



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**Diseño estructural de un complejo polideportivo ubicado en el distrito de  
Nueva Cajamarca, provincia de Rioja, departamento de San Martín**

**Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

**Abner Joel Chuqui Cabanillas**

**José Alex Fernandez Diaz**

**ASESOR:**

**Ing. Carlos Enrique Chung Rojas**

**Tarapoto – Perú**

**2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**Diseño estructural de un complejo polideportivo ubicado en el distrito de Nueva Cajamarca, provincia de Rioja, departamento de San Martín**


**AUTORES:**

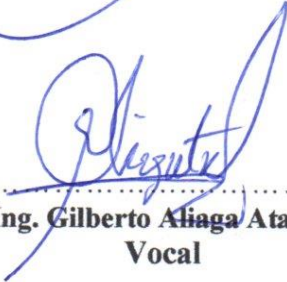
**Abner Joel Chuqui Cabanillas**

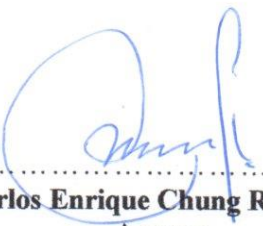
**José Alex Fernandez Diaz**

**Sustentado y aprobado el día 17 de mayo de 2019 ante el honorable jurado**

  
.....  
**Ing. Jorge Isaacs Rioja Díaz**  
**Presidente**

  
.....  
**Ing. Iván Gustavo Reátegui Acedo**  
**Secretario**

  
.....  
**Ing. Gilberto Aliaga Atalaya**  
**Vocal**

  
.....  
**Ing. Carlos Enrique Chung Rojas**  
**Asesor**

## Declaratoria de Autenticidad

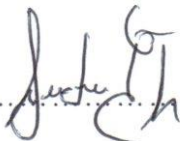
**Abner Joel Chuqui Cabanillas** identificado con el DNI N° 73697646 y **José Alex Fernandez Diaz** con el DNI N° 75485461, egresados de la facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con la tesis titulada: **Diseño estructural de un complejo polideportivo ubicado en el distrito de Nueva Cajamarca, provincia de Rioja, departamento de San Martín.**

Declaramos bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de nuestra autoría.
2. Hemos respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 17 de mayo del 2019



Bach. Abner Joel Chuqui Cabanillas

DNI N° 73697646



Bach. José Alex Fernandez Diaz

DNI N° 75485461

## Declaración Jurada

**Abner Joel Chuqui Cabanillas** identificado con el DNI N° 73697646 con domicilio legal Jr. Santa María S/N - Moyobamba y **José Alex Fernandez Diaz** identificado con el DNI N° 75485461 con domicilio legal Jr. Francisco Torres N°300 - Morales, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, **DECLARO BAJO JURAMENTO**, que todos los documentos, datos e información de la presente tesis y/o Informe de Ingeniería, son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por la cual me someto a lo dispuesto en las Normas Académicas de la Universidad Nacional de San Martín Tarapoto.

Tarapoto, 17 de mayo del 2019



Bach. Abner Joel Chuqui Cabanillas

DNI N° 73697646



Bach. José Alex Fernandez Diaz

DNI N° 75485461

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	CHUQUI CABANILLAS ABNER JOEL		
Código de alumno :	103106	Teléfono:	927563077
Correo electrónico :	civil-estructural@hotmail.com	DNI:	73697646

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de:	INGENIERÍA CIVIL

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	( )
Trabajo de suficiencia profesional	( )		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título:	DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN COMPLEJO POLIDEPORTIVO UBICADO EN EL DISTRITO DE NUEVA CAJAMARCA, PROVINCIA DE RIQUA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN
Año de publicación:	2019

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia No Exclusiva, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

--

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

**7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS***

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".


  
.....  
Firma del Autor

**8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM - T.**

Fecha de recepción del documento:

18 / 07 / 2019



  
.....  
Firma del Responsable de Repositorio  
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso  
Abierto de la UNSM - T.

\***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

\*\* **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.

**1. Datos del autor:**

Apellidos y nombres: FERNANDEZ DIAZ ALEX JOSE	
Código de alumno : 123140	Teléfono: 939472979
Correo electrónico : r2300220@hotmail.com	DNI: 75485461

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

**2. Datos Académicos**

Facultad de: INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de: INGENIERÍA CIVIL

**3. Tipo de trabajo de investigación**

Tesis	( X )	Trabajo de investigación	( )
Trabajo de suficiencia profesional	( )		

**4. Datos del Trabajo de investigación**

Título: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN COMPLEJO POLIDEPORTIVO UBICADO EN EL DISTRITO DE NUEVA CAJAMARCA, PROVINCIA DE RIJA, DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN.
Año de publicación: 2019

**5. Tipo de Acceso al documento**

Acceso público *	( X )	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia No Exclusiva, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:


**6. Originalidad del archivo digital.**

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.



**7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS***

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".



Firma del Autor

**8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM - T.**

Fecha de recepción del documento:

18 / 07 / 2019



Firma del Responsable de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM - T.

\***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

\*\* **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

## **Dedicatoria**

A mis padres, por su apoyo incondicional constante en todos los aspectos de mi vida.

**Abner Joel**

A mis queridos padres **Feliberto** y **Ubalдина**, por ser las personas que me inculcaron valores y por ser los principales pilares de apoyo para el desarrollo de este proyecto, todo lo que hoy soy es gracias a ellos. A toda mi familia en especial a mi hijo **Alex André**, que es el más valioso que Dios me ha dado y el motorcito que me ayuda a luchar por mis metas incansablemente.

**José Alex**

## **Agradecimiento**

A mi papa José Onésimo y mi mama Socorro, por estar presentes cada vez que la necesitaba. Por ser las personas que me han apoyado en todo momento y por enseñarme valores que todos los días me hacen una mejor persona y darme una educación correcta.

**Abner Joel**

El más sincero agradecimiento a las personas que me brindaron su apoyo incondicional para poder culminar este trabajo, el cual marca un hito en mi vida: en especial a Dios y a mis padres ya que sin ellas nada de esto sería posible.

**José Alex**

## Índice

<b>Dedicatoria.....</b>	<b>vi</b>
<b>Agradecimiento.....</b>	<b>vii</b>
<b>Índice.....</b>	<b>viii</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>xv</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>xvi</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>3</b>
1.1 Antecedentes de la investigación.....	3
1.2 Fundamento teórico científico.....	6
1.3 Definición de términos básicos.....	12
1.4 Sistema de variables.....	19
<b>CAPÍTULO II MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>20</b>
2.1. Materiales.....	20
2.2. Tipo y nivel de investigación.....	21
<b>CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>22</b>
3.1. Resultados.....	22
3.2. Discusión de resultados.....	166
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>168</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>170</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>171</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>174</b>
ANEXO 01: Matriz de consistencia.....	175
ANEXO 02: Datos generales del Estudio de Mecánica de suelos.....	176
ANEXO 03: Planos.....	183

## Índice de tablas

<b>Tabla N° 01:</b> Factores de amplificaciones sísmica.....	65
<b>Tabla N° 02:</b> Valores de cuantías mínimas.....	140
<b>Tabla N° 03:</b> Cuadro de asignación de Cargas – Tribunas.....	154
<b>Tabla N° 04:</b> Factores de amplificaciones sísmica - Espectro (Aporticado).....	155
<b>Tabla N° 05:</b> Datos de desplazamientos del centro de masa.....	162
<b>Tabla N° 06:</b> Datos de desplazamientos en el eje X-X.....	162
<b>Tabla N° 07:</b> Datos de desplazamientos en el eje Y-Y.....	163

## Índice de figuras

<b>Figura 1:</b> Planta General (Cancha de Grass sintético).....	22
<b>Figura 2:</b> Arco metálico más crítico (Cancha de Grass Sintético).....	23
<b>Figura 3:</b> Elevación de Arco metálico (Cancha de Grass Sintético).....	23
<b>Figura 4:</b> Numeración de nudos y barras (Cancha de Grass Sintético).....	26
<b>Figura 5:</b> Estado de carga muerta “PD” (Cancha de Grass Sintético).....	26
<b>Figura 6:</b> Estado de carga viva “PLr” (Cancha de Grass Sintético).....	26
<b>Figura 7:</b> Estado de carga de viento “Barlovento” (Cancha de Grass Sintético).....	27
<b>Figura 8:</b> Estado de carga de viento “Barlovento” (Cancha de Grass Sintético).....	27
<b>Figura 9:</b> Estado carga de viento “Sotavento” (Cancha de Grass Sintético).....	27
<b>Figura 10:</b> Diagrama-envolvente de fuerza axial (Cancha de Grass Sintético).....	28
<b>Figura 11:</b> Diseño de los elementos de acero (Cancha de Grass Sintético).....	29
<b>Figura 12:</b> Planta General (Juegos Lúdicos).....	30
<b>Figura 13:</b> Arco metálico más crítico (Juegos lúdicos).....	31
<b>Figura 14:</b> Numeración de nudos y barras (Juegos lúdicos).....	33
<b>Figura 15:</b> Estado carga muerta “PD” (Juegos lúdicos).....	34
<b>Figura 16:</b> Estado carga viva de techo “PLr” (Juegos lúdicos).....	35
<b>Figura 17:</b> Estado carga de viento “PWp-s” (Juegos lúdicos).....	36
<b>Figura 18:</b> Estado carga de viento “PWs-s” (Juegos lúdicos).....	37
<b>Figura 19:</b> Diagrama-envolvente de deformaciones (Juegos lúdicos).....	38
<b>Figura 20:</b> Diagrama-envolvente de fuerza axial (Juegos Lúdicos).....	39
<b>Figura 21:</b> Diseño de los elementos de acero (Juegos Lúdicos).....	39
<b>Figura 22:</b> Planta general (Piscina).....	41
<b>Figura 23:</b> Arco metálico más crítico (techo de piscina).....	41
<b>Figura 24:</b> Numeración de nudos y barras (Piscina).....	43
<b>Figura 25:</b> Estado carga muerta “PD” (Piscina).....	43
<b>Figura 26:</b> Estado carga viva de techo “PLr” (Piscina).....	44
<b>Figura 27:</b> Estado carga de viento “Barlovento” (Piscina).....	44
<b>Figura 28:</b> Estado carga de viento “Sotavento” (Piscina).....	44
<b>Figura 29:</b> Diagrama-Envolvente de deformaciones (Piscina).....	44
<b>Figura 30:</b> Diagrama-envolvente de fuerza axial (Piscina).....	45
<b>Figura 31:</b> Diseño de secciones “AISC-LRFD93” (Piscina).....	45
<b>Figura 32:</b> Planta general – Tijeral doble ala (Losa deportiva).....	47

<b>Figura 32:</b> Arco metálico más crítico (Losa deportiva).....	47
<b>Figura 34:</b> Numeración de nudos y barras (Losa deportiva).....	49
<b>Figura 35:</b> Estado carga muerta “PD” (Losa deportiva).....	50
<b>Figura 36:</b> Estado carga viva de techo “PLr” (Losa deportiva).....	50
<b>Figura 37:</b> Estado carga de viento “Barlovento” (Losa deportiva).....	50
<b>Figura 38:</b> Estado carga de viento “Sotavento” (Losa deportiva).....	51
<b>Figura 39:</b> Diagrama-Envolvente de deformaciones (Losa deportiva).....	51
<b>Figura 40:</b> Diagrama-envolvente de fuerza axial (Losa deportiva).....	52
<b>Figura 41:</b> Diseño de secciones (Losa deportiva).....	52
<b>Figura 42:</b> Planta general – Tijeral un ala (Losa deportiva).....	54
<b>Figura 43:</b> Arco metálico más crítico- Tijeral un ala (Losa deportiva).....	54
<b>Figura 44:</b> Numeración de nudos y barras - Tijeral un ala (Losa deportiva).....	56
<b>Figura 45:</b> Estado carga muerta “PD”- Tijeral un ala (Losa deportiva).....	57
<b>Figura 46:</b> Estado carga viva de techo “PLr” - Tijeral un ala (Losa deportiva).....	57
<b>Figura 47:</b> Estado de carga de viento (Barlovento)- Tijeral un ala (Losa deportiva).....	58
<b>Figura 48:</b> Estado carga de viento (Sotavento) - Tijeral un ala (Losa deportiva).....	58
<b>Figura 49:</b> Diagrama-envolvente de deformaciones - Tijeral un ala (Losa deportiva).....	59
<b>Figura 50:</b> Diagrama-envolvente de fuerza axial - Tijeral un ala (Losa deportiva).....	60
<b>Figura 51:</b> Diseño de secciones - Tijeral un ala (Losa deportiva).....	60
<b>Figura 52:</b> Modelamiento estructural (Edif . N°01-Administracion).....	66
<b>Figura 53:</b> Modelamiento estructural elementos tipo Shell y frame (Edif . N°01- Administracion).....	67
<b>Figura 54:</b> Vista en planta y 3d modelada (Edif . N°01-Administracion).....	70
<b>Figura 55:</b> Vista 3d modelada – carga muerta (Edif . N°01-Administracion).....	70
<b>Figura 56:</b> Vista 3d modelada – carga viva (Edif . N°01-Administracion).....	71
<b>Figura 57:</b> Modelamiento estructural (Edif . N° 03 – Gimnasio).....	83
<b>Figura 58:</b> Modelamiento estructural elementos tipo Shell y frame (Edif . N° 03 – Gimnasio).....	83
<b>Figura 59:</b> Vista en planta y 3d modelada (Edif . N° 03 – Gimnasio).....	85
<b>Figura 60:</b> Vista 3d modelada – carga muerta (Edif . N° 03 – Gimnasio).....	86
<b>Figura 61:</b> Vista 3d modelada – carga viva (Edif . N° 03 – Gimnasio).....	86
<b>Figura 62:</b> Modelamiento estructural (Edif. N° 04 – SS. HH piscina).....	97
<b>Figura 63:</b> Modelamiento estructural elementos tipo Shell y frame (Edif. N° 04 – SS. HH piscina).....	97

<b>Figura 64:</b> Vista en planta y 3d modelada (Edif. N° 04 – SS. HH piscina).....	99
<b>Figura 65:</b> Vista 3d modelada – carga muerta (Edif. N° 04 – SS. HH piscina).....	100
<b>Figura 66:</b> Vista 3d modelada – carga viva (Edif. N° 04 – SS. HH piscina).....	100
<b>Figura 67:</b> Modelamiento estructural (Edif. N° 06–SS.HH Exterior).....	116
<b>Figura 68:</b> Modelamiento estructural elementos tipo Shell y frame (Edif. N° 06–SS.HH Exterior).....	117
<b>Figura 69:</b> Vista en planta y 3d modelada (Edif. N° 06–SS.HH Exterior).....	121
<b>Figura 70:</b> Vista 3d modelada – cargas aplicadas (Edif. N° 06–SS.HH Exterior).....	122
<b>Figura 71:</b> Modelamiento estructural (Piscina semiolímpica).....	135
<b>Figura 72:</b> Modelamiento estructural aplicando cargas(Piscina semiolímpica).....	139
<b>Figura 73:</b> Modelamiento estructural (Cuarto de maquinas).....	142
<b>Figura 74:</b> Modelamiento estructural aplicando cargas (Cuarto de Maquinas).....	146
<b>Figura 75:</b> Modelamiento aplicando cargas distribuidas (Cuarto de máquinas).....	147
<b>Figura 76:</b> Modelamiento estructural (Tribuna).....	157
<b>Figura 77:</b> Modelamiento estructural aplicando carga muerta (Tribuna).....	161
<b>Figura 78:</b> Modelamiento estructural aplicando carga viva (Tribuna).....	161



## Índice de planos

Plano de ubicación y localización .....	PY - UB
Plano de planta topográfica.....	PT – 01
Plano de perfiles longitudinales.....	PT – 02
Plano de planta general.....	AG – 01
Plano de planta de techos.....	AG – 02
Plano de cortes y elevaciones.....	AG – 03
Plano de edificación 01 - cimentación.....	E1 – 01
Plano de edificación 01 – cimentación y vigas.....	E1 – 02
Plano de edificación 01 – aligerado y vigas.....	E1 – 03
Plano de edificación 02 – cimentación y vigas.....	E2 – 01
Plano de edificación 02 – detalles de estructuras metálicas.....	E2 – 02
Plano de edificación 03 – gimnasio cimentación .....	E3– 01
Plano de edificación 03 – gimnasio vigas .....	E3– 02
Plano de edificación 03 – gimnasio cobertura y correas metálicas.....	E3– 03
Plano de edificación 03 – gimnasio detalles de tijeral y columnas.....	E3– 04
Plano de edificación 04– detalle de cimentación en piscina.....	E4– 01
Plano de edificación 04– detalle de tribunas de la piscina .....	E4– 02
Plano de edificación 04– detalle de tijeral metálico de piscina .....	E4– 03
Plano de edificación 04– detalle de cobertura de piscina .....	E4– 04
Plano de edificación 04– cuarto de válvulas .....	E4– 05
Plano de edificación 04– SS.HH. Snack.....	E4– 06
Plano de edificación 04– SS.HH. Snack (cobertura anclaje).....	E4– 07
Plano de edificación 04– SS.HH. Snack (estructura metálica).....	E4– 08
Plano de edificación 05– Cancha de Grass sintético (Tribunas).....	E5– 01
Plano de edificación 05– Cancha de Grass sintético (Tijerales metálicos).....	E5– 02
Plano de edificación 05– Cancha de Grass sintético (Cobertura metálica).....	E5– 03
Plano de edificación 05– SS.HH-Cancha de Grass sintético.....	E5– 04
Plano de edificación de Juegos lúdicos.....	E6– 01
Plano de edificación de SS.HH-Exterior.....	E7– 01
Plano de losa deportiva 01– Concreto armado.....	ELD–01
Plano de losa deportiva 02– Concreto armado.....	ELD–02

Plano de losa deportiva 01– Detalles de estructuras metálicas.....	ELD-03
Plano de losa deportiva 02– Detalles de estructuras metálicas.....	ELD– 04
Plano de Cisterna y Tanque elevado.....	ECT– 01

## Resumen

El presente trabajo de tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, se ha desarrollado con la finalidad de efectuar un aporte técnico-científico para contribuir a diseñar estructuralmente un complejo deportivo ubicado en el distrito de Nueva Cajamarca, departamento de San Martín, la investigación es de tipo aplicada y se ha diseñado todas las estructuras correspondientes al complejo deportivo planteado arquitectónicamente, el objetivo del presente trabajo es el diseño estructural de un complejo deportivo en el distrito de Nueva Cajamarca, provincia de Rioja, departamento de San Martín, cuyos diseños se realizaron por programas de elementos finitos como son; SAP, ETABS y SAFE. El trabajo se ha desarrollado aplicando sobre el terreno las teorías y normas existentes de topografía, mecánica de suelos y análisis estructural de las diversas estructuras, que han permitido contar con el diseño estructural del complejo deportivo, llegando a contribuir al conocimiento del diseño de estructuras metálicas la cual es muy ventajoso como material estructural comparando con los elementos de concreto armado, ya que utilizando estructuras metálicas optimizamos recursos económicos, como así también el tiempo de construcción.

Palabras clave: Diseño estructural, complejo polideportivo, Nueva Cajamarca (distrito), Rioja (provincia), San Martín (región)

## Abstract

The following work of Thesis to choose the Professional Title of Civil Engineer, has been developed with the purpose of making a technical-scientific contribution to contribute to structurally design a sports complex located in the district of Nueva Cajamarca, department of San Martín, research It is of applied type and has been designed all the structures corresponding to the sports complex raised architecturally, the objective of this work is the structural design of a sports complex in the district of Nueva Cajamarca, province of Rioja, department of San Martín, whose designs are performed by finite element programs such as; SAP, ETABS and SAFE. The work has been developed applying on the ground the existing theories and norms of topography, soil mechanics and structural analysis of the different structures, which have allowed to have the structural design of the sports complex, arriving to contribute to the knowledge of the design of metallic structures which is very advantageous as a structural material compared to reinforced concrete elements, since using metal structures we optimize economic resources, as well as the construction time.

Keywords: Structural design, sports complex, Nueva Cajamarca [district], Rioja [province], San Martín [region].



## **Introducción**

Para el desarrollo de la presente investigación se ha considerado una problemática latente que el distrito presenta, es decir la localidad de Nueva Cajamarca no cuenta con un complejo polideportivo que contemple adecuadas infraestructuras como son; Piscina, cancha de frontón, tribunas, losas deportivas, gimnasio entre otras para los cuales se tiene que diseñar primeramente todos estos elementos estructurales y también los complementarios como cerco perimétrico, cisterna, tanque elevado, caseta de vigilancia y comedor; para que dicho polideportivo sea completo y seguro.

El diseño estructural de este polideportivo se realizará por edificaciones y las estructuras complementarias por separado, haciendo su análisis sísmico por cada edificación de acuerdo a las solicitaciones requeridas por cada estructura, se realizará análisis de viento en las diferentes estructuras metálicas que existen en el proyecto y un riguroso análisis de empujes de tierra en elementos estructurales como muros de contención, estructuras sometidos a empujes activos y pasivos que generan deslizamiento y volteo en la estructura de no realizar el correcto análisis estructural y métodos respaldados por la normatividad vigente, para este proyecto se consideró como factor resaltante las capacidades portantes obtenidas por los estudios de suelos, estos diseños estructurales son necesarios para garantizar la seguridad de las estructuras y de las personas, todos estos diseños estructurales primeramente son guiados de un diseño arquitectónico, para luego ser llevados a los programas o métodos de cálculo.

Dentro del concepto social se menciona que existe la necesidad de contar con un complejo polideportivo con edificaciones modernas y sobre todo seguras donde las personas puedan recrearse y practicar el deporte desarrollando sus capacidades en los diferentes ámbitos deportivos, mejorando su calidad de vida y además incentivando a las nuevas generaciones a descubrir sus habilidades deportivas y así representar y aportar al país, para satisfacer esta necesidad del Distrito de Nueva Cajamarca proponemos desarrollar diferentes espacios deportivos que garanticen seguridad a sus ocupantes y sobre todo que se desarrolle optimizando de la mejor manera los recursos económicos, por lo tanto se realizará un riguroso análisis estructural de las estructuras consideradas en el proyecto de investigación.

Para desarrollar un complejo polideportivo es necesario diseñar los elementos estructurales necesarios para así garantizar la seguridad y calidad de las estructuras, viendo que en muchos lugares existen diferentes estructuras deportivas deficientes y en mal estado. Nos hemos propuesto a diseñar estructuras que cumplan los requisitos mínimos de seguridad y optimización de la economía, cumpliendo con los parámetros normativos vigentes, y utilizando los criterios de ingeniería estructural para poder analizar cada estructura y diseñar la cantidad optima del acero, las dimensiones de cada estructura, garantizando su vida útil de las estructuras y de las personas que concurran a dicho complejo polideportivo.

De acuerdo a la situación actual presentada se desea analizar un número de percances y posibles soluciones planteadas, para finalmente concluir con la mejor solución que cierre la brecha de infraestructura deportiva moderna requerida y por lo tanto nos proyectamos la siguiente interrogante: ¿Qué Diseños estructurales debemos optar para desarrollar las diferentes estructuras necesarias en el complejo polideportivo, viendo que existen diferentes estructuras deficientes, construidas sin ningún criterio estructural en la localidad de Nueva Cajamarca, distrito de Nueva Cajamarca, provincia de Rioja y región San Martín?

La metodología de investigación empleada fue descriptiva, sobre la que se buscó especificar y analizar diferentes elementos estructurales teniendo en consideración características geológicas y geotécnicas del suelo en base a un completo estudio de suelos realizado en la zona del proyecto y en base a dichos resultados realizar el Diseño estructural de las obras principales y complementarias del complejo polideportivo, para que no sean estructuras sobredimensionadas o deficientes.

El desarrollo de la investigación plantea el diseño estructural de un polideportivo y que apunta a diseñar correctamente las estructuras y de manera eficiente para que más adelante no tengan problemas estructurales y puedan generar pérdidas económicas o pérdidas de vidas humanas. También ayudará a mejorar la calidad de vida de las personas ya que la existencia de infraestructura deportiva de calidad sirve como recreación y además contribuye a mejorar las habilidades deportivas de las personas, cultivar el deporte y desarrollar el potencial humano para competir no solo en la zona sino a nivel nacional e internacional, además, porque se establecerá la cobertura del servicio en su totalidad a toda la población, cumpliendo con el derecho de acceso al deporte para toda la población.

# CAPÍTULO I

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 1.1 Antecedentes de la investigación

#### **Internacional**

**Serrano, A. (2015)**, en su tesis “Análisis de la unión columna metálica - plinto de hormigón armado y su influencia en el cálculo y diseño estructural del complejo deportivo Municipal del Cantón Guaranda, provincia de Bolívar”. Ecuador. Tuvo como objetivo Realizar el análisis de la unión columna metálica – plinto de hormigón armado para identificar su influencia en el cálculo y diseño estructural del complejo deportivo municipal. La investigación fue de tipo descriptivo, la muestra estuvo compuesta por 30 profesionales en ingeniería civil del área de estructuras. El instrumento que se utilizó fue el cuestionario. Concluyó que, mediante las visitas al lugar donde se piensa construir a futuro el complejo deportivo municipal se pudo observar los espacios requeridos en los planos arquitectónicos y realizar trabajos de campo como condiciones de sitio. Se pudo evaluar las características geotécnicas del subsuelo por medio del estudio de suelos realizado en el lugar donde se implantará el proyecto, teniendo, así como los parámetros de resistencia y compresibilidad a utilizar en los análisis estructurales. (p. 53)

**Andrango, K. y Araujo, A. (2018)**, en su tesis “Diseño estructural del coliseo multiuso y tribuna con cubierta de tensa membrana para el complejo deportivo de selva alegre, Parroquia Sangolquí, Cantón Rumiñahui”. (Tesis de pregrado). Universidad de las Fuerzas Armadas. Ecuador. Tuvo como objetivo Diseñar las estructuras del coliseo multiuso y la tribuna con cubierta de tensa membrana para el Complejo Deportivo de Selva Alegre mediante diseño sismo resistente que garantice la seguridad de los ciudadanos y permita el aprovechamiento del espacio público. La investigación fue de tipo descriptivo, la muestra fue el complejo deportivo de Selva Alegre. El instrumento que se utilizó fue la observación. Concluyó que, al realizar el estudio de suelos en el lugar de implantación de las estructuras, se realizaron 6 perforaciones, 4 utilizadas para el coliseo multiuso donde se definió una capacidad portante del suelo de 25 T/m<sup>2</sup> y 10 T/m<sup>2</sup>; y 2 perforaciones para la tribuna con capacidad portante de 8 T/m<sup>2</sup>. La estructura de acero de la cubierta del coliseo, está conformada por 8 cerchas tipo Pratt en arco parabólico, son 3 tipos de cerchas que se

diferencian entre sí por su diferente longitud. Sus cordones son tubos de 4” y el tejido es de 2”. Del mismo modo cuenta con correas metálicas: en el centro 2G (150x50x15x3) y en los laterales 2G (150x75x25x5) todas estas correas están ubicadas entre cerchas con un ángulo de inclinación de 14.04°. Se realizaron varias tipologías de nudos, las mismas que corresponden a un diseño articulado permitiendo que las barras del tejido de las cerchas giren libremente. Dentro de cada tipología se contempla el diseño de los pernos, placas y sueldas. (p. 373)

**Márquez, E. (2018)**, en su investigación *“Estudio y diseño de complejo deportivo, empleando enfoque eco-sustentable, ubicado en parroquia Juan Bautista Aguirre, Daule”*. (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil. Guayaquil. Tuvo como objetivo Diseñar un complejo deportivo y recreativo equipado con tecnología eco sustentable, que promueva la integración, la práctica deportiva, y el debido esparcimiento a los ciudadanos de la parroquia Juan Bautista del cantón Daule. El tipo de investigación fue descriptiva y de campo, la muestra estuvo conformada por 170 personas, el instrumento que se utilizó para la recolección de datos fue el cuestionario, entrevistas, observaciones. Concluyendo que, con el diseño del complejo deportivo se propone desarrollar la integración, la práctica deportiva, y el debido esparcimiento a los ciudadanos de la parroquia Juan Bautista del Cantón Daule. Se estableció los diferentes criterios de diseño para la elaboración del complejo deportivo con base en la arquitectura sustentable, que minimice el impacto ambiental; criterios como: la ubicación teniendo en cuenta los criterios de integración con el entorno urbano, circulación, el comportamiento del asoleamiento y ventilación. Se diseñó un complejo que genere impacto positivo en la recreación y deporte del cantón, de modo que se disminuyan los problemas sociales y físicos convirtiéndose en un hito de desarrollo para la Parroquia. (p. 79)

**Pico, T. (2016)**, en su investigación *“Estudio y diseño del coliseo polideportivo municipal, para el Cantón Pedro Carbo, provincia de las Guayas, año 2015- 2016”*. (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil. Guayaquil. Tuvo como objetivo Diseñar un coliseo polideportivo municipal, para la población del cantón Pedro Carbo, considerando los deportes de práctica individual y colectiva. El tipo de investigación fue descriptiva propositiva, la muestra estuvo conformada por 137 personas, el instrumento que se utilizó para la recopilación de información fue el cuestionario. Concluyendo que, los resultados de la encuesta realizada nos indican la aceptación de un coliseo polideportivo debido a que en



la ciudad carecen de ellos y el que existe se encuentra en mal estado. Para la creación del polideportivo se deberá excavar y desalojar, hasta la profundidad de 1.00 m. en toda el área de cada una de las construcciones con su respectivo sobre ancho. El material de reposición para alcanzar el nivel del proyecto será una capa inferior de 0.30 m. de piedra bola, el material restante será granular (lastre), el que se colocará debidamente controlada su humedad y compactación, en capas no mayores a 0.20 m. (p. 153)

## **Nacional**

**Coronel, M. y Fernández, I. (2019)**, en su tesis “Diseño estructural del complejo deportivo del centro poblado de Saltur, distrito de Zaña provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque utilizando estructuras especiales, 2017”. (Tesis de pregrado). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Chiclayo. Tuvo como objetivo diseñar un complejo deportivo del Centro Poblado de Saltur con estructuras especiales. La investigación fue de tipo descriptiva, la muestra fue un complejo deportivo. El instrumento que se utilizó fue ensayos de laboratorio de Mecánica de Suelos; el diseño estructural de los diversos ambientes del complejo deportivo se realizó según la norma técnica de edificación E.060 “Concreto Armado” y la cimentación, se diseñó con zapatas conectadas. Los impactos positivos más relevantes en la fase de construcción son: el tablestacado, el cual permitirá prevenir accidentes graves o mortales debidos al desprendimiento de tierras; la señalización y seguridad en obra, permitiendo el desarrollo de las actividades con la mayor eficiencia y mejor información protegiendo la salud de los trabajadores. Los impactos negativos en la fase de construcción y operación del proyecto están catalogados como poco significativos. (p. 72)

**Campos, J. (2018)**, en su investigación “*Diseño de la infraestructura para centro recreacional del adulto mayor y juvenil en el distrito de Víctor Larco Herrera, Trujillo – La Libertad*”. (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo. Trujillo. Tuvo como objetivo determinar las características técnicas y normativas para realizar el Diseño de la Infraestructura para el centro recreacional del Adulto Mayor y Juvenil en el distrito de Víctor Larco Herrera – Trujillo – La Libertad. El tipo de investigación fue descriptivo simple, la muestra estuvo conformada por el área de influencia del proyecto que está comprendida por 419.60 m<sup>2</sup>. El instrumento que se utilizó para la recolección de datos fue la observación directa (levantamiento topográfico, estudio de mecánica de suelos). Concluyendo que, el

resultado del estudio topográfico en el terreno para el diseño del presente proyecto demostró que presenta pendiente continua no mayores al 3% respecto de su horizontal, lo cual tendremos da lugar una nivelación mínima de acuerdo con lo establecido en la normativa vigente. La concepción arquitectónica se planteó de acuerdo con las necesidades del proyecto, la antropometría reglamentada y las exigencias del “RNEA.120 – Accesibilidad para Personas con Discapacidad y de la Personas Adultas Mayores” y del “RNE-A.090 – Servicios Comunales”. (p. 146)

**Lalangui, M. (2017)**, en su investigación “*Diseño estructural de módulo educativo nivel primaria y secundaria en zona de alto riesgo sísmico – Lambayeque*”. (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo. Chiclayo. Tuvo como objetivo realizar el diseño estructural de módulo educativo nivel primaria y secundaria en zona de alto riesgo sísmico en la Institución Educativa “11517 - Santa Ana” – Tután – Lambayeque. El tipo de investigación fue descriptiva, la muestra estuvo conformada por la Institución Educativa N° 11517 Santa Ana, distrito de Tután. El instrumento que se utilizó para la recolección de datos fue la guía de observación y cuestionario. Concluyendo que, en el análisis y diseño estructural de edificaciones el dimensionamiento de todos los elementos que conforman la estructura de concreto, es necesario conocer de manera adecuada el uso y función de esta y estimar así las cargas actuantes en la edificación. Para que el diseño estructural tenga un buen desempeño durante un sismo depende mucho de la confiabilidad y las exigencias que se desea alcanzar, las distorsiones de cada entrepiso deben ser menores del límite de desplazamiento permitido en las normativas vigentes. (p. 65)

## **1.2 Fundamento teórico científico**

### **Planificación de la infraestructura deportiva**

La Oficina Nacional de Planeamiento Urbanístico O.N.P.U dentro del Plan de Desarrollo Metropolitano elaboró un esquema matriz para la actividad deportiva, planteando pos-niveles de tratamiento regional y urbano, así como también los niveles de jerarquía de la recreación a nivel metropolitano, zonal y local, sin precisar las áreas necesarias para el deporte. Según la O.N.P.U el coeficiente mínimo estándar para la recreación urbana que comprende las áreas de parque propiamente dichas o de recreación pasiva y activa es de 8 Hab/m<sup>2</sup>. Tomando en cuenta este coeficiente de 8Hab/m<sup>2</sup> para la actividad recreativa, se puede establecer que hasta un 50% (según R.N.E) del área destinada a parques y jardines

debe ser de uso deportivo y posteriormente para la construcción de sus respectivas instalaciones. En consecuencia, se tomará en cuenta que el coeficiente mínimo estándar para uso deportivo es de 4 Hab/m<sup>2</sup>, este coeficiente será comparado con el área del terreno que será destinado para el Complejo Deportivo, y así de esta manera se podrá evaluar la población que será atendida. (Ministerio de Vivienda y Construcción, p. 68,70)

### **Clasificación de las instalaciones deportivas**

Las instalaciones deportivas se pueden clasificar según su categoría, las cuales son:

- A. Instalaciones de Entrenamiento Son las más necesarias en el país, ya que por el número de usuarios permiten atender a más población deportista. Requieren solo de cumplir las medidas reglamentarias y tener los servicios mínimos para los deportistas.
- B. Instalaciones para competencias permanentes Estas deben de cumplir con las condiciones mínimas requeridas para disponer de servicios básicos para deportistas y las facilidades para el público espectador, correspondiendo a la demanda habitual de las competencias según las temporadas locales, regionales o nacionales.
- C. Instalaciones de grandes competencias Estas instalaciones son necesarias para desarrollar competencias y torneos regionales, nacionales e internacionales; requieren de todas las facilidades necesarias para albergar a grandes cantidades de público espectador.

