



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Modelamiento, análisis y diseño de una estructura metálica en la provincia
de Gran Chimú.”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Euscategui Bobadilla, Luis Antonio (ORCID: 0000-0001-6799-0326)

ASESOR:

MG. Castillo Chávez, Juan Humberto (ORCID: 0000-0002-1046-3901)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO SÍSMICO, ESTRUCTURAL

TRUJILLO-PERÚ

2019

DEDICATORIA

A mi asesor de tesis Ing. Castillo Chávez Juan Humberto
por sus instrucciones y ayuda que me brindo.

Para poder elaborar esta tesis, por su experiencia y amistad que
ayudo para aprender más de lo elaborado en la tesis.

A mis apreciados padres: Zenón y Marita que por
sus doctrinas y enseñadas aprendí que día a día tengo
que luchar por cumplir uno de mis objetivos
de ser profesional.

A mis hermanos: Kevin y Rosa
por su paciencia y apoyo en el transcurso
de mi vida.

A mi adorable abuela: Emérita

A mi novia Sofía por su amor
incondicional, por su paciencia y
confianza que deposito en mi

A la memoria de:
Asencios Huerta, Maria
Euscategui E., Macario
Euscategui Asencios, Rosa
Bobadilla Carrión, Rómulo
Bobadilla Alva, Ángela
Bobadilla Alva, Víctor

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, que siempre me está brindando la fortaleza que me permite culminar mis objetivos y ahora culminar mi carrera profesional y por haberme guiado con personas en mi camino que fueron mi soporte y compañía en esta etapa de mi vida.

También agradecer a mis padres, hermanos, asesor y a mi novia que siempre estuvieron acompañándome desde que inicie esta aventura, que es la formación profesional brindándome su apoyo incondicional, económico y por dejarme la herencia más grande que es la educación.

Agradezco a toda la plana docente de la escuela académica profesional de Ingeniería Civil quienes me brindaron sus enseñanzas innovadoras para mi formación profesional, consejos, formación humanista y espiritual de nuestra alma Mater.

Ante todo, pido disculpas a las personas que no hago mención a quien agradezco por su apoyo.

Mi gratitud y reconocimiento por siempre.

Luis Antonio Euscategui Bobadilla



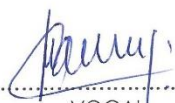
Página del Jurado

 <p>UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</p>	<p>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</p>	<p>Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 28-01-2020 Página : 1 de 1</p>
---	--	--

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don
 (a) Luis Antonio Escatosa Bebadilla
 cuyo título es: Modelamiento, Análisis y diseño de una
estructura metálica en la provincia de Cuenca
CHIMBÚ

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por
 el estudiante, otorgándole el calificativo de: 1.6 (número)
dieciséis (letras).

Trujillo (o Filial) Trajillo 28 de 11 del 2019

 PRESIDENTE Dr. Alan Valdivia Velarde	 SECRETARIO Mg. Ing. Marlon Farfán Córdoba
 VOCAL Mg. Ing. Humberto Castillo Chávez	

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	--	--------	-----------

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Euscatogui Bobadilla, Luis Antonio con DNI N° 73252659, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería de la Escuela de Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo toda la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Trujillo, 07 de Octubre del 2019



DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Euscategui Bobadilla, Luis Antonio con DNI N° 73252659, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería de la Escuela de Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo toda la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Trujillo, 07 de Octubre del 2019



PRESENTACIÓN

Señores Miembros de Jurado:

En cumplimiento con las disposiciones vigentes del reglamento de grados y títulos de la facultad de ingeniería de la Universidad Cesar Vallejo sede Trujillo, someto a su consideración y elevado criterio el presente informe de tesis titulado: Modelamiento, Análisis y Diseño de una estructura metálica en la provincia Gran Chimú.

Con la finalidad de optar el título de ing. Civil.

Agradezco por anticipado las sugerencias y correcciones pertinentes, confiando en su criterio profesional la evolución de la presente tesis, puesto que servirá para superar las limitaciones a que hubiera lugar.

Trujillo, 07 de Octubre del 2019

Euscategui Bobadilla, Luis Antonio

ÍNDICE

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del Jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Presentacion.....	vi
Índice.....	vii
Índice de tablas.....	ix
Índice de cuadros.....	xi
Índice de figuras.....	xii
Resumen.....	1
Abstract.....	2
I. INTRODUCCIÓN	3
1.1. Realidad Problemática	3
1.2. Trabajos Previos.....	18
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	20
1.4. Formulación del Problema.....	29
1.5. Justificación del estudio	29
1.6. Hipótesis	30
1.7. Objetivos.....	30
1.7.1. Objetivo General	30
1.7.2. Objetivos Específicos.....	30
II. MÉTODO	31
2.1 Diseño de investigación	31
2.1. Variables, operacionalizacion	31
2.2. Población y muestra.....	34

2.2.1.	Población.....	34
2.2.2.	Muestra	34
2.3.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	34
2.4.	Método de análisis de datos	35
2.5.	Aspectos éticos	35
III.	RESULTADOS.....	35
3.1.	Estudio topográfico	35
3.2.	Memoria de cálculo	46
3.3.	Hipótesis de diseño.....	46
IV.	DISCUSIÓN.....	171
V.	CONCLUSIONES.....	172
VI.	RECOMENDACIONES.....	173
VII.	REFERENCIAS.....	174
VIII.	ANEXOS	177

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Superficie sembrada de cultivos transitorios en la campaña agrícola agosto 2011-julio 2012 por tamaño de la unidad agropecuaria según cultivo y tipo de agricultura.....	21
Tabla 2: Población de aves, conejos y cuyes, según tamaño de las unidades agropecuarias.....	24
Tabla 3: Poblacion afiliada a seguro.....	27
Tabla 4: Descripción del elemento estructural “columna”.....	56
Tabla 5: Comprobaciones (ansi/aisc 360-10 (lrfd)).....	56
Tabla 6: Descripción del elemento estructural “columna”.....	67
Tabla 7: Comprobaciones (ansi/aisc 360-10 (lrfd)).....	67
Tabla 8: Descripción del elemento estructural “viga principal”.....	78
Tabla 9: Comprobaciones (ansi/aisc 360-10 (lrfd)).....	78
Tabla 10: Descripción del elemento estructural “viga principal”.....	85
Tabla 11: Comprobaciones (ansi/aisc 360-10 (lrfd)).....	85
Tabla 12: Descripción del elemento estructural “viga principal”.....	91
Tabla 13: Comprobaciones (ansi/aisc 360-10 (lrfd)).....	92
Tabla 14: Descripción del elemento estructural “viga principal”.....	98
Tabla 15: Comprobaciones (ansi/aisc 360-10 (lrfd)).....	98
Tabla 16: Descripción del elemento estructural “viga secundaria”.....	105
Tabla 17: Comprobaciones (ansi/aisc 360-10 (lrfd)).....	105
Tabla 18: Descripción del elemento estructural “correa”.....	115
Tabla 19: Comprobaciones (ansi/aisc 360-10 (lrfd)).....	115
Tabla 20: Descripción del elemento estructural “arriostre”.....	126
Tabla 21: Comprobaciones (ansi/aisc 360-10 (lrfd)).....	126
Tabla 22: Descripción del elemento estructural “arriostre”.....	135
Tabla 23: Comprobaciones (ansi/aisc 360-10 (lrfd)).....	135
Tabla 24: Descripción del elemento estructural “templadores”.....	142
Tabla 25: Comprobaciones (ansi/aisc 360-10 (lrfd)).....	142
Tabla 26: Tipos de pieza.....	151
Tabla 27: Tabla de medición.....	153
Tabla 28: Resumen de medición.....	169
Tabla 29: Medicion de superficie a pintar	171
Tabla 30: Descripcion de cada zapata.....	172

Tabla 31: Metrado de acero	173
Tabla 32: Resumen de medición.....	177

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Vías de acceso.....	19
Cuadro 2: Nivel Educativo alcanzado por la población, la Libertad y Gran chimú 2005.....	28
Cuadro 3: Cuadro de operacionalizacion de variables.....	42
Cuadro 4: Coordenadas georreferenciadas.....	46
Cuadro 5: Cuadro de factores de zona “Z”.....	50
Cuadro 6: Cuadro de factor “K”.....	52
Cuadro 7: Estado limites.....	55
Cuadro 8: Hipotesis sismo X1.....	149
Cuadro 9: Hipotesis sismo Y1.....	149

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación departamental	16
Figura 2: Ubicación provincial	17
Figura 3: Ubicación distrital.....	17
Figura 4: Ubicación local del proyecto.....	18
Figura 5: Área de intervención del proyecto.....	18
Figura 6: Situación actual.....	19
Figura 7: Atractivos turísticos.....	26
Figura 8: Máquina de soldar mig.....	36
Figura 9: Máquina de soldar arco.....	37
Figura 10: Mesa de plasma.....	37
Figura 11: Compresora de aire.....	38
Figura 12: Guillotina hidráulica.....	38
Figura 13: Tronzadora.....	39
Figura 14: Estructura completa 3D.....	49
Figura 15: Mapa eólico del Perú.....	50
Figura 16: Estructura predimensionada	53
Figura 17: Análisis de diseño “peso propio”.....	54
Figura 18: Análisis de la estructura “esbeltez”	54
Figura 19: Análisis de la estructura “sismo X”.....	55
Figura 20: Vista 3D de la estructura completa.....	143
Figura 21: Estructura sometida a peso propio.....	144
Figura 22: estructura sometida a carga muerta.....	144
Figura 23: Estructura sometida a carga viva.....	145
Figura 24: Estructura sometida a viento “x” positivo.....	145
Figura 25: Estructura sometida a viento “x” negativo.....	146
Figura 26: Estructura sometida a viento “y” positivo.....	146
Figura 27: Estructura sometida a viento “y” negativo.....	147
Figura 28: Espectro de diseño según “x” y “y”.....	149
Figura 29: Estructura sometida a sismo “x” modo 1.....	150
Figura 30: Estructura sometida a sismo “y” modo 1.....	150

RESUMEN

Esta investigación titulada “Modelamiento, Análisis y diseño de una estructura metálica en la provincia de Gran Chimú.” Tiene como objetivo Analizar y diseñar una estructura metálica, según el manual de diseño del AISC en la provincia Gran Chimú. El diseño que se aplicó fue una metodología deductiva, donde los resultados y los cálculos de la obra, estuvieron respaldados mediante la norma técnica peruana y la norma extranjera para el diseño en acero. Analizando los datos a través de fichas técnicas, como son los parámetros de la zona, variables hidrometeorológicas, los tipos de materiales a utilizar, características del terreno; para poder lograr todo este proceso se tuvo en cuenta las fuentes confiables de estudio técnicos, donde se usaron para la realización de dicha investigación. Según los cálculos y resultados conseguidos, se empezó a realizar el predimensionamiento de la nave industrial teniendo en cuenta los datos iniciales, donde estos cálculos obtenidos del predimensionamiento fueron constantemente variando, de tal manera poder lograr la optimización del diseño donde se debe cumplir los requisitos de la norma en acero. El diseño completo de la nave industrial como los cimientos fueron realizados en el software cype 3d v.2019, donde este software se baso en la norma que especificamos, que fue la metodología del AISC- LRFD para el diseño en acero, por otro lado, se obtuvo un primer diseño que fue el predimensionado donde se modeló en el software, posteriormente se mejoró optimizando el diseño; se estableció aplicar el segundo diseño, donde cumplía con las especificaciones técnicas y estaba entre los márgenes establecidos por las normas. Por lo que se procedió a modelar el segundo diseño, finalmente se concluyó que se pudo comprobar las hipótesis propuestas son válidas y además se logro cumplir los objetivos expuestos en la tesis.

Palabras claves: nave industrial metálica, normativas de diseño en acero, LRFD, optimización de diseño.

ABSTRACT

This research entitled "Modeling, Analysis and design of a metallic structure in the province of Gran Chimú." Its objective is to analyze and design a metallic structure, according to the AISC design manual in the Gran Chimú province. The design applied was a deductive methodology, where the results and calculations of the work were supported by the Peruvian technical standard and the foreign standard for steel design. Analyzing the data through technical sheets, such as the parameters of the area, hydrometeorological variables, the types of materials to be used, terrain characteristics; In order to achieve this whole process, reliable sources of technical study were taken into account, where they were used to carry out this research. According to the calculations and results achieved, the pre-dimensioning of the industrial warehouse was started taking into account the initial data, where these calculations obtained from the pre-dimensioning were constantly varying, in such a way to achieve the optimization of the design where the requirements of the standard in steel. The complete design of the industrial warehouse as the foundations were made in the cype 3d v.2019 software, where this software was based on the standard that we specified, which was the AISC-LRFD methodology for steel design, on the other hand, we obtained a first design that was the pre-dimensioned where it was modeled in the software, later it was improved optimizing the design; it was established to apply the second design, where it complied with the technical specifications and was within the margins established by the standards. So we proceeded to model the second design, finally it was concluded that it was possible to verify the proposed hypotheses are valid and also achieve the objectives set out in the thesis.

Keywords: metallic industrial ship, steel design regulations, LRFD, design optimization

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

En América Latina, las importaciones de los diferentes tipos de acero han provenido del país de China abarcando un 75% del mercado latino, desplazando a Brasil y México. Destacando que China produce la misma cantidad de acero que el resto del mundo.

En el mercado siderúrgico de América Latina y el Caribe el acero crudo donde obtuvieron una productividad de 4.8 millones de toneladas en acero en el primer trimestre del 2018 y Brasil productor regional de 54% que corresponde a 5.2 Millones de toneladas. En acero Laminado el continente produjo 4.4 millones de toneladas y el principal productor fue Brasil con 1.9 millones de toneladas que corresponde el 42% y México con 1.6 millones de toneladas que corresponde el 35%.

Los principales países que aumentaron su consumo de acero fueron Brasil con 184 mil toneladas adicionales que corresponde el 44%, Argentina 112 mil toneladas correspondiendo al 36% y Perú con 48 mil Toneladas correspondiendo el 21%. (ALACERO, 2018, p.1).

La importancia de emplear las diferentes aleaciones de acero en la construcción metálica es debido a su alta resistencia mecánica, rapidez de ensamblado y transporte, facilidad de refuerzo sobre la estructura construida, durabilidad, ductilidad, tenacidad y resistencia a la corrosión ambiental en circunstancias se puede dejarse sin utilizar “Base sin cromato” y es altamente reutilizable; debido a estos beneficios este tipo de aleación es indispensable en los diferentes diseños. (ALGECOSA, 2018, agosto 1).

Durante el año 2017 el crecimiento de la demanda interna fue de 1.6 por ciento debido al fuerte impacto negativo que tuvo el niño costero paralizando obras de infraestructura relacionados al caso Lava Jato, a la vez afecto las importaciones de Gaseoducto Sur Peruano, la Línea Amarilla, Vías nuevas de Lima, el proyecto de irrigación Chavimochic III, las hidroeléctricas Bello Horizonte y Chavín dado, lentamente se está estabilizando las inversiones privadas. (BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERÚ, 2017).

En el 2017, la inversión del sector minero tuvo un gran incremento de 3.9 mil millones de dólares en el cual Southern Perú invirtió 673 millones de dólares en el remate de

los trabajos de expansión de sus operaciones en la mina de cobre ubicada en Tacna y proyecto adicionales invirtiendo \$343 000 000.00 en la Mina Toquepala en el cual se estima que el segundo trimestre del 2018 llegue a su 87 % por ciento de culminación. (BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERÚ, MEMORIA 2017).

Por esa razón la estabilidad e incremento ligado a las obras de estructuras metálicas no se han desarrollado en su totalidad debido que nuestro país Perú cuenta como una actividad económica que es la minería que estos últimos tiempos se ha visto obstaculizado.

Según Ricardo Marques presidente de la SNI (Sociedad Nacional de Industria) tiene una Visión al año 2030 en el desarrollo del país teniendo una tasa anual de 5.5% de crecimiento, es la cifra necesaria para poder combatir con la pobreza que está atravesando la sociedad, con ayuda de la industria manufacturera tiene proyecciones de crecimiento anual de 8.2%, reafirma que la industria debe enfocarse a la regulación laboral, promover el empleo forma, promover la competencia y contar con una alta productividad involucrando la educación de calidad y la cobertura de salud. Dicho esto, las diferentes empresas del sector industrial deben ser competitivas entre si, brindando productos de calidad y aumentar la productivo pero esta intimidante relacionado con el estado y la mantención de las diferentes maquinarias y equipos para poder lograr las metas programadas de las empresas.

La provincia de Gran Chimú abarca muchos distritos de los cuales la actividad prioritaria es la siembra de uva; donde se encarga desde la siembra, colación en jabas y la transportan a distintos puntos del país para su venta. Otro porcentaje de la uva es trabajada es la producción de vino donde es una de las actividades de gran énfasis de estos pueblos, donde la concentración es en el distrito de cascás conocido como la ciudad del vino.

La municipalidad viene trabajando de la mano con los empresarios viñeros para que tengan todas las necesidades a la mano, donde su mayor obstaculización es cuando el río se desborda y destruye las pistas dejando aislados por vía terrestre o cuando hay derrumbe de los cerros cerrando el paso de las vías terrestres. Por estos motivos la municipalidad provincial de gran Chimú tiene el deber de en cuanto ocurra algún incidente ellos tienen que tener todo a la mano para poder erradicarlo y que todo siga con normalidad sin obstáculos. Y para ello la municipalidad tiene un almacén en el distrito de cascás sin ninguna medida de protección poniendo el material combustible y el cemento en peligro de perderse.

1.1.1. Aspectos generales:

a) Ubicación Política y Geografía

El sector de estudio se encuentra en el distrito de Cascas ubicado exactamente en la entrada de este distrito, siendo la capital de la provincia de Gran Chimú del Departamento de la Libertad-Perú.

Este distrito tiene las siguientes coordenadas UTM 7°30'05" de latitud sur a 78°45'50" de oeste y de altitud tiene 1233 msnm. Ubicado a una distancia de 108 km desde Trujillo.

b) Zona de Estudio

País	: Perú
Departamento	: La Libertad
Provincia	: Gran Chimú
Distrito	: Cascas

Figura 1. *Ubicación departamental*



Fuente: Enciclopedia Wikipedia

Figura 2. *Ubicación provincial*



Fuente: Enciclopedia Wikipedia

Figura 3. *Ubicación distrital*



Fuente: Enciclopedia Wikipedia

Figura 4. *Ubicación local del proyecto*



Fuente: Google Earth Pro

Figura 5. *Ubicación local (área de intervención 2460 m²)*



Fuente: Google Earth Pro

Figura 6. *Situación actual*



Fuente: Google Maps

c) Límites:

- **Noreste y Norte:** en esta dirección se ubica la provincia de Contumazá departamento de Cajamarca, Donde el río Santanero desemboca hacia el río Chicama por la mano derecha de este rio.
- **Sur este y Este:** En esta dirección se ubica la provincia de Cajabamba y tambien la provincia de Otuzco.
- **Oeste:** En esta dirección se ubica las provincias de Contumazá y con el distrito de San Benito.

d) Climatología:

Cascas es una zona donde la mayor parte del año tiene sol y es de clima cálido, rodeando unas temperaturas de 18° hasta 27°, los meses donde hay lluvias son entre inicios de enero hasta finales de marzo. Las lluvias en estos meses son de grandes precipitaciones

Cuadro 1. Vías de acceso

ORIGEN	DESTINO	MEDIO DE TRANSPORTE	TIPO DE VÍA	DISTANCIA	TIEMPO
Trujillo	Cascas	Minivan/ Buses	Vía asfaltada	104.8Km	2h 20min

Fuente: Elaboración Propia.

e) Aspectos socio económico

- Actividades Económicas

Cascas tiene diversas actividades económicas donde las principales son:

- La Agricultura

Esta actividad económica ha ido repotenciando en estos últimos años ya que siempre fue la principal actividad económica con la llegada de los alemanes en los años de 1950.

Tabla 1. Superficie sembrada de cultivos transitorios en la campaña agrícola agosto 2011- julio 2012 por tamaño de la unidad agropecuaria según cultivo y tipo de agricultura.

CULTIVO Y TIPO DE AGRICULTURA	TOTAL	TAMAÑO DE LAS UNIDADES AGROPECUARIAS CON TIERRAS (HAS.)										
		MENORES DE 0.5	DE 0.5 A 0.9	DE 1.0 A 2.9	DE 3.0 A 4.9	DE 5.0 A 9.9	DE 10.0 A 19.9	DE 20.0 A 49.9	DE 50.0 A 99.9	DE 100.0 A 499.9	DE 500.0 A 1499.9	DE 1500.0 A MÁS
Distrito CASCAS												
Número de unidades agropecuarias	1868	212	390	752	246	150	55	40	14	9		
Superficie cultivada	1791.49	38.05	154.32	569.17	369.3	320.47	144.22	101.35	77.02	17.59		
En riego												
Número de unidades agropecuarias	1461	190	334	595	179	97	36	21	5	4		
Superficie cultivada	1287.59	33.58	127.66	426.45	266.15	220.57	94.81	61.38	55	1.99		
En secano												
Número de unidades agropecuarias	497	23	63	185	78	65	33	29	12	9		
Superficie cultivada	503.9	4.47	26.66	142.72	103.15	99.9	49.41	39.97	22.02	15.6		
CEREAL ES												

Número de unidades agropecuarias	1658	161	344	677	230	137	51	36	14	8		
Superficie cultivada	1471.18	29.9	134.21	477.7	312.49	263.08	117.55	63.51	62.77	9.97		
En riego												
Número de unidades agropecuarias	1265	142	292	535	165	88	27	12	3	1		
Superficie cultivada	1135.62	26.47	112.06	378.84	245	196.67	83.13	42.93	50.4	0.12		
En seco												
Número de unidades agropecuarias	435	20	56	159	71	53	29	27	12	8		
Superficie cultivada	335.56	3.43	22.15	98.86	67.49	66.41	34.42	20.58	12.37	9.85		
Arroz												
Número de unidades agropecuarias	283	27	69	125	42	16	3	1				
Superficie cultivada	197.32	6.48	27.65	86.34	47.83	22.77	4	2.25				
En riego												
Número de unidades agropecuarias	280	27	68	123	42	16	3	1				
Superficie cultivada	195.13	6.48	27.2	84.6	47.83	22.77	4	2.25				
En seco												
Número de unidades agropecuarias	3		1	2								
Superficie cultivada	2.19		0.45	1.74								
Cebada grano												

Número de unidades agropecuarias	154	1	12	45	23	36	17	10	5	5		
Superficie cultivada	66.03	0.25	2.25	17.62	10.03	17.14	9.37	3.25	1.87	4.25		
En riego												
Número de unidades agropecuarias	2			2								
Superficie cultivada	0.75			0.75								
En secano												
Número de unidades agropecuarias	152	1	12	43	23	36	17	10	5	5		
Superficie cultivada	65.28	0.25	2.25	16.87	10.03	17.14	9.37	3.25	1.87	4.25		
Maíz amarillo duro												
Número de unidades agropecuarias	1018	107	233	428	147	77	19	6	1			
Superficie cultivada	962.81	18.46	90.03	302.84	211.9	181.07	76.08	35.18	47.25			
En riego												
Número de unidades agropecuarias	935	98	213	394	132	72	19	6	1			

Fuente: INEI – IV Censo Nacional Agropecuario

- **Ganadería**

Las ganaderías en esta provincia son de menor cantidad, no es una actividad del cual estén sobreviviendo económicamente sino, es una actividad de manera pequeña, la crianza es a nivel familiar donde especialmente crían cuyes, gallinas y corderos.

Tabla 2. Población de aves, conejos y cuyes, según tamaño de las unidades agropecuarias

TAMAÑO DE LAS UNIDADES AGROPECUARIAS	TOTAL DE UNIDADES AGROPECUARIAS	AVES DE CRIANZA EN GRANJAS		AVES DE CRIANZA FAMILIAR		CONEJOS		CUYES	
		Nº DE UNIDADES AGROPECUARIAS	NÚMERO DE AVES	Nº DE UNIDADES AGROPECUARIAS	NÚMERO DE AVES	Nº DE UNIDADES AGROPECUARIAS	NÚMERO DE CONEJOS	Nº DE UNIDADES AGROPECUARIAS	NÚMERO DE CUYES
Distrito CASCAS	2489	3	4600	1334	18982	43	368	662	10097
Unidades Agropecuarias sin tierra *	4			3	64			3	72
Unidades agropecuarias con tierra	2485	3	4600	1331	18918	43	368	659	10025
Menos de 0.5 has	464			201	2642	7	101	121	1632
De 0.5 a 0.9 has	566			279	3233	13	75	136	1724
De 1.0 a 1.9 has	602	1	800	349	4666	7	42	182	2655
De 2.0 a 2.9 has	310			176	2804	3	8	79	1134

De 3.0 a 3.9 has	174	1	1800	101	1923	3	14	49	753
De 4.0 a 4.9 has	89			51	909	1	2	24	595
De 5.0 a 5.9 has	64			44	762	5	73	19	688
De 6.0 a 9.9 has	93			45	651	1	5	19	238
De 10.0 a 14.9 has	39	1	2000	25	501	1	30	8	174
De 15.0 a 19.9 has	18			11	112	1	15	5	94
De 20.0 a 24.9 has	10			5	67			3	33
De 25.0 a 29.9 has	6			4	119				
De 30.0 a 34.9 has	6			3	50			1	11
De 35.0 a 39.9 has	7			7	93			2	35
De 40.0 a 49.9 has	12			10	122			3	30
De 50.0 a 99.9 has	15			14	188	1	3	5	166
De 100.0 a 199.9 has	9			6	76			3	63
De 300.0 a 499.9 has	1								

Fuente: INEI – IV Censo Nacional Agropecuario 2012

- Comercio

El principal día de ventas en Cascas es el día lunes donde todos los pobladores se ubican en las calles aleñadas de la plaza de armas donde venden en grandes cantidades sus productos como: menestras, papas, uva, mango, mamey, etc.

El principal producto que tiene mayor acogida en Cascas, es la uva; donde esta fruta es vendida a las principales ciudades como Trujillo, Chiclayo y Piura donde inclusive son llevadas hasta la frontera del Ecuador y también llevada al extranjero.

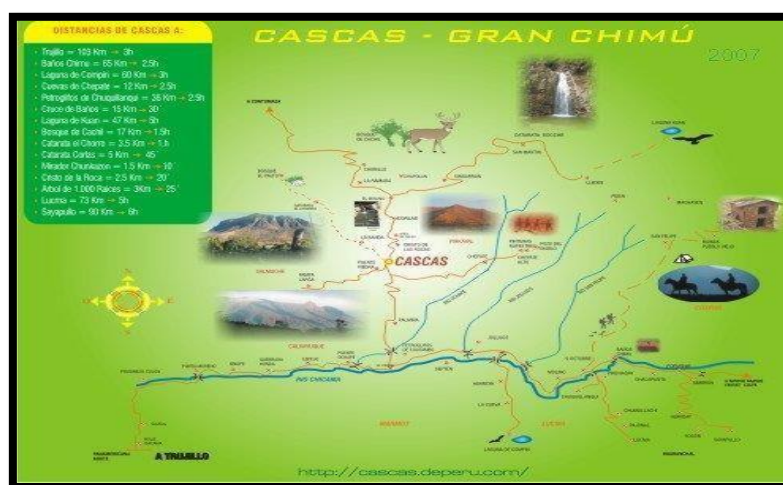
- Turismo

La provincia de Gran Chimú tiene una gran variedad de lugares turísticos, donde estos lamentablemente no están muy bien publicitados donde tampoco tienen el mantenimiento debido para una mejor estancia.

Entre los principales atractivos turísticos tenemos:

- Cristo de la Roca
- Árbol de las 1000 raíces
- Cuevas de Chepate
- Mirador de Chunkazon
- Capilla Colonial de Jolluco
- Bodegas de Vino
- Pozo del Diablo

Figura 7. Atractivos turísticos



Fuente: Gipsy Travel

f) Salud

Existe el hospital provincial de Cascas ubicado en el distrito de Cascas, este centro médico cuenta con las especialidades básicas establecidas por el ministerio de Salud, cuentan con una ambulancia para el transporte hacia la ciudad de Trujillo en casos de mayor complejidad.

Tabla 3. Poblacion según el seguro que tienen

DEPARTAMENTO, PROVINCIA, DISTRITO, ÁREA URBANA Y RURAL	TOTAL	AFILIADO A ALGÚN SEGURO DE SALUD			
		SIS (SEGURO INTEGRAL DE SALUD)	ESSALUD	OTRO SEGURO DE SALUD	NINGUN O
Distrito CASCAS	14191	3883	986	329	9011
Hombres	7444	1861	513	194	4888
Mujeres	6747	2022	473	135	4123
URBANA	4571	1299	723	163	2401
Hombres	2285	607	368	89	1231
Mujeres	2286	692	355	74	1170
RURAL	9620	2584	263	166	6610
Hombres	5159	1254	145	105	3657
Mujeres	4461	1330	118	61	2953

Fuente: INEI – Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda

g) Educación

La municipalidad provincial de gran Chimú no tiene programas que incentiven a la población el tema de la educación y el resultado de esta problemática es que cuenta con un 14.49% de población que no tiene ninguna educación en ningún nivel.

Cuadro 2. Nivel Educativo alcanzado por la población, la Libertad y Gran Chimú
2005.

CATEGORÍA	LA LIBERTAD	GRAN CHIMÚ	GRAN CHIMÚ / LA LIBERTAD	DISTRIB. % LA POBLA. EDUCATIVA EN GRAN CHIMÚ
Sin nivel	188394	4155	2.21	14.49
Educación inicial	43388	974	2.24	3.40
Primaria incompleta	339581	9618	2.83	33.55
Primaria completa	209716	6783	3.23	23.66
Secundaria incompleta	192094	3654	1.90	12.75
Secundaria Completa	242240	2232	0.92	7.79
Superior no Univ. Incompleto	35615	276	0.77	0.96
Superior no Univ. Completo	84871	562	0.66	1.96
Superior Univ. Incompleto	40594	126	0.31	0.44
Superior Univ. Completo	74356	289	0.39	1.01
Total	1450849	28669	1.98	100.00

Fuente: INEI – IV Censo Pob. y Viv. 2005.

h) Servicios

El distrito de Cascas es el principal lugar de turismo de la provincia de Gran Chimú y por ende en las zonas urbanas 97 % de la población con los servicios de agua potable y desagüe, mientras que en la zona rural pasa todo lo contrario no tienen desagüe, estos sectores rurales tienen letrinas y agua potable solo en un 76%.

i) Viviendas

En los últimos años la extensión territorial en el distrito de Cascas ha ido aumentando en gran porcentaje, donde la predominancia de construcciones de las viviendas aun es el adobe o tapial con un 85%, el material noble por la escasez de agregados poco a poco va aumentando este porcentaje que ahora es el 12%. la quincha y otros materiales (madera, esteras, etc.) son el 3 %.

1.2. Trabajos Previos

Vásquez (2013), en su tesis “Diseño de una nave industrial para una molienda en el distrito de Oyola, departamento de Ayacucho”, nos explica como ejecutar una estructura que brinde protección frente a los fenómenos naturales, con las siguientes características las dimensiones de la nave industrial son: 28 m x 40.5 m en planta y una altura desde el nivel del suelo hasta la cumbrera de 25 m aproximadamente. se evaluó 3 sistemas estructurales: Pórticos arriostrados excéntricamente (EBF), Pórticos arriostrados concéntricamente con riostras en "V" invertida, Pórticos arriostrados concéntricamente con riostras en "X". Buscando que tengan una adecuada la estabilidad, resistencia y rigidez lateral.

Vizute (2013), en su tesis “Cálculo y diseño de una nave industrial con cubierta fotovoltaica y entreplanta, ubicada en la localidad de Navalcarnero-Madrid”, nos explica como realizar la optimización de una nave industrial, con cubierta fotovoltaica diseñada mediante pórticos rígidos a dos aguas. El cálculo lo realizó con el código comercial de CYPE Ingenieros, respecto a la nave, se trató de una nave diáfana separada de los linderos del solar por un acceso rodado mínimo a los 5 m de anchura a lo largo de todo el perímetro de la parcela, con una cubierta fotovoltaica de Arcelor-Mittal compuesta de módulos fotovoltaicos de silicio, mono o

policristalino, integrados en perfiles de acero para la formación de cubiertas tanto para edificios terciarios como para naves industriales estará compuesta de una estructura porticada convencional con una cubierta a dos aguas mediante pórticos rígidos separados a 35 metros empotrados entre sí con una separación de 5 m entre ejes.

Orihuela y Dávila (2016), en su tesis “Cálculo y diseño estructural de una nave industrial aplicando la normativa AISC en la ciudad de Juliaca, provincia de san Román”, nos explica como modelar una nave industrial en acero que esté sometida a los estados de carga, considerando el diseño de los elementos estructurales y sus conexiones de acuerdo a la metodología del AISC. Para ello se utilizó programas de cómputo como el AutoCad y el software de análisis estructural SAP 2000, para poder modelar la estructura propuesta y poder preparar los planos de diseño. Para la estructuración de la nave industrial se utilizaron vigas tipo Pratt con perfiles tubulares a dos aguas, los cuales llegaron a cubrir un claro de 12 metros. En el otro sentido se utilizaron vigas trabe con secciones tipo W para salvar 5 paños de 5 metros cada uno. Las columnas se consideraron con perfiles tipo W que miden 4 metros y les continúan los pedestales de 1 metro aproximadamente hasta llegar a las cimentaciones. Como elementos de arriostramiento se tienen los arriostres con perfiles angulares y los tensores con varillas lisas.

Díaz (2014), en su tesis “Evaluación y optimización en el diseño de estructuras metálicas aplica a cubiertas según las especificaciones aisc-2010 por el método LRFD”, nos explica una metodología confiable de diseño de estructuras típicas de acero aplicada a techos de considerable luz, siguiendo las recomendaciones de diseño de la norma AISC-2010 y su método LRFD, complementando además algunos parámetros con la normatividad contenida en el Reglamento Nacional de Edificaciones RNE. Procedimiento que representa un requisito previo para un análisis comparativo entre sistemas mayormente usados: sistemas compuestos por elementos espaciales, por tubos HSS y por elementos de alma llena, generalmente usados en el ámbito local. Posteriormente al diseño óptimo se evaluó cada Sistema Típico frente a acciones Sísmicas (Estáticas y Dinámicas), cargas producidas por viento, lluvia y de servicio.

Tumialan (2013), en su tesis “Modelo y diseño de un arco parabólico de 45 m de luz mediante el método de elementos finitos”, nos explica los conceptos del método de

elementos finitos para el diseño de una estructura metálica, en este caso se trata de un arco parabólico con una luz de 45mt. entonces esta opción luego para ser calculada utilizando el software que nos llevara a un análisis estructural más real. Además, nos explica que la estructura del arco es modelada en el plano xz, entonces para todos los elementos el eje local será paralelo al eje y, por lo que las restricciones hay que tomarlas teniendo en cuenta los ejes en que estamos trabajando, determinamos al final en función de las restricciones, 531 grados de libertad para la estructura completa.

Ccente. (2011), en su tesis “Diseño Cobertura Metálica para el complejo deportivo del Distrito del Nuevo Occoro – Huancavelica”, nos explica como determinar las características técnicas, para lo cual lo realizó con el apoyo del programa SAP2000, La armadura tipo arco semiparabólico tiene una excelente predisposición para la resistencia de varios tipos de cargas con el diseño de la nave de 33.5 metros de luz con 2.5 metros de flecha con diseño celosía de tubo redondo.

Quinto (2012). en su tesis “Diseño estructural de acero del techo parabólico del coliseo polideportivo ciudad universitaria de Paturpampa- Huancavelica” , nos explica como determinar las características técnicas de la estructura de acero además de diseñar los elementos de la Estructura Metálica con el software sap2000 con las siguientes características: 37.78 metros de ancho por 44.55 metros que serían 1683.10 m² el área a techar y la otra parte del polideportivo es de 25.02 metros de ancho y 47.55 metros de largo que sería un total de 1189.70 m².

1.3. Teorías relacionadas al tema

Para la realización de este marco teórico se ha tomado información recolectada de trabajos de investigación, manuales y textos que nos brindaran a conocer los conceptos que abarcan esta investigación.

Para Arriaga, Arguelles y Atienza (2014), en su libro “Estructuras de Acero-Calculo” podemos decir que es una nave industrial es un edificio de uso industrial preferencialmente, destinado a múltiples usos mayormente construidos y usados para las industrias, almacenes, campamentos mineros entre otros. Una nave industrial es una estructura techada, donde las distancias entre los apoyos o columnas pueden tener

mucha mayor distancia entre los espacios libres, dando la opción de que se pueda tener un mayor uso en toda el área ya que no contaría con obstáculos ni restricciones donde mayormente los vehículos que llegan a la localidad de Cascas con dichos materiales son volquetes y camiones de hasta 20 toneladas con un largo de 9 metros. Entonces así se podrá operar y maniobrar con mayor facilidad, además con una libertad para que se puede escoger la mejor alternativa en la construcción de las divisiones interna y así tener un mayor aprovechamiento de las áreas. Generalmente son construcciones de un solo piso, con piso pulido de concreto y la fachada cerradas o abiertas.

Según Brotons (2015), en su libro “Construcción de Estructuras Metálicas”, existen una gran variedad de naves industriales para distintos usos y gusto por el propietario, que deben acatar un sistema estructural donde este sea seguro y económico, la elección de la nave es la etapa más difícil donde esta es la más importante de la Ingeniería Estructural. El encargado del diseño necesita varios análisis, estudios independientes de distintas soluciones antes de determinar cuál sería la manera más adecuada (marco, armadura, etc.). que se empezará a diseñar estos elementos cuando ya esté tomada la elección de cuál sería el tipo de la nave industrial.

Según Bowles (2013), en su libro “Diseño de acero estructural”, Podemos definir al acero estructural según la norma técnica peruana el término acero estructural se referirá a aquellos elementos de acero de sistemas estructurales de pórticos y reticulados que sean parte esencial para soportar las cargas de diseño. Se entiende como este tipo de elementos a: vigas, columnas, puntales, bridas, montantes y otros que intervienen en el sistema estructural de los edificios de acero. Para el diseño de secciones dobladas en frío o perfiles plegados se recomienda utilizar las Normas del American Iron and Steel Institute (AISI).

Nomast (2014), en su libro “El Proyectista de Estructuras Metálicas” nos dice las principales maneras de poder utilizar este material ya que el acero como material de construcción lo podemos correlacionar en nuestra localidad que es en la provincia de Gran Chimú donde es muy factible por el tema de la accesibilidad y poca corrosión. Por esto este material está suplantando al concreto en diversas construcciones ya que es un material de fabricación industrializada, por su gran ventaja en estos tipos de construcciones que son almacenes, por sus mayores cualidades en resistencia, rigidez, ductilidad además su uso es recomendable para construcciones sismo

resistentes. Entonces podemos diseñar grandes luces, superando a los materiales convencionales como el concreto.

Navajas y López (2014), en su libro “Protección y Durabilidad de las Estructuras de acero” nos muestran como el acero en estos últimos años la producción se ha convertido en una industria calificada, también sus propiedades del acero tienen mínimas modificaciones, pero pueden cambiarse en gran medida variando las cantidades presentes de carbono y añadiendo otros elementos como silicio, níquel, manganeso o cobre, las Propiedades más importantes son las siguientes:

- Oxidación. - Los aceros tienen una alta capacidad de oxidarse, donde esto se produce cuando el material está en contacto con el agua y el aire al mismo tiempo y se puede producir corrosión del material si se trata de agua salina
- Dureza. - Se define como la propiedad del acero a oponerse a la penetración de otro material.
- Tenacidad. - Es la capacidad que tiene el material a la resistencia de rotura por esfuerzo de tracción.
- Elasticidad. - Es cuando el acero al dejar de aplicársele alguna fuerza, se recupera a su forma original.
- Flexibilidad. - Esta propiedad es la que permite que el acero recupere su forma inicial al ser aplicada un momento flector.
- Maleabilidad. - Capacidad que presenta el acero de soportar la deformación, sin romperse, al ser sometido a un esfuerzo de compresión.
- Fundabilidad. - Se refiere a la capacidad que tienen los aceros fundidos de fluir fácilmente cuando llegan al estado líquido.

Para Guardiola, Monfort y Pardos (2014), en su libro “Problemas de Estructuras Metálicas adaptados al CTE” nos da entender algunas ventajas y desventajas del acero estructural como:

- Alta resistencia. - El acero posee gran resistencia, donde esta propiedad ha facilitado y permite la construcción de puentes, almacenes, cimentaciones, etc y así poder fabricar estas estructuras relativamente livianas.
- Homogeneidad. - El acero no varía en gran magnitud con el transcurso del tiempo.

- Ductilidad. -Es la propiedad que tiene el acero que puede soportar deformaciones grandes en comparación con el concreto donde el acero puede deformarse sin fallar a pesar que se le aplique esfuerzos de tensión.
- Tenacidad. - El acero puede absorber y asimilar grandes cantidades de energía en deformación donde estas pueden ser inelástica y elástica.
- Durabilidad. - Las estructuras de acero con un mantenimiento adecuado pueden durar indefinidamente.
- Facilidad de uniones. - El acero tiene la facilidad versatilidad al momento de trabajar ya que esto puede mediante pernos o soldadura entre elementos.
- Rapidez de montaje. – una de las principales ventajas es la rapidez con la que se puede contruir por su fabricación y montaje que se trabaja en simultaneo en comparación con otro métodos constructivos.
- Ampliación de estructuras existentes. - Las estructuras de acero se prestan para fines de ampliación. Nuevos tramos y en ocasiones secciones totalmente nuevas pueden añadirse a las estructuras de acero de edificaciones ya existentes.
- Reciclable. - El acero es un dónde se trabaja cada pieza completa, donde no existe desperdicios, este material puede reciclarse en su totalidad y así ser amigable con el medio ambiente.
- Prefabricación de estructuras. – mucho depende de cada tipo de proyecto como la ubicación, tiempo de entrega de la obra, espacio, etc porque este sistema constructivo es posible realizarse en un taller la construcción de piezas y poder tener rapidez en el montaje en obra.

1.3.1. Desventajas del acero estructural

Como todo material, el acero estructural también presenta algunas desventajas como:

- Calor: a altas temperaturas, la resistencia del acero estructural se reduce considerablemente a pesar de que es incombustible ya que tiende a comportarse de manera plástica, por ese motivo debe protegerse con recubrimientos especiales en fuego.

- Fatiga: el acero tiene una alta resistencia, pero tiene un límite máximo de fatiga donde la resistencia llega a disminuir provocado a una gran carga o cambios de esfuerzos a tensión.

Según el ministerio de vivienda, construcción y saneamiento en la norma técnica peruana (e090), para la “Elaboración del diseño de la nave industrial” tenemos que basarnos en parámetros y normas establecidas actualizadas. Los parámetros que podemos utilizar tenemos en la norma (e090) que nos dice que la fabricación completa de la nave industrial para edificaciones acepta los criterios del método de Factores de Carga y Resistencia (LRFD) y el método por Esfuerzos Permisibles (ASD). Estos dos métodos los aplicaremos para nuestro diseño de nave industrial en la localidad de Cascas.

Su obligatoriedad se reglamenta en esta misma Norma y su ámbito de aplicación comprende todo el territorio nacional. Las exigencias de esta norma se consideran mínimas

Para Badell (2016), en su libro “Cálculo por ordenador de Naves Industriales y Agrícolas” nos dice que el método “Diseño por Esfuerzos Permisibles” más conocido por sus siglas ASD (Allowable Stress Design) ya tiene más de 100 años de aplicación; con él se procura conseguir que los esfuerzos unitarios actuantes reales en los miembros estructurales sean menores que los esfuerzos unitarios permisibles, aconsejados por el reglamento.

El manual del AISC ha introducido el “Método LRFD” no con la intención específica de lograr ganancias económicas inmediatas, sino para una ayuda a todos los investigadores en acero, porque ayuda a brindar una confiabilidad más en la demostración de cálculos uniforme para todas las estructuras de acero, sin importar cuál sea la carga.

