en tubos rectangulares y secciones en cajón, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo G - G-5).

$$V_n = 0.6 F_y A_w C_v$$

V_n : *67.50* kN

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado

F_y : *250.00* MPa

$A_w = 2bt_f$ **A_w** : *4.50* cm²

Donde:

b: Distancia libre entre almas menos el radio de acuerdo a cada lado **b** : *90.00* mm

t_f: Espesor del ala **t_f** : *2.50* mm

b) para almas de todas las demás secciones con simetría doble o simple y secciones en U, excepto tubos redondos, el coeficiente de cortante del alma, C_v, se calcula de la siguiente forma:

i) $\frac{b}{t_f} \leq 1.10\sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$

$C_v = 1.0$ **C_v** : *1.00*

Donde:

b: Distancia libre entre almas menos el radio de acuerdo a cada lado **b** : *90.00* mm

t_f: Espesor del ala **t_f** : *2.50* mm

E: Módulo de elasticidad del acero **E** : *200000.00* MPa

K_v: Coeficiente de abolladura del alma **K_v** : *5.00*

Resistencia a corte Y (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$ **hv** : ***0.147*** ✓

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_r se produce en el nudo N38, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

V_r: Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

V_r : *8.94* kN

V_c: Resistencia de diseño a cortante

$V_c = \varphi_V V_n$

V_c : *60.75* kN

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

j_v: Factor de resistencia a cortante

j_v : *0.90*

V_n: se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

en tubos rectangulares y secciones en cajón, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo G - G-5).

$V_n = 0.6F_yA_wC_v$

V_n : *67.50* kN

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado

F_y : *250.00* MPa

$A_w = 2ht_w$

A_w : *4.50* cm²

Donde:

h: Distancia libre entre alas, menos el radio de acuerdo

h : *90.00* mm

t_w: Espesor del alma

t_w : *2.50* mm

b) para almas de todas las demás secciones con simetría doble o simple y secciones en U, excepto tubos redondos, el coeficiente de cortante del alma, C_v, se calcula de la siguiente forma:

i) $\frac{h}{t_w} \le 1.10\sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$

$C_v = 1.0$

C_v : *1.00*

Donde:

h: Distancia libre entre alas, menos el radio de acuerdo — **h** : *90.00* mm

t_w: Espesor del alma — **t_w** : *2.50* mm

E: Módulo de elasticidad del acero — **E** : *200000.00* MPa

K_v: Coeficiente de abolladura del alma — **K_v** : *5.00*

Esfuerzos combinados y torsión (Capítulo H)

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$\eta \leq 1$ — **h** : ***0.715***

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N38, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

h_1: calculado según Artículo 1, Sección 1

1. Secciones con simetría doble y simple sometidas a flexión y compresión

b) Para $\frac{P_r}{P_c} < 0.2$

$$\eta = \frac{P_r}{2P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}}\right) \quad \text{(H1-1b)}$$

h_1 : *0.71*

Donde:

P_r: Resistencia a compresión requerida — **P_r** : *1.09* kN

P_c: Resistencia de diseño a compresión, calculado según el Capítulo E — **P_c** : *202.79* kN

M_{rx}: Resistencia a flexión requerida en el eje fuerte — **M_{rx}** : *5.17* kN·m

M_{cx}: Resistencia de diseño a flexión en el eje fuerte, calculado según el Capítulo F — **M_{cx}**: *7.34* kN·m

M_{ry}: Resistencia a flexión requerida en el eje débil — **M_{ry}**: *0.05* kN·m

M_{cy}: Resistencia de diseño a flexión en el eje débil, calculado según el Capítulo F — **M_{cy}**: *7.34* kN·m

h_2: calculado según Artículo 1, Sección 3

Secciones doblemente simétricas sometidas a flexocompresión simple

b) Para el estado límite de pandeo fuera del plano de flexión

$$\eta = \frac{P_r}{P_{co}} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}}\right)^2 \quad \text{(H1-2)}$$

h_2: *0.50*

Donde:

P_r: Resistencia a compresión requerida — **P_r**: *1.09* kN

P_{co}: Resistencia de diseño a compresión para pandeo fuera del plano de flexión calculado según el Capítulo E — **P_{co}**: *202.79* kN

M_{rx}: Resistencia a flexión requerida en el eje fuerte — **M_{rx}**: *5.17* kN·m

M_{cx}: Resistencia de diseño a flexión en el eje fuerte, calculado según el Capítulo F — **M_{cx}**: *7.34* kN·m

Barra N17/N18

Perfil: columna 10x10x2.5
Material: Acero (A36)

Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm^2)	$I_x^{(1)}$ (cm4)	$I_y^{(1)}$ (cm4)	$I_t^{(2)}$ (cm4)
N17	N18	2.200	9.59	150.45	150.45	235.19

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano ZX	Plano ZY	Ala sup.	Ala inf.
b	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	2.200	2.200	0.000	0.000
C_b	-		1.000	

Notación:
b: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_b: Factor de modificación para el momento crítico

Resistencia a tracción (Capítulo D)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Limitación de esbeltez para compresión (Capítulo E)

La esbeltez máxima admisible en una barra sometida a compresión es*:

$\lambda \leq 200$ **I**: ***56*** ✓

Donde:

I: Coeficiente de esbeltez

$\lambda = \frac{KL}{r}$ **I**: *56*

Donde:

L: Longitud de la barra — **L** : *2147* mm

K: Factor de longitud efectiva. — **K** : *1.02*

r_x: Radio de giro respecto al eje X — **r_x** : *3.96* cm

Donde:

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}}$$ — **r_x** : *3.96* cm

Donde:

I_x: Momento de inercia respecto al eje X — **I_x** : *150.45* cm4

A: Área total de la sección transversal de la barra. — **A** : *9.59* cm²

Notas:

*: La esbeltez máxima admisible está basada en las Notas de Usuario de la sección E2.

Resistencia a compresión (Capítulo E)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo E de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T = \frac{P_r}{P_c} \leq 1$$ — **h_T** : ***0.111*** ✓

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo P_r se produce en el nudo N17, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

P_r: Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD — **P_r** : *20.37* kN

P_c: Resistencia de diseño a compresión — **P_c** : *183.15* kN

$$P_c = \varphi_p P_n$$

La resistencia de diseño a compresión en secciones comprimidas es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo E.

Donde:

j_p: Factor de resistencia a compresión, tomado como: **j_p** : *0.90*

P_n: Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E3-A: **P_n** : *203.50* kN

$$P_n = F_{cr} A$$

para el pandeo por flexión de secciones con elementos compactos y no compactos (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo E - E3-A).

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra. **A** : *9.59* cm²

F_{cr}: Tensión de pandeo por flexión, tomada como: **F_{cr}** : *212.30* MPa

i) Cuando: $\frac{F_y}{F_e} \leq 2.25$

$$F_{cr} = \left[0.658^{\frac{F_y}{F_e}}\right] F_y$$

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras **F_y** : *250.00* MPa

F_e: Tensión crítica elástica de pandeo, tomada como la menor de: **F_e** : *640.15* MPa

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2}$$

F_{ex} : *640.15* MPa

F_{ey} : *640.15* MPa

Donde:

E: Módulo de elasticidad del acero **E** : *200000.00* MPa

K: Factor de longitud efectiva. **K_x** : *1.02*

K_y : *1.02*

L: Longitud de la barra **L** : *2147* mm

r: Radio de giro dominante **r_x** : *3.96* cm

r_y : *3.96* cm

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Donde:

I: Momento de inercia **I_x** : *150.45* cm4

I_y : *150.45* cm4

A: Área total de la sección transversal de la barra. **A** : *9.59* cm²

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \leq 1$$

h_M : ***0.042***

El momento flector solicitante de cálculo pésimo, M_r, se produce en el nudo N17, para la combinacíon de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+0.5·Q1+0.2·N1+0.3·SX+SY.

Donde:

M_r: Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD — **M_r** : *0.31* kN·m

M_c: Resistencia de diseño a flexión — **M_c** : *7.34* kN·m

$M_c = \varphi_b M_n$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

j_b: Factor de resistencia a flexión — **j_b** : *0.90*

M_n: La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 7, Sección 2, División b — **M_n** : *8.16* kN·m

Donde:

M_r: Resistencia a flexión requerida — **M_r^+** : *0.31* kN·m

M_r^- : *0.25* kN·m

1. Fluencia

$$M_n = M_p = F_y Z_x$$

M_n : *8.91* kN·m

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

Z_x: Módulo resistente plástico respecto al eje X — **Z_x** : *35.66* cm³

2. Pandeo local del ala

b) Para secciones con alas no compactas

$$M_n = M_p - (M_p - F_y S_x)\left(3.57\frac{b}{t}\sqrt{\frac{F_y}{E}} - 4.0\right) \le M_p$$

M_n : *8.16* kN·m

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

$M_p = F_y Z_x$ — **M_p** : *8.91* kN·m

Donde:

Z_x: Módulo resistente plástico respecto al eje X — **Z_x** : *35.66* cm³

$S_x = \frac{I_x}{y}$ — **S_x** : *30.09* cm³

Donde:

I_x: Momento de inercia respecto al eje X — **I_x** : *150.45* cm4

y: Distancia a la fibra extrema en flexión — **y** : *50.00* mm

b: Distancia libre entre almas menos el radio de acuerdo a cada lado — **b** : *90.00* mm

t: Espesor del ala — **t** : *2.50* mm

E: Módulo de elasticidad del acero — **E** : *200000.00* MPa

3. Pandeo local del alma

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local del alma no es de aplicación

Resistencia a flexión eje Y (Capítulo F)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo F de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M = \frac{M_r}{M_c} \le 1$$

h_M : ***0.639*** ✓

El momento flector solicitante de cálculo pésimo, M_r, se produce en un punto situado a una distancia de 2.147 m del nudo N17, para la combinacíon de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

M_r: Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD — **M_r** : *4.69* kN·m

M_c: Resistencia de diseño a flexión — **M_c** : *7.34* kN·m

$$M_c = \varphi_b M_n$$

La resistencia de diseño a flexión para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos según los estados límite descritos en el Capítulo F:

Donde:

j_b: Factor de resistencia a flexión — **j_b** : *0.90*

M_n: La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 7, Sección 2, División b — **M_n** : *8.16* kN·m

Donde:

M_r: Resistencia a flexión requerida — **M_r^+** : *0.29* kN·m

M_r^- : *4.69* kN·m

1. Fluencia

$$M_n = M_p = F_y Z_y$$

M_n : *8.91* kN·m

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

Z_y: Módulo resistente plástico respecto al eje Y — **Z_y** : *35.66* cm³

2. Pandeo local del ala

b) Para secciones con alas no compactas

$$M_n = M_p - (M_p - F_y S_y)\left(3.57\frac{h}{t}\sqrt{\frac{F_y}{E}} - 4.0\right) \le M_p$$

M_n : *8.16* kN·m

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

$$M_p = F_y Z_y$$

M_p : *8.91* kN·m

Donde:

Z_y: Módulo resistente plástico respecto al eje Y — **Z_y** : *35.66* cm³

$$S_y = \frac{I_y}{x}$$ — **S_y** : *30.09* cm³

Donde:

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y — **I_y** : *150.45* cm4

x: Distancia a la fibra extrema en flexión — **x** : *50.00* mm

h: Distancia libre entre alas menos el radio de acuerdo a cada lado — **h** : *90.00* mm

t: Espesor del alma — **t** : *2.50* mm

E: Módulo de elasticidad del acero — **E** : *200000.00* MPa

3. Pandeo local del alma

a) para secciones compactas, el estado límite de pandeo local del alma no es de aplicación

Resistencia a corte X (Capítulo G)

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$ — **h_V** : ***0.053*** ✓

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_r se produce para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

V_r: Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD — **V_r** : *3.25* kN

V_c: Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \varphi_v V_n$$ — **V_c** : *60.75* kN

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

j_v: Factor de resistencia a cortante — **j_v** : *0.90*

V_n: se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

en tubos rectangulares y secciones en cajón, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo G - G-5).