Las instalaciones deportivas también se pueden clasificar según los deportes, tales como:

**a. Instalaciones para un solo deporte:** Son las que albergan espacios determinados para la práctica de un deporte. Por ejemplo: hipódromos, velódromos, autódromos, kartódromos, entre otros.

**b. Instalaciones para varios deportes:** Entre estas encontramos:

- **Complejos deportivos**, tienen por función albergar tanto los deportes de competencia como los recreativos. Cuenta con las instalaciones deportivas básicas como campos de fútbol, losas polideportivas, gimnasios, piscinas y pistas atléticas.

- **Gimnasios**, estas son instalaciones cerradas destinadas a la práctica de ejercicios individuales o grupales: gimnasia a manos libres y con aparatos, boxeo, esgrima, artes marciales, etc.
- **Coliseo**, instalación deportiva techada, destinada a espectáculos deportivos, eventos culturales y recreativos donde la infraestructura está acondicionada para espectadores. (Monroy, 2012)

**El Análisis Estructural**, es una ciencia que estudia la resistencia, rigidez, estabilidad, durabilidad y seguridad en las obras. Por lo general, los textos base de Análisis Estructural, son muy voluminosos y, principalmente, se centran en la descripción teórica, lo cual dificulta el proceso de aprendizaje a través de trabajos domiciliarios e investigación. (Villareal, 2015).

Promover la educación y la difusión de todo lo relacionado con el uso eficiente del concreto en productos y estructuras, además de promover la investigación en este campo en las Universidades y potenciar con ello la capacidad creativa y competitiva de todos los estudiantes y alumnos pertenecientes a los Capítulos Estudiantiles. Además, nos proporciona información sobre comportamientos estructurales y recomendaciones a sobre criterios tomar en cuenta al momento de diseñar elementos estructurales. cuya misión básica es compartir y difundir el conocimiento y la información más avanzada para un mejor y más eficiente uso del concreto. (Villareal, 2015)

Construcción de Estructuras Metálicas, El objetivo que se pretende alcanzar con esta publicación es la exposición, de forma sencilla y detallada, de un conjunto de criterios sobre el funcionamiento de las estructuras de acero, enfocado estrictamente, hacia su construcción, sin entrar en el estudio de los cálculos, El libro se ha adaptado, en los apartados que ha sido posible, al Documento Básico SE-A del Código Técnico de la Edificación, a la Instrucción EAE, al Euro código 3, a la Instrucción EHE-08, y a la Norma Sismorresistente NCSE-02, y se ha concebido pensando los estudiantes de Arquitectura Técnica, sin olvidar la posible utilidad para otros estudios relacionados con la Construcción de Edificios. (Urban, 2015).

Antes de diseñar hay que tener en cuenta las dimensiones normativas para cada deporte y los aforos mínimos, una vez establecidos estos parámetros se procede al diseño

arquitectónico y luego al diseño estructural, para ver las dimensiones de los elementos estructurales finales. (Crespo, 2012)

El objetivo de esta tesis es actualizarnos con las más recientes modificaciones a las especificaciones ASD del American Institute of Steel Construction, además en este libro se expone con información relacionada con el análisis y el diseño plástico y el LRFD: Diseño por factores de carga y resistencia, se han ampliado significativamente los temas acerca de bloque de cortante, factores de reducción de rigidez para columnas, pandeo flexo torsional, conexiones excéntricas, etc. (McCorman, 1992).

Desarrollar un complejo deportivo de carácter público que permita la formación y educación deportiva de niños, jóvenes y adultos, lo cual permitirá fortalecer los lazos sociales y eliminar las barreras existentes de desigualdad, pobreza y baja autoestima, se busca que el complejo deportivo fomente la consolidación de ejes deportivos en las avenidas principales y que forme parte de una red de infraestructura deportiva. Analizar los centros deportivos existentes en la localidad y en otras partes del mundo para definir criterios de diseño del proyecto y desarrollar un complejo deportivo que cumpla con dichos criterios y con la normatividad vigente. (Orellana, 2017)

**Rueda (2016)**, busca la creación de un complejo deportivo, en donde varias instalaciones deportivas convivan con espacios complementarios y otros servicios auxiliares como propuesta para mejorar la calidad de vida y bienestar de la población. Se trata de congregar tres tipos de estructuras fabricadas en tres materiales distintos dentro de un mismo recinto. El acero es el material por excelencia en este tipo de estructuras, debido sus características como material de construcción, que dota a estructuras ligeras de la capacidad de cubrir mayores luces a un menor coste. Las estructuras de hormigón armado están compuestas de: Elementos horizontales planos (forjados o placas), que reciben las cargas de uso. Las vigas, que soportan a aquellos, con sus cargas y pesos propios. Los muros y pilares, que recogen el total de las cargas, planta por planta del edificio. La cimentación, que transmite las cargas de pilares y muros al terreno.

Entre algunas de las 19 funciones más resaltantes tenemos: 1) Formular, planificar y dirigir la política deportiva, recreativa y de educación física. 2) Formular y aprobar su presupuesto y plan de inversiones. 7) Promover y coordinar con los Gobiernos Locales, Gobiernos

Regionales, Universidades, Institutos Superiores, Escuelas de las Fuerzas Armadas, la Policía Nacional del Perú, Centros Educativos y Centros Laborales, Comunidades Campesinas y Nativas la realización de actividades deportivas, recreativas y de educación física en su respectivo ámbito. 14)Adquirir bienes muebles e inmuebles para el cumplimiento de sus fines. 17)Crear Centros de Alto Rendimiento. (Instituto peruano del deporte, 2017)

Nos expresa lo siguiente: Partiendo del análisis del Proyecto Básico y del informe geotécnico, se desarrollará el diseño y cálculo de la estructura del edificio, analizando las distintas y posibles soluciones estructurales y escogiendo aquella que sea más idónea teniendo en cuenta los criterios y condicionantes y las solicitaciones en el edificio. El cálculo y dimensionado de la estructura se completará con el software Tricalc 7.4 (Rodríguez, 2014)

Identifica oportunidades, amenazas, fortalezas y debilidades, que se dieron como resultado de la competitividad en el sector y finalmente convertir las desventajas en ventajas competitivas, que conduzcan a transformar la industria del deporte en una de las industrias más rentables, y posicionarse en Latinoamérica como el primer referente deportivo. (Benito, 2017)

**Bonino (2010)**, busca con ayuda de Políticas Municipales la Promoción de la Actividad Física, como lo son, la red de Municipios y Comunidades Saludables, las Naciones Unidas, la Organización Panamericana de la Salud, la Organización Mundial de la Salud y los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades-CDC.

Cada elemento estructural (columnas, vigas, losas aligeradas, etc.). Tiene diferente comportamiento estructural una vez sometidas las cargas y el sismo, por lo cual el análisis y el cálculo de cada uno de estos elementos estructurales va a ser diferente y de acuerdo con los límites establecidos por las normas peruanas. (Pascual, 1971).

**Pimentel (2017)** señala que para el desarrollo de este proyecto es necesario tener muy en cuenta las normativas peruanas, y para el análisis y cálculo de las estructuras no solo es necesario las hojas de cálculo, sino que también programas que nos brinden con más exactitud y precisión los cálculos como son: ETABS, SAFE y SAP2000.

## **Indicadores de la variable**

Los diseños estructurales serán de acuerdo con las características de zona sísmica, tipo de suelo y dimensiones de los elementos estructurales

Se realizarán todos los estudios necesarios para que el cálculo de los elementos estructurales sean los más óptimos posibles, así como también el área de acero sean lo más exacto posible, para lo cual primeramente tendremos que predimensionar para luego con ayuda de hojas de cálculo y programas de cálculo estructural poder determinar con más precisión el área de acero y las secciones necesarias.

El estudio de suelos para el diseño de las cimentaciones y muros de contención:

Se aplicará el estudio de la mecánica de suelos, se realizarán calicatas en las zonas donde se proyectarán las edificaciones y obras complementarias, mediante la prueba de corte directo, CBR, granulometría, cohesión, ángulo de fricción, capacidad portante.

La ubicación de las plataformas donde se desarrollarán las obras necesarias para hacer el diseño estructural:

Se determinan mediante el estudio topográfico del terreno, para eso se ejecutará el levantamiento topográfico en el área de estudio del presente proyecto de investigación con la finalidad de determinar los desniveles existentes en el terreno, a fin de poder diseñar las obras principales y complementarias bajo consideraciones técnicas ajustadas al terreno y a su entorno.

El dimensionamiento de las componentes del sistema:

Se realizará los cálculos respectivos de acuerdo con las leyes y criterios estructurales con el fin de proyectar óptimos diseños de los elementos estructurales de las obras que se proyectaran en el polideportivo.

Normas de construcción y leyes estructurales:

Se recopilará adecuados libros de consulta y publicaciones referente al tema de investigación y rigiéndonos a las normas y reglamentos vigentes.

### **1.3 Definición de términos básicos**

#### **Acero de fluencia**

La fluencia o cedencia es la deformación irrecuperable del acero, a partir de la cual sólo se recuperará la parte de su deformación correspondiente a la deformación elástica, quedando una deformación irreversible. Este fenómeno se sitúa justo encima del límite elástico, y se produce un alargamiento muy rápido sin que varíe la tensión aplicada. Mediante el ensayo de tracción se mide esta deformación característica que no todos los materiales experimentan.

#### **Análisis Estructural**

Se refiere al uso de las ecuaciones de la resistencia de materiales para encontrar los esfuerzos internos, deformaciones y tensiones que actúan sobre una estructura resistente, como edificaciones o esqueletos resistentes de maquinaria.

#### **Análisis Matricial**

Se entiende por análisis matricial a la utilización de una serie de gráficos para representar los productos, áreas funcionales, divisiones o tecnologías de la empresa, observar su evolución y tomar decisiones respecto a ellos.

#### **Análisis Modal**

Es determinar las frecuencias naturales y modos de vibrar de un objeto o estructura durante vibración libre.

#### **Anclaje**

Es un elemento fijado permanentemente a la estructura, en una superficie vertical, horizontal o inclinada.

#### **Ángulo de Fricción**

Un ángulo alterno de fricción interna en que también es representado por la influencia del suelo cohesivo en conjunto con la tensión normal desarrollada por el suelo.



**Armadura**

Conjunto de piezas o elementos que sirve como soporte rígido de una cosa; en especial, la que sostiene la cubierta o tejado de un edificio, tribunas o campos deportivos.

**Arriostre de estructuras metálicas**

Son elementos en diagonal, formando triángulos en la estructura. Los arriostres, trabajan a carga axial de tensión o de compresión, evitando el ladeo de la estructura. Los perfiles más apropiados para formar los arriostres son perfiles W, S, C y angulares.

**Barlovento**

Dirección desde la cual llega el viento. Por lo general, hace referencia a los vientos dominantes, es decir, los vientos constantes o planetarios, como son los alisios.

**Barras**

Se considera Barra a todo elemento lineal de forma y materiales indeterminados. Su representación esquemática se realiza a través de su directriz o eje.

**Cables**

Son miembros flexibles que pueden ser únicamente sometidos a tensión, consiste en uno o más grupos de alambres, cuerdas. Un torón está formado de alambres dispuestos en forma helicoidal alrededor de un alambre central para producir una sección simétrica.

**Carga muerta**

Carga vertical aplicada sobre una estructura que incluye el peso de la misma estructura más la de los elementos permanentes. También llamada carga permanente.

**Carga viva**

Carga externa movible sobre una estructura que incluye el peso de esta junto con el mobiliario, equipamiento, personas, etc., que actúa verticalmente, por tanto, no incluye la carga eólica.

**Cimentación**

La cimentación es el conjunto de elementos estructurales cuya misión es transmitir las cargas de la edificación o elementos apoyados a este al suelo distribuyéndolas de forma que no superen su presión admisible ni produzcan cargas zonales.

**Cohesión**

Las fuerzas de cohesión son las fuerzas que atraen y mantienen unidas las moléculas. Es la acción o la propiedad de las moléculas, de cómo se pegan entre sí, siendo fuerzas de carácter atractivo.

**Combinaciones de carga**

Combinaciones de carga son un aspecto crítico de diseño. Es importante asegurarse de que está aplicando correctamente las combinaciones de carga de diseño pertinentes para garantizar los requisitos mínimos de diseño de su código local de diseño se están cumpliendo.

**Compresión**

El esfuerzo de compresión es la resultante de las tensiones o presiones que existen dentro de un sólido deformable o medio continuo, caracterizada porque tiende a una reducción de volumen del cuerpo, y a un acortamiento del cuerpo en determinada dirección (coeficiente de Poisson).

**Deflexión**

En análisis estructural, se considera a las deflexiones, como la respuesta estructural, por que expresa, un momento de parámetros, que responde, a una acción de cargas aplicadas (muertas, sismos, etc.), las deflexiones son en cantidades no visibles.

**Deriva**

Llamamos deriva a la pendiente o relación que existe entre el desplazamiento de un centro de masa hacia otra posición y la altura de entre piso, dicha división viene a ser la deriva.

**Desplazamiento.**

El desplazamiento es el vector que define la posición de un punto o partícula con relación a un origen A con respecto a una posición B. El vector se extiende desde el punto de referencia hasta la posición final.

**Ductilidad**

La ductilidad es la capacidad que tienen algunos materiales de admitir grandes deformaciones sin perder su resistencia

**Elasticidad**

La elasticidad de materiales y la teoría de estructuras aportan conocimientos básicos para el trabajo del graduado en ingeniería mecánica. Es por ello, que forman parte fundamental de su formación.

**Elementos finitos**

El Método de Elementos Finitos (MEF) es un método numérico para resolver ecuaciones diferenciales por medio de "aproximaciones discretas". A diferencia del método de diferencias finitas (MDF), en el cual la zona de solución es un conjunto de puntos discretos, el método.

**Empotrado**

Un empotramiento es un tipo de unión entre sólido resistente y otro sólido inmóvil respecto a un sistema referencia también inmóvil, que elimina por completo la posibilidad de movimiento de un sólido respecto al otro en los puntos del empotramiento.

**Empuje activo**

Es la acción o reacción de la tierra ejercida sobre una estructura, se deben distinguir dos situaciones diferentes, en el primer caso, la acción de la tierra sobre una estructura se denomina "empuje activo"

**Esbeltez**

La esbeltez es la relación que existe entre la sección de la barra y su longitud. Generalmente, y en muchos edificios, los pilares de la planta baja poseen mayor longitud por tener más altura estos locales.

**Espectro de respuesta**

Un espectro de respuesta es un valor utilizado en los cálculos de ingeniería sísmica, que mide la reacción de una estructura ante la vibración del suelo que la soporta.

**Estática**

Es el equilibrio de fuerzas en los sistemas físicos en equilibrio estático.

**Estribos**

Viene a ser el acero requerido la cual está envolviendo los elementos estructurales a fin de evitar fallas por corte y que también sirve de montaje para los aceros longitudinales de las vigas, columnas u otros elementos estructurales.

**Flexión**

Se denomina flexión al tipo de deformación que presenta un elemento estructural alargado en una dirección perpendicular a su eje longitudinal. El término "alargado" se aplica cuando una dimensión es dominante frente a las otras.

**Fuerza cortante**

El esfuerzo cortante, de corte, de cizalla o de cortadura es el esfuerzo interno o resultante de las tensiones paralelas a la sección transversal de un prisma mecánico como por ejemplo una viga o un pilar.

**Hiperestática**

Una estructura es hiperestática o estáticamente indeterminada cuando está en equilibrio, pero las ecuaciones de la estática resultan insuficientes para determinar todas las fuerzas internas o las reacciones.

**Isostática**

Una estructura isostática posee igual número de ecuaciones que de incógnitas, por lo cual, se puede resolver mediante un simple sistema de ecuaciones lineales o por los métodos básicos ya conocidos.

**Luz**

Suele utilizarse la palabra luz para designar la distancia, en proyección horizontal, existente entre los apoyos de una viga, un puente.

**Momento Flector**

Se denomina momento flector (o también "flexor"), o momento de flexión, a un momento de fuerza resultante de una distribución de tensiones sobre una sección transversal de un prisma mecánico flexionado o una placa que es perpendicular al eje longitudinal a lo largo del que se produce la flexión.

**Nervada**

También llamada losa nervada. losa nervada: Losa de hormigón armado moldeada con una serie de nervios asentados en un conjunto de vigas paralelas. También llamada losa aligerada.

**Perno de anclaje**

Barra o perno embutido en el hormigón para sujetar, fijar o asegurar un elemento estructural.

**Peso específico**

El peso específico es la relación existente entre el peso y el volumen de una sustancia.

**Plasticidad**

Plasticidad puede referirse a: Propiedad de aquello que puede cambiar de forma y conservarla de modo permanente.

**Pórticos**

El sistema estructural de pórticos permite una gran libertad en los espacios, ya que las columnas están aisladas en sentido longitudinal. Los pórticos funcionan como estructuras planas ya que las acciones, reacciones luces y deformaciones se dan en un mismo plano.

**Predimensionamiento**

Predimensionamiento es el conjunto de técnicas que permiten calcular elementos de ingeniería de manera sintetizada. El objetivo de esta reducción es el de encontrar unas magnitudes orientativas en cuanto a dimensiones o características del elemento que puedan

servir para afinar un proceso de diseño que, finalmente, habrá de ser ratificado por un cálculo exhaustivo.

**Presión**

es una magnitud física que mide la proyección de la fuerza en dirección perpendicular por unidad de superficie, y sirve para caracterizar cómo se aplica una determinada fuerza resultante sobre una línea.

**Rigidez**

La rigidez es una medida cualitativa de la resistencia a las deformaciones elásticas producidas por un material, que contempla la capacidad de un elemento estructural para soportar esfuerzos sin adquirir grandes deformaciones.

**Soldadura**

La soldadura es un proceso de fijación en donde se realiza la unión de dos o más piezas de un material, (generalmente metales o termoplásticos), usualmente logrado a través de la coalescencia (fusión), en la cual las piezas son soldadas fundiendo, se puede agregar un material de aporte.

**Sotavento**

Un término marino que indica el sentido señalado por los vientos dominantes (tomando como referencia un lugar, dirección hacia dónde va el viento) y que es contrario a barlovento (dirección de donde proviene el viento).

**Succión**

Una carga de viento positiva implica presión, mientras que una carga negativa de viento indica succión en la superficie.

**Tensión**

Se denomina tensión a la fuerza que es ejercida mediante la acción de un cable, cuerda, cadena u otro objeto sólido similar.

**Torsión**

Torsión es la sollicitación que se presenta cuando se aplica un momento sobre el eje longitudinal de un elemento constructivo o prisma mecánico, como pueden ser ejes o, en general, elementos donde una dimensión predomina sobre las otras dos.

**Tracción**

Se denomina tracción al esfuerzo interno a que está sometido un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto, y tienden a estirarlo.

**1.4 Sistema de variables****Variable independiente**

Sobrecargas, materiales

**Variables dependientes**

Diseño estructural de un complejo polideportivo

## **CAPÍTULO II**

### **MATERIAL Y MÉTODOS**

#### **2.1. Materiales**

##### **2.1.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

###### **Técnicas**

Para esta investigación se utilizó las técnicas de análisis, evaluación y manejo de información. Además, se utilizó textos, libros y revistas de la biblioteca Especializada de la FICA - UNSM, libros y revistas especializadas particulares y la biblioteca Virtual (INTERNET), libros de especialización de saneamiento básico y textos de normatividad y reglamentos en diseños de estructuras.

###### **Instrumentos**

###### **Instrumentos bibliográficos**

Los instrumentos usados fueron libros y revistas que traten del tema en forma general y también de aquellos textos y revistas que tocan el tema en forma puntual.

###### **Instrumentos de laboratorio**

Fue necesario para evaluar y realizar estudios básicos como: Análisis del tipo de suelo (capacidad portante, ángulo de fricción, cohesión, etc.), análisis de los niveles freáticos y filtraciones del agua, determinación del PH del suelo; mediante un estudio de la mecánica de suelos y un análisis Fisicoquímico del suelo.

##### **2.1.2. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

###### **Técnicas de procesamiento de datos**

Los resultados se obtuvieron de acuerdo con las normas de diseño estructural vigentes y se ordenaron adecuadamente para poder formular el documento final.

###### **Análisis de datos**

Los resultados se analizaron mediante cálculos estructurales en hojas de cálculo y con ayuda de los programas como son ETABS, SAP2000 y SAFE y se presentaron ordenados mediante



cuadros resúmenes para dar mayor claridad a la investigación permitiendo de esa manera validar la hipótesis.

## **2.2. Tipo y nivel de investigación**

### **2.2.1. Tipo de investigación 1**

Aplicada, no experimental, debido a que las variables no fueron manipuladas en ninguna etapa procedimental, permitiendo de esta manera describir concretamente las variables de estudio. (Carrasco, 2015)

### **2.2.2. Nivel de investigación**

La investigación es de nivel cuantitativa “En este nivel de investigación se conoce y da a conocer las causas o factores que han dado origen o ha condicionado la existencia y naturaleza del hecho o fenómeno en estudio. Así mismo indaga sobre la relación recíproca y concatenada de todos los hechos de la realidad, buscando dar una explicación objetiva, real y científica a aquello que se desconoce”. (Carrasco, 2015, p.42).

### **2.2.3. Tipo de investigación 2**

Se tuvo como investigación un diseño descriptivo debido a que las variables serán descritos de acuerdo con la realidad objeto de estudio (Valderrama, 2016).

O—————→ X

O: Observación

X: Variables

### **2.2.4. Población y muestra**

#### **Población**

Complejos polideportivos de la región San Martín.

#### **Muestra**

Complejo polideportivo en la localidad de Nueva Cajamarca, distrito de Nueva Cajamarca, provincia de Rioja y región de San Martín.

# CAPÍTULO III

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1. Resultados

#### Diseño de componentes metálicos en cancha de grass sintético

#### Cancha de Grass Sintético

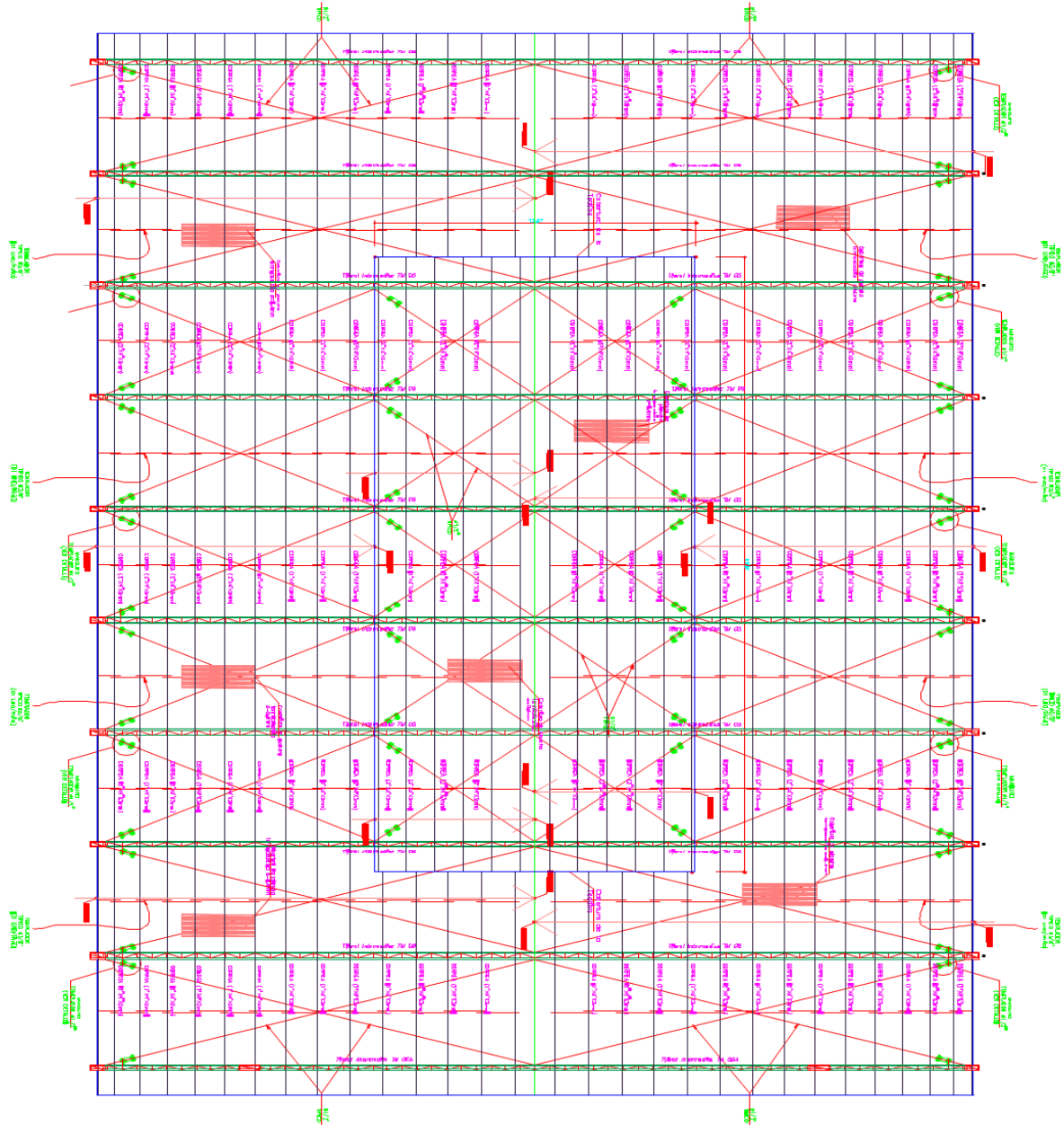
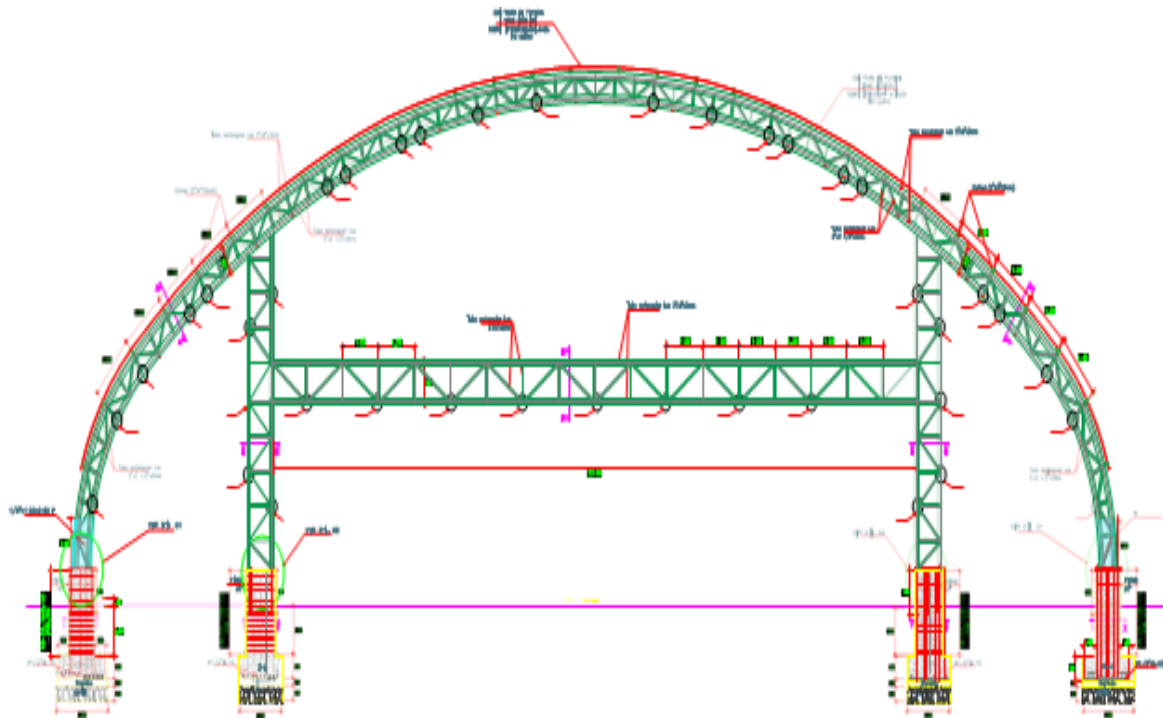


Figura 1: Planta General (Cancha de Grass sintético)



**Figura 2:** Arco metálico más crítico (Cancha de Grass Sintético)



**Figura 3:** Elevación de Arco metálico (Cancha de Grass Sintético)

**PROPIEDADES DE LOS MATERIALES**

elegir

esfuerzo critico en compresion, para acero **A500**

<b>ACERO :</b>	Arcos metalicos:	Fy = 46 KSI	$\lambda_c = 7.85$ Tn/m3,	Ec = 2,000,000 Kg/cm2 =	29000 KSI
		Fu = 58 KSI	u = 0.30		
	corrugado:	Fy = 4200 Kg/cm2,	$\lambda_c = 7.85$ Tn/m3,	Ec = 2,100,000 Kg/cm2	