En el método de diseño por esfuerzos permisibles (ASD) se usaba el mismo factor de seguridad para las cargas muertas y para las vivas, en tanto que en el método del diseño por factores de carga y resistencia (LRFD) se usa un factor de carga o de seguridad mucho menor para las cargas muertas (ya que éstas se pueden determinar con mayor exactitud que las vivas). En consecuencia, la comparación del peso que se obtiene para una estructura diseñada con ambos métodos depende necesariamente de la relación entre cargas vivas y muertas.

Para Araujo (2015), en su libro “Construir con Acero” nos enseña que al diseñar nuestra estructura debemos enfocarnos en las cargas que van actuar en los elementos. En esta investigación lo vamos a enfocar y estudiar la carga gravitatoria que es el peso de la estructura como también la carga de viento. Esta última carga lo vamos a tomar en cuenta por el motivo que en esta localidad existe un alto índice de velocidad del viento que puede llegar alterar la estructura si no lo consideramos.

Cargas de viento: Son causadas por el efecto del viento sobre la superficie tales como techo, paredes laterales y frontales.

a. Maquinarias esenciales:

Máquina de Soldar MIG

Este equipo está definido por el sistema AWS (American Weldin Society) siendo un proceso de soldadura al arco, donde se presenta una fusión por el incremento de temperatura con un arco de electrodo de aporte continuo y la pieza a soldar, donde la protección de arco se genera por un gas suministrado de forma externa, en el cual lo protege de la contaminación atmosférica estabilizando el arco. El proceso MIG/MAG se produce debido al arco eléctrico formándose entre un electrodo de alambre continuo y la pieza a soldar. (SOCIEDAD AMERICANA DE SOLDADORES 2010).

Figura 8. *Máquina de soldar mig*



Fuente: Catálogo Soldexa

Máquina de soldar de Arco manual

La máquina de soldar tiene como principal función la creación de un arco eléctrico entre una varilla metálica revestida (electrodo) y la pieza metálica

de diferente espesor. El arco se produce a base de calor fundiendo el material base y el electrodo, ocasionando un cordón de soldadura uniendo diferentes piezas o partes metálicas, su empleo es indispensable en el sector metal-mecánico especialmente en las áreas de ensambles para la unión de diferentes elementos o componentes metálicos. (Sociedad Americana de soldadores, 2010).

Figura 9. *Máquina de soldar arco*



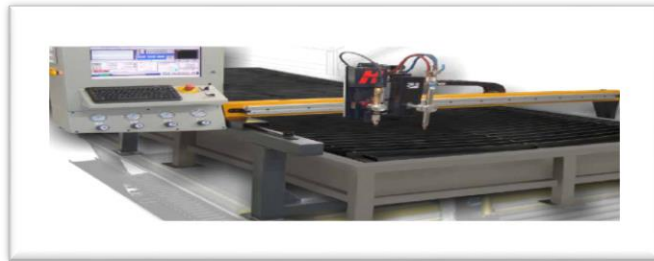
Fuente: Catálogo Soldamundo

Pantógrafo CNC

Es una máquina que funciona a base de un software de computadora teniendo la capacidad de transferir un diseño de corte a una plancha de características metálicas empleado un sistema de corte por plasma. Se distribuye en una gran mesa de apoyo, donde se ubican las planchas de metálicas de manera horizontal mientras la cabeza móvil realiza los cortes o calados perpendiculares a la mesa de apoyo. Es empleado para cortar diferentes planchas metálicas especialmente de acero estructural, inoxidable, aluminio y cobre.

Al aumentar la temperatura del material a cortar aproximadamente a 30 000 grados Celsius, ocasionando que el gas empleado en la maquina ionice convirtiéndose en plasma con condición electromagnética, formándose un arco eléctrico extremadamente pequeño con una gran cantidad de energía concentrada en la sección de la boquilla del soplete produciendo un calor altamente compacto en el área de corte. (soldexa,2013)

Figura 10. *Mesa de plasma*

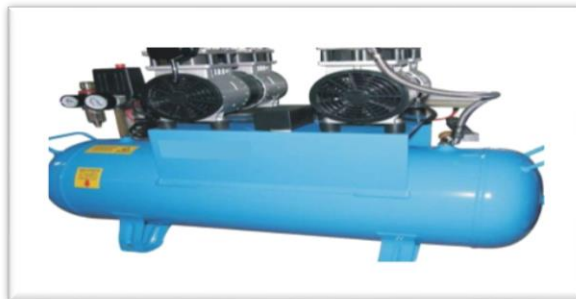


Fuente: Catálogo Hypertherm

Compresor

Es una máquina que su principal función consiste en absorber el aire del ambiente para transformarlo en aire comprimido mediante los pistones y su almacenamiento interior en el cual su aire de salida se regula por el instrumento de un manómetro. (soldexa,2013)

Figura 11: *Compresora de aire*

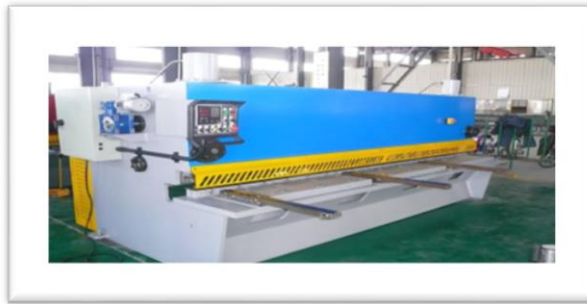


Fuente: Catalogo Hypertherm

Guillotina Hidráulica

La principal función de esta máquina industrial es cortar las planchas metálicas de diferente espesor accionando por un sistema hidráulico. El sistema está compuesto por 6 actuadores de doble efecto, que tiene la función de sujetar las planchas y entregar la fuerza necesaria para q la cuchilla realice el corte. Realiza los cortes rectos transversales en las planchas, con un espesor de corte relativamente pequeños puede cortar planchas de acero de baja aleación, acero inoxidable y aceros estructurales. (sociedad americana de soldadores 2010)

Figura 12. *Guillotina hidráulica*



Fuente: Catalogo Hypertherm

Tronzadora de disco abrasivo

Una tronzadora es una herramienta eléctrica que sirve para cortar los diferentes materiales metálicos, su corte es por abrasión mediante disco que permite realizar los cortes rectos y en ángulos sobre perfiles, tubos, varillas, etc. (soldexa,2013)

Figura 13. *Tronzadora*



Fuente: Catalogo dewalt

b. Propiedades y materiales del acero

Como elemento estructural el acero tiene las siguientes propiedades:

- Peso específico (δ) : 7.85 kg/m³
- Módulo de elasticidad (E) : 2.10 x 10⁶ kg/cm²
- Esfuerzo de fluencia (F_Y) : 2.53 Ton / cm²
- Esfuerzo de fractura (F_u) : 4.08 Ton / cm²
- Coeficiente de Poisson (ν) : 0.3
- Coeficiente de dilatación térmica (α) : 1.2 x 10⁻⁵ (°C)⁻¹

1.4. Formulación del Problema

¿Será posible realizar un diseño estructural en la provincia de Gran Chimù como alternativa de solución de sus almacenes?

1.5. Justificación del estudio

Justificación teórica

Esta investigación revisará el método LRFD del manual AISC que es el más aplicado a nivel mundial, por su eficacia de un 99.7% de confiabilidad. También se estudiará el software Cype 3D que será una alternativa para lograr el resultado del diseño y evaluación de las estructuras metálicas, lo cual podrá ser usado por futuros investigadores que estén interesados en los nuevos métodos constructivos que son las estructuras metálicas.

Justificación Práctica

Esta tesis será gran importancia para el valle de la libertad ya que será de gran valor informativo este diseño para que así los grandes viñeros, transportistas tengan almacenes de óptimas condiciones ya que el trabajo empírico sin capacitación, es muy cotidiano en sus construcciones.

Justificación Metodológica

Los proyectos donde las empresas constructoras que realizan obras civiles, fabricación y montaje de naves industriales, tienen que tener presente siempre el reglamento nacional de edificaciones, las especificaciones técnicas, de los materiales y la mano de obra debe ser de óptimamente con calidad en la fabricación como también del montaje de las estructuras metálicas. Está investigación será una mejora que estudiará el método AISC y LRFD para compararlo con los resultados del diseño con el software CYPE 3D.

Justificación técnica

El conjunto de elementos que forman la nave industrial están explicados en el proyecto y podemos manifestar que pueden adquirirse con normalidad y en cantidad

en cualquier parte de la ciudad de Trujillo entre los proveedores más conocidos y grandes son comercial RC y Metalmark y por ende aseguramos que es técnicamente factible la construcción.

1.6. Hipótesis

Se podrá realizar el mejor diseño de una estructura metálica para almacenes, ya que contamos con normas internacionales que respalda la norma peruana además de que actualmente existen nuevas tecnologías como el software Cype3D facilitando y minimizando los posibles errores de cálculos de la estructura metálica.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo General

- Determinar el modelamiento, análisis, y diseño de una estructura metálica, según el manual de diseño del AISC en la provincia Gran Chimú.

1.7.2. Objetivos Específicos

- Realizar el modelado de la nave industrial con el software para estructuras metálicas CYPE 3D.
- Realizar el análisis de cada elemento estructural.
- Diseñar los diferentes elementos estructurales considerando los criterios establecidos de la norma técnica peruana.
- Elaborar los planos detallados de la estructura metálica.
- Realizar el metrado y el presupuesto de ejecución de obra.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de investigación

La presente investigación se utilizará un diseño descriptivo, debido a que se determinará las características técnicas de la estructura obteniendo el material de acero a utilizar en el almacén.

2.1. Variables, operacionalizacion

- Variable de diseño: “Diseño de la nave industrial en la provincia de Gran Chimú”.
- Definición Conceptual: Una nave industrial es una estructura metálica que puede ser de diferentes características dependiendo el proyectista. Donde estas son estructuras conformadas por elementos estructurales con el fin de que la estructura que se va a diseñar será funcional, estética, económica y que resisten las cargas y fuerzas. Donde su mayor ventaja es la construcción de grandes luces y bajar el peso de la cubierta.
- Definición operacional: El diseño de la estructura en la localidad de Cascas se logrará mediante el levantamiento topográfico, cálculo de las cargas diseño de las columnas, diseño de la viga de pórtico principal, diseño de las correas, diseño de las correas de pared.
- Dimensiones de variables: el levantamiento topográfico, cálculo de las cargas, diseño de las columnas, diseño de la viga de pórtico principal, diseño de las correas, diseño de las correas de pared.

Cuadro 3. Cuadro de operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIONES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Diseño de una nave industrial para almacén de combustible y materiales aglomerantes	Levantamiento topográfico	Es inicio de partida para poder realizar cualquier tipo de trabajos , son una serie de procesos básicos dentro de la identificación y señalamiento del terreno a edificar, como levantamiento de planos (JIMENEZ, 2007)	Hacer una topografía de un lugar, es decir, llevar a cabo la descripción de un terreno en concreto	Vista de planta	Intervalo
	Cálculo de las cargas	Esfuerzos externos a que son sometidos los elementos constructivos (NORMA E020)	Fuerzas externas aplicadas a los elementos resistentes, o también su propio peso.	Carga muerta (kg/m ²)	Razón
				Cargas de viento (kg/m ²)	Razón
	Diseño de la columna	Son miembros verticales, como un elemento estructural que trabaja a compresión (NONNAST,2014)	Son elementos que sostienen principalmente cargas a compresión como también los momentos flectores.	Resistencia a corte (tn.m)	Intervalo
				Esbeltez (cm)	Razón
				Resistencia a flexión (tn.m)	Intervalo

	Diseño de viga p ^o rtico principal	Es un elemento estructural lineal que donde esta sometida mayormente a flexion ya que soporta la mayoría de las cargas (NONMAS,2014)	En las vigas, la longitud predomina sobre las otras dos dimensiones y suele ser horizontal.	Resistencia a corte (tn.m)	Intervalo
				Esbeltez (cm)	Razón
				Resistencia a flexion (tn.m)	Intervalo
	Diseño de las correas	La función principal de las viguetas o correas, es transferir las fuerzas de la cubierta de un edificio a su estructura principal.(BADELL,2015)	Las correas pueden cumplir la función de transmitir la carga de viento desde los hastiales a la viga de contraviento.	Resistencia a corte (tn.m)	Razón
				Esbeltez (cm)	Razón
	Diseño de las correas arriostradas	Las correas en pared cumplen la misma función en la pared (BADELL,2015)	Cumplen la función de proveer estabilidad lateral a los elementos de la estructura principal.	Resistencia a corte (tn.m)	Razón
Esbeltez (cm)				Razón	

Fuente: Elaboración propia

2.2. Población y muestra

2.2.1. Población

La población de esta investigación está conformada por el total de la estructura metálica.

2.2.2. Muestra

La muestra utilizada en la presente investigación está conformada por cada elemento estructural de la nave.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas Directas

La observación directa consiste, en verificar el lugar donde se va proyectar esta nave industrial para poder proyectar el modelo que se utilizará y que tenga el mejor funcionamiento de los equipos favoreciendo a identificar las diferentes actividades.

Revista bibliográfica

Conforma la revisión de manuales y catálogos proporcionado por los proveedores, revisión de informes, artículos científicos, tesis e información seleccionada del internet relacionado al diseño de estructuras metálicas con la finalidad de complementar los fundamentos teóricos realizados a naves industriales similares.

Validez

Se someterá a juicio de expertos para garantizar la validez del tipo de estructura seleccionada como el futuro diseño, mejorando el cálculo y redacción de los mismos. La validez interna se medirá ítems por ítems total con ayuda del asesor metodológico.

Confiabilidad

Para evaluar la confiabilidad de nuestros resultados serán comparados entre los cálculos con software con las normas AISC y los trabajos previos.

2.4. Método de análisis de datos

Esta tesis se realizó con el uso de tablas, gráficos como también el software computación para ingeniería civil.

- AutoCAD
- Cype3d
- Generador de Pórticos

2.5. Aspectos éticos

Esta tesis se realizará con responsabilidad y autenticidad con el fin de aportar un diseño de una estructura para la mejoría de esta provincia de Gran Chimú.

III. RESULTADOS

3.1. Estudio topográfico

Cascas es una zona bastante accidentada las calles se sienten una gran pendiente ya que tienen diversas apariencias su relieve.

También podemos notar una que por estas zonas existen quebradas de gran envergadura, como también sequias que se unen con el río.

Las pendientes varían en algunas calles donde varían entre 20° hasta 30°, causando un problema en las principales vías de acceso.

3.1.1. Sistema de unidades

Para los trabajos realizados de topografía de este proyecto de tesis, se utilizó el sistema métrico decimal dando los resultados en: grados, minutos y segundos sexagesimales. Y las medidas de longitud se expresó en kilómetros, metros, centímetros y milímetros para cada caso.

3.1.2. Sistema de referencia

Para elevación se tomó como referencia del nivel del mar y las coordenadas se tomó los valores UTM.

3.1.3. Información seleccionada

Para georeferencia nuestro trabajo se tomaron las siguientes coordenadas “E1 y E2”

Cuadro 4. Coordenadas georeferenciadas

E1	
Norte	9171860.9
Este	740750.6
E2	
Norte	9171839.1
Este	740749.3

Fuente: elaboración propia.

3.1.4. Reconocimiento topográfico

Para iniciar el levantamiento topográfico, se realizó el reconocimiento presencial del lugar donde se va diseñar, realizando todas dudas posibles que existan.

Se determinó:

- a) El acceso a la zona de trabajo tiene 1 bajada muy pronunciada y 5 curvas cerradas con bastante pendiente dificultando el acceso.
- b) El lugar de trabajo no es muy accidentado ni tiene mucha pendiente y se encuentra en toda la avenida principal.

3.1.5. Nivelación topográfica

Para la realización de la nivelación del terreno utilizamos un nivel de marca topcon con su mira con el fin de hallar las alturas totales del terreno; para la realización de esta partida fueron de dos (1) días calendarios.

3.1.5.1. Instrumentos

a) Personal

- Topógrafo
- Asistentes

b) Equipos topográficos

- Nivel topcon
- Trípode para el nivel
- Mira
- GPS navegador garmin
- Wincha de 50 metros
- Camioneta 4x2 wingle5

3.1.6. Diseño

3.1.6.1. Descripción y uso de la edificación

Debido a que esta provincia tiene un gran futuro en todos los aspectos, sus necesidades irán en aumento por ende este diseño será una edificación de grandes luces y para eso se requiere utilizar una estructura no muy pesada y económica para posibles modificaciones en adelante por lo que se ha determinado realizarlo de acero. Esta estructura será de un solo nivel, haciendo en total una superficie de 600 metros cuadrados de área techada. La edificación será destinada para realizar distintos usos de almacenamiento públicos.

3.1.6.2. Configuración arquitectónica

El proyecto arquitectónico está definido en tres zonas de la edificación. La primera es de la zona donde laborará el personal en este almacén. La segunda zona corresponde al lugar donde estará a un mismo nivel del piso para poder ubicar diversos materiales. La tercera zona es la zona vial.

3.1.6.3. Rigidez

Los elementos estructurales que aportan rigidez en toda la edificación pueden ser de dos tipos como son los “estructurales” y los “no estructurales”.

En este caso específico, se identifica los siguientes elementos estructurales que aportan rigidez en ambas direcciones principales (longitudinal y transversal):

- En la primera dirección que es la longitudinal, (que son las paralelas a la viga principales) los elementos estructurales que aportan casi la totalidad de la rigidez serán las vigas principales que en conjunto de las columnas que estarán rígidamente soldadas formarán un pórtico.
- En la dirección transversal veremos cómo actúan las viguetas, pero casi la totalidad de la rigidez será aportada por el pórtico formado por la viga principal y la columna.

3.1.7. Parámetros de diseño

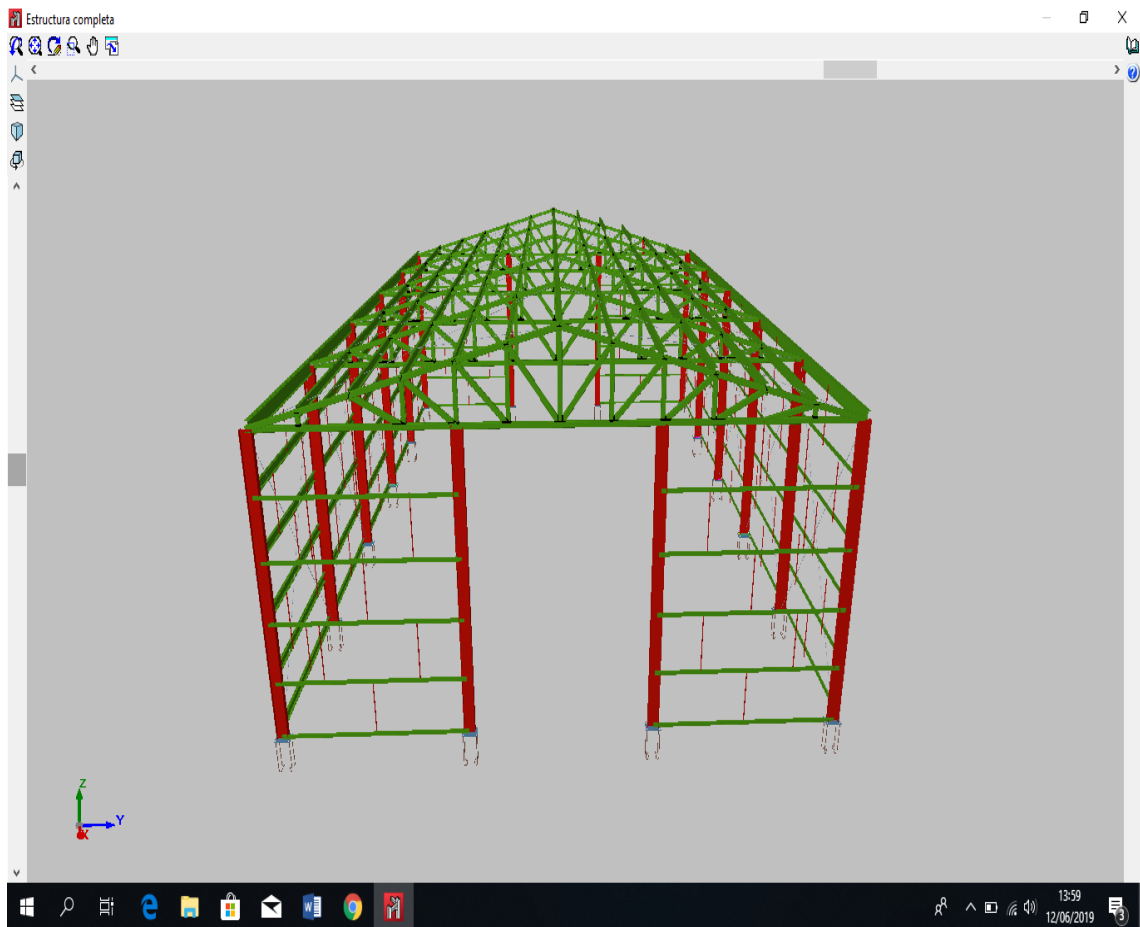
Estos parámetros son tomados de norma técnica peruana y como también de información proporcionada de la zona misma.

3.1.7.1. Datos de las cargas

a) Carga muerta

El peso total de la estructura es de **42936.45 kilogramos**.

Figura 14. Estructura completa



Fuente: Elaboración propia/ Cype 3D.

b) Carga viva

La carga viva a usar es de $L= 30\text{kgf/m}^2$ según la norma técnica peruana (Para techos con coberturas livianas de planchas onduladas o plegadas, calaminas, fibrocemento, material plástico, etc., cualquiera sea su pendiente, $0,30\text{ kPa}$ (30 kgf/m^2)).

c) Cargas de sismo

Estos datos que se usaron fueron obtenidos de acuerdo a la norma técnica peruana e030 (Ver anexo 1).

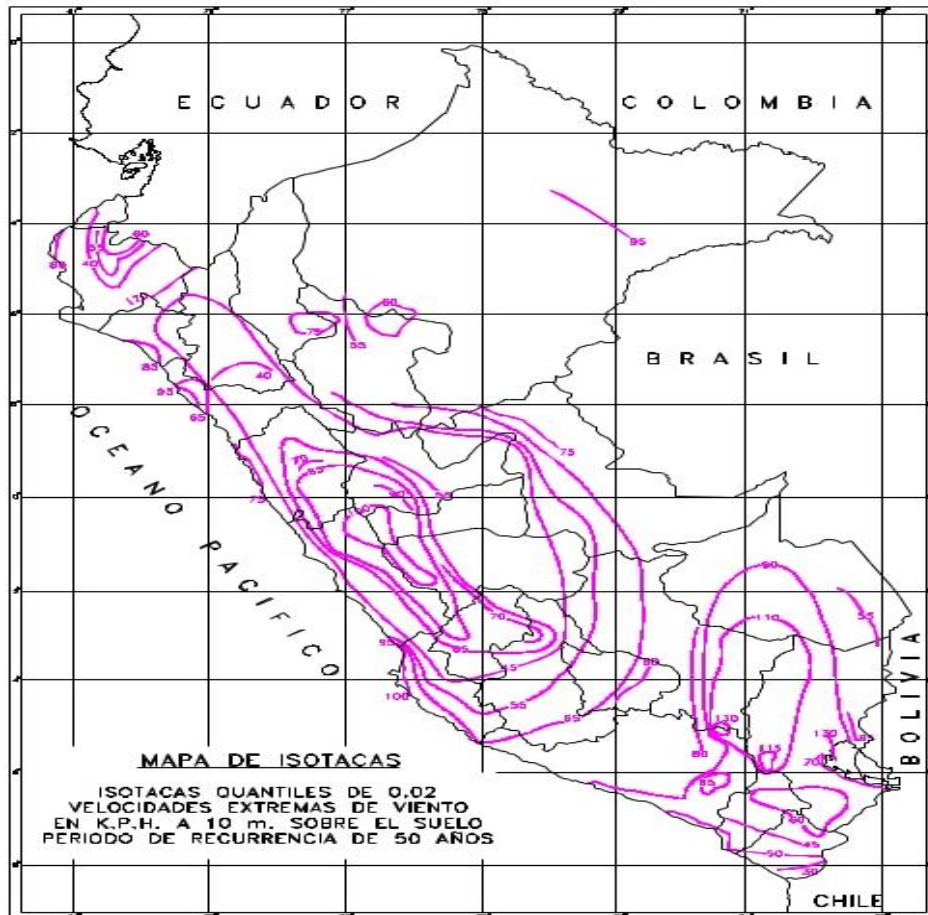
Cuadro 5. Cuadro de factores de zona “z”

FACTORES DE ZONA “Z”	
Zona	z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: Norma técnica peruana.

3.1.7.2. Cálculo de cargas de viento

Figura 15. Mapa eólico del Perú



Fuente: Norma Técnica Peruana.

La estructura está ubicada en el departamento de La Libertad provincia de Gran Chimú, considerando que l tiene una altura de 8 metros.

$$v = 40 \text{ km/h}$$

$$vh = v * \left(\frac{h}{10}\right)^{0.22} = 40 * \left(\frac{8}{10}\right)^{0.22} = 38.08 \text{ km/h}$$

El factor de forma según la norma es:

$$c = 0.7 \text{ barlovento}$$

La presión exterior será:

$$p = 0.005 * c * (vh)^2$$

$$p = 0.005 * 0.7 * (38.08)^2$$

$$p = 5.076 \text{ kg /m}^2$$

3.1.8. Pre dimensionamiento de los elementos estructurales

3.1.8.1. Pre dimensionamiento de tijerales (vigas principales)

Los tijerales o vigas de colesioa americana son estructuras de un material muy comercial en nuestro mercado de acero, y ademas son muy resistentes a las cargas de tension como también las de compresión.

$$p (\text{peralte}) = \frac{l (\text{luz libre})}{f (\text{factor})}$$

De lo cual se obtiene :

$$p = \frac{20}{10} = 2.0 \text{ m}$$

Debido a la presencia de lluvias en la zona, se tomara $p=2.20\text{m}$.

3.1.8.2. Pre dimensionamiento de columnas

Este es el elemento estructural mas importante de la nave industrial, ya que las columnas son las que se soportan el peso de las estructuras superiores . por ende es que se propone el metodo que consiste en hallar el area de la columna.

$$a = kp$$

donde:

A = área de la columna

K = factor de calculo dimensional

P = carga de la columna (toneladas)

Para este factor k se considera el siguiente cuadro:

Cuadro 6. Cuadro de factor “k”

Posición	Valor “k”
Central	8
Lateral	15
Esquina	21

Fuente: Norma técnica peruana

Entonces :

- Área central = $15 \times 2.87 = 43.05 \text{ cm}^2$
- Área lateral = $8 \times 2.87 = 22.96 \text{ cm}^2$
- Área esquina = $21 \times 2.87 = 60.27 \text{ cm}^2$

Usando una medida comercial y que cumpla con todas estas dimensiones requeridas usamos W18x40 donde su área de sección es de 84.50 cm².

3.1.8.3. Pre dimensionamiento de correas

El pre dimensionamiento de las correas serán predimensionadas de forma similar a las vigas donde usaremos esta fórmula.

$$d(\text{peralte de la correa}) = \frac{L = (\text{luz total de la correa})}{c (\text{coeficiente})}$$

Usando “c” = 45

Tenemos:

$$d = \frac{600}{45} = 13.33$$

Comparando con las medidas comerciales se tomará un perfil tipo UPE 140

3.1.8.4. Pre dimensionamiento de los arriostre

Al momento de pre dimensionar se tiene que tener en cuenta que los arriostres trabajan de manera simétrica, para que así las fuerzas sísmicas y los movimientos de torsión se puedan distribuirse de manera adecuada en la estructura.

Para encontrar el perfil se usará la siguiente formula:

$$r_{min} = \frac{KL}{4} \sqrt{\frac{F_Y}{E}}$$

Donde:

r_{min} : Radio de giro mínimo requerido

K = 0.5; Factor de longitud efectiva

L = Longitud de arriostre

Fy = 2530 kg/cm²; Fluencia de acero A36.

E= 2100000 kg/cm²; Modulo de elasticidad del acero A36

Entonces:

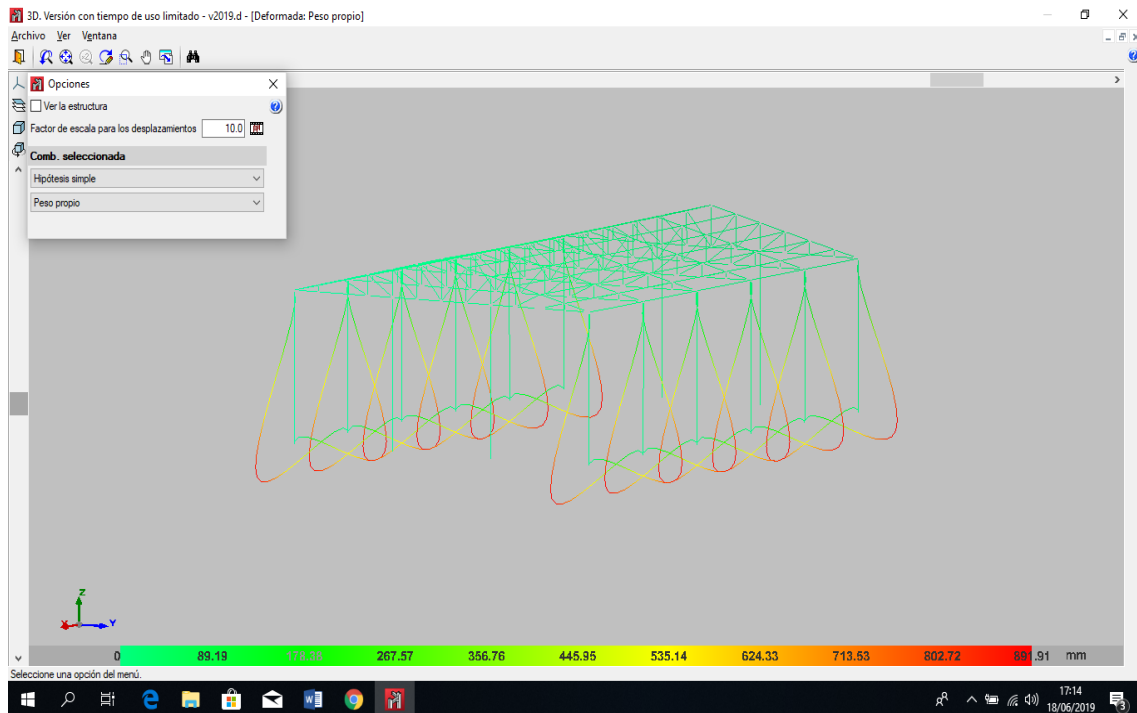
$$r_{min} = \frac{(0.5)(1000)}{4} \sqrt{\frac{2530}{2100000}} = 4.3 \text{ cm}$$

Figura 16. Estructura predimensionada



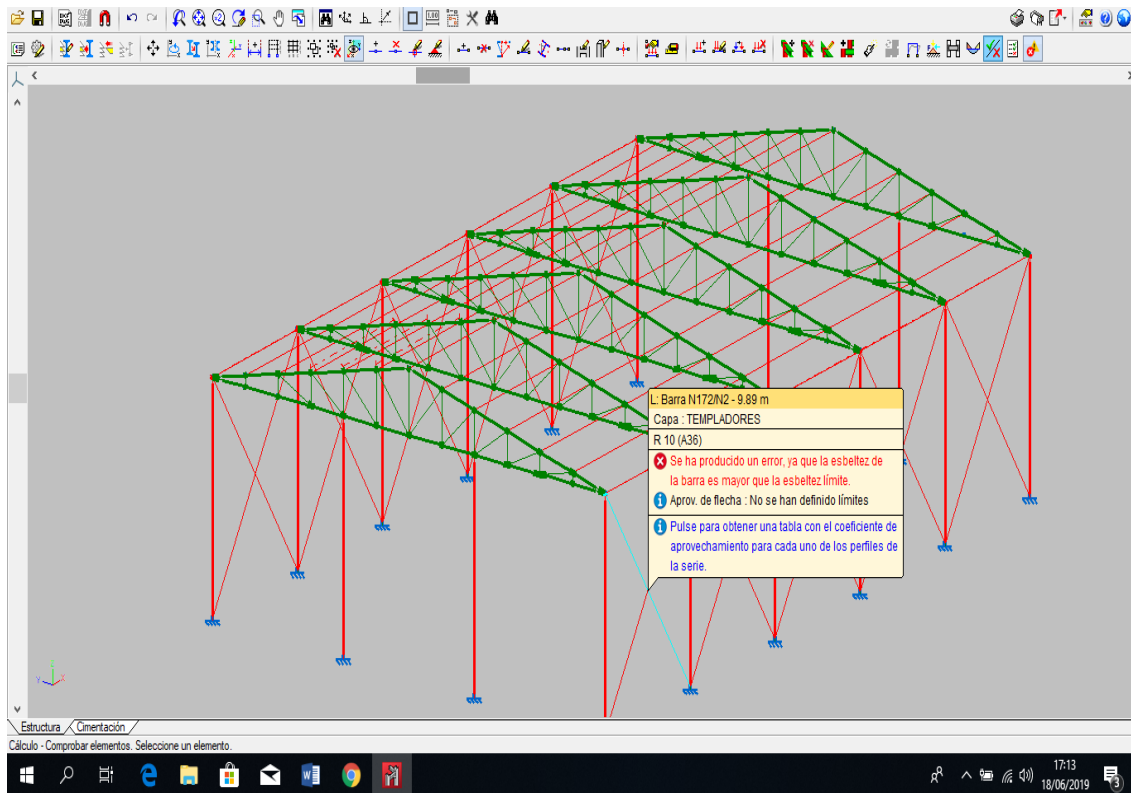
Fuente: Elaboración propia/Cype 3d

Figura 17. Análisis del diseño “peso propio”



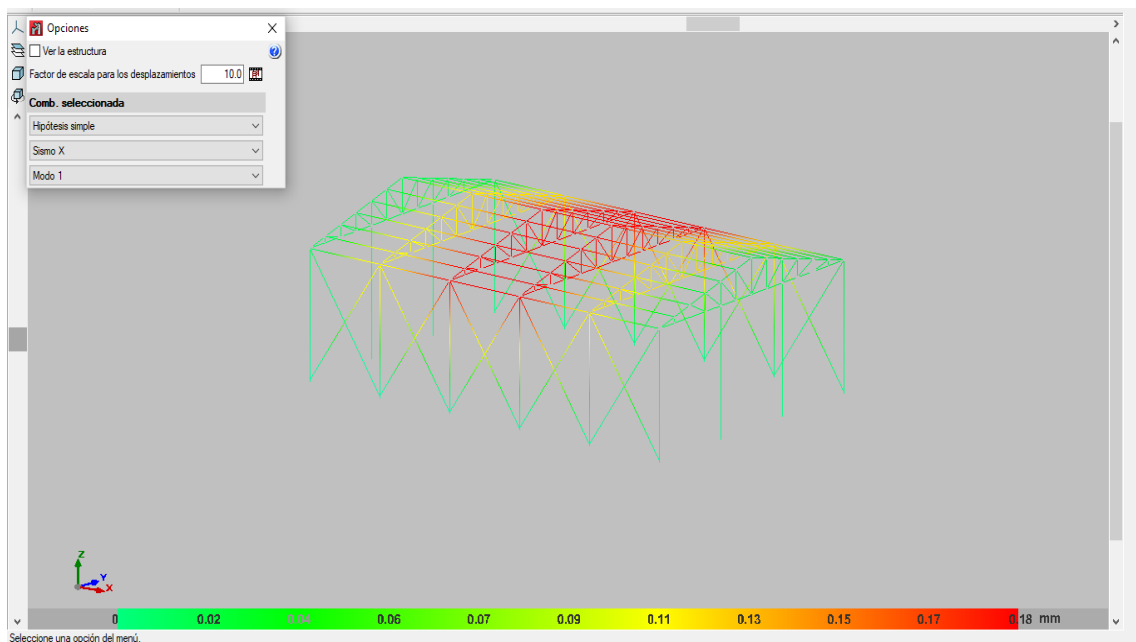
Fuente: Elaboración propia /Cype 3d

Figura 18. Análisis de la estructura “esbeltez”



Fuente: Elaboración propia/Cype 3d

Figura 19. Análisis de la estructura “sismo x”



Fuente: Elaboración propia /Cype 3d

3.2. Memoria de cálculo

3.2.1. Normas técnicas a trabajar

Cimentación: Norma Técnica E 060

Aceros: manual del AIS C – método

Cuadro 7. *Estados limites*

Estado límite ult. de rot. Hormigón Estado límite de serv. en Fisuración del Hormigón Tensiones sobre el área de influencia	NTE E.060
Estado límite Ult. de rotura del Acero	Manual internacional

Fuente: Elaboración propia

3.3. Hipótesis de diseño

PP Peso propio

CM PESO PROPIO CON CUBIERTA

CV PESO AL MOMENTO DE INSTALACION Y MANTENIMIENTO

V_x + VIENTO EN EL EJE X EN SENTIDO POSITIVO

V_x - VIENTO EN EL EJE X EN SENTIDO NEGATIVO

V_y + VIENTO EN EL EJE Y EN SENTIDO POSITIVO

V_y - VIENTO EN EL EJE Y EN SENTIDO NEGATIVO

SX Sismo en X

SY Sismo en Y

3.3.1. Memoria de cálculo de la columna tipo 1

Tabla 4. Descripción del elemento estructural “columna”.

Viga H de 450							
	Ubicación		Longitud (m)	Características de la columna			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _x ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	N410	N218	1.500	98.80	33740.00	1676.00	66.90
	Pandeo		Pandeo lateral				
	posición ZX	posición ZY	sup.	inf.			
B	1.00	1.00	0.00	0.00			
L _K	1.500	1.500	0.000	0.000			
C _b	-		1.000				

Fuente: Elaboración propia / cype 3d.

Tabla 5. Comprobaciones (ansi/aisc 360-10 (lrfd))

Barra									Estado
	P _t	l _c	P _c	M _x	M _y	V _x	V _y	PM _x M _y V _x V _y T	
N410/N218	N.P. ⁽¹⁾	l ≤ 200.0 Cumple	x: 0 m h = 8.4	x: 0 m h = 19.2	x: 0 m h = 7.9	x: 0.938 m h = 0.8	x: 1.125 m h = 2.9	x: 0 m h = 31.0	CUMPLE h = 31.0

Fuente: Elaboración propia / cype 3d

a) P_c = comprobación en resistencias a tracción

La comprobación no prosigue, porque no tenemos axil de tracción.

b) L_c = Limitación de esbeltez para compresión.

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

$$l : \underline{36} \quad \checkmark$$

Donde:

l: Coeficiente de esbeltez

$$l : \underline{36}$$

Donde:

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{7798} \text{ mm}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K : \underline{0.19}$$

r_y: Radio de giro respecto al eje Y

$$r_y : \underline{4.12} \text{ Cm}$$

Donde:

$$r_y : \underline{4.12} \text{ Cm}$$

Donde:

$$\mathbf{I}_y: \text{Momento de inercia respecto al eje Y} \quad \mathbf{I}_y : \underline{1676.00} \text{ cm}^4$$

$$\mathbf{A}: \text{Área total de la sección transversal de la barra.} \quad \mathbf{A} : \underline{98.80} \text{ cm}^2$$

c) Resistencia a compresión.

$$h_T : \underline{0.084} \quad \checkmark$$

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo P_r se produce en el nudo N410, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM+1.6·CV.

Donde:

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

$$\mathbf{P}_r : \underline{17.578} \text{ t}$$

P_c : Resistencia de diseño a compresión

$$\mathbf{P}_c : \underline{209.405} \text{ t}$$

Donde:

j_p : Factor de resistencia a compresión, tomado como:

$$\mathbf{j}_p : \underline{0.90}$$

P_n : Resistencia nominal a compresión:

$$\mathbf{P}_n : \underline{232.672} \text{ t}$$

para secciones con elementos esbeltos.

A : Área bruta de la sección de la barra.

$$\mathbf{A} : \underline{98.80} \text{ cm}^2$$

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

$$\mathbf{F}_{cr} : \underline{2354.98} \text{ kp/cm}^2$$

a) Cuando:

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$\mathbf{F}_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

i) para secciones doblemente simétricas, F_e es el menor valor de:

$$\mathbf{F}_e : \underline{15170.34} \text{ kp/cm}^2$$

$$\mathbf{F}_e : \underline{\infty}$$

Donde:

E: Módulo de elasticidad del acero	E : $\frac{2038735.98}{1}$ kp/cm ²
C_w: Constante de alabeo de la sección	C_w : $\frac{791000.00}{1}$ cm ⁶
K_z: Factor de longitud efectiva de pandeo alrededor del eje Z	K_z : $\frac{0.00}{1}$
L: Longitud de la barra	L : $\frac{7798}{1}$ mm
G: Módulo de elasticidad transversal del acero	G : $\frac{815494.39}{1}$ kp/cm ²
J: Momento de inercia a torsión uniforme	J : $\frac{66.90}{1}$ cm ⁴
I_x: Momento de inercia respecto al eje X	I_x : $\frac{33740.00}{1}$ cm ⁴
I_y: Momento de inercia respecto al eje Y	I_y : $\frac{1676.00}{1}$ cm ⁴
F_e: Tensión crítica elástica de pandeo, tomada como la menor de:	F_e : $\frac{15170.34}{1}$ kp/cm ²
	F_{ex} : $\frac{305398.11}{1}$ kp/cm ²

$$F_{ey} : \frac{15170.34}{1} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

E: Módulo de elasticidad del acero	E : $\frac{2038735.98}{1}$ kp/cm ²
K: Factor de longitud efectiva.	K_x : $\frac{0.19}{1}$
	K_y : $\frac{0.19}{1}$
L: Longitud de la barra	L : $\frac{7798}{1}$ mm
r: Radio de giro dominante	r_x : $\frac{18.48}{1}$ cm
	r_y : $\frac{4.12}{1}$ cm

Donde:

I: Momento de inercia	I_x : $\frac{33740.00}{1}$ cm ⁴
	I_y : $\frac{1676.00}{1}$ cm ⁴
A: Área total	A : $\frac{98.80}{1}$ cm ²

$$Q : \frac{0.99}{1}$$

3) para secciones formadas por elementos rigidizados y no rigidizados:

Q_s: se calcula de la siguiente forma:

$$Q_s : \frac{1.00}{1}$$

a) para alas en pilares laminados u otras barras comprimidas que incluyan elementos no rigidizados

i) Cuando:

$$Q_s : \frac{1.00}{1}$$

Donde:

b: Ancho del elemento comprimido no rigidizado	b : $\frac{95.00}{1}$ mm
t: Espesor del ala	t : $\frac{14.60}{1}$ mm
E: Módulo de elasticidad del acero	E : $\frac{2038735.98}{1}$ kp/cm ²
F_y: Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras	F_y : $\frac{2548.42}{1}$ kp/cm ²

$$Q_a : \underline{0.99}$$

Donde:

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{98.80} \text{ cm}^2$$

A_{eff}: Suma de las áreas eficaces de la sección transversal basadas en el ancho eficaz reducido 'h_e'.

$$A_{eff} : \underline{97.89} \text{ cm}^2$$

a) en elementos esbeltos uniformemente comprimidos, excepto alas de secciones cuadradas y rectangulares de espesor uniforme

i) Cuando:

$$h_e : \underline{411.09} \text{ mm}$$

Donde:

$$f : \underline{2375.39} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

F_{cr} es calculada asumiendo que Q = 1.0

h: Ancho del elemento comprimido no rigidizado

$$h : \underline{420.80} \text{ mm}$$

t: Espesor del alma

$$t : \underline{9.40} \text{ mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$$

d) **M_x= comprobación de Resistencias a flexion en x.**

Se necesita el siguiente criterio:

$$h_M : \underline{0.192} \quad \checkmark$$

Donde:

M_r: Resistencia para las combinaciones de carga del LRFD

$$M_r : \underline{7.483} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_e: Resistencias de diseños a flexión

$$M_e : \underline{39.037} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$j_b : \underline{0.90}$$

M_n: La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 2, Sección 1

$$M_n : \underline{43.374} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

M_r : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \frac{4.648}{\quad} \text{ t}\cdot\text{m}$$
$$M_r^- : \frac{7.483}{\quad} \text{ t}\cdot\text{m}$$

➤ **Fluencia**

$$M_n : \frac{43.374}{\quad} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \frac{2548.42}{\quad} \text{ kp/cm}^2$$

Z_x : Módulo resistente plástico respecto al eje X

$$Z_x : \frac{1702.00}{\quad} \text{ cm}^3$$

➤ **Pandeo lateral**

a) Si $L_b \leq L_p$, el estado límite de pandeo lateral no es de aplicación

Donde:

L_b : Distancia entre puntos de arriostramiento al desplazamiento lateral del ala comprimida o de la torsión de la sección transversal

$$L_b : \frac{0}{\quad} \text{ mm}$$

$$L_p : \frac{2050.29}{\quad} \text{ mm}$$

Donde:

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \frac{2038735.98}{\quad} \text{ kp/cm}^2$$

F_y : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \frac{2548.42}{\quad} \text{ kp/cm}^2$$

$$r_y : \frac{4.12}{\quad} \text{ cm}$$

Donde:

I_y : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \frac{1676.00}{\quad} \text{ cm}^4$$

A: Área total

$$A : \frac{98.80}{\quad} \text{ cm}^2$$

e) **M_y = comprobación Resistencias a flexion en Y.**

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$h_M : \frac{0.079}{\quad} \checkmark$$

Donde:

M_r : Resistencia a las combinaciones de carga

$$M_r : \frac{0.497}{\quad} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_c : Resistencias de diseños a flexión

$$M_c : \frac{6.330}{\quad} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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 : Factores de resist. flexión

$$j_b : \underline{0.90}$$

M_n : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 6, Sección 1

$$M_n : \underline{7.034} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

M_r : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.487} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.497} \text{ t}\cdot\text{m}$$

➤ Fluencia

$$M_n : \underline{7.034} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

Z_y : Módulo resistente plástico respecto al eje Y

$$Z_y : \underline{276.00} \text{ cm}^3$$

S_y : Módulo resistente elástico respecto al eje Y

$$S_y : \underline{176.42} \text{ cm}^3$$

Donde:

I_y : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{1676.00} \text{ cm}^4$$

x : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{95.00} \text{ mm}$$

f) V_x = comprobación de resistencia a corte en X.