$V_n = 0.6F_yA_wC_v$ — **V_n** : *67.50* kN

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado — **F_y** : *250.00* MPa

$A_w = 2bt_f$ — **A_w** : *4.50* cm²

Donde:

b: Distancia libre entre almas menos el radio de acuerdo a cada lado — **b** : *90.00* mm

t_f: Espesor del ala — **t_f** : *2.50* mm

b) para almas de todas las demás secciones con simetría doble o simple y secciones en U, excepto tubos redondos, el coeficiente de cortante del alma, C_v, se calcula de la siguiente forma:

i) $\frac{b}{t_f} \leq 1.10\sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$

$C_v = 1.0$ — **C_v** : *1.00*

Donde:

b: Distancia libre entre almas menos el radio de acuerdo a cada lado — **b** : *90.00* mm

t_f: Espesor del ala — **t_f** : *2.50* mm

E: Módulo de elasticidad del acero — **E** : *200000.00* MPa

K_v: Coeficiente de abolladura del alma — **K_v** : *5.00*

Todas las secciones deben cumplir con las especificaciones LRFD desarrolladas en Capítulo G de ANSI/AISC 360-10 (LRFD).

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v = \frac{V_r}{V_c} \leq 1$$

h_V : ***0.004***

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_r se produce en un punto situado a una distancia de 1.288 m del nudo N17, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM1+0.5·Q1+0.2·N1+0.3·SX+SY.

Donde:

V_r: Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD

V_r : *0.27* kN

V_c: Resistencia de diseño a cortante

$$V_c = \varphi_v V_n$$

V_c : *60.75* kN

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

j_v: Factor de resistencia a cortante

j_v : *0.90*

V_n: se define según lo detallado en el Capítulo G, de la siguiente forma:

en tubos rectangulares y secciones en cajón, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo G - G-5).

$$V_n = 0.6 F_y A_w C_v$$

V_n : *67.50* kN

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado

F_y : *250.00* MPa

$A_w = 2ht_w$ **A_w** : *4.50* cm²

Donde:

h: Distancia libre entre alas, menos el radio de acuerdo **h** : *90.00* mm

t_w: Espesor del alma **t_w** : *2.50* mm

b) para almas de todas las demás secciones con simetría doble o simple y secciones en U, excepto tubos redondos, el coeficiente de cortante del alma, C_v, se calcula de la siguiente forma:

i) $\frac{h}{t_w} \leq 1.10\sqrt{k_v \frac{E}{F_y}}$

$C_v = 1.0$ **C_v** : *1.00*

Donde:

h: Distancia libre entre alas, menos el radio de acuerdo **h** : *90.00* mm

t_w: Espesor del alma **t_w** : *2.50* mm

E: Módulo de elasticidad del acero **E** : *200000.00* MPa

K_v: Coeficiente de abolladura del alma **K_v** : *5.00*

Esfuerzos combinados y torsión (Capítulo H)

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$\eta \leq 1$ **h** : ***0.701*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 2.147 m del nudo N17, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+0.9·H1+1.6·Q1+0.5·N1.

Donde:

h: calculado según Artículo 1, Sección 1

1. Secciones con simetría doble y simple sometidas a flexión y compresión

b) Para $\frac{P_r}{P_c} < 0.2$

$$\eta = \frac{P_r}{2P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}}\right) \quad \text{(H1-1b)}$$

h : *0.70*

Donde:

P_r: Resistencia a compresión requerida — **P_r** : *20.18* kN

P_c: Resistencia de diseño a compresión, calculado según el Capítulo E — **P_c** : *183.15* kN

M_{rx}: Resistencia a flexión requerida en el eje fuerte — **M_{rx}** : *0.05* kN·m

M_{cx}: Resistencia de diseño a flexión en el eje fuerte, calculado según el Capítulo F — **M_{cx}** : *7.34* kN·m

M_{ry}: Resistencia a flexión requerida en el eje débil — **M_{ry}** : *4.69* kN·m

M_{cy}: Resistencia de diseño a flexión en el eje débil, calculado según el Capítulo F — **M_{cy}** : *7.34* kN·m

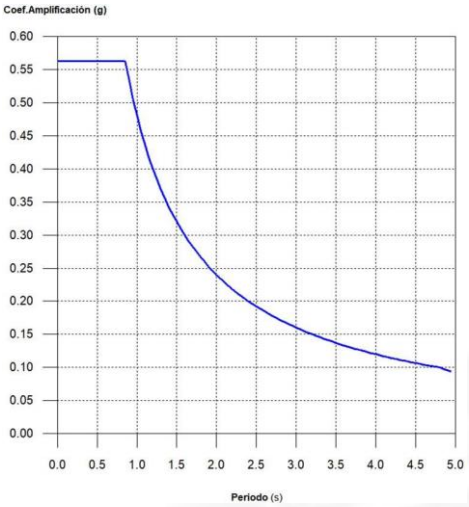
Sismo

Norma utilizada: NSR-10
Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (2010)

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

Espectro de cálculo

Espectro elástico de aceleraciones



Coef.Amplificación:

$S_{ae} = 2.5 \cdot A_a \cdot F_a \cdot I \qquad T \leq T_C$

$S_{ae} = \frac{1.2 \cdot A_v \cdot F_v \cdot I}{T} \qquad T_C \leq T \leq T_L$

$S_{ae} = \frac{1.2 \cdot A_v \cdot F_v \cdot T_L \cdot I}{T^2} \qquad T \geq T_L$

El valor máximo de las ordenadas espectrales es 0.563 g.

NSR-10 (A.2.6.1)

Parámetros necesarios para la definición del espectro

A_a: Aceleración horizontal pico efectiva (NSR-10, A.2.2) **A_a** : *0.15* g

A_v: Velocidad horizontal pico efectiva (NSR-10, A.2.2) **A_v** : *0.20* g

F_a: Coeficiente de amplificación de la aceleración en zona de periodos cortos (NSR-10, Tabla A.2.4-3) **F_a** : *1.50*

Tipo de perfil de suelo (NSR-10, A.2.4) **Suelo** : *D*

A_a: Aceleración horizontal pico efectiva (NSR-10, A.2.2) **A_a** : *0.15* g

F_v: Coeficiente de amplificación de la aceleración en zona de periodos intermedios (NSR-10, Tabla A.2.4-4) **F_v** : *2.00*

Tipo de perfil de suelo (NSR-10, A.2.4) **Suelo** : *D*

A_v: Velocidad horizontal pico efectiva (NSR-10, A.2.2) **A_v** : *0.20* g

I: Coeficiente de importancia (NSR-10, A.2.5) **I** : *1.00*

Tipo de edificación: I

T_c: Periodo correspondiente a la transición entre la zona de aceleración constante y la parte descendente del mismo (NSR-10, A.2.6.1) **T_c** : *0.85* s

$T_C = 0.48 \frac{A_v \cdot F_v}{A_a \cdot F_a}$

T_l: Periodo correspondiente al inicio de la zona de desplazamiento aproximadamente constante (NSR-10, A.2.6.1) **T_l** : *4.80* s

$T_L = 2.4 \cdot F_v$

Espectro de diseño de aceleraciones

El espectro de diseño sísmico se obtiene reduciendo el espectro elástico por el coeficiente (R) correspondiente a cada dirección de análisis.

$$S_a = \frac{S_{ae}}{R}$$

Coeficiente de capacidad de disipación de energía (NSR-10, A.3.3.3)

R_X: Coeficiente de capacidad de disipación de energía de diseño (X)

$R_X = MIN(R_{Xi}, 1.25 \cdot R_{Yi})$

R_Y: Coeficiente de capacidad de disipación de energía de diseño (Y)

$R_Y = MIN(R_{Yi}, 1.25 \cdot R_{Xi})$

R_{Xi}: Coeficiente de capacidad de disipación de energía (X) **R_{Xi}** : *2.40*

$R_X = \phi_a \cdot \phi_p \cdot \phi_r \cdot R_{0X}$

R_{Yi}: Coeficiente de capacidad de disipación de energía (Y) **R_{Yi}** : *2.40*

$R_Y = \phi_a \cdot \phi_p \cdot \phi_r \cdot R_{0Y}$

Donde:

R_{0X}: Coeficiente de disipación de energía básico (X) (NSR-10, A.3) **R_{0X}** : *5.00*

R_{0Y}: Coeficiente de disipación de energía básico (Y) (NSR-10, A.3) **R_{0Y}** : *5.00*

F_a: Coeficiente de irregularidad en altura (NSR-10, A.3.3.5) **F_a** : *0.80*

F_p: Coeficiente de irregularidad en planta (NSR-10, A.3.3.4) **F_p** : *0.80*

F_{rX}: Coeficiente por ausencia de redundancia (X) (NSR-10, A.3.3.8) **F_{rX}** : *0.75*

F_{rY}: Coeficiente por ausencia de redundancia (Y) (NSR-10, A.3.3.8) **F_{rY}** : *0.75*

NSR-10 (A.3.7)

Espectro de diseño según X

Espectro de diseño según Y

Coeficientes de participación

Modo	T	L_x	L_y	M_x	M_y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 1	0.824	1	0.008	0.06 %	0 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 39.5662 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 39.5662 mm
Modo 2	0.010	0.9302	0.367	44.38 %	7.78 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.00638 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.00638 mm
Modo 3	0.188	0.1819	0.9833	0 %	0.07 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 2.05471 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 2.05471 mm
Modo 4	0.159	0.9522	0.3054	0.12 %	0.01 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 1.47944 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 1.47944 mm
Modo 5	0.120	0.9761	0.2175	2.06 %	0.12 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.8435 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.8435 mm
Modo 6	0.118	0.1202	0.9928	0.05 %	3.62 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.81209 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.81209 mm
Modo 7	0.093	0.9985	0.0549	1.09 %	0 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.50343 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.50343 mm