<b>SOLDADURA:</b>	Electrodos:	Fexx = 60 KSI	(E70 XX - AWS, para acero liso)
		Fexx = 70 KSI	(E70 XX - AWS, para acero corrug.)
<b>COBERTURA:</b>		Pu = 4.94 kg/m <sup>2</sup>	(Plancha; catalogo fabricante)

**DISEÑO DE ARCOS METALICOS****PRE-DIMENSIONAMIENTO****SECCION DE ELEMENTOS DEL ARCO:**

Para un calculo inicial, se asume para todos los elementos:

$$-A = 5.00 \text{ cm}^2$$

**TIPOS DE CARGAS:** Identificando los tipos de cargas intervinientes en la Estructura:**CARGA MUERTA (D):**

Cobertura (catalogo fabricante):

$$D1 = 4.94 \text{ kg/m}^2 \text{ correa}$$

Separacion entre correas

Estructura metalica (estimado a verificar):

$$D2 = 4.71 \text{ kg/m}^2$$

50x100x3mm 1.40

$$\rightarrow W_D = 9.65 \text{ kg/m}^2$$

**CARGA VIVA DE TECHO (Lr):**

NTP E.020 - 2006

$$\rightarrow W_{Lr} = 30.00 \text{ kg/m}^2$$

**CARGA DE VIENTO (W):**

$$V_h = 75 \text{ km/h}$$

*esta formula es para edificaciones menores a 10 metros, pero la velocidad no debe ser menor a 75 km/h. para edificaciones mayores a 10 metros se tomara la velocidad Vh=mapa eolico*

$$h = 11.65 \text{ m}$$

$$V_{local} = 55.00 \text{ km/h, } > 75 \text{ km/h}$$

$$V_{permissible} = 75 \text{ km/h}$$

NTP E.030 - 2006 →  $V_h = 75.00$  km/h (Mapa Eolico del Peru, zona San Martin)  
 $\theta = 0\%$  =  $0.00^\circ$  = pendiente mas baja de la superficie, en grados ( $^\circ$ )  
 $\theta = 100.0\%$  =  $45.00^\circ$  = pendiente promedio de la superficie, en grados ( $^\circ$ )  
 $\theta = 5728.6\%$  =  $89.00^\circ$  = pendiente maxima de la superficie, en grados ( $^\circ$ )

NTP E.020 - 2007 →  $P_h = 0.005 \cdot C \cdot V_h^2$  donde:  $P_h$  = Presión o succión del viento a una altura "h" perpendicular a la superficie, para "h" < 10m (kg/m<sup>2</sup>)

SELECCIONAR	$\theta^\circ$	barlovento	sotavento
5	Arcos y cubiertas cilindricas con un ángulo de inclinación que no exceda 45°	0.80 0.00	-0.50

C = factor de forma adimensional (de tabla izquierda)

(El signo positivo indica presión y el negativo succión)

BARLOVENTO:	Considerando <b>presion</b> en el Barlovento:	C = 0.80	→	$\rho_h = 22.50$ kg/m <sup>2</sup>
BARLOVENTO:	Considerando <b>succion</b> en el Barlovento:	C = 0.00	→	$\rho_h = 0.00$ kg/m <sup>2</sup>
SOTAVENTO	Se tiene <b>succion</b> en el Sotavento:	C = -0.50	→	$\rho_h = -14.06$ kg/m <sup>2</sup>

**METRADO DE CARGAS:** Calculando las cargas concentradas sobre los nudos de la brida superior:

A T = ancho tributario entre tijerales (m) = 5.58 m      B = ancho tributario entre nudos de brida superior(m) = 0.70 m  
 Cantidad de perfiles de cada tijeral = 2.00  
 A = ancho tributario entre perfiles metalicos (m) = 2.79 m

**1° ER METODO: APLICADO A LA BRIDA SUPERIOR**

CARGA MUERTA (P <sub>D</sub> ):	$P_D = (W_D)(A)$	→	$P_D = 26.94$ kg
CARGA VIVA DE TECHO (P <sub>Lr</sub> ):	$P_{Lr} = (W_{Lr})(A)$	→	$P_{Lr} = 83.70$ kg
CARGA DE VIENTO (W):	$P_W = (\rho_h)(A)$		
	Barlovento _PRESION	→	$P_{Wp-s} = 62.78$ kg
	Barlovento _SUCCION	→	$P_{Wx} = 0.00$ kg
	SOTAVENTO _SUCCION	→	$P_{Wy} = -39.23$ kg

**2° DO METODO: APLICADO A LOS NUDOS DE LA BRIDA SUPERIOR**

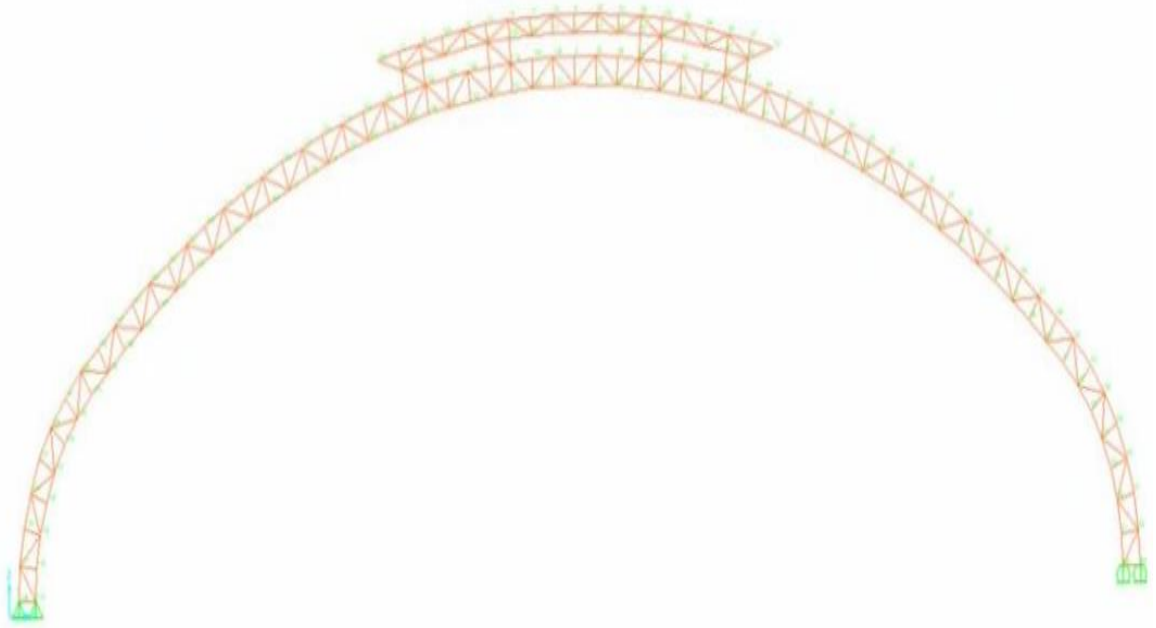
CARGA MUERTA (P <sub>D</sub> ):	$P_D = (W_D)(A)(B)$	→	$P_D = 18.85$ kg
CARGA VIVA DE TECHO (P <sub>Lr</sub> ):	$P_{Lr} = (W_{Lr})(A)(B)$	→	$P_{Lr} = 58.59$ kg
CARGA DE VIENTO (W):	$P_W = (\rho_h)(A)(B)$		
BARLOVENTO:	Considerando <b>presion</b> en el Barlovento:		$P_{Wp-s} = 43.94$ kg
BARLOVENTO:	Considerando <b>succion</b> en el Barlovento:		$P_{Ws-s} = 0.00$ kg
SOTAVENTO	Se tiene <b>succion</b> en el Sotavento:		$P_{Ws-s} = -27.46$ kg

**COMBINACIONES DE CARGAS:** ESPECIFICACION A-4.1 LRFD:

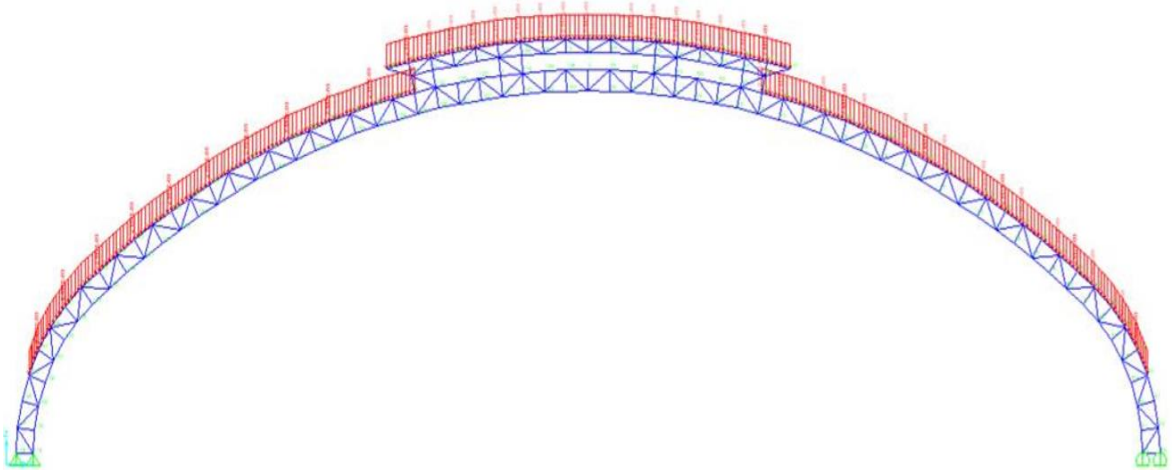
1.4D	0.9D+1.3Wp-s
1.2D+0.5Lr	0.9D+1.3Ws-s
1.2D+1.3Wp-s+0.5Lr	1.2D+1.6Lr+0.8Wp-s
1.2D+1.3Ws-s+0.5Lr	1.2D+1.6Lr+0.8Ws-s

**ANALISIS ESTRUCTURAL:**

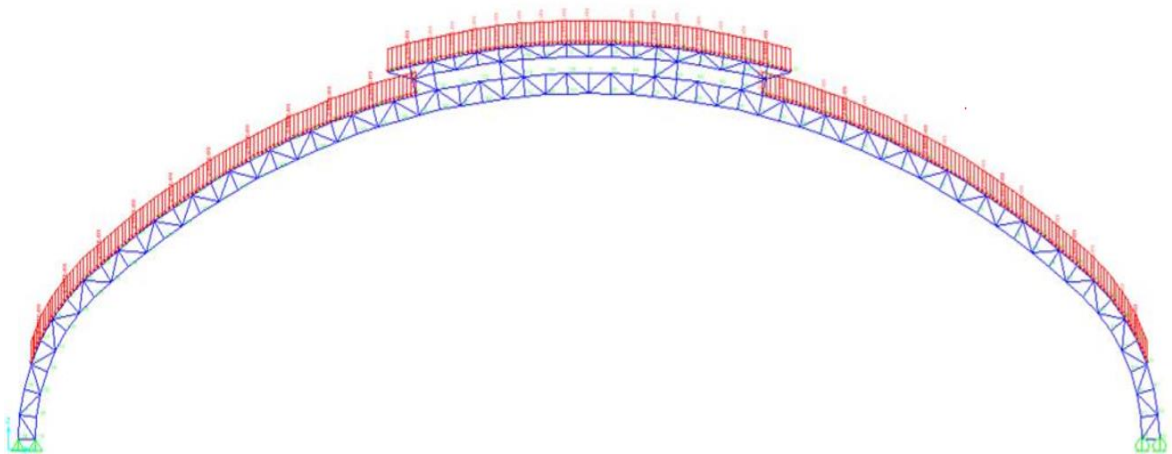
ProgramName	Version	ProgLevel
SAP2000	10.0.1	Advanced



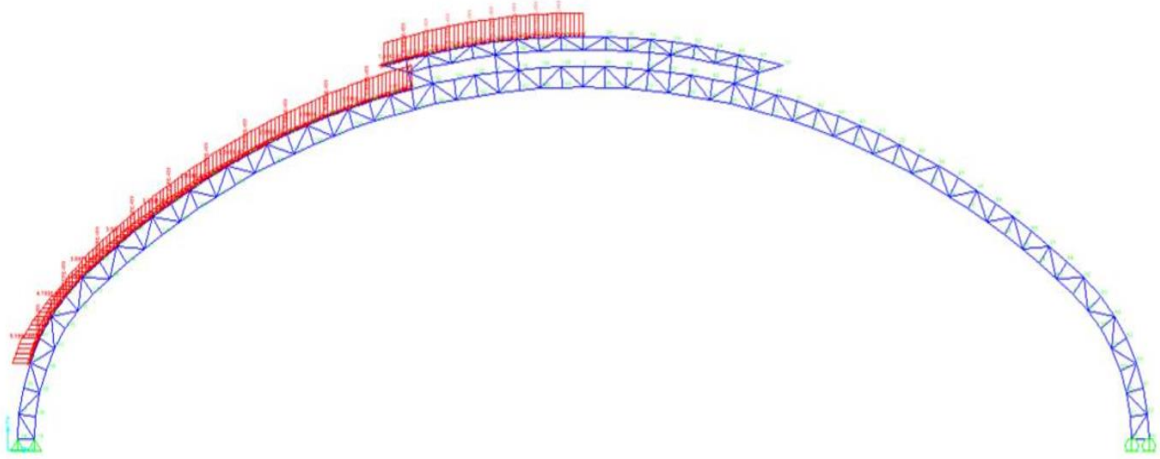
**Figura 4:** Numeración de nudos y barras (Cancha de Grass Sintético)



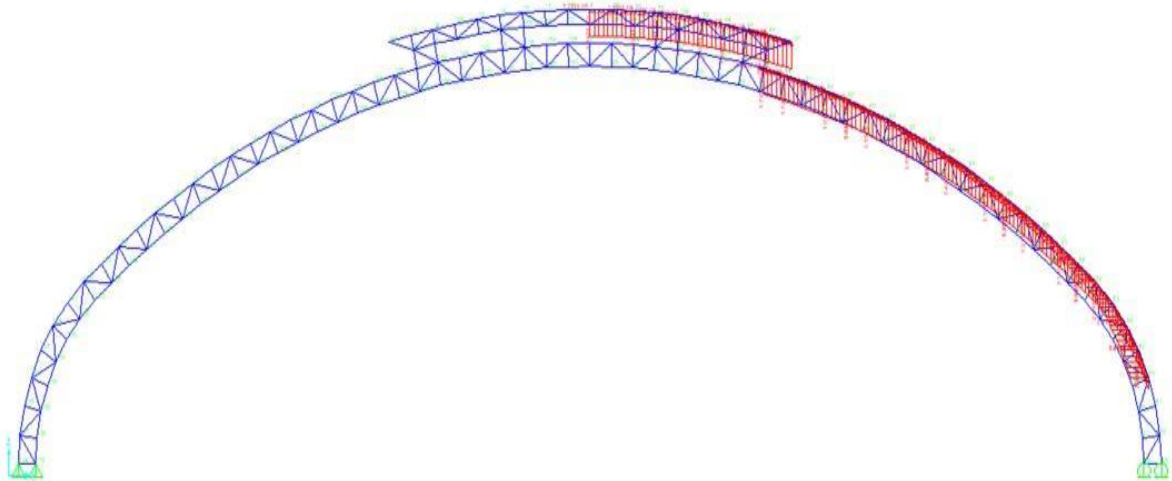
**Figura 5:** Estado de carga muerta "PD" (Cancha de Grass Sintético)



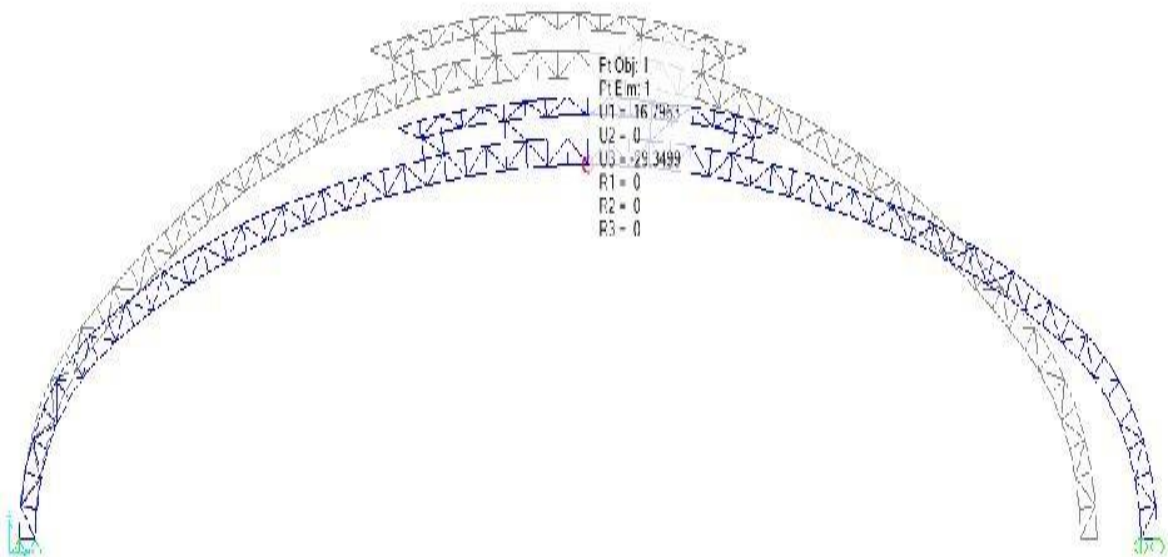
**Figura 6:** Estado de carga viva "PLr" (Cancha de Grass Sintético)



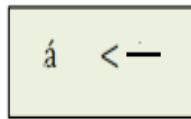
**Figura 7:** Estado de carga de viento “Barlovento” (Cancha de Grass Sintético)



**Figura 8:** Estado de carga de viento “Barlovento” (Cancha de Grass Sintético)



**Figura 9:** Estado carga de viento “Sotavento” (Cancha de Grass Sintético)



desplamiento= 29.39 cm

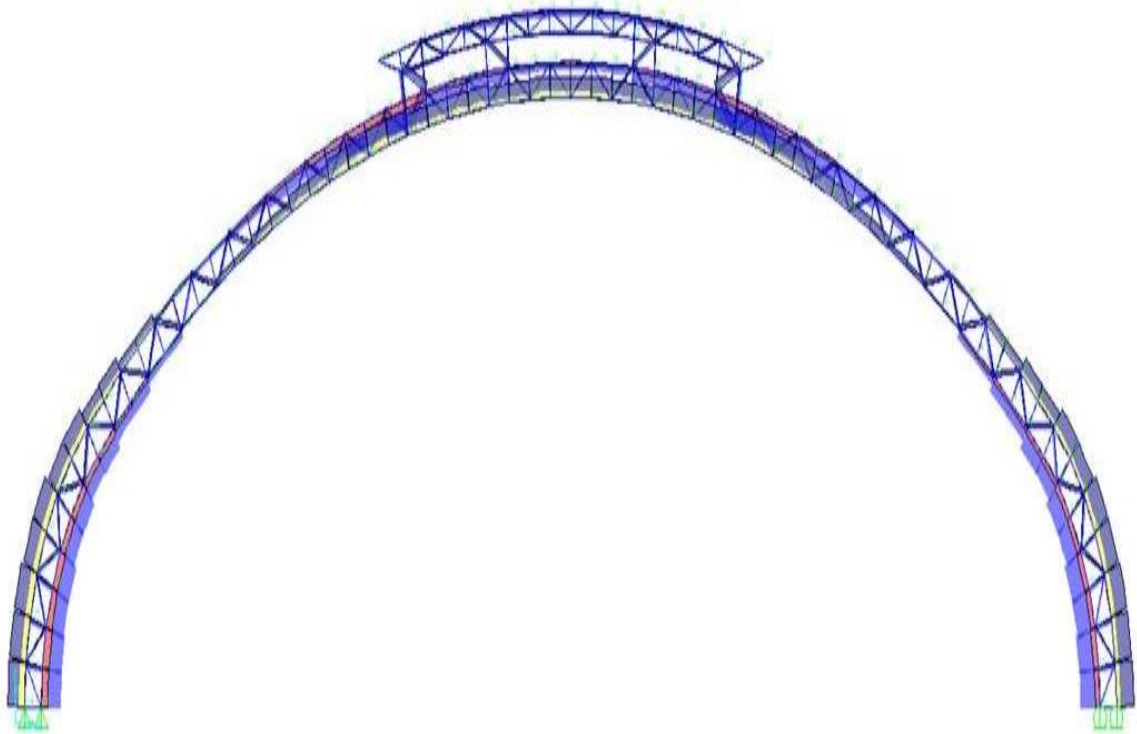
Luz Libre= 35 m

Desplazamiento permisible= 38.889 cm

**29.39 < 38.89 OK**

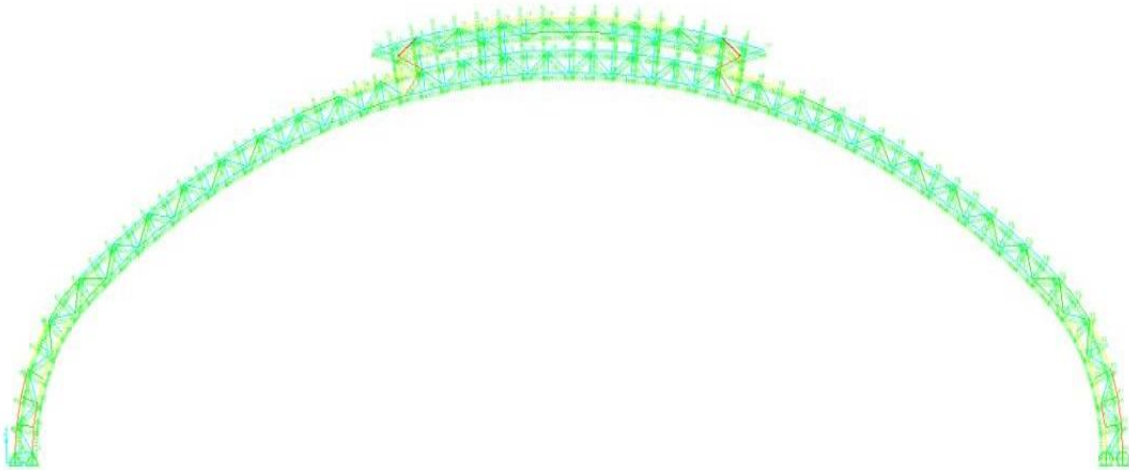
DIAGRAMA-ENVOLVENTE DE DEFORMACIONES

→ Se observa que el punto con deflexion maxima esta en la brida superior, cuyo valor se considera aceptable



**Figura 10:** Diagrama-envolvente de fuerza axial (Cancha de Grass Sintético)





**Figura 11:** Diseño de los elementos de acero (Cancha de Grass Sintético)

DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DE ACERO

Tal como se puede observar los elementos llegan a pintarse de color naranja, pero no de color rojo, lo que es aceptable para el diseño

**DISEÑO DE ELEMENTOS A COMPRESION**

ESPECIFICACIONES AISC - LRFD 99:

Diseñamos a compresion porque es el mas desfavorable

$\phi = 0.85$  (en compresion) **elejimos el mas desfavorable**  
 $\phi = 0.90$  (en traccion)

$F_y = 46$  KSI

esfuerzo critico en compresion, para acero A500 .....(4)

$\frac{Kl}{r} = 60$

esbeltes admisibles  $\rightarrow r > Kl/60$  .....(5)

$F_{cr} = (0.658^{\ell c^2}) F_y$

esfuerzo admisible (Ksi), .....(6)

donde:  $\phi = 0.85$  (en compresion) y  $\ell c = \frac{Kl}{r} \sqrt{\frac{F_y}{E}} \rightarrow A_g = \frac{P_u}{\phi F_{cr}}$  .....(7)

**DISEÑO DE BRIDAS**

Barra mas critica:
N° 1

$P_u = 37880.00$  Kg = 83.44 Kips  
 $L = 0.700$  m = 27.56 pulg  
 de (5):  $r > 0.459$  pulg } requiere:  $A_g = 2.161$  pulg<sup>2</sup>

→ Se elige perfil:

HSS6X2X3/16
RECTANGULAR

→  $A_g = 2.580$  pulg<sup>2</sup> >  $A_g$  ..... OK  
 $r_x = 2.010$  pulg >  $r$  ..... OK  
 $r_y = 0.836$  pulg >  $r$  ..... OK

**VERIFICACION POR ESBELTES:**

de (7):  $\lambda c = 0.174 < 1.5$  ... OK }  $P_{uadm} = \phi(F_{cr})(A_g) = 99.61$  Kips >  $P_u$  OK  
 de (6):  $F_{cr} = 45.422$  Ksi

**VERIFICACION POR PANDEO LOCAL:**

$\ell = \frac{b}{T}$  }  $b = 2 = 2.00$  " }  $\lambda = 11.49$ ,  $\frac{b}{t} \leq \frac{76}{\sqrt{F_y}} = 11.206 > \lambda$  (no existe pandeo local)  
 $T = 3/16 = 0.174$  "

**VERIFICACION POR PANDEO FLEXOTORSIONAL:**

Del perfil:  $X_{cg} = 1.000$  pulg }  $\bar{r}_o^2 = x_o^2 + y_o^2 + r_x^2 + r_y^2 = 14.739$  pulg }  $H = 1 - \left[ \frac{x_o^2 + y_o^2}{\bar{r}_o^2} \right] = 0.954$  pulg  
 $Y_{cg} = 3.000$  pulg }  
 $G = 11200$  Ksi }  $b_1 = b_2 = b - T/2 = 1.91$  pulg }  $J = \frac{b_1 t_1^3 + b_2 t_2^3}{3} = 0.01344$

$\ell c = \frac{Kl}{r \phi} \sqrt{\frac{F_y}{E}} = 0.1738 > 0.15$  }  $S: \ell c \leq 1.5$  }  $F_{cry} = (0.658^{\ell c^2}) F_y$  }  $F_{cry} = 45.422$  Ksi  
 $S: \ell c > 1.5$  }  $F_{cry} = \frac{0.877}{\ell c^2} F_y$  }  $F_{cry} = 1335.25$  Ksi

Como:  $\ell c > 0.15$  → **F<sub>cry</sub> = 1335.25 Ksi**

## Diseño de componentes metálicos en juegos lúdicos

### Juegos lúdicos

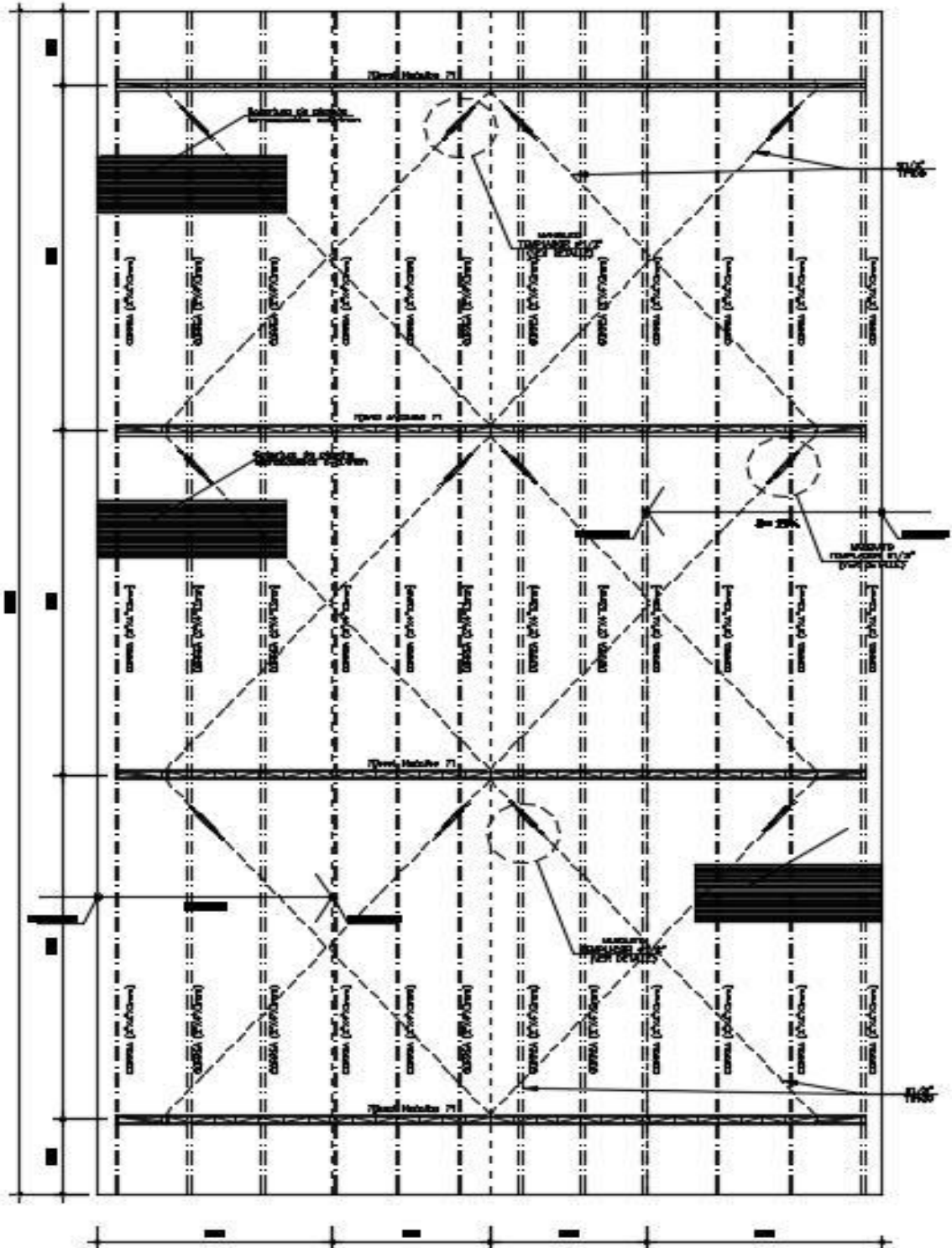
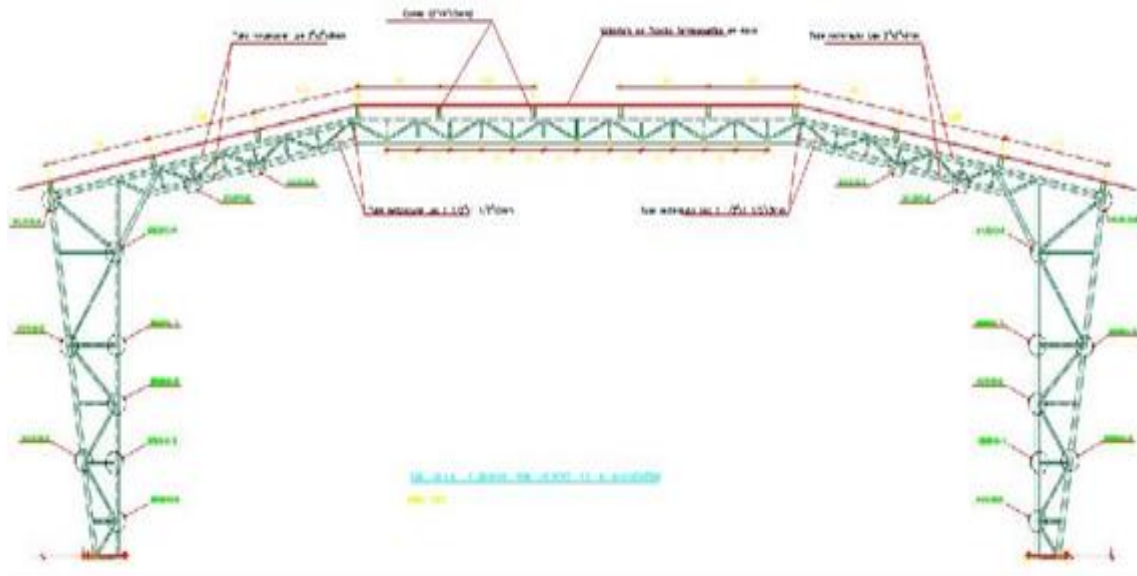