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$h_v : \underline{0.008} \quad \checkmark$$

Donde:

V_r : Resistencia para combinaciones de cargas

$$V_r : \underline{0.584} \text{ t}$$

V_c : Resistencias de diseños a cortantes

$$V_c : \underline{76.349} \text{ t}$$

viene dada por:

Donde:

j_v : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

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

para secciones con simetría simple y doble cargadas en el eje débil, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo G - G-7).

$$V_n : \underline{84.832} \text{ t}$$

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

$$A_w : \underline{55.48} \text{ cm}^2$$

Donde:

b_f : Anchura total del ala

$$b_f : \underline{190.00} \text{ mm}$$

t_f : Espesor del ala

$$t_f : \underline{14.60} \text{ mm}$$

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)

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b : La mitad del ancho total del ala

$$b : \underline{95.00} \text{ mm}$$

t_f : Espesor del ala

$$t_f : \underline{14.60} \text{ mm}$$

E : Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$$

K_v : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

g) Resistencia a corte Y .

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$h_v : \underline{0.029} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_r se produce en un punto situado a una distancia de 1.125 m del nudo N410, para la combinación de hipótesis $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM + 0.5 \cdot CV - SY$.

Donde:

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

$$V_r : \underline{1.883} \text{ t}$$

V_c : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c : \underline{64.679} \text{ t}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

En la Sección G2.1 a:

j_v : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{1.00}$$

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

para almas de secciones con simetría simple o doble y en U sometidas a cortante en el plano del alma (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo G - G2).

$$V_n : \underline{64.679} \text{ t}$$

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

$$A_w : \underline{42.30} \text{ cm}^2$$

Donde:

d : Canto total

$$d : \underline{450.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma

$$t_w : \underline{9.40} \text{ mm}$$

➤ **Resistencia nominal a cortante**

a) para almas de perfiles laminados de sección en doble T cuando se cumple:

C_v : Coeficiente de cortante del alma

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

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

$$h : \underline{420.80} \text{ mm}$$

E : Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$$

➤ **Comprobación de rigidizadores transversales**

(a) si

No son necesarios rigidizadores transversales.

Donde:

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

$$h : \underline{420.80} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma

$$t_w : \underline{9.40} \text{ mm}$$

E : Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$$

F_y : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

h) Esfuerzos combinados y torsion.

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$$h : \underline{0.310} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^{ésimos} se producen en el nudo N410, para la combinaci3n de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM + 0.5 \cdot CV - SY$.

Donde:

Seg^{un} el cap^{itulo} H3.3, las secciones abiertas sometidas a torsi3n junto con tensiones combinadas, han de satisfacer la siguiente condici3n:

$$h < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Ya que la norma no proporciona una comprobaci3n general para secciones abiertas sometidas a torsi3n combinada con otros esfuerzos, se considera que este elemento debe cumplir, adem^{as}, los siguientes criterios para la tensi3n de Von Mises:

$$h : \underline{0.310} \quad \checkmark$$

$$h < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

$$h : \underline{0.096} \quad \checkmark$$

➤ **Resistencia de secciones no tubulares sometidas a torsi3n y tensiones combinadas**

T_r : Resistencia a torsi3n requerida

$$T_r : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$T_c : \underline{0.631} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

j_r : Factor de resistencia para torsi3n

$$j_r : \underline{0.90}$$

T_n : Resistencia nominal a torsi3n, definida como:

$$T_n : \underline{0.701} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

C : M3dulo resistente a torsi3n

$$C : \underline{45.82} \text{ cm}^3$$

b) El estado l^{imite} de fluencia bajo tensiones tangenciales por cortante

$$F_n : \underline{1529.05} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

F_y : L^{imite} el^{astico} m^{inimo} especificado del acero de las barras

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

Comprobaci3n de Von Mises (comprobaci3n adicional)

f_a : Tensión normal debida al esfuerzo axil (tracción o compresión) calculada para la sección bruta.

$$f_a : \underline{161.72} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

P_r : Resistencia requerida a compresión (para las combinaciones de carga LRFD).

$$P_r : \underline{15.978} \text{ t}$$

A : Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{98.80} \text{ cm}^2$$

f_{bx} : Tensión normal debida a flexión alrededor del eje x.

$$f_{bx} : \underline{499.05} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

M_{rx} : Resistencia requerida para alrededor de eje x para las combinaciones

$$M_{rx} : \underline{7.483} \text{ t-m}$$

I_x : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{33740.00} \text{ cm}^4$$

y: Coordenada y del punto pésimo respecto al centro de gravedad.

$$y : \underline{-225.00} \text{ mm}$$

f_{by} : Tensión normal debida a flexión alrededor del eje y.

$$f_{by} : \underline{36.97} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

M_{ry} : Resistencia alrededor del eje y para las combinaciones de carga.

$$M_{ry} : \underline{0.065} \text{ t-m}$$

I_y : nercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{1676.00} \text{ cm}^4$$

x: Coordenada x del punto pésimo respecto al centro de gravedad.

$$x : \underline{-95.00} \text{ mm}$$

f_{vx} : Tensión tangencial debida a cortante en la dirección x.

$$f_{vx} : \underline{0.00} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

V_x : Resistencia requerida a cortante en la dirección x (para las combinaciones de carga LRFD).

$$V_x : \underline{0.077} \text{ t}$$

Q_y : Momento estático respecto del eje y de la sección parcial de área correspondiente al punto pésimo.

$$Q_y : \underline{0.00} \text{ cm}^3$$

I_y : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{1676.00} \text{ cm}^4$$

b: Espesor del elemento en el punto pésimo.

$$b : \underline{14.60} \text{ mm}$$

f_{vy} : Tensión tangencial debida a cortante en la dirección y.

$$f_{vy} : \underline{0.00} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

V_y : Resistencia requerida

$$V_y : \underline{1.864} \text{ t}$$

Q_x : Momento estático respecto del eje x de la sección parcial de área correspondiente al punto pésimo.

$$Q_x : \underline{0.00} \text{ cm}^3$$

I_x : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{33740.00} \text{ cm}^4$$

b: Espesor del elemento en el punto pésimo.

$$b : \underline{14.60} \text{ mm}$$

f_r : Tensión tangencial debida a torsión.

$$f_T : \underline{-0.44} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

T_r : Resistencia requerida a torsión (para las combinaciones de carga LRFD).

$$T_r : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

J : Momento de inercia a torsión uniforme

$$J : \underline{66.90} \text{ cm}^4$$

b : Espesor del elemento en el punto pésimo.

$$b : \underline{14.60} \text{ mm}$$

F_a : Resistencia a compresión de la sección.

$$F_a : \underline{2119.48} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

j_c : Factor de seguridad para compresión.

$$j_c : \underline{0.90}$$

F_{cr} : Resistencia crítica de pandeo (calculada según el Capítulo E).

$$F_{cr} : \underline{2354.98} \text{ kp/cm}^2$$

F_{bx} , F_{by} : Resistencia de la sección a flexión alrededor de los ejes x y y, respectivamente.

$$F_{bx} : \underline{2293.58} \text{ kp/cm}^2$$

$$F_{by} : \underline{2293.58} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

j_b : Factor de resistencia para flexión.

$$j_b : \underline{0.90}$$

F_y : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

F_{vx} , F_{vy} : Resistencia de la sección a cortante en las direcciones x y y, respectivamente.

$$F_{vx} : \underline{1324.20} \text{ kp/cm}^2$$

$$F_{vy} : \underline{1324.20} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

j_v : resistencias para cortantes.

$$j_v : \underline{0.90}$$

F_y : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

F_T : Resistencia a torsión de la sección.

$$F_T : \underline{1324.20} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

j_T : Factor de resistencia para torsión

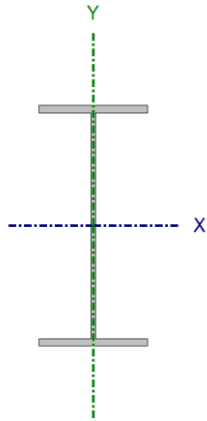
$$j_T : \underline{0.90}$$

F_y : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

3.3.2. Memoria de cálculo de la columna tipo 2

Tabla 6. Descripción del elemento estructural “columna”.

Perfil: IPE 400 Material: Acero (A36)						
	ubicación		Longitud (m)	Características		
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _x ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)
	N412	N234	1.500	84.50	23130.00	1318.00
	Pandeo		Pandeo lateral			
	ZX	ZY	sup.	inf.		
b	1.00	1.00	0.00	0.00		
L _K	1.500	1.500	0.000	0.000		
C _b	-		1.000			

Fuente: Elaboración propia / cype 3d

Tabla 7. Comprobaciones (ansi/aisc 360-10 (lrfd))

Barra									Estado
	P _t	I _c	P _c	M _x	M _y	V _x	V _y	PM _x M _y V _x V _y T	
N412/N234	N.P. ⁽¹⁾	1 £ 200.0 Cumple	x: 0 m h = 7.8	x: 0 m h = 13.3	x: 0 m h = 7.5	x: 1.125 m h = 0.7	x: 0 m h = 3.2	x: 0 m h = 28.5	CUMPLE h = 28.5

Fuente: Elaboración propia / cype 3d

a) Resistencia a tracción

La comprobación no prosigue, porqu no tenemos axil de tracción.

b) Limitación de esbeltez para compresión.

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

$$l : \underline{38} \quad \checkmark$$

Donde:

l: Coeficiente de esbeltez

$$l : \underline{38}$$

Donde:

L: Longitud de la barra **L :** 7798 mm
K: Factor de longitud efectiva. **K :** 0.19
r_y: Radio de giro respecto al eje Y **r_y :** 3.95 cm

Donde:

r_y : 3.95 cm

Donde:

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y **I_y :** 1318.00 cm⁴
A: Área total de la sección transversal de la barra. **A :** 84.50 cm²

c) P_c= Resistencia a compresión.

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:

h_T : 0.078 ✓

Donde:

P_r: Resistencia requerida para combinaciones de carga **P_r :** 13.951 t
P_c: Resistencia de diseño a compresión **P_c :** 179.540 t

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 E7-1-2: **P_n :** 199.489 t

para secciones con elementos esbeltos (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo E - E7-1-2).

A: Área bruta de la sección de la barra. **A :** 84.50 cm²
F_{cr}: Tensión de pandeo por flexión, tomada como: **F_{cr} :** 2360.81 kp/cm²

a) Cuando:

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras **F_y :** 2548.42 kp/cm²
i) para secciones doblemente simétricas, F_e es el menor valor de: **F_e :** 13948.80 kp/cm²

$$F_e : \underline{\quad \quad \quad \text{¥} \quad \quad \quad}$$

Donde:

E: Módulo de elasticidad del acero	E : $\underline{2038735.98}$ kp/cm ²
C_w: Constante de alabeo de la sección	C_w : $\underline{490000.00}$ cm ⁶
K_z: Factor de longitud efectiva de pandeo alrededor del eje Z	K_z : $\underline{0.00}$
L: Longitud de la barra	L : $\underline{7798}$ mm
G: Módulo de elasticidad transversal del acero	G : $\underline{815494.39}$ kp/cm ²
J: inercia a torsión	J : $\underline{51.10}$ cm ⁴
I_x: Momento de inercia respecto al eje X	I_x : $\underline{23130.00}$ cm ⁴
I_y: inercia al eje Y	I_y : $\underline{1318.00}$ cm ⁴
F_e: Tensión crítica elástica de pandeo, tomada como la menor de:	F_e : $\underline{13948.80}$ kp/cm ²

$$F_{ex} : \underline{244791.95} \text{ kp/cm}^2$$

$$F_{ey} : \underline{13948.80} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

E: Módulo de elasticidad del acero	E : $\underline{2038735.98}$ kp/cm ²
K: Factor de longitud efectiva.	K_x : $\underline{0.19}$
	K_y : $\underline{0.19}$
L: Longitud de la barra	L : $\underline{7798}$ mm
r: Radio de giro dominante	r_x : $\underline{16.54}$ cm
	r_y : $\underline{3.95}$ cm

Donde:

I: Momento de inercia	I_x : $\underline{23130.00}$ cm ⁴
	I_y : $\underline{1318.00}$ cm ⁴
A: Área total	A : $\underline{84.50}$ cm ²

$$Q : \underline{1.00}$$

➤ para secciones formadas por elementos rigidizados y no rigidizados:

Q_s: se calcula de la siguiente forma:

$$Q_s : \underline{1.00}$$

a) para alas en pilares laminados u otras barras comprimidas que incluyan elementos no rigidizados

i) Cuando:

$$Q_s : \underline{1.00}$$

Donde:

b: Ancho del elemento comprimido no rigidizado	b : $\underline{90.00}$ mm
t: Espesor del ala	t : $\underline{13.50}$ mm
E: Módulo de elasticidad del acero	E : $\underline{2038735.98}$ kp/cm ²

F_y : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

$$Q_a : \underline{1.00}$$

Donde:

A : Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{84.50} \text{ cm}^2$$

A_{eff} : Suma de las áreas eficaces de la sección transversal basadas en el ancho eficaz reducido ' h_e '.

$$A_{\text{eff}} : \underline{84.50} \text{ cm}^2$$

a) en elementos esbeltos uniformemente comprimidos, excepto alas de secciones cuadradas y rectangulares de espesor uniforme

ii) Cuando:

$$h_e : \underline{373.00} \text{ mm}$$

Donde:

h : Ancho del elemento comprimido no rigidizado

$$h : \underline{373.00} \text{ mm}$$

t : Espesor del alma

$$t : \underline{8.60} \text{ mm}$$

E : Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$$

d) Resistencia a flexión eje X

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$h_M : \underline{0.133} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo, M_r , se produce en el nudo N412, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM+0.5·CV-SY.

Donde:

M_r : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{3.984} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_c : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{29.977} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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

$$j_b : \underline{0.90}$$

M_n : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 2, Sección 1

$$M_n : \underline{33.308} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

M_r : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{3.736} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{3.984} \text{ t}\cdot\text{m}$$

➤ Fluencia

$$M_n : \underline{33.308} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

$$Z_x : \underline{1307.00} \text{ cm}^3$$

➤ Pandeo lateral

a) Si $L_b \leq L_p$, el estado límite de pandeo lateral no es de aplicación

Donde:

$$L_b : \underline{0} \text{ mm}$$

$$L_p : \underline{1966.02} \text{ mm}$$

Donde:

$$E : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$$

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

$$r_y : \underline{3.95} \text{ cm}$$

Donde:

$$I_y : \underline{1318.00} \text{ cm}^4$$

$$A : \underline{84.50} \text{ cm}^2$$

e) Resistencia a flexión eje Y

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$h_M : \underline{0.075} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo, M_r , se produce en el nudo N412, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM+SX.

Donde:

$$M_r : \text{Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD} \quad M_r : \underline{0.392} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_c : \text{Resistencia de diseño a flexión} \quad M_c : \underline{5.252} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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:

$$j_b : \text{Factor de resistencia a flexión} \quad j_b : \underline{0.90}$$

$$M_n : \text{La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 6, Sección 1} \quad M_n : \underline{5.836} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_r : \text{Resistencia a flexión requerida} \quad M_r^+ : \underline{0.392} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_r : \underline{0.312} \text{ t}\cdot\text{m}$$

➤ **Fluencia**

$$M_n : \underline{5.836} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

Z_y : Módulo resistente plástico respecto al eje Y

$$Z_y : \underline{229.00} \text{ cm}^3$$

S_y : Módulo resistente elástico respecto al eje Y

$$S_y : \underline{146.44} \text{ cm}^3$$

Donde:

I_y : inercias al eje Y

$$I_y : \underline{1318.00} \text{ cm}^4$$

x : Distancia ala fibra extrema

$$x : \underline{90.00} \text{ mm}$$

➤ **Pandeo local del ala**

a) Para secciones con alas compactas el estado límite de fluencia es de aplicación

3.5.3.6 Resistencia a corte eje x

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:

$$h_v : \underline{0.007} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_r se produce en un punto situado a una distancia de 1.125 m del nudo N412, para la combinación de hipótesis $1.2\cdot PP + 1.2\cdot CM + 0.5\cdot CV + SX$.

Donde:

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

$$V_r : \underline{0.445} \text{ t}$$

V_c : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c : \underline{66.881} \text{ t}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

j_v : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

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

para secciones con simetría simple y doble cargadas en el eje débil, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo G - G-7).

$$V_n : \underline{74.312} \text{ t}$$

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

b_f : Anchura total del ala

$$A_w : \underline{48.60} \text{ cm}^2$$

t_f : Espesor del ala

$$b_f : \underline{180.00} \text{ mm}$$

$$t_f : \underline{13.50} \text{ mm}$$

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)

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b : La mitad del ancho total del ala

$$b : \underline{90.00} \text{ mm}$$

t_f : Espesor del ala

$$t_f : \underline{13.50} \text{ mm}$$

E : Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$$

K_v : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{1.20}$$

f) Resistencia a corte eje Y

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$h_v : \underline{0.032} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_r se produce en el nudo N412, para la combinación de hipótesis $0.9 \cdot PP + 0.9 \cdot CM + V_y +$.

Donde:

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

$$V_r : \underline{1.689} \text{ t}$$

V_c : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c : \underline{52.599} \text{ t}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

En la Sección G2.1 a:

j_v : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{1.00}$$

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

para almas de secciones con simetría simple o doble y en U sometidas a cortante en el plano del alma (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo G - G2).

$$V_n : \underline{52.599} \text{ t}$$

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

$$A_w : \underline{34.40} \text{ cm}^2$$

Donde:

d : Canto total

$$d : \underline{400.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma

$$t_w : \underline{8.60} \text{ mm}$$

1. Resistencia nominal a cortante

a) para almas de perfiles laminados de sección en doble T cuando se cumple:

C_v : Coeficiente de cortante del alma

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

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

$$h : \underline{373.00} \text{ mm}$$

E : Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$$

2. Comprobación de rigidizadores transversales

(a) si

No son necesarios rigidizadores transversales.

Donde:

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

$$h : \underline{373.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma

$$t_w : \underline{8.60} \text{ mm}$$

E : Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$$

F_y : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

g) Esfuerzos cobinados y torsión.

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$$h : \underline{0.285} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N412, para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM + Vy+$.

Donde:

Según el capítulo H3.3, las secciones abiertas sometidas a torsión junto con tensiones combinadas, han de satisfacer la siguiente condición:

$$h : \underline{0.013} \quad \checkmark$$

Ya que la norma no proporciona una comprobación general para secciones abiertas sometidas a torsión combinada con otros esfuerzos, se considera que este elemento debe cumplir, además, los siguientes criterios para la tensión de Von Mises:

$$h : \underline{0.285} \quad \checkmark$$

$$h : \underline{0.018} \quad \checkmark$$

$$h : \underline{0.081} \quad \checkmark$$

2. Resistencia de secciones no tubulares sometidas a torsión y tensiones combinadas

T_r : Resistencia a torsión requerida

$$T_r : \underline{0.007} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$T_c : \underline{0.521} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

j_r : Factor de resistencia para torsión

$$j_r : \underline{0.90}$$

T_n : Resistencia nominal a torsión, definida como:

$$T_n : \underline{0.579} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

C : Módulo resistente a torsión

$$C : \underline{37.85} \text{ cm}^3$$

b) El estado límite de fluencia bajo tensiones tangenciales por cortante

$$F_n : \underline{1529.05} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

Comprobación de Von Mises (comprobación adicional)

f_a : Tensión normal debida al esfuerzo axial (tracción o compresión) calculada para la sección bruta.

$$f_a : \underline{141.33} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

P_r : Resistencia requerida a compresión (para las combinaciones de carga LRFD).

$$P_r : \underline{11.942} \text{ t}$$

A : Área total.

$$A : \underline{84.50} \text{ cm}^2$$

f_{bx} : Tensión normal debida a flexión alrededor del eje x.

$$f_{bx} : \underline{260.82} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

M_{rx} : flexión en x.

$$M_{rx} : \underline{3.016} \text{ t}\cdot\text{m}$$

I_x : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{23130.00} \text{ cm}^4$$

y : Coordenada y del punto pésimo respecto al centro de gravedad.

$$y : \underline{-200.00} \text{ mm}$$

f_{by} : Tensión normal debida a flexión alrededor del eje y.

$$f_{by} : \underline{239.32} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

M_{ry} : flexión en y.

$$M_{ry} : \underline{0.350} \text{ t}\cdot\text{m}$$

I_y : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{1318.00} \text{ cm}^4$$

x : Coordenada x del punto pésimo respecto al centro de gravedad.

$$x : \underline{-90.00} \text{ mm}$$

f_{vx} : Tensión tangencial debida a cortante en la dirección x.

$$f_{vx} : \underline{0.00} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

V_x : cortante en x.

$$V_x : \underline{0.436} \text{ t}$$

Q_y : Momento estático respecto del eje y de la sección parcial de área correspondiente al punto pésimo.

$$Q_y : \underline{0.00} \text{ cm}^3$$

I_y : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{1318.00} \text{ cm}^4$$

b : Espesor del elemento en el punto pésimo.

$$b : \underline{13.50} \text{ mm}$$

f_{vy} : Tensión tangencial debida a cortante en la dirección y.

$$f_{vy} : \underline{0.00} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

V_y : Resistencia requerida a cortante en la dirección y (para las combinaciones de carga LRFD).

$$V_y : \underline{1.669} \text{ t}$$

Q_x : Momento estático respecto del eje x de la sección parcial de área correspondiente al punto pésimo.

$$Q_x : \underline{0.00} \text{ cm}^3$$

I_x : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{23130.00} \text{ cm}^4$$

b: Espesor del elemento en el punto pésimo.
f_T: Tensión tangencial debida a torsión.

$$b : \frac{13.50}{\text{mm}}$$

$$f_T : \frac{-23.66}{\text{kp/cm}^2}$$

Donde:

T_r: Resistencia a torsión

$$T_r : \frac{0.007}{\text{t}\cdot\text{m}}$$

J: inercia a torsión

$$J : \frac{51.10}{\text{cm}^4}$$

b: Espesor del elemento en el punto pésimo.

$$b : \frac{13.50}{\text{mm}}$$

F_a: Resistencia a compresión de la sección.

$$F_a : \frac{2124.73}{\text{kp/cm}^2}$$

Donde:

j_c: Factor de seguridad para compresión.

$$j_c : \frac{0.90}{\text{kp/cm}^2}$$

F_{cr}: Resistencia crítica de pandeo (calculada según el Capítulo E).

$$F_{cr} : \frac{2360.81}{\text{kp/cm}^2}$$

F_{bx}, F_{by}: Resistencia de la sección a flexión alrededor de los ejes x y y, respectivamente.

$$F_{bx} : \frac{2293.58}{\text{kp/cm}^2}$$

$$F_{by} : \frac{2293.58}{\text{kp/cm}^2}$$

Donde:

j_b: Factor de resistencia para flexión.

$$j_b : \frac{0.90}{\text{kp/cm}^2}$$

F_y: Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$F_y : \frac{2548.42}{\text{kp/cm}^2}$$

F_{Vx}, F_{Vy}: Resistencia de la sección a cortante en las direcciones x y y, respectivamente.

$$F_{Vx} : \frac{1324.20}{\text{kp/cm}^2}$$

$$F_{Vy} : \frac{1324.20}{\text{kp/cm}^2}$$

Donde:

j_v: Factor de resistencia para cortante.

$$j_v : \frac{0.90}{\text{kp/cm}^2}$$

F_y: Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$F_y : \frac{2548.42}{\text{kp/cm}^2}$$

F_T: Resistencia a torsión de la sección.

$$F_T : \frac{1324.20}{\text{kp/cm}^2}$$

Donde:

j_T: Factor de resistencia para torsión

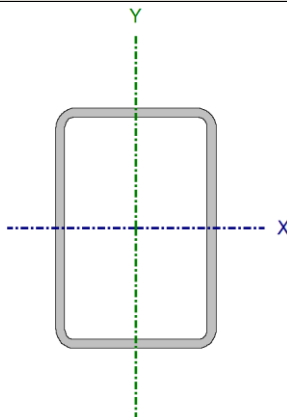
$$j_T : \frac{0.90}{\text{kp/cm}^2}$$

F_y: Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$F_y : \frac{2548.42}{\text{kp/cm}^2}$$

3.3.3. Memoria de cálculo de la viga principal “vibra superior”

Tabla 8. Descripción del elemento estructural “viga principal”.

Perfil: RECTANGULAR 150x100x6							
	Ubicación		Longitud (m)	Características			
	Inicio	Fin		Área	$I_x^{(1)}$	$I_y^{(1)}$	$I_t^{(2)}$
	N137	N138	1.707	27.61	831.97	442.40	947.34
	Pandeo		Pandeo lateral				
		PZX	ZY	sup.	inf.		
β	1.00	1.00	0.50	0.50			
L_K	1.707	1.707	0.853	0.853			
C_b	-		1.000				

Fuente: Elaboración propia / cype 3d

Tabla 9. Comprobaciones (ansi/aisc 360-10 (lrfd))

Barra									Estado
	P_t	λ_c	P_c	M_x	M_y	V_x	V_y	$PM_xM_yV_xV_yT$	
N137/N138	N.P. ⁽¹⁾	$\lambda \leq 200.0$ Cumple	x: 0.077 m $\eta = 2.8$	x: 0.077 m $\eta = 14.5$	x: 0.077 m $\eta = 3.5$	x: 1.015 m $\eta = 0.9$	x: 1.579 m $\eta = 2.8$	x: 0.077 m $\eta = 14.9$	CUMPLE $\eta = 14.9$

Fuente: Elaboración propia / cype 3d

a) Resistencia a tracción.

La comprobación no prosigue, porqu no tenemos axil de tracción.

b) Limitacion de esbeltez para compresión

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

$$\lambda : \underline{43} \quad \checkmark$$

Donde:

λ : Coeficiente de esbeltez

$$\lambda : \underline{43}$$

Donde:

L: Longitud de la barra

K: Factor de longitud efectiva.

r_y: Radio de giro respecto al eje Y

$$\underline{L} : 9786 \text{ mm}$$

$$\underline{K} : 0.17$$

$$\underline{r_y} : 4.00 \text{ cm}$$

Donde:

$$r_y : \underline{4.00} \text{ cm}$$

Donde:

$$I_y: \text{Momento de inercia respecto al eje Y} \quad I_y : \underline{442.40} \text{ cm}^4$$

$$A: \text{Área total de la sección transversal de la barra.} \quad A : \underline{27.61} \text{ cm}^2$$

Notas:

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

c) Resistencia a compresión.

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T : \underline{0.028} \quad \checkmark$$

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

$$P_r : \underline{1.594} \text{ t}$$

P_c : Resistencia de diseño a compresión

$$P_c : \underline{57.511} \text{ t}$$

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:

ϕ_p : Factor de resistencia a compresión, tomado como:

$$\phi_p : \underline{0.90}$$

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

$$P_n : \underline{63.902} \text{ t}$$

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.

$$A : \underline{27.61} \text{ cm}^2$$

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

$$F_{cr} : \underline{2314.34} \text{ kp/cm}^2$$

i) Cuando:

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

F_e : Tensión crítica elástica de pandeo, tomada como la menor de:

$$F_e : \underline{11070.47} \text{ kp/cm}^2$$

$$F_{ex} : \underline{20819.09} \text{ kp/cm}^2$$

	$F_{ey} :$	<u>11070.47</u>	kp/cm ²
Donde:			
E: Módulo de elasticidad del acero	E :	<u>2038735.98</u>	kp/cm ²
K: Factor de longitud efectiva.	K_x :	<u>0.17</u>	
	K_y :	<u>0.17</u>	
L: Longitud de la barra	L :	<u>9786</u>	mm
r: Radio de giro dominante	r_x :	<u>5.49</u>	cm
	r_y :	<u>4.00</u>	cm

Donde:			
I: Momento de inercia	I_x :	<u>831.97</u>	cm ⁴
	I_y :	<u>442.40</u>	cm ⁴
A: Área total de la sección transversal de la barra.	A :	<u>27.61</u>	cm ²

d) Resistencia a flexión eje x

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M : \underline{0.145} \quad \checkmark$$

Donde:			
M_r: Resistencia requerida para la combinaciones	M_r :	<u>0.454</u>	t·m
M_c: diseños a flexión	M_c :	<u>3.129</u>	t·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:			
ϕ_b : Factor de resistencia a flexión	$\phi_b :$	<u>0.90</u>	
M_n: La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 7, Sección 1	M_n :	<u>3.477</u>	t·m
Donde:			
M_r⁺: Resistencia a flexión requerida	M_r⁺ :	<u>0.454</u>	t·m
	M_r⁻ :	<u>0.279</u>	t·m

1. Fluencia

$$M_n : \underline{3.477} \quad \text{t·m}$$

Donde:			
F_y: Límite elástico mínimo especificado	F_y :	<u>2548.42</u>	kp/cm ²

Z_x: Módulo resistente plástico respecto al eje X

$$Z_x : \underline{136.44} \text{ cm}^3$$

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

e) Resistencia a flexión eje y

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M : \underline{0.035} \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo, M_r , se produce en un punto situado a una distancia de 0.077 m del nudo N137, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM+0.5·CV+SX.

Donde:

M_r: Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.082} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_c: Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{2.365} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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:

φ_b: Factor de resistencia a flexión

$$\phi_b : \underline{0.90}$$

M_n: La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 7, Sección 1

$$M_n : \underline{2.628} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

M_r: Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.079} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_r : \underline{0.082} \text{ t}\cdot\text{m}$$

1. Fluencia

$$M_n : \underline{2.628} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

Z_y: Módulo resistente plástico respecto al eje Y

$$Z_y : \underline{103.11} \text{ cm}^3$$

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

f) Resistencia a corte x

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v : \underline{0.009} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_r se produce en un punto situado a una distancia de 1.015 m del nudo N137, para la combinación de hipótesis $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM + 0.5 \cdot CV + SX$.

Donde:

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

$$V_r : \underline{0.108} \quad t$$

V_c : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c : \underline{12.550} \quad t$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

ϕ_v : Factor de resistencia a cortante

$$\phi_v : \underline{0.90}$$

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).

$$V_n : \underline{13.945} \quad t$$

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{2548.42} \quad \text{kp/cm}^2$$

$$A_w : \underline{9.12} \quad \text{cm}^2$$

Donde:

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

$$b : \underline{76.00} \quad \text{mm}$$

t_f : Espesor del ala

$$t_f : \underline{6.00} \quad \text{mm}$$

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)

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

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

$$b : \underline{76.00} \quad \text{mm}$$

t_f : Espesor del ala

$$t_f : \underline{6.00} \quad \text{mm}$$

E : Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{2038735.98} \quad \text{kp/cm}^2$$

K_v : Coeficiente de abolladura del alma

K_v : 5.00

g) Resistencia a corte y

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

η_v : 0.028 ✓

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_r se produce en un punto situado a una distancia de 1.579 m del nudo N137, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM+0.5·CV+SY.

Donde:

V_r : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD V_r : 0.589 t

V_c : Resistencia de diseño a cortante

V_c : 20.807 t

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

ϕ_v : Factor de resistencia a cortante

ϕ_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 : 23.119 t

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado

F_y : 2548.42 kp/cm²

A_w : 15.12 cm²

Donde:

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

h : 126.00 mm

t_w : Espesor del alma

t_w : 6.00 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)

C_v : 1.00

Donde:

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

h : 126.00 mm

t_w : Espesor del alma

t_w : 6.00 mm

E: Módulo de elasticidad del acero
K_v: Coeficiente de abolladura del alma

E : 2038735.98 kp/cm²
K_v : 5.00

h) Esfuerzos combinados y torsión.

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$$\eta : \underline{0.149} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.077 m del nudo N137, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM+0.5·CV+SY.

Donde:

η_1 : calculado según Artículo 1, Sección 1

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

b) Para

$$\eta_1 : \underline{0.15}$$

Donde:

P_r: Resistencia a compresión requerida	P_r : <u>0.374</u> t
P_c: Resistencia de diseño a compresión, calculado según el Capítulo E	P_c : <u>57.511</u> t
M_{rx}: Resistencia a flexión requerida en el eje fuerte	M_{rx} : <u>0.454</u> t·m
M_{cx}: calculado según el Capítulo F	M_{cx} : <u>3.129</u> t·m
M_{ry}: Resistencia a flexión requerida en el eje débil	M_{ry} : <u>0.001</u> t·m
M_{cy}: flexión en el eje débil, calculado según el Capítulo F	M_{cy} : <u>2.365</u> t·m

3. Secciones doblemente simétricas sometidas a flexocompresión simple

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

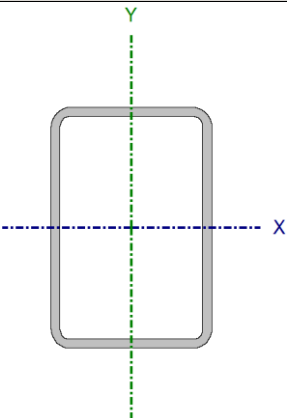
$$\eta_2 : \underline{0.03}$$

Donde:

P_r: Resistencia a compresión requerida	P_r : <u>0.374</u> t
P_{co}: Resistencia de diseño a compresión para pandeo fuera del plano de flexión calculado según el Capítulo E	P_{co} : <u>57.511</u> t
M_{rx}: Resistencia a flexión requerida en el eje fuerte	M_{rx} : <u>0.454</u> t·m
M_{cx}: Resistencia de diseño a flexión en el eje fuerte, calculado según el Capítulo F	M_{cx} : <u>3.129</u> t·m

3.3.4. Memoria de cálculo de la viga principal “vibra inferior”

Tabla 10. Descripción del elemento estructural “viga principal”.

Perfil: RECTANGULAR 150x100x6							
	Ubicación		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicio	Fin		Área	I_x	I_y	I_t
	N136	N390	1.670	27.61	831.97	442.40	947.34
	Pandeo			Pandeo lateral			
	ZX	ZY	sup.	inf.			
B	1.0	1.0	0.00	0.00			
L_k	1.670	1.670	0.000	0.000			
C_b	-		1.0				

Fuente: Elaboración propia / cype 3d.

Tabla 11. Comprobaciones (ansi/aisc 360-10 (lrfd))

Barra									Estado
	P_t	I_c	P_c	M_x	M_y	V_x	V_y	$PM_xM_yV_xV_yT$	
N136/N390	$h = 1.9$	1 £ 200.0 Cumple	$h = 0.6$	$x: 0.075$ m $h = 4.8$	$x: 0.075$ m $h = 3.9$	$h = 0.6$	$x: 0.075$ m $h = 0.8$	$x: 0.075$ m $h = 5.8$	CUMPLE h = 5.8

Fuente: Elaboración propia / cype 3d

a) Resistencia a tracción.

Se debe satisfacer:

$$h_T : \underline{0.019} \quad \checkmark$$

Donde:

P_r : tracción requerida

$$P_r : \underline{1.201} \text{ t}$$

P_c : Resistencia de diseño a tracción

$$P_c : \underline{63.328} \text{ t}$$

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:

$$j_t : \underline{0.90}$$

a) Para fluencia bajo tracción en la sección bruta:

$$P_n : \underline{70.365} \text{ t}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra.

A : 27.61 cm²

F_y: Límite elástico mínimo especificado

F_y : 2548.42 kp/cm²

b) Limitación de esbeltez para compresión

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

I : 42 ✓

Donde:

I: Coeficiente de esbeltez

I : 42

Donde:

L: Longitud de la barra

L : 19300 mm

K: Factor de longitud efectiva.

K : 0.09

r_y: Radio de giro respecto al eje Y

r_y : 4.00 cm

Donde:

r_y : 4.00 cm

Donde:

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y

I_y : 442.40 cm⁴

A: Área total de la sección transversal de la barra.

A : 27.61 cm²

c) Resistencia a compresión

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

h_T : 0.006 ✓

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo P_r se produce para la combinación de hipótesis 0.9·PP+0.9·CM+V_y+

Donde:

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

P_r : 0.359 t

P_c: Resistencia de diseño a compresión

P_c : 57.747 t

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:

$$\begin{aligned} j_p &: \text{Factor de resistencia a compresión, tomado como:} & j_p &: \underline{0.90} \\ P_n &: \text{Resistencia nominal a compresión, calculada según el} & P_n &: \underline{64.163} \text{ t} \\ & \text{Artículo E3-A:} \end{aligned}$$

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

Donde:

$$\begin{aligned} A &: \text{Área bruta de la sección de la barra.} & A &: \underline{27.61} \text{ cm}^2 \\ F_{cr} &: \text{Tensión de pandeo por flexión, tomada como:} & F_{cr} &: \underline{2323.80} \text{ kp/cm}^2 \end{aligned}$$

i) Cuando:

Donde:

$$\begin{aligned} F_y &: \text{Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras} & F_y &: \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2 \\ F_e &: \text{Tensión crítica elástica de pandeo, tomada como la menor de:} & F_e &: \underline{11559.99} \text{ kp/cm}^2 \\ & & F_{ex} &: \underline{21739.67} \text{ kp/cm}^2 \end{aligned}$$

$$F_{ey} : \underline{11559.99} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

$$\begin{aligned} E &: \text{Módulo de elasticidad del acero} & E &: \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2 \\ K &: \text{Factor de longitud efectiva.} & K_x &: \underline{0.09} \\ & & K_y &: \underline{0.09} \\ L &: \text{Longitud de la barra} & L &: \underline{19300} \text{ mm} \\ r &: \text{Radio de giro dominante} & r_x &: \underline{5.49} \text{ cm} \\ & & r_y &: \underline{4.00} \text{ cm} \end{aligned}$$

Donde:

$$\begin{aligned} I &: \text{Momento de inercia} & I_x &: \underline{831.97} \text{ cm}^4 \\ & & I_y &: \underline{442.40} \text{ cm}^4 \\ A &: \text{Área total de la sección transversal} & A &: \underline{27.61} \text{ cm}^2 \\ & \text{de la barra.} \end{aligned}$$

d) Resistencia a flexión eje x

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$h_M : \underline{0.048} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo, M_r , se produce en un punto situado a una distancia de 0.075 m del nudo N136, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM-SY.

Donde:

$$\begin{aligned} M_r &: \text{Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD} & M_r &: \underline{0.152} \text{ t}\cdot\text{m} \\ M_c &: \text{Resistencia de diseño a flexión} & M_c &: \underline{3.129} \text{ t}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

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:

$$j_b: \text{Factor de resistencia a flexión} \quad j_b : \underline{0.90}$$

$$M_n: \text{La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 7, Sección 1} \quad M_n : \underline{3.477} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_r: \text{Resistencia a flexión requerida} \quad M_r^+ : \underline{0.125} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.152} \text{ t}\cdot\text{m}$$

1. Fluencia

$$M_n : \underline{3.477} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$F_y: \text{Límite elástico mínimo especificado} \quad F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

$$Z_x: \text{Módulo resistente plástico respecto al eje X} \quad Z_x : \underline{136.44} \text{ cm}^3$$

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

e) Resistencia a flexión eje y

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$h_m : \underline{0.039} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo, M_r , se produce en un punto situado a una distancia de 0.075 m del nudo N136, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM+0.5·CV+Vy+.

Donde:

$$M_r: \text{Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD} \quad M_r : \underline{0.091} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_c: \text{Resistencia de diseño a flexión} \quad M_c : \underline{2.365} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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:

$$j_b: \text{Factor a flexión} \quad j_b : \underline{0.90}$$

$$M_n: \text{La resistencia nominal} \quad M_n : \underline{2.628} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$M_r: \text{Resistencia a flexión requerida} \quad M_r^+ : \underline{0.036} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.091} \text{ t}\cdot\text{m}$$

1. Fluencia

$$M_n : \underline{2.628} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

Z_y : Módulo resistente plástico respecto al eje Y

$$Z_y : \underline{103.11} \text{ cm}^3$$

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

f) Resistencia a corte x

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$h_v : \underline{0.006} \quad \checkmark$$

Donde:

V_r : cortante requerida

$$V_r : \underline{0.081} \text{ t}$$

V_c : Resistencia de diseño

$$V_c : \underline{12.550} \text{ t}$$

La resistencia viene dada por:

Donde:

j_v : Factor de resistencia a cortante

$$j_v : \underline{0.90}$$

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).

$$V_n : \underline{13.945} \text{ t}$$

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

$$A_w : \underline{9.12} \text{ cm}^2$$

Donde:

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

$$b : \underline{76.00} \text{ mm}$$

t_r : Espesor del ala

$$t_r : \underline{6.00} \text{ mm}$$

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)

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

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

$$\mathbf{b} : \underline{76.00} \text{ mm}$$

t_r: Espesor del ala

$$\mathbf{t_r} : \underline{6.00} \text{ mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$\mathbf{E} : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$$

K_v: Coeficiente de abolladura del alma

$$\mathbf{K_v} : \underline{5.00}$$

g) Resistencia a corte y

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$h_v : \underline{0.008} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_r se produce en un punto situado a una distancia de 0.075 m del nudo N136, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM-SY.

Donde:

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

$$\mathbf{V_r} : \underline{0.163} \text{ t}$$

V_c: Resistencia de diseño a cortante

$$\mathbf{V_c} : \underline{20.807} \text{ t}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

j_v: Factor de resistencia a cortante

$$\mathbf{j_v} : \underline{0.90}$$

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))

$$\mathbf{V_n} : \underline{23.119} \text{ t}$$

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado

$$\mathbf{F_y} : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

$$\mathbf{A_w} : \underline{15.12} \text{ cm}^2$$

Donde:

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

$$\mathbf{h} : \underline{126.00} \text{ mm}$$

t_w: Espesor del alma

$$\mathbf{t_w} : \underline{6.00} \text{ mm}$$

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)

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

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

t_w: Espesor del alma

E: Módulo de elasticidad del acero

K_v: Coeficiente de abolladura del alma

$$h : \underline{126.00} \text{ mm}$$

$$t_w : \underline{6.00} \text{ mm}$$

$$E : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$$

$$K_v : \underline{5.00}$$

h) Esfuerzos combinados y torsión

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$$h : \underline{0.058} \checkmark$$

Donde:

h: calculado según Artículo 1, Sección 2

2. Secciones con simetría doble y simple sometidas a flexión y tracción

b) Para

$$h : \underline{0.06}$$

Donde:

P_r: Resistencia requerida a tracción

P_c: Resistencia de diseño a tracción

M_{rx}: Resistencia a flexión requerida en el eje fuerte

M_{ex}: flexión en el eje fuerte

M_{ry}: Resistencia a flexión requerida en el eje débil

$$P_r : \underline{0.684} \text{ t}$$

$$P_c : \underline{63.328} \text{ t}$$

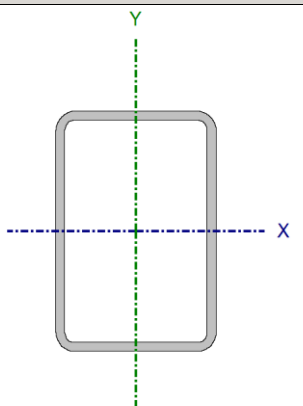
$$M_{rx} : \underline{0.125} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{ex} : \underline{3.129} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{ry} : \underline{0.031} \text{ t}\cdot\text{m}$$

3.3.5. Memoria de cálculo de la viga principal “montante”

Tabla 12. Descripción del elemento estructural “viga principal”.