Modo	T	L_x	L_y	M_x	M_y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 8	0.078	0.9218	0.3876	0.01 %	0 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.35876 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.35876 mm
Modo 9	0.065	0.2531	0.9675	0 %	0.07 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.24915 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.24915 mm
Modo 10	0.059	0.9708	0.2398	0.1 %	0.01 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.20336 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.20336 mm
Modo 11	0.040	0.979	0.2041	0.01 %	0 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.09218 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.09218 mm
Modo 12	0.010	0.2942	0.9557	7.13 %	84.65 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.00551 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.00551 mm
Modo 13	0.031	0.1034	0.9946	0 %	0 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.05616 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.05616 mm
Modo 14	0.028	0.9168	0.3992	0 %	0 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.04633 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.04633 mm
Modo 15	0.024	0.0154	0.9999	0 %	0.01 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.03413 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.03413 mm
Modo 16	0.023	0.8345	0.551	0 %	0 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.03208 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.03208 mm
Modo 17	0.023	0.9985	0.0547	0.01 %	0 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.02996 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.02996 mm
Modo 18	0.020	0.0106	0.9999	0 %	0.03 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.02291 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.02291 mm
Modo 19	0.019	0.9985	0.0548	0 %	0 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.02103 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.02103 mm
Modo 20	0.018	0.9155	0.4022	0 %	0 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.01913 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.01913 mm

Modo	T	L_x	L_y	M_x	M_y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 21	0.017	0.1273	0.9919	0 %	0.01 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.01749 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.01749 mm
Modo 22	0.016	0.9959	0.091	0 %	0 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.01531 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.01531 mm
Modo 23	0.016	0.0984	0.9951	0 %	0 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.01494 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.01494 mm
Modo 24	0.016	0.0238	0.9997	0 %	0 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.01448 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.01448 mm
Modo 25	0.014	0.4192	0.9079	0 %	0 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.01115 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.01115 mm
Modo 26	0.013	0.1648	0.9863	0 %	0 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.00964 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.00964 mm
Modo 27	0.012	0.1176	0.9931	0 %	0 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.00872 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.00872 mm
Modo 28	0.012	0.1373	0.9905	0 %	0 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.0077 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.0077 mm
Modo 29	0.011	0.0868	0.9962	0 %	0 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.00755 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.00755 mm
Modo 30	0.011	0.8713	0.4907	0 %	0 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.00649 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.00649 mm
Modo 31	0.009	0.981	0.194	0 %	0 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.00489 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.00489 mm
Modo 32	0.009	0.9977	0.0684	0 %	0 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.00445 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.00445 mm
Modo 33	0.007	0.0085	1	0 %	0 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.00288 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.00288 mm

Modo	T	L_x	L_y	M_x	M_y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 34	0.006	0.0087	1	0 %	0 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.00218 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.00218 mm
Modo 35	0.006	0.9108	0.4128	0 %	0 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.00199 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.00199 mm
Modo 36	0.006	0.1851	0.9827	0 %	0 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.00198 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.00198 mm
Modo 37	0.005	0.3076	0.9515	0 %	0 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.00176 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.00176 mm
Modo 38	0.005	0.8542	0.5199	0 %	0 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.00164 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.00164 mm
Modo 39	0.005	0.4925	0.8703	0 %	0 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.00161 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.00161 mm
Modo 40	0.005	0.6446	0.7645	0 %	0 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.00146 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.00146 mm
Modo 41	0.005	0.9991	0.0434	0 %	0 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.00132 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.00132 mm
Modo 42	0.009	0.993	0.1178	43.51 %	0.69 %	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.00502 mm	R = 2.4 A = 2.299 m/s² D = 0.00502 mm
Total				98.53 %	97.07 %		

T: Periodo de vibración en segundos.

L_x, L_y: Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.

M_x, M_y: Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.

R: Relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.

A: Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.

D: Coeficiente del modo. Equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.

Representación de los periodos modales

Espectro de diseño según X



Espectro de diseño según Y

Se representa el rango de periodos abarcado por los modos estudiados, con indicación de los modos en los que se desplaza más del 30% de la masa:

Hipótesis Sismo X1		
Hipótesis modal	T (s)	A (g)
Modo 2	0.010	0.234
Modo 42	0.009	0.234

Hipótesis Sismo Y1		
Hipótesis modal	T (s)	A (g)
Modo 12	0.010	0.234

Uniones

Nota: Las uniones que no están correctamente definidas no se muestran en los listados.

Especificaciones

Norma:

ANSI/AISC 360-10. Chapter K - K2. HSS to HSS truss connections.

Materiales:

- Perfiles (Material base): A36.

- Material de aportación (soldaduras): Electrodos de la serie E70XX. Para los materiales empleados y el procedimiento de soldadura SMAW (Arco eléctrico con electrodo revestido), se cumplen las condiciones de compatibilidad entre materiales exigidas por el artículo J.2.6.

Disposiciones constructivas:

1) Cada tubo se soldará en todo su perímetro de contacto con los otros tubos.

2) Se define como ángulo diedro el ángulo medido en el plano perpendicular a la línea de soldadura, formado por las tangentes a las superficies externas de los tubos que se sueldan entre sí.

3) Para ángulos diedros mayores que 100 grados se deberá realizar soldadura a tope, independientemente del espesor del tubo que se suelda.

4) Los tubos de espesor igual o superior a 8 mm se soldarán a tope, excepto en las zonas en las que el ángulo diedro es agudo y pueda realizarse correctamente la soldadura en ángulo.

5) Los tubos de espesor inferior a 8 mm se pueden soldar con cordones de soldadura en ángulo.

6) En soldaduras a tope, el ángulo del bisel mínimo es de 45 grados.

7) En los detalles se indican los distintos tipos de cordones necesarios en el perímetro de soldadura de los tubos.

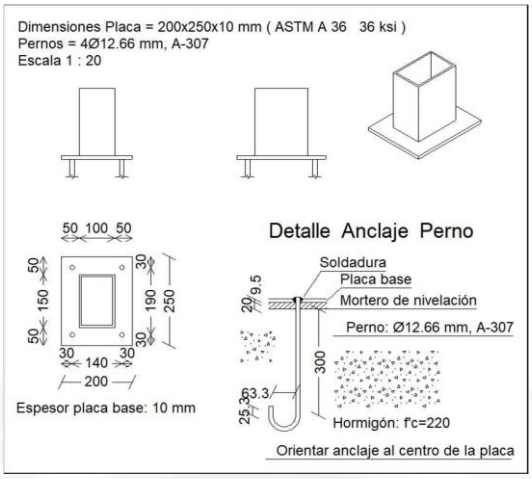
Comprobaciones:

Los cordones de soldadura se han dimensionado de tal manera que su resistencia sea igual o superior a la de la más débil de las piezas unidas. Para ello, se han tenido en cuenta las prescripciones y detalles indicados en la parte D de la norma AWS D1.1/D1.1M:2002.

Memoria de cálculo

Tipo 2

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	F_y (MPa)	F_u (MPa)
Placa base		200	250	9.5	4	12.7	A36	250.0	400.0

c) Comprobación

1) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: *1.5 diámetros*	Mínimo: 18 mm Calculado: 140 mm	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima pernos-borde: *2 diámetros*	Mínimo: 25 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: *Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.*	Mínimo: 19 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: -Tracción: -Cortante: -Tracción + Cortante:	 Máximo: 17.38 kN Calculado: 4.29 kN Máximo: 12.17 kN Calculado: 0.32 kN Máximo: 17.38 kN Calculado: 4.74 kN	 Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 34.59 kN Calculado: 4.29 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 274.5 MPa Calculado: 34.0706 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: *Límite del cortante en un perno actuando contra la placa*	Máximo: 67.83 kN Calculado: 0.32 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: -Derecha: -Izquierda: -Arriba: -Abajo:	Máximo: 250 MPa Calculado: 46.0146 MPa Calculado: 108.089 MPa Calculado: 79.139 MPa Calculado: 91.4975 MPa	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: *Limitación de la deformabilidad de los vuelos* -Derecha: -Izquierda: -Arriba: -Abajo:	 Mínimo: 250 Calculado: 2452.72 Calculado: 838.306 Calculado: 1229.15 Calculado: 1063.99	 Cumple Cumple Cumple Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Tensión de Von Mises local: *Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo*	Máximo: 250 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

d) Medición

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
A36	Placa base	1	200x250x9.5	3.74
			Total	3.74
A-307 (liso)	Pernos de anclaje	4	Ø 12.7 - L = 342 + 145	1.92
			Total	1.92

d) Medición

Soldaduras				
Clase de resistencia	Ejecución	Tipo	Lado (mm)	Longitud de cordones (mm)
E70XX	En taller	En ángulo	4	166

Tipo 6

a) Detalle

b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	F_y (MPa)	F_u (MPa)
Placa base		200	200	5	8	12.7	A36	250.0	400.0

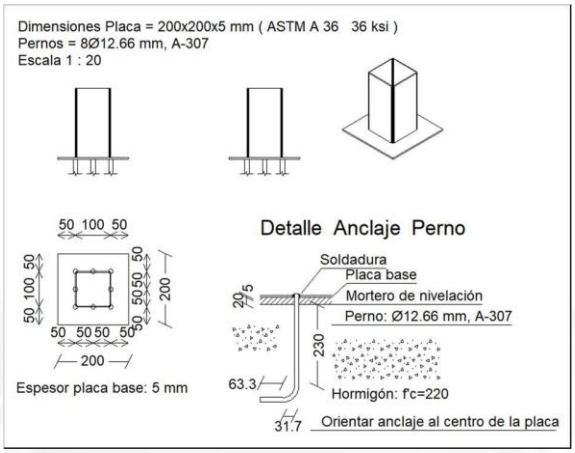
Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
A36	Placa base	1	200x200x5	1.57
			Total	1.57
A-307 (Tipo)	Pernos de anclaje	8	Ø 12.7 - L = 268 + 123	3.09
			Total	3.09

c) Comprobación

d) Medición

Tipo 7

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	F_y (MPa)	F_u (MPa)
Placa base		200	200	5	8	12.7	A36	250.0	400.0

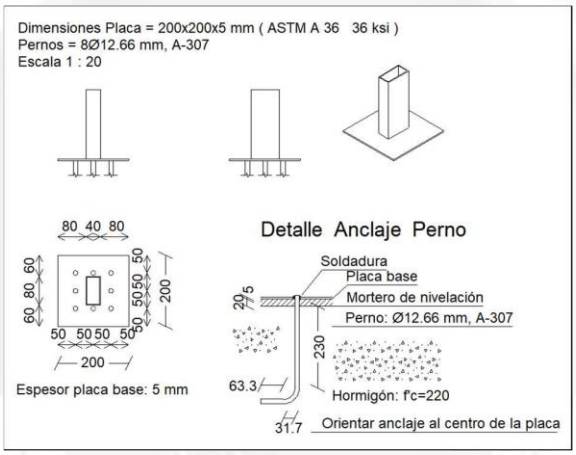
c) Comprobación

d) Medición

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
A36	Placa base	1	200x200x5	1.57
			Total	1.57
A-307 (liso)	Pernos de anclaje	8	Ø 12.7 - L = 268 + 123	3.09
			Total	3.09

Tipo 8

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	F_y (MPa)	F_u (MPa)
Placa base		200	200	5	8	12.7	A36	250.0	400.0