Figura 12: Planta General (Juegos Lúdicos)



**Figura 13:** Arco metálico más crítico (Juegos lúdicos)

### ELEVACION ARCO METALICO

#### PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

<b>ACERO :</b>	Arcos metalicos:	$F_y =$	36 KSI	$\lambda_c =$	7.85 Tn/m <sup>3</sup> ,	$E_c =$	2,000,000 Kg/cm <sup>2</sup>
			$F_u =$	58 KSI	$u =$	0.30	
	corrugado:	$F_y =$	4200 Kg/cm <sup>2</sup> ,	$\lambda_c =$	7.85 Tn/m <sup>3</sup> ,	$E_c =$	2,100,000 Kg/cm <sup>2</sup>

<b>SOLDADURA:</b>	Electrodos:	$F_{exx} =$	60 KSI	(E70 XX - AWS, para acero liso)
		$F_{eyx} =$	70 KSI	(F70 XX - AWS para acero común)

#### DISEÑO DE ARCOS METALICOS

##### PRE-DIMENCIONAMIENTO

##### SECCION DE ELEMENTOS DEL ARCO:

Para un calculo inicial, se asume para todos los elementos:

$$-A = 5.00 \text{ cm}^2$$

##### TIPOS DE CARGAS:

Identificando los tipos de cargas intervinientes en la Estructura:

##### CARGA MUERTA (D):

Cobertura (catalogo fabricante):

$$D1 = 8.50 \text{ kg/m}^2 \text{ correa}$$

Separacion entre correas

Estructura metalica (estimado a verificar):

$$D2 = 15.35 \text{ kg/m}^2$$

50x150x2.5mm

0.50

$$\rightarrow W_D = 23.85 \text{ kg/m}^2$$

##### CARGA VIVA DE TECHO (Lr):

NTP E.020 - 2006

$$\rightarrow W_{Lr} = 30.00 \text{ kg/m}^2$$

##### CARGA DE VIENTO (W):

$$V_h = 63.7 \text{ km/h}$$

esta formula es para edificaciones menores a 10 metros,  
pero la velocidad no debe ser menor a 75 km/h. para  
edificaciones mayores a 10 metros se tomara la velocidad  
 $V_h = \text{mapa eolico}$

$$h = 4.76 \text{ m}$$

$$V_{local} = 55.00 \text{ km/h, } > 75 \text{ km/h}$$

$$V_{permisible} = 75 \text{ km/h}$$

NTP E.030 - 2006 →  $V_h = 63.70$  km/h (Mapa Eolico del Peru, zona San Martin)  
 $\theta = 0\%$  = 0.00 ° = pendiente mas baja de la superficie, en grados (°)  
 $\theta = 38.4\%$  = 21.00 ° = pendiente promedio de la superficie, en grados (°)  
 $\theta = 38.4\%$  = 21.00 ° = pendiente maxima de la superficie, en grados (°)

NTP E.020 - 2007 →  $P_h = 0.005 \cdot C_x \cdot V_h^2$  donde:  $P_h$  = Presión o succión del viento a una altura "h" perpendicular a la superficie, para "h" < 10m (kg/m<sup>2</sup>)

SELECCIONAR	$\theta$ °	barlovento	sotavento
7	Superficies inclinadas entre 15° y 60°	0.70	-0.60
		-0.30	

C = factor de forma adimensional (de tabla izquierda)

(El signo positivo indica presión y el negativo succión)

<b>BARLOVENTO:</b>	Considerando <b>presión</b> en el Barlovento:	C = 0.70	→	$\rho_h = 14.20$ kg/m <sup>2</sup>
<b>BARLOVENTO:</b>	Considerando <b>succión</b> en el Barlovento:	C = -0.30	→	$\rho_h = -6.09$ kg/m <sup>2</sup>
<b>SOTAVENTO</b>	Se tiene <b>succión</b> en el Sotavento:	C = -0.60	→	$\rho_h = -12.17$ kg/m <sup>2</sup>

**METRADO DE CARGAS:** Calculando las cargas concentradas sobre los nudos de la brida superior:

A T = ancho tributario entre tijerales (m) = 6.68 m      B = ancho tributario entre nudos de brida superior(m) = 0.35 m  
 Cantidad de perfiles de cada tijeral = 2.00  
 A = ancho tributario entre perfiles metalicos ( 3.34 m

**1° ER METODO: APLICADO A LA BRIDA SUPERIOR**

<b>CARGA MUERTA (P<sub>D</sub>):</b>	$P_D = (W_D)(A)$	→	$P_D = 79.67$ kg
<b>CARGA VIVA DE TECHO (P<sub>Lr</sub>):</b>	$P_{Lr} = (W_{Lr})(A)$	→	$P_{Lr} = 100.20$ kg
<b>CARGA DE VIENTO (W):</b>	$P_W = (\rho_h)(A)$		
	Barlovento _PRESION	→	$P_{Wp-s} = 47.43$ kg
	Barlovento _SUCCION	→	$P_{Wx} = -20.33$ kg
	SOTAVENTO _SUCCION	→	$P_{Wy} = -40.66$ kg

**2° DO METODO: APLICADO A LOS NUDOS DE LA BRIDA SUPERIOR**

<b>CARGA MUERTA (P<sub>D</sub>):</b>	$P_D = (W_D)(A)(B)$	→	$P_D = 27.88$ kg
<b>CARGA VIVA DE TECHO (P<sub>Lr</sub>):</b>	$P_{Lr} = (W_{Lr})(A)(B)$	→	$P_{Lr} = 35.07$ kg
<b>CARGA DE VIENTO (W):</b>	$P_W = (\rho_h)(A)(B)$		
<b>BARLOVENTO:</b>	Considerando <b>presión</b> en el Barlovento:		$P_{Wp-s} = 16.60$ kg
<b>BARLOVENTO:</b>	Considerando <b>succión</b> en el Barlovento:		$P_{Ws-s} = -7.12$ kg
<b>SOTAVENTO</b>	Se tiene <b>succión</b> en el Sotavento:		$P_{Ws-s} = -14.23$ kg

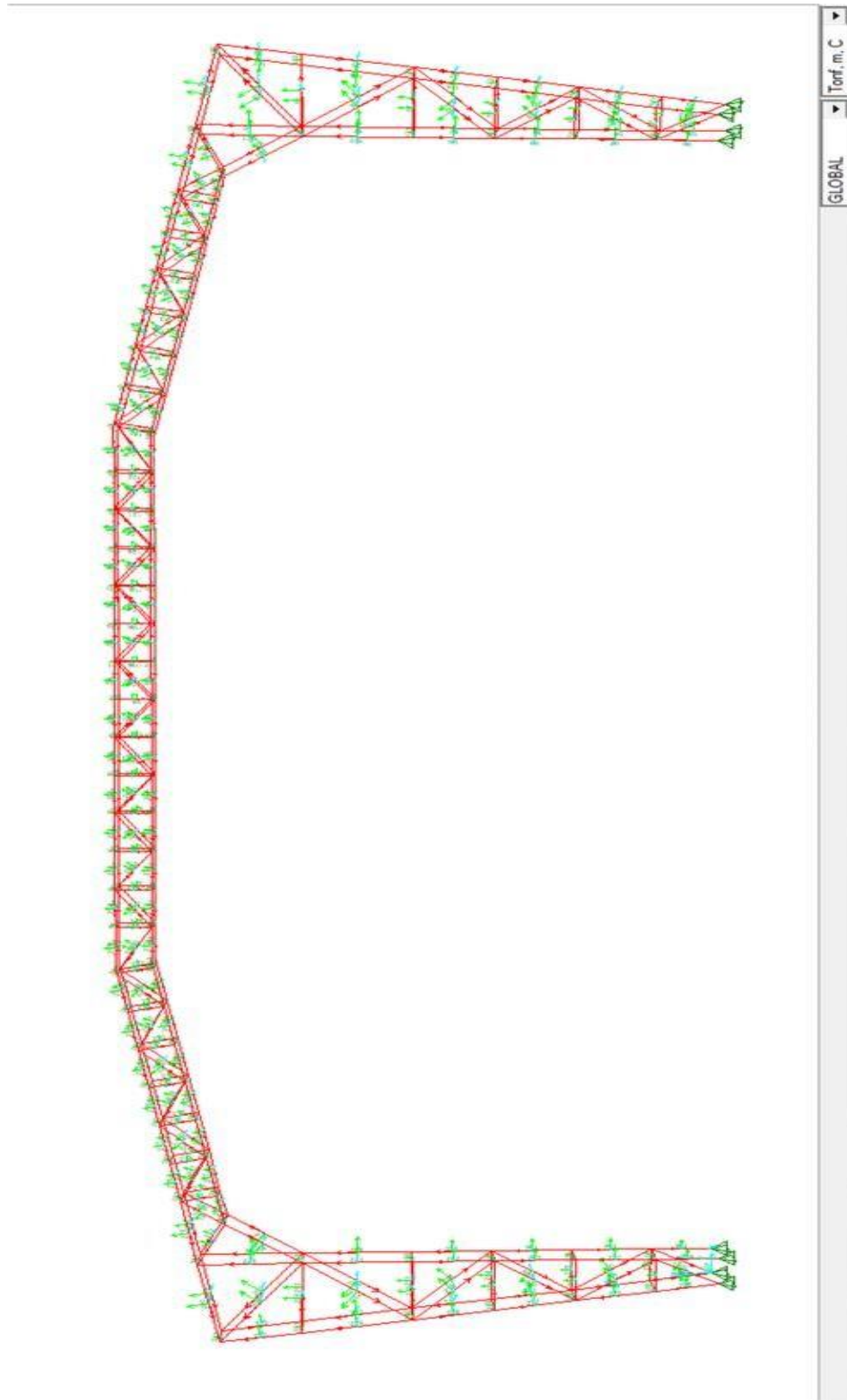
**COMBINACIONES DE CARGAS:** ESPECIFICACION A-4.1 LRFD:

1.4D	0.9D+1.3Wp-s
1.2D+0.5Lr	0.9D+1.3Ws-s
1.2D+1.3Wp-s+0.5Lr	1.2D+1.6Lr+0.8Wp-s
1.2D+1.3Ws-s+0.5Lr	1.2D+1.6Lr+0.8Ws-s

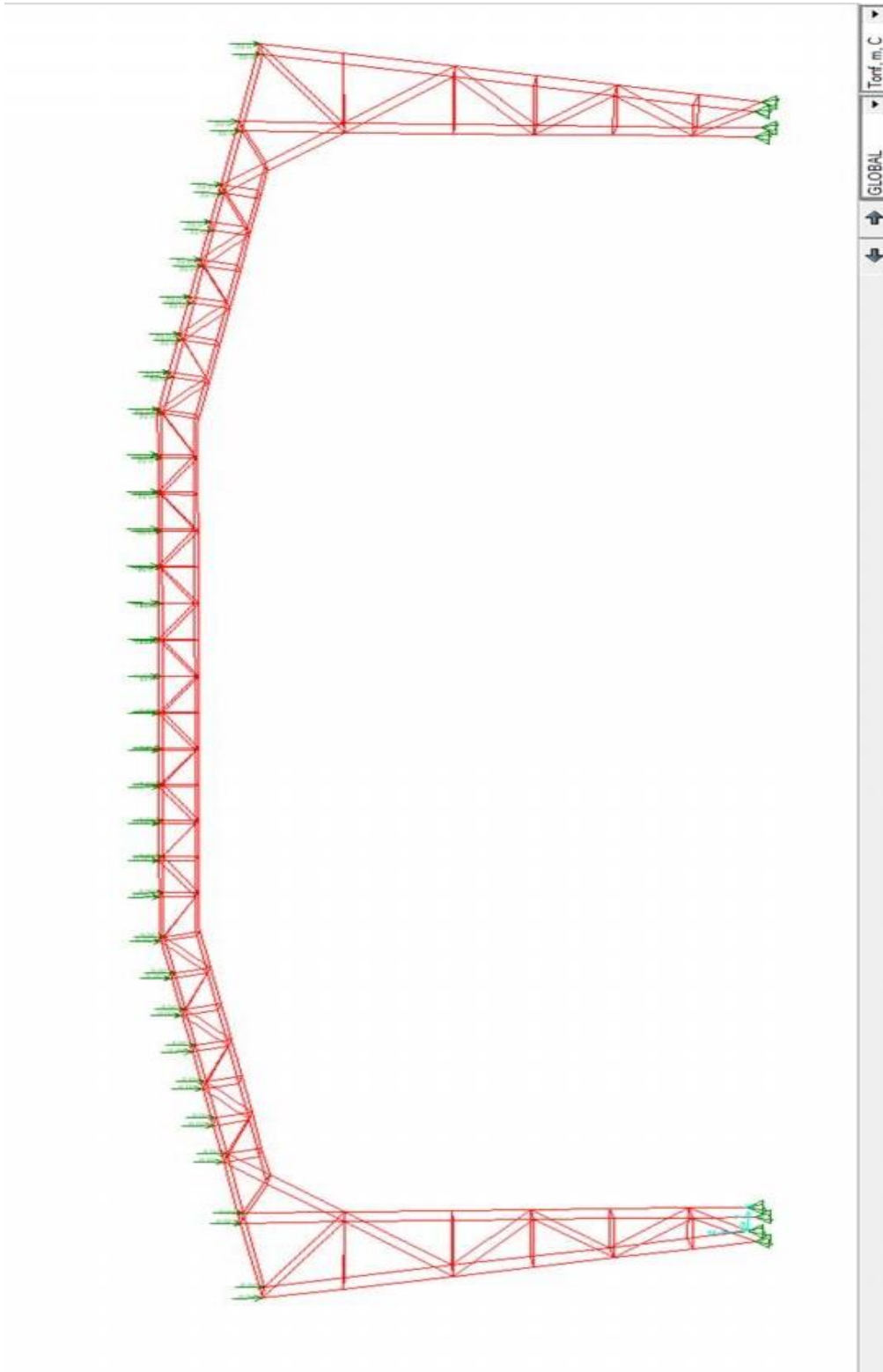
**ANALISIS ESTRUCTURAL:**

ProgramName	Version	ProgLevel
SAP2000	10.0.1	Advanced





**Figura 14:** Numeración de nudos y barras (Juegos lúdicos)



**Figura 15:** Estado carga muerta "PD" (Juegos lúdicos)

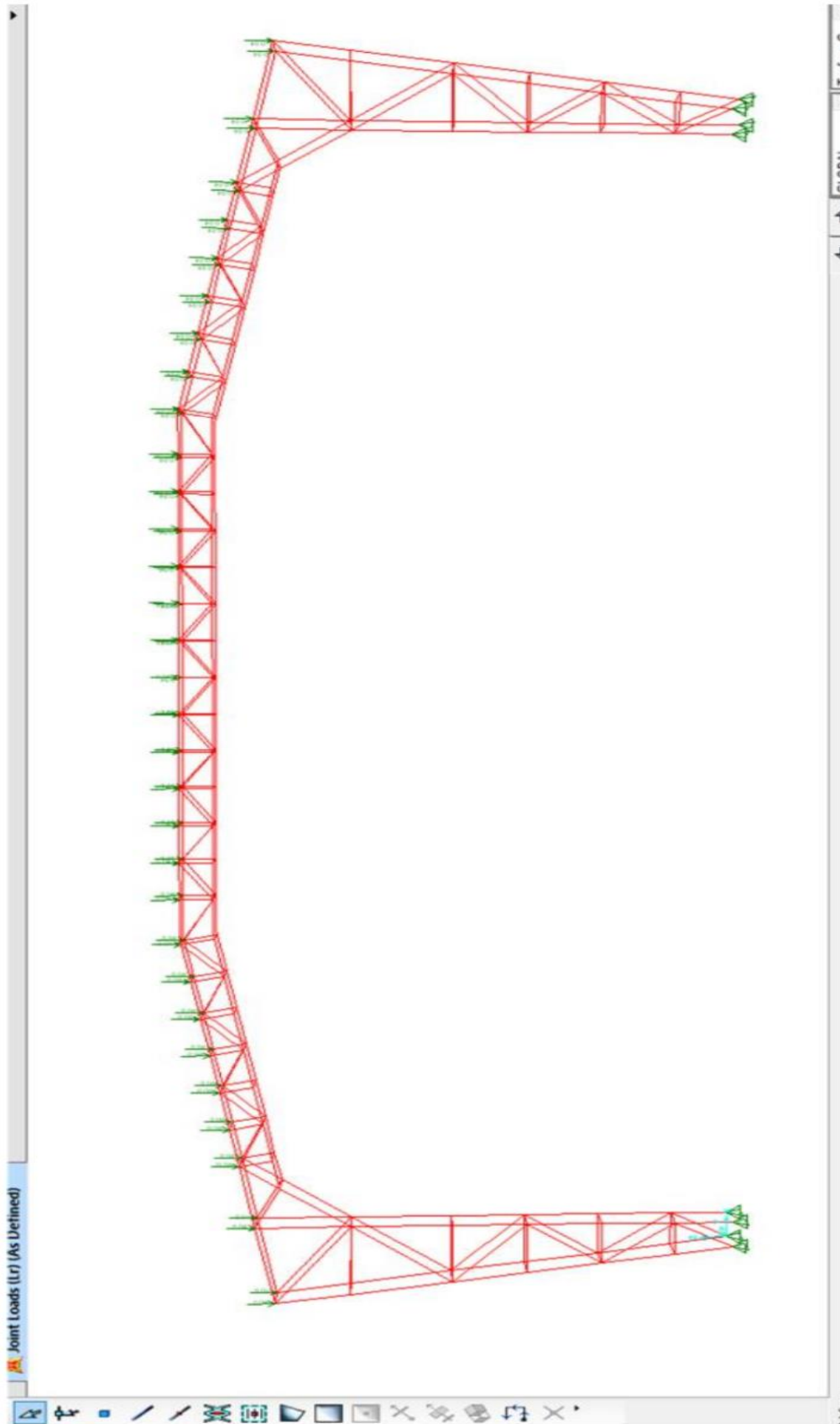


Figura 16: Estado carga viva de techo "PLr" (Juegos lúdicos)

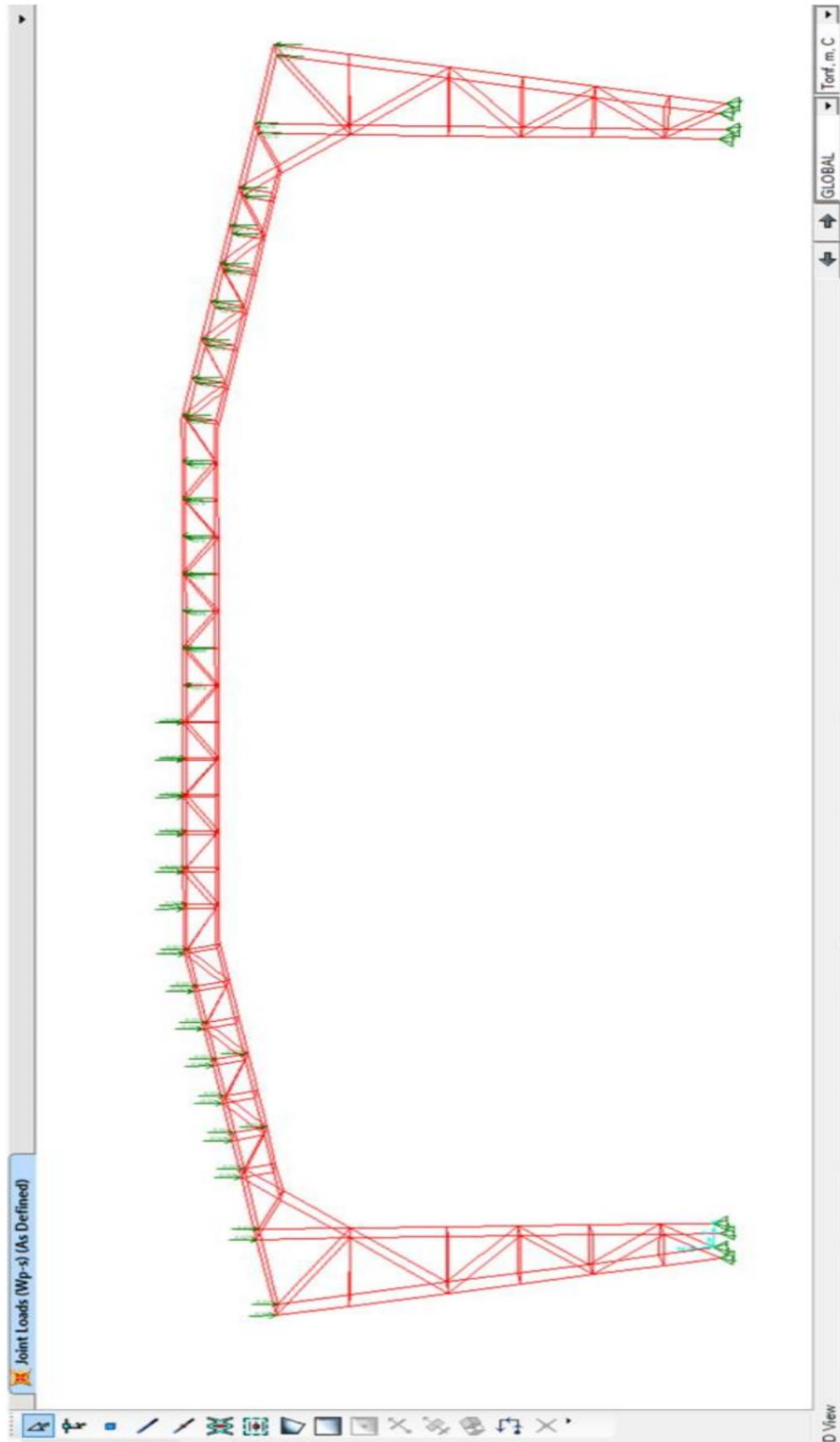
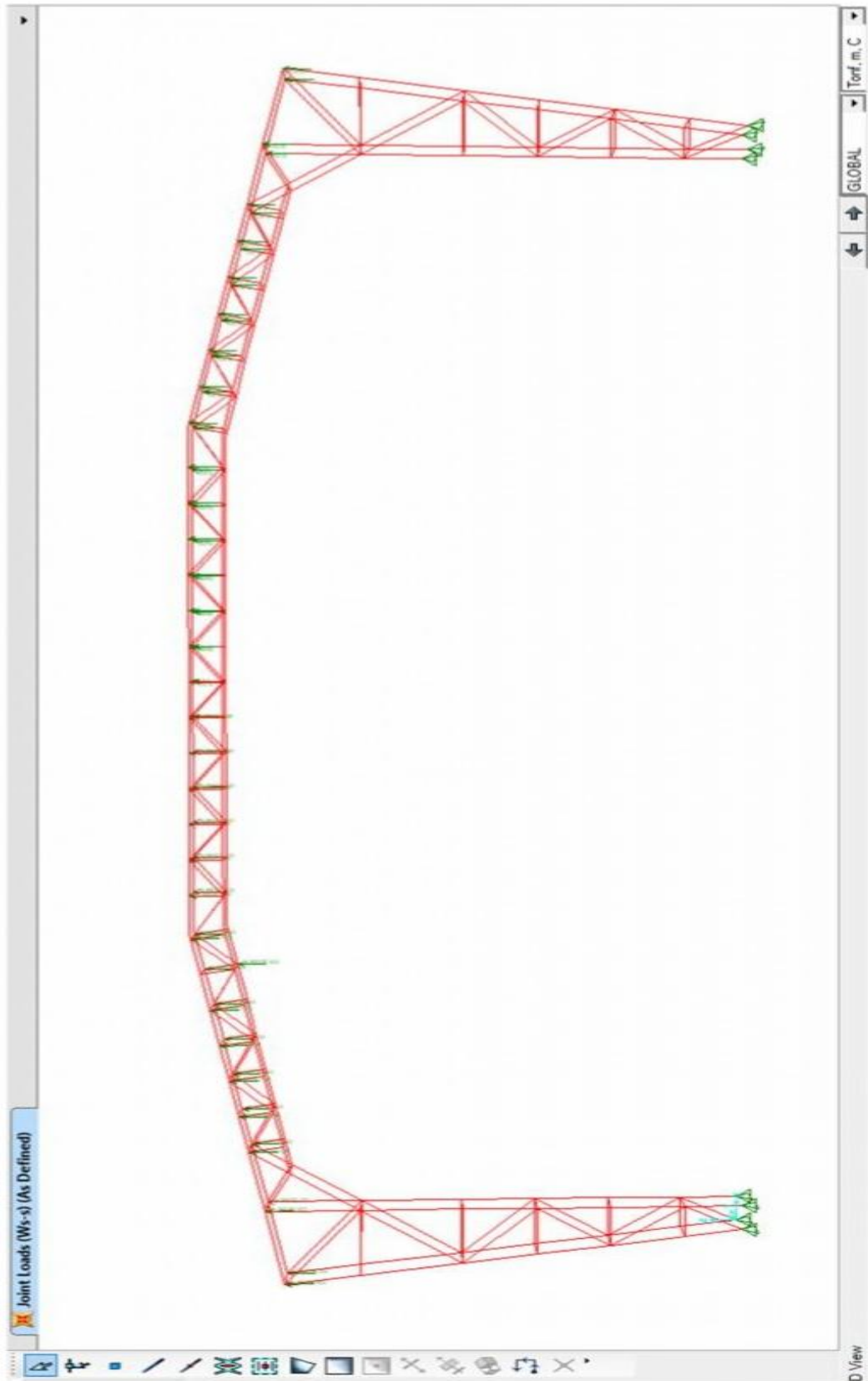
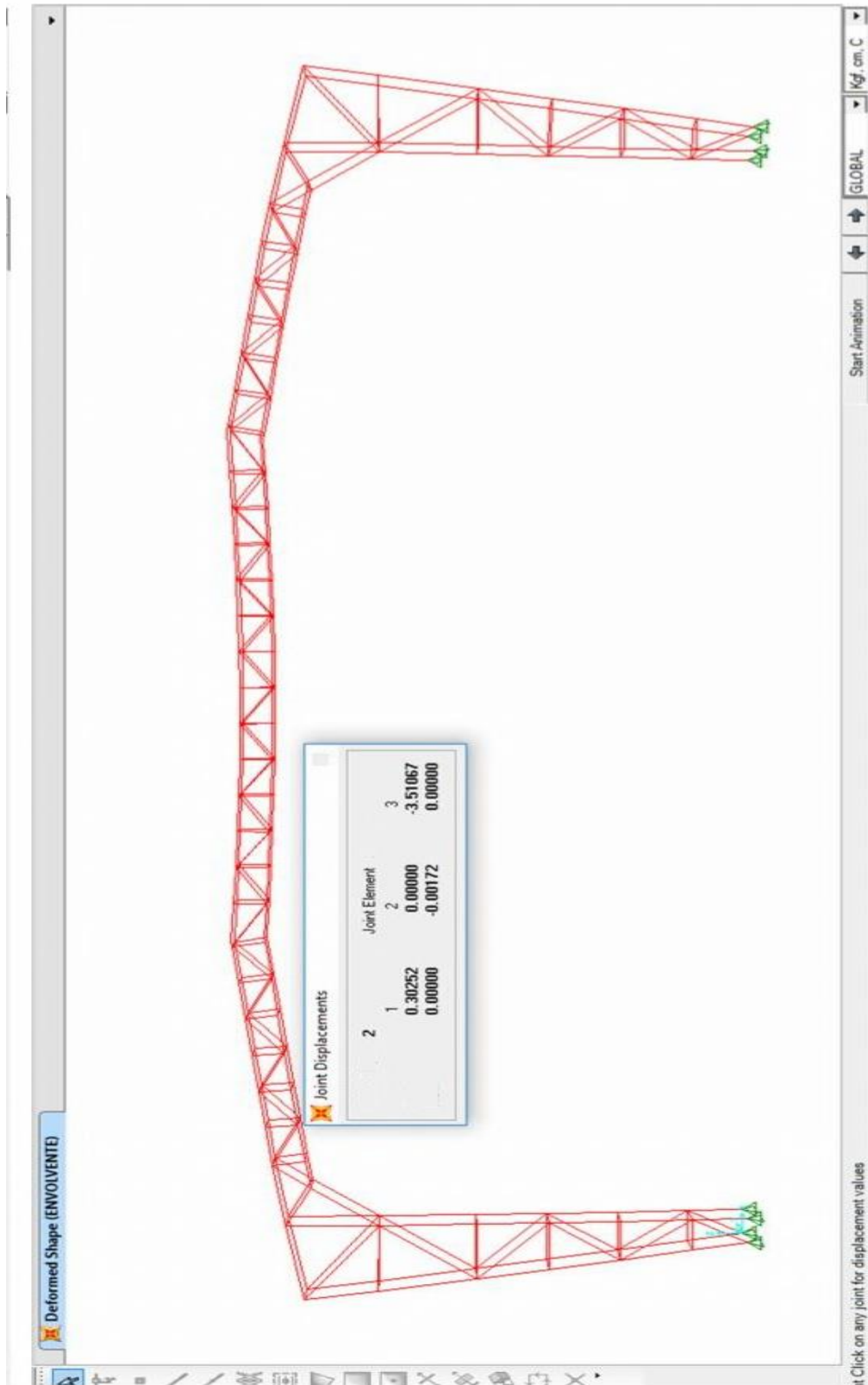


Figura 17: Estado carga de viento "PWp-s" (Juegos lúdicos)





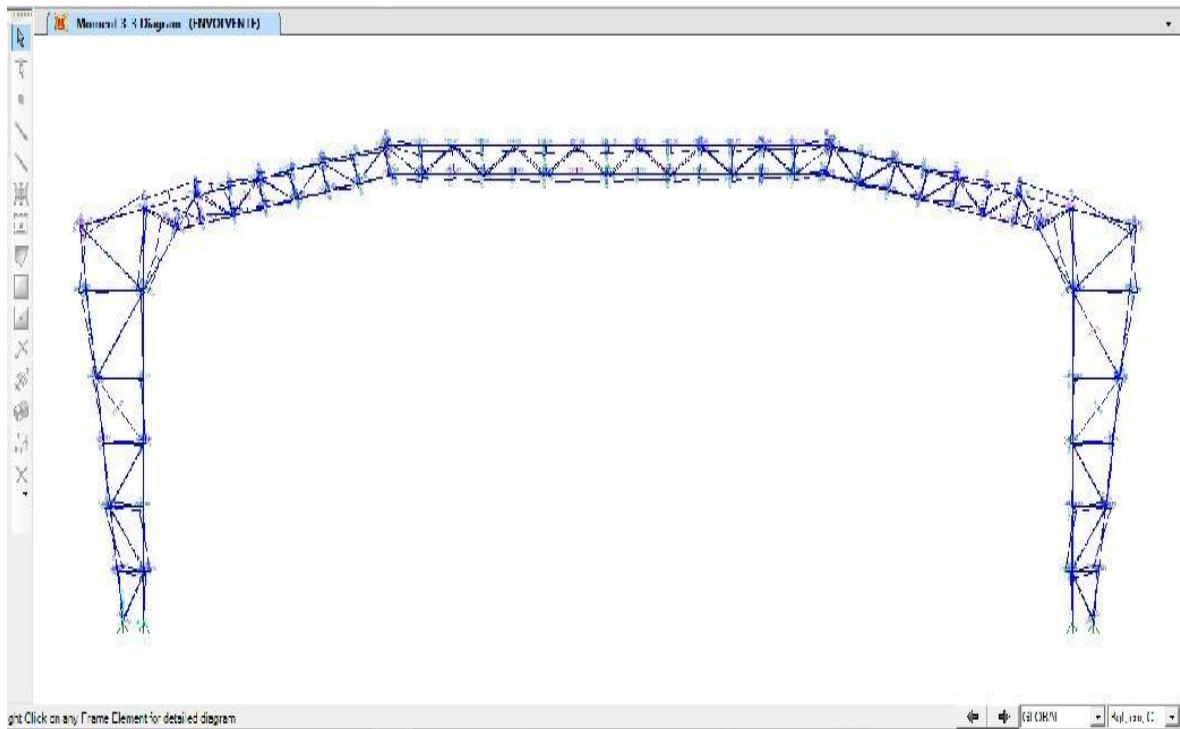
**Figura 18:** Estado carga de viento “PWs-s” (Juegos lúdicos)