RECTANGULAR 150x100x6							
	Ubicación		Longitud (m)	Características			
	Inicio	Fin		Área	I_x	I_y	I_t
	N139	N140	1.100	27.61	831.97	442.40	947.34
		Pandeo		Pandeo lateral			
		ZX	ZY	sup.	inf.		
	β	1.0	1.0	0.50	0.50		
L_k	1.100	1.100	0.550	0.550			
C_b	-		1.000				

Fuente: Elaboración propia / cype 3d

Tabla 13. Comprobaciones (ansi/aisc 360-10 (lrfd))

Barra	P_t	λ_c	P_c	M_x	M_y	V_x	V_y	$PM_xM_yV_xV_yT$	Estado
N139/N140	x: 0.964 m $\eta = 1.2$	$\lambda \leq 200.0$ Cumple	x: 0.082 m $\eta = 0.2$	x: 0.082 m $\eta = 7.8$	x: 0.965 m $\eta = 11.5$	x: 0.964 m $\eta = 2.2$	$\eta = 2.1$	x: 0.965 m $\eta = 14.4$	CUMPLE $\eta = 14.4$

Fuente: Elaboración propia / cype 3d

a) Resistencia a tracción

Se debe satisfacer:

$$\eta_T : 0.012 \quad \checkmark$$

Donde:

P_r : tracción requerida

$$P_r : 0.768 \text{ t}$$

P_c : Resistencia de diseño a tracción

$$P_c : 63.328 \text{ t}$$

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:

ϕ : Factor de resistencia a tracción, tomado como:

$$\phi : 0.90$$

a) Para fluencia bajo tracción en la sección bruta:

$$P_n : \underline{70.365} \text{ t}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra.
F_y: Límite elástico mínimo especificado

$$A : \underline{27.61} \text{ cm}^2$$
$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

b) Limitación de esbeltez para compresión

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

$$\lambda : \underline{27} \quad \checkmark$$

Donde:

λ: Coeficiente de esbeltez

$$\lambda : \underline{27}$$

Donde:

L: Longitud de la barra
K: Factor de longitud efectiva.
r_y: Radio de giro respecto al eje Y

$$L : \underline{883} \text{ mm}$$
$$K : \underline{1.25}$$
$$r_y : \underline{4.00} \text{ cm}$$

Donde:

$$r_y : \underline{4.00} \text{ cm}$$

Donde:

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y
A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$I_y : \underline{442.40} \text{ cm}^4$$
$$A : \underline{27.61} \text{ cm}^2$$

c) Resistencia a compresión

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

Donde:

P_r: compresión requerida
P_c: Resistencia de diseño a compresión

$$P_r : \underline{0.104} \text{ t}$$
$$P_c : \underline{60.843} \text{ t}$$

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:

Φ_p: Factor de resistencia a compresión, tomado como:
P_n: Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E3-A:

$$\Phi_p : \underline{0.90}$$
$$P_n : \underline{67.604} \text{ t}$$

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 : $\frac{27.61}{}$ cm ²
F_{cr}: Tensión de pandeo por flexión, tomada como:	F_{cr} : $\frac{2448.42}{}$ kp/cm ²

i) Cuando:

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras	F_y : $\frac{2548.42}{}$ kp/cm ²
F_e: Tensión crítica elástica de pandeo, tomada como la menor de:	F_e : $\frac{26644.34}{}$ kp/cm ²
	F_{ex} : $\frac{50107.25}{}$ kp/cm ²

F_{ey} : $\frac{26644.34}{}$ kp/cm²

Donde:

E: Módulo de elasticidad del acero	E : $\frac{2038735.98}{}$ kp/cm ²
K: Factor de longitud efectiva.	K_x : $\frac{1.25}{}$
	K_y : $\frac{1.25}{}$
L: Longitud de la barra	L : $\frac{883}{}$ mm
r: Radio de giro dominante	r_x : $\frac{5.49}{}$ cm
	r_y : $\frac{4.00}{}$ cm

Donde:

I: Momento de inercia	I_x : $\frac{831.97}{}$ cm ⁴
	I_y : $\frac{442.40}{}$ cm ⁴
A: Área	A : $\frac{27.61}{}$ cm ²

d) Resistencia a flexión eje x

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

η_M : $\frac{0.078}{}$ ✓

Donde:

M_r: comprobación requerida	M_r : $\frac{0.244}{}$ t·m
M_c: Resistencia de diseño a flexión	M_c : $\frac{3.129}{}$ t·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:

φ_b: Factor de resistencia a flexión	φ_b : $\frac{0.90}{}$
---	--

M_n : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 7, Sección 1

$$M_n : \underline{3.477} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

M_r : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.244} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.130} \text{ t}\cdot\text{m}$$

1. Fluencia

$$M_n : \underline{3.477} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

Z_x : Módulo resistente plástico respecto al eje X

$$Z_x : \underline{136.44} \text{ cm}^3$$

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

e) Resistencia a flexión eje y

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M : \underline{0.115} \quad \checkmark$$

Donde:

M_r : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.273} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_c : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{2.365} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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:

ϕ_b : Factor flexión

$$\phi_b : \underline{0.90}$$

M_n : Sección 1

$$M_n : \underline{2.628} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

M_r : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.235} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.273} \text{ t}\cdot\text{m}$$

1. Fluencia

$$M_n : \underline{2.628} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

Z_y : Módulo resistente plástico respecto al eje Y

$$Z_y : \underline{103.11} \text{ cm}^3$$

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

f) Resistencia a corte x

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\phi_v : \underline{0.022} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_r se produce en un punto situado a una distancia de 0.964 m del nudo N139, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM+0.5·CV+Vx+.

Donde:

V_r : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD $V_r : \underline{0.282} \text{ t}$

V_c : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c : \underline{12.550} \text{ t}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

ϕ_v : Factor de resistencia a cortante $\phi_v : \underline{0.90}$

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))

$$V_n : \underline{13.945} \text{ t}$$

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado $F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$

$$A_w : \underline{9.12} \text{ cm}^2$$

Donde:

b : Distancia libre entre almas menos el radio de acuerdo a cada lado $b : \underline{76.00} \text{ mm}$

t_r : Espesor del ala $t_r : \underline{6.00} \text{ mm}$

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)

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b : Distancia libre entre almas menos el radio de acuerdo a cada lado $b : \underline{76.00} \text{ mm}$

t_r : Espesor del ala $t_r : \underline{6.00} \text{ mm}$

E : Módulo de elasticidad del acero $E : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$

K_v : Coeficiente de abolladura del alma

K_v : 5.00

g) Resistencia a corte y

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

ϕ_v : 0.021 ✓

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_r se produce para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM+0.5·CV+SY.

Donde:

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

V_r : 0.430 t

V_c : Resistencia de diseño a cortante

V_c : 20.807 t

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

ϕ_v : Factor de resistencia a cortante

ϕ_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 : 23.119 t

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado

F_y : 2548.42 kp/cm²

A_w : 15.12 cm²

Donde:

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

h : 126.00 mm

t_w : Espesor del alma

t_w : 6.00 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)

C_v : 1.00

Donde:

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

h : 126.00 mm

t_w : Espesor del alma

t_w : 6.00 mm

E : Módulo de elasticidad del acero

E : 2038735.98 kp/cm²

K_v : Coeficiente de abolladura del alma

K_v : 5.00

h) Esfuerzos combinados y torsión

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$$\eta : \underline{0.144} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.965 m del nudo N139, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM+0.5·CV+Vx+.

Donde:

2. Secciones con simetría doble y simple sometidas a flexión y tracción

b) Para

$$\eta : \underline{0.14}$$

Donde:

P_r : Resistencia requerida a tracción

$$P_r : \underline{0.627} \text{ t}$$

P_c : Resistencia de diseño a tracción, calculado según el Capítulo D, Sección D2

$$P_c : \underline{63.328} \text{ t}$$

M_{rx} : Resistencia a flexión requerida en el eje fuerte

$$M_{rx} : \underline{0.075} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_{cx} : Resistencia de diseño a flexión en el eje fuerte, calculado según el Capítulo F

$$M_{cx} : \underline{3.129} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_{ry} : Resistencia a flexión requerida en el eje débil

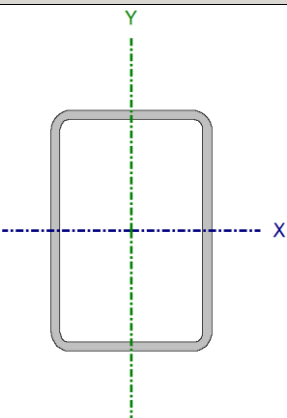
$$M_{ry} : \underline{0.273} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_{cy} : Resistencia de diseño a flexión en el eje débil, calculado según el Capítulo F

$$M_{cy} : \underline{2.365} \text{ t}\cdot\text{m}$$

3.3.6. Memoria de cálculo de la viga principal “diagonal”

Tabla 14. Descripción del elemento estructural “viga principal”.

Perfil: RECTANGULAR 150x100x6							
	ubicación		Longitud (m)	Características			
	Inicio	Fin		Área	I_x	I_y	I_t
	N141	N140	1.997	27.61	831.97	442.40	947.34
		Pandeo		Pandeo lateral			
	ZX	ZY	sup.	inf.			
β	1.0	1.00	0.50	0.50			
L_k	1.997	1.997	0.998	0.998			
C_b	-		1.0				

Fuente: Elaboración propia / cype 3d

Tabla 15. Comprobaciones (ansi/aisc 360-10 (lrfd)).

Barra									Estado
	P_t	λ_c	P_c	M_x	M_y	V_x	V_y	$PM_xM_yV_xV_yT$	
N141/N140	x: 1.891 m $\eta = 0.6$	$\lambda \leq 200.0$ Cumple	x: 0.24 m $\eta = 3.5$	x: 0.24 m $\eta = 17.2$	x: 1.892 m $\eta = 5.1$	x: 1.892 m $\eta = 0.6$	x: 0.24 m $\eta = 2.5$	x: 0.24 m $\eta = 18.5$	CUMPLE $\eta = 18.5$

Fuente: Elaboración propia / cype 3d

a) Resistencia a tracción

Se debe satisfacer:

$$\eta_T : \underline{0.006} \quad \checkmark$$

Donde:

P_r : tracción requerida

$$P_r : \underline{0.362} \text{ t}$$

P_c : Resistencia de diseño a tracción

$$P_c : \underline{63.328} \text{ t}$$

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:

ϕ_t : Factor de resistencia a tracción, tomado como:

$$\phi_t : \underline{0.90}$$

a) Para fluencia bajo tracción en la sección bruta:

$$P_n : \underline{70.365} \text{ t}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección de la barra.

$$A : \underline{27.61} \text{ cm}^2$$

F_y : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

b) Limitación de esbeltez para compresión

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

$$\lambda : \underline{50} \quad \checkmark$$

Donde:

λ : Coeficiente de esbeltez

$$\lambda : \underline{50}$$

Donde:

L : Longitud de la barra

$$L : \underline{1652} \text{ mm}$$

K : Factor de longitud efectiva.

$$K : \underline{1.21}$$

r_y : Radio de giro respecto al eje Y

$$r_y : \underline{4.00} \text{ cm}$$

Donde:

$$r_y : \underline{4.00} \text{ cm}$$

Donde:

$$\begin{aligned} I_y &: \text{Momento de inercia respecto al eje Y} & I_y &: \underline{442.40} \text{ cm}^4 \\ A &: \text{Área total de la sección transversal de la barra.} & A &: \underline{27.61} \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

c) Resistencia a compresión

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T : \underline{0.035} \quad \checkmark$$

Donde:

$$\begin{aligned} P_r &: \text{compresión requerida} & P_r &: \underline{1.969} \text{ t} \\ P_c &: \text{Resistencia de diseño a compresión} & P_c &: \underline{55.501} \text{ t} \end{aligned}$$

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:

$$\begin{aligned} \Phi_p &: \text{Factor de resistencia a compresión, tomado como:} & \Phi_p &: \underline{0.90} \\ P_n &: \text{Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E3-A:} & P_n &: \underline{61.668} \text{ t} \end{aligned}$$

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

Donde:

$$\begin{aligned} A &: \text{Área bruta de la sección de la barra.} & A &: \underline{27.61} \text{ cm}^2 \\ F_{cr} &: \text{Tensión de pandeo por flexión, tomada como:} & F_{cr} &: \underline{2233.43} \text{ kp/cm}^2 \end{aligned}$$

i) Cuando:

Donde:

$$\begin{aligned} F_y &: \text{Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras} & F_y &: \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2 \\ F_e &: \text{Tensión crítica elástica de pandeo, tomada como la menor de:} & F_e &: \underline{8084.61} \text{ kp/cm}^2 \\ F_{ex} &: & F_{ex} &: \underline{15203.89} \text{ kp/cm}^2 \end{aligned}$$

$$F_{ey} : \underline{8084.61} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

$$\begin{aligned} E &: \text{Módulo de elasticidad del acero} & E &: \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2 \\ K &: \text{Factor de longitud efectiva.} & K_x &: \underline{1.21} \\ & & K_y &: \underline{1.21} \\ L &: \text{Longitud de la barra} & L &: \underline{1652} \text{ mm} \\ r &: \text{Radio de giro dominante} & r_x &: \underline{5.49} \text{ cm} \\ & & r_y &: \underline{4.00} \text{ cm} \end{aligned}$$

Donde:

$$\begin{aligned} \text{I: Momento de inercia} & \quad \text{I}_x : \underline{831.97} \text{ cm}^4 \\ & \quad \text{I}_y : \underline{442.40} \text{ cm}^4 \\ \text{A: \u00c1rea total de la secci\u00f3n transversal} & \quad \text{A} : \underline{27.61} \text{ cm}^2 \\ \text{de la barra.} & \end{aligned}$$

d) Comprobacion a flexi\u00f3n en x

$$\eta_M : \underline{0.172} \quad \checkmark$$

Donde:

$$\begin{aligned} \text{M}_r: \text{flexi\u00f3n requerida} & \quad \text{M}_r : \underline{0.538} \text{ t}\cdot\text{m} \\ \text{M}_c: \text{dise\u00f1o a flexi\u00f3n} & \quad \text{M}_c : \underline{3.129} \text{ t}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

La resistencia de dise\u00f1o a flexi\u00f3n para secciones sometidas a momento flector es el menor valor de los obtenidos seg\u00fan los estados l\u00edmite descritos en el Cap\u00edtulo F:

Donde:

$$\begin{aligned} \phi_b: \text{Factor de resistencia a flexi\u00f3n} & \quad \phi_b : \underline{0.90} \\ \text{M}_n: \text{La resistencia nominal a flexi\u00f3n calculada seg\u00fan Art\u00edculo 7, Secci\u00f3n} & \quad \text{M}_n : \underline{3.477} \text{ t}\cdot\text{m} \\ 1 & \end{aligned}$$

Donde:

$$\begin{aligned} \text{M}_r: \text{Resistencia a flexi\u00f3n requerida} & \quad \text{M}_r^+ : \underline{0.463} \text{ t}\cdot\text{m} \\ & \quad \text{M}_r^- : \underline{0.538} \text{ t}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

1. Fluencia

$$\text{M}_n : \underline{3.477} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$\begin{aligned} \text{F}_y: \text{L\u00edmite el\u00e1stico m\u00ednimo especificado} & \quad \text{F}_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2 \\ \text{Z}_x: \text{M\u00f3dulo resistente pl\u00e1stico respecto al eje X} & \quad \text{Z}_x : \underline{136.44} \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

2. Pandeo local del ala

a) para secciones compactas, el estado l\u00edmite de pandeo local del ala no se aplica

3. Pandeo local del alma

a) para secciones compactas, el estado l\u00edmite de pandeo local del alma no es de aplicaci\u00f3n

e) Resistencia a flexi\u00f3n eje y

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M : \underline{0.051} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo, M_r , se produce en un punto situado a una distancia de 1.892 m del nudo N141, para la combinación de acciones 0.9·PP+0.9·CM+Vy+.

Donde:

M_r : flexión requerida

$$M_r : \frac{0.120}{\quad} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_c : diseño a flexión

$$M_c : \frac{2.365}{\quad} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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:

ϕ_b : Factor de resistencia a flexión

$$\phi_b : \frac{0.90}{\quad}$$

M_n : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 7, Sección 1

$$M_n : \frac{2.628}{\quad} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

M_r : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \frac{0.120}{\quad} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \frac{0.109}{\quad} \text{ t}\cdot\text{m}$$

1. Fluencia

$$M_n : \frac{2.628}{\quad} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \frac{2548.42}{\quad} \text{ kp/cm}^2$$

Z_y : Módulo resistente plástico respecto al eje Y

$$Z_y : \frac{103.11}{\quad} \text{ cm}^3$$

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

f) Resistencia a corte x

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v : \frac{0.006}{\quad} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_r se produce en un punto situado a una distancia de 1.892 m del nudo N141, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM+0.5·CV+Vy+.

Donde:

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

$$V_r : \frac{0.077}{\quad} \text{ t}$$

V_c : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c : \frac{12.550}{\quad} \text{ t}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

ϕ_v : Factor de resistencia a cortante

$$\phi_v : \underline{0.90}$$

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).

$$V_n : \underline{13.945} \text{ t}$$

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

$$A_w : \underline{9.12} \text{ cm}^2$$

Donde:

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

$$b : \underline{76.00} \text{ mm}$$

t_r : Espesor del ala

$$t_r : \underline{6.00} \text{ mm}$$

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)

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

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

$$b : \underline{76.00} \text{ mm}$$

t_r : Espesor del ala

$$t_r : \underline{6.00} \text{ mm}$$

E : Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$$

K_v : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{5.00}$$

g) Resistencia a corte y

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v : \underline{0.025} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_r se produce en un punto situado a una distancia de 0.240 m del nudo N141, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM+0.5·CV+SY.

Donde:

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

$$V_r : \underline{0.516} \text{ t}$$

V_c : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c : \underline{20.807} \text{ t}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

ϕ_v : Factor de resistencia a cortante

$$\phi_v : \underline{0.90}$$

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))

$$V_n : \underline{23.119} \text{ t}$$

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

$$A_w : \underline{15.12} \text{ cm}^2$$

Donde:

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

$$h : \underline{126.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma

$$t_w : \underline{6.00} \text{ mm}$$

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)

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

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

$$h : \underline{126.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma

$$t_w : \underline{6.00} \text{ mm}$$

E : Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$$

K_v : Coeficiente de abolladura del alma

$$K_v : \underline{5.00}$$

h) Esfuerzos combinados y torsión.

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$$\eta : \underline{0.185} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.240 m del nudo N141, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM+0.5·CV+SY.

Donde:

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

b) Para

$$\eta_1 : \underline{0.19}$$

Donde:

P_r : Resistencia a compresión requerida	$P_r : 0.299 \text{ t}$
P_c : Resistencia de diseño a compresión, calculado según el Capítulo E	$P_c : 55.501 \text{ t}$
M_{rx} : Resistencia a flexión requerida en el eje fuerte	$M_{rx} : 0.537 \text{ t}\cdot\text{m}$
M_{ex} : flexión en el eje	$M_{ex} : 3.129 \text{ t}\cdot\text{m}$
M_{ry} : Resistencia a flexión requerida en el eje débil	$M_{ry} : 0.026 \text{ t}\cdot\text{m}$
M_{ey} : flexión en el eje débil	$M_{ey} : 2.365 \text{ t}\cdot\text{m}$

3. Secciones doblemente simétricas sometidas a flexocompresión simple

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

$$\eta_2 : 0.03$$

Donde:

P_r : Resistencia a compresión requerida	$P_r : 0.299 \text{ t}$
P_{co} : Resistencia de diseño a compresión para pandeo fuera del plano de flexión calculado según el Capítulo E	$P_{co} : 55.501 \text{ t}$
M_{rx} : Resistencia a flexión requerida en el eje fuerte	$M_{rx} : 0.537 \text{ t}\cdot\text{m}$
M_{ex} : flexión en el eje fuerte	$M_{ex} : 3.129 \text{ t}\cdot\text{m}$

3.3.7. Memoria de cálculo de la viga secundaria

Tabla 16. Descripción del elemento estructural “viga secundaria”.

Perfil: W16X36						
Ubicación	Fin	Longitud (m)	Características			
			Área	I_x	I_y	I_t
N4	N327	2.896	68.39	18647.17	1019.77	22.68
			Pandeo		Pandeo lateral	
			ZX	ZY	sup.	inf.
β	1.0	1.00			0.50	0.50
L_K	2.896	2.896			1.448	1.448
C_b		-			1.0	

Fuente: elaboración propia / cype 3d

Tabla 17. Comprobaciones (ansi/aisc 360-10 (lrfd))

Barra									Estado
	P _t	λ _c	P _c	M _x	M _y	V _x	V _y	PM _x M _y V _x V _y T	
N4/N327	x: 2.689 m η < 0.1	λ ≤ 200.0 Cumple	x: 2.482 m η = 0.7	x: 0 m η = 1.5	x: 0 m η = 6.1	x: 2.482 m η = 0.2	x: 0 m η = 0.6	x: 0 m η = 10.4	CUMPLE η = 10.4

Fuente: Elaboración propia / cype 3d

a) Resistencia a tracción

Se debe satisfacer:

$$\eta_T < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Donde:

P_r: tracción requerida
P_c: diseño a tracción

$$P_r : \underline{0.035} \text{ t}$$

$$P_c : \underline{156.851} \text{ t}$$

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:

φ_t: Factor de resistencia a tracción, tomado como:
a) Para fluencia bajo tracción en la sección bruta:

$$\phi_t : \underline{0.90}$$

$$P_n : \underline{174.279} \text{ t}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra.
F_y: Límite elástico mínimo especificado

$$A : \underline{68.39} \text{ cm}^2$$

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

b) Limitación de esbeltez para compresión.

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

$$\lambda : \underline{75} \quad \checkmark$$

Donde:

λ: Coeficiente de esbeltez

$$\lambda : \underline{75}$$

Donde:

L: Longitud de la barra
K: Factor de longitud efectiva.
r_y: Radio de giro respecto al eje Y

$$L : \underline{5950} \text{ mm}$$

$$K : \underline{0.49}$$

$$r_y : \underline{3.86} \text{ cm}$$

Donde:

$$r_y : \underline{3.86} \text{ cm}$$

Donde:

I_y : Momento de inercia respecto al eje Y	I_y : $\frac{1019.77}{\quad}$ cm ⁴
A : Área total de la sección transversal de la barra.	A : $\frac{68.39}{\quad}$ cm ²

c) Resistencia a compresión.

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

η_T : $\frac{0.007}{\quad}$ ✓

El axil de compresión solicitante de cálculo pésimo P_r se produce en un punto situado a una distancia de 2.482 m del nudo N4, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM+0.5·CV-SX.

Donde:

P_r : Resistencia a compresión requerida para las combinaciones de carga LRFD	P_r : $\frac{0.804}{\quad}$ t
P_e : Resistencia de diseño a compresión	P_e : $\frac{115.235}{\quad}$ t

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:

ϕ_p : Factor de resistencia a compresión, tomado como:	ϕ_p : $\frac{0.90}{\quad}$
P_n : Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E7-1-2:	P_n : $\frac{128.038}{\quad}$ t

para secciones con elementos esbeltos (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo E - E7-1-2).

A : Área bruta de la sección de la barra.	A : $\frac{68.39}{\quad}$ cm ²
F_{cr} : Tensión de pandeo por flexión, tomada como:	F_{cr} : $\frac{1872.26}{\quad}$ kp/cm ²

a) Cuando:

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras	F_y : $\frac{2548.42}{\quad}$ kp/cm ²
i) para secciones doblemente simétricas, F_e es el menor valor de:	F_e : $\frac{3577.60}{\quad}$ kp/cm ²
	F_e : $\frac{20071.82}{\quad}$ kp/cm ²

Donde:

E: Módulo de elasticidad del acero	E : $\frac{2038735.98}{\quad}$ kp/cm ²
C_w : Constante de alabeo de la sección	C_w : $\frac{392062.37}{\quad}$ cm ⁶
K_z : Factor de longitud efectiva de pandeo alrededor del eje Z	K_z : $\frac{0.24}{\quad}$
L: Longitud de la barra	L : $\frac{5950}{\quad}$ mm

G: Módulo de elasticidad transversal del acero

$$G : \frac{815494.39}{\text{kp/cm}^2}$$

J: Momento de inercia a torsión uniforme

$$J : \frac{22.68}{\text{cm}^4}$$

I_x: Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \frac{18647.17}{\text{cm}^4}$$

I_y: inercia en Y

$$I_y : \frac{1019.77}{\text{cm}^4}$$

F_e: Tensión crítica elástica de pandeo, tomada como la menor de:

$$F_e : \frac{3577.60}{\text{kp/cm}^2}$$

$$F_{ex} : \frac{65418.89}{\text{kp/cm}^2}$$

$$F_{ey} : \frac{3577.60}{\text{kp/cm}^2}$$

Donde:

E : Módulo elasticidad del acero

$$E : \frac{2038735.98}{\text{kp/cm}^2}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K_x : \frac{0.49}{\text{---}}$$

$$K_y : \frac{0.49}{\text{---}}$$

L: Longitud de la barra

$$L : \frac{5950}{\text{mm}}$$

r: Radio de giro dominante

$$r_x : \frac{16.51}{\text{cm}}$$

$$r_y : \frac{3.86}{\text{cm}}$$

Donde:

I: Momento de inercia

$$I_x : \frac{18647.17}{\text{cm}^4}$$

$$I_y : \frac{1019.77}{\text{cm}^4}$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \frac{68.39}{\text{cm}^2}$$

$$Q : \frac{0.99}{\text{---}}$$

3) para secciones formadas por elementos rigidizados y no rigidizados:

Q_s: se calcula de la siguiente forma:

$$Q_s : \frac{1.00}{\text{---}}$$

a) para alas en pilares laminados u otras barras comprimidas que incluyan elementos no rigidizados

i) Cuando:

$$Q_s : \frac{1.00}{\text{---}}$$

Donde:

b: Ancho del elemento comprimido no rigidizado

$$b : \frac{88.77}{\text{mm}}$$

t: Espesor del ala

$$t : \frac{10.92}{\text{mm}}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \frac{2038735.98}{\text{kp/cm}^2}$$

F_y: Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$F_y : \frac{2548.42}{\text{kp/cm}^2}$$

$$Q_a : \frac{0.99}{\text{---}}$$

Donde:

A: Área sección.

$$A : \frac{68.39}{\text{cm}^2}$$

A_{eff}: Suma de las áreas eficaces de la sección transversal basadas en el ancho eficaz reducido 'h_e'.

$$A_{eff} : \frac{67.41}{\text{cm}^2}$$

a) en elementos esbeltos uniformemente comprimidos, excepto alas de secciones cuadradas y rectangulares de espesor uniforme

i) Cuando:

$$h_e : \underline{368.91} \text{ mm}$$

Donde:

$$f : \underline{1891.42} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

F_{cr} es calculada asumiendo que $Q = 1.0$

h: Ancho del elemento comprimido no rigidizado

$$h : \underline{382.02} \text{ mm}$$

t: Espesor del alma

$$t : \underline{7.49} \text{ mm}$$

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$$

d) Resistencia a flexión eje x

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M : \underline{0.015} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo, M_r , se produce en el nudo N4, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM+Vx+.

Donde:

M_r: Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.363} \text{ t·m}$$

M_c: Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{24.054} \text{ t·m}$$

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:

φ_b: Factor de resistencia a flexión

$$\phi_b : \underline{0.90}$$

M_n: La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 2, Sección 1

$$M_n : \underline{26.727} \text{ t·m}$$

Donde:

M_r: Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.202} \text{ t·m}$$

$$M_r^- : \underline{0.363} \text{ t·m}$$

1. Fluencia

$$M_n : \underline{26.727} \text{ t·m}$$

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

Z_x: Módulo resistente plástico respecto al eje X

$$Z_x : \underline{1048.77} \text{ cm}^3$$

2. Pandeo lateral

a) Si $L_b \leq L_p$, el estado límite de pandeo lateral no es de aplicación

Donde:

L_b : Distancia entre puntos de arriostramiento al desplazamiento lateral del ala comprimida o de la torsión de la sección transversal

$$L_b : \underline{1448} \text{ mm}$$

$$L_p : \underline{1922.30} \text{ mm}$$

Donde:

E : Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$$

F_y : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

$$r_y : \underline{3.86} \text{ cm}$$

Donde:

I_y : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{1019.77} \text{ cm}^4$$

A : Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{68.39} \text{ cm}^2$$

e) Resistencia a flexión eje y

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M : \underline{0.061} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo, M_r , se produce en el nudo N4, para la combinación de acciones $1.2 \cdot PP + 1.2 \cdot CM + 0.5 \cdot CV - SX$.

Donde:

M_r : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.248} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_c : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{4.059} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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:

ϕ_β : Factor de resistencia a flexión

$$\phi_\beta : \underline{0.90}$$

M_n : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 6, Sección 1

$$M_n : \underline{4.510} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

M_r^+ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.248} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.191} \text{ t}\cdot\text{m}$$

1. Fluencia

$$M_n : \underline{4.510} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

Z_y : Módulo resistente plástico respecto al eje Y

$$Z_y : \underline{176.98} \text{ cm}^3$$

S_y : Módulo resistente elástico respecto al eje Y

$$S_y : \underline{114.87} \text{ cm}^3$$

Donde:

I_y : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{1019.77} \text{ cm}^4$$

x : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{88.77} \text{ mm}$$

2. Pandeo local del ala

a) Para secciones con alas compactas el estado límite de fluencia es de aplicación

f) Resistencia a corte x

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_r se produce en un punto situado a una distancia de 2.482 m del nudo N4, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM+0.5·CV-SX.

Donde:

V_r : Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD $V_r : \underline{0.107} \text{ t}$

V_c : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c : \underline{53.371} \text{ t}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

ϕ_v : Factor de resistencia a cortante

$$\phi_v : \underline{0.90}$$

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

para secciones con simetría simple y doble cargadas en el eje débil, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo G - G-7).

$$V_n : \underline{59.301} \text{ t}$$

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

$$A_w : \underline{38.78} \text{ cm}^2$$

Donde:

b_f : Anchura total del ala

$$b_f : \underline{177.55} \text{ mm}$$

t_f : Espesor del ala

$$t_f : \underline{10.92} \text{ mm}$$

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)

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b : La mitad del ancho total del ala

$$b : \underline{88.77} \text{ mm}$$

t_f : Espesor del ala

$$t_f : \underline{10.92} \text{ mm}$$

E : Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$$

K_v : Coeficiente de abolladura del alma

K_v : 1.20

g) Resistencia a corte y

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

η_v : 0.006 ✓

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_r se produce en el nudo N4, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM+Vx+.

Donde:

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

V_r : 0.260 t

V_c : Resistencia de diseño a cortante

V_c : 46.271 t

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

En la Sección G2.1 a:

ϕ_v : Factor de resistencia a cortante

ϕ_v : 1.00

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

para almas de secciones con simetría simple o doble y en U sometidas a cortante en el plano del alma (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo G - G2).

V_n : 46.271 t

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado

F_y : 2548.42 kp/cm²

A_w : 30.26 cm²

Donde:

d : Canto total

d : 403.86 mm

t_w : Espesor del alma

t_w : 7.49 mm

1. Resistencia nominal a cortante

a) para almas de perfiles laminados de sección en doble T cuando se cumple:

C_v : Coeficiente de cortante del alma

C_v : 1.00

Donde:

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

h : 382.02 mm

E : Módulo de elasticidad del acero

E : 2038735.98 kp/cm²

2. Comprobación de rigidizadores transversales

(a) sí

No son necesarios rigidizadores transversales.

Donde:

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

t_w: Es pesor del perfil

E: Módulo elasticidad

F_y: Límite elástico mínimo especificado

h : 382.02 M m

t_w : 7.49 M m

E : 2038735.98 kp/cm²

F_y : 2548.42 kp/cm²

h) Esfuerzos combinados y torsión.

Se debe cumplir el siguiente criterio:

η : 0.104 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N4, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM+0.5·CV-SX.

Donde:

Según el capítulo H3.3, las secciones abiertas sometidas a torsión junto con tensiones combinadas, han de satisfacer la siguiente condición:

η : 0.004 ✓

Ya que la norma no proporciona una comprobación general para secciones abiertas sometidas a torsión combinada con otros esfuerzos, se considera que este elemento debe cumplir, además, los siguientes criterios para la tensión de Von Mises:

η : 0.104 ✓

η : 0.004 ✓

η : 0.011 ✓

3. Resistencia de secciones no tubulares sometidas a torsión y tensiones combinadas

T_r: Resistencia a torsión requerida

T_r : 0.001 t-m

T_e : 0.286 t-m

Donde:

ϕ_T : Factor de resistencia para torsión

ϕ_T : 0.90

T_n : Resistencia nominal a torsión, definida como:

$$T_n : \underline{0.318} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

C: Módulo resistente a torsión

$$C : \underline{20.77} \text{ cm}^3$$

b) El estado límite de fluencia bajo tensiones tangenciales por cortante

$$F_n : \underline{1529.05} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

Comprobación de Von Mises (comprobación adicional)

f_a : Tensión normal debida al esfuerzo axial (tracción o compresión) calculada para la sección bruta.

$$f_a : \underline{10.28} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

P_r : Resistencia requerida a compresión (para las combinaciones de carga LRFD).

$$P_r : \underline{0.703} \text{ t}$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{68.39} \text{ cm}^2$$

f_{bx} : Tensión normal debida a flexión alrededor del eje x.

$$f_{bx} : \underline{9.60} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

M_{rx} : Resistencia requerida a flexión alrededor del eje x (para las combinaciones de carga LRFD).

$$M_{rx} : \underline{0.089} \text{ t}\cdot\text{m}$$

I_x : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{18647.17} \text{ cm}^4$$

y: Coordenada y del punto pésimo respecto al centro de gravedad.

$$y : \underline{-201.93} \text{ mm}$$

f_{by} : Tensión normal debida a flexión alrededor del eje y.

$$f_{by} : \underline{215.76} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

M_{ry} : requerida a flexión .

$$M_{ry} : \underline{0.248} \text{ t}\cdot\text{m}$$

I_y : inercia en Y

$$I_y : \underline{1019.77} \text{ cm}^4$$

x: Coordenada x del punto pésimo respecto al centro de gravedad.

$$x : \underline{-88.77} \text{ mm}$$

f_{vx} : Tensión tangencial debida a cortante en la dirección x.

$$f_{vx} : \underline{0.00} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

V_x : cortante en x.

$$V_x : \underline{0.101} \text{ t}$$

Q_y : Momento estático respecto del eje y de la sección parcial de área correspondiente al punto pésimo.

$$Q_y : \underline{0.00} \text{ cm}^3$$

I_y : inercia en Y

$$I_y : \underline{1019.77} \text{ cm}^4$$

b: Espesor del elemento en el punto pésimo.

$$b : \underline{10.92} \text{ mm}$$

f_{vy} : Tensión tangencial debida a cortante en la dirección y.

$$f_{vy} : \underline{0.00} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

V_y : cortante en y

Q_x : Momento estático respecto del eje x de la sección parcial de área correspondiente al punto pésimo.

I_x : inercia en X

b : Espesor del elemento en el punto pésimo.

f_T : Tensión tangencial debida a torsión.

$$V_y : \frac{0.224}{1} \text{ t}$$

$$Q_x : \frac{0.00}{1} \text{ cm}^3$$

$$I_x : \frac{18647.17}{1} \text{ cm}^4$$

$$b : \frac{10.92}{1} \text{ mm}$$

$$f_T : \frac{-5.29}{1} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

T_r : torsión requerida.

J : inercia a torsión

b : Espesor del elemento en el punto pésimo.

F_a : Resistencia a compresión de la sección.

$$T_r : \frac{0.001}{1} \text{ t-m}$$

$$J : \frac{22.68}{1} \text{ cm}^4$$

$$b : \frac{10.92}{1} \text{ mm}$$

$$F_a : \frac{1685.04}{1} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

ϕ_c : Factor de seguridad para compresión.

F_{cr} : Resistencia crítica de pandeo (calculada según el Capítulo E).

F_{bx} , F_{by} : Resistencia de la sección a flexión alrededor de los ejes x y y, respectivamente.

$$\phi_c : \frac{0.90}{1}$$

$$F_{cr} : \frac{1872.26}{1} \text{ kp/cm}^2$$

$$F_{bx} : \frac{2293.58}{1} \text{ kp/cm}^2$$

$$F_{by} : \frac{2293.58}{1} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

ϕ_b : Factor de resistencia para flexión.

F_y : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

F_{Vx} , F_{Vy} : Resistencia de la sección a cortante en las direcciones x y y, respectivamente.

$$\phi_b : \frac{0.90}{1}$$

$$F_y : \frac{2548.42}{1} \text{ kp/cm}^2$$

$$F_{Vx} : \frac{1324.20}{1} \text{ kp/cm}^2$$

$$F_{Vy} : \frac{1324.20}{1} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

ϕ_v : Factor de resistencia para cortante.

F_y : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

F_T : Resistencia a torsión de la sección.

$$\phi_v : \frac{0.90}{1}$$

$$F_y : \frac{2548.42}{1} \text{ kp/cm}^2$$

$$F_T : \frac{1324.20}{1} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

ϕ_T : Factor de resistencia para torsión

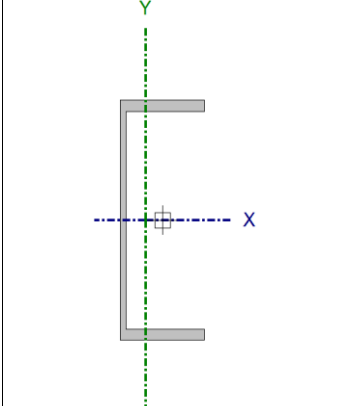
F_y : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$\phi_T : \frac{0.90}{1}$$

$$F_y : \frac{2548.42}{1} \text{ kp/cm}^2$$

3.3.8. Memoria de cálculo de las correas

Tabla 18. Descripción del elemento estructural “correa”.

Perfil: UPE 270										
		Ubicación		Longitud	Características					
		Inicio	Fin	(m)	Área	I_x	I_y	I_t	x_g	y_g
		N18	N44	5.950	44.80	5255.00	401.00	19.91	-18.60	0.00
		Pandeo			Pandeo lateral					
				ZX	ZY	sup.		inf.		
				1.00	1.00	0.50		0.50		
		L_K		5.950	5.950	2.975		2.975		
		C_b		-			1.0			

Fuente: Elaboración propia / cype 3d

Tabla 19. Comprobaciones (ansi/aisc 360-10 (lrfd))

Barra									Estado
	P_t	λ_c	P_c	M_x	M_y	V_x	V_y	$PM_xM_yV_xV_yT$	
N18/N44	x: 2.975 m $\eta = 0.1$	$\lambda \leq 200.0$ Cumple	x: 2.975 m $\eta = 0.6$	x: 2.975 m $\eta = 2.4$	x: 0.05 m $\eta = 7.0$	x: 2.975 m $\eta = 0.2$	x: 5.9 m $\eta = 0.5$	x: 0.05 m $\eta = 11.4$	CUMPLE $\eta = 11.4$

Fuente: Elaboración propia / cype 3d

a) Resistencia a tracción

Se debe satisfacer:

$$\eta_T : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Donde:

P_r : tracción requerida

$$P_r : \underline{0.097} \text{ t}$$

P_c : Resistencia de diseño a tracción

$$P_c : \underline{102.752} \text{ t}$$

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:

ϕ : Factor de resistencia a tracción, tomado como:

$$\phi : \underline{0.90}$$

a) Para fluencia bajo tracción en la sección bruta:

$$P_n : \underline{114.169} \text{ t}$$

Donde:

A : Área de la sección.

$$A : \underline{44.80} \text{ cm}^2$$

F_y : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

b) Limitación de esbeltez para compresión.

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

$$\lambda : \underline{199} \quad \checkmark$$

Donde:

λ : Coeficiente de esbeltez

$$\lambda : \underline{199}$$

Donde:

L: Longitud de la barra

$$\underline{L : 5850 \text{ mm}}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$\underline{K : 1.02}$$

r_y : Radio de giro respecto al eje Y

$$\underline{r_y : 2.99 \text{ cm}}$$

Donde:

$$\underline{r_y : 2.99 \text{ cm}}$$

Donde:

I_y: inercia en Y

$$\underline{I_y : 401.00 \text{ cm}^4}$$

A: Área de la sección.

$$\underline{A : 44.80 \text{ cm}^2}$$

c) Resistencia a compresión.

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T : \underline{0.006} \quad \checkmark$$

Donde:

P_r: compresión requerida

$$\underline{P_r : 0.102 \text{ t}}$$

P_c: Resistencia de diseño a compresión

$$\underline{P_c : 17.989 \text{ t}}$$

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:

Φ_p: Factor de resistencia a compresión, tomado como:

$$\underline{\Phi_p : 0.90}$$

P_n: Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E3-B:

$$\underline{P_n : 19.988 \text{ t}}$$

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

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra.

$$\underline{A : 44.80 \text{ cm}^2}$$

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

$$\underline{F_{cr} : 446.16 \text{ kp/cm}^2}$$

ii) Cuando:

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

F_e : Tensión crítica elástica de pandeo, tomada como la menor de:

$$F_e : \underline{508.74} \text{ kp/cm}^2$$

$$F_{ex} : \underline{6666.86} \text{ kp/cm}^2$$

$$F_{ey} : \underline{508.74} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

E : Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$$

K : Factor de longitud efectiva.

$$K_x : \underline{1.02}$$

$$K_y : \underline{1.02}$$

L : Longitud de la barra

$$L : \underline{5850} \text{ mm}$$

r : Radio de giro dominante

$$r_x : \underline{10.83} \text{ cm}$$

$$r_y : \underline{2.99} \text{ cm}$$

Donde:

I : Momento de inercia

$$I_x : \underline{5255.00} \text{ cm}^4$$

$$I_y : \underline{401.00} \text{ cm}^4$$

A : Área de la sección.

$$A : \underline{44.80} \text{ cm}^2$$

d) Comprobacion a flexión en x

$$\eta_M : \underline{0.024} \quad \checkmark$$

Donde:

M_r : flexión requerida

$$M_r : \underline{0.210} \text{ t-m}$$

M_c : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{8.852} \text{ t-m}$$

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:

ϕ_b : Factor de resistencia a flexión

$$\phi_b : \underline{0.90}$$

M_n : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 2, Sección 2, División b

$$M_n : \underline{9.835} \text{ t-m}$$

1. Fluencia

$$M_n : \underline{11.496} \text{ t-m}$$

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

Z_x : Módulo resistente plástico respecto al eje X

$$Z_x : \underline{451.10} \text{ cm}^3$$

2. Pandeo lateral

b) Si $L_p < L_b \leq L_r$:

$$M_n : \underline{9.835} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

C_b : Factor de modificación del pandeo lateral tomado, de forma conservadora, como:

$$C_b : \underline{1.00}$$

$$M_p : \underline{11.496} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Z_x : Módulo resistente plástico respecto al eje X

$$Z_x : \underline{451.10} \text{ cm}^3$$

$$S_x : \underline{389.26} \text{ cm}^3$$

Donde:

I_x : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{5255.00} \text{ cm}^4$$

y: Distancia a la fibra extrema en flexión

$$y : \underline{135.00} \text{ mm}$$

L_b : Distancia entre puntos de arriostamiento al desplazamiento lateral del ala comprimida o de la torsión de la sección transversal

$$L_b : \underline{2975} \text{ mm}$$

$$L_p : \underline{1489.33} \text{ mm}$$

Donde:

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$$

$$r_y : \underline{2.99} \text{ cm}$$

Donde:

I_y : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{401.00} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{44.80} \text{ cm}^2$$

$$L_r : \underline{5561.19} \text{ mm}$$

Donde:

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$$

J: Momento de inercia a torsión uniforme

$$J : \underline{19.91} \text{ cm}^4$$

h_o : Distancia entre los baricentros de las alas

$$h_o : \underline{256.50} \text{ mm}$$

$$r_{ts} : \underline{32.77} \text{ mm}$$

Donde:

I_y : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{401.00} \text{ cm}^4$$

C_w : Constante de alabeo de la sección

$$C_w : \underline{43550.00} \text{ cm}^6$$

Para c:

ii) para secciones en U:

$$c : \underline{1.23}$$

Donde:

h_o : Distancia entre los baricentros de las alas

$$h_o : \underline{256.50} \text{ mm}$$

I_y : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{401.00} \text{ cm}^4$$

C_w : Constante de alabeo de la sección

$$C_w : \underline{43550.00} \text{ cm}^6$$

e) Resistencia a flexión eje y.