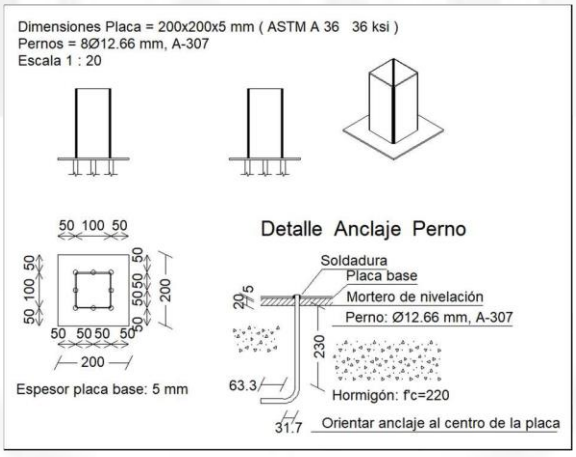
c) Comprobación

1) Placa de anclaje

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
A36	Placa base	1	200x200x5	1.57
			Total	1.57
A-307 (liso)	Pernos de anclaje	8	Ø 12.7 - L = 268 + 123	3.09
			Total	3.09

Tipo 9

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	F_y (MPa)	F_u (MPa)
Placa base		200	200	5	8	12.7	A36	250.0	400.0

c) Comprobación

d) Medición

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
A36	Placa base	1	200x200x5	1.57
			Total	1.57
A-307 (liso)	Pernos de anclaje	8	Ø 12.7 - L = 268 + 123	3.09
			Total	3.09

Tipo 10

a) Detalle

b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	F_y (MPa)	F_u (MPa)
Placa base		200	200	5	8	12.7	A36	250.0	400.0

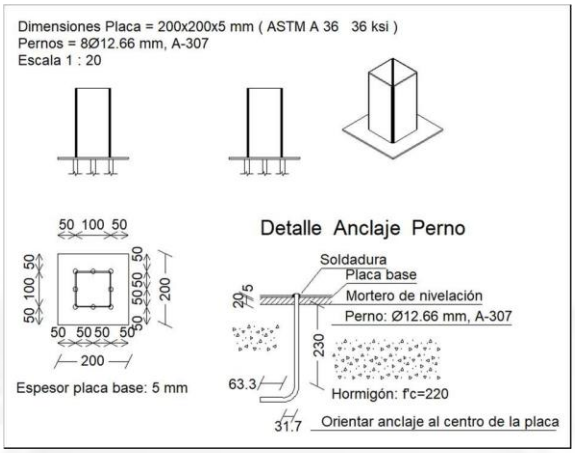
Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
A36	Placa base	1	200x200x5	1.57
			Total	1.57
A-307 (Tipo)	Pernos de anclaje	8	Ø 12.7 - L = 268 + 123	3.09
			Total	3.09

c) Comprobación

d) Medición

Tipo 11

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	F_y (MPa)	F_u (MPa)
Placa base		200	200	5	8	12.7	A36	250.0	400.0

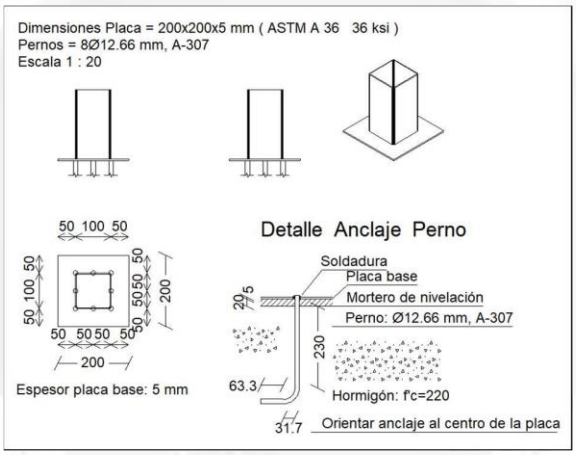
c) Comprobación

d) Medición

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
A36	Placa base	1	200x200x5	1.57
			Total	1.57
A-307 (liso)	Pernos de anclaje	8	Ø 12.7 - L = 268 + 123	3.09
			Total	3.09

Tipo 12

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	F_y (MPa)	F_u (MPa)
Placa base		200	200	5	8	12.7	A36	250.0	400.0

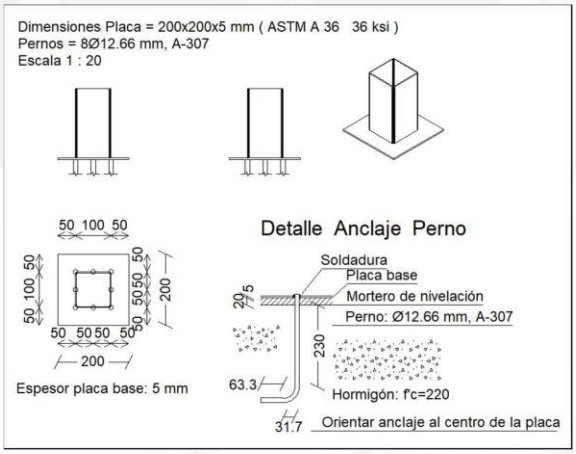
c) Comprobación

d) Medición

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
A36	Placa base	1	200x200x5	1.57
			Total	1.57
A-307 (liso)	Pernos de anclaje	8	Ø 12.7 - L = 268 + 123	3.09
			Total	3.09

Tipo 13

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	F_y (MPa)	F_u (MPa)
Placa base		200	200	5	8	12.7	A36	250.0	400.0

c) Comprobación

d) Medición

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
A36	Placa base	1	200x200x5	1.57
			Total	1.57
A-307 (liso)	Pernos de anclaje	8	Ø 12.7 - L = 268 + 123	3.09
			Total	3.09

Tipo 14

a) Detalle

b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	F_y (MPa)	F_u (MPa)
Placa base		200	200	5	8	12.7	A36	250.0	400.0

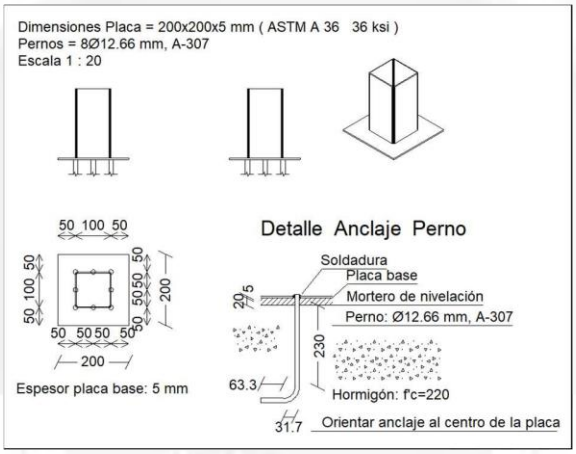
c) Comprobación

d) Medición

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
A36	Placa base	1	200x200x5	1.57
			Total	1.57
A-307 (liso)	Pernos de anclaje	8	Ø 12.7 - L = 268 + 123	3.09
			Total	3.09

Tipo 15

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	F_y (MPa)	F_u (MPa)
Placa base		200	200	5	8	12.7	A36	250.0	400.0

c) Comprobación

d) Medición

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
A36	Placa base	1	200x200x5	1.57
			Total	1.57
A-307 (liso)	Pernos de anclaje	8	Ø 12.7 - L = 268 + 123	3.09
			Total	3.09

1.2.3.- Medición

Soldaduras				
Clase de resistencia	Ejecución	Tipo	Lado (mm)	Longitud de cordones (mm)
E70XX	En taller	En ángulo	4	1246
		A tope en bisel simple	4	91

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
A36	Placa base	10	200x200x5	15.70
		1	200x250x9.5	3.74
			Total	19.44
A-307 (liso)	Pernos de anclaje	4	Ø 12.7 - L = 342 + 145	1.92
		80	Ø 12.7 - L = 268 + 123	30.88
			Total	32.80

CIMENTACIÓN

Elementos de cimentación aislados

Descripción

Referencias	Geometría	Armado
N7	Zapata cuadrada Ancho: 100.0 cm Canto: 30.0 cm	X: 9Ø6c/10 Y: 9Ø6c/10

Medición

Referencia: N7		Grado 60	Total
Nombre de armado		Ø6	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	9x1.24 9x0.28	11.16 2.48
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	9x1.23 9x0.27	11.07 2.46
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	22.23 4.94	 4.94
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	24.45 5.43	 5.43

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

	Grado 60 (kg)	Hormigón (m³)	
Elemento	Ø6	f'c=220	Limpieza
Referencia: N7	5.43	0.30	0.10
Totales	5.43	0.30	0.10

Comprobación

Referencia: N7

Dimensiones: 100 x 100 x 30

Armados: Xi:Ø6c/10 Yi:Ø6c/10

Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE Ingenieros*		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0576828 MPa	Cumple
-Tensión media en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.0565056 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.139793 MPa	Cumple

Referencia: N7 Dimensiones: 100 x 100 x 30 Armados: Xi:Ø6c/10 Yi:Ø6c/10		
Comprobación	Valores	Estado
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.127922 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas:	Máximo: 0.374938 MPa Calculado: 0.142147 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
-En dirección X:	Reserva seguridad: 233.3 %	Cumple
-En dirección Y:	Reserva seguridad: 100.7 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: 7.55 kN·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: 9.03 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 15.89 kN	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 18.93 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: *Criterio de CYPE Ingenieros*	Máximo: 6474.6 kN/m²	
-Situaciones persistentes:	Calculado: 309.3 kN/m²	Cumple
-Situaciones accidentales sísmicas:	Calculado: 223.9 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Capítulo C.15.7 (norma NSR-10)*	Mínimo: 21 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Capítulo C.7.12.2.1 (norma NSR-10)*	Mínimo: 0.0018	
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE Ingenieros*	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 10 cm	Cumple

Referencia: N7 Dimensiones: 100 x 100 x 30 Armados: Xi:Ø6c/10 Yi:Ø6c/10		
Comprobación	Valores	Estado
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 10 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16*	Mínimo: 10 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 10 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 10 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991*		
-Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 20 cm Calculado: 30 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm Calculado: 30 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 18 cm Calculado: 28 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 18 cm Calculado: 28 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 10 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 20 cm	Cumple

Vigas

Descripción

Referencias	Geometría	Armado
C [(2.89, 5.90)-N7] y C [(2.89, 2.95)-(4.19, 2.95)]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø1/2" Inferior: 2Ø1/2" Estribos: 1xØ3/8"c/30

Referencias	Geometría	Armado
C [N7-(7.38, 5.90)], C [(4.19, 2.95)-(7.38, 2.95)] y C [(7.38, 0.00)-(4.19, 0.00)]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø1/2" Inferior: 2Ø1/2" Estribos: 1xØ3/8"c/30
C [(7.38, 2.95)-(7.38, 0.00)], C [(0.00, 0.00)-(0.00, 2.95)], C [(0.00, 2.95)-(0.00, 5.90)], C [(2.89, 5.90)-(2.89, 2.95)], C [N7-(4.19, 2.95)] y C [(7.38, 5.90)-(7.38, 2.95)]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø1/2" Inferior: 2Ø1/2" Estribos: 1xØ3/8"c/30
C [(-0.21, 5.90)-(0.00, 5.90)]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø1/2" Inferior: 2Ø1/2" Estribos: 1xØ3/8"c/30
C [(0.00, 5.90)-(2.89, 5.90)] y C [(0.00, 2.95)-(2.89, 2.95)]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø1/2" Inferior: 2Ø1/2" Estribos: 1xØ3/8"c/30
C [(4.19, 0.00)-(0.00, 0.00)]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø1/2" Inferior: 2Ø1/2" Estribos: 1xØ3/8"c/30
C [(0.00, 0.00)-(-0.20, 0.00)]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø1/2" Inferior: 2Ø1/2" Estribos: 1xØ3/8"c/30
C [(7.57, 0.00)-(7.38, 0.00)]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø1/2" Inferior: 2Ø1/2" Estribos: 1xØ3/8"c/30
C [(7.38, 6.10)-(7.38, 5.90)]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø1/2" Inferior: 2Ø1/2" Estribos: 1xØ3/8"c/30