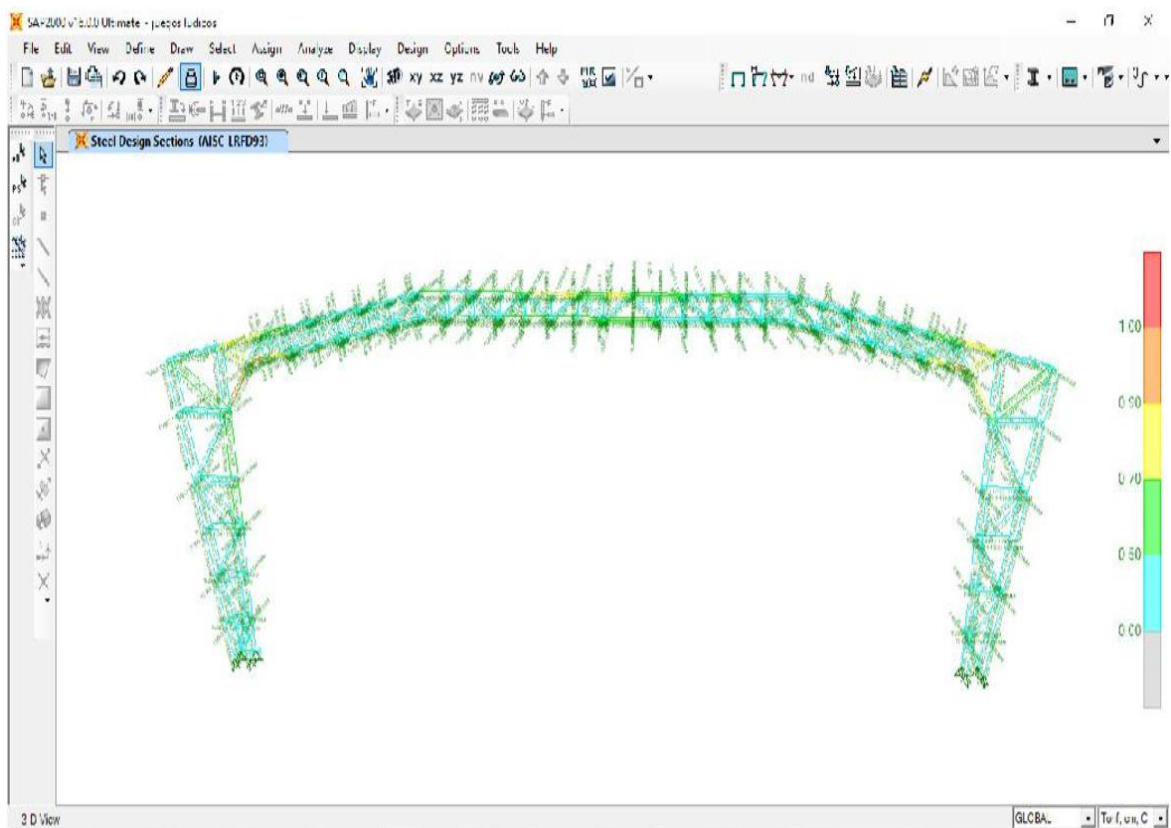
**Figura 19:** Diagrama-envolvente de deformaciones (Juegos lúdicos)

Se observa que el punto con deflexión máxima está en la brida inferior, cuyo valor se considera aceptable

(+): tracción (-): compresión



**Figura 20:** Diagrama-envolvente de fuerza axial (Juegos Lúdicos)



**Figura 21:** Diseño de los elementos de acero (Juegos Lúdicos)

DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DE ACERO

**DISEÑO DE ELEMENTOS A COMPRESION**

ESPECIFICACIONES AISC - LRFD 99:

$\phi F_{cr} = 25.32 \text{ Ksi}$       esfuerzo crítico en compresion, para acero A-36      .....(4)

$\frac{Kl}{r} = 60$       esbeltes admisible  $\rightarrow r > Kl/60$       .....(5)

$F_{cr} = (0.658^{\frac{t_c^2}{c}}) F_y$       esfuerzo admisible (Ksi),      .....(6)

donde:  $\phi = 0.85$  (en compresion)      y       $t_c = \frac{Kl}{\phi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}} \rightarrow A_g = \frac{Pu}{\phi F_{cr}}$       .....(7)

**DISEÑO DE  
BRIDA INFERIOR:**

<b>Barra mas crítica:</b>
<b>N° 1</b>

de (5):  $r >$   $P_u = 2850.00 \text{ Kg} = 6.28 \text{ Kips}$   
 $L = 0.360 \text{ m} = 14.17 \text{ pulg}$   
 $0.236 \text{ pulg}$

} requiere:  
 $A_g = 0.292 \text{ pulg}^2$

$\rightarrow$  Se elige perfil:

<b>HSS2X2X3/16</b>
<b>RECTANGULAR</b>

$\rightarrow A_g = 1.190 \text{ pulg}^2 > A_g \text{ ..... OK}$   
 $r_x = 0.733 \text{ pulg} > r \text{ ..... OK}$   
 $r_y = 0.733 \text{ pulg} > r \text{ ..... OK}$

## Diseño de componentes metálicos en piscina

### Piscina

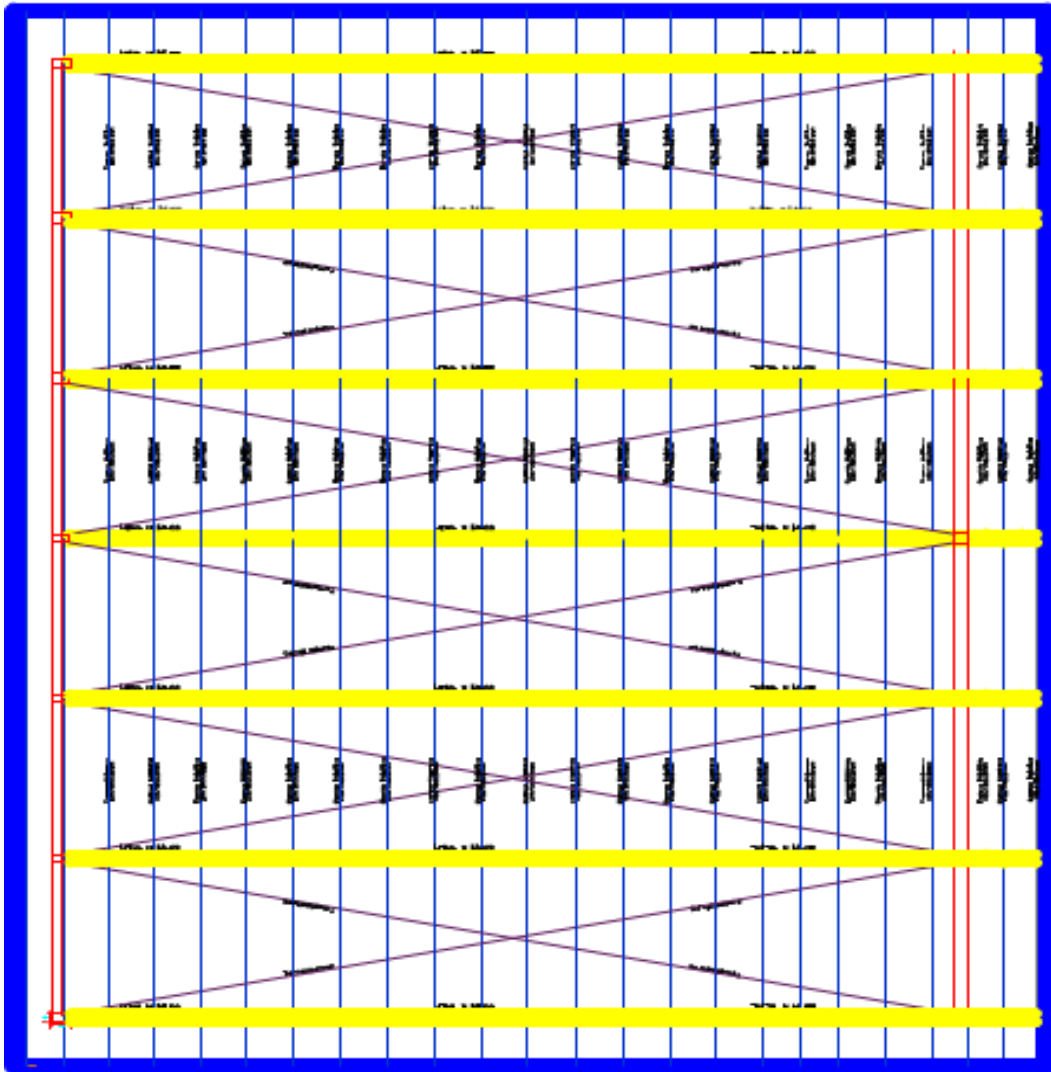


Figura 22: Planta general (Piscina)

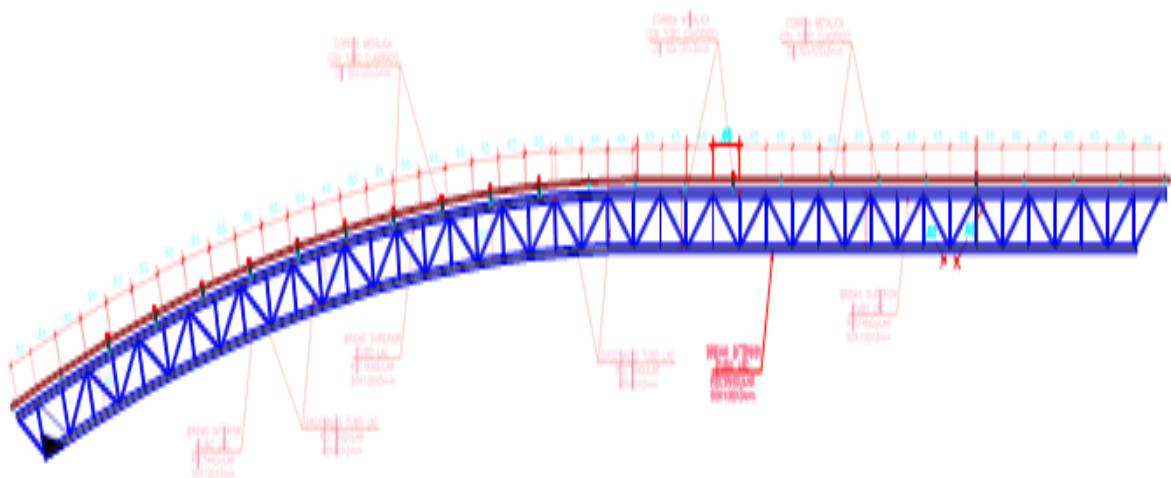


Figura 23: Arco metálico más crítico (Piscina)

**PROPIEDADES DE LOS MATERIALES**

**ACERO:** Arcos metalicos:  $F_y = 46$  KSI  $\lambda_c = 7.85$  Tn/m<sup>3</sup>,  $E_c = 2,000,000$  Kg/cm<sup>2</sup>  
 $F_u = 58$  KSI  $u = 0.30$   
 corrugado:  $F_y = 4200$  Kg/cm<sup>2</sup>,  $\lambda_c = 7.85$  Tn/m<sup>3</sup>,  $E_c = 2,100,000$  Kg/cm<sup>2</sup>

**SOLDADURA:** Electrodo:  $F_{exx} = 60$  KSI (E70 XX - AWS, para acero liso)  
 $F_{exx} = 70$  KSI (E70 XX - AWS, para acero corrug.)

**COBERTURA:**  $P_u = 5.4$  kg/m<sup>2</sup> (Plancha; catalogo fabricante)

**DISEÑO DE ARCOS METALICOS**

**PRE-DIMENSIONAMIENTO**

**SECCION DE ELEMENTOS DEL ARCO:**

Para un calculo inicial, se asume para todos los elementos:  **$-A = 5.00$  cm<sup>2</sup>**

**TIPOS DE CARGAS:** Identificando los tipos de cargas intervinientes en la Estructura:

**CARGA MUERTA (D):**

Cobertura (catalogo fabricante):  $D1 = 5.4$  kg/m<sup>2</sup> correa Separacion entre correas  
 Estructura metalica (estimado a verificar):  $D2 = 5.50$  kg/m<sup>2</sup> **50x100x3mm** **1.20**

→  **$W_D = 5.50$  kg/m<sup>2</sup>**

**CARGA VIVA DE TECHO (Lr):**

NTP E.020 - 2006

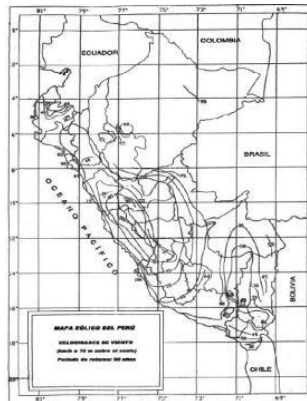
→  **$W_{Lr} = 30.00$  kg/m<sup>2</sup>**

**CARGA DE VIENTO (W):**

**$V_h = 62.92$  km/h**

*esta formula es para edificaciones menores a 10 metros, pero la velocidad no debe ser menor a 75 km/h. para edificaciones mayores a 10 metros se tomara la velocidad  $V_h = \text{mapa eolico}$*

$h = 4.50$  m  
 $V_{local} = 55.00$  km/h, > 75km/h  
 $V_{permisible} = 75$  km/h



NTP E.030 - 2006 →  $V_h = 62.92$  km/h  
 $\theta = 0\%$  = 0.00 ° = pendiente mas baja de la superficie, en grados (°)  
 $\theta = 38.4\%$  = 21.00 ° = pendiente promedio de la superficie, en grados (°)  
 $\theta = 38.4\%$  = 21.00 ° = pendiente maxima de la superficie, en grados (°)

(Mapa Eolico del Peru, zona San Martin)

donde:  $P_h$  = Presión o succión del viento a una altura "h" perpendicular a la superficie, para "h" < 10m (kg/m<sup>2</sup>)

C = factor de forma adimensional (de tabla izquierda)

(El signo positivo indica presión y el negativo succión)

SELECCIONAR	$\theta$ °	barlovento	sotavento
<b>6</b>	Superficies inclinadas a 15° o menos	0.30	-0.60
		-0.70	

**BARLOVENTO:** Considerando **presion** en el Barlovento:  
**BARLOVENTO:** Considerando **succion** en el Barlovento:  
**SOTAVENTO** Se tiene **succion** en el Sotavento:

C = 0.30 →  **$P_h = 5.94$  kg/m<sup>2</sup>**  
 C = -0.70 →  **$P_h = -13.85$  kg/m<sup>2</sup>**  
 C = -0.60 →  **$P_h = -11.88$  kg/m<sup>2</sup>**

**METRADO DE CARGAS:**

Calculando las cargas concentradas sobre los nudos de la brida superior:

A T = ancho tributario entre tijerales (m) = **5.25** m      B = ancho tributario entre nudos de brida superior(m) = **0.65** m  
 Cantidad de perfiles de cada tijeral = **2.00**  
 A = ancho tributario entre perfiles metalicos ( **2.625** m

**1° ER METODO: APLICADO A LA BRIDA SUPERIOR**

<b>CARGA MUERTA (P<sub>D</sub>):</b>	$P_D = (W_D)(A)$	→	<table border="1"><tr><td>P<sub>D</sub> =</td><td><b>14.44</b></td><td>kg</td></tr></table>	P <sub>D</sub> =	<b>14.44</b>	kg
P <sub>D</sub> =	<b>14.44</b>	kg				
<b>CARGA VIVA DE TECHO (P<sub>Lr</sub>):</b>	$P_{Lr} = (W_{Lr})(A)$	→	<table border="1"><tr><td>P<sub>Lr</sub> =</td><td><b>78.75</b></td><td>kg</td></tr></table>	P <sub>Lr</sub> =	<b>78.75</b>	kg
P <sub>Lr</sub> =	<b>78.75</b>	kg				
<b>CARGA DE VIENTO (W):</b>	$P_w = (\rho_n)(A)$					
	Barlovento_PRESION	→	<table border="1"><tr><td>P<sub>wp-s</sub> =</td><td><b>15.59</b></td><td>kg</td></tr></table>	P <sub>wp-s</sub> =	<b>15.59</b>	kg
P <sub>wp-s</sub> =	<b>15.59</b>	kg				
	Barlovento_SUCCION	→	<table border="1"><tr><td>P<sub>wx</sub> =</td><td><b>-36.37</b></td><td>kg</td></tr></table>	P <sub>wx</sub> =	<b>-36.37</b>	kg
P <sub>wx</sub> =	<b>-36.37</b>	kg				
	SOTAVENTO_SUCCION	→	<table border="1"><tr><td>P<sub>wy</sub> =</td><td><b>-31.17</b></td><td>kg</td></tr></table>	P <sub>wy</sub> =	<b>-31.17</b>	kg
P <sub>wy</sub> =	<b>-31.17</b>	kg				

**2° DO METODO: APLICADO A LOS NUDOS DE LA BRIDA SUPERIOR**

<b>CARGA MUERTA (P<sub>D</sub>):</b>	$P_D = (W_D)(A)(B)$	→	<table border="1"><tr><td>P<sub>D</sub> =</td><td><b>9.38</b></td><td>kg</td></tr></table>	P <sub>D</sub> =	<b>9.38</b>	kg
P <sub>D</sub> =	<b>9.38</b>	kg				
<b>CARGA VIVA DE TECHO (P<sub>Lr</sub>):</b>	$P_{Lr} = (W_{Lr})(A)(B)$	→	<table border="1"><tr><td>P<sub>Lr</sub> =</td><td><b>51.19</b></td><td>kg</td></tr></table>	P <sub>Lr</sub> =	<b>51.19</b>	kg
P <sub>Lr</sub> =	<b>51.19</b>	kg				
<b>CARGA DE VIENTO (W):</b>	$P_w = (\rho_n)(A)(B)$					
<b>BARLOVENTO:</b>	Considerando <b>presion</b> en el Barlovento:		<table border="1"><tr><td>P<sub>wp-s</sub> =</td><td><b>10.13</b></td><td>kg</td></tr></table>	P <sub>wp-s</sub> =	<b>10.13</b>	kg
P <sub>wp-s</sub> =	<b>10.13</b>	kg				
<b>BARLOVENTO:</b>	Considerando <b>succion</b> en el Barlovento:		<table border="1"><tr><td>P<sub>ws-s</sub> =</td><td><b>-23.64</b></td><td>kg</td></tr></table>	P <sub>ws-s</sub> =	<b>-23.64</b>	kg
P <sub>ws-s</sub> =	<b>-23.64</b>	kg				
<b>SOTAVENTO</b>	Se tiene <b>succion</b> en el Sotavento:		<table border="1"><tr><td>P<sub>ws-s</sub> =</td><td><b>-20.26</b></td><td>kg</td></tr></table>	P <sub>ws-s</sub> =	<b>-20.26</b>	kg
P <sub>ws-s</sub> =	<b>-20.26</b>	kg				

**COMBINACIONES DE CARGAS:**

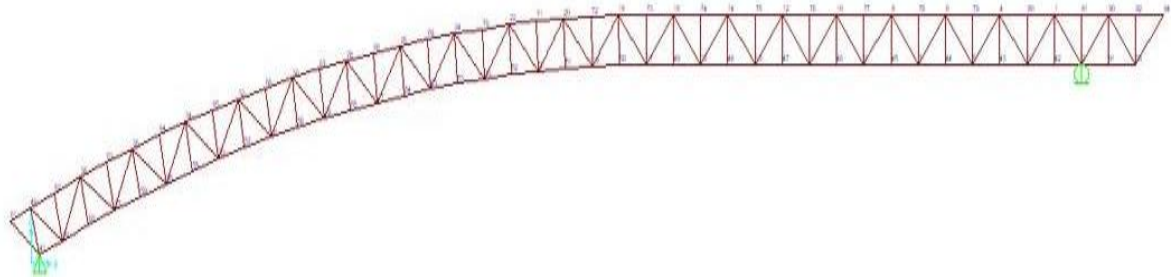
ESPECIFICACION A-4.1 LRFD:

1.4D
1.2D+0.5Lr
1.2D+1.3Wp-s+0.5Lr
1.2D+1.3W <sub>s-s</sub> +0.5Lr

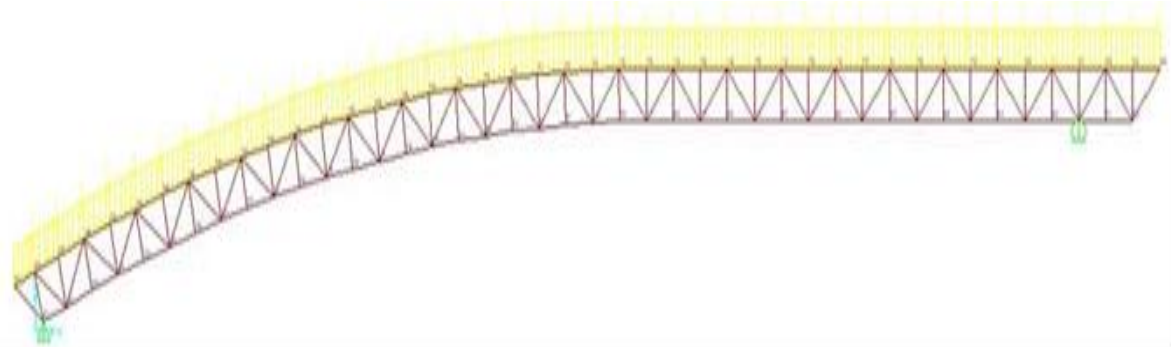
0.9D+1.3Wp-s
0.9D+1.3W <sub>s-s</sub>
1.2D+1.6Lr+0.8Wp-s
1.2D+1.6Lr+0.8W <sub>s-s</sub>

**ANALISIS ESTRUCTURAL:**

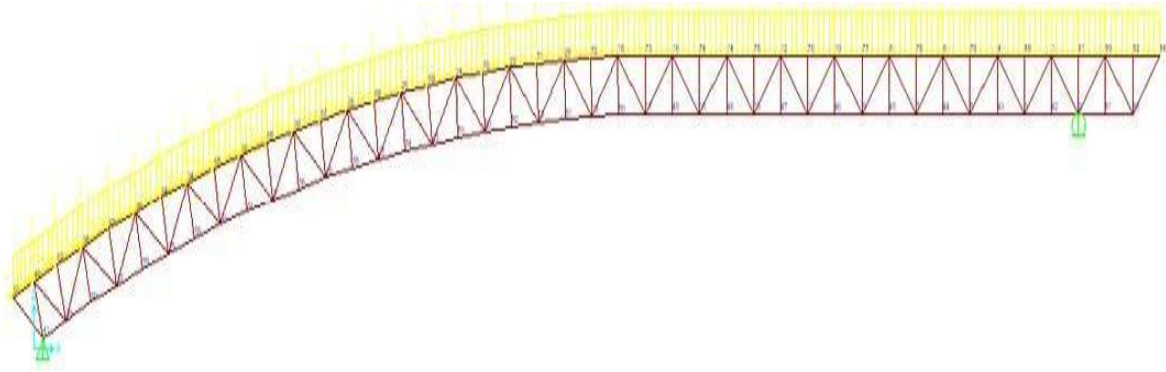
ProgramName	Version	ProgLevel
SAP2000	10.0.1	Advanced



**Figura 24:** Numeración de nudos y barras (Piscina)



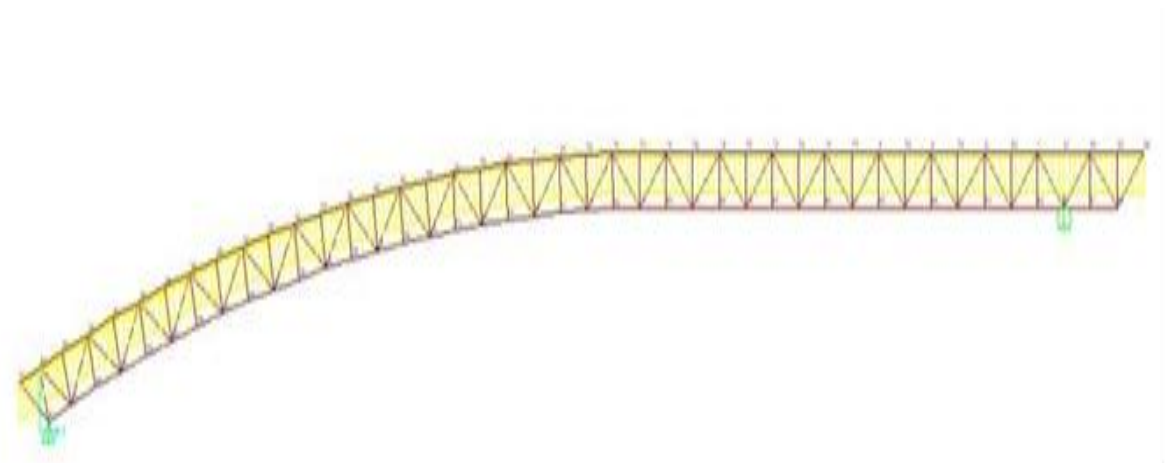
**Figura 25:** Estado carga muerta “PD” (Piscina)



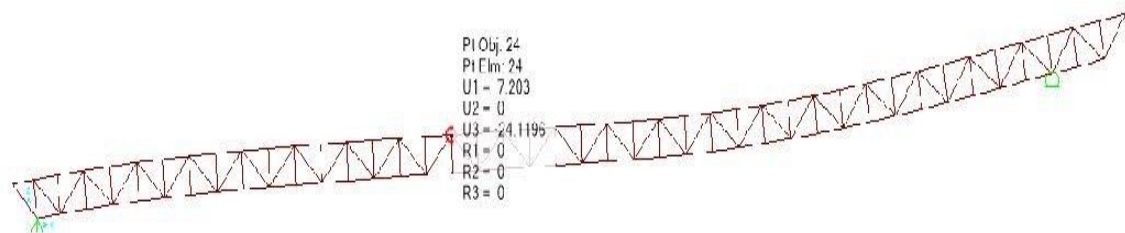
**Figura 26:** Estado carga viva de techo “PLr” (Piscina)



**Figura 27:** Estado carga de viento “Barlovento” (Piscina)

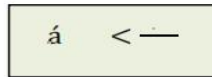


**Figura 28:** Estado carga de viento “Sotavento” (Piscina)



**Figura 29:** Diagrama-Envolvente de deformaciones (Piscina)





desplamiento= 24.12 cm

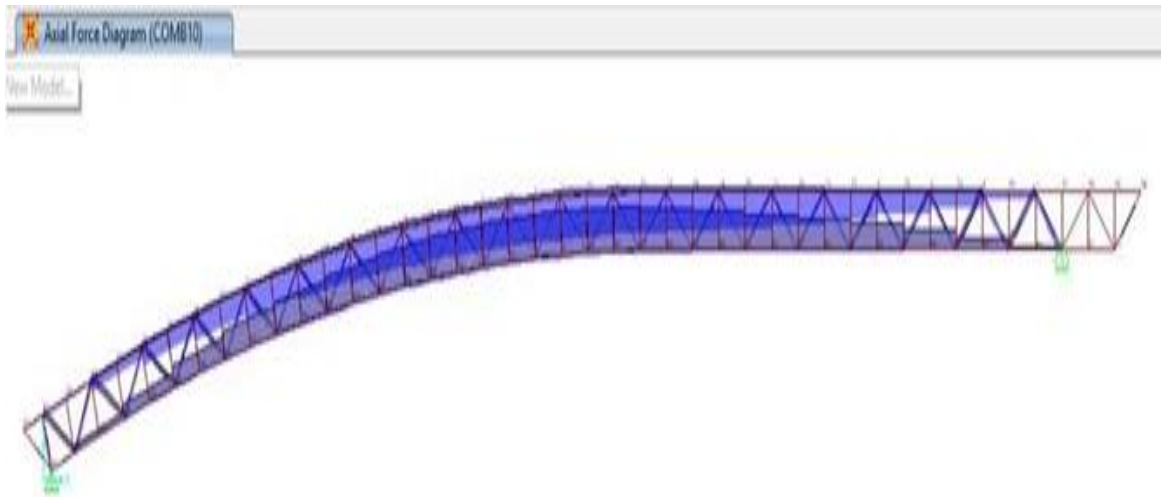
Luz Libre= 24.68 m

Desplazamiento permisible= 27.422 cm

24.12 < 27.42 OK

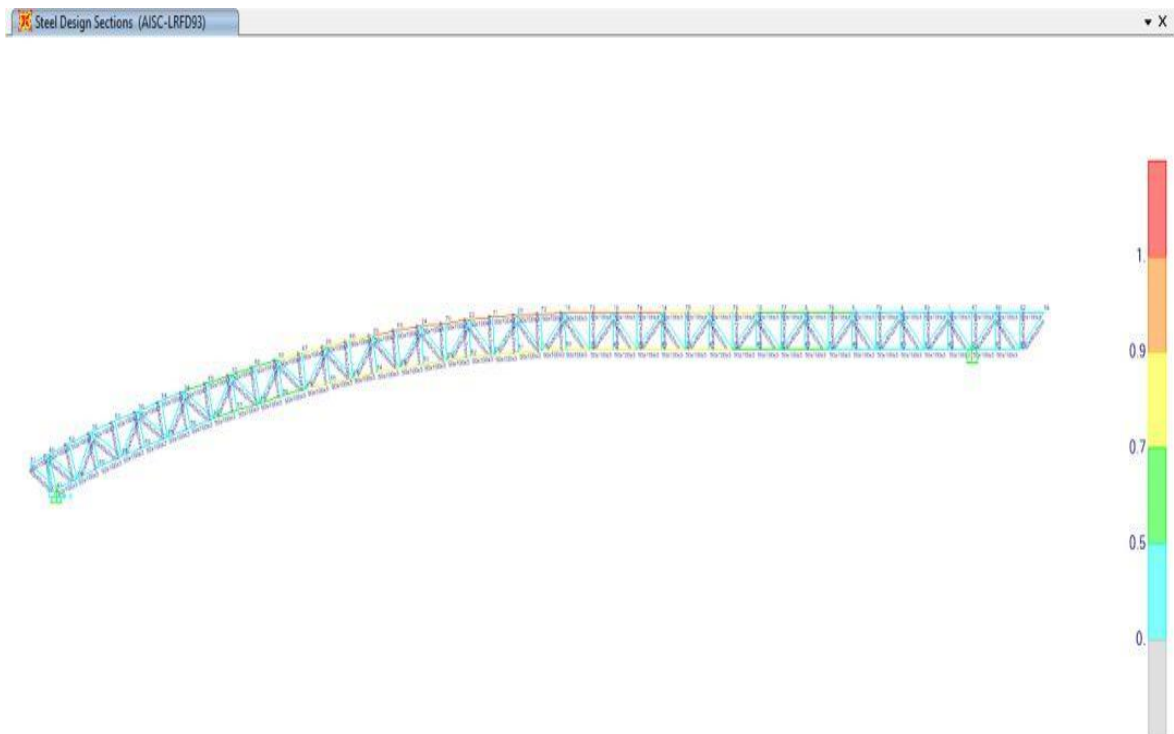
DIAGRAMA-ENVOLVENTE DE DEFORMACIONES

→ Se observa que el punto con deflexion maxima esta en la brida superior, cuyo valor se considera aceptable



(+): traccion (-): compresion

**Figura 30:** Diagrama-envolvente de fuerza axial (Piscina)



**Figura 31:** Diseño de secciones "AISC-LRFD93" (Piscina)

DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DE ACERO

Tal como se puede observar los elementos llegan a pintarse de color naranja, pero no de olor rojo, lo que es aceptable para el diseño