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M : \underline{0.070} \quad \checkmark$$

El momento flector solicitante de cálculo pésimo, M_r , se produce en un punto situado a una distancia de 0.050 m del nudo N18, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM+0.5·CV-SX.

Donde:

M_r : Resistencia a flexión requerida para las combinaciones de carga LRFD

$$M_r : \underline{0.156} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_c : Resistencia de diseño a flexión

$$M_c : \underline{2.226} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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:

ϕ_b : Factor de resistencia a flexión

$$\phi_b : \underline{0.90}$$

M_n : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 6, Sección 1

$$M_n : \underline{2.474} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

M_r^+ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.156} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.131} \text{ t}\cdot\text{m}$$

1. Fluencia

$$M_n : \underline{2.474} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

Z_y : Módulo resistente plástico respecto al eje Y

$$Z_y : \underline{111.60} \text{ cm}^3$$

S_y : Módulo resistente elástico respecto al eje Y

$$S_y : \underline{60.67} \text{ cm}^3$$

Donde:

I_y : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{401.00} \text{ cm}^4$$

x : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$x : \underline{66.10} \text{ mm}$$

2. Pandeo local del ala

a) Para secciones con alas compactas el estado límite de fluencia es de aplicación

f) Resistencia a corte x

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_r se produce en un punto situado a una distancia de 2.975 m del nudo N18, para la combinación de hipótesis 1.2·PP+1.2·CM+0.5·CV-SX.

Donde:

$$V_r: \text{Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD} \quad V_r : \underline{0.054} \text{ t}$$

V_c : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c : \underline{35.298} \text{ t}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$$\phi_v: \text{Factor de resistencia a cortante} \quad \phi_v : \underline{0.90}$$

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

$$V_n : \underline{39.220} \text{ t}$$

Donde:

$$F_y: \text{Límite elástico mínimo especificado} \quad F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

$$A_w : \underline{25.65} \text{ cm}^2$$

Donde:

$$b_f: \text{Anchura total del ala} \quad b_f : \underline{95.00} \text{ mm}$$

$$t_f: \text{Espesor del ala} \quad t_f : \underline{13.50} \text{ mm}$$

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)

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

$$b_f: \text{Anchura total del ala} \quad b_f : \underline{95.00} \text{ mm}$$

$$t_f: \text{Espesor del ala} \quad t_f : \underline{13.50} \text{ mm}$$

$$E: \text{Módulo de elasticidad del acero} \quad E : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$$

$$K_v: \text{Coeficiente de abolladura del alma} \quad K_v : \underline{1.20}$$

g) Resistencia a corte y

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v : \underline{0.005} \quad \checkmark$$

El esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_r , se produce en un punto situado a una distancia de 5.900 m del nudo N18, para la combinación de hipótesis 1.4·PP+1.4·CM.

Donde:

$$V_r: \text{Resistencia a cortante requerida para las combinaciones de carga LRFD} \quad V_r : \underline{0.152} \quad t$$

V_c : Resistencia de diseño a cortante

$$V_c : \underline{27.867} \quad t$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

Para todo lo detallado en el Capítulo G excepto la Sección G2.1 a:

ϕ_v : Factor de resistencia a cortante

$$\phi_v : \underline{0.90}$$

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

para almas de secciones con simetría simple o doble y en U sometidas a cortante en el plano del alma (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo G - G2).

$$V_n : \underline{30.963} \quad t$$

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{2548.42} \quad \text{kp/cm}^2$$

$$A_w : \underline{20.25} \quad \text{cm}^2$$

Donde:

d : Canto total

$$d : \underline{270.00} \quad \text{mm}$$

t_w : Espesor del alma

$$t_w : \underline{7.50} \quad \text{mm}$$

1. Resistencia nominal a cortante

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)

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

E : Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{2038735.98} \quad \text{kp/cm}^2$$

i) en almas no rigidizadas cuando se cumple

1) para todos los tipos de sección excepto en T simple:

K_v : Coeficiente de abolladura del alma	K_v :	<u>5.00</u>	
h : Distancia libre entre alas, menos el radio de acuerdo	h :	<u>243.00</u>	mm
t_w : Espesor del alma	t_w :	<u>7.50</u>	mm

2. Comprobación de rigidizadores transversales

(a) si

No son necesarios rigidizadores transversales.

Donde:

h : Distancia libre entre alas, menos el radio de acuerdo	h :	<u>243.00</u>	mm
t_w : Espesor del alma	t_w :	<u>7.50</u>	mm
E : Módulo de elasticidad del acero	E :	<u>2038735.98</u>	kp/cm ²
F_y : Límite elástico mínimo especificado	F_y :	<u>2548.42</u>	kp/cm ²

h) Esfuerzos combinados y torsión.

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$$\eta : \underline{0.114} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p_{ésimos} se producen en un punto situado a una distancia de 0.050 m del nudo N18, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM+0.5·CV-SX.

Donde:

Según el capítulo H3.3, las secciones abiertas sometidas a torsión junto con tensiones combinadas, han de satisfacer la siguiente condición:

$$\eta : \underline{0.007} \quad \checkmark$$

Ya que la norma no proporciona una comprobación general para secciones abiertas sometidas a torsión combinada con otros esfuerzos, se considera que este elemento debe cumplir, además, los siguientes criterios para la tensión de Von Mises:

$$\eta : \underline{0.114} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.013} \quad \checkmark$$

Resistencia de secciones no tubulares sometidas a torsión y tensiones combinadas

T_r : Resistencia a torsión requerida

$$T_r : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$T_c : \underline{0.068} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

ϕ_T : Factor de resistencia para torsión

$$\phi_T : \underline{0.90}$$

T_n : Resistencia nominal a torsión, definida como:

$$T_n : \underline{0.075} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

C: Módulo resistente a torsión

$$C : \underline{14.75} \text{ cm}^3$$

c) El estado límite de pandeo

$$F_n : \underline{508.74} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

F_{cr} : Tensión crítica elástica de pandeo, tomada como la menor de:

$$F_{cr} : \underline{508.74}$$

$$F_e : \underline{3001.45}$$

Donde:

$$F_{ex} : \underline{6666.86}$$

$$F_{ez} : \underline{3563.81} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$$

C_w : Constante de alabeo de la sección

$$C_w : \underline{43550.00} \text{ cm}^6$$

K_z : Factor de longitud efectiva de pandeo alrededor del eje Z

$$K_z : \underline{0.51}$$

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{5850} \text{ mm}$$

G: Módulo de elasticidad transversal del acero

$$G : \underline{815494.39} \text{ kp/cm}^2$$

J: Momento de inercia a torsión uniforme

$$J : \underline{19.91} \text{ cm}^4$$

A: Área de la sección.

$$A : \underline{44.80} \text{ cm}^2$$

\bar{r}_o^2 : Radio de giro polar respecto al 22centro de esfuerzos cortantes

$$\bar{r}_o^2 : \underline{163.71} \text{ cm}^2$$

Donde:

x_o : Coordenada X del centro de esfuerzos cortantes respecto al baricentro

$$x_o : \underline{-61.20} \text{ mm}$$

y_o : Coordenada Y del centro de esfuerzos cortantes respecto al baricentro

$$y_o : \underline{0.00} \text{ mm}$$

I_x : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{5255.00} \text{ cm}^4$$

I_y : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{401.00} \text{ cm}^4$$

$$H : \underline{0.771}$$

$$F_{ex} : \underline{6666.86} \text{ kp/cm}^2$$

$$F_{ey} : \underline{508.74} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

E : Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$$

K : Factor de longitud efectiva.

$$K_x : \underline{1.02}$$

$$K_y : \underline{1.02}$$

L : Longitud de la barra

$$L : \underline{5850} \text{ mm}$$

r : Radio de giro dominante

$$r_x : \underline{10.83} \text{ cm}$$

$$r_y : \underline{2.99} \text{ cm}$$

Donde:

I_x : Momento de inercia

$$I_x : \underline{5255.00} \text{ cm}^4$$

$$I_y : \underline{401.00} \text{ cm}^4$$

A : Área de la sección

$$A : \underline{44.80} \text{ cm}^2$$

Comprobación de Von Mises (comprobación adicional)

f_a : Tensión normal debida al esfuerzo axial (tracción o compresión) calculada para la sección bruta.

$$f_a : \underline{2.09} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

P_r : Resistencia requerida a compresión (para las combinaciones de carga LRFD).

$$P_r : \underline{0.094} \text{ t}$$

A : Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{44.80} \text{ cm}^2$$

f_{bx} : Tensión normal debida a flexión alrededor del eje x.

$$f_{bx} : \underline{-7.86} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

M_{rx} : Resistencia requerida a flexión alrededor del eje x (para las combinaciones de carga LRFD).

$$M_{rx} : \underline{0.031} \text{ t}\cdot\text{m}$$

I_x : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{5255.00} \text{ cm}^4$$

y : Coordenada y del punto pésimo respecto al centro de gravedad.

$$y : \underline{135.00} \text{ mm}$$

f_{by} : Tensión normal debida a flexión alrededor del eje y.

$$f_{by} : \underline{-254.71} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

M_{ry} : Resistencia requerida a flexión alrededor del eje y (para las combinaciones de carga LRFD).

I_y : Momento de inercia respecto al eje Y

x : Coordenada x del punto pésimo respecto al centro de gravedad.

f_{vx} : Tensión tangencial debida a cortante en la dirección x.

$$\begin{aligned} M_{ry} &: \frac{0.156}{\quad} \text{ t}\cdot\text{m} \\ I_y &: \frac{401.00}{\quad} \text{ cm}^4 \\ x &: \frac{65.63}{\quad} \text{ mm} \end{aligned}$$

$$f_{vx} : \frac{0.00}{\quad} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

V_x : Resistencia requerida a cortante en la dirección x (para las combinaciones de carga LRFD).

Q_y : Momento estático respecto del eje y de la sección parcial de área correspondiente al punto pésimo.

I_y : Momento de inercia respecto al eje Y

b : Espesor del elemento en el punto pésimo.

f_{vy} : Tensión tangencial debida a cortante en la dirección y.

$$V_x : \frac{0.052}{\quad} \text{ t}$$

$$Q_y : \frac{0.00}{\quad} \text{ cm}^3$$

$$I_y : \frac{401.00}{\quad} \text{ cm}^4$$

$$b : \frac{13.50}{\quad} \text{ mm}$$

$$f_{vy} : \frac{0.00}{\quad} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

V_y : Resistencia requerida a cortante en la dirección y (para las combinaciones de carga LRFD).

Q_x : Momento estático respecto del eje x de la sección parcial de área correspondiente al punto pésimo.

I_x : Momento de inercia respecto al eje X

b : Espesor del elemento en el punto pésimo.

f_T : Tensión tangencial debida a torsión.

$$V_y : \frac{0.123}{\quad} \text{ t}$$

$$Q_x : \frac{0.00}{\quad} \text{ cm}^3$$

$$I_x : \frac{5255.00}{\quad} \text{ cm}^4$$

$$b : \frac{13.50}{\quad} \text{ mm}$$

$$f_T : \frac{-3.45}{\quad} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

T_r : Resistencia requerida a torsión (para las combinaciones de carga LRFD).

J : Momento de inercia a torsión uniforme

b : Espesor del elemento en el punto pésimo.

F_a : Resistencia a tracción de la sección.

$$T_r : \frac{0.000}{\quad} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$J : \frac{19.91}{\quad} \text{ cm}^4$$

$$b : \frac{13.50}{\quad} \text{ mm}$$

$$F_a : \frac{2293.58}{\quad} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

ϕ_t : Factor de seguridad para tracción.

F_y : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

F_{bx} , F_{by} : Resistencia de la sección a flexión alrededor de los ejes x y y, respectivamente.

$$\phi_t : \frac{0.90}{\quad}$$

$$F_y : \frac{2548.42}{\quad} \text{ kp/cm}^2$$

$$F_{bx} : \frac{2293.58}{\quad} \text{ kp/cm}^2$$

$$F_{by} : \frac{2293.58}{\quad} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

ϕ_b : Factor de resistencia para flexión.

F_y : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

F_{vx} , F_{vy} : Resistencia de la sección a cortante en las direcciones x y y, respectivamente.

$$\phi_b : \frac{0.90}{\quad}$$

$$F_y : \frac{2548.42}{\quad} \text{ kp/cm}^2$$

$$F_{vx} : \frac{1324.20}{\quad} \text{ kp/cm}^2$$

$$F_{vy} : \frac{1324.20}{\quad} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

ϕ_v : Factor de resistencia para cortante.

F_y : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

F_T : Resistencia a torsión de la sección.

$$\phi_v : \frac{0.90}{\quad}$$

$$F_y : \frac{2548.42}{\quad} \text{ kp/cm}^2$$

$$F_T : \underline{1324.20} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

ϕ_T : Factor de resistencia para torsión

F_y : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$\phi_T : \underline{0.90}$$

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

3.3.9. Memoria de cálculo de arriostre horizontal

Tabla 20. Descripción del elemento estructural “arriostre”.

Perfil: UPE 100									
Ubicación		Longitud (m)	Características						
Inicio	Fin		Área	I_x	I_y	I_t	x_g	y_g	
N339	N316	1.660	12.50	206.90	38.21	2.01	-8.40	0.00	
			Pandeo		Pandeo lateral				
			ZX	ZY	sup.	inf.			
β			1.0	1.00	0.00	0.00			
L_K			1.660	1.660	0.0	0.000			
C_b			-		1.0				

Fuente: Elaboración propia / cype 3d

Tabla 21. Comprobaciones (ansi/aisc 360-10 (lrfd))

Barra									Estado
	P_t	λ_c	P_c	M_x	M_y	V_x	V_y	$PM_xM_yV_xV_yT$	
N339/N316	$\eta = 2.8$	$\lambda \leq 200.0$ Cumple	$\eta = 3.4$	x: 1.66 m $\eta = 12.0$	x: 1.66 m $\eta = 38.7$	$\eta = 0.9$	x: 1.66 m $\eta = 2.0$	x: 1.66 m $\eta = 72.3$	CUMPLE $\eta = 72.3$

Fuente: Elaboración propia / cype 3d

a) Resistencia a tracción.

Se debe satisfacer:

$$\eta_T : \underline{0.028} \quad \checkmark$$

Donde:

P_r : tracción requerida

P_c : diseño a tracción

$$P_r : \underline{0.807} \text{ t}$$

$$P_c : \underline{28.670} \text{ t}$$

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:

ϕ_T : Factor de resistencia a tracción, tomado como:

$$\phi_T : \underline{0.90}$$

a) Para fluencia bajo tracción en la sección bruta:

$$P_n : \underline{31.855} \text{ t}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra.

$$A : \underline{12.50} \text{ cm}^2$$

F_y: Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

b) Limitación de esbeltez para compresión.

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

$$\lambda : \underline{95} \quad \checkmark$$

Donde:

λ: Coeficiente de esbeltez

$$\lambda : \underline{95}$$

Donde:

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{6667} \text{ mm}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K : \underline{0.25}$$

r_y: Radio de giro respecto al eje Y

$$r_y : \underline{1.75} \text{ cm}$$

Donde:

$$r_y : \underline{1.75} \text{ cm}$$

Donde:

I_y: Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{38.21} \text{ cm}^4$$

A: Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{12.50} \text{ cm}^2$$

c) Resistencia a compresión.

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T : \underline{0.034} \quad \checkmark$$

Donde:

P_r: compresión requerida

$$P_r : \underline{0.608} \text{ t}$$

P_c: Resistencia de diseño a compresión

$$P_c : \underline{17.778} \text{ t}$$

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:

φ_p: Factor de resistencia a compresión, tomado como:

$$\phi_p : \underline{0.90}$$

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

$$P_n : \underline{19.754} \text{ t}$$

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.

$$A : \frac{12.50}{\text{cm}^2}$$

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

$$F_{cr} : \frac{1580.29}{\text{kp/cm}^2}$$

i) Cuando:

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$F_y : \frac{2548.42}{\text{kp/cm}^2}$$

F_e: Tensión crítica elástica de pandeo, tomada como la menor de:

$$F_e : \frac{2232.09}{\text{kp/cm}^2}$$

$$F_{ex} : \frac{12086.35}{\text{kp/cm}^2}$$

$$F_{ey} : \frac{2232.09}{\text{kp/cm}^2}$$

Donde:

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \frac{2038735.98}{\text{kp/cm}^2}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K_x : \frac{0.25}{\text{kp/cm}^2}$$

$$K_y : \frac{0.25}{\text{kp/cm}^2}$$

L: Longitud de la barra

$$L : \frac{6667}{\text{mm}}$$

r: Radio de giro dominante

$$r_x : \frac{4.07}{\text{cm}}$$

$$r_y : \frac{1.75}{\text{cm}}$$

Donde:

I: Momento de inercia

$$I_x : \frac{206.90}{\text{cm}^4}$$

$$I_y : \frac{38.21}{\text{cm}^4}$$

A: Área de la sección .

$$A : \frac{12.50}{\text{cm}^2}$$

d) Resistencia a flexión eje x

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M : \frac{0.120}{\text{kp/cm}^2} \quad \checkmark$$

M_r: flexión requerida

$$M_r : \frac{0.132}{\text{t-m}}$$

M_c: diseño a flexión

$$M_c : \frac{1.101}{\text{t-m}}$$

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

Donde:

φ_b: Factor de resistencia a flexión

$$\phi_b : \frac{0.90}{\text{kp/cm}^2}$$

M_n: La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 2, Sección 1

$$M_n : \frac{1.223}{\text{t-m}}$$

1. Fluencia

$$M_n : \underline{1.223} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

Z_x : Módulo resistente plástico respecto al eje X

$$Z_x : \underline{48.01} \text{ cm}^3$$

2. Pandeo lateral

a) Si $L_b \leq L_p$, el estado límite de pandeo lateral no es de aplicación

Donde:

L_b : Distancia entre puntos de arriostramiento al desplazamiento lateral del ala comprimida o de la torsión de la sección transversal

$$L_b : \underline{0} \text{ mm}$$

$$L_p : \underline{870.34} \text{ mm}$$

Donde:

E : Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$$

F_y : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

$$r_y : \underline{1.75} \text{ cm}$$

Donde:

I_y : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{38.21} \text{ cm}^4$$

A : Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{12.50} \text{ cm}^2$$

e) Comprobación a flexión en y

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M : \underline{0.387} \quad \checkmark$$

Donde:

M_r : flexión requerida

$$M_r : \underline{0.151} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_e : diseño a flexión

$$M_e : \underline{0.391} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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:

ϕ_b : Factor de resistencia a flexión

$$\phi_b : \underline{0.90}$$

M_n : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 6, Sección 1

$$M_n : \underline{0.434} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

M_r : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.151} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.113} \text{ t}\cdot\text{m}$$

1. Fluencia

$$M_n : \underline{0.434} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado $F_y : 2548.42 \text{ kp/cm}^2$
 Z_y : Módulo resistente plástico respecto al eje Y $Z_y : 19.34 \text{ cm}^3$
 S_y : Módulo resistente elástico respecto al eje Y

$S_y : 10.64 \text{ cm}^3$

Donde:

I_y : Momento de inercia respecto al eje Y $I_y : 38.21 \text{ cm}^4$
 x : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro $x : 35.90 \text{ mm}$

2. Pandeo local del ala

a) Para secciones con alas compactas el estado límite de fluencia es de aplicación

f) Resistencia a corte x.

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$\eta_v : 0.009$ ✓

Donde:

V_r : cortante requerida.

$V_r : 0.106 \text{ t}$

V_c : diseño a cortante

$V_c : 11.353 \text{ t}$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

ϕ_v : Factor de resistencia a cortante

$\phi_v : 0.90$

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

para secciones con simetría simple y doble cargadas en el eje débil, la resistencia nominal a cortante se calcula de la siguiente forma (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo G - G-7).

$V_n : 12.615 \text{ t}$

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado

$F_y : 2548.42 \text{ kp/cm}^2$

$A_w : 8.25 \text{ cm}^2$

Donde:

b_f : Anchura total del ala

$b_f : 55.00 \text{ mm}$

t_f : Espesor del ala

$t_f : 7.50 \text{ mm}$

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)

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

b_r: Anchura total del ala

t_r: Espesor del ala

E: Módulo de elasticidad del acero

K_v: Coeficiente de abolladura del alma

$$b_r : \underline{55.00} \text{ mm}$$

$$t_r : \underline{7.50} \text{ mm}$$

$$E : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$$

$$K_v : \underline{1.20}$$

g) Resistencia a corte y

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v : \underline{0.020} \quad \checkmark$$

Donde:

V_r: cortante requerida

V_c: diseño a cortante

$$V_r : \underline{0.122} \text{ t}$$

$$V_c : \underline{6.193} \text{ t}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

Para todo lo detallado en el Capítulo G excepto la Sección G2.1 a:

φ_v: Factor de resistencia a cortante

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

$$\phi_v : \underline{0.90}$$

para almas de secciones con simetría simple o doble y en U sometidas a cortante en el plano del alma (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo G - G2).

$$V_n : \underline{6.881} \text{ t}$$

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

$$A_w : \underline{4.50} \text{ cm}^2$$

Donde:

d: Canto total

t_w: Espesor del alma

$$d : \underline{100.00} \text{ mm}$$

$$t_w : \underline{4.50} \text{ mm}$$

1. Resistencia nominal a cortante

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)

$$C_v : \underline{1.00}$$

Donde:

E: Módulo de elasticidad del acero

E : 2038735.98 kp/cm²

i) en almas no rigidizadas cuando se cumple

1) para todos los tipos de sección excepto en T simple:

K_v: Coeficiente de abolladura del alma

K_v : 5.00

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

h : 85.00 mm

t_w: Espesor del alma

t_w : 4.50 mm

2. Comprobación de rigidizadores transversales

(a) si

No son necesarios rigidizadores transversales.

Donde:

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

h : 85.00 mm

t_w: Espesor del alma

t_w : 4.50 mm

E: Módulo de elasticidad del acero

E : 2038735.98 kp/cm²

F_y: Límite elástico mínimo especificado

F_y : 2548.42 kp/cm²

h) Esfuerzos combinados y torsión.

Se debe cumplir el siguiente criterio:

η : 0.723 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N316, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM+0.5·CV+Vy-.

Donde:

Según el capítulo H3.3, las secciones abiertas sometidas a torsión junto con tensiones combinadas, han de satisfacer la siguiente condición:

η : 0.020 ✓

Ya que la norma no proporciona una comprobación general para secciones abiertas sometidas a torsión combinada con otros esfuerzos, se considera que este elemento debe cumplir, además, los siguientes criterios para la tensión de Von Mises:

η : 0.723 ✓

η : 0.024 ✓

η : 0.523 ✓

3. Resistencia de secciones no tubulares sometidas a torsión y tensiones combinadas

T_r : Resistencia a torsión requerida

$$T_r : \underline{0.001} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$T_c : \underline{0.037} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

ϕ_T : Factor de resistencia para torsión

$$\phi_T : \underline{0.90}$$

T_n : Resistencia nominal a torsión, definida como:

$$T_n : \underline{0.041} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

C : Módulo resistente a torsión

$$C : \underline{2.68} \text{ cm}^3$$

b) El estado límite de fluencia bajo tensiones tangenciales por cortante

$$F_n : \underline{1529.05} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

Comprobación de Von Mises (comprobación adicional)

f_a : Tensión normal debida al esfuerzo axial (tracción o compresión) calculada para la sección bruta.

$$f_a : \underline{64.50} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

P_r : Resistencia requerida a compresión (para las combinaciones de carga LRFD).

$$P_r : \underline{0.806} \text{ t}$$

A : Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{12.50} \text{ cm}^2$$

f_{bx} : Tensión normal debida a flexión alrededor del eje x.

$$f_{bx} : \underline{-319.10} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

M_{rx} : Resistencia requerida a flexión alrededor del eje x (para las combinaciones de carga LRFD).

$$M_{rx} : \underline{0.132} \text{ t}\cdot\text{m}$$

I_x : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{206.90} \text{ cm}^4$$

y: Coordenada y del punto pésimo respecto al centro de gravedad.

$$y : \underline{50.00} \text{ mm}$$

f_{by} : Tensión normal debida a flexión alrededor del eje y.

$$f_{by} : \underline{-1403.31} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

M_{ry} : Resistencia requerida a flexión alrededor del eje y (para las combinaciones de carga LRFD).

$$M_{ry} : \underline{0.151} \text{ t}\cdot\text{m}$$

I_y : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{38.21} \text{ cm}^4$$

x: Coordenada x del punto pésimo respecto al centro de gravedad.

$$x : \underline{35.47} \text{ mm}$$

f_{vx} : Tensión tangencial debida a cortante en la dirección x.

$$f_{Vx} : \underline{0.00} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

V_x : Resistencia requerida a cortante en la dirección x (para las combinaciones de carga LRFD).

$$V_x : \underline{0.106} \text{ t}$$

Q_y : Momento estático respecto del eje y de la sección parcial de área correspondiente al punto pésimo.

$$Q_y : \underline{0.00} \text{ cm}^3$$

I_y : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{38.21} \text{ cm}^4$$

b : Espesor del elemento en el punto pésimo.

$$b : \underline{7.50} \text{ mm}$$

f_{Vy} : Tensión tangencial debida a cortante en la dirección y.

$$f_{Vy} : \underline{0.00} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

V_y : Resistencia requerida a cortante en la dirección y (para las combinaciones de carga LRFD).

$$V_y : \underline{0.122} \text{ t}$$

Q_x : Momento estático respecto del eje x de la sección parcial de área correspondiente al punto pésimo.

$$Q_x : \underline{0.00} \text{ cm}^3$$

I_x : Momento de inercia respecto al eje X

$$I_x : \underline{206.90} \text{ cm}^4$$

b : Espesor del elemento en el punto pésimo.

$$b : \underline{7.50} \text{ mm}$$

f_T : Tensión tangencial debida a torsión.

$$f_T : \underline{-31.39} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

T_r : torsión requerida.

$$T_r : \underline{0.001} \text{ t}\cdot\text{m}$$

J : torsión uniforme

$$J : \underline{2.01} \text{ cm}^4$$

b : Espesor del elemento en el punto pésimo.

$$b : \underline{7.50} \text{ mm}$$

F_a : Resistencia a tracción de la sección.

$$F_a : \underline{2293.58} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

ϕ_t : Factor de seguridad para tracción.

$$\phi_t : \underline{0.90}$$

F_y : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

F_{bx} , F_{by} : Resistencia de la sección a flexión alrededor de los ejes x y y, respectivamente.

$$F_{bx} : \underline{2293.58} \text{ kp/cm}^2$$

$$F_{by} : \underline{2293.58} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

ϕ_b : Factor de resistencia para flexión.

$$\phi_b : \underline{0.90}$$

F_y : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

F_{Vx} , F_{Vy} : Resistencia de la sección a cortante en las direcciones x y y, respectivamente.

$$F_{Vx} : \underline{1324.20} \text{ kp/cm}^2$$

$$F_{Vy} : \underline{1324.20} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

ϕ_v : Factor de resistencia para cortante.

$$\phi_v : \underline{0.90}$$

F_y : Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

F_T : Resistencia a torsión de la sección.

$$F_T : \underline{1324.20} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

ϕ_T : Factor de resistencia para torsión

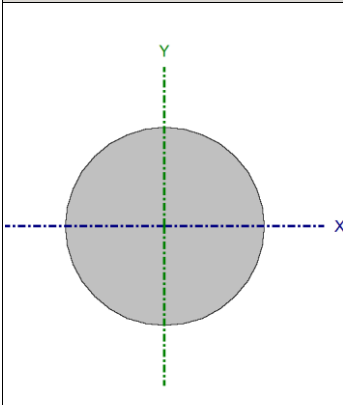
$$\phi_T : \underline{0.90}$$

F_y: Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

F_y : 2548.42 kp/cm²

3.3.10. Memoria de cálculo de arriostre vertical

Tabla 22. Descripción del elemento estructural “arriostre”.

Perfil: 1.3/8"							
	Ubicación		Longitud (m)	Características			
	Inicio	Fin		Área	I _x	I _y	I _t
	N339	N340	1.600	9.58	7.31	7.31	14.61
		Pandeo		Pandeo lateral			
		ZX	ZY	sup.	inf.		
	β	1.0	1.00	0.00	0.00		
	L _K	1.600	1.600	0.0	0.0		
C _b	-		1.0				

Fuente: Elaboración propia / cype 3d

Tabla 23. Comprobaciones (ansi/aisc 360-10 (lrfd))

Barra	Cargas y Momentos							PM _x M _y V _x V _y T	Estado
	P _t	λ _c	P _c	M _x	M _y	V _x	V _y		
N339/N340	x: 1.6 m η = 0.4	λ ≤ 200.0 Cumple	x: 0 m η = 2.2	x: 1.6 m η = 9.1	x: 0.8 m η = 9.9	x: 0 m η = 0.5	x: 0 m η = 0.1	η = 6.0	CUMPLE η = 9.9

Fuente: Elaboración propia / cype 3d

a) Resistencia a tracción.

Se debe satisfacer:

$$\eta_T : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

Donde:

P_r: tracción requerida

$$P_r : \underline{0.079} \text{ t}$$

P_c: diseño a tracción

$$P_c : \underline{21.979} \text{ t}$$

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:

φ_t: Factor de resistencia a tracción, tomado como:

$$\phi_t : \underline{0.90}$$

a) Para fluencia bajo tracción en la sección bruta:

$$P_n : \underline{24.421} \text{ t}$$

Donde:

A: Área bruta.

$$A : \underline{9.58} \text{ cm}^2$$

F_y: Límite elástico

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

b) Limitación de esbeltez para compresión.

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

$$\lambda : \underline{183} \checkmark$$

Donde:

λ : Coeficiente de esbeltez

$$\lambda : \underline{183}$$

Donde:

L: Longitud de la barra

$$L : \underline{1600} \text{ mm}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K : \underline{1.00}$$

r_x: Radio de giro respecto al eje X

$$r_x : \underline{0.87} \text{ cm}$$

Donde:

$$r_x : \underline{0.87} \text{ cm}$$

Donde:

I_x: inercia en X

$$I_x : \underline{7.31} \text{ cm}^4$$

A: Área de la sección transversal.

$$A : \underline{9.58} \text{ cm}^2$$

c) Resistencia a compresión

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_T : \underline{0.022} \checkmark$$

Donde:

P_r: compresión requerida

$$P_r : \underline{0.100} \text{ t}$$

P_c: diseño a compresión

$$P_c : \underline{4.533} \text{ t}$$

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:

ϕ_p : Factor de resistencia a compresión, tomado como:

$$\phi_p : \underline{0.90}$$

P_n: Resistencia nominal a compresión, calculada según el Artículo E3-B:

$$P_n : \underline{5.037} \text{ t}$$

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

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra.

$$A : \frac{9.58}{\text{cm}^2}$$

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

$$F_{cr} : \frac{525.65}{\text{kp/cm}^2}$$

ii) Cuando:

Donde:

F_y: Límite elástico mínimo especificado del acero de las barras

$$F_y : \frac{2548.42}{\text{kp/cm}^2}$$

F_e: Tensión crítica elástica de pandeo, tomada como la menor de:

$$F_e : \frac{599.37}{\text{kp/cm}^2}$$

$$F_{ex} : \frac{599.37}{\text{kp/cm}^2}$$

$$F_{ey} : \frac{599.37}{\text{kp/cm}^2}$$

Donde:

E: Módulo de elasticidad del acero

$$E : \frac{2038735.98}{\text{kp/cm}^2}$$

K: Factor de longitud efectiva.

$$K_x : \frac{1.00}{\text{---}}$$

$$K_y : \frac{1.00}{\text{---}}$$

L: Longitud de la barra

$$L : \frac{1600}{\text{mm}}$$

r: Radio de giro dominante

$$r_x : \frac{0.87}{\text{cm}}$$

$$r_y : \frac{0.87}{\text{cm}}$$

Donde:

I: Momento de inercia

$$I_x : \frac{7.31}{\text{cm}^4}$$

$$I_y : \frac{7.31}{\text{cm}^4}$$

A: sección transversal .

$$A : \frac{9.58}{\text{cm}^2}$$

d) Comprobación a flexión en x

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M : \underline{0.091} \quad \checkmark$$

Donde:

M_r: flexión requerida

$$M_r : \frac{0.014}{\text{t-m}}$$

M_c: flexión

$$M_c : \frac{0.154}{\text{t-m}}$$

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:

φ_b: Factor de resistencia a flexión

$$\phi_b : \frac{0.90}{\text{---}}$$

M_n: La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 11, Sección 1

$$M_n : \frac{0.171}{\text{t-m}}$$

Donde:

M_r⁺: Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \frac{0.000}{\text{t-m}}$$

$$M_r^- : \frac{0.014}{\text{t-m}}$$

1. Fluencia

Para redondos macizos:

$$M_n : \underline{0.171} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Z_x : Módulo resistente plástico respecto al eje X

$$Z_x : \underline{7.10} \text{ cm}^3$$

$$M_y : \underline{0.107} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

S_x : Módulo resistente elástico respecto al eje X

$$S_x : \underline{4.18} \text{ cm}^3$$

Donde:

I : Momento de inercia

$$I : \underline{7.31} \text{ cm}^4$$

x : fibra extrema en flexión

$$x : \underline{17.47} \text{ mm}$$

e) Comprobación a flexión en y

debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_M : \underline{0.099} \quad \checkmark$$

Donde:

M_r : flexión requerida

$$M_r : \underline{0.015} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_c : Diseño a flexión

$$M_c : \underline{0.154} \text{ t}\cdot\text{m}$$

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:

ϕ_b : Factor de resistencia a flexión

$$\phi_b : \underline{0.90}$$

M_n : La resistencia nominal a flexión calculada según Artículo 11, Sección 1

$$M_n : \underline{0.171} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

M_r^+ : Resistencia a flexión requerida

$$M_r^+ : \underline{0.015} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_r^- : \underline{0.011} \text{ t}\cdot\text{m}$$

1. Fluencia

Para redondos macizos:

$$M_n : \underline{0.171} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Z_y : Módulo resistente plástico respecto al eje Y

$$Z_y : \underline{7.10} \text{ cm}^3$$

$$M_y : \underline{0.107} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

S_y : Módulo resistente elástico respecto al eje Y

$$S_y : \underline{4.18} \text{ cm}^3$$

Donde:

I : Momento de inercia

$$I : \underline{7.31} \text{ cm}^4$$

y : Distancia a la fibra extrema en flexión desde el baricentro

$$y : \underline{17.47} \text{ mm}$$

f) Resistencia a corte x

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v : \underline{0.005} \quad \checkmark$$

Donde:

V_r : cortante requerida

$$V_r : \underline{0.065} \text{ t}$$

V_c : diseño a cortante

$$V_c : \underline{13.187} \text{ t}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

ϕ_v : Factor de resistencia a cortante

$$\phi_v : \underline{0.90}$$

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

para almas de secciones con simetría simple o doble y en U sometidas a cortante en el plano del alma (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo G - G2).

1. Resistencia nominal a cortante

$$V_n : \underline{14.652} \text{ t}$$

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

$$A_w : \underline{9.58} \text{ cm}^2$$

Donde:

d : Canto total

$$d : \underline{34.93} \text{ mm}$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

g) Resistencia a corte y

Se debe satisfacer el siguiente criterio:

$$\eta_v : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Donde:

V_r : cortante requerida

$$V_r : \underline{0.017} \text{ t}$$

V_c : diseño a cortante

$$V_c : \underline{13.187} \text{ t}$$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

ϕ_v : Factor de resistencia a cortante

$$\phi_v : \underline{0.90}$$

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

para almas de secciones con simetría simple o doble y en U sometidas a cortante en el plano del alma (ANSI/AISC 360-10 (LRFD), Capítulo G - G2).

1. Resistencia nominal a cortante

$$V_n : \underline{14.652} \text{ t}$$

Donde:

F_y : Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

$$A_w : \underline{9.58} \text{ cm}^2$$

Donde:

d : Canto total

$$d : \underline{34.93} \text{ mm}$$

$$C_v : \underline{1.00}$$

h) Esfuerzos combinados y torsión.

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$$\eta : \underline{0.060} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM+Vy-.

Donde:

3. Resistencia de secciones no tubulares sometidas a torsión y tensiones combinadas

T_r : Resistencia a torsión requerida

$$T_r : \underline{0.003} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$T_c : \underline{0.045} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

ϕ_T : Factor de resistencia para torsión

$$\phi_T : \underline{0.90}$$

T_n : Resistencia nominal a torsión, definida como:

$$T_n : \underline{0.050} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

C : Módulo resistente a torsión

$$C : \underline{8.37} \text{ cm}^3$$

c) El estado límite de pandeo

$$F_n : \underline{599.37} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

$$F_{ex} : \underline{599.37} \text{ kp/cm}^2$$

$$F_{ey} : \underline{599.37} \text{ kp/cm}^2$$

Donde:

E : Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$$

K : Factor de longitud efectiva.

$$K_x : \underline{1.00}$$

$$K_y : \underline{1.00}$$

L : Longitud de la barra

$$L : \underline{1600} \text{ mm}$$

r : Radio de giro dominante

$$r_x : \underline{0.87} \text{ cm}$$

$$r_y : \underline{0.87} \text{ cm}$$

Donde:

I : Momento de inercia

$$I_x : \underline{7.31} \text{ cm}^4$$

$$I_y : \underline{7.31} \text{ cm}^4$$

A : Área total de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{9.58} \text{ cm}^2$$

$$F_e : \underline{\infty}$$

Donde:

E : Módulo de elasticidad del acero

$$E : \underline{2038735.98} \text{ kp/cm}^2$$

C_w : Constante de alabeo de la sección

$$C_w : \underline{0.00} \text{ cm}^6$$

K_z : Factor de longitud efectiva de pandeo alrededor del eje Z

$$K_z : \underline{0.00}$$

L : Longitud de la barra

$$L : \underline{1600} \text{ mm}$$

G : Módulo de elasticidad transversal del acero

$$G : \underline{815494.39} \text{ kp/cm}^2$$

J : Momento de inercia a torsión uniforme

$$J : \underline{14.61} \text{ cm}^4$$

I_x : Momento de inercia respecto al eje X

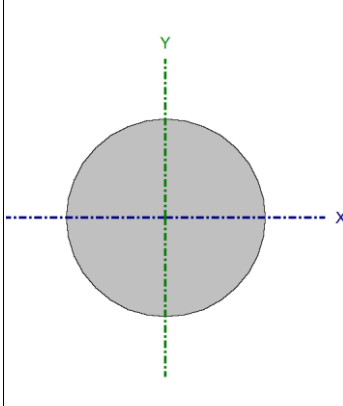
$$I_x : \underline{7.31} \text{ cm}^4$$

I_y : Momento de inercia respecto al eje Y

$$I_y : \underline{7.31} \text{ cm}^4$$

3.3.11. Memoria de cálculo de los templadores

Tabla 24. Descripción del elemento estructural “templadores”.

Perfil: 1/2"							
	Ubicación		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicio	Fin		Área	I _x	I _y	I _t
	N3	N30	9.970	1.27	0.13	0.13	0.26
		Pandeo		Pandeo lateral			
		ZX	ZY	sup.	inf.		
	β	0.00	0.00	0.00	0.00		
	L _K	0.000	0.000	0.000	0.00		
C _b	-		1.0				

Fuente: Elaboración propia / cype 3d

Tabla 25. Comprobaciones (ansi/aisc 360-10 (lrfd))

Barra	P _t	λ _c	P _c	M _x	M _y	V _x	V _y	PM _x M _y V _x V _y T	Estado
N3/N30	η = 45.4	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE η = 45.4

Fuente: Elaboración propia / cype 3d

a) Resistencia a tracción.

Se debe satisfacer:

$$\eta_T : \underline{0.454} \quad \checkmark$$

Donde:

P_r: tracción requerida

$$P_r : \underline{1.320} \text{ t}$$

P_c: diseño a tracción

$$P_c : \underline{2.905} \text{ t}$$

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:

φ_t: Factor de resistencia a tracción, tomado como:

$$\phi_t : \underline{0.90}$$

a) Para fluencia bajo tracción en la sección bruta:

$$P_n : \underline{3.228} \text{ t}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección de la barra.

$$A : \underline{1.27} \text{ cm}^2$$

F_y: Límite elástico mínimo especificado

$$F_y : \underline{2548.42} \text{ kp/cm}^2$$

b) Comprobación de esbeltez en compresión.

La comprobación no prosigue, porque no tenemos axil de compresión

c) Comprobación a compresión.

La comprobación no prosigue, porque no tenemos axil de compresión

d) Comprobación de flexión en x.

La comprobación no prosigue, porque no existe momento flector

e) Comprobación a flexión en y.

La comprobación no prosigue, porque no existe momento flector

f) Comprobación a corte en x.

La comprobación no prosigue, porque no existe esfuerzo cortante

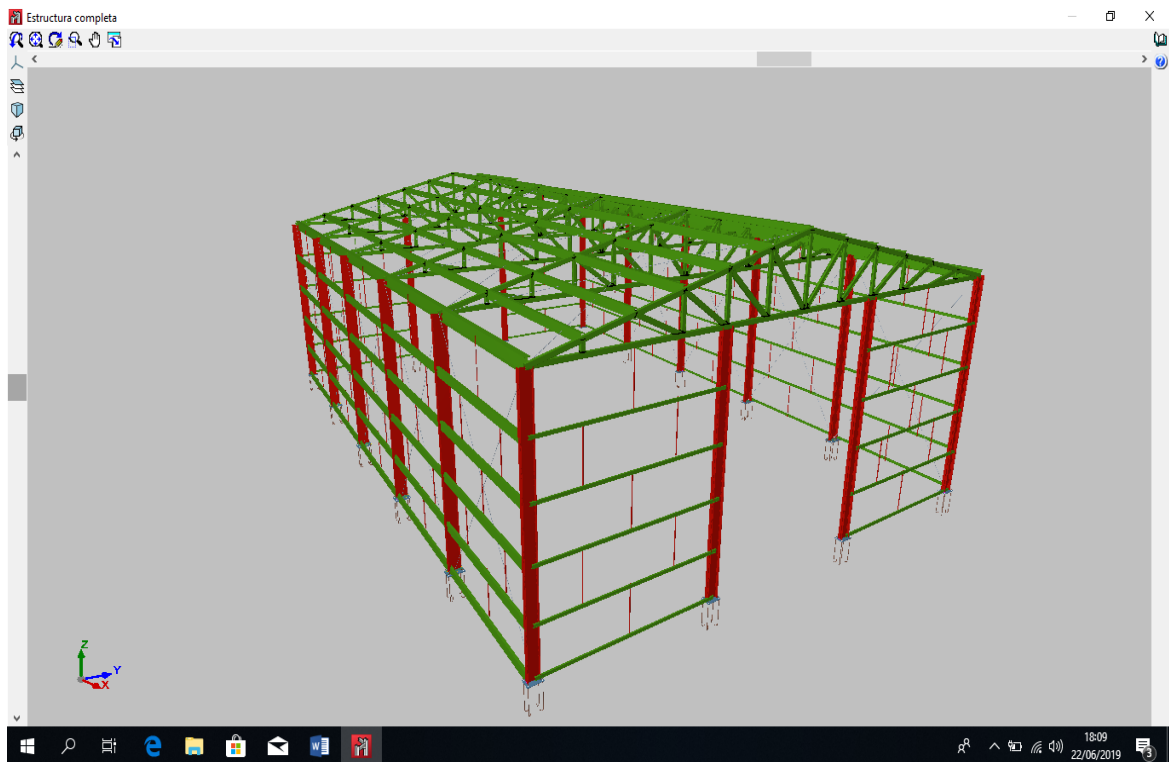
g) Comprobación a corte en y.