Medición

Referencias: C [(2.89, 5.90)-N7] y C [(2.89, 2.95)-(4.19, 2.95)]		Grado 60		Total
Nombre de armado		Ø3/8"	Ø1/2"	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m) Peso (kg)		2x1.25 2x1.24	2.50 2.49
Armado viga - Armado superior	Longitud (m) Peso (kg)		2x1.25 2x1.24	2.50 2.49

Referencias: C [(2.89, 5.90)-N7] y C [(2.89, 2.95)-(4.19, 2.95)]		Grado 60		Total
Nombre de armado		Ø3/8"	Ø1/2"	
Armado viga - Estribo	Longitud (m) Peso (kg)	4x1.35 4x0.76		5.40 3.02
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	5.40 3.02	5.00 4.98	8.00
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	5.94 3.32	5.50 5.48	8.80

Referencias: C [N7-(7.38, 5.90)], C [(4.19, 2.95)-(7.38, 2.95)] y C [(7.38, 0.00)-(4.19, 0.00)]		Grado 60		Total
Nombre de armado		Ø3/8"	Ø1/2"	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m) Peso (kg)		2x3.14 2x3.12	6.28 6.25
Armado viga - Armado superior	Longitud (m) Peso (kg)		2x3.14 2x3.12	6.28 6.25
Armado viga - Estribo	Longitud (m) Peso (kg)	10x1.35 10x0.76		13.50 7.56
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	13.50 7.56	12.56 12.50	20.06
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	14.85 8.32	13.82 13.75	22.07

Referencias: C [(7.38, 2.95)-(7.38, 0.00)], C [(0.00, 0.00)-(0.00, 2.95)], C [(0.00, 2.95)-(0.00, 5.90)], C [(2.89, 5.90)-(2.89, 2.95)], C [N7-(4.19, 2.95)] y C [(7.38, 5.90)-(7.38, 2.95)]		Grado 60		Total
Nombre de armado		Ø3/8"	Ø1/2"	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m) Peso (kg)		2x2.85 2x2.83	5.70 5.67
Armado viga - Armado superior	Longitud (m) Peso (kg)		2x2.85 2x2.83	5.70 5.67

Referencias: C [(7.38, 2.95)-(7.38, 0.00)], C [(0.00, 0.00)-(0.00, 2.95)], C [(0.00, 2.95)-(0.00, 5.90)], C [(2.89, 5.90)-(2.89, 2.95)], C [N7-(4.19, 2.95)] y C [(7.38, 5.90)-(7.38, 2.95)]		Grado 60		Total
Nombre de armado		Ø3/8"	Ø1/2"	
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	11x1.35		14.85
	Peso (kg)	11x0.76		8.31
Totales	Longitud (m)	14.85	11.40	
	Peso (kg)	8.31	11.34	19.65
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	16.34	12.54	
	Peso (kg)	9.14	12.48	21.62

Referencia: C [(-0.21, 5.90)-(0.00, 5.90)]		Grado 60		Total
Nombre de armado		Ø3/8"	Ø1/2"	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x0.11	0.22
	Peso (kg)		2x0.11	0.22
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x0.11	0.22
	Peso (kg)		2x0.11	0.22
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	2x1.35		2.70
	Peso (kg)	2x0.76		1.51
Totales	Longitud (m)	2.70	0.44	
	Peso (kg)	1.51	0.44	1.95
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	2.97	0.48	
	Peso (kg)	1.66	0.49	2.15

Referencias: C [(0.00, 5.90)-(2.89, 5.90)] y C [(0.00, 2.95)-(2.89, 2.95)]		Grado 60		Total
Nombre de armado		Ø3/8"	Ø1/2"	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x2.79	5.58
	Peso (kg)		2x2.77	5.55
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x2.79	5.58
	Peso (kg)		2x2.77	5.55

Referencias: C [(0.00, 5.90)-(2.89, 5.90)] y C [(0.00, 2.95)-(2.89, 2.95)]		Grado 60		Total
Nombre de armado		Ø3/8"	Ø1/2"	
Armado viga - Estribo	Longitud (m) Peso (kg)	11x1.35 11x0.76		14.85 8.31
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	14.85 8.31	11.16 11.10	19.41
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	16.34 9.14	12.28 12.21	21.35

Referencia: C [(4.19, 0.00)-(0.00, 0.00)]		Grado 60		Total
Nombre de armado		Ø3/8"	Ø1/2"	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m) Peso (kg)		2x4.09 2x4.07	8.18 8.14
Armado viga - Armado superior	Longitud (m) Peso (kg)		2x4.09 2x4.07	8.18 8.14
Armado viga - Estribo	Longitud (m) Peso (kg)	15x1.35 15x0.76		20.25 11.33
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	20.25 11.33	16.36 16.28	27.61
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	22.28 12.46	18.00 17.91	30.37

Referencia: C [(0.00, 0.00)-(-0.20, 0.00)]		Grado 60		Total
Nombre de armado		Ø3/8"	Ø1/2"	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m) Peso (kg)		2x0.10 2x0.10	0.20 0.20
Armado viga - Armado superior	Longitud (m) Peso (kg)		2x0.10 2x0.10	0.20 0.20
Armado viga - Estribo	Longitud (m) Peso (kg)	2x1.35 2x0.76		2.70 1.51
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	2.70 1.51	0.40 0.40	1.91
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	2.97 1.66	0.44 0.44	2.10

Referencia: C [(7.57, 0.00)-(7.38, 0.00)]		Grado 60		Total
Nombre de armado		Ø3/8"	Ø1/2"	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m) Peso (kg)		2x0.09 2x0.09	0.18 0.18
Armado viga - Armado superior	Longitud (m) Peso (kg)		2x0.09 2x0.09	0.18 0.18
Armado viga - Estribo	Longitud (m) Peso (kg)	2x1.35 2x0.76		2.70 1.51
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	2.70 1.51	0.36 0.36	 1.87
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	2.97 1.66	0.40 0.40	 2.06

Referencia: C [(7.38, 6.10)-(7.38, 5.90)]		Grado 60		Total
Nombre de armado		Ø3/8"	Ø1/2"	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m) Peso (kg)		2x0.10 2x0.10	0.20 0.20
Armado viga - Armado superior	Longitud (m) Peso (kg)		2x0.10 2x0.10	0.20 0.20
Armado viga - Estribo	Longitud (m) Peso (kg)	2x1.35 2x0.76		2.70 1.51
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	2.70 1.51	0.40 0.40	 1.91
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	2.97 1.66	0.44 0.44	 2.10

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	Grado 60 (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø3/8"	Ø1/2"	Total	f'c=220	Limpieza
Referencias: C [(2.89, 5.90)-N7] y C [(2.89, 2.95)-(4.19, 2.95)]	2x3.32	2x5.48	17.60	2x0.15	2x0.03
Referencias: C [N7-(7.38, 5.90)], C [(4.19, 2.95)-(7.38, 2.95)] y C [(7.38, 0.00)-(4.19, 0.00)]	3x8.32	3x13.75	66.21	3x0.45	3x0.11
Referencias: C [(7.38, 2.95)-(7.38, 0.00)], C [(0.00, 0.00)-(0.00, 2.95)], C [(0.00, 2.95)-(0.00, 5.90)], C [(2.89, 5.90)-(2.89, 2.95)], C [N7-(4.19, 2.95)] y C [(7.38, 5.90)-(7.38, 2.95)]	6x9.15	6x12.47	129.72	6x0.47	6x0.12

Elemento	Grado 60 (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø3/8"	Ø1/2"	Total	f'c=220	Limpieza
Referencia: C [(-0.21, 5.90)-(0.00, 5.90)]	1.67	0.48	2.15	0.03	0.01
Referencias: C [(0.00, 5.90)-(2.89, 5.90)] y C [(0.00, 2.95)-(2.89, 2.95)]	2x9.14	2x12.21	42.70	2x0.46	2x0.12
Referencia: C [(4.19, 0.00)-(0.00, 0.00)]	12.46	17.91	30.37	0.67	0.17
Referencia: C [(0.00, 0.00)-(-0.20, 0.00)]	1.66	0.44	2.10	0.03	0.01
Referencia: C [(7.57, 0.00)-(7.38, 0.00)]	1.66	0.40	2.06	0.03	0.01
Referencia: C [(7.38, 6.10)-(7.38, 5.90)]	1.66	0.44	2.10	0.03	0.01
Totales	123.89	171.12	295.01	6.21	1.53

Comprobación

Referencia: C.1 [(2.89, 5.90)-N7] (Viga de atado)
- Dimensiones: 25.0 cm x 30.0 cm
-Armadura superior: 2Ø1/2"
-Armadura inferior: 2Ø1/2"
-Estribos: 1xØ3/8"c/20

Comprobación	Valores	Estado
Anchura mínima de la viga de atado: *Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2*	Mínimo: 4 cm Calculado:25 cm	Cumple
Canto mínimo de la viga de atado: *Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2*	Mínimo: 4 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 9.525 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Norma NSR-10. Artículo C.7.6*	Mínimo: 4 cm Calculado: 29 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Norma NSR-10. Artículo C.7.6* -Armadura superior: -Armadura inferior:	Mínimo: 4 cm Calculado: 25.5 cm Calculado: 25.5 cm	Cumple Cumple

Referencia: C.1 [(2.89, 5.90)-N7] (Viga de atado) - Dimensiones: 25.0 cm x 30.0 cm -Armadura superior: 2Ø1/2" -Armadura inferior: 2Ø1/2" -Estribos: 1xØ3/8"c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima armadura longitudinal: *Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08* -Armadura superior: -Armadura inferior:	 Máximo: 30 cm Calculado: 25.5 cm Calculado: 25.5 cm	 Cumple Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de compresión: -Situaciones accidentales sísmicas: *Norma NSR-10. Artículo C.10.3.6.2*	 Mínimo: 0 cm² Calculado: 5.06 cm²	 Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de tracción: -Situaciones accidentales sísmicas: *Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15*	 Mínimo: 0.03 cm² Calculado: 5.06 cm²	 Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	 Mínimo: 27 cm	
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	 Mínimo: 27 cm	
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: -Situaciones accidentales sísmicas:	 Momento flector: 0.00 kN·m Axil: ± 0.17 kN	 Cumple