**DISEÑO DE ELEMENTOS A COMPRESION**

ESPECIFICACIONES AISC - LRFD 99:

esfuerzo crítico en compresion, para acero A-500 .....(4)

$$\frac{Kl}{r} = 60 \quad \text{esbeltes admisible} \rightarrow r > Kl/60 \quad \text{.....(5)}$$

$$F_{cr} = (0.658 \lambda_c^2) F_y \quad \text{esfuerzo admisible (Ksi),} \quad \text{.....(6)}$$

donde:  $\phi = 0.85$  (en compresion) y  $\lambda_c = \frac{Kl}{r} \sqrt{\frac{F_y}{E}} \rightarrow A_g = \frac{P_u}{\phi F_{cr}} \quad \text{.....(7)}$

**DISEÑO DE BRIDAS**

Barra mas critica:
N° 1

de (5):  $r > 0.427$  pulg } requiere:  $A_g = 0.254$  pulg<sup>2</sup>

$P_u = 2480.00$  Kg = 5.46 Kips  
 $L = 0.650$  m = 25.59 pulg

→ Se elige perfil:

HSS4X2X1/8
RECTANGULAR

→  $A_g = 1.300$  pulg<sup>2</sup> >  $A_g$  ..... **OK**  
 $r_x = 1.430$  pulg >  $r$  ..... **OK**  
 $r_y = 0.830$  pulg >  $r$  ..... **OK**

**VERIFICACION POR ESBELTES:**

de (7): →  $\lambda_c = 0.227 < 1.5$  ... **OK** }  $P_{uadm} = \phi(F_{cr})(A_g) = 49.75$  Kips >  $P_u$  **OK**  
 de (6): →  $F_{cr} = 45.020$  Ksi

## Diseño de componentes metálicos en losa deportiva (tijeral doble ala)

### Losa deportiva-Tijeral doble ala

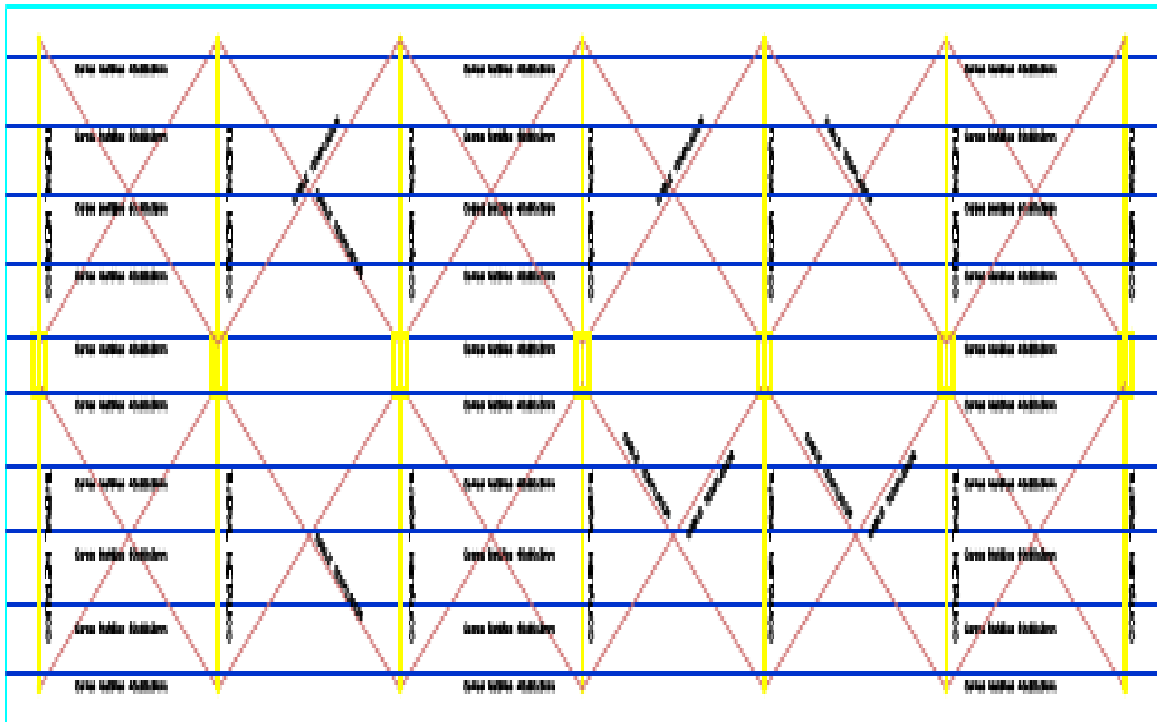


Figura 32: Planta general – Tijeral doble ala (Losa deportiva)

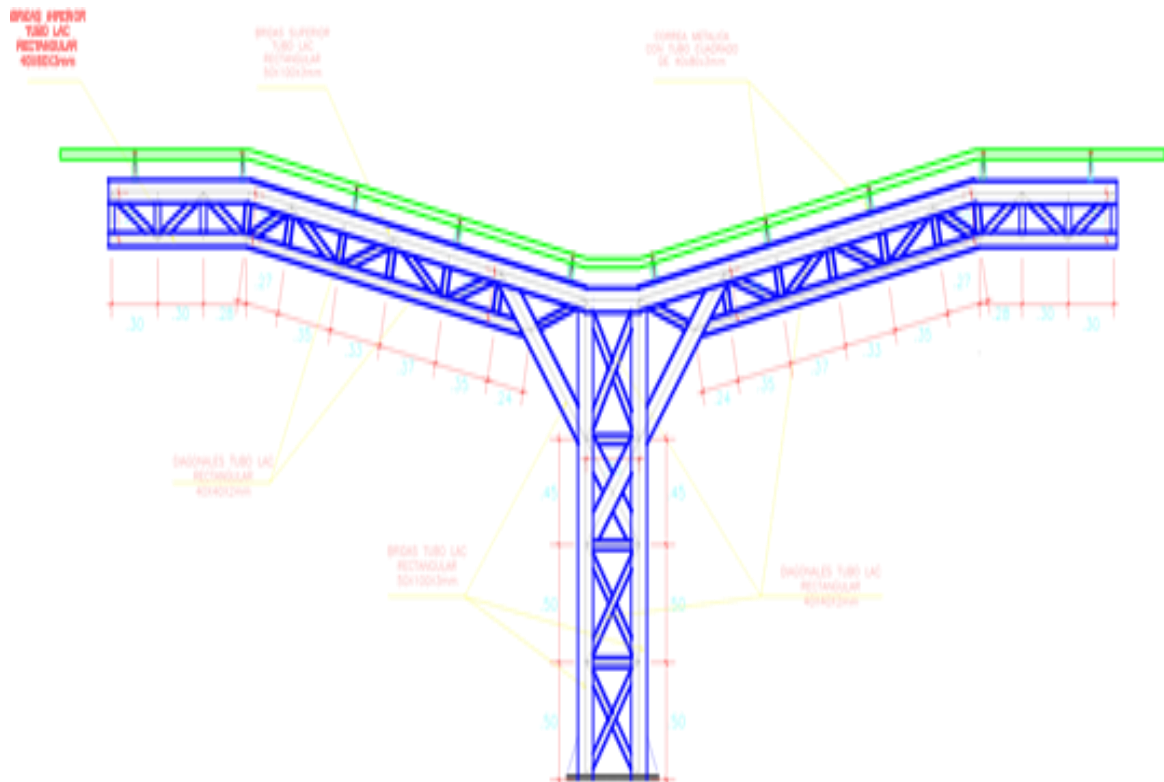


Figura 33: Arco metálico más crítico (Losa deportiva)

**PROPIEDADES DE LOS MATERIALES**

**elegir**

esfuerzo critico en compresion, para acero **A500**

<b>ACERO :</b>	Arcos metalicos:	Fy = 46 KSI	$\lambda_c = 7.85$ Tn/m <sup>3</sup> ,	Ec = 2,000,000 Kg/cm <sup>2</sup> = 29000 KSI
		Fu = 58 KSI	u = 0.30	
	corrugado:	Fy = 4200 Kg/cm <sup>2</sup> ,	$\lambda_c = 7.85$ Tn/m <sup>3</sup> ,	Ec = 2,100,000 Kg/cm <sup>2</sup>

<b>SOLDADURA:</b>	Electrodos:	Fexx = 60 KSI	(E70 XX - AWS, para acero liso)
		Fexx = 70 KSI	(E70 XX - AWS, para acero corrug.)
<b>COBERTURA:</b>		Pu = 4.94 kg/m <sup>2</sup>	(Plancha; catalogo fabricante)

**DISEÑO DE ARCOS METALICOS**

**PRE-DIMENSIONAMIENTO**

**SECCION DE ELEMENTOS DEL ARCO:**

Para un calculo inicial, se asume para todos los elementos: **A = 5.00 cm<sup>2</sup>**

**TIPOS DE CARGAS:**

Identificando los tipos de cargas intervinientes en la Estructura:

**CARGA MUERTA (D):**

Cobertura (catalogo fabricante):	D1 = 4.94 kg/m <sup>2</sup>	correa	Separacion entre correas
Estructura metalica (estimado a verificar):	D2 = 7.41 kg/m <sup>2</sup>	<b>40x80x3mm</b>	<b>0.70</b>
	→ <b>WD = 12.35 kg/m<sup>2</sup></b>		

**CARGA VIVA DE TECHO (Lr):**

NTP E.020 - 2006 → **WLr = 30.00 kg/m<sup>2</sup>**

**CARGA DE VIENTO (W):**

**V<sub>h</sub> = 61.81 km/h**

*esta formula es para edificaciones menores a 10 metros, pero la velocidad no debe ser menor a 75 km/h. para edificaciones mayores a 10 metros se tomara la velocidad Vh=mapa eolico*

h = 4.15 m  
 V local = 55.00 km/h, > 75km/h  
 Vpermisible = 75 km/h

NTP E.030 - 2006 → V<sub>h</sub> = 61.81 km/h (Mapa Eolico del Peru, zona central)  
 θ = 0% = 0.00 ° = pendiente mas baja de la superficie, en grados (°)  
 θ = 100.0% = 45.00 ° = pendiente promedio de la superficie, en grados (°)  
 θ = 5728.6% = 89.00 ° = pendiente maxima de la superficie, en grados (°)

NTP E.020 - 2007 → P<sub>h</sub> = 0.005 x C<sub>x</sub> V<sub>h</sub><sup>2</sup> donde: P<sub>h</sub> = Presión o succión del viento a una altura "h" perpendicular a la superficie, para "h" < 10m (kg/m<sup>2</sup>)

SELECCIONAR	θ °	barlovento	sotavento
<b>6</b>	Superficies inclinadas a 15° o menos	0.30	-0.60
		-0.70	

C = factor de forma adimensional (de tabla izquierda)

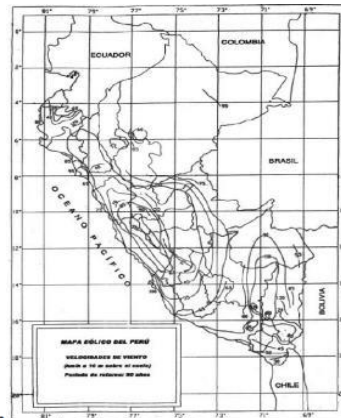
(El signo positivo indica presión y el negativo succión)

<b>BARLOVENTO:</b>	Considerando <b>presion</b> en el Barlovento:	C = 0.30	→ <b>ρ<sub>n</sub> = 5.73 kg/m<sup>2</sup></b>
<b>BARLOVENTO:</b>	Considerando <b>succion</b> en el Barlovento:	C = -0.70	→ <b>ρ<sub>n</sub> = -13.37 kg/m<sup>2</sup></b>
<b>SOTAVENTO</b>	Se tiene <b>succion</b> en el Sotavento:	C = -0.60	→ <b>ρ<sub>n</sub> = -11.46 kg/m<sup>2</sup></b>

**METRADO DE CARGAS:**

Calculando las cargas concentradas sobre los nudos de la brida superior:

A T = ancho tributario entre tijerales (m) = 4.29 m	B = ancho tributario entre nudos de brida superior(m) = 0.35 m
Cantidad de perfiles de cada tijeral = 1.00	
A = ancho tributario entre perfiles metalicos (r) 4.29 m	



**1° ER METODO: APLICADO A LA BRIDA SUPERIOR**

<b>CARGA MUERTA (P<sub>D</sub>):</b>	$P_D = (W_D)(A)$	→	$P_D = 53.00$ kg
<b>CARGA VIVA DE TECHO (P<sub>Lr</sub>):</b>	$P_{Lr} = (W_{Lr})(A)$	→	$P_{Lr} = 128.70$ kg
<b>CARGA DE VIENTO (W):</b>	$P_W = (\rho_h)(A)$		
	Barlovento_PRESION	→	$P_{Wp-s} = 24.58$ kg
	Barlovento_SUCCION	→	$P_{Wx} = -57.36$ kg
	SOTAVENTO_SUCCION	→	$P_{Wy} = -49.16$ kg

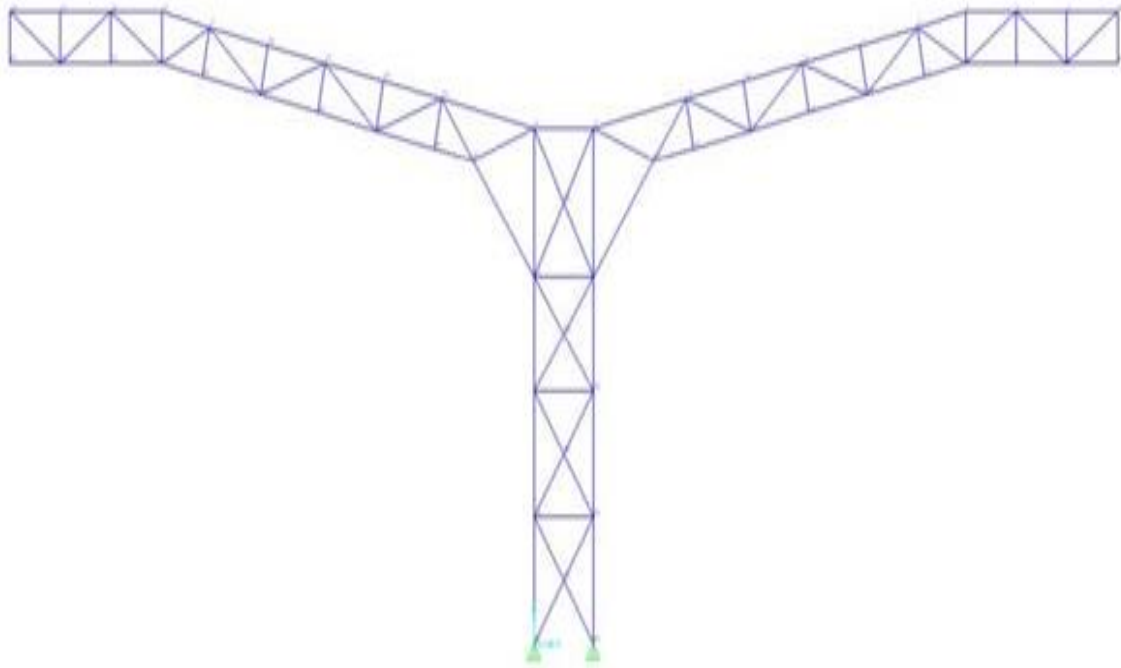
**2° DO METODO: APLICADO A LOS NUDOS DE LA BRIDA SUPERIOR**

<b>CARGA MUERTA (P<sub>D</sub>):</b>	$P_D = (W_D)(A)(B)$ ,	→	$P_D = 18.55$ kg
<b>CARGA VIVA DE TECHO (P<sub>Lr</sub>):</b>	$P_{Lr} = (W_{Lr})(A)(B)$	→	$P_{Lr} = 45.05$ kg
<b>CARGA DE VIENTO (W):</b>	$P_W = (\rho_h)(A)(B)$		
<b>BARLOVENTO:</b>	Considerando <b>presion</b> en el Barlovento:		$P_{Wp-s} = 8.60$ kg
<b>BARLOVENTO:</b>	Considerando <b>succion</b> en el Barlovento:		$P_{Ws-s} = -20.08$ kg
<b>SOTAVENTO</b>	Se tiene <b>succion</b> en el Sotavento:		$P_{Ws-s} = -17.21$ kg

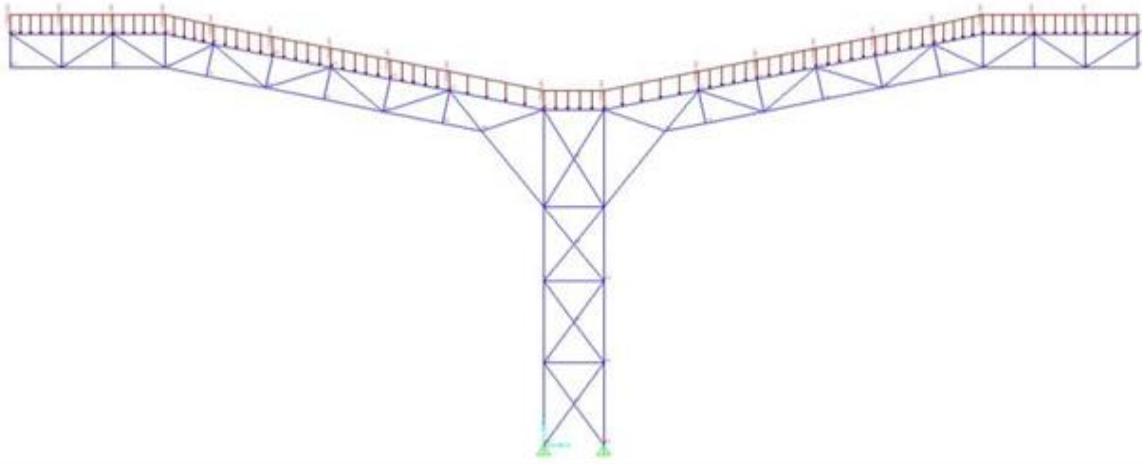
<b>COMBINACIONES DE CARGAS:</b>	ESPECIFICACION A-4.1 LRFD:	<table border="1"> <tr><td>1.4D</td></tr> <tr><td>1.2D+0.5Lr</td></tr> <tr><td>1.2D+1.3Wp-s+0.5Lr</td></tr> <tr><td>1.2D+1.3Ws-s+0.5Lr</td></tr> </table>	1.4D	1.2D+0.5Lr	1.2D+1.3Wp-s+0.5Lr	1.2D+1.3Ws-s+0.5Lr	<table border="1"> <tr><td>0.9D+1.3Wp-s</td></tr> <tr><td>0.9D+1.3Ws-s</td></tr> <tr><td>1.2D+1.6Lr+0.8Wp-s</td></tr> <tr><td>1.2D+1.6Lr+0.8Ws-s</td></tr> </table>	0.9D+1.3Wp-s	0.9D+1.3Ws-s	1.2D+1.6Lr+0.8Wp-s	1.2D+1.6Lr+0.8Ws-s
1.4D											
1.2D+0.5Lr											
1.2D+1.3Wp-s+0.5Lr											
1.2D+1.3Ws-s+0.5Lr											
0.9D+1.3Wp-s											
0.9D+1.3Ws-s											
1.2D+1.6Lr+0.8Wp-s											
1.2D+1.6Lr+0.8Ws-s											

**ANALISIS ESTRUCTURAL:**

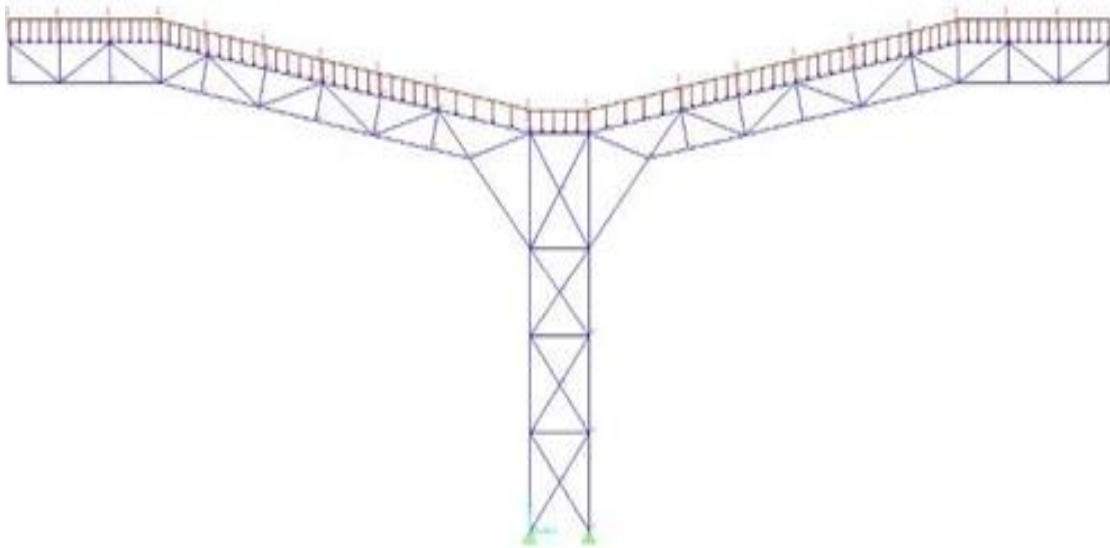
ProgramName	Version	ProgLevel
SAP2000	10.0.1	Advanced



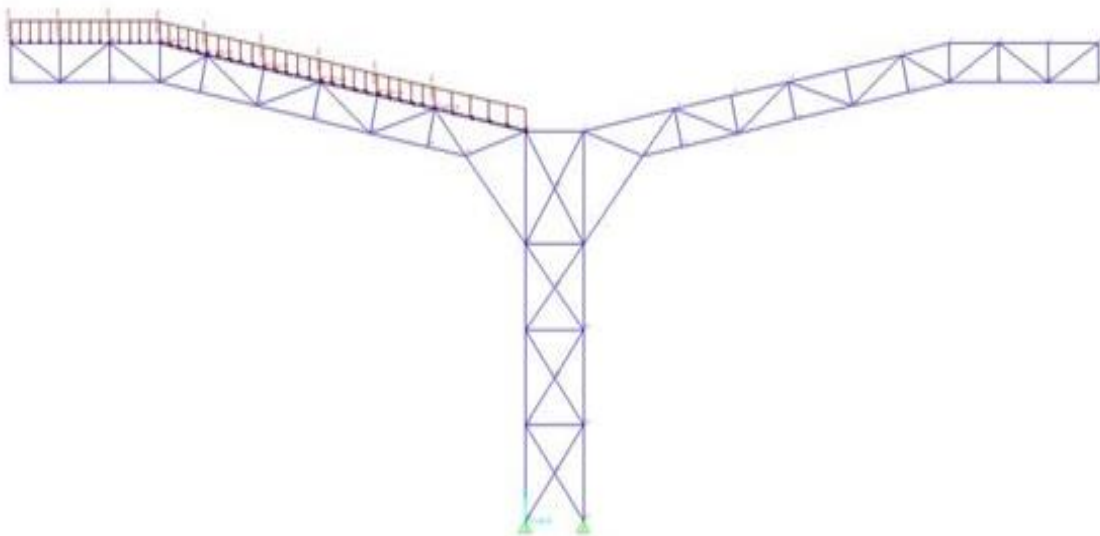
**Figura 34:** Numeración de nudos y barras (Losa deportiva)



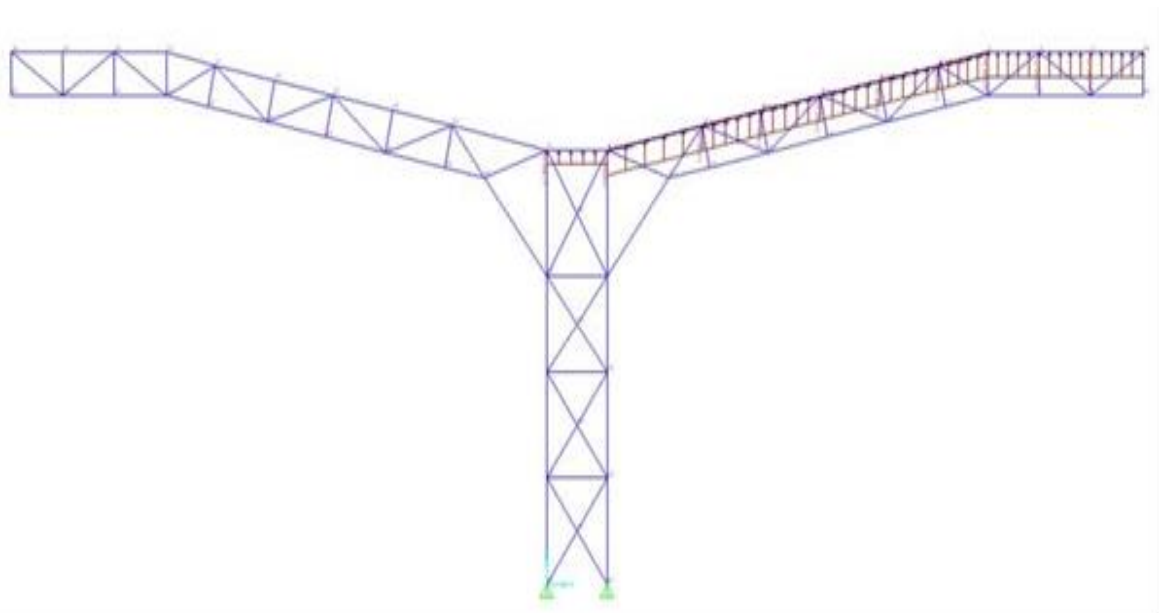
**Figura 35:** Estado carga muerta "PD" (Losa deportiva)



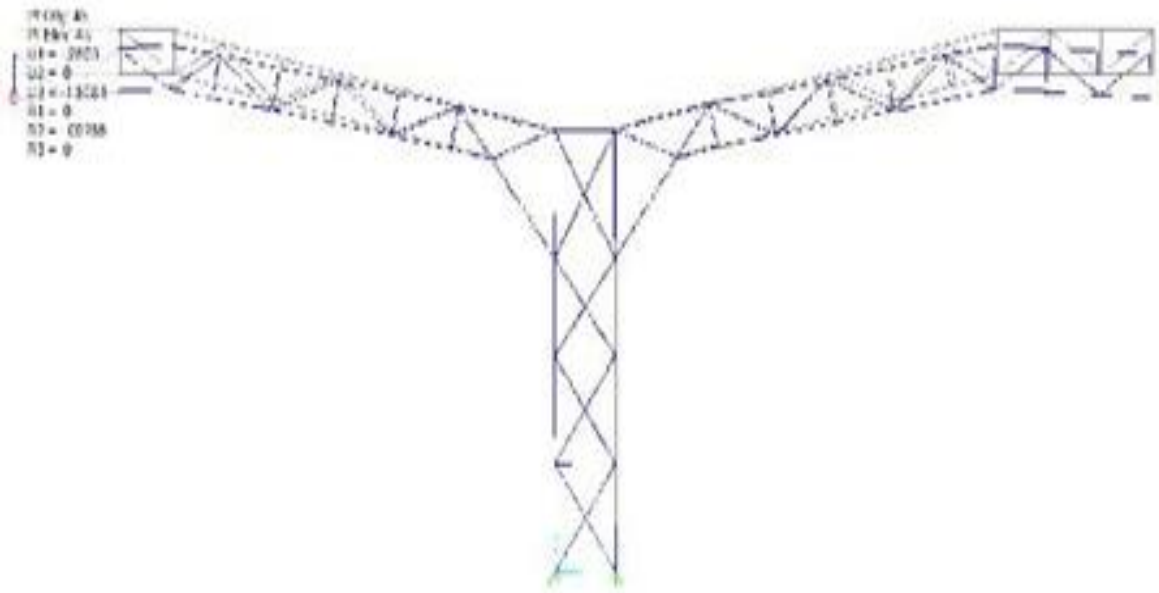
**Figura 36:** Estado carga viva de techo "PLr" (Losa deportiva)



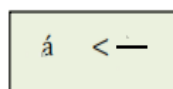
**Figura 37:** Estado carga de viento "Barlovento" (Losa deportiva)



**Figura 38:** Estado carga de viento "Sotavento" (Losa deportiva)



**Figura 39:** Diagrama-Envolvente de deformaciones (Losa deportiva)



desplamiento= 3.59 cm

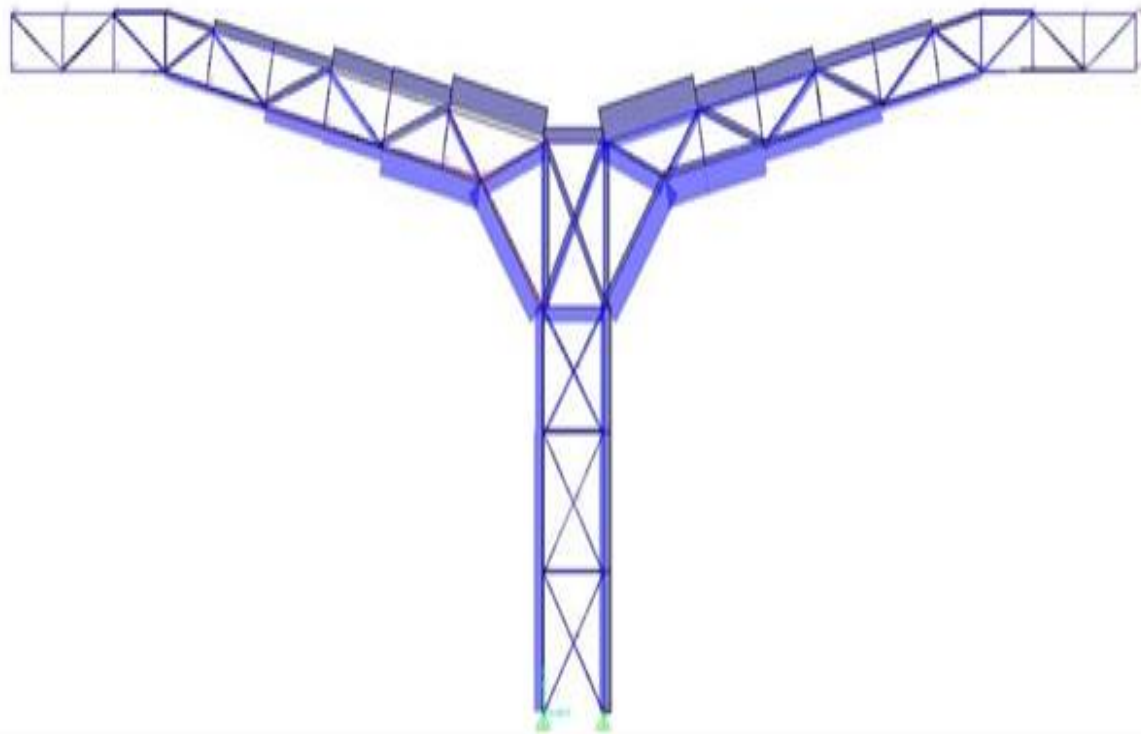
Luz Libre= 3.85 m

Desplazamiento permisible= 4.2778 cm

**3.59 < 4.28 OK**

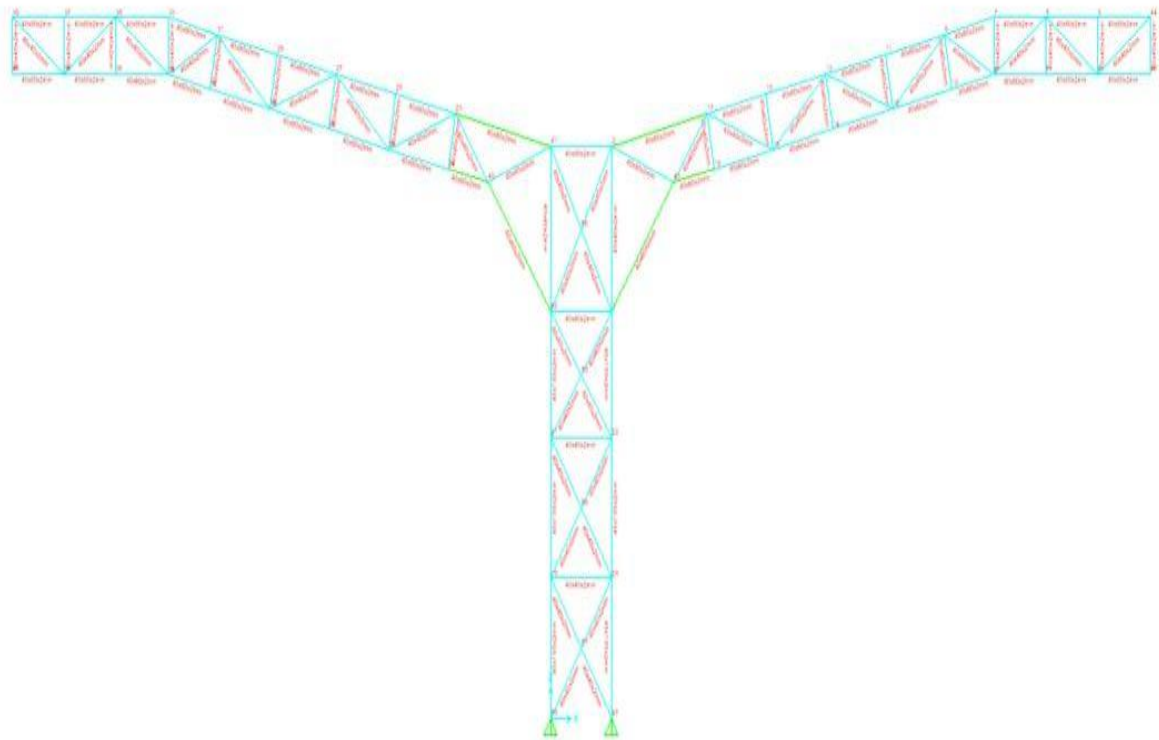
DIAGRAMA-ENVOLVENTE DE DEFORMACIONES

→ Se observa que el punto con deflexion maxima esta en la brida superior, cuyo valor se considera aceptable