La comprobación no prosigue, porque no existe esfuerzo cortante

h) Comprobación a torsión y esfuerzos.

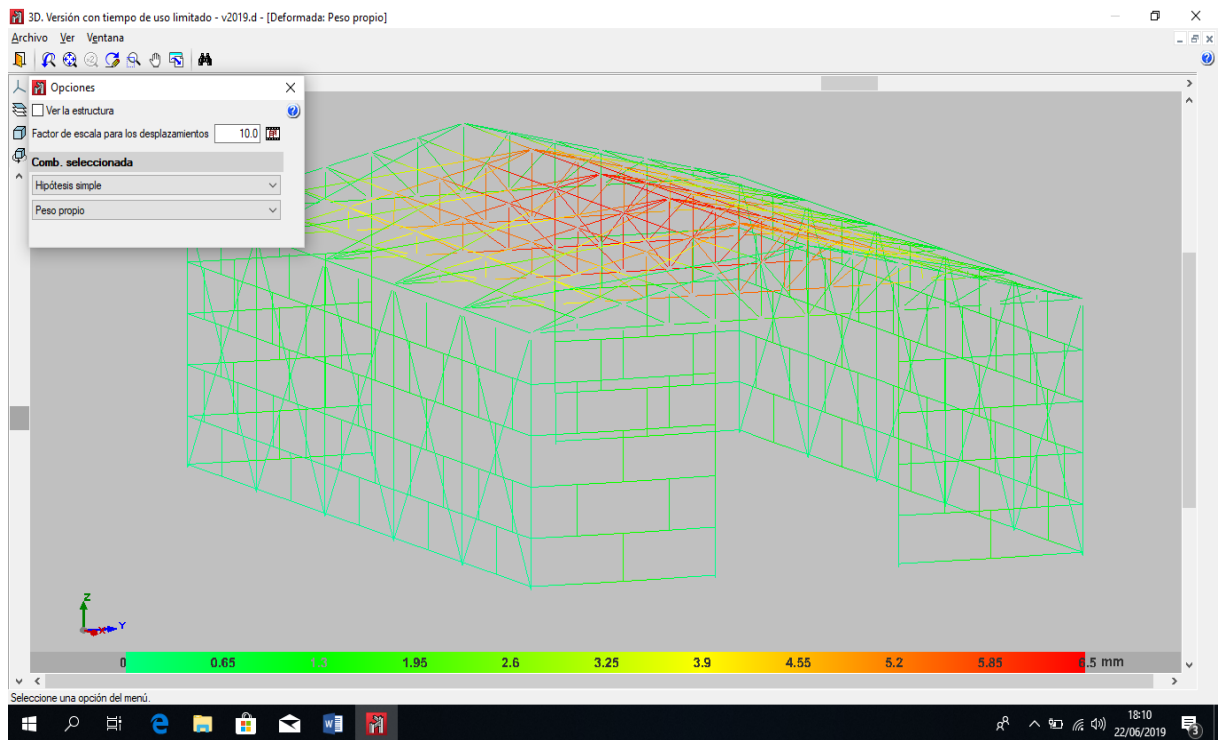
La comprobación no prosigue, porque no existe torsión u otro esfuerzo.

Figura 20. *Vista 3d estructura completa*



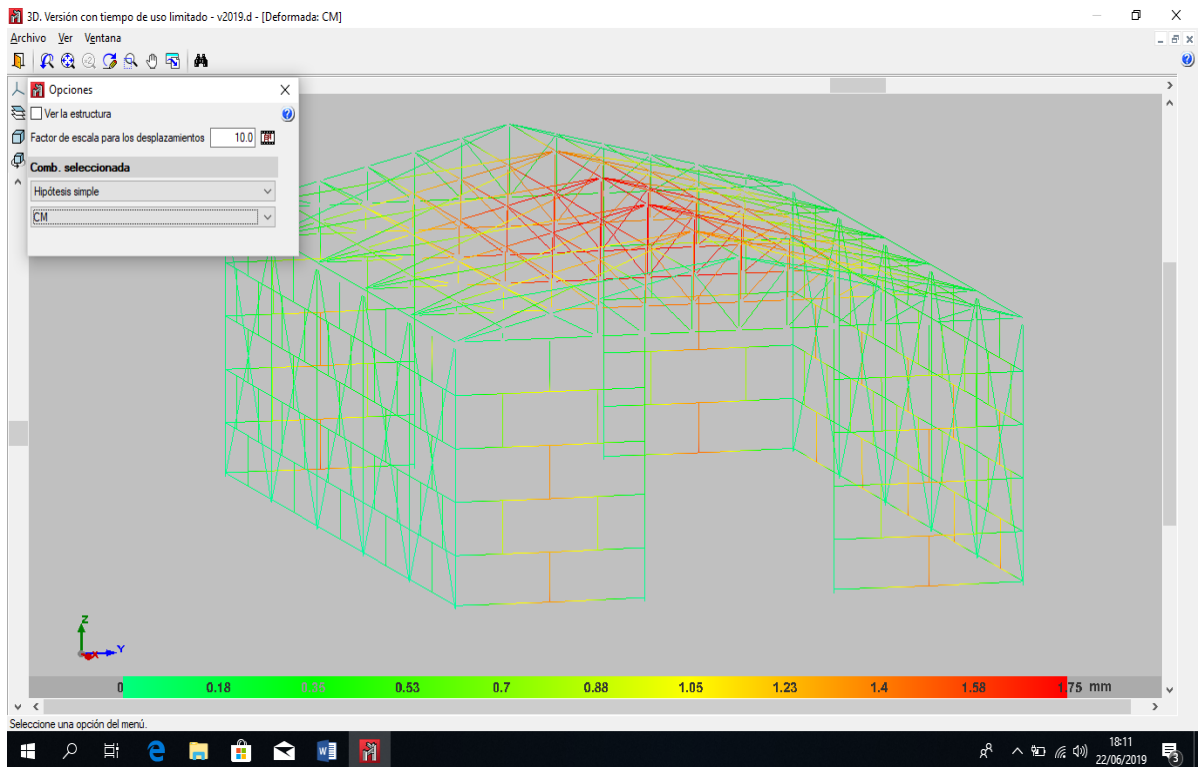
Fuente: Elaboración propia / cype 3d

Figura 21. Estructura sometida al peso propio



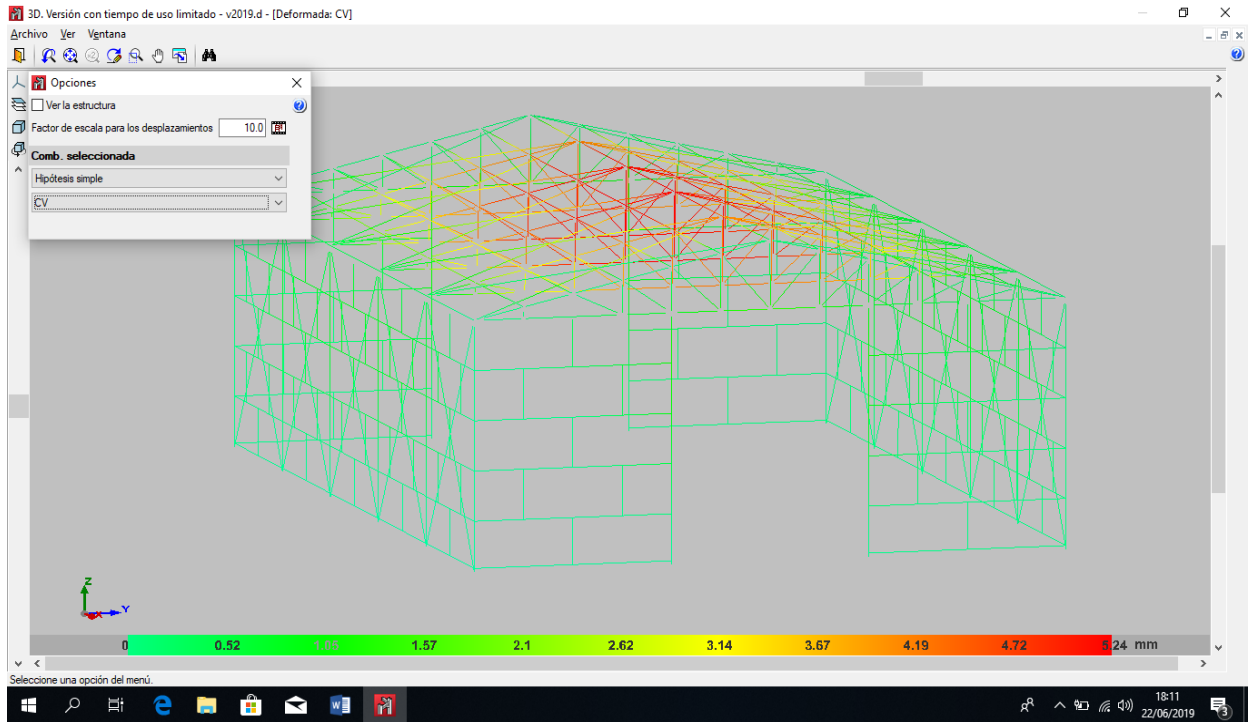
Fuente: Elaboración propia / cype 3d

Figura 22. Estructura sometida a carga muerta



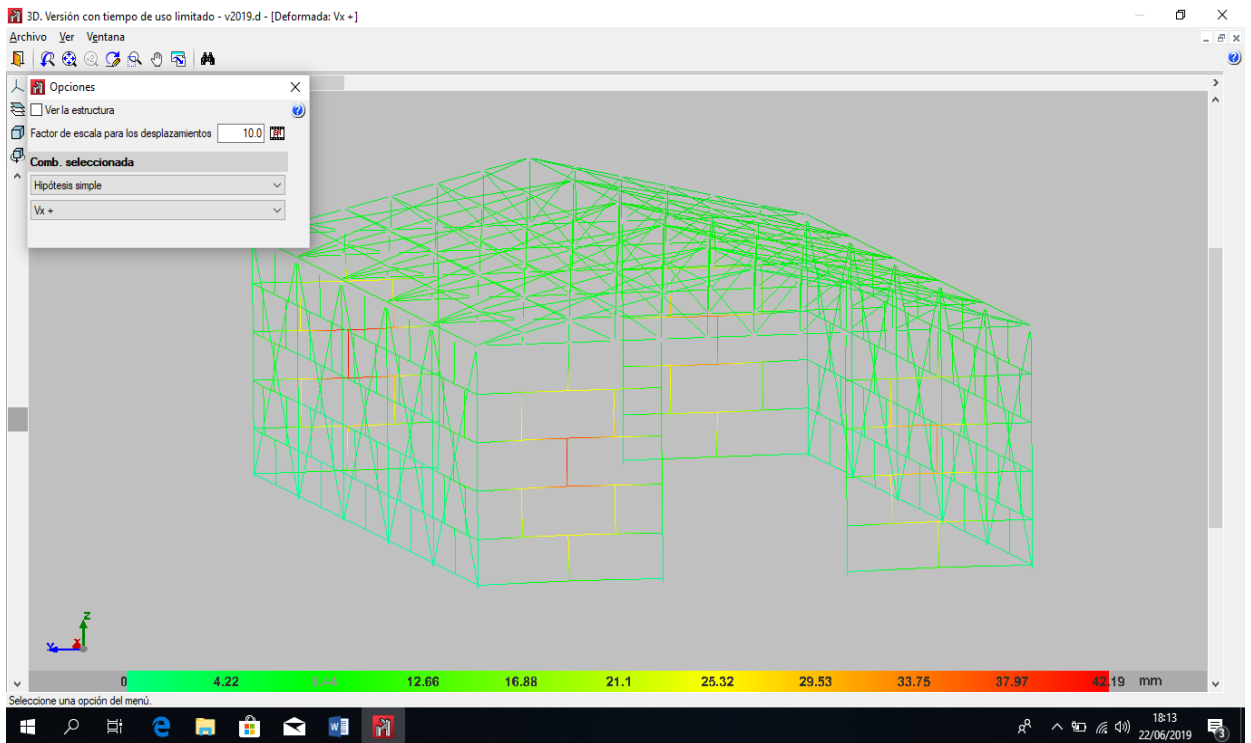
Fuente: Elaboración propia / cype 3d

Figura 23. Estructura sometida a carga viva



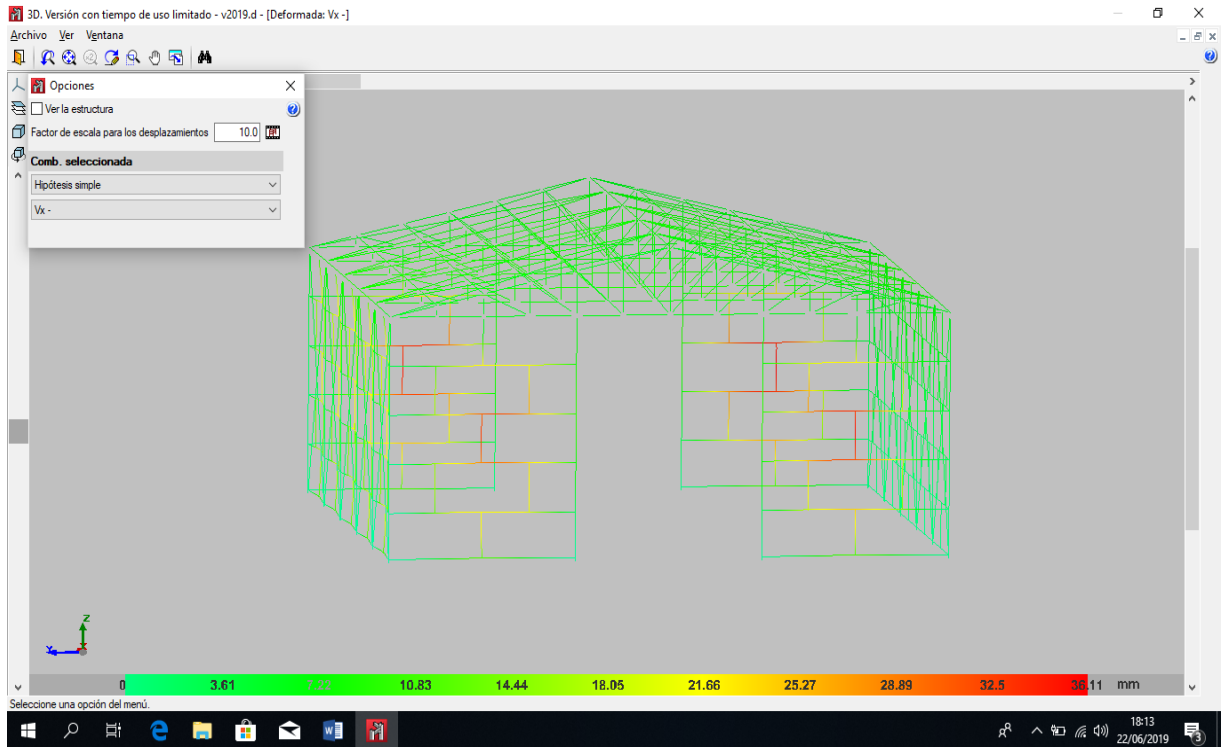
Fuente: elaboración propia / cype 3d

Figura 24. Estructura sometida a viento "x" positivo



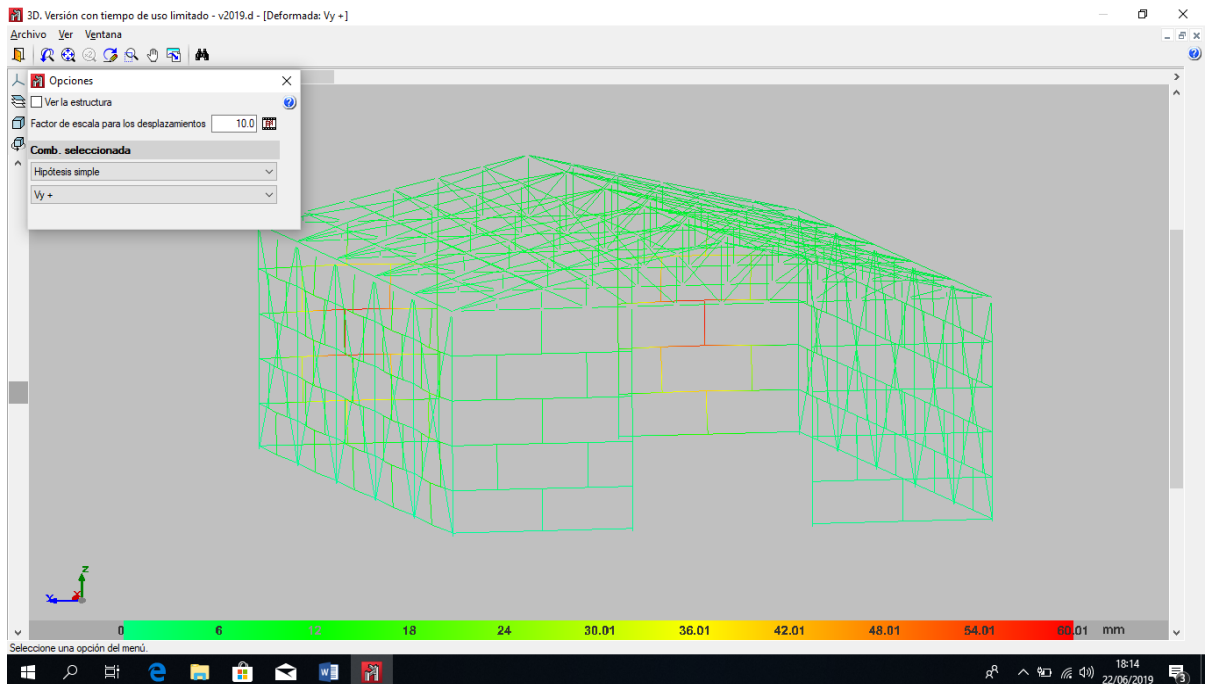
Fuente: Elaboración propia / cype 3d

Figura 25. Estructura sometida a viento "x" negativo



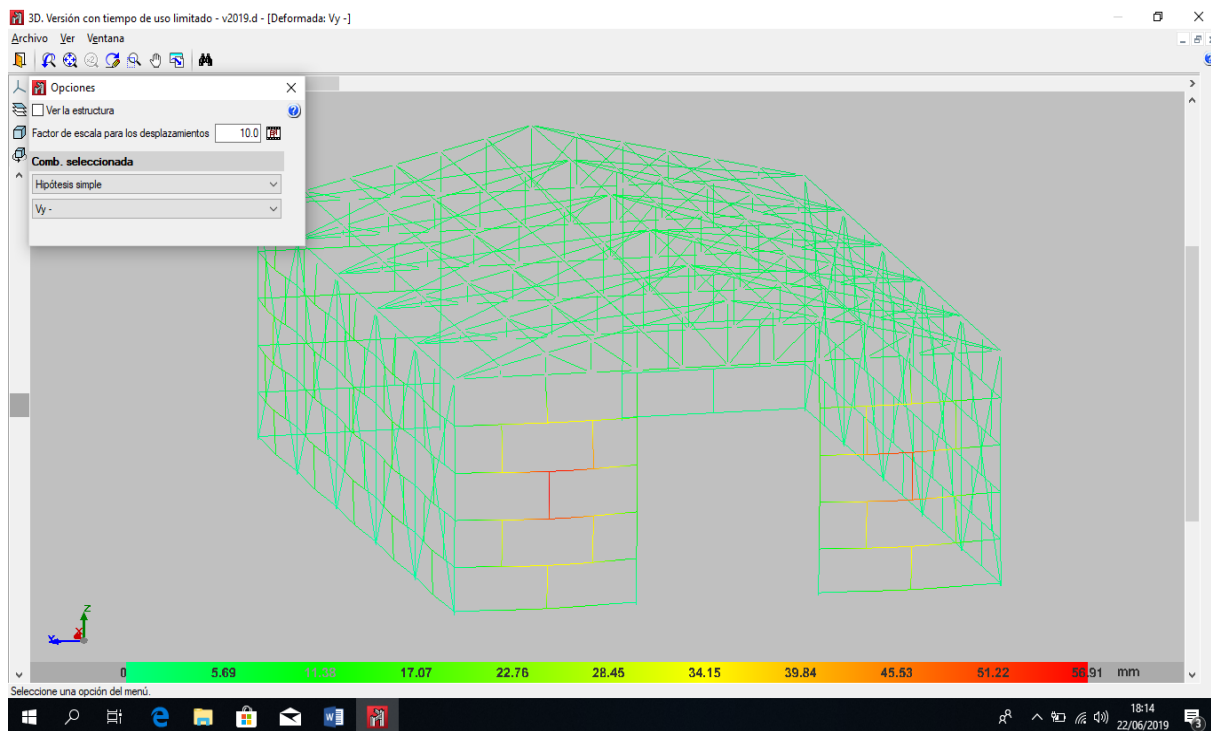
Fuente: Elaboración propia / cype 3d

Figura 26. Estructura sometida a viento "y" positivo



Fuente: Elaboración propia / cype 3d

Figura 27. Estructura sometida a viento “y” negativo

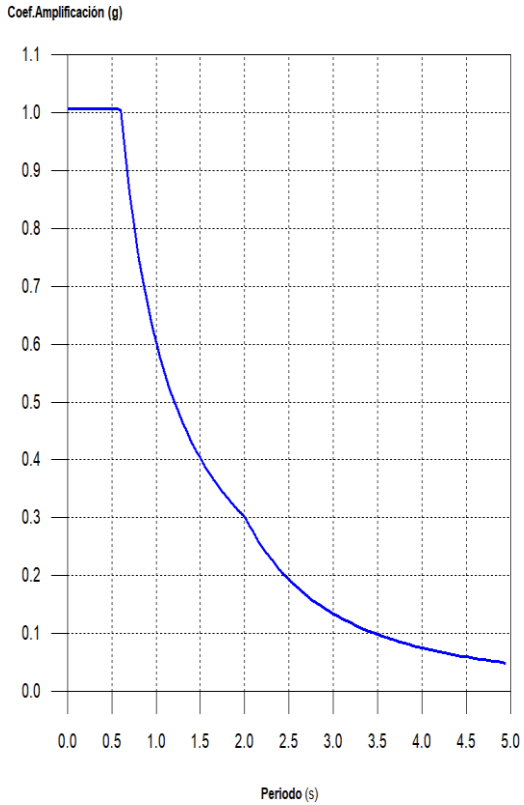


Fuente: Elaboración propia / cype 3d

3.4. Análisis sísmico de la estructura

3.4.1. Espec. de aceleraciones

Coefficiente de amplificación:



entonces:

El máximo obtenido en las cordenadas espectrales es 1.006 g.

3.4.2. Parámetros de diseño para el espectro

- **Z:** (N. Técnica peruana E 030 2014 (decreto n°003-2016)
Zona sísmica **Z : 0.35**
- **U:** (N. Técnica peruana E 030 2014 (decreto n°003-2016),
Importancia de la obra / C: Edificaciones comunes **U : 1.00**
- **S:** Factor amplificación del suelo (N. Técnica peruana E.030 2014 (decreto n°003-2016),
Tipo de perfil de suelo **S : 1.15**
- **T_p:** Periodo de la plataforma del espectro **T_p : 0.60 s**
- **T₁:** Periodo que define el inicio de la zona del espectro con desplazamiento constante **T₁ : 2.00 s**

3.4.3. Espectro de diseño de aceleraciones

R_X : Coef. de reduc. (X) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016))

$R_X : 8.00$

R_{oX} : Coef. de reduc. (X) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016))

$R_{oX} : 8.00$

R_Y : Coef. De reduc. (Y) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016))

$R_Y : 8.00$

R_{oY} : Coef. de reduc. (Y) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016))

$R_{oY} : 8.00$

I_a : Factor de irregularidad en altura (X) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016))

$I_a : 1.00$

I_a : Factor de irregularidad en altura (Y) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016))

$I_a : 1.00$

I_p : Factor de irregularidad en planta (X) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016))

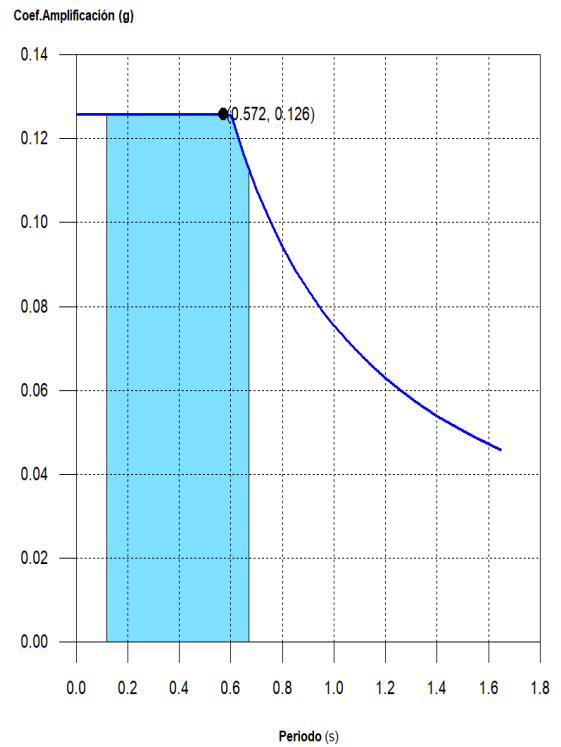
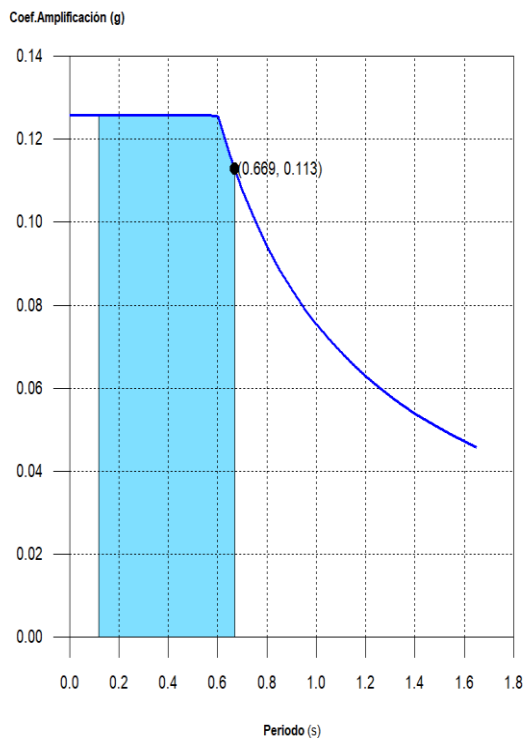
$I_p : 1.00$

I_p : Factor de irregularidad en planta (Y) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016))

$I_p : 1.00$

3.4.4. Grafica de los periodos modales

Figura 28. Espectros de diseño según “x” y “y”.



Fuente: Elaboración propia / cype 3d

Se muestra los periodos abarcado por los modos diseñados, donde éste se desplaza más del 30% de la masa:

Cuadro 8. H. sismo x1

H. modal	T (s)	A (g)
Modo 1	0.669	0.113

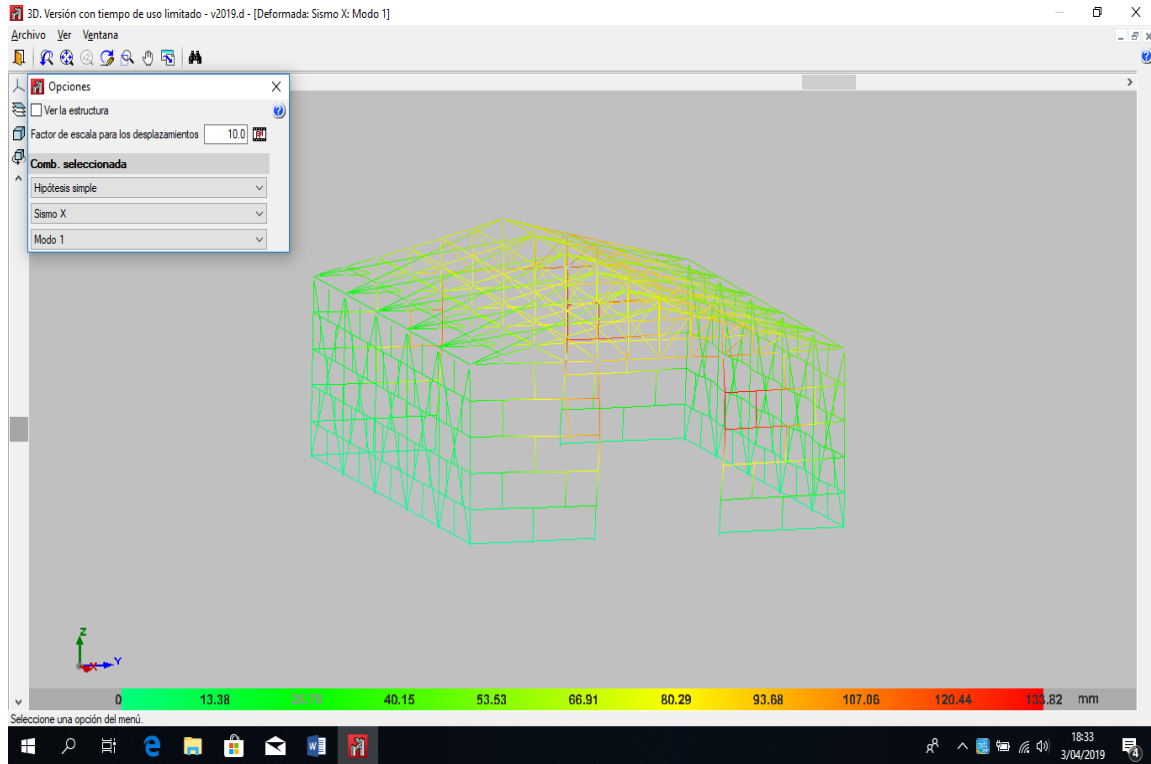
Fuente: Elaboración propia / cype 3d

Cuadro 9. H. sismo y1

H. modal	T (s)	A (g)
Modo 2	0.572	0.126

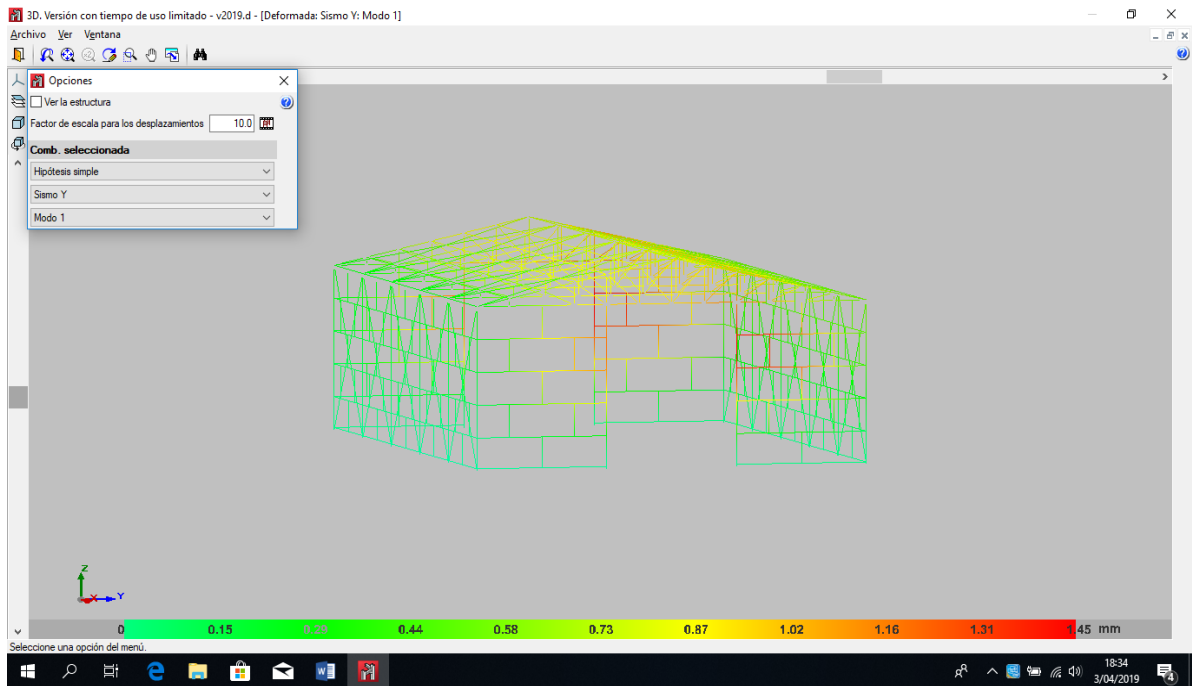
Fuente: Elaboración propia / cype 3d

Figura 29. Estructura sometida a sismo "x" modo 1



Fuente: Elaboración propia / cype 3d

Figura 30. Estructura sometida a sismo “y” modo 1



Fuente: Elaboración propia / cype 3d

3.5. Metrados.

3.5.1. Características mecánicas

Tabla 26. Tipos de pieza

Ref.	Piezas
1	N1/N2, N3/N4, N131/N132, N133/N134, N155/N141, N156/N151, N157/N12 y N158/N23
2	N2/N5, N4/N5, N2/N4, N6/N7, N8/N7, N8/N9, N10/N9, N10/N11, N12/N11, N12/N13, N14/N13, N14/N15, N16/N15, N16/N5, N17/N18, N19/N20, N21/N20, N21/N22, N23/N22, N23/N24, N25/N24, N25/N26, N16/N26, N28/N31, N30/N31, N28/N30, N32/N33, N34/N33, N34/N35, N36/N35, N36/N37, N38/N37, N38/N39, N40/N39, N40/N41, N42/N41, N42/N31, N43/N44, N45/N44, N45/N46, N47/N46, N47/N48, N49/N48, N49/N50, N51/N50, N51/N52, N42/N52, N54/N57, N56/N57, N54/N56, N58/N59, N60/N59, N60/N61, N62/N61, N62/N63, N64/N63, N64/N65, N66/N65, N66/N67, N68/N67, N68/N57, N69/N70, N71/N70, N71/N72, N73/N72, N73/N74, N75/N74, N75/N76, N77/N76, N77/N78, N68/N78, N80/N83, N82/N83, N80/N82, N84/N85, N86/N85, N86/N87, N88/N87, N88/N89, N90/N89, N90/N91, N92/N91, N92/N93, N94/N93, N94/N83, N95/N96, N97/N96, N97/N98, N99/N98, N99/N100, N101/N100, N101/N102, N103/N102, N103/N104, N94/N104, N106/N109, N108/N109, N106/N108, N110/N111, N112/N111, N112/N113, N114/N113, N114/N115, N116/N115, N116/N117, N118/N117, N118/N119, N120/N119, N120/N109, N121/N122, N123/N122, N123/N124, N125/N124, N125/N126, N127/N126, N127/N128, N129/N128, N129/N130, N120/N130, N132/N135, N134/N135, N132/N134, N136/N137, N139/N138, N139/N140, N141/N140, N141/N142, N143/N142, N143/N144, N145/N144, N145/N135, N146/N147, N149/N148, N149/N150, N151/N150, N151/N152, N153/N152, N153/N154, N145/N154 y N370/N147

Ref.	Piezas
3	N27/N28, N29/N30, N53/N54, N55/N56, N79/N80, N81/N82, N105/N106 y N107/N108
4	N28/N5, N2/N31, N4/N31, N30/N5, N27/N2, N1/N28, N30/N57, N56/N31, N54/N31, N28/N57, N27/N54, N53/N28, N56/N83, N82/N57, N80/N57, N54/N83, N53/N80, N79/N54, N82/N109, N108/N83, N106/N83, N80/N109, N79/N106, N105/N80, N108/N135, N134/N109, N132/N109, N106/N135, N105/N132, N131/N106, N133/N108, N107/N134, N107/N82, N81/N108, N81/N56, N55/N82, N55/N30, N29/N56, N29/N4 y N3/N30
5	N83/N109, N57/N83, N31/N57, N5/N31 y N109/N135
6	N104/N130, N78/N104, N52/N78, N26/N52, N130/N154, N102/N128, N76/N102, N50/N76, N24/N50, N128/N152, N100/N126, N74/N100, N48/N74, N22/N48, N126/N150, N96/N122, N70/N96, N44/N70, N18/N44, N122/N147, N98/N124, N72/N98, N46/N72, N20/N46, N124/N148, N93/N119, N67/N93, N41/N67, N15/N41, N119/N144, N91/N117, N65/N91, N39/N65, N13/N39, N117/N142, N89/N115, N63/N89, N37/N63, N11/N37, N115/N140, N87/N113, N61/N87, N35/N61, N9/N35, N113/N138, N85/N111, N59/N85, N33/N59, N7/N33, N111/N137, N160/N161, N162/N163, N164/N165, N166/N167, N161/N183, N163/N186, N165/N190, N167/N194, N183/N199, N186/N202, N190/N206, N194/N210, N199/N215, N202/N218, N206/N222, N210/N226, N215/N231, N218/N234, N222/N238, N226/N242, N410/N412, N414/N410, N417/N414, N420/N417 y N423/N420
7	N82/N108, N56/N82, N30/N56, N4/N30, N108/N134, N106/N132, N80/N106, N54/N80, N28/N54 y N2/N28
8	N169/N168, N178/N179, N188/N192, N191/N180, N193/N182, N204/N208, N207/N196, N209/N198, N220/N224, N223/N212, N225/N214, N246/N263, N255/N260, N266/N279, N273/N277, N276/N265, N278/N267, N282/N295, N289/N293, N292/N281, N294/N283, N298/N311, N305/N309, N308/N297, N310/N299, N314/N327, N321/N325, N324/N313, N326/N315, N333/N334, N335/N336, N337/N338, N349/N353, N352/N356, N354/N357, N368/N370, N364/N367, N366/N369, N392/N19 y N393/N8
9	N171/N170, N172/N173, N174/N175, N176/N177, N184/N187, N185/N189, N200/N203, N201/N205, N216/N219, N217/N221, N232/N235, N233/N237, N250/N254, N251/N256, N259/N245, N261/N247, N269/N272, N270/N274, N285/N288, N286/N290, N301/N304, N302/N306, N317/N320, N318/N322, N339/N340, N341/N342, N344/N348, N346/N350, N362/N365, N359/N361, N360/N363, N381/N385, N376/N380, N378/N382, N400/N401, N402/N403, N404/N405, N406/N407, N408/N409, N411/N413, N415/N416, N418/N419, N421/N422, N424/N425, N426/N358, N427/N375, N430/N332 y N431/N343
10	N181/N195, N197/N211, N213/N227 y N229/N243
11	N236/N240, N239/N228, N241/N230, N384/N388 y N386/N389
12	N244/N248, N249/N252, N253/N257, N258/N262, N264/N244, N268/N249, N271/N253, N275/N258, N280/N264, N284/N268, N287/N271, N291/N275, N296/N280, N300/N284, N303/N287, N307/N291, N312/N296, N316/N300, N319/N303, N323/N307, N328/N316, N329/N319, N330/N323, N331/N312, N162/N345, N164/N347, N166/N351, N160/N355, N371/N252, N372/N257, N373/N262, N374/N248, N234/N377, N238/N379, N242/N383, N231/N387, N394/N395, N395/N396, N396/N397, N397/N398, N398/N399, N428/N399, N412/N429, N433/N394 y N423/N432
13	N391/N390

Fuente: Elaboración propia / cype 3d

3.5.2. Mediciones de la estructura

Tabla 27. *Tabla de medidas*

Material		Ubicación	descripción	medida (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero	A 36	N1/N2	IPE 400 (IPE)	8.000	0.068	530.66
		N3/N4	IPE 400 (IPE)	8.000	0.068	530.66
		N2/N5	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	10.239	0.028	221.93
		N4/N5	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	10.239	0.028	221.93
		N2/N4	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	20.000	0.055	433.50
		N6/N7	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	0.367	0.001	7.95
		N8/N7	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.707	0.005	36.99
		N8/N9	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	0.733	0.002	15.89
		N10/N9	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.821	0.005	39.47
		N10/N11	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.100	0.003	23.84
		N12/N11	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.997	0.006	43.28
		N12/N13	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.467	0.004	31.79
		N14/N13	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	2.220	0.006	48.12
		N14/N15	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.833	0.005	39.74
		N16/N15	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	2.478	0.007	53.70
		N16/N5	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	2.200	0.006	47.68
		N17/N18	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	0.367	0.001	7.95
		N19/N20	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	0.733	0.002	15.89
		N21/N20	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.821	0.005	39.47
		N21/N22	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.100	0.003	23.84
		N23/N22	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.997	0.006	43.28
		N23/N24	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.467	0.004	31.79

Material		Ubicación	descripción	medida (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N25/N24	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	2.220	0.006	48.12
		N25/N26	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.833	0.005	39.74
		N16/N26	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	2.478	0.007	53.70
		N27/N28	IPE 450 (IPE)	8.000	0.079	620.46
		N29/N30	IPE 450 (IPE)	8.000	0.079	620.46
		N28/N31	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	10.239	0.028	221.93
		N30/N31	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	10.239	0.028	221.93
		N28/N30	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	20.000	0.055	433.50
		N32/N33	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	0.367	0.001	7.95
		N34/N33	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.707	0.005	36.99
		N34/N35	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	0.733	0.002	15.89
		N36/N35	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.821	0.005	39.47
		N36/N37	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.100	0.003	23.84
		N38/N37	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.997	0.006	43.28
		N38/N39	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.467	0.004	31.79
		N40/N39	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	2.220	0.006	48.12
		N40/N41	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.833	0.005	39.74
		N42/N41	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	2.478	0.007	53.70
		N42/N31	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	2.200	0.006	47.68
		N43/N44	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	0.367	0.001	7.95
		N45/N44	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.707	0.005	36.99
		N45/N46	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	0.733	0.002	15.89
		N47/N46	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.821	0.005	39.47
		N47/N48	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.100	0.003	23.84
		N49/N48	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.997	0.006	43.28
		N49/N50	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.467	0.004	31.79
		N51/N50	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	2.220	0.006	48.12

Material		Ubicación	descripción	medida (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N51/N52	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.833	0.005	39.74
		N42/N52	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	2.478	0.007	53.70
		N53/N54	IPE 450 (IPE)	8.000	0.079	620.46
		N55/N56	IPE 450 (IPE)	8.000	0.079	620.46
		N54/N57	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	10.239	0.028	221.93
		N56/N57	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	10.239	0.028	221.93
		N54/N56	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	20.000	0.055	433.50
		N58/N59	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	0.367	0.001	7.95
		N60/N59	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.707	0.005	36.99
		N60/N61	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	0.733	0.002	15.89
		N62/N61	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.821	0.005	39.47
		N62/N63	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.100	0.003	23.84
		N64/N63	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.997	0.006	43.28
		N64/N65	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.467	0.004	31.79
		N66/N65	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	2.220	0.006	48.12
		N66/N67	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.833	0.005	39.74
		N68/N67	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	2.478	0.007	53.70
		N68/N57	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	2.200	0.006	47.68
		N69/N70	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	0.367	0.001	7.95
		N71/N70	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.707	0.005	36.99
		N71/N72	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	0.733	0.002	15.89
		N73/N72	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.821	0.005	39.47
		N73/N74	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.100	0.003	23.84
		N75/N74	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.997	0.006	43.28
		N75/N76	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.467	0.004	31.79
		N77/N76	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	2.220	0.006	48.12
		N77/N78	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.833	0.005	39.74