Referencia: C.1 [N7-(7.38, 5.90)] (Viga de atado) -- Dimensiones: 25.0 cm x 30.0 cm -Armadura superior: 2Ø1/2" -Armadura inferior: 2Ø1/2" -Estribos: 1xØ3/8"c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Anchura mínima de la viga de atado: *Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2*	Mínimo: 13.4 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Canto mínimo de la viga de atado: *Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2*	Mínimo: 13.4 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 9.525 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Norma NSR-10. Artículo C.7.6*	Mínimo: 4 cm Calculado: 29 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Norma NSR-10. Artículo C.7.6* -Armadura superior: -Armadura inferior:	Mínimo: 4 cm Calculado: 25.5 cm Calculado: 25.5 cm	 Cumple Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: *Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08* -Armadura superior: -Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 25.5 cm Calculado: 25.5 cm	 Cumple Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de compresión: -Situaciones accidentales sísmicas: *Norma NSR-10. Artículo C.10.3.6.2*	Mínimo: 0 cm² Calculado: 5.06 cm²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de tracción: -Situaciones accidentales sísmicas: *Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15*	Mínimo: 0.03 cm² Calculado: 5.06 cm²	Cumple

Referencia: C.1 [N7-(7.38, 5.90)] (Viga de atado) -- Dimensiones: 25.0 cm x 30.0 cm -Armadura superior: 2Ø1/2" -Armadura inferior: 2Ø1/2" -Estribos: 1xØ3/8"c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje barras superiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 27 cm	
Longitud de anclaje barras inferiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	Mínimo: 27 cm	
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: -Situaciones accidentales sísmicas:	Momento flector: 0.00 kN·m Axil: ± 0.17 kN	Cumple

Referencia: C.1 [(7.38, 2.95)-(7.38, 0.00)] (Viga de atado) -- Dimensiones: 25.0 cm x 30.0 cm -Armadura superior: 2Ø1/2" -Armadura inferior: 2Ø1/2" -Estribos: 1xØ3/8"c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Anchura mínima de la viga de atado: *Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2*	Mínimo: 14.7 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Canto mínimo de la viga de atado: *Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2*	Mínimo: 14.7 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 9.525 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Norma NSR-10. Artículo C.7.6*	Mínimo: 4 cm Calculado: 29 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Norma NSR-10. Artículo C.7.6* -Armadura superior: -Armadura inferior:	Mínimo: 4 cm Calculado: 25.5 cm Calculado: 25.5 cm	 Cumple Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: *Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm	

Referencia: C.1 [(7.38, 2.95)-(7.38, 0.00)] (Viga de atado) -- Dimensiones: 25.0 cm x 30.0 cm -Armadura superior: 2Ø1/2" -Armadura inferior: 2Ø1/2" -Estribos: 1xØ3/8"c/20		
Comprobación	Valores	Estado
-Armadura superior:	Calculado: 25.5 cm	Cumple
-Armadura inferior:	Calculado: 25.5 cm	Cumple
Referencia: C.1 [(0.00, 0.00)-(0.00, 2.95)] (Viga de atado) - Dimensiones: 25.0 cm x 30.0 cm -Armadura superior: 2Ø1/2" -Armadura inferior: 2Ø1/2" -Estribos: 1xØ3/8"c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Anchura mínima de la viga de atado: *Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2*	Mínimo: 14.7 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Canto mínimo de la viga de atado: *Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2*	Mínimo: 14.7 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 9.525 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Norma NSR-10. Artículo C.7.6*	Mínimo: 4 cm Calculado: 29 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Norma NSR-10. Artículo C.7.6*	Mínimo: 4 cm	
-Armadura superior:	Calculado: 25.5 cm	Cumple
-Armadura inferior:	Calculado: 25.5 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: *Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm	
-Armadura superior:	Calculado: 25.5 cm	Cumple
-Armadura inferior:	Calculado: 25.5 cm	Cumple

Referencia: C.1 [(0.00, 2.95)-(0.00, 5.90)] (Viga de atado) - Dimensiones: 25.0 cm x 30.0 cm -Armadura superior: 2Ø1/2" -Armadura inferior: 2Ø1/2" -Estribos: 1xØ3/8"c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Anchura mínima de la viga de atado: *Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2*	Mínimo: 14.7 cm Calculado: 25cm	Cumple
Canto mínimo de la viga de atado: *Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2*	Mínimo: 14.7 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 9.525 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Norma NSR-10. Artículo C.7.6*	Mínimo: 4 cm Calculado: 29 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Norma NSR-10. Artículo C.7.6* -Armadura superior: -Armadura inferior:	Mínimo: 4 cm Calculado: 25.5 cm Calculado: 25.5 cm	Cumple Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: *Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08* -Armadura superior: -Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 25.5 cm Calculado: 25.5 cm	Cumple Cumple
Referencia: C.1 [(4.19, 2.95)-(7.38, 2.95)] (Viga de atado) - Dimensiones: 25.0 cm x 30.0 cm -Armadura superior: 2Ø1/2" -Armadura inferior: 2Ø1/2" -Estribos: 1xØ3/8"c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Anchura mínima de la viga de atado: *Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2*	Mínimo: 15.9 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Canto mínimo de la viga de atado: *Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2*	Mínimo: 15.9 cm Calculado: 30 cm	Cumple

Referencia: C.1 [(4.19, 2.95)-(7.38, 2.95)] (Viga de atado) - Dimensiones: 25.0 cm x 30.0 cm -Armadura superior: 2Ø1/2" -Armadura inferior: 2Ø1/2" -Estribos: 1xØ3/8"c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 9.525 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Norma NSR-10. Artículo C.7.6*	Mínimo: 4 cm Calculado: 29 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Norma NSR-10. Artículo C.7.6* -Armadura superior: -Armadura inferior:	Mínimo: 4 cm Calculado: 25.5 cm Calculado: 25.5 cm	 Cumple Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: *Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08* -Armadura superior: -Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 25.5 cm Calculado: 25.5 cm	 Cumple Cumple
Referencia: C.1 [(2.89, 5.90)-(2.89, 2.95)] (Viga de atado) - Dimensiones: 25.0 cm x 30.0 cm -Armadura superior: 2Ø1/2" -Armadura inferior: 2Ø1/2" -Estribos: 1xØ3/8"c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Anchura mínima de la viga de atado: *Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2*	Mínimo: 14.7 cm Calculado: 25cm	Cumple
Canto mínimo de la viga de atado: *Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2*	Mínimo: 14.7 cm Calculado:30 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 9.525 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Norma NSR-10. Artículo C.7.6*	Mínimo: 4 cm Calculado: 29 cm	Cumple

Referencia: C.1 [(2.89, 5.90)-(2.89, 2.95)] (Viga de atado) - Dimensiones: 25.0 cm x 30.0 cm -Armadura superior: 2Ø1/2" -Armadura inferior: 2Ø1/2" -Estribos: 1xØ3/8"c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima armadura longitudinal: *Norma NSR-10. Artículo C.7.6* -Armadura superior: -Armadura inferior:	 Mínimo: 4 cm Calculado: 25.5 cm Calculado: 25.5 cm	 Cumple Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: *Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08* -Armadura superior: -Armadura inferior:	 Máximo: 30 cm Calculado: 25.5 cm Calculado: 25.5 cm	 Cumple Cumple

Referencia: C.1 [N7-(4.19, 2.95)] (Viga de atado) Dimensiones: 25.0 cm x 30.0 cm -Armadura superior: 2Ø1/2" -Armadura inferior: 2Ø1/2" -Estribos: 1xØ3/8"c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Anchura mínima de la viga de atado: *Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2*	Mínimo: 12.2 cm Calculado: 25 cm	 Cumple
Canto mínimo de la viga de atado: *Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2*	Mínimo: 12.2 cm Calculado: 30 cm	 Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 9.525 mm	 Cumple
Separación mínima entre estribos: *Norma NSR-10. Artículo C.7.6*	Mínimo: 4 cm Calculado: 29 cm	 Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Norma NSR-10. Artículo C.7.6* -Armadura superior: -Armadura inferior:	 Mínimo: 4 cm Calculado: 25.5 cm Calculado: 25.5 cm	 Cumple Cumple

Referencia: C.1 [N7-(4.19, 2.95)] (Viga de atado) Dimensiones: 25.0 cm x 30.0 cm -Armadura superior: 2Ø1/2" -Armadura inferior: 2Ø1/2" -Estribos: 1xØ3/8"c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima armadura longitudinal: *Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08* -Armadura superior: -Armadura inferior:	 Máximo: 30 cm Calculado: 25.5 cm Calculado: 25.5 cm	 Cumple Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de compresión: -Situaciones accidentales sísmicas: *Norma NSR-10. Artículo C.10.3.6.2*	 Mínimo: 0 cm² Calculado: 5.06 cm²	 Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de tracción: -Situaciones accidentales sísmicas: *Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.15*	 Mínimo: 0.03 cm² Calculado: 5.06 cm²	 Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	 Mínimo: 27 cm	
Longitud de anclaje barras inferiores origen: *El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares*	 Mínimo: 27 cm	
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: -Situaciones accidentales sísmicas:	 Momento flector: 0.00 kN·m Axil: ± 0.17 kN	 Cumple

Referencia: C.1 [(-0.21, 5.90)-(0.00, 5.90)] (Viga de atado) Dimensiones: 25.0 cm x 30.0 cm -Armadura superior: 2Ø1/2" -Armadura inferior: 2Ø1/2" -Estribos: 1xØ3/8"c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Anchura mínima de la viga de atado: *Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2*	Mínimo: 1 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Canto mínimo de la viga de atado: *Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2*	Mínimo: 1 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 9.525 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Norma NSR-10. Artículo C.7.6*	Mínimo: 4 cm Calculado: 29 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Norma NSR-10. Artículo C.7.6* -Armadura superior: -Armadura inferior:	Mínimo: 4 cm Calculado: 25.5 cm Calculado: 25.5 cm	Cumple Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: *Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08* -Armadura superior: -Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 25.5 cm Calculado: 25.5 cm	Cumple Cumple
Referencia: C.1 [(0.00, 5.90)-(2.89, 5.90)] (Viga de atado) - Dimensiones: 25.0 cm x 30.0 cm -Armadura superior: 2Ø1/2" -Armadura inferior: 2Ø1/2" -Estribos: 1xØ3/8"c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Anchura mínima de la viga de atado: *Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2*	Mínimo: 14.4 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Canto mínimo de la viga de atado: *Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2*	Mínimo: 14.4 cm Calculado: 30 cm	Cumple

Referencia: C.1 [(0.00, 5.90)-(2.89, 5.90)] (Viga de atado) - Dimensiones: 25.0 cm x 30.0 cm -Armadura superior: 2Ø1/2" -Armadura inferior: 2Ø1/2" -Estribos: 1xØ3/8"c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 9.525 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Norma NSR-10. Artículo C.7.6*	Mínimo: 4 cm Calculado: 29 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Norma NSR-10. Artículo C.7.6* -Armadura superior: -Armadura inferior:	Mínimo: 4 cm Calculado: 25.5 cm Calculado: 25.5 cm	 Cumple Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: *Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08* -Armadura superior: -Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 25.5 cm Calculado: 25.5 cm	 Cumple Cumple

Referencia: C.1 [(4.19, 0.00)-(0.00, 0.00)] (Viga de atado) - Dimensiones: 25.0 cm x 30.0 cm -Armadura superior: 2Ø1/2" -Armadura inferior: 2Ø1/2" -Estribos: 1xØ3/8"c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Anchura mínima de la viga de atado: *Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2*	Mínimo: 20.9 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Canto mínimo de la viga de atado: *Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2*	Mínimo: 20.9 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 9.525 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Norma NSR-10. Artículo C.7.6*	Mínimo: 4 cm Calculado: 29 cm	Cumple