(+): tracción (-): compresión

*Figura 40:* Diagrama-envolvente de fuerza axial (Losa deportiva)



*Figura 41:* Diseño de secciones (Losa deportiva)



DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DE ACERO

Tal como se puede observar los elementos llegan a pintarse de color naranja, pero no de color rojo, lo que es aceptable para el diseño

**DISEÑO DE ELEMENTOS A COMPRESION**

ESPECIFICACIONES AISC - LRFD 99:

Diseñamos a compresion porque es el mas desfavorable

$\phi = 0.85$  (en compresion) **elejimos el mas desfavorable**  
 $\phi = 0.90$  (en traccion)

$F_y = 46$  KSI

esfuerzo critico en compresion, para acero A500 .....(4)

$\frac{Kl}{r} = 60$  esbeltes admisible  $\rightarrow r > Kl/60$  .....(5)

$F_{cr} = (0.658^{\ell^2/c^2}) F_y$  esfuerzo admisible (Ksi), .....(6)

donde:  $\phi = 0.85$  (en compresion) y  $\ell_c = \frac{Kl}{\phi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}} \rightarrow A_g = \frac{P_u}{\phi F_{cr}}$  .....(7)

**DISEÑO DE BRIDAS**

Barra mas critica:
N° 1

$P_u = 4515.00$  Kg = 9.94 Kips } requiere:  
 $L = 0.350$  m = 13.78 pulg }  $A_g = 0.256$  pulg<sup>2</sup>  
 de (5):  $r > 0.230$  pulg

→ Se elige perfil:

HSS4X2X1/8
RECTANGULAR

→  $A_g = 1.300$  pulg<sup>2</sup> >  $A_g$  ..... OK  
 $r_x = 1.430$  pulg >  $r$  ..... OK  
 $r_y = 0.830$  pulg >  $r$  ..... OK

**VERIFICACION POR ESBELTES:**

de (7):  $\lambda_c = 0.122 < 1.5$  ... OK }  $P_{uadm} = \phi(F_{cr})(A_g) = 50.51$  Kips >  $P_u$  ..... OK  
 de (6):  $F_{cr} = 45.714$  Ksi

**VERIFICACION POR PANDEO LOCAL:**

$\ell = \frac{b}{T}$  }  $\frac{b}{T} = \frac{2}{2/16} = 0.116$  " }  $\lambda = 17.24$  ,  $\frac{b}{t} \leq \frac{76}{\sqrt{F_y}} = 11.206 > \lambda$  (no existe pandeo local)

**VERIFICACION POR PANDEO FLEXOTORSIONAL:**

Del perfil:  $X_{cg} = 1.000$  pulg }  $r_o^2 = x_o^2 + y_o^2 + r_x^2 + r_y^2 = 7.734$  pulg }  $H = 1 - \left[ \frac{x_o^2 + y_o^2}{r_o^2} \right] = 0.916$  pulg  
 $Y_{cg} = 2.000$  pulg }  
 $G = 11200$  Ksi

$b_1 = b_2 = b - T/2 = 1.94$  pulg }  $J = \frac{b_1 t_1^3 + b_2 t_2^3}{3} = 0.00404$

$\ell_c = \frac{Kl}{\phi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}} = 0.1222 < 0.15$  }  $S: \ell_c \leq 1.5$  }  $F_{cry} = (0.658^{\ell^2/c^2}) F_y$  }  $F_{cry} = 45.714$  Ksi  
 $S: \ell_c > 1.5$  }  $F_{cry} = \frac{0.877}{\ell^2/c^2} F_y$  }  $F_{cry} = 2703.35$  Ksi

Como:  $\ell_c < 0.15$  }  $F_{cry} = 45.7136$  Ksi

luego:  $F_{crz} = \frac{GJ}{A r_o^2} = 0.58217121$  }  $F_{cft} = \frac{F_{cft} + F_{crz}}{2H} \left[ 1 - \frac{4 F_{cry} F_{crz} H}{(F_{cry} + F_{crz})^2} \right] = 19.8705$  Ksi

luego:  $P_n = \phi_c F_{cft} A_g = 21.957$  Kips >  $P_u = 9.94$  OK } **HSS4X2X1/8**  
 para toda la brida superior

## Diseño de componentes metálicos en losa deportiva (tijeral un ala)

### Losas deportivas-tijeral un ala

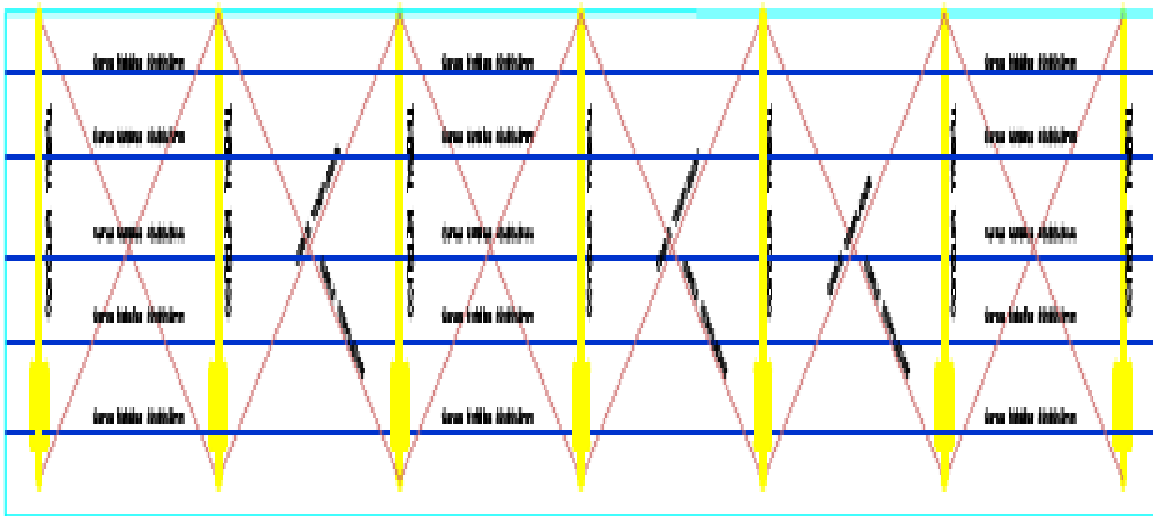


Figura 42: Planta general – Tijeral un ala (Losas deportivas)

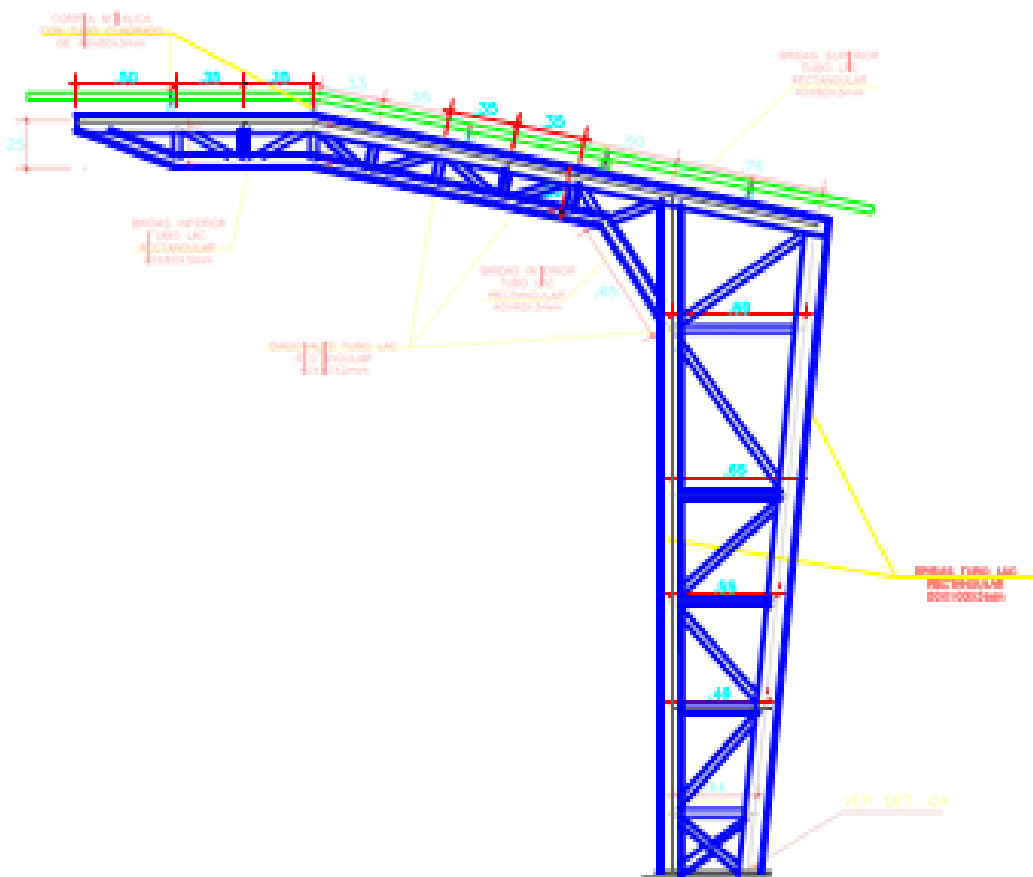


Figura 43: Arco metálico más crítico- Tijeral un ala (Losas deportivas)

**PROPIEDADES DE LOS MATERIALES**

**elegir**

esfuerzo critico en compresion, para acero **A500**

<b>ACERO :</b>	Arcos metalicos:	Fy = 46 KSI	λc = 7.85 Tn/m3,	Ec = 2,000,000 Kg/cm2 = 29000 KSI
		Fu = 58 KSI	u = 0.30	
	corrugado:	Fy = 4200 Kg/cm2,	λc = 7.85 Tn/m3,	Ec = 2,100,000 Kg/cm2

<b>SOLDADURA:</b>	Electrodos:	Fexx = 60 KSI	(E70 XX - AWS, para acero liso)
		Fexx = 70 KSI	(E70 XX - AWS, para acero corrug.)
<b>COBERTURA:</b>		Pu = 4.94 kg/m <sup>2</sup>	(Plancha; catalogo fabricante)

**DISEÑO DE ARCOS METALICOS**

**PRE-DIMENCIONAMIENTO**

**SECCION DE ELEMENTOS DEL ARCO:**

Para un calculo inicial, se asume para todos los elementos:

**-A = 5.00 cm<sup>2</sup>**

**TIPOS DE CARGAS:**

Identificando los tipos de cargas intervinientes en la Estructura:

**CARGA MUERTA (D):**

Cobertura (catalogo fabricante):

Estructura metalica (estimado a verificar):

D1 = 4.94 kg/m <sup>2</sup>	correa	Separacion entre correas
D2 = 6.92 kg/m <sup>2</sup>	<b>40x80x3mm</b>	<b>0.75</b>

→ **WD = 11.86 kg/m<sup>2</sup>**

**CARGA VIVA DE TECHO (Lr):**

NTP E.020 - 2006

→ **WLr = 30.00 kg/m<sup>2</sup>**

**CARGA DE VIENTO (W):**

**Vh = 61.58 km/h**

*esta formula es para edificaciones menores a 10 metros, pero la velocidad no debe ser menor a 75 km/h. para edificaciones mayores a 10 metros se tomara la velocidad Vh=mapa eolico*

h =	<b>4.08</b> m
V local =	<b>55.00</b> km/h, > 75km/h
Vpermisible =	75 km/h

NTP E.030 - 2006 → Vh = **61.58** km/h (Mapa Eolico del Perú, zona central)

θ = 0%	= 0.00 ° = pendiente mas baja de la superficie, en grados (°)
θ = 100.0%	= 45.00 ° = pendiente promedio de la superficie, en grados (°)
θ = 5728.6%	= 89.00 ° = pendiente maxima de la superficie, en grados (°)

NTP E.020 - 2007 →  $P_h = 0.005 \cdot C_x \cdot V_h^2$

donde: Ph = Presión o succión del viento a una altura "h" perpendicular a la superficie, para "h" < 10m (kg/m2)

SELECCIONAR	θ °	barlovento	sotavento
<b>6</b>	Superficies inclinadas a 15° o menos	0.30	-0.60
		-0.70	

C = factor de forma adimensional (de tabla izquierda)

(El signo positivo indica presión y el negativo succión)

**BARLOVENTO:** Considerando **presion** en el Barlovento:

C = 0.30 → **ρh = 5.69 kg/m<sup>2</sup>**

**BARLOVENTO:** Considerando **succion** en el Barlovento:

C = -0.70 → **ρh = -13.27 kg/m<sup>2</sup>**

**SOTAVENTO** Se tiene **succion** en el Sotavento:

C = -0.60 → **ρh = -11.37 kg/m<sup>2</sup>**

**METRADO DE CARGAS:**

Calculando las cargas concentradas sobre los nudos de la brida superior:

A T = ancho tributario entre tijerales (m) = **4.29** m

B = ancho tributario entre nudos de brida superior(m) = **0.35** m

Cantidad de perfiles de cada tijeral = **1.00**

A = ancho tributario entre perfiles metalicos ( **4.29** m



**1° ER METODO: APLICADO A LA BRIDA SUPERIOR**

<b>CARGA MUERTA (<math>P_D</math>):</b>	$P_D = (W_D)(A)$	→	$P_D = 50.88$ kg
<b>CARGA VIVA DE TECHO (<math>P_{Lr}</math>):</b>	$P_{Lr} = (W_{Lr})(A)$	→	$P_{Lr} = 128.70$ kg
<b>CARGA DE VIENTO (W):</b>	$P_W = (\rho_h)(A)$		
	Barlovento_PRESION	→	$P_{Wp-s} = 24.40$ kg
	Barlovento_SUCCION	→	$P_{Wx} = -56.93$ kg
	SOTAVENTO_SUCCION	→	$P_{Wy} = -48.80$ kg

**2° DO METODO: APLICADO A LOS NUDOS DE LA BRIDA SUPERIOR**

<b>CARGA MUERTA (<math>P_D</math>):</b>	$P_D = (W_D)(A)(B)$	→	$P_D = 17.81$ kg
<b>CARGA VIVA DE TECHO (<math>P_{Lr}</math>):</b>	$P_{Lr} = (W_{Lr})(A)(B)$	→	$P_{Lr} = 45.05$ kg
<b>CARGA DE VIENTO (W):</b>	$P_W = (\rho_h)(A)(B)$		
<b>BARLOVENTO:</b>	Considerando <b>presion</b> en el Barlovento:		$P_{Wp-s} = 8.54$ kg
<b>BARLOVENTO:</b>	Considerando <b>succion</b> en el Barlovento:		$P_{Ws-s} = -19.93$ kg
<b>SOTAVENTO</b>	Se tiene <b>succion</b> en el Sotavento:		$P_{Ws-s} = -17.08$ kg

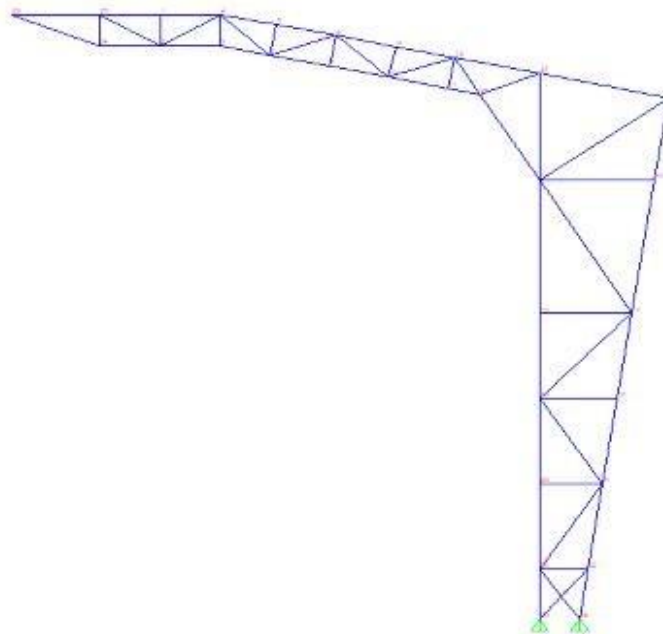
**COMBINACIONES DE CARGAS:** ESPECIFICACION A-4.1 LRFD:

1.4D
1.2D+0.5Lr
1.2D+1.3Wp-s+0.5Lr
1.2D+1.3Ws-s+0.5Lr

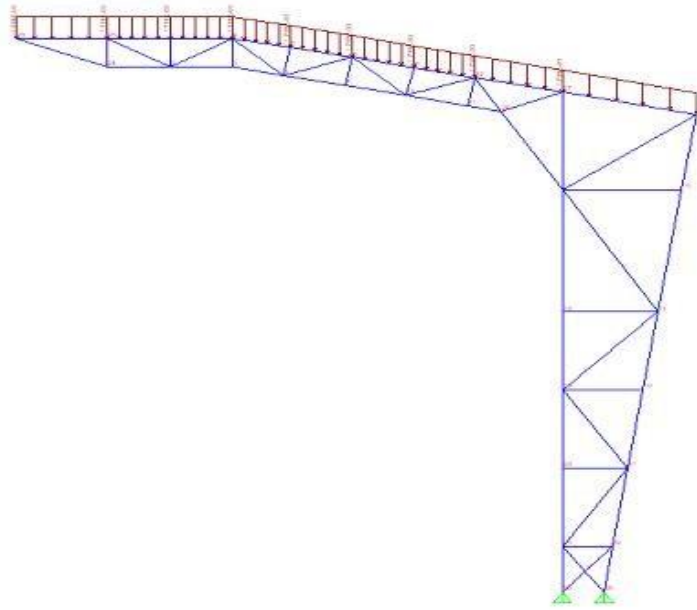
0.9D+1.3Wp-s
0.9D+1.3Ws-s
1.2D+1.6Lr+0.8Wp-s
1.2D+1.6Lr+0.8Ws-s

**ANALISIS ESTRUCTURAL:**

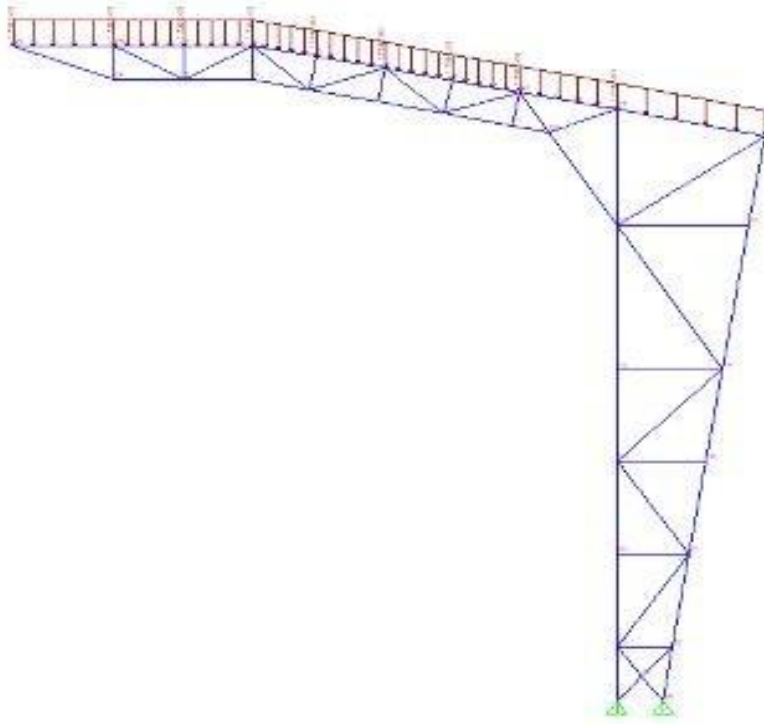
ProgramName	Version	ProgLevel
SAP2000	10.0.1	Advanced



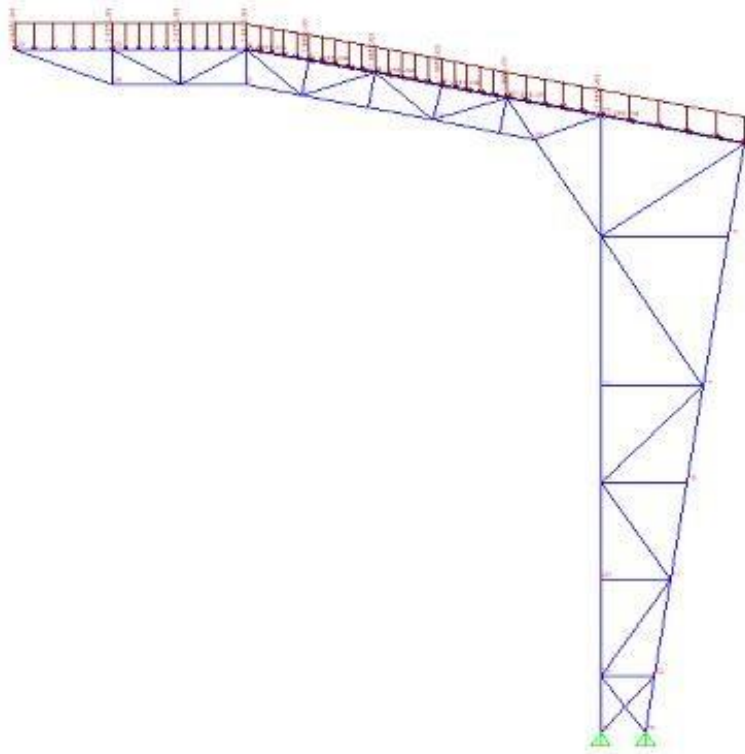
**Figura 44:** Numeración de nudos y barras - Tijeral un ala (Losa deportiva)



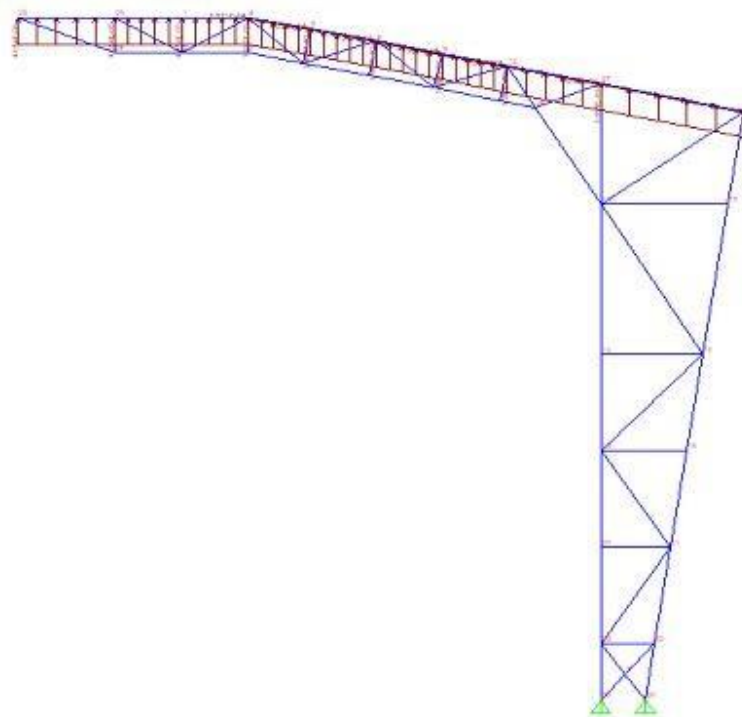
**Figura 45:** Estado carga muerta “PD”- Tijeral un ala (Losa deportiva)



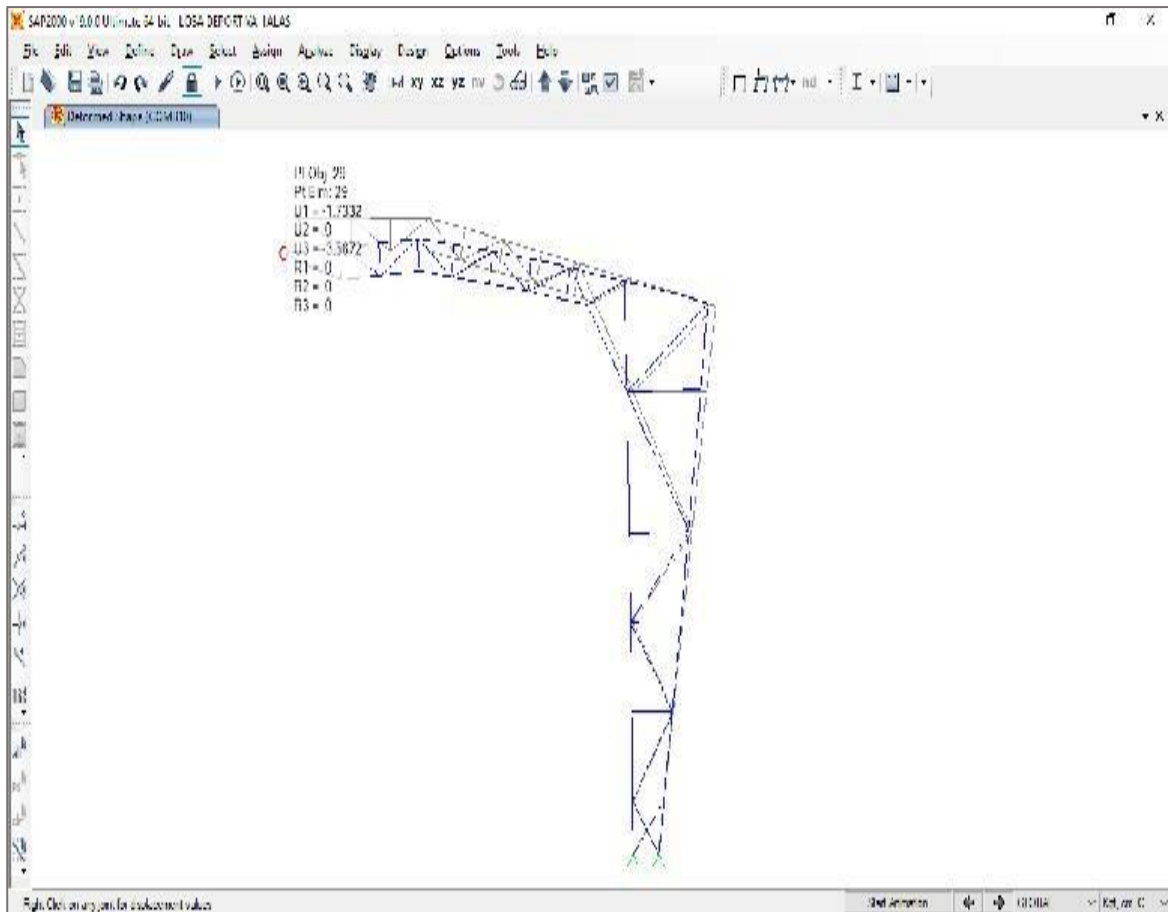
**Figura 46:** Estado carga viva de techo “PLr” - Tijeral un ala (Losa deportiva)



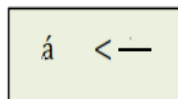
**Figura 47:** Estado de carga de viento (Barlovento)- Tijeral un ala (Losa deportiva)



**Figura 48:** Estado carga de viento (Sotavento) - Tijeral un ala (Losa deportiva)



**Figura 49:** Diagrama-envolvente de deformaciones - Tijeral un ala (Losa deportiva)



desplamiento= 3.59 cm

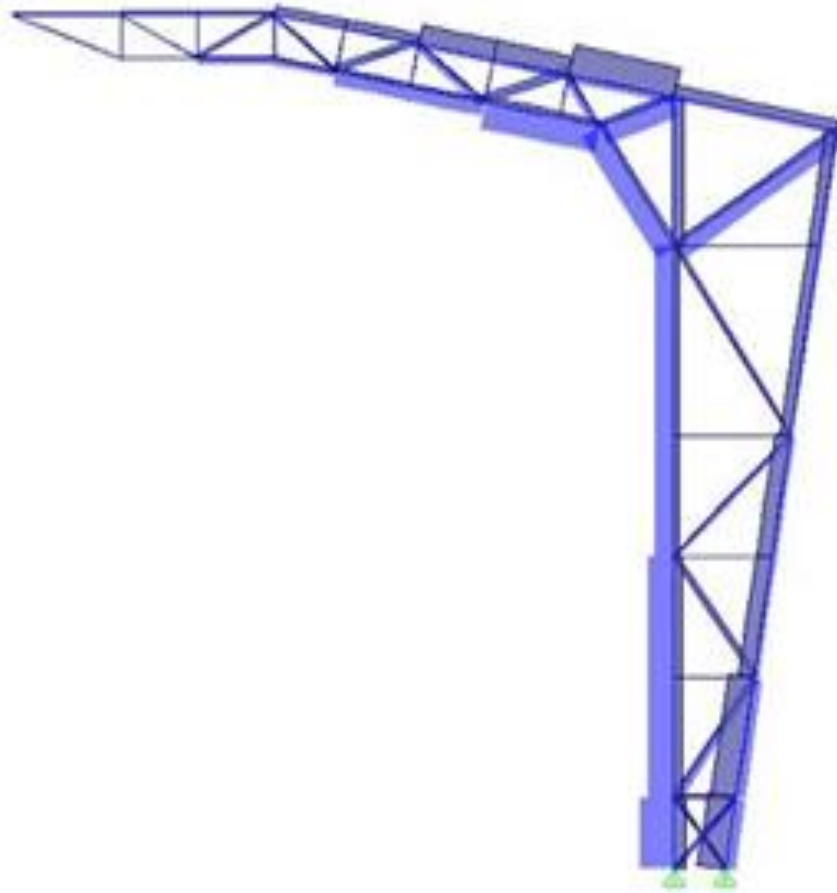
Luz Libre= 3.85 m

Desplazamiento permisible= 4.2778 cm

**3.59 < 4.28 OK**

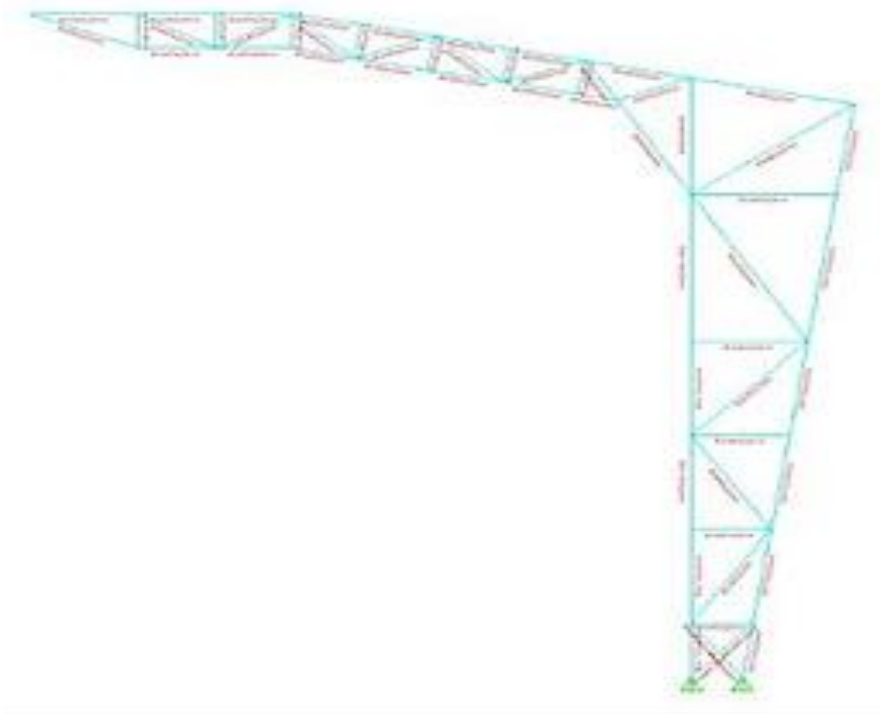
DIAGRAMA-ENVOLVENTE DE DEFORMACIONES

→ Se observa que el punto con deflexion maxima esta en la brida superior, cuyo valor se considera aceptable