Material		Ubicación	descripción	medida (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N68/N78	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	2.478	0.007	53.70
		N79/N80	IPE 450 (IPE)	8.000	0.079	620.46
		N81/N82	IPE 450 (IPE)	8.000	0.079	620.46
		N80/N83	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	10.239	0.028	221.93
		N82/N83	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	10.239	0.028	221.93
		N80/N82	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	20.000	0.055	433.50
		N84/N85	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	0.367	0.001	7.95
		N86/N85	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.707	0.005	36.99
		N86/N87	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	0.733	0.002	15.89
		N88/N87	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.821	0.005	39.47
		N88/N89	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.100	0.003	23.84
		N90/N89	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.997	0.006	43.28
		N90/N91	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.467	0.004	31.79
		N92/N91	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	2.220	0.006	48.12
		N92/N93	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.833	0.005	39.74
		N94/N93	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	2.478	0.007	53.70
		N94/N83	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	2.200	0.006	47.68
		N95/N96	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	0.367	0.001	7.95
		N97/N96	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.707	0.005	36.99
		N97/N98	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	0.733	0.002	15.89
		N99/N98	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.821	0.005	39.47
		N99/N100	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.100	0.003	23.84
		N101/N100	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.997	0.006	43.28
		N101/N102	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.467	0.004	31.79
		N103/N102	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	2.220	0.006	48.12
		N103/N104	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.833	0.005	39.74
		N94/N104	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	2.478	0.007	53.70

Material		Ubicación	descripción	medida (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N105/N106	IPE 450 (IPE)	8.000	0.079	620.46
		N107/N108	IPE 450 (IPE)	8.000	0.079	620.46
		N106/N109	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	10.239	0.028	221.93
		N108/N109	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	10.239	0.028	221.93
		N106/N108	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	20.000	0.055	433.50
		N110/N111	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	0.367	0.001	7.95
		N112/N111	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.707	0.005	36.99
		N112/N113	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	0.733	0.002	15.89
		N114/N113	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.821	0.005	39.47
		N114/N115	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.100	0.003	23.84
		N116/N115	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.997	0.006	43.28
		N116/N117	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.467	0.004	31.79
		N118/N117	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	2.220	0.006	48.12
		N118/N119	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.833	0.005	39.74
		N120/N119	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	2.478	0.007	53.70
		N120/N109	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	2.200	0.006	47.68
		N121/N122	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	0.367	0.001	7.95
		N123/N122	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.707	0.005	36.99
		N123/N124	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	0.733	0.002	15.89
		N125/N124	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.821	0.005	39.47
		N125/N126	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.100	0.003	23.84
		N127/N126	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.997	0.006	43.28
		N127/N128	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.467	0.004	31.79
		N129/N128	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	2.220	0.006	48.12
		N129/N130	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.833	0.005	39.74
		N120/N130	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	2.478	0.007	53.70
		N131/N132	IPE 400 (IPE)	8.000	0.068	530.66

Material		Ubicación	descripción	medida (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N133/N134	IPE 400 (IPE)	8.000	0.068	530.66
		N132/N135	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	10.239	0.028	221.93
		N134/N135	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	10.239	0.028	221.93
		N132/N134	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	20.000	0.055	433.50
		N136/N137	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	0.367	0.001	7.95
		N139/N138	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.821	0.005	39.47
		N139/N140	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.100	0.003	23.84
		N141/N140	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.997	0.006	43.28
		N141/N142	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.467	0.004	31.79
		N143/N142	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	2.220	0.006	48.12
		N143/N144	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.833	0.005	39.74
		N145/N144	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	2.478	0.007	53.70
		N145/N135	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	2.200	0.006	47.68
		N146/N147	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	0.367	0.001	7.95
		N149/N148	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.821	0.005	39.47
		N149/N150	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.100	0.003	23.84
		N151/N150	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.997	0.006	43.28
		N151/N152	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.467	0.004	31.79
		N153/N152	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	2.220	0.006	48.12
		N153/N154	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.833	0.005	39.74
		N145/N154	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	2.478	0.007	53.70
		N155/N141	IPE 400 (IPE)	8.000	0.068	530.66
		N156/N151	IPE 400 (IPE)	8.000	0.068	530.66
		N157/N12	IPE 400 (IPE)	8.000	0.068	530.66
		N158/N23	IPE 400 (IPE)	8.000	0.068	530.66
		N28/N5	1/2" (Barra redonda)	11.842	0.002	11.78
		N2/N31	1/2" (Barra redonda)	11.842	0.002	11.78

Material		Ubicación	descripción	medida (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N4/N31	1/2" (Barra redonda)	11.842	0.002	11.78
		N30/N5	1/2" (Barra redonda)	11.842	0.002	11.78
		N27/N2	1/2" (Barra redonda)	9.970	0.001	9.91
		N1/N28	1/2" (Barra redonda)	9.970	0.001	9.91
		N30/N57	1/2" (Barra redonda)	11.842	0.002	11.78
		N56/N31	1/2" (Barra redonda)	11.842	0.002	11.78
		N54/N31	1/2" (Barra redonda)	11.842	0.002	11.78
		N28/N57	1/2" (Barra redonda)	11.842	0.002	11.78
		N27/N54	1/2" (Barra redonda)	9.970	0.001	9.91
		N53/N28	1/2" (Barra redonda)	9.970	0.001	9.91
		N56/N83	1/2" (Barra redonda)	11.842	0.002	11.78
		N82/N57	1/2" (Barra redonda)	11.842	0.002	11.78
		N80/N57	1/2" (Barra redonda)	11.842	0.002	11.78
		N54/N83	1/2" (Barra redonda)	11.842	0.002	11.78
		N53/N80	1/2" (Barra redonda)	9.970	0.001	9.91
		N79/N54	1/2" (Barra redonda)	9.970	0.001	9.91
		N82/N109	1/2" (Barra redonda)	11.842	0.002	11.78
		N108/N83	1/2" (Barra redonda)	11.842	0.002	11.78
		N106/N83	1/2" (Barra redonda)	11.842	0.002	11.78
		N80/N109	1/2" (Barra redonda)	11.842	0.002	11.78
		N79/N106	1/2" (Barra redonda)	9.970	0.001	9.91
		N105/N80	1/2" (Barra redonda)	9.970	0.001	9.91
		N108/N135	1/2" (Barra redonda)	11.842	0.002	11.78
		N134/N109	1/2" (Barra redonda)	11.842	0.002	11.78
		N132/N109	1/2" (Barra redonda)	11.842	0.002	11.78
		N106/N135	1/2" (Barra redonda)	11.842	0.002	11.78
		N105/N132	1/2" (Barra redonda)	9.970	0.001	9.91

Material		Ubicación	descripción	medida (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N131/N106	1/2" (Barra redonda)	9.970	0.001	9.91
		N133/N108	1/2" (Barra redonda)	9.970	0.001	9.91
		N107/N134	1/2" (Barra redonda)	9.970	0.001	9.91
		N107/N82	1/2" (Barra redonda)	9.970	0.001	9.91
		N81/N108	1/2" (Barra redonda)	9.970	0.001	9.91
		N81/N56	1/2" (Barra redonda)	9.970	0.001	9.91
		N55/N82	1/2" (Barra redonda)	9.970	0.001	9.91
		N55/N30	1/2" (Barra redonda)	9.970	0.001	9.91
		N29/N56	1/2" (Barra redonda)	9.970	0.001	9.91
		N29/N4	1/2" (Barra redonda)	9.970	0.001	9.91
		N3/N30	1/2" (Barra redonda)	9.970	0.001	9.91
		N83/N109	200*200*6 (TRADISA)	5.950	0.027	213.04
		N57/N83	200*200*6 (TRADISA)	5.950	0.027	213.04
		N31/N57	200*200*6 (TRADISA)	5.950	0.027	213.04
		N5/N31	200*200*6 (TRADISA)	5.950	0.027	213.04
		N109/N135	200*200*6 (TRADISA)	5.950	0.027	213.04
		N104/N130	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N78/N104	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N52/N78	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N26/N52	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N130/N154	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N102/N128	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N76/N102	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N50/N76	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N24/N50	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N128/N152	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N100/N126	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25

Material		Ubicación	descripción	medida (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N74/N100	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N48/N74	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N22/N48	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N126/N150	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N96/N122	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N70/N96	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N44/N70	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N18/N44	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N122/N147	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N98/N124	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N72/N98	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N46/N72	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N20/N46	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N124/N148	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N82/N108	W16X36 (W_tradisa)	5.950	0.041	319.42
		N56/N82	W16X36 (W_tradisa)	5.950	0.041	319.42
		N30/N56	W16X36 (W_tradisa)	5.950	0.041	319.42
		N4/N30	W16X36 (W_tradisa)	5.950	0.041	319.42
		N108/N134	W16X36 (W_tradisa)	5.950	0.041	319.42
		N93/N119	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N67/N93	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N41/N67	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N15/N41	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N119/N144	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N91/N117	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N65/N91	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N39/N65	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25

Material		Ubicación	descripción	medida (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N13/N39	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N117/N142	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N89/N115	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N63/N89	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N37/N63	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N11/N37	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N115/N140	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N87/N113	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N61/N87	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N35/N61	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N9/N35	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N113/N138	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N85/N111	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N59/N85	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N33/N59	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N7/N33	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N111/N137	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N160/N161	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N162/N163	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N164/N165	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N166/N167	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N169/N168	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97
		N171/N170	1.3/8" (Barra redonda)	1.600	0.002	12.04
		N172/N173	1.3/8" (Barra redonda)	1.600	0.002	12.04
		N174/N175	1.3/8" (Barra redonda)	1.600	0.002	12.04
		N176/N177	1.3/8" (Barra redonda)	1.600	0.002	12.04
		N178/N179	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97

Material		Ubicación	descripción	medida (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N161/N183	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N163/N186	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N165/N190	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N167/N194	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N181/N195	3/4" (Barra redonda)	1.600	0.000	3.58
		N188/N192	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97
		N184/N187	1.3/8" (Barra redonda)	1.600	0.002	12.04
		N185/N189	1.3/8" (Barra redonda)	1.600	0.002	12.04
		N191/N180	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97
		N193/N182	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97
		N183/N199	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N186/N202	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N190/N206	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N194/N210	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N197/N211	3/4" (Barra redonda)	1.600	0.000	3.58
		N204/N208	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97
		N200/N203	1.3/8" (Barra redonda)	1.600	0.002	12.04
		N201/N205	1.3/8" (Barra redonda)	1.600	0.002	12.04
		N207/N196	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97
		N209/N198	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97
		N199/N215	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N202/N218	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N206/N222	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N210/N226	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N213/N227	3/4" (Barra redonda)	1.600	0.000	3.58
		N220/N224	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97
		N216/N219	1.3/8" (Barra redonda)	1.600	0.002	12.04

Material		Ubicación	descripción	medida (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N217/N221	1.3/8" (Barra redonda)	1.600	0.002	12.04
		N223/N212	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97
		N225/N214	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97
		N215/N231	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N218/N234	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N222/N238	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N226/N242	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N229/N243	3/4" (Barra redonda)	1.600	0.000	3.58
		N236/N240	5/8" (Barra redonda)	1.600	0.000	2.49
		N232/N235	1.3/8" (Barra redonda)	1.600	0.002	12.04
		N233/N237	1.3/8" (Barra redonda)	1.600	0.002	12.04
		N239/N228	5/8" (Barra redonda)	1.600	0.000	2.49
		N241/N230	5/8" (Barra redonda)	1.600	0.000	2.49
		N244/N248	UPE 100 (UPE)	5.950	0.007	58.38
		N249/N252	UPE 100 (UPE)	5.950	0.007	58.38
		N253/N257	UPE 100 (UPE)	5.950	0.007	58.38
		N258/N262	UPE 100 (UPE)	5.950	0.007	58.38
		N246/N263	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97
		N255/N260	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97
		N250/N254	1.3/8" (Barra redonda)	1.600	0.002	12.04
		N251/N256	1.3/8" (Barra redonda)	1.600	0.002	12.04
		N259/N245	1.3/8" (Barra redonda)	1.600	0.002	12.04
		N261/N247	1.3/8" (Barra redonda)	1.600	0.002	12.04
		N264/N244	UPE 100 (UPE)	5.950	0.007	58.38
		N268/N249	UPE 100 (UPE)	5.950	0.007	58.38
		N271/N253	UPE 100 (UPE)	5.950	0.007	58.38
		N275/N258	UPE 100 (UPE)	5.950	0.007	58.38

Material		Ubicación	descripción	medida (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N266/N279	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97
		N273/N277	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97
		N269/N272	1.3/8" (Barra redonda)	1.600	0.002	12.04
		N270/N274	1.3/8" (Barra redonda)	1.600	0.002	12.04
		N276/N265	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97
		N278/N267	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97
		N280/N264	UPE 100 (UPE)	5.950	0.007	58.38
		N284/N268	UPE 100 (UPE)	5.950	0.007	58.38
		N287/N271	UPE 100 (UPE)	5.950	0.007	58.38
		N291/N275	UPE 100 (UPE)	5.950	0.007	58.38
		N282/N295	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97
		N289/N293	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97
		N285/N288	1.3/8" (Barra redonda)	1.600	0.002	12.04
		N286/N290	1.3/8" (Barra redonda)	1.600	0.002	12.04
		N292/N281	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97
		N294/N283	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97
		N296/N280	UPE 100 (UPE)	5.950	0.007	58.38
		N300/N284	UPE 100 (UPE)	5.950	0.007	58.38
		N303/N287	UPE 100 (UPE)	5.950	0.007	58.38
		N307/N291	UPE 100 (UPE)	5.950	0.007	58.38
		N298/N311	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97
		N305/N309	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97
		N301/N304	1.3/8" (Barra redonda)	1.600	0.002	12.04
		N302/N306	1.3/8" (Barra redonda)	1.600	0.002	12.04
		N308/N297	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97
		N310/N299	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97
		N312/N296	UPE 100 (UPE)	5.950	0.007	58.38

Material		Ubicación	descripción	medida (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N316/N300	UPE 100 (UPE)	5.950	0.007	58.38
		N319/N303	UPE 100 (UPE)	5.950	0.007	58.38
		N323/N307	UPE 100 (UPE)	5.950	0.007	58.38
		N314/N327	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97
		N321/N325	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97
		N317/N320	1.3/8" (Barra redonda)	1.600	0.002	12.04
		N318/N322	1.3/8" (Barra redonda)	1.600	0.002	12.04
		N324/N313	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97
		N326/N315	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97
		N328/N316	UPE 100 (UPE)	6.667	0.008	65.42
		N329/N319	UPE 100 (UPE)	6.667	0.008	65.42
		N330/N323	UPE 100 (UPE)	6.667	0.008	65.42
		N331/N312	UPE 100 (UPE)	6.667	0.008	65.42
		N333/N334	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97
		N335/N336	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97
		N337/N338	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97
		N339/N340	1.3/8" (Barra redonda)	1.600	0.002	12.04
		N341/N342	1.3/8" (Barra redonda)	1.600	0.002	12.04
		N162/N345	UPE 100 (UPE)	6.667	0.008	65.42
		N164/N347	UPE 100 (UPE)	6.667	0.008	65.42
		N166/N351	UPE 100 (UPE)	6.667	0.008	65.42
		N160/N355	UPE 100 (UPE)	6.667	0.008	65.42
		N349/N353	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97
		N352/N356	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97
		N344/N348	1.3/8" (Barra redonda)	1.600	0.002	12.04
		N354/N357	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97
		N346/N350	1.3/8" (Barra redonda)	1.600	0.002	12.04

Material		Ubicación	descripción	medida (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N371/N252	UPE 100 (UPE)	6.667	0.008	65.42
		N372/N257	UPE 100 (UPE)	6.667	0.008	65.42
		N373/N262	UPE 100 (UPE)	6.667	0.008	65.42
		N374/N248	UPE 100 (UPE)	6.667	0.008	65.42
		N362/N365	1.3/8" (Barra redonda)	1.600	0.002	12.04
		N368/N370	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97
		N364/N367	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97
		N359/N361	1.3/8" (Barra redonda)	1.600	0.002	12.04
		N366/N369	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97
		N360/N363	1.3/8" (Barra redonda)	1.600	0.002	12.04
		N370/N147	RECTANGULAR 150x100x6 (RECTANGULARES)	1.703	0.005	36.92
		N234/N377	UPE 100 (UPE)	6.667	0.008	65.42
		N238/N379	UPE 100 (UPE)	6.667	0.008	65.42
		N242/N383	UPE 100 (UPE)	6.667	0.008	65.42
		N231/N387	UPE 100 (UPE)	6.667	0.008	65.42
		N381/N385	1.3/8" (Barra redonda)	1.600	0.002	12.04
		N384/N388	5/8" (Barra redonda)	1.600	0.000	2.49
		N376/N380	1.3/8" (Barra redonda)	1.600	0.002	12.04
		N386/N389	5/8" (Barra redonda)	1.600	0.000	2.49
		N378/N382	1.3/8" (Barra redonda)	1.600	0.002	12.04
		N391/N390	1" (Barra redonda)	1.600	0.001	6.36
		N392/N19	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97
		N393/N8	1.5/16" (Barra redonda)	1.600	0.001	10.97
		N394/N395	UPE 100 (UPE)	5.950	0.007	58.38
		N395/N396	UPE 100 (UPE)	5.950	0.007	58.38
		N396/N397	UPE 100 (UPE)	5.950	0.007	58.38
		N397/N398	UPE 100 (UPE)	5.950	0.007	58.38

Material		Ubicación	descripción	medida (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N398/N399	UPE 100 (UPE)	5.950	0.007	58.38
		N400/N401	1.3/8" (Barra redonda)	1.500	0.001	11.28
		N402/N403	1.3/8" (Barra redonda)	1.500	0.001	11.28
		N404/N405	1.3/8" (Barra redonda)	1.500	0.001	11.28
		N406/N407	1.3/8" (Barra redonda)	1.500	0.001	11.28
		N408/N409	1.3/8" (Barra redonda)	1.500	0.001	11.28
		N410/N412	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N411/N413	1.3/8" (Barra redonda)	1.500	0.001	11.28
		N414/N410	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N415/N416	1.3/8" (Barra redonda)	1.500	0.001	11.28
		N417/N414	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N418/N419	1.3/8" (Barra redonda)	1.500	0.001	11.28
		N420/N417	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N421/N422	1.3/8" (Barra redonda)	1.500	0.001	11.28
		N423/N420	UPE 270 (UPE)	5.950	0.027	209.25
		N424/N425	1.3/8" (Barra redonda)	1.500	0.001	11.28
		N426/N358	1.3/8" (Barra redonda)	1.500	0.001	11.28
		N428/N399	UPE 100 (UPE)	6.667	0.008	65.42
		N412/N429	UPE 100 (UPE)	6.667	0.008	65.42
		N427/N375	1.3/8" (Barra redonda)	1.500	0.001	11.28
		N430/N332	1.3/8" (Barra redonda)	1.500	0.001	11.28
		N433/N394	UPE 100 (UPE)	6.667	0.008	65.42
		N423/N432	UPE 100 (UPE)	6.667	0.008	65.42
		N431/N343	1.3/8" (Barra redonda)	1.500	0.001	11.28
		N106/N132	W16X36 (W_tradisa)	5.950	0.041	319.42
		N80/N106	W16X36 (W_tradisa)	5.950	0.041	319.42
		N54/N80	W16X36 (W_tradisa)	5.950	0.041	319.42

Material		Ubicación	descripción	medida (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N28/N54	W16X36 (W_tradisa)	5.950	0.041	319.42
		N2/N28	W16X36 (W_tradisa)	5.950	0.041	319.42

Fuente: Elaboración propia / cype 3d

Tabla 28. Resumen de medición.

Material		descripción	Sub.descripcion	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Unitario (m)	Grupal (m)	total (m)	unitario (m³)	Grupal (m³)	total (m³)	unitario (kg)	grupal (kg)	total (kg)
		IPE	IPE 400	64.000			0.541			4245.28		
			IPE 450	64.000			0.632			4963.71		
		RECTANGULARES			128.000		1.173			9208.99		
			RECTANGULAR 150x100x6	439.852			1.214			9533.69		
				439.852			1.214			9533.69		
		Barra redonda	1/2"	436.250			0.055			433.81		
			1.5/16"	64.000			0.056			438.60		
			1.3/8"	75.400			0.072			567.19		
			3/4"	6.400			0.002			14.32		
			5/8"	8.000			0.002			12.44		
	A36											

Material		descripción	Sub.descripcion	Longitud			Volumen			Peso			
Tipo	Designación			Unitario (m)	Grupal (m)	total (m)	unitario (m³)	Grupal (m³)	total (m³)	unitario (kg)	grupal (kg)	total (kg)	
Acero laminado		TRADISA	1"	1.600			0.001			6.36			
					591.650			0.188			1472.73		
			200*200*6	29.750			0.136			1065.19			
					29.750			0.136			1065.19		
			UPE 270	446.250			1.999			15693.72			
			UPE 100	282.083			0.353			2767.94			
					728.333			2.352			18461.66		
		UPE											
		W_tradisa	W16X36	59.500			0.407		3194.18				
				59.500			0.407		3194.18				
						1977.085			5.470		42936.45		

Fuente: Elaboración propia / cype 3d

Tabla 29. Medición de superficies a pintar

Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
IPE	IPE 400	1.503	64.000	96.179
	IPE 450	1.641	64.000	105.037
RECTANGULARES	RECTANGULAR 150x100x6	0.479	439.852	210.659
Barra redonda	1/2"	0.040	436.250	17.406
	1.5/16"	0.105	64.000	6.703
	1.3/8"	0.110	75.400	8.274
	3/4"	0.060	6.400	0.383
	5/8"	0.050	8.000	0.399
	1"	0.080	1.600	0.128
TRADISA	200*200*6	0.779	29.750	23.173
UPE	UPE 270	0.905	446.250	403.856
	UPE 100	0.411	282.083	115.936
W_tradisa	W16X36	1.503	59.500	89.421
Total				1077.555

Fuente: Elaboración propia / cype 3d

3.6. Cimentaciones

Tabla 30. Descripción de cada zapata

Referencias	Geometría	Armado
N3	Ancho: 135.0 cm Canto: 90.0 cm	Superior X: 4Ø1"c/30 Superior Y: 7Ø3/4"c/17 Inferior X: 4Ø1"c/30 Inferior Y: 7Ø3/4"c/17
N29	Ancho: 135.0 cm Canto: 90.0 cm	Superior X: 4Ø1"c/30 Superior Y: 7Ø3/4"c/17 Inferior X: 4Ø1"c/30 Inferior Y: 7Ø3/4"c/17
N55 y N53	Ancho: 145.0 cm Canto: 90.0 cm	Superior X: 5Ø1"c/30 Superior Y: 8Ø3/4"c/17 Inferior X: 5Ø1"c/30 Inferior Y: 8Ø3/4"c/17
N81, N107 y N133	Ancho: 145.0 cm Canto: 90.0 cm	Superior X: 8Ø3/4"c/17 Superior Y: 8Ø3/4"c/17 Inferior X: 8Ø3/4"c/17 Inferior Y: 8Ø3/4"c/17
N156	Ancho: 155.0 cm Canto: 90.0 cm	Superior X: 13Ø5/8"c/11 Superior Y: 8Ø3/4"c/17 Inferior X: 13Ø5/8"c/11 Inferior Y: 8Ø3/4"c/17
N155 y N157	Ancho: 135.0 cm Canto: 90.0 cm	Superior X: 7Ø3/4"c/17 Superior Y: 4Ø1"c/30 Inferior X: 7Ø3/4"c/17 Inferior Y: 4Ø1"c/30
N131, N105, N79, N27 y N158	Ancho: 145.0 cm Canto: 90.0 cm	Superior X: 8Ø3/4"c/17 Superior Y: 5Ø1"c/30 Inferior X: 8Ø3/4"c/17 Inferior Y: 5Ø1"c/30
N1	Ancho: 135.0 cm Canto: 90.0 cm	Superior X: 7Ø3/4"c/17 Superior Y: 7Ø3/4"c/17 Inferior X: 7Ø3/4"c/17 Inferior Y: 7Ø3/4"c/17

Fuente: Elaboración propia / cype 3d

Tabla 31. Medrado de acero

Referencia: N3		Grad0 60		Total
Armado		Ø3/4"	Ø1"	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)		4x1.99	7.96
	Peso (kg)		4x7.92	31.66
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	7x1.80		12.60
	Peso (kg)	7x4.03		28.19
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)		4x1.99	7.96
	Peso (kg)		4x7.92	31.66
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	7x1.80		12.60
	Peso (kg)	7x4.03		28.19
Totales	Longitud (m)	25.20	15.92	
	Peso (kg)	56.38	63.32	119.70
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	27.72	17.51	
	Peso (kg)	62.02	69.65	131.67
Referencia: N29		Grado 60		Total
Nombre de armado		Ø3/4"	Ø1"	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)		4x1.99	7.96
	Peso (kg)		4x7.92	31.66
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	7x1.78		12.46
	Peso (kg)	7x3.98		27.88
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)		4x1.99	7.96
	Peso (kg)		4x7.92	31.66
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	7x1.78		12.46
	Peso (kg)	7x3.98		27.88
Totales	Longitud (m)	24.92	15.92	
	Peso (kg)	55.76	63.32	119.08
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	27.41	17.51	
	Peso (kg)	61.34	69.65	130.99

Referencias: N55 y N53		Grado 60		Total
Nombre de armado		Ø3/4"	Ø1"	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)		5x2.09	10.45
	Peso (kg)		5x8.31	41.57
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	8x1.88		15.04
	Peso (kg)	8x4.21		33.65
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)		5x2.09	10.45
	Peso (kg)		5x8.31	41.57
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	8x1.88		15.04
	Peso (kg)	8x4.21		33.65
Totales	Longitud (m)	30.08	20.90	
	Peso (kg)	67.30	83.14	150.44
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	33.09	22.99	
	Peso (kg)	74.03	91.45	165.48
Referencias: N81, N107 y N133		Grado 60		Total
Nombre de armado		Ø3/4"		
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)		8x1.88	15.04
	Peso (kg)		8x4.21	33.65
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)		8x1.88	15.04
	Peso (kg)		8x4.21	33.65

Referencias: N81, N107 y N133		Grado 60		Total
Nombre de armado		Ø3/4"		
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	8x1.88		15.04
	Peso (kg)	8x4.21		33.65
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	8x1.88		15.04
	Peso (kg)	8x4.21		33.65
Totales	Longitud (m)	60.16		
	Peso (kg)	134.60		134.60
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	66.18		
	Peso (kg)	148.06		148.06

Referencia: N156		Grado 60		Total
Nombre de armado		Ø5/8"	Ø3/4"	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	13x1.98		25.74
	Peso (kg)	13x3.09		40.21
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)		8x1.98	15.84
	Peso (kg)		8x4.43	35.44
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	13x1.98		25.74
	Peso (kg)	13x3.09		40.21
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)		8x1.98	15.84
	Peso (kg)		8x4.43	35.44
Totales	Longitud (m)	51.48	31.68	
	Peso (kg)	80.42	70.88	151.30
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	56.63	34.85	
	Peso (kg)	88.46	77.97	166.43

Referencias: N155 y N157		Grado 60		Total
Nombre de armado		Ø3/4"	Ø1"	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	7x1.78		12.46
	Peso (kg)	7x3.98		27.88
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)		4x2.06	8.24
	Peso (kg)		4x8.19	32.78
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	7x1.78		12.46
	Peso (kg)	7x3.98		27.88
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)		4x2.06	8.24
	Peso (kg)		4x8.19	32.78
Totales	Longitud (m)	24.92	16.48	
	Peso (kg)	55.76	65.56	121.32
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	27.41	18.13	
	Peso (kg)	61.34	72.11	133.45
Referencias: N131, N105, N79, N27 y N158		Grado 60		Total
Nombre de armado		Ø3/4"	Ø1"	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	8x1.88		15.04
	Peso (kg)	8x4.21		33.65
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)		5x2.09	10.45
	Peso (kg)		5x8.31	41.57
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	8x1.88		15.04
	Peso (kg)	8x4.21		33.65
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)		5x2.09	10.45
	Peso (kg)		5x8.31	41.57
Totales	Longitud (m)	30.08	20.90	
	Peso (kg)	67.30	83.14	150.44
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	33.09	22.99	
	Peso (kg)	74.03	91.45	165.48

Referencia: N1		Grado 60	Total
Nombre de armado		Ø3/4"	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	7x1.78	12.46
	Peso (kg)	7x3.98	27.88
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	7x1.80	12.60
	Peso (kg)	7x4.03	28.19
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	7x1.78	12.46
	Peso (kg)	7x3.98	27.88
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	7x1.80	12.60
	Peso (kg)	7x4.03	28.19
Totales	Longitud (m)	50.12	
	Peso (kg)	112.14	112.14
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	55.13	
	Peso (kg)	123.35	123.35

Fuente: Elaboración propia / cype 3d

Tabla 32. Resumen de medición

descripcion	Pesaje de acero (kg)				Pesaje de concreto (m³)	
	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø1"	Total	fc=210	desperdicio
Referencia: N3		62.02	69.65	131.67	1.64	0.18
Referencia: N29		61.34	69.65	130.99	1.64	0.18
Referencias: N55 y N53		2x74.03	2x91.45	330.96	2x1.89	2x0.21

descripcion	Pesaje de acero (kg)				Pesaje de concreto (m³)	
	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø1"	Total	f'c=210	desperdicio
Referencias: N81, N107 y N133		3x148.06		444.18	3x1.89	3x0.21
Referencia: N156	88.46	77.97		166.43	2.16	0.24
Referencias: N155 y N157		2x61.34	2x72.11	266.90	2x1.64	2x0.18
Referencias: N131, N105, N79, N27 y N158		5x74.03	5x91.45	827.40	5x1.89	5x0.21
Referencia: N1		123.35		123.35	1.64	0.18
Totales	88.46	1409.75	923.67	2421.88	29.29	3.25

Fuente: Elaboración propia / cype 3d

IV. DISCUSIÓN

Mediante el análisis que se aplicó a esta estructura metálica, en el segundo diseño de modelación se aplicaron solicitaciones de parámetros propuestos por el manual de diseño del AISC-LRFD, donde estos parámetros son bastante usados por los ingenieros estructuralistas en acero referente a sus combinaciones de cargas para el diseño, esta afirmación lo asumió Orihuela y Dávila (2016), en su tesis “Cálculo y diseño estructural de una nave industrial aplicando la normativa AISC”; esta tesis reafirma lo dicho, ya que actualmente no existe ningún parámetro o norma peruana que profundiza en diseño y análisis en acero, por esta dificultad en nuestra norma tenemos que profundizar en el diseño sísmico modal espectral ya que es la que más se asimila a la realidad.

Según lo referido por Vásquez (2013), en su tesis “Diseño de una nave industrial para una molienda en el distrito de Oyola, departamento de Ayacucho”, esta tesis confirma que, si comparamos el sistema constructivo de estructuras metálicas con otro sistema, el sistema constructivo que es el acero disminuye los costos de mano de obra, materiales y tiempo de montaje por la maniobrabilidad. Si comparamos un cronograma de estructuras metálicas con el cronograma de concreto armado se estima que es 100% la diferencia del tiempo, ya que podemos considerar el tiempo que se debe tener el material expuesto al medio ambiente a que cumpla con los tiempos establecidos para el desencofrado mientras esto no sucede en el acero. Además, el costo del acero está por debajo que del concreto siendo prácticamente accesible.

Viendo ambos modelamientos expuestos en esta tesis, podemos afirmar que el aprovechamiento de espacios libre para almacenes de gran embergadura tienen que ser una nave industrial metálica y además estas estructuras no basta solamente con el predimensionamiento ya que los elementos estructurales tienen muy alto el nivel de aprovechamiento.

V. CONCLUSIONES

Se realizó el modelado de la nave industrial con el software CYPE 3D, obteniendo resultados óptimos, haciendo que cumplan con todas las especificaciones de la norma LRFD y manuales internacionales.

Se analizó cada posible alternativa de diseño para poder satisfacer las necesidades y también que cumplan los lineamientos establecidos por las normas internacionales y nacionales.

Se diseñó los elementos estructurales de la nave industrial, como vigas principales tipo celosía americana, elaborada por tubos rectangulares a dos aguas, donde este tiene una luz de 20 metros. También se utilizó un collarín como viga secundaria de perfil tipo h, además se dividió mediante 5 paños con una distancia de 6 metros entre ellos, donde estos fueron de perfil tipo c; la columna se diseñó con perfil tipo h, con una altura de 8 metros; los templadores fueron de varilla redondo sólido y además se adicionó arriostres (verticales y horizontales) de perfil c.

Se elaboró los planos con los detalles de la nave industrial, especificándolo mediante el resultado de los diseños de cada elemento en el software.

Se realizó los metrados y presupuesto de obra, teniendo así los costos exactos de la estructura metálica para su ejecución.

VI. RECOMENDACIONES

Los especialistas que actualizan la norma técnica peruana deben incorporar un apartado dentro de esta norma para que sirva de consulta en el diseño y análisis en edificios industriales. Con el fin de obtener un óptimo comportamiento estructural.

Las estructuras metálicas tienen como desventaja altos niveles de oxidarse alterando sus características y para mitigar este posible efecto se deberá tener un plan de mantenimiento anual.

Se recomienda que durante la construcción de la nave industrial debe contar con un especialista en este rubro, permanentemente para hacer valer los detalles del proyecto.

Contratar soldadores homologado para la realización de la estructura metálica siguiendo el protocolo de seguridad en obra.

Este sistema constructivo, se debe tener en cuenta como opción para implementarse en los últimos pisos de viviendas por protección de la naturaleza, sin embargo, se deberá analizar detalladamente su factibilidad para el uso.

VII. REFERENCIAS.

AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION, Specification for structural Steel

Asociación Latinoamericana del Acero, alacero, (2018). América Latina: Crecer 4% producción y consumo de acero lamiendo enero 2018.

ARAUJO, Ramón. Construir con acero-Arquitectura en España.4ta Ed. enero 2015.grupo editorial Lombardi-2015

ARGUELLES, Ricardo, ARRIAGA, Fernando, ATIENZA, Jord. Estructuras de Acero 1ra ed. Calculo, 2da Ed. marzo 2014, grupo editorial ravino-2014

BADELL, Garcia. Calculo por ordenador de naves industriales y agrícolas, 2da Ed. Julio 2016, grupo editorial caprino-2016

Banco central de reserva del Perú, (31 de diciembre del 2017), Memoria 2017

BOWLES, Joseph. Diseño de acero estructural 1ra Ed. diciembre 2004, grupo editorial noriega limusa, 585 pp.

BROTONS, Pascual. Construcción de estructuras Metálicas 5ta Ed. Julio 2015, grupo editorial saires-2015

CABELLO, julio. Diseño de estructuras de Naves de acero- México 2016, 175 pp.

CARDENAS, Bryan. Diseño de carreteras de Pampa Lagunas –Jolluco –distrito de Cascas – Provincia de Gran chimú departamento de La Libertad 2017.290 pp

CCENTE, Antonio. Diseño Cobertura Metálica para el complejo deportivo del Distrito del Nuevo Occoro – departamento de Huancavelica, 2013, 112 pp.

Diario El Comercio. (2017, 25 de febrero). SNI: manufactura puede crear 1,1, mlls. de empleos más al 2030. El Comercio, p 20.

DIAZ, carlo. Evaluación y optimización en el diseño de estructuras metálicas aplica a cubiertas según las especificaciones aisc-2010 por el método LRFD- departamento Cajamarca 2014, 310 pp.

GUARDIOLA, Adrianna, MONFORT, jose, PARDOS, jose. Problemas de estructuras metálicas adaptados al CTE. 1ra Ed mayo 2014, grupo editorial parco-2014

JIMENEZ, Marlon, Diferencia entre los códigos ASD y LRFD adaptándose al IMCA-Mexico 2016, 137 pp.

LARICO, José. Análisis y diseño en acero de una nave industrial con dos puentes grúas – departamento de Arequipa 2015, 321 pp.

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO. Norma del reglamento nacional de edificaciones -2018

NAVAJAS, David, López, Eduardo. Protección y durabilidad de estructuras de acero. 1ra Ed Enero. 2014, grupo editorial balbuena-2014

NONMAST, Robert. El proyectista de estructuras metálicas. 1ra Ed. agosto 2014 grupo editorial reyes otineo-2014

Ochoa Lacar, algecosa (2018). 1 agosto 2018.

ORIHUELA, junior y DÁVILA, ricardo. Cálculo y diseño estructural de una nave industrial aplicando la normativa AISC en el distrito de Juliaca- provincia de san Román – departamento de Puno 2016, 162 pp.

QUINTO, cesar. Diseño estructural de acero del techo parabólico del coliseo polideportivo ciudad universitaria de Paturpampa- departamento de Huancavelica 2014, 116 pp.

Sociedad americana de soldadores. (2010). Código de soldadura de estructuras de acero.

Soldexa. (2013) manual de soldadura. Lima: Lebal Perú

TUMIALAN, juan. Modelo y diseño de un arco parabólico de 45 m de luz mediante el método de elementos finitos- departamento Lima 2015, 106 pp.

VASQUEZ, washington. Diseño de una nave industrial para una molienda en el distrito de Oyola- departamento de Ayacucho 2013, 203 pp.

VIZUETE, miguel. Cálculo y diseño de una nave industrial con cubierta fotovoltaica y entreplanta, ubicada en la localidad de Navalcarnero-Madrid 2013, 142 pp.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Presupuesto de obra

ESTRUCTURAS –PRESUPUESTO DE OBRA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO	P.U.	PARCIAL
	NAVE INDUSTRIAL A DOS AGUAS				
1	ESTRUCTURAS				
1.1	ZAPATAS (0.90m de profundidad)				23,475.66
1.1.1	Excavación	m3	30.6	45	1,377.00
1.1.2	relleno compactado c/equipo material propio	m3	1.12	58.5	65.52
1.1.3	nivelacion interior y apasionado	m2	29.16	20	583.2
1.1.4	acero corrugado de 3/4 fy=4200 kg/cm	Kg	1409.75	4.1	5,779.98
1.1.5	acero corrugado de 5/8 fy=4200 kg/cm	Kg	88.46	4.3	380.38
1.1.6	acero corrugado de 1" fy=4200 kg/cm	Kg	923.67	4.6	4,248.88
1.1.7	concreto F'c=210 kg/cm2	m3	32.54	290	9,436.60
1.1.8	Placa base de acero LAC soldada con cartelas	Kg	119.5	7.8	932.1
1.1.9	Esparragos con hilo	Und	64	10.5	672
1.2	ESTRUCTURA METALICA				274,319.73
1.2.1	Postes metálicos perfil IPE 400	Kg	4,245.28	7.9	33,537.71

1.2.2	Postes metálicos perfil IPE 450	Kg	4,963.71	8.1	40,206.05
1.2.3	tubo LAC rectangular de 150x100x6	Kg	9,553.69	5.9	56,366.77
1.2.4	Collarin estructural de viga secundaria W16X36	Kg	3,194.18	8.3	26,511.69
1.2.5	Estructura metálica correas perfil UPE 270	Kg	15,693.00	7.5	117,697.50
1.2.6	estructura de arriostre perfil UPE 100	Kg	2,767.94	7.2	19,929.17
1.2.7	templadores de varilla solida redonda de 1 .3/8 "	Kg	567.19	5.5	3,119.55
1.2.8	templadores de varilla solida redonda de 1 .5/16"	Kg	438.6	5.5	2,412.30
1.2.9	arriostre vertical de varilla solida redonda 1 "	Kg	6.36	5.5	34.98
1.2.10	arriostre vertical de varilla solida redonda 5/8"	Kg	12.44	5.5	68.42
1.2.11	arriostre vertical de varilla solida redonda 3/4"	Kg	14.32	5.5	78.76
1.2.12	arriostre vertical de varilla solida redonda 1/2"	Kg	433.81	5.5	2,385.96
1.3	ACABADOS				6,378.84
1.3.1	Base pintura sincromato y acabado pintura gloss color a indicar	m2	1,077.56	15.2	6,378.84

1.4	COBERTURA				33,300.00
1.4.1	cobertura con panel tr-04 x1000x0.5 inc. sumin. y colocación	m2	600	55.5	33,300.00
COSTO DIRECTO					337,474.22

Anexo 2. Mapa de zonificación sísmica del Perú



Fuente: Norma técnica peruana

Anexo 3. Tabla de comprobación de resistencia de la estructura metálica.