Referencia: C.1 [(4.19, 0.00)-(0.00, 0.00)] (Viga de atado) - Dimensiones: 25.0 cm x 30.0 cm -Armadura superior: 2Ø1/2" -Armadura inferior: 2Ø1/2" -Estribos: 1xØ3/8"c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima armadura longitudinal: *Norma NSR-10. Artículo C.7.6* -Armadura superior: -Armadura inferior:	 Mínimo: 4 cm Calculado: 25.5 cm Calculado: 25.5 cm	 Cumple Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: *Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08* -Armadura superior: -Armadura inferior:	 Máximo: 30 cm Calculado: 25.5 cm Calculado: 25.5 cm	 Cumple Cumple
Referencia: C.1 [(0.00, 0.00)-(-0.20, 0.00)] (Viga de atado) - Dimensiones: 25.0 cm x 30.0 cm -Armadura superior: 2Ø1/2" -Armadura inferior: 2Ø1/2" -Estribos: 1xØ3/8"c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Anchura mínima de la viga de atado: *Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2*	Mínimo: 0.9 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Canto mínimo de la viga de atado: *Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2*	Mínimo: 0.9 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 9.525 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Norma NSR-10. Artículo C.7.6*	Mínimo: 4 cm Calculado: 29 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Norma NSR-10. Artículo C.7.6* -Armadura superior: -Armadura inferior:	 Mínimo: 4 cm Calculado: 25.5 cm Calculado: 25.5 cm	 Cumple Cumple

Referencia: C.1 [(0.00, 0.00)-(-0.20, 0.00)] (Viga de atado) - Dimensiones: 25.0 cm x 30.0 cm -Armadura superior: 2Ø1/2" -Armadura inferior: 2Ø1/2" -Estribos: 1xØ3/8"c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima armadura longitudinal: *Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm	
-Armadura superior:	Calculado: 25.5 cm	Cumple
-Armadura inferior:	Calculado: 25.5 cm	Cumple

Referencia: C.1 [(7.57, 0.00)-(7.38, 0.00)] (Viga de atado) - Dimensiones: 25.0 cm x 30.0 cm -Armadura superior: 2Ø1/2" -Armadura inferior: 2Ø1/2" -Estribos: 1xØ3/8"c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Anchura mínima de la viga de atado: *Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2*	Mínimo: 0.9 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Canto mínimo de la viga de atado: *Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2*	Mínimo: 0.9 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 9.525 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Norma NSR-10. Artículo C.7.6*	Mínimo: 4 cm Calculado: 29 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Norma NSR-10. Artículo C.7.6*	Mínimo: 4 cm	
-Armadura superior:	Calculado: 25.5 cm	Cumple
-Armadura inferior:	Calculado: 25.5 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: *Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm	
-Armadura superior:	Calculado: 25.5 cm	Cumple
-Armadura inferior:	Calculado: 25.5 cm	Cumple

Referencia: C.1 [(7.38, 0.00)-(4.19, 0.00)] (Viga de atado) - Dimensiones: 25.0 cm x 30.0 cm -Armadura superior: 2Ø1/2" -Armadura inferior: 2Ø1/2" -Estribos: 1xØ3/8"c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Anchura mínima de la viga de atado: *Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2*	Mínimo: 15.9 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Canto mínimo de la viga de atado: *Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2*	Mínimo: 15.9 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 9.525 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Norma NSR-10. Artículo C.7.6*	Mínimo: 4 cm Calculado: 29 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Norma NSR-10. Artículo C.7.6* -Armadura superior: -Armadura inferior:	Mínimo: 4 cm Calculado: 25.5 cm Calculado: 25.5 cm	Cumple Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: *Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08* -Armadura superior: -Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 25.5 cm Calculado: 25.5 cm	Cumple Cumple
Referencia: C.1 [(7.38, 6.10)-(7.38, 5.90)] (Viga de atado) - Dimensiones: 25.0 cm x 30.0 cm -Armadura superior: 2Ø1/2" -Armadura inferior: 2Ø1/2" -Estribos: 1xØ3/8"c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Anchura mínima de la viga de atado: *Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2*	Mínimo: 0.9 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Canto mínimo de la viga de atado: *Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2*	Mínimo: 0.9 cm Calculado: 30 cm	Cumple

Referencia: C.1 [(7.38, 6.10)-(7.38, 5.90)] (Viga de atado) - Dimensiones: 25.0 cm x 30.0 cm -Armadura superior: 2Ø1/2" -Armadura inferior: 2Ø1/2" -Estribos: 1xØ3/8"c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 9.525 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Norma NSR-10. Artículo C.7.6*	Mínimo: 4 cm Calculado: 29 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Norma NSR-10. Artículo C.7.6* -Armadura superior: -Armadura inferior:	Mínimo: 4 cm Calculado: 25.5 cm Calculado: 25.5 cm	 Cumple Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: *Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08* -Armadura superior: -Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 25.5 cm Calculado: 25.5 cm	 Cumple Cumple

Referencia: C.1 [(7.38, 5.90)-(7.38, 2.95)] (Viga de atado) - Dimensiones: 25.0 cm x 30.0 cm -Armadura superior: 2Ø1/2" -Armadura inferior: 2Ø1/2" -Estribos: 1xØ3/8"c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Anchura mínima de la viga de atado: *Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2*	Mínimo: 14.7 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Canto mínimo de la viga de atado: *Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2*	Mínimo: 14.7 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 9.525 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Norma NSR-10. Artículo C.7.6*	Mínimo: 4 cm Calculado: 29 cm	Cumple

Referencia: C.1 [(7.38, 5.90)-(7.38, 2.95)] (Viga de atado) - Dimensiones: 25.0 cm x 30.0 cm -Armadura superior: 2Ø1/2" -Armadura inferior: 2Ø1/2" -Estribos: 1xØ3/8"c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima armadura longitudinal: *Norma NSR-10. Artículo C.7.6*	Mínimo: 4 cm	
-Armadura superior:	Calculado: 25.5 cm	Cumple
-Armadura inferior:	Calculado: 25.5 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: *Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm	
-Armadura superior:	Calculado: 25.5 cm	Cumple
-Armadura inferior:	Calculado: 25.5 cm	Cumple

Referencia: C.1 [(0.00, 2.95)-(2.89, 2.95)] (Viga de atado) -Dimensiones: 25.0 cm x 30.0 cm -Armadura superior: 2Ø1/2" -Armadura inferior: 2Ø1/2" -Estribos: 1xØ3/8"c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Anchura mínima de la viga de atado: *Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2*	Mínimo: 14.4 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Canto mínimo de la viga de atado: *Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2*	Mínimo: 14.4 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 9.525 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Norma NSR-10. Artículo C.7.6*	Mínimo: 4 cm Calculado: 29 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Norma NSR-10. Artículo C.7.6*	Mínimo: 4 cm	
-Armadura superior:	Calculado: 25.5 cm	Cumple
-Armadura inferior:	Calculado: 25.5 cm	Cumple

Referencia: C.1 [(0.00, 2.95)-(2.89, 2.95)] (Viga de atado) -Dimensiones: 25.0 cm x 30.0 cm -Armadura superior: 2Ø1/2" -Armadura inferior: 2Ø1/2" -Estribos: 1xØ3/8"c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima armadura longitudinal: *Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08* -Armadura superior: -Armadura inferior:	 Máximo: 30 cm Calculado: 25.5 cm Calculado: 25.5 cm	 Cumple Cumple
Referencia: C.1 [(2.89, 2.95)-(4.19, 2.95)] (Viga de atado) -Dimensiones: 25.0 cm x 30.0 cm -Armadura superior: 2Ø1/2" -Armadura inferior: 2Ø1/2" -Estribos: 1xØ3/8"c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Anchura mínima de la viga de atado: *Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2*	Mínimo: 6.5 cm Calculado: 25 cm	 Cumple
Canto mínimo de la viga de atado: *Norma NSR-10. Artículo C.21.12.3.2*	Mínimo: 6.5 cm Calculado: 30 cm	 Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 9.525 mm	 Cumple
Separación mínima entre estribos: *Norma NSR-10. Artículo C.7.6*	Mínimo: 4 cm Calculado: 29 cm	 Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Norma NSR-10. Artículo C.7.6* -Armadura superior: -Armadura inferior:	 Mínimo: 4 cm Calculado: 25.5 cm Calculado: 25.5 cm	 Cumple Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: *Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08* -Armadura superior: -Armadura inferior:	 Máximo: 30 cm Calculado: 25.5 cm Calculado: 25.5 cm	 Cumple Cumple

RECOMENDACIONES GENERALES DEL PROYECTO

1. Verificar estrictamente que el proyecto se ejecute conforme a los planos estructurales, arquitectónicos y memorias de cálculo aprobadas por la Secretaría de Vivienda.
2. Mantener la señalización, cerramiento y delimitación del área de trabajo para evitar ingreso de personas no autorizadas.
3. Garantizar que todos los materiales utilizados (acero estructural, concreto, tornillería, soldadura, tejas y acabados) cuenten con certificados de calidad vigentes y trazabilidad.
4. Todo proceso constructivo debe ser supervisado por un **ingeniero civil estructural** con tarjeta profesional vigente, y por un **maestro de obra** con experiencia comprobada en estructuras metálicas.

RECOMENDACIONES PARA CIMENTACIÓN

Excavaciones

- Asegurar que las excavaciones tengan taludes estables o sistemas de contención temporal.
- Verificar la capacidad portante del terreno antes del colado. Si se detectan zonas blandas, se debe reemplazar o mejorar la subrasante.
- Mantener las excavaciones libres de agua mediante achiques manuales o motobombas.

Refuerzo y acero

- Revisar separación, longitud de traslapos y recubrimientos mínimos según NSR-10.
- Mantener el acero limpio, libre de óxido suelto, aceites y pintura.
- Utilizar distanciadores plásticos para asegurar recubrimientos uniformes.

Concreto

- Exigir diseño de mezcla por laboratorio aprobado.
- Medir slump de cada mixer; no permitir agregados de agua en obra sin autorización del supervisor técnico.
- Vibrar el concreto adecuadamente para evitar nidos y asegurar compactación.

RECOMENDACIONES PARA ESTRUCTURA METÁLICA

Montaje y manipulación

- Manipular perfiles metálicos con equipos adecuados para evitar deformaciones.

- Realizar prearmados en superficie plana antes del izaje.
- Verificar plomos, alineaciones y nivelaciones antes de fijar definitivamente.

Soldaduras

- Las soldaduras deben ser realizadas por personal calificado (certificado vigente).
- Aplicar procedimientos WPS/PQR cuando el proyecto lo requiera.
- Inspección visual obligatoria en todas las uniones y pruebas aleatorias de líquidos penetrantes en las críticas.
- Mantener protección contra lluvia para evitar contaminación del cordón.

Tornillería

- Utilizar pernos de alta resistencia certificados (p. ej., A325 o A490 según diseño).
- Aplicar par de apriete especificado con torquímetro calibrado.
- No utilizar tornillos deformados o sin recubrimiento.

Protección anticorrosiva

- Desoxidación completa antes de pintar.
- Aplicar imprimante epóxico y acabado poliuretano o sistema equivalente.
- Inspeccionar espesores de película seca con medidor (mínimo según ficha técnica del fabricante).