(+): tracción (-): compresión

**Figura 50:** Diagrama-envolvente de fuerza axial - Tijeral un ala (Losa deportiva)



**Figura 51:** Diseño de secciones - Tijeral un ala (Losa deportiva)



DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DE ACERO

Tal como se puede observar los elementos llegan a pintarse de color naranja, pero no de olor rojo, lo que es aceptable para el diseño

**DISEÑO DE ELEMENTOS A COMPRESION**

ESPECIFICACIONES AISC - LRFD 99:

Diseñamos a compresion porque es el mas desfavorable

$\phi = 0.85$  (en compresion) **elejimos el mas desfavorable**  
 $\phi = 0.90$  (en traccion)

$F_y = 46$  KSI

esfuerzo critico en compresion, para acero A500 .....(4)

$\frac{Kl}{r} = 60$

esbeltes admisible  $\rightarrow r > Kl/60$  .....(5)

$F_{cr} = (0.658^{\ell_c^2}) F_y$

esfuerzo admisible (Ksi), .....(6)

donde:  $\phi = 0.85$  (en compresion) y  $\ell_c = \frac{Kl}{\phi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}} \rightarrow A_g = \frac{P_u}{\phi F_{cr}}$  .....(7)

**DISEÑO DE BRIDAS**

Barra mas critica:
N° 1

de (5):  $r > 0.230$  pulg } requiere:  $A_g = 0.565$  pulg<sup>2</sup>

$P_u = 9960.00$  Kg = 21.94 Kips  
 $L = 0.350$  m = 13.78 pulg

$\rightarrow$  Se elige perfil:

HSS4X2X1/8
RECTANGULAR

$\rightarrow A_g = 1.300$  pulg<sup>2</sup> >  $A_g$  ..... **OK**  
 $r_x = 1.430$  pulg >  $r$  ..... **OK**  
 $r_y = 0.830$  pulg >  $r$  ..... **OK**

**VERIFICACION POR ESBELTES:**

de (7):  $\lambda_c = 0.122 < 1.5$  ... **OK** }  $P_{uadm} = \phi(F_{cr})(A_g) = 50.51$  Kips >  $P_u$  **OK**  
 de (6):  $F_{cr} = 45.714$  Ksi

**VERIFICACION POR PANDEO LOCAL:**

$\ell = \frac{b}{T}$  }  $b = 2 = 2.00$  " }  $\lambda = 17.24$ ,  $\frac{b}{t} \leq \frac{76}{\sqrt{F_y}} = 11.206 > \lambda$  (no existe pandeo local)  
 $T = 2/16 = 0.116$  "

**VERIFICACION POR PANDEO FLEXOTORSIONAL:**

Del perfil:  $X_{cg} = 1.000$  pulg }  $\bar{r}_o^2 = x_o^2 + y_o^2 + r_x^2 + r_y^2 = 7.734$  pulg }  $H = 1 - \left[ \frac{x_o^2 + y_o^2}{\bar{r}_o^2} \right] = 0.916$  pulg  
 $Y_{cg} = 2.000$  pulg }  
 $G = 11200$  Ksi }  $b_1 = b_2 = b - T/2 = 1.94$  pulg }  $J = \frac{b_1 t_1^3 + b_2 t_2^3}{3} = 0.004$

$\ell_c = \frac{Kl}{\phi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}} = 0.1222 < 0.15$  }  $S: \ell_c \leq 1.5$  }  $F_{cry} = (0.658^{\ell_c}) F_y$  }  $F_{cry} = 45.714$  Ksi  
 $S: \ell_c > 1.5$  }  $F_{cry} = \frac{0.877}{\ell_c^2} F_y$  }  $F_{cry} = 2703.35$  Ksi

Como:  $\ell_c < 0.15$  }  $\rightarrow F_{cry} = 45.7136$  Ksi

luego:  $F_{crz} = \frac{GJ}{A \bar{r}_o^2} = 0.5821712$  }  $F_{crft} = \frac{F_{crft} + F_{crz}}{2H} \left[ 1 - \sqrt{\frac{4 F_{cry} F_{crz} H}{(F_{cry} + F_{crz})^2}} \right] = 19.8705$  Ksi

luego:  $P_n = \phi_c F_{crft} A_g = 21.957$  Kips >  $P_u = 21.94$  **OK** }  $\rightarrow$  **HSS4X2X1/8** para toda la brida superior

## Diseño de estructuras de concreto armado

Fue necesario además conocer el diseño arquitectónico

### 1. Normas de diseño

Se ha considerado como código básico para el diseño de las estructuras existentes, el Reglamento Nacional de Edificaciones, teniendo en consideración para el presente proyecto las siguientes Normas Técnicas.

E.020	Cargas
E.030-2016	Diseño Sismo – Resistente
E.060	Concreto Armado
E.070	Albañilería

En conjunto, estas normas incluyen consideraciones detalladas para la carga muerta, carga viva, carga de sismo, métodos aceptados de análisis y diseño, factores de carga y coeficientes de seguridad para cada uno de los elementos estructurales y materiales.

### 2. Especificaciones de la estructura

Resistencia del concreto	:	$f^c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
Resistencia del acero	:	$f^y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
Presión admisible del suelo	:	$\sigma = 0.95 \text{ Kg/cm}^2$

### 3. Parámetros sísmicos

Los parámetros sísmicos considerados para el análisis de la estructura en estudio fueron los siguientes:

a. Parámetros de zona	:	Zona = 3
Z (factor de zona)	=	0.35
b. Parámetros de suelo	:	Tipo de suelo = S2
S (factor de suelo)	=	1.15
$T_p$	=	0.6 seg.
c. Parámetros de suelo	:	Categoría de la edificación = B
U (factor de uso)	=	1.3

- d. Configuración estructural : Estructura regular
- e. Coeficiente de Reducción:  $R= 8$  Sistema Aporticado
- f. En la Dirección X-X y Y-Y: Resistencia es gobernada por pórticos de concreto armado para resistir las solicitaciones  $R=RX=RY=8$ .

Factor de Amplificación Sísmica:  $C= 2.5 \times (T/T_p) \leq 2.5$

#### 4. Estructura proyectada

La configuración estructural de las edificaciones está definida por sistemas de pórticos de concreto. La rigidez lateral está conformada por pórticos de concreto.

#### 5. Análisis estructural

El análisis de la estructural se hace realizado mediante métodos elásticos y lineales, apoyados por un análisis matricial efectuado por el programa de análisis estructural ETABS v.16.2, SAP2000 v.19.1, SAFE v.12, con el fin de modelar estructuralmente todas las estructuras y obtener los datos para su diseño definitivo.

#### 6. Análisis por cargas de gravedad

Para el análisis para las cargas de gravedad, se consideró el peso propio de la estructura, y las sobrecargas mínimas establecidas por el Reglamento Nacional de Edificaciones, es su norma E.020 Cargas.

#### 7. Análisis sísmico

Para determinar los esfuerzos producidos por un movimiento sísmico se realizó un análisis Dinámico, cuyos espectros corresponden a:

Espectro Pórtico en dirección X:  $\frac{ZUSC}{R_x}$  donde  $R_x= 8$

$C =$  Factor de amplificación sísmica en función del periodo del suelo y de la estructura, con un valor máximo de 2.5

9.81 = Aceleración de la gravedad

El cálculo de los espectros fue realizado con los valores obtenidos de la Norma E.030, tanto para la dirección X e Y, cuyo sistema funciona netamente con el sistema aporticado.

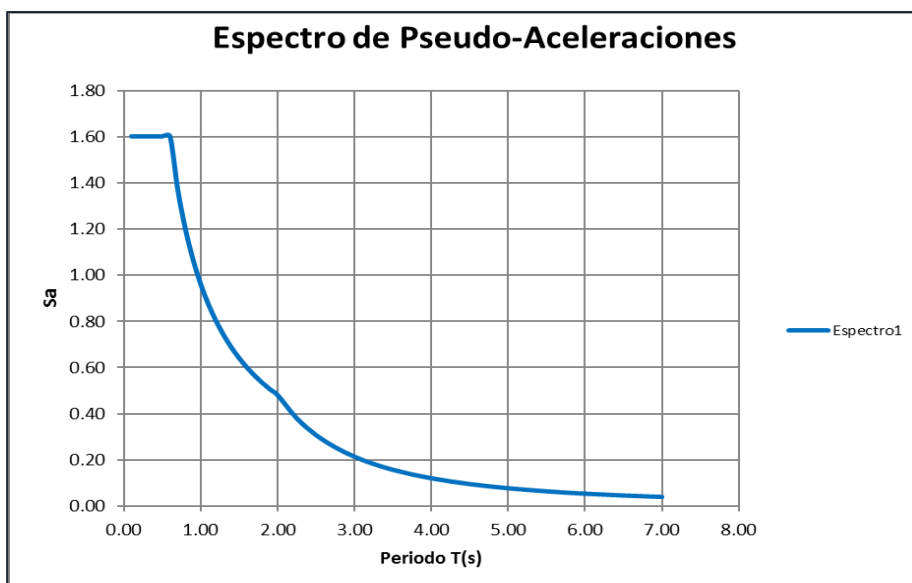
### Determinación del espectro de pseudo aceleraciones (Aporticado)

DETERMINACIÓN DEL ESPECTRO DE PSEUDO-ACELERACIONES				
<b>Parametros de Cálculo</b>				
<b>FACTOR DE ZONA "Z"</b>				
Zona	Factor de Zona "Z"			
3	0.35			
<b>SISTEMA ESTRUCTURAL "R"</b>				
Sistema Estructural	Estructura	Si es: <b>Portico de Acero</b>	Coeficiente de Reducción "R"	
Pórticos de Concreto Armado	Regular	<b>OMF</b>	8	
<b>CATEGORIA DE EDIFICACION "U"</b>				
Categoría	Importancia	Factor "U"		
B	Edificaciones Importantes	1.30		
<b>PARAMETROS DEL SUELO "S"</b>				
Tipo	Descripción	Tp(s)	TL	Factor "S"
S2	Suelos Intermedios	0.60	2	1.15
Gravedad "g" (m/s <sup>2</sup> )	9.81			

Considerando la utilización de factores de amplificación sísmica(C), desde su valor máximo en forma descendente, valores de periodos de forma ascendente (T) y la aceleración espectral (Sa) con valores de forma descendente.

**Tabla 1***Factores de amplificaciones sísmica*

Factor de Amplificación Sísmica	Periodo	Aceleración Espectral
C	T	S <sub>a</sub>
2.50	0.10	1.60
2.50	0.20	1.60
2.50	0.30	1.60
2.50	0.40	1.60
2.50	0.50	1.60
2.50	0.60	1.60
2.14	0.70	1.37
1.88	0.80	1.20
1.67	0.90	1.07
1.50	1.00	0.96
1.36	1.10	0.87
1.25	1.20	0.80
1.15	1.30	0.74
1.07	1.40	0.69
1.00	1.50	0.64
0.94	1.60	0.60
0.88	1.70	0.57
0.83	1.80	0.53
0.79	1.90	0.51
0.75	2.00	0.48
0.59	2.25	0.38
0.48	2.50	0.31
0.40	2.75	0.25
0.33	3.00	0.21
0.28	3.25	0.18
0.24	3.50	0.16
0.21	3.75	0.14
0.19	4.00	0.12
0.17	4.25	0.11
0.15	4.50	0.10
0.13	4.75	0.09
0.12	5.00	0.08
0.11	5.25	0.07
0.10	5.50	0.06
0.09	5.75	0.06
0.08	6.00	0.05
0.07	6.50	0.05
0.06	7.00	0.04



Considerando las siguientes combinaciones de carga:

#### Table 4.4 - Load Combinations

Leyenda:

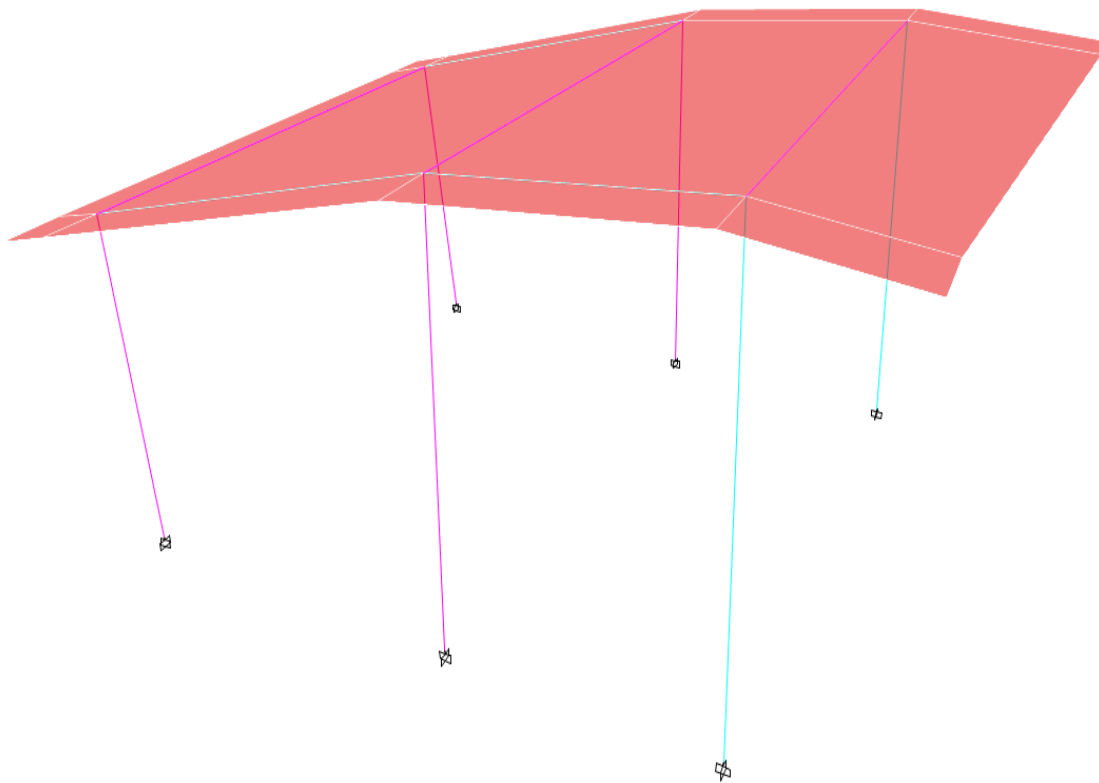
Dead : Carga Muerta

Live : Carga Viva

SISMO X : Carga Sísmica (incluye la DETERMINACIÓN DEL ESPECTRO DE PSEUDO-ACELERACIONES (Norma E.030 2016 - Perú)

SISMO Y : Carga Sísmica (incluye la DETERMINACIÓN DEL ESPECTRO DE PSEUDO-ACELERACIONES (Norma E.030 2016 - Perú)

#### 8. Modelamientos y análisis de resultados Edificación N° 01–Administración



*Figura 52:* Modelamiento estructural (Edif. N°01-Administración)



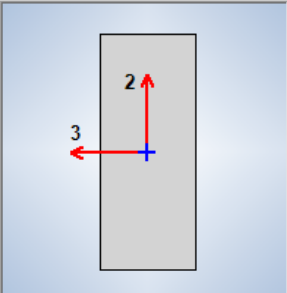
**Figura 53:** Modelamiento estructural elementos tipo Shell y frame (Edif . N°01-Administracion)

## Determinación de Secciones de vigas

### Viga principal 101 - (25x60)

Frame Section Property Data

General Data	
Property Name	V 25 X 60
Material	CONCRETO 210
Notional Size Data	Modify/Show Notional Size...
Display Color	Change...
Notes	Modify/Show Notes...
Shape	
Section Shape	Concrete Rectangular
Section Property Source	
Source:	User Defined
Section Dimensions	
Depth	60 cm
Width	25 cm



**Property Modifiers**

Modify/Show Modifiers...  
Currently Default

**Reinforcement**

Modify/Show Rebar...

### Viga principal 102 - (30x60)

Frame Section Property Data

**General Data**

Property Name: V 30 X 60

Material: CONCRETO 210

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color:  Change...

Notes: Modify/Show Notes...

**Shape**

Section Shape: Concrete Rectangular

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

Depth: 60 cm

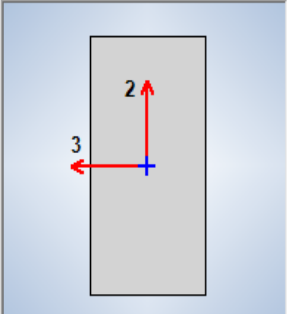
Width: 30 cm

**Property Modifiers**

Modify/Show Modifiers...  
Currently Default

**Reinforcement**

Modify/Show Rebar...



### Viga secundaria 101 - (30x35)

Frame Section Property Data

**General Data**

Property Name: V 30 X 35

Material: CONCRETO 210

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color:  Change...

Notes: Modify/Show Notes...

**Shape**

Section Shape: Concrete Rectangular

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

Depth: 35 cm

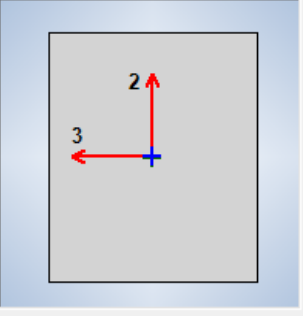
Width: 30 cm

**Property Modifiers**

Modify/Show Modifiers...  
Currently Default

**Reinforcement**

Modify/Show Rebar...





## Determinación de Sección de columnas

### Columna 25x40

Frame Section Property Data

**General Data**

Property Name: C 25 X 40

Material: CONCRETO 210

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color:   Change...

Notes: Modify/Show Notes...

**Shape**

Section Shape: Concrete Rectangular

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

Depth: 40 cm

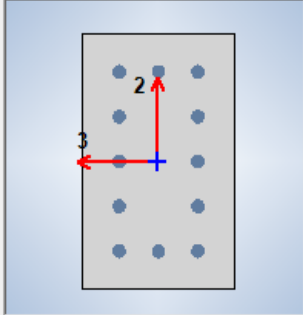
Width: 25 cm

**Property Modifiers**

Modify/Show Modifiers...  
Currently Default

**Reinforcement**

Modify/Show Rebar...



### Columna 30x30

Frame Section Property Data

**General Data**

Property Name: C 30 X 30

Material: CONCRETO 210

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color:   Change...

Notes: Modify/Show Notes...

**Shape**

Section Shape: Concrete Rectangular

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

Depth: 30 cm

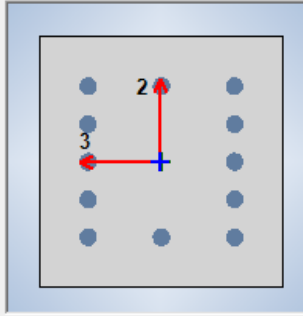
Width: 30 cm

**Property Modifiers**

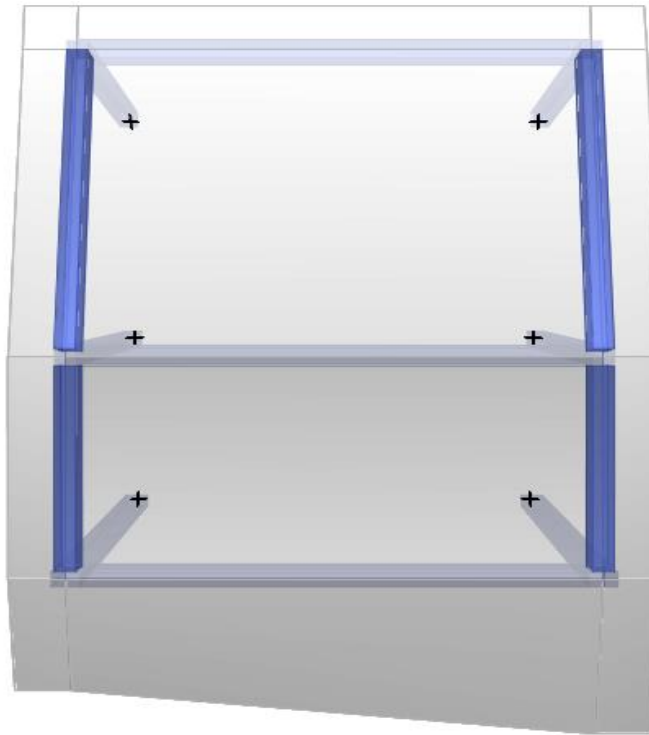
Modify/Show Modifiers...  
Currently Default

**Reinforcement**

Modify/Show Rebar...



### Vista en planta y 3d de estructura modelada

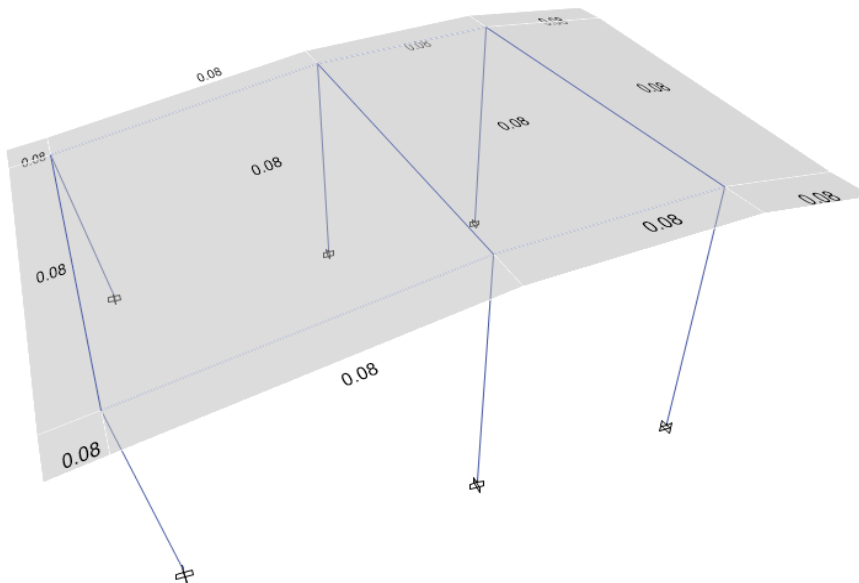


*Figura 54:* Vista en planta y 3d modelada (Edif . N°01-Administracion)

### Análisis sísmico

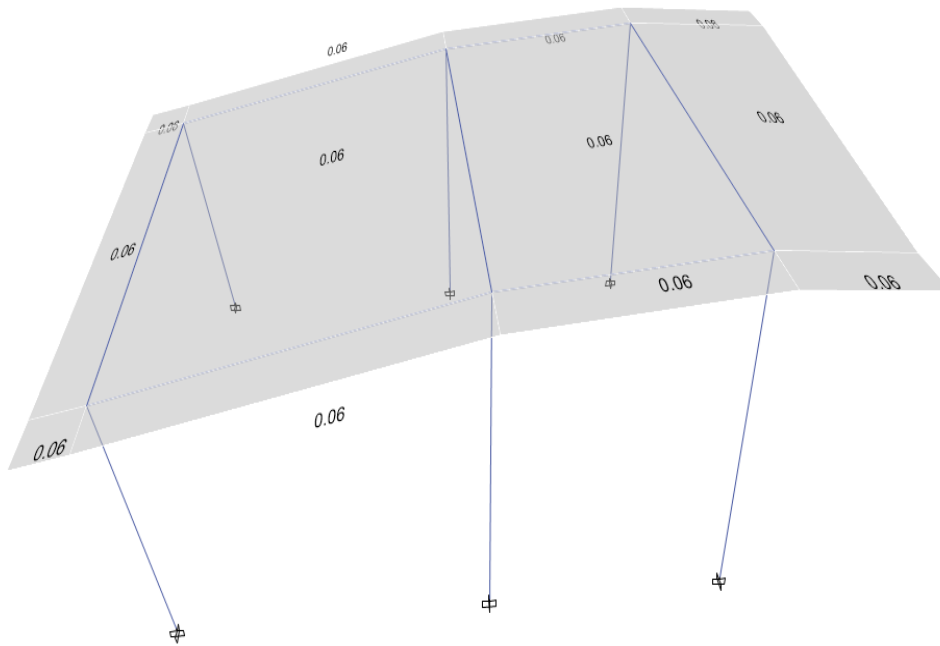
### Vista en 3d de cargas vivas y muertas

**Carga Muerta: 0.08 t/m<sup>2</sup> o 80kg/m<sup>2</sup>**



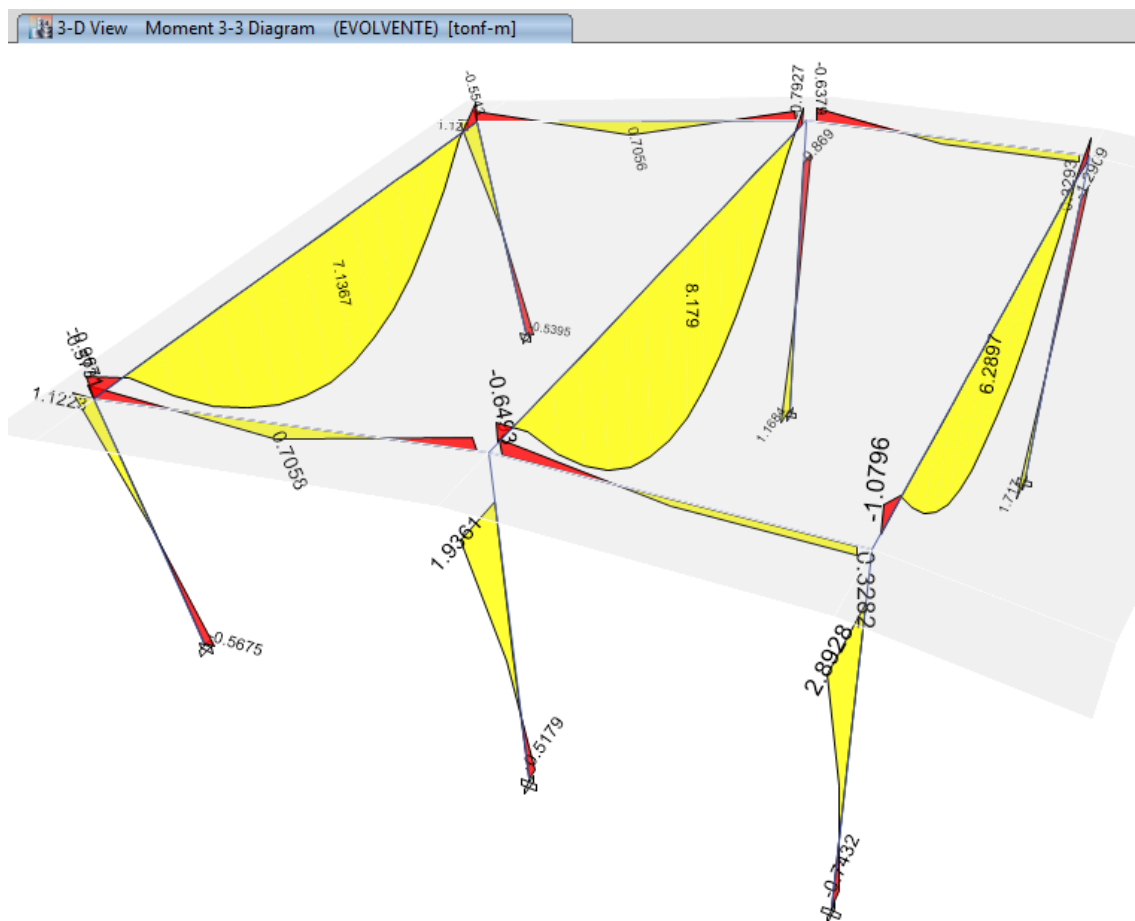
*Figura 55:* Vista 3d modelada – carga muerta (Edif . N°01-Administracion)

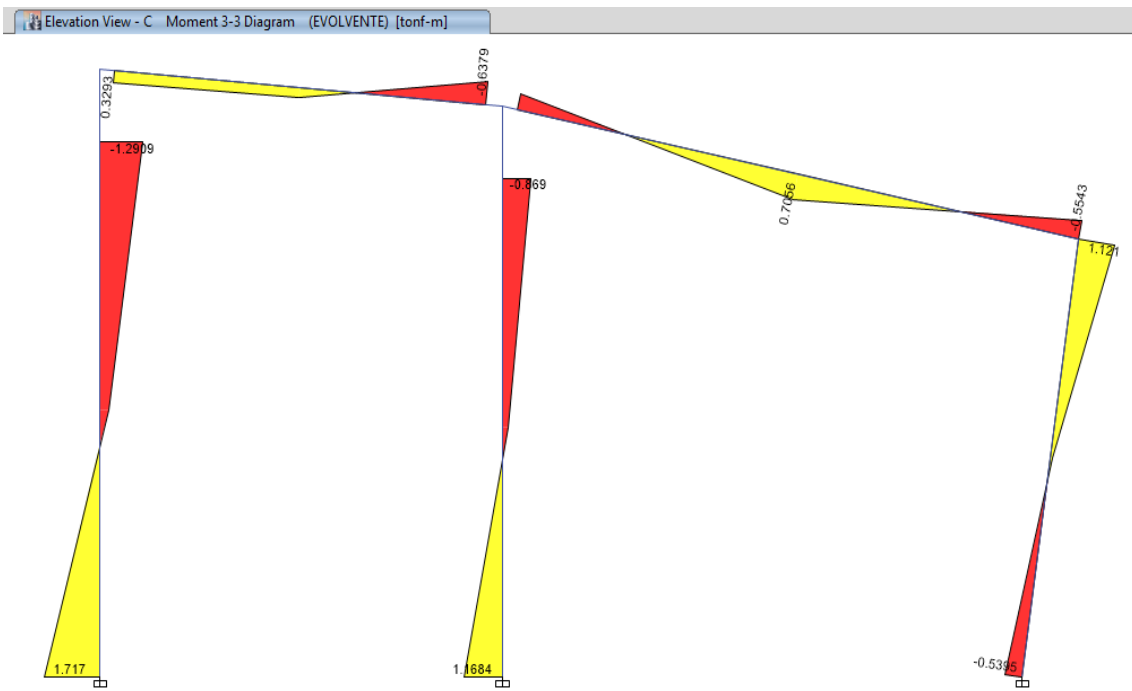