Barras	(%)	Ubicación (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			Esf.Axial (t)	Cortante en Y (t)	Cortante en z (t)	Mtorso r (t.m)	M.flector en y (t.m)	M.flectoren z (t.m)		
N1/N173	38.00	0.000	-11.540	-0.585	-0.330	0.000	-0.562	-1.261	GV	Ok
N173/N2	58.01	0.000	-11.403	-0.575	-0.324	0.000	-0.530	-1.203	GV	Ok
N3/N162	37.95	0.000	-11.522	-0.584	0.328	0.000	0.565	-1.259	GV	Ok
N162/N4	57.94	0.000	-11.385	-0.574	0.322	0.000	0.533	-1.201	GV	Ok
N2/N7	20.24	0.350	1.299	0.062	-0.684	0.039	-0.526	0.057	GS	Ok
N7/N9	3.72	1.579	-1.156	-0.031	0.198	0.022	-0.055	0.023	GV	Ok
N9/N11	3.32	1.602	0.267	-0.080	0.027	0.021	-0.011	0.065	GV	Ok
N11/N13	5.69	1.614	0.389	0.049	0.197	0.016	-0.115	-0.040	GS	Ok
N13/N15	3.37	0.093	0.024	-0.015	-0.141	0.002	-0.087	-0.013	GS	Ok
N15/N5	10.89	1.604	-0.234	0.230	0.075	-0.005	-0.018	-0.239	GS	Ok
N4/N18	18.41	0.350	1.064	-0.066	-0.592	-0.034	-0.478	-0.054	GS	Ok
N18/N20	8.70	0.077	-0.865	0.048	0.182	-0.032	0.211	0.028	GS	Ok
N20/N22	3.77	1.602	-0.914	-0.052	0.117	-0.010	-0.044	0.037	GS	Ok
N22/N24	5.54	1.614	0.540	-0.045	0.188	-0.017	-0.108	0.039	GS	Ok
N24/N26	3.41	0.093	0.098	-0.032	-0.195	-0.006	-0.075	-0.022	G	Ok
N26/N5	10.08	1.604	-0.165	-0.205	0.070	0.001	-0.016	0.223	GS	Ok
N2/N6	20.69	0.350	-1.455	0.086	-0.578	0.030	-0.491	0.088	GS	Ok
N6/N8	4.41	0.075	1.776	0.022	0.052	0.019	0.062	0.024	GS	Ok
N8/N10	4.20	0.350	0.784	-0.051	0.007	-0.046	0.018	-0.071	GS	Ok
N10/N12	17.42	1.442	-1.430	-0.055	0.513	-0.028	-0.447	0.045	GS	Ok
N12/N14	16.31	0.225	-0.881	0.057	-0.475	0.037	-0.426	0.046	GS	Ok
N14/N16	4.34	1.565	-0.038	0.044	0.011	0.033	0.004	-0.099	GS	Ok
N16/N25	4.43	0.102	-0.034	-0.044	-0.012	-0.036	0.004	-0.101	GS	Ok
N25/N23	16.21	1.442	-0.986	-0.059	0.471	-0.035	-0.423	0.044	GS	Ok
N23/N21	17.07	0.225	-1.330	0.053	-0.512	0.028	-0.445	0.040	GS	Ok
N21/N19	3.27	1.592	0.607	0.027	-0.017	0.040	0.023	-0.049	GV	Ok

Barras	(%)	Ubicación (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			Esf.Axial (t)	Cortante en Y (t)	Cortante en z (t)	Mtorso r (t·m)	M.flector en y (t·m)	M.flectoren z (t·m)		
N19/N17	8.48	1.592	0.800	-0.021	-0.214	-0.023	0.204	0.031	GS	Ok
N17/N4	19.42	1.317	-1.178	-0.085	0.544	-0.030	-0.466	0.083	GS	Ok
N6/N7	8.19	0.153	-0.492	-0.068	-1.704	-0.042	-0.004	0.022	GS	Ok
N8/N7	3.97	1.528	-1.269	0.007	-0.055	0.015	0.062	-0.021	GS	Ok
N8/N9	6.03	0.598	0.158	-0.152	0.109	-0.002	-0.026	0.120	GS	Ok
N10/N9	6.45	0.187	-1.511	0.057	-0.007	-0.037	0.020	0.106	GV	Ok
N10/N11	12.86	0.965	0.405	-0.277	0.209	0.053	-0.080	0.236	GV	Ok
N12/N11	14.26	0.270	-0.528	0.011	-0.370	-0.038	-0.380	0.038	GS	Ok
N12/N13	19.88	0.090	-1.531	0.228	-0.024	-0.013	-0.014	0.428	GS	Ok
N14/N13	8.60	2.120	1.539	-0.104	0.059	-0.059	-0.045	0.141	GV	Ok
N14/N15	9.30	1.698	-0.735	-0.106	-0.045	-0.020	0.025	0.185	GV	Ok
N16/N15	4.91	2.366	0.198	-0.051	0.011	-0.024	0.009	0.106	GV	Ok
N16/N5	7.05	2.100	-0.275	-0.091	0.012	0.021	-0.018	0.147	GV	Ok
N17/N18	9.41	0.231	-0.349	-0.059	1.958	0.058	-0.114	0.025	GS	Ok
N19/N20	6.33	0.598	0.230	-0.073	-0.283	-0.018	0.075	0.089	GV	Ok
N21/N20	6.19	0.187	-1.483	-0.043	0.004	0.042	0.025	-0.097	GV	Ok
N21/N22	12.67	1.010	0.374	-0.263	-0.191	-0.052	0.078	0.233	GV	Ok
N23/N22	14.14	0.270	-0.466	-0.010	-0.365	0.037	-0.377	-0.039	GS	Ok
N23/N24	19.54	0.090	-1.510	0.222	0.020	0.014	0.013	0.422	GS	Ok
N25/N24	8.77	2.120	1.524	0.110	0.058	0.059	-0.044	-0.146	GV	Ok
N25/N26	9.08	1.721	-0.732	-0.103	0.042	0.023	-0.022	0.182	GV	Ok
N16/N26	4.86	2.366	0.176	0.054	0.012	0.023	0.008	-0.106	GV	Ok
N27/N172	41.27	0.000	-15.206	0.298	-0.660	0.000	-1.907	1.169	GS	Ok
N172/N28	68.83	0.000	-15.069	0.298	-0.660	0.000	-1.841	1.139	GS	Ok
N29/N163	41.37	0.000	-15.205	0.299	0.657	0.000	1.945	1.168	GS	Ok

Barras	(%)	Ubicación (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			Esf.Axial (t)	Cortante en Y (t)	Cortante en z (t)	Mtorso r (t-m)	M.flector en y (t-m)	M.flectoren z (t-m)		
N163/N30	68.93	0.000	-15.068	0.299	0.657	0.000	1.879	1.138	GS	Ok
N28/N33	60.71	0.350	1.988	0.130	-2.231	0.017	-1.713	0.104	GS	Ok
N33/N35	28.80	0.879	-13.791	-0.009	-0.017	0.024	0.167	-0.002	G	Ok
N35/N37	28.33	0.865	-14.389	0.003	-0.002	0.016	0.116	-0.001	G	Ok
N37/N39	26.34	0.671	-13.487	0.014	-0.033	0.008	0.099	0.002	G	Ok
N39/N41	23.58	0.665	-12.096	0.017	-0.045	0.003	0.085	0.003	G	Ok
N41/N31	19.89	1.604	-7.130	0.273	0.210	-0.009	-0.075	-0.267	GS	Ok
N30/N44	61.56	0.350	2.169	-0.128	-2.262	-0.016	-1.741	-0.100	GS	Ok
N44/N46	28.76	0.879	-13.766	0.003	-0.021	-0.024	0.166	0.003	G	Ok
N46/N48	28.44	0.865	-14.396	0.008	-0.003	-0.017	0.116	-0.003	G	Ok
N48/N50	26.31	0.671	-13.500	-0.002	-0.034	-0.007	0.099	0.000	G	Ok
N50/N52	23.56	0.856	-12.091	0.004	0.026	-0.003	0.087	-0.002	G	Ok
N52/N31	19.83	1.604	-7.203	-0.265	0.212	0.006	-0.076	0.263	GS	Ok
N28/N32	58.90	0.350	-3.319	0.107	-1.936	0.010	-1.617	0.103	GS	Ok
N32/N34	14.00	0.075	8.866	0.011	-0.028	0.017	0.130	0.017	GV	Ok
N34/N36	26.88	0.350	12.754	0.020	0.152	0.017	0.213	0.018	G	Ok
N36/N38	23.94	0.187	13.033	0.011	0.043	0.011	0.108	0.008	G	Ok
N38/N40	19.18	0.137	12.149	0.008	0.035	0.005	0.085	0.000	G	Ok
N40/N42	17.01	0.114	10.775	0.007	0.054	-0.001	0.080	-0.016	G	Ok
N42/N51	17.02	0.102	10.776	-0.008	-0.092	0.001	-0.026	-0.027	G	Ok
N51/N49	19.18	0.114	12.149	-0.008	-0.072	-0.005	0.009	-0.010	G	Ok
N49/N47	23.94	1.480	13.024	-0.012	-0.043	-0.011	0.108	0.009	G	Ok
N47/N45	26.84	1.317	12.724	-0.018	-0.152	-0.018	0.214	0.018	G	Ok
N45/N43	13.80	0.350	8.737	-0.012	-0.002	-0.018	0.144	0.005	GV	Ok
N43/N30	59.59	1.317	-3.393	-0.104	1.965	-0.010	-1.644	0.098	GS	Ok
N32/N33	29.51	0.075	-1.841	-0.019	-6.141	-0.026	-0.544	0.008	G	Ok

Barras	(%)	Ubicación (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			Esf.Axial (t)	Cortante en Y (t)	Cortante en z (t)	Mtorso r (t·m)	M.flector en y (t·m)	M.flectoren z (t·m)		
N34/N33	9.55	0.350	4.261	0.003	0.042	0.017	0.171	-0.017	G	Ok
N34/N35	6.09	0.077	-1.180	-0.014	-0.395	-0.026	-0.144	0.013	GS	Ok
N36/N35	3.82	0.187	0.386	0.006	0.019	0.002	0.098	-0.009	G	Ok
N36/N37	2.69	0.965	0.362	-0.004	0.096	-0.002	-0.050	0.019	GV	Ok
N38/N37	2.84	1.234	-0.986	0.005	0.006	-0.003	0.051	-0.008	G	Ok
N38/N39	2.65	1.332	0.899	-0.002	0.066	0.002	-0.047	0.010	GV	Ok
N40/N39	3.67	0.114	-1.976	-0.005	-0.009	0.001	0.029	0.004	GV	Ok
N40/N41	3.49	1.698	1.234	-0.007	0.068	-0.001	-0.063	0.012	G	Ok
N42/N41	4.63	0.112	-2.394	-0.001	-0.010	0.005	0.015	0.011	GV	Ok
N42/N31	5.49	2.099	3.478	-0.020	0.000	0.001	0.000	0.023	G	Ok
N43/N44	29.84	0.075	-1.859	-0.017	6.209	0.025	0.548	0.009	G	Ok
N45/N44	9.58	0.350	4.315	-0.005	0.045	-0.017	0.172	0.016	G	Ok
N45/N46	6.12	0.077	-1.197	-0.020	0.402	0.027	0.146	0.011	GS	Ok
N47/N46	3.90	0.187	0.408	-0.007	0.020	-0.002	0.098	0.011	G	Ok
N47/N48	3.01	0.965	0.362	-0.009	-0.098	0.001	0.051	0.026	GV	Ok
N49/N48	2.87	1.673	-1.393	0.011	0.015	0.001	0.037	-0.011	GV	Ok
N49/N50	2.60	1.332	0.886	0.002	-0.066	-0.003	0.047	0.009	GV	Ok
N51/N50	3.62	0.114	-1.946	0.006	-0.008	-0.002	0.029	-0.004	GV	Ok
N51/N52	3.33	1.698	1.233	-0.003	-0.068	-0.001	0.063	0.008	G	Ok
N42/N52	4.56	0.112	-2.357	0.005	-0.009	-0.006	0.015	-0.010	GV	Ok
N53/N171	42.20	0.000	-15.483	0.297	-0.760	0.000	-2.209	1.166	GS	Ok
N171/N159	67.64	0.000	-15.385	-0.298	-0.752	0.000	-2.104	-1.139	GS	Ok
N159/N54	40.97	0.098	-4.881	-0.121	-0.753	0.000	3.685	1.135	GS	Ok
N55/N164	42.17	0.000	-15.485	0.296	0.761	0.000	2.245	1.160	GS	Ok
N164/N56	70.24	0.000	-15.349	0.296	0.761	0.000	2.169	1.131	GS	Ok

Barras	(%)	Ubicación (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			Esf.Axial (t)	Cortante en Y (t)	Cortante en z (t)	Mtorso r (t·m)	M.flector en y (t·m)	M.flectoren z (t·m)		
N54/N59	73.19	0.350	3.266	0.076	-2.722	0.000	-2.133	0.058	GS	Ok
N59/N61	34.57	0.879	-16.703	0.001	-0.035	0.001	0.194	0.000	G	Ok
N61/N63	34.45	0.865	-17.626	0.003	-0.009	0.000	0.134	0.000	G	Ok
N63/N65	32.12	0.671	-16.574	0.004	-0.026	0.000	0.115	0.001	G	Ok
N65/N67	28.64	0.665	-14.858	0.006	-0.040	0.000	0.098	0.000	G	Ok
N67/N57	26.63	1.604	-12.803	0.005	0.417	0.000	-0.147	-0.005	G	Ok
N56/N70	74.42	0.350	3.593	-0.072	-2.762	0.002	-2.168	-0.054	GS	Ok
N70/N72	34.46	0.879	-16.657	-0.002	-0.037	-0.001	0.193	0.000	G	Ok
N72/N74	34.43	0.865	-17.602	0.000	-0.009	0.000	0.134	-0.001	G	Ok
N74/N76	32.14	0.671	-16.559	-0.007	-0.027	0.000	0.115	-0.002	G	Ok
N76/N78	28.63	0.665	-14.851	-0.005	-0.040	0.000	0.098	-0.001	G	Ok
N78/N57	26.79	1.604	-12.805	-0.011	0.417	0.000	-0.147	0.009	G	Ok
N54/N58	70.94	0.350	-4.978	0.052	-2.391	-0.003	-2.023	0.047	GS	Ok
N58/N60	17.29	1.110	10.951	0.002	0.030	0.000	0.154	0.001	GS	Ok
N60/N62	31.88	0.350	15.503	0.000	0.187	0.000	0.260	0.000	G	Ok
N62/N64	29.09	0.187	16.007	0.000	0.057	0.000	0.133	0.001	G	Ok
N64/N66	26.68	0.137	14.975	0.001	0.048	0.000	0.107	0.000	G	Ok
N66/N68	23.89	0.114	13.279	0.000	0.073	0.000	0.101	-0.001	G	Ok
N68/N77	23.86	1.553	13.272	-0.001	-0.073	0.000	0.101	-0.001	G	Ok
N77/N75	26.66	1.530	14.960	-0.001	-0.048	0.000	0.106	0.000	G	Ok
N75/N73	29.13	1.480	15.983	-0.002	-0.057	0.000	0.133	0.003	G	Ok
N73/N71	31.81	1.317	15.462	0.001	-0.187	0.000	0.260	0.000	G	Ok
N71/N69	17.32	0.350	10.969	-0.004	-0.035	0.001	0.147	0.000	GS	Ok
N69/N56	71.86	1.317	-5.044	-0.047	2.427	0.004	-2.057	0.042	GS	Ok
N58/N59	36.37	0.153	-2.193	-0.069	-7.567	-0.021	-0.020	0.005	GS	Ok
N60/N59	10.99	0.350	5.360	0.000	0.066	0.000	0.211	0.000	G	Ok

Barras	(%)	Ubicación (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			Esf.Axial (t)	Cortante en Y (t)	Cortante en z (t)	Mtorso r (t·m)	M.flector en y (t·m)	M.flectoren z (t·m)		
N60/N61	7.53	0.077	-1.553	-0.009	-0.551	-0.010	-0.196	-0.001	GS	Ok
N62/N61	4.40	0.187	0.645	0.001	0.030	0.000	0.122	0.000	G	Ok
N62/N63	2.27	0.965	0.364	0.010	0.103	0.005	-0.055	-0.006	GS	Ok
N64/N63	3.21	1.014	-1.683	-0.001	0.000	0.000	0.053	0.000	GV	Ok
N64/N65	2.74	1.332	1.043	0.001	0.082	0.000	-0.059	-0.001	GV	Ok
N66/N65	4.57	0.114	-2.458	0.000	-0.006	0.000	0.038	0.000	GV	Ok
N66/N67	3.77	1.698	1.494	-0.002	0.084	0.000	-0.079	0.002	G	Ok
N68/N67	5.75	0.112	-2.971	0.000	-0.007	0.000	0.021	0.001	GV	Ok
N68/N57	6.81	2.099	4.311	-0.003	0.000	0.000	0.000	0.003	G	Ok
N69/N70	36.73	0.153	-2.230	-0.063	7.643	0.021	0.021	0.003	GS	Ok
N71/N70	11.01	0.350	5.391	-0.001	0.067	0.000	0.211	0.000	G	Ok
N71/N72	7.58	0.077	-1.567	-0.011	0.554	0.011	0.197	-0.001	GS	Ok
N73/N72	4.46	0.187	0.662	0.000	0.030	0.000	0.121	0.001	G	Ok
N73/N74	2.49	0.965	0.370	0.019	-0.104	-0.008	0.055	-0.011	GS	Ok
N75/N74	3.23	1.014	-1.678	0.001	0.000	0.000	0.053	0.001	GV	Ok
N75/N76	2.72	1.332	1.041	0.000	-0.082	0.000	0.059	0.000	GV	Ok
N77/N76	4.58	0.114	-2.465	0.000	-0.006	0.000	0.038	0.000	GV	Ok
N77/N78	3.75	1.698	1.488	-0.001	-0.084	0.001	0.078	0.002	G	Ok
N68/N78	5.77	0.112	-2.983	0.000	-0.007	0.000	0.021	-0.001	GV	Ok
N79/N170	42.18	0.000	-15.489	-0.297	-0.760	0.000	-2.206	-1.165	GS	Ok
N170/N80	70.25	0.000	-15.378	0.297	-0.754	0.000	-2.114	1.135	GS	Ok
N81/N165	42.22	0.000	-15.523	0.297	0.752	0.000	2.219	1.165	GS	Ok
N165/N82	70.36	0.000	-15.386	0.297	0.752	0.000	2.143	1.135	GS	Ok
N80/N85	74.30	0.350	3.558	-0.064	-2.762	0.000	-2.170	-0.051	GS	Ok
N85/N87	34.53	0.879	-16.694	-0.003	-0.035	-0.001	0.194	0.000	G	Ok

Barras	(%)	Ubicación (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			Esf.Axial (t)	Cortante en Y (t)	Cortante en z (t)	Mtorso r (t·m)	M.flector en y (t·m)	M.flectoren z (t·m)		
N87/N89	34.44	0.865	-17.622	-0.001	-0.009	0.000	0.134	0.000	G	Ok
N89/N91	32.11	0.671	-16.573	-0.003	-0.027	0.000	0.115	-0.001	G	Ok
N91/N93	28.64	0.856	-14.844	-0.004	0.031	0.000	0.099	0.001	G	Ok
N93/N83	26.51	1.604	-12.807	0.001	0.417	-0.001	-0.147	-0.001	G	Ok
N82/N96	74.91	0.350	3.754	0.065	-2.782	-0.001	-2.187	0.048	GS	Ok
N96/N98	34.48	0.879	-16.660	0.002	-0.037	0.001	0.193	-0.001	G	Ok
N98/N100	34.44	0.865	-17.607	0.003	-0.009	0.000	0.134	-0.001	G	Ok
N100/N102	32.09	0.671	-16.566	-0.001	-0.027	0.000	0.115	0.000	G	Ok
N102/N104	28.66	0.856	-14.841	0.005	0.031	0.000	0.099	-0.001	G	Ok
N104/N83	26.73	1.604	-12.807	-0.008	0.417	0.001	-0.147	0.007	G	Ok
N80/N84	72.02	0.350	-5.157	-0.044	-2.429	0.002	-2.059	-0.042	GS	Ok
N84/N86	17.68	1.316	11.198	-0.002	0.041	0.001	0.147	-0.001	GS	Ok
N86/N88	31.89	0.350	15.494	0.001	0.187	0.000	0.260	0.001	G	Ok
N88/N90	29.08	0.187	16.003	0.000	0.057	0.000	0.133	-0.001	G	Ok
N90/N92	26.69	0.137	14.974	0.000	0.048	0.000	0.107	0.000	G	Ok
N92/N94	23.86	0.114	13.281	0.000	0.073	0.000	0.101	0.000	G	Ok
N94/N103	23.84	1.553	13.278	-0.001	-0.073	0.000	0.101	0.000	G	Ok
N103/N101	26.67	1.530	14.967	0.000	-0.048	0.000	0.107	0.000	G	Ok
N101/N99	29.06	1.480	15.988	0.000	-0.057	0.000	0.133	0.001	G	Ok
N99/N97	31.86	1.317	15.465	-0.001	-0.186	0.000	0.260	0.002	G	Ok
N97/N95	17.45	0.557	11.051	0.003	-0.032	0.000	0.154	-0.002	GS	Ok
N95/N82	72.39	1.317	-5.155	0.043	2.446	-0.003	-2.076	-0.038	GS	Ok
N84/N85	36.32	0.075	-2.200	0.044	-7.557	0.015	-0.613	0.000	GS	Ok
N86/N85	11.00	0.350	5.360	-0.002	0.066	0.000	0.211	-0.001	G	Ok
N86/N87	7.70	0.077	-1.573	0.016	-0.564	0.010	-0.199	0.002	GS	Ok

Barras	(%)	Ubicación (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			Esf.Axial (t)	Cortante en Y (t)	Cortante en z (t)	Mtorso r (t·m)	M.flector en y (t·m)	M.flectoren z (t·m)		
N88/N87	4.40	0.187	0.649	0.000	0.030	0.000	0.122	0.000	G	Ok
N88/N89	2.35	0.965	0.321	-0.008	0.112	-0.002	-0.059	0.005	GV	Ok
N90/N89	3.21	1.014	-1.680	0.002	0.000	-0.001	0.053	0.000	GV	Ok
N90/N91	2.77	1.332	1.042	-0.002	0.082	-0.001	-0.059	0.002	GV	Ok
N92/N91	4.57	0.114	-2.458	0.001	-0.006	0.000	0.038	0.001	GV	Ok
N92/N93	3.74	1.698	1.492	0.001	0.084	0.001	-0.079	-0.001	G	Ok
N94/N93	5.75	0.112	-2.970	0.001	-0.007	0.000	0.021	0.000	GV	Ok
N94/N83	6.81	2.099	4.312	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	G	Ok
N95/N96	37.02	0.153	-2.249	0.056	7.704	-0.019	0.020	-0.003	GS	Ok
N97/N96	11.04	0.350	5.389	0.002	0.067	0.000	0.211	0.001	G	Ok
N97/N98	7.63	0.077	-1.579	0.013	0.558	-0.010	0.198	0.001	GS	Ok
N99/N98	4.45	0.187	0.665	0.001	0.030	0.000	0.122	0.001	G	Ok
N99/N100	2.32	0.965	0.316	-0.007	-0.111	0.002	0.059	0.005	GV	Ok
N101/N100	3.20	0.795	-1.674	-0.002	-0.005	0.001	0.052	-0.001	GV	Ok
N101/N102	2.79	1.332	1.037	-0.003	-0.082	0.001	0.059	0.002	GV	Ok
N103/N102	4.55	0.114	-2.450	-0.001	-0.006	0.000	0.038	-0.001	GV	Ok
N103/N104	3.75	1.698	1.489	0.002	-0.084	-0.001	0.079	-0.002	G	Ok
N94/N104	5.73	0.112	-2.963	-0.001	-0.007	0.000	0.021	0.000	GV	Ok
N105/N168	41.34	0.000	-15.195	-0.299	-0.662	0.000	-1.918	-1.170	GS	Ok
N168/N106	68.88	0.000	-15.059	-0.299	-0.662	0.000	-1.852	-1.141	GS	Ok
N107/N166	41.27	0.000	-15.208	-0.298	0.656	0.000	1.935	-1.165	GS	Ok
N166/N108	68.84	0.000	-15.071	-0.298	0.656	0.000	1.870	-1.136	GS	Ok
N106/N111	61.56	0.350	2.140	-0.132	-2.251	-0.018	-1.733	-0.106	GS	Ok
N111/N113	28.81	0.879	-13.803	0.006	-0.018	-0.023	0.167	0.002	G	Ok

Barras	(%)	Ubicación (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			Esf.Axial (t)	Cortante en Y (t)	Cortante en z (t)	Mtorso r (t-m)	M.flector en y (t-m)	M.flectoren z (t-m)		
N113/N115	28.37	0.865	-14.394	-0.001	-0.002	-0.017	0.116	0.001	G	Ok
N115/N117	26.35	0.671	-13.486	-0.014	-0.033	-0.008	0.099	-0.002	G	Ok
N117/N119	23.57	0.665	-12.092	-0.017	-0.045	-0.003	0.085	-0.003	G	Ok
N119/N109	20.00	1.604	-7.148	-0.275	0.210	0.009	-0.075	0.270	GS	Ok
N108/N122	61.97	0.350	2.274	0.131	-2.270	0.016	-1.751	0.100	GS	Ok
N122/N124	28.73	0.879	-13.762	-0.006	-0.020	0.023	0.166	-0.002	G	Ok
N124/N126	28.35	0.865	-14.373	0.003	-0.002	0.017	0.116	-0.002	G	Ok
N126/N128	26.29	0.671	-13.475	0.012	-0.033	0.008	0.099	0.001	G	Ok
N128/N130	23.54	0.665	-12.088	0.018	-0.045	0.003	0.085	0.003	G	Ok
N130/N109	19.88	1.604	-7.179	0.271	0.210	-0.009	-0.075	-0.266	GS	Ok
N106/N110	59.81	0.350	-3.474	-0.110	-1.956	-0.011	-1.637	-0.106	GS	Ok
N110/N112	14.00	0.075	8.868	-0.014	-0.029	-0.016	0.129	-0.019	GV	Ok
N112/N114	26.90	0.350	12.760	-0.020	0.153	-0.017	0.214	-0.018	G	Ok
N114/N116	23.93	0.187	13.030	-0.011	0.043	-0.011	0.108	-0.008	G	Ok
N116/N118	19.17	0.137	12.140	-0.008	0.035	-0.005	0.085	0.000	G	Ok
N118/N120	16.99	0.114	10.761	-0.006	0.054	0.000	0.080	0.014	G	Ok
N120/N129	16.99	0.102	10.757	0.006	-0.092	0.000	-0.026	0.023	G	Ok
N129/N127	19.15	0.114	12.130	0.008	-0.072	0.005	0.009	0.011	G	Ok
N127/N125	23.83	1.480	13.011	0.010	-0.043	0.012	0.107	-0.006	G	Ok
N125/N123	26.81	1.317	12.726	0.020	-0.153	0.017	0.214	-0.017	G	Ok
N123/N121	13.90	0.350	8.800	0.013	-0.001	0.016	0.146	-0.002	GV	Ok
N121/N108	60.01	1.317	-3.523	0.105	1.973	0.010	-1.654	-0.097	GS	Ok
N110/N111	29.59	0.075	-1.843	0.017	-6.156	0.025	-0.545	-0.009	G	Ok

Barras	(%)	Ubicación (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			Esf.Axial (t)	Cortante en Y (t)	Cortante en z (t)	Mtorso r (t·m)	M.flector en y (t·m)	M.flectoren z (t·m)		
N112/N111	9.56	0.350	4.279	-0.004	0.043	-0.017	0.172	0.017	G	Ok
N112/N113	6.12	0.077	-1.206	0.015	-0.406	0.026	-0.147	-0.010	GS	Ok
N114/N113	3.82	0.187	0.376	-0.006	0.019	-0.003	0.098	0.010	G	Ok
N114/N115	2.70	0.965	0.372	0.002	0.097	0.002	-0.050	-0.019	GV	Ok
N116/N115	2.85	1.234	-0.993	-0.005	0.006	0.003	0.051	0.008	G	Ok
N116/N117	2.63	1.332	0.902	0.001	0.066	-0.002	-0.047	-0.010	GV	Ok
N118/N117	3.68	0.114	-1.979	0.005	-0.008	-0.001	0.029	-0.003	GV	Ok
N118/N119	3.48	1.698	1.238	0.007	0.068	0.001	-0.063	-0.012	G	Ok
N120/N119	4.64	0.112	-2.397	0.002	-0.010	-0.004	0.015	-0.010	GV	Ok
N120/N109	5.49	2.099	3.478	0.017	0.000	0.000	0.000	-0.021	G	Ok
N121/N122	29.77	0.075	-1.854	0.020	6.194	-0.026	0.547	-0.010	G	Ok
N123/N122	9.57	0.350	4.307	0.004	0.045	0.017	0.172	-0.016	G	Ok
N123/N124	6.15	0.077	-1.203	0.013	0.406	-0.026	0.147	-0.011	GS	Ok
N125/N124	3.79	0.187	0.392	0.007	0.019	0.003	0.098	-0.008	G	Ok
N125/N126	2.69	0.965	0.364	0.002	-0.097	-0.003	0.050	-0.019	GV	Ok
N127/N126	2.82	1.234	-0.982	0.004	0.006	-0.003	0.051	-0.007	G	Ok
N127/N128	2.60	1.332	0.897	0.000	-0.066	0.002	0.047	-0.009	GV	Ok
N129/N128	3.67	0.114	-1.975	-0.005	-0.008	0.001	0.029	0.003	GV	Ok
N129/N130	3.49	1.698	1.233	0.007	-0.068	-0.001	0.063	-0.012	G	Ok
N120/N130	4.63	0.112	-2.395	-0.002	-0.010	0.004	0.015	0.010	GV	Ok
N131/N169	39.46	0.000	-11.267	0.584	0.385	0.000	1.120	1.260	GV	Ok
N169/N132	59.16	0.000	-11.261	0.575	0.364	0.000	1.043	1.203	GV	Ok
N133/N167	40.18	0.000	-11.605	0.584	0.457	0.000	1.316	1.260	GV	Ok

Barras	(%)	Ubicación (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			Esf.Axial (t)	Cortante en Y (t)	Cortante en z (t)	Mtorso r (t-m)	M.flector en y (t-m)	M.flectoren z (t-m)		
N167/N134	60.28	0.000	-11.468	0.574	0.451	0.000	1.270	1.202	GV	Ok
N132/N137	18.11	0.350	1.053	-0.066	-0.570	-0.035	-0.464	-0.058	GS	Ok
N137/N138	12.25	0.077	-0.652	0.029	0.302	-0.036	0.338	0.021	GS	Ok
N138/N140	4.91	0.128	0.834	0.034	-0.156	-0.012	-0.102	0.023	GS	Ok
N140/N142	5.88	1.614	0.586	-0.049	0.192	-0.016	-0.116	0.041	GS	Ok
N142/N144	3.53	0.093	-0.214	0.014	-0.142	-0.002	-0.088	0.012	GS	Ok
N144/N135	11.45	1.604	-0.215	-0.244	0.074	0.007	-0.018	0.253	GS	Ok
N134/N147	20.51	0.350	1.462	0.062	-0.692	0.036	-0.536	0.053	GS	Ok
N147/N148	7.16	0.179	-0.299	-0.031	0.165	0.035	0.189	-0.020	GS	Ok
N148/N150	3.29	1.602	-0.954	0.040	0.114	0.014	-0.040	-0.028	GS	Ok
N150/N152	5.72	1.614	0.413	0.047	0.195	0.016	-0.117	-0.039	GS	Ok
N152/N154	3.40	0.093	-0.061	-0.013	-0.142	0.002	-0.088	-0.012	GS	Ok
N154/N135	11.43	1.604	-0.270	0.242	0.075	-0.006	-0.018	-0.251	GS	Ok
N132/N136	19.53	0.350	-1.159	-0.092	-0.546	-0.029	-0.462	-0.089	GS	Ok
N136/N161	5.30	0.075	0.552	-0.012	0.030	-0.011	0.123	-0.022	GS	Ok
N161/N139	4.59	1.476	0.835	-0.017	0.089	0.018	-0.066	0.043	GV	Ok
N139/N141	17.26	1.442	-1.332	0.054	0.494	0.026	-0.446	-0.044	GS	Ok
N141/N143	16.77	0.225	-0.889	-0.056	-0.494	-0.036	-0.443	-0.044	GS	Ok
N143/N145	4.32	1.565	0.010	-0.044	0.011	-0.034	0.004	0.099	GS	Ok
N145/N153	4.31	0.102	0.009	0.044	-0.012	0.034	0.004	0.099	GS	Ok
N153/N151	17.09	1.442	-1.092	0.057	0.497	0.036	-0.446	-0.045	GS	Ok
N151/N149	17.03	0.225	-1.596	-0.052	-0.465	-0.025	-0.434	-0.042	GS	Ok
N149/N160	5.42	0.187	0.667	0.021	-0.186	-0.033	-0.083	0.053	GV	Ok

Barras	(%)	Ubicación (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			Esf.Axial (t)	Cortante en Y (t)	Cortante en z (t)	Mtorso r (t-m)	M.flector en y (t-m)	M.flectoren z (t-m)		
N160/N146	4.28	0.349	1.549	0.010	0.048	0.009	0.087	-0.007	GS	Ok
N146/N134	20.80	1.317	-1.330	0.085	0.599	0.028	-0.505	-0.083	GS	Ok
N136/N137	9.61	0.153	-0.439	0.085	-1.999	0.046	0.004	-0.032	GS	Ok
N139/N138	7.15	0.187	-1.508	-0.020	0.084	0.052	0.074	-0.082	GV	Ok
N139/N140	13.36	0.965	0.419	0.283	0.204	-0.049	-0.068	-0.257	GV	Ok
N141/N140	14.75	0.270	-0.396	-0.009	-0.398	0.038	-0.402	-0.036	GS	Ok
N141/N142	19.90	0.090	-1.522	-0.223	-0.026	0.015	-0.016	-0.428	GS	Ok
N143/N142	8.55	2.120	1.481	0.105	0.061	0.060	-0.047	-0.139	GV	Ok
N143/N144	9.31	1.698	-0.753	0.105	-0.046	0.021	0.026	-0.185	GV	Ok
N145/N144	4.79	2.366	0.153	0.052	0.011	0.024	0.009	-0.103	GV	Ok
N145/N135	6.82	2.100	-0.261	0.089	-0.012	0.019	0.018	-0.142	GV	Ok
N146/N147	8.31	0.153	-0.562	0.085	1.730	-0.035	-0.019	-0.031	GS	Ok
N149/N148	6.76	0.187	-1.281	0.017	0.066	-0.050	0.072	0.079	GV	Ok
N149/N150	13.68	0.965	0.456	0.290	-0.241	0.048	0.080	-0.255	GV	Ok
N151/N150	14.79	0.270	-0.531	0.008	-0.395	-0.038	-0.400	0.036	GS	Ok
N151/N152	19.76	0.090	-1.517	-0.227	0.019	-0.015	0.010	-0.429	GS	Ok
N153/N152	8.55	2.120	1.501	-0.105	0.061	-0.060	-0.047	0.139	GV	Ok
N153/N154	9.28	1.698	-0.745	0.105	0.046	-0.020	-0.026	-0.185	GV	Ok
N145/N154	4.79	2.366	0.170	-0.052	0.011	-0.024	0.009	0.103	GV	Ok
N155/N175	63.57	0.000	-12.290	1.114	0.180	-0.001	0.892	2.244	GV	Ok
N175/N141	83.76	0.000	-12.153	1.094	0.180	-0.001	0.874	2.133	GV	Ok
N156/N174	63.26	0.000	-12.299	1.110	0.168	0.001	0.860	2.235	GV	Ok
N174/N151	83.47	0.000	-12.162	1.090	0.168	0.001	0.843	2.124	GV	Ok

Barras	(%)	Ubicación (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			Esf.Axial (t)	Cortante en Y (t)	Cortante en z (t)	Mtorso r (t-m)	M.flector en y (t-m)	M.flectoren z (t-m)		
N157/N176	61.62	0.000	-12.650	-1.118	0.011	0.001	0.035	-2.259	GV	Ok
N176/N12	82.52	0.000	-12.512	-1.098	0.011	0.001	0.034	-2.148	GV	Ok
N158/N177	61.78	0.000	-12.595	-1.120	-0.008	-0.001	-0.018	-2.269	GV	Ok
N177/N23	82.58	0.000	-12.458	-1.100	-0.008	-0.001	-0.017	-2.158	GV	Ok
N83/N109	6.29	0.050	-0.305	0.106	-0.154	0.006	-0.115	0.345	GS	Ok
N57/N83	3.20	5.900	-0.296	0.009	0.125	0.000	-0.114	-0.113	GS	Ok
N31/N57	6.02	5.900	-0.226	0.102	0.147	0.006	-0.117	-0.327	GS	Ok
N5/N31	5.95	0.050	-0.181	-0.113	-0.151	-0.009	-0.082	-0.358	GS	Ok
N109/N135	5.96	5.900	-0.211	0.112	0.154	0.009	-0.093	-0.347	GS	Ok
N104/N130	9.25	5.900	0.304	-0.034	0.073	0.000	0.197	0.103	GS	Ok
N78/N104	2.61	5.900	0.222	-0.007	0.125	0.000	-0.143	0.020	GV	Ok
N52/N78	9.22	0.050	0.273	0.036	-0.080	0.000	0.165	0.107	GS	Ok
N26/N52	10.96	0.050	0.126	0.056	-0.169	0.000	-0.059	0.146	GS	Ok
N130/N154	12.24	0.050	0.175	-0.047	-0.060	0.000	0.260	-0.133	GS	Ok
N102/N128	8.82	5.900	-0.003	-0.031	0.070	0.000	0.200	0.092	GS	Ok
N76/N102	4.32	5.900	0.089	-0.015	0.125	0.000	-0.121	0.043	GS	Ok
N50/N76	8.85	0.050	0.007	0.032	-0.075	0.000	0.177	0.096	GS	Ok
N24/N50	10.33	0.050	0.022	0.052	-0.168	0.000	-0.076	0.133	GS	Ok
N128/N152	10.69	0.050	0.003	-0.040	-0.068	0.000	0.225	-0.114	GS	Ok
N100/N126	8.27	5.900	-0.059	-0.032	0.075	0.000	0.163	0.095	GS	Ok
N74/N100	5.92	0.050	-0.031	0.022	-0.127	0.000	-0.127	0.065	GS	Ok
N48/N74	8.31	0.050	-0.069	0.033	-0.077	0.000	0.153	0.098	GS	Ok
N22/N48	10.82	0.050	-0.063	0.040	-0.221	0.000	-0.370	0.098	GS	Ok
N126/N150	11.32	5.900	0.188	-0.047	0.119	0.000	0.099	0.146	GV	Ok

Barras	(%)	Ubicación (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			Esf.Axial (t)	Cortante en Y (t)	Cortante en z (t)	Mtorso r (t-m)	M.flector en y (t-m)	M.flectoren z (t-m)		
N96/N122	7.74	0.050	0.280	0.032	-0.135	0.000	-0.104	0.096	GS	Ok
N70/N96	6.42	5.900	0.000	-0.023	0.131	0.000	-0.139	0.068	GS	Ok
N44/N70	7.90	5.900	0.262	-0.033	0.135	0.000	-0.108	0.097	GS	Ok
N18/N44	9.37	0.050	-0.131	0.045	-0.133	0.000	-0.051	0.134	GS	Ok
N122/N147	9.86	5.900	0.013	-0.046	0.121	0.000	-0.020	0.135	GV	Ok
N98/N124	7.95	0.050	0.069	-0.032	-0.158	0.000	-0.125	-0.093	GS	Ok
N72/N98	6.43	5.900	0.057	-0.024	0.127	0.000	-0.126	0.071	GS	Ok
N46/N72	7.99	5.900	0.066	0.032	0.161	0.000	-0.128	-0.093	GS	Ok
N20/N46	9.97	0.050	0.041	0.043	-0.153	0.000	-0.069	0.129	GS	Ok
N124/N148	10.29	5.900	0.021	-0.047	0.126	0.000	0.016	0.142	GV	Ok
N82/N108	9.05	0.000	-0.371	0.062	-0.196	0.000	-0.219	0.190	GS	Ok
N56/N82	7.34	5.950	0.033	-0.031	0.405	0.000	-0.817	0.091	GS	Ok
N30/N56	9.08	5.950	-0.355	-0.063	0.196	0.000	-0.220	0.192	GS	Ok
N4/N30	10.33	5.950	0.177	0.083	0.233	0.000	-0.226	-0.241	GS	Ok
N108/N134	10.46	0.000	0.181	-0.084	-0.231	0.000	-0.222	-0.245	GS	Ok
N93/N119	9.32	5.900	0.305	0.035	0.072	0.000	0.199	-0.104	GS	Ok
N67/N93	2.89	0.050	-0.268	0.002	-0.124	0.000	-0.110	0.006	GS	Ok
N41/N67	9.37	0.050	0.295	-0.035	-0.074	0.000	0.195	-0.105	GS	Ok
N15/N41	12.08	5.900	0.170	-0.047	0.063	0.000	0.252	0.132	GS	Ok
N119/N144	12.39	0.050	0.180	0.048	-0.061	0.000	0.260	0.135	GS	Ok
N91/N117	8.93	5.900	-0.007	0.032	0.069	0.000	0.201	-0.094	GS	Ok
N65/N91	4.55	5.900	0.068	0.016	0.125	0.000	-0.123	-0.046	GS	Ok
N39/N65	8.95	0.050	-0.007	-0.032	-0.071	0.000	0.199	-0.095	GS	Ok
N13/N39	10.48	5.900	0.000	-0.040	0.069	0.000	0.221	0.112	GS	Ok
N117/N142	10.79	0.050	0.003	0.041	-0.068	0.000	0.225	0.116	GS	Ok

Barras	(%)	Ubicación (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			Esf.Axial (t)	Cortante en Y (t)	Cortante en z (t)	Mtorso r (t-m)	M.flector en y (t-m)	M.flectoren z (t-m)		
N89/N115	8.46	5.900	-0.044	0.033	0.074	0.000	0.164	-0.096	GS	Ok
N63/N89	5.96	0.050	-0.012	-0.022	-0.128	0.000	-0.129	-0.064	GS	Ok
N37/N63	8.44	0.050	-0.041	-0.032	-0.076	0.000	0.162	-0.096	GS	Ok
N11/N37	10.15	0.050	0.105	0.038	-0.039	0.000	0.226	0.108	GV	Ok
N115/N140	10.12	0.050	-0.043	0.041	-0.070	0.000	0.188	0.116	GS	Ok
N87/N113	8.08	0.050	0.055	0.032	-0.159	0.000	-0.127	0.094	GS	Ok
N61/N87	6.36	0.050	0.034	-0.024	-0.127	0.000	-0.127	-0.070	GS	Ok
N35/N61	7.96	5.900	0.041	-0.032	0.159	0.000	-0.123	0.093	GS	Ok
N9/N35	9.78	0.050	0.033	0.041	-0.060	0.000	0.114	0.120	GV	Ok
N113/N138	9.09	0.050	0.027	0.040	-0.105	0.000	0.080	0.115	GS	Ok
N85/N111	7.85	0.050	0.290	-0.033	-0.136	0.000	-0.106	-0.097	GS	Ok
N59/N85	6.37	0.050	0.009	-0.023	-0.131	0.000	-0.138	-0.068	GS	Ok
N33/N59	7.78	5.900	0.280	0.032	0.137	0.000	-0.112	-0.095	GS	Ok
N7/N33	9.51	5.900	-0.018	0.040	0.122	0.000	-0.105	-0.118	GV	Ok
N111/N137	9.37	5.900	-0.140	0.045	0.136	0.000	-0.069	-0.131	GS	Ok
N160/N147	5.22	0.349	-1.579	0.008	0.092	0.003	0.106	-0.011	GS	Ok
N106/N132	10.39	5.950	-0.034	0.044	0.457	0.000	-1.086	-0.137	GS	Ok
N80/N106	8.63	0.000	-0.396	-0.059	-0.191	0.000	-0.190	-0.181	GS	Ok
N54/N80	7.28	5.950	0.035	0.030	0.400	0.000	-0.811	-0.090	GS	Ok
N28/N54	8.37	5.950	-0.378	0.057	0.191	0.000	-0.193	-0.175	GS	Ok
N2/N28	10.23	0.000	-0.052	-0.043	-0.456	0.000	-1.073	-0.133	GS	Ok

Fuente: Elaboración propia / cype 3d

Anexo 4. Acta de aprobación de originalidad de tesis

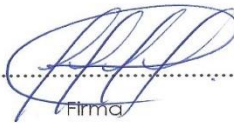
 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 28-01-2020 Página : 1 de 1
--	---	---

Yo, Maxlon Farfán Córdova
 docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela
 Profesional Ing. civil de la Universidad César Vallejo Tujillo (precisar
 filial o sede), revisor (a) de la tesis titulada

"Modelamiento, análisis y diseño de una estructura
metálica en la provincia de Enam Chimu
",
 del (de la) estudiante Luis Antamio Escalante Bobadilla
 constato que la investigación tiene un índice de
 similitud de 7.9.% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las
 coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis
 cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la
 Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha Tujillo 29 enero 2020



 Firma

Nombres y apellidos del (de la) docente

DNI: 02371691

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Anexo 5. Software turnitin

https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox/FMwGwBCCqWtCmH0Ij0tkuzrCqWwq0pk

TRILCE - PLATAFORM... Hotmail Gmail WhatsApp

Buscar correo

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"Modelamiento, análisis y diseño de una estructura metálica en la provincia de Gran Chimú."

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:
EUSCATEGUI BOBADILLA, LUIS ANTONIO

ASESOR:
M.G. ING. CASTILLO CHÁVEZ, JUAN HUBERTO

LINEA DE INVESTIGACION
DISEÑO SISMICO, ESTRUCTURAL

TRUJILLO-PERÚ
2019

29%

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

Rank	Source	Percentage
1	www.scribd.com	9%
2	es.scribd.com	5%
3	pt.scribd.com	4%
4	creativecommons.org	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe	1%
6	repositorio.unsa.edu.pe	1%
7	documents.mx	1%
8	addi.ehu.es	1%
9	repositorio.unc.edu.pe	<1%
10	repositorio.unasam.ed...	<1%
11	academico.unavarra...	<1%

Página: 1 de 173 Número de palabras: 34099 Text-only Report High Resolution Actualizar



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

Euscategui Babadilla, Luis Antonio

D.N.I. : 73252659

Domicilio : H2.92.7 LT.57. Manuel Ansuátegui La Esperanza

Teléfono : Fijo : 044 275042 Móvil : 993267108

E-mail : Luis.euscateguib@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería

Escuela : Ingeniería civil

Carrera : Ingeniería civil

Título : Ingeniería civil

Tesis de Post Grado

Maestría

Doctorado

Grado :

Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Euscategui Babadilla, Luis Antonio

.....

.....

Título de la tesis:

Modelamiento, análisis y diseño de una estructura

metálica en la provincia de Enam. Ctlima

.....

Año de publicación : 2019

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento, autorizo a la Biblioteca UCV-Lima Norte,
a publicar en texto completo mi tesis.

Firma : 

Fecha : 17-12-2019

Anexo 7. Autorización de la versión final del trabajo de investigación



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE:

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Luis Antonio Euscatogui Bobadilla

INFORME TÍTULADO:

Modelamiento, análisis y diseño de una estructura metálica en la provincia de Gran Chimú

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: 28/11/2019

NOTA O MENCIÓN: 16

FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN

Dr. Alan Valdivieso Velarde