RECOMENDACIONES PARA CUBIERTA Y CERRAMIENTOS

Cubierta

- Las correas deben estar perfectamente alineadas; verificar fijación antes de instalar tejas.
- Utilizar tornillos autotaladrantes con arandelas EPDM.
- Sellar cumbreras y uniones para evitar filtraciones.
- Introducir pendientes mínimas recomendadas por el fabricante de la teja.

Cerramientos livianos

- Evitar golpeteos y esfuerzos excesivos al instalar paneles para no fracturar el material.
- Instalar barreras de vapor y aislamiento térmico en zonas de alta humedad o exposición solar.
- Sellar uniones verticales y horizontales con silicona estructural o cintas sellantes.

RECMENDACIONES PARA LOSA DE CONCRETO

1. Revisar formaletas y apuntalamientos antes de colocar concreto.
2. Mantener la malla o refuerzo correctamente apoyada sobre separadores.
3. Curar la losa durante mínimo 7 días usando agua, membrana de curado o costales húmedos.
4. Verificar flechas o deformaciones excesivas antes de retirar apuntalamiento.

RECOMENDACIONES PARA INSTALACIONES HIDROSANITARIAS Y ELÉCTRICAS

Hidrosanitarias

- Realizar pruebas de presión en redes de agua potable antes de tapar.
- Efectuar pruebas de estanqueidad en redes de aguas residuales.
- Respetar pendientes mínimas en tuberías horizontales.
- Utilizar accesorios y tubería certificados según normas NTC.

Instalaciones eléctricas

- Todo el sistema debe cumplir RETIE y NTC 2050.
- Evitar empalmes ocultos.
- Instalar tubería tipo conduit de calibre adecuado.
- Verificar puesta a tierra.

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

1. Todo el personal debe usar EPP: casco, guantes, botas, gafas, arnés, tapabocas.
2. Implementar puntos de anclaje certificados para trabajos en altura.
3. Realizar charlas diarias de seguridad (5 minutos) antes de iniciar labores.
4. Mantener rutas de evacuación, botiquín y extintores visibles.
5. No permitir personal bajo efectos de alcohol o sustancias psicoactivas.

RECOMENDACIONES DE CONTROL DE CALIDAD

1. Llevar registros fotográficos diarios de la obra.
2. Mantener bitácora de obra con fechas, actividades, clima y observaciones.
3. Ensayos obligatorios: slump, cilindros, toma de espesores de pintura, soldaduras.

4. Verificar cumplimiento de especificaciones del acero (espesores, propiedades mecánicas).
5. Realizar inspecciones por parte del ingeniero estructural antes de avanzar de fase.

RECOMENDACIONES DE SOSTENIBILIDAD

1. Minimizar desperdicios de acero mediante cortes optimizados.
2. Reutilizar agua de limpieza para humidificación del concreto.
3. Clasificar residuos según RCD (residuos de construcción y demolición).
4. Evitar quemas y vertimientos en el terreno.
5. Proteger la capa vegetal circundante y reponer áreas intervenidas.

RECOMENDACIONES FINALES DE ENTREGA

1. Realizar inspección final junto con interventoría y equipo técnico.
2. Verificar funcionamiento de todas las instalaciones antes de entregar.
3. Entregar manual del usuario con recomendaciones de mantenimiento:
    - Pintura anticorrosiva cada 5 años
    - Revisión de tornillería cada 12 meses
    - Limpieza de canales y cubierta después de temporadas de lluvia
4. Garantizar que la vivienda cumpla todos los requisitos de habitabilidad y seguridad definidos por la entidad competente.

CONCLUSIONES

1. El presente documento contiene el desarrollo del diseño estructural de la **VIVIENDA TIPO ADOSADA con sistema metálico**, elaborado con base en las normas y especificaciones técnicas vigentes, considerando las cargas, combinaciones, propiedades de materiales y verificaciones descritas. Cada uno de los elementos estructurales fue analizado, dimensionado y comprobado conforme a la normativa aplicable, garantizando que su comportamiento teórico cumple los requisitos de resistencia, estabilidad, desempeño sísmico y seguridad.
2. Los resultados, planos, tablas y verificaciones presentados corresponden exclusivamente al **diseño estructural**, el cual ha sido desarrollado bajo criterios profesionales, empleando los métodos de cálculo aceptados y las normas adoptadas en el documento de referencia. Todos los análisis realizados se basan en las condiciones asumidas del proyecto, las cargas especificadas y la información suministrada para su diseño.

3. **El diseñador estructural no asume responsabilidad alguna sobre el proceso constructivo de la edificación**, ya que la correcta ejecución de la obra depende exclusivamente del constructor, contratista y/o personal responsable de la construcción. Se deja constancia de que cualquier falla, fisura, deformación, asentamiento, desajuste o daño que se presente durante la ejecución o posterior a ella, derivado de una mala práctica constructiva, uso de materiales no especificados, cambios no autorizados, deficiencias en supervisión técnica, modificaciones en obra o condiciones de terreno diferentes a las empleadas en el diseño, **no serán atribuibles al diseñador estructural**.
4. Se establece igualmente que el diseño presentado requiere ser ejecutado de acuerdo con las especificaciones técnicas, planos aprobados, métodos constructivos adecuados y bajo la supervisión permanente de un **ingeniero civil** con licencia profesional vigente. Es responsabilidad del constructor garantizar que las dimensiones, refuerzos, materiales, espesores, soldaduras, conexiones, cimentación y todos los demás elementos se ejecuten fielmente como fueron diseñados.
5. Cualquier modificación realizada en obra sin aprobación escrita del diseñador estructural **invalida automáticamente** las verificaciones y resultados incluidos en este documento. En caso de requerirse ajustes, cambios de materiales, variación del sistema constructivo o de las condiciones del terreno, el proyecto deberá ser revisado nuevamente por el diseñador para emitir un concepto actualizado.
6. Finalmente, se deja constancia formal de que el diseñador estructural cumple su labor únicamente en la elaboración del proyecto de diseño, y que la responsabilidad de la **ejecución, control de calidad, seguridad industrial, cumplimiento normativo y correcta implementación en obra** recae completamente en el constructor y en los profesionales que dirigen la construcción. Bajo este entendido, el diseñador no será responsable por daños estructurales, económicos o materiales derivados de prácticas constructivas inadecuadas, deficiencias técnicas o incumplimientos en el proceso constructivo.

CLÁUSULAS DE RESPONSABILIDAD DEL DISEÑADOR ESTRUCTURAL

CLÁUSULA 1. ALCANCE DEL DISEÑO

El presente diseño estructural ha sido elaborado con base en la información suministrada, los planos arquitectónicos aprobados, las especificaciones técnicas y la normativa vigente. Su alcance comprende exclusivamente el análisis, dimensionamiento y verificación de los elementos estructurales definidos.

CLÁUSULA 2. RESPONSABILIDAD DEL DISEÑADOR

El diseñador estructural declara que su responsabilidad se limita al desarrollo del diseño contenido en este documento. Su participación no incluye, en ningún caso, la supervisión, dirección, control o ejecución de la obra.

CLÁUSULA 3. RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR

La correcta ejecución, manipulación de materiales, cumplimiento de planos, especificaciones, procedimientos constructivos y normas de seguridad industrial es responsabilidad exclusiva del constructor, contratista y/o interventor encargado del proyecto.

CLÁUSULA 4. MODIFICACIONES EN OBRA

Queda estrictamente prohibida cualquier modificación, sustitución de materiales, variación de geometrías, cambios en cuantías de refuerzo, conexiones metálicas o redistribución de cargas sin la autorización formal y escrita del diseñador estructural. Toda alteración no aprobada invalida el diseño original.

CLÁUSULA 5. CONDICIONES DEL TERRENO

El diseño se basa en las condiciones de suelo suministradas. Si durante la excavación se evidencian características diferentes —suelo blando, rellenos, humedad excesiva, grietas, asentamientos o presencia de agua— el constructor deberá suspender la obra y solicitar una revisión geotécnica o el ajuste del diseño.

CLÁUSULA 6. CONTROL DE CALIDAD

Es responsabilidad exclusiva del constructor realizar ensayos de laboratorio, supervisión de materiales, validación de soldaduras, revisión de tolerancias y cualquier prueba requerida para garantizar la calidad del proceso constructivo.

CLÁUSULA 7. LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD

El diseñador no será responsable por fallas, daños o defectos estructurales derivados de:

- Mala práctica constructiva
- Uso de materiales no especificados
- Cambios no autorizados
- Falta de supervisión técnica
- Variaciones en el sistema estructural
- Incumplimiento de normas de seguridad
- Errores en la ejecución de la cimentación o estructura

DECLARACIÓN DEL DISEÑADOR (MODELO DE FIRMA)

DECLARACIÓN DEL DISEÑADOR ESTRUCTURAL

Yo, **_HELMAN DANIEL ACOSTA FORERO**, Ingeniero Civil, identificado con cédula No. 1.074.133.886 Cáqueza, portador de la Tarjeta Profesional No. 15202-345761 BYC del Consejo Profesional Nacional de Ingeniería (COPNIA), certifico que el diseño estructural correspondiente a la **VIVIENDA TIPO ADOSADA – Sistema Mixto**, ha sido elaborado conforme a los reglamentos y normas vigentes, incluyendo la NSR-10 y las demás referencias normativas aplicadas.

Declaro que:

1. Mi responsabilidad se circunscribe exclusivamente al diseño estructural presentado en esta memoria y sus planos asociados.
2. No asumo responsabilidad alguna sobre la ejecución de la obra, su control de calidad, supervisión técnica, dirección, interventoría o cualquier proceso constructivo.
3. Cualquier modificación en obra debe contar con mi aprobación escrita; de lo contrario, el diseño pierde validez.
4. El constructor y/o profesional responsable de la ejecución debe garantizar el cumplimiento estricto de los planos, especificaciones, normas y procesos de construcción adecuados.

En constancia firma,



HELMAN DANIEL ACOSTA FORERO

Ingeniero Civil
M.P. 15202-345761 BYC
Fecha:05 / 06 / 2026

El presente plano hace parte del diseño estructural de la **VIVIENDA TIPO ADOSADA – Sistema Mixto**. La información contenida en este documento corresponde exclusivamente al diseño, análisis y dimensionamiento de los elementos estructurales.

La correcta ejecución de la obra es responsabilidad del constructor, contratista y del profesional encargado de la supervisión técnica.

Queda prohibida cualquier modificación en obra sin autorización escrita del diseñador estructural. Cualquier alteración en materiales, secciones, refuerzos, geometrías o procedimientos constructivos invalida el diseño original.

El diseñador no asume responsabilidad por fallas o afectaciones derivadas de:

- Mala práctica constructiva
- Variaciones no aprobadas
- Uso de materiales diferentes a los especificados
- Ejecución inadecuada de la cimentación
- Incorrecta instalación de perfiles o soldaduras

Estos planos deben ser ejecutados bajo supervisión de un **Ingeniero Civil** con matrícula profesional vigente.

ATENTAMENTE,



Ing. HELMAN DANIEL ACOSTA FORERO

C.C. NO. 1.074.133.886 CAQUEZA

M.P. 15202-345761 BYC

Contacto: 320 465 0154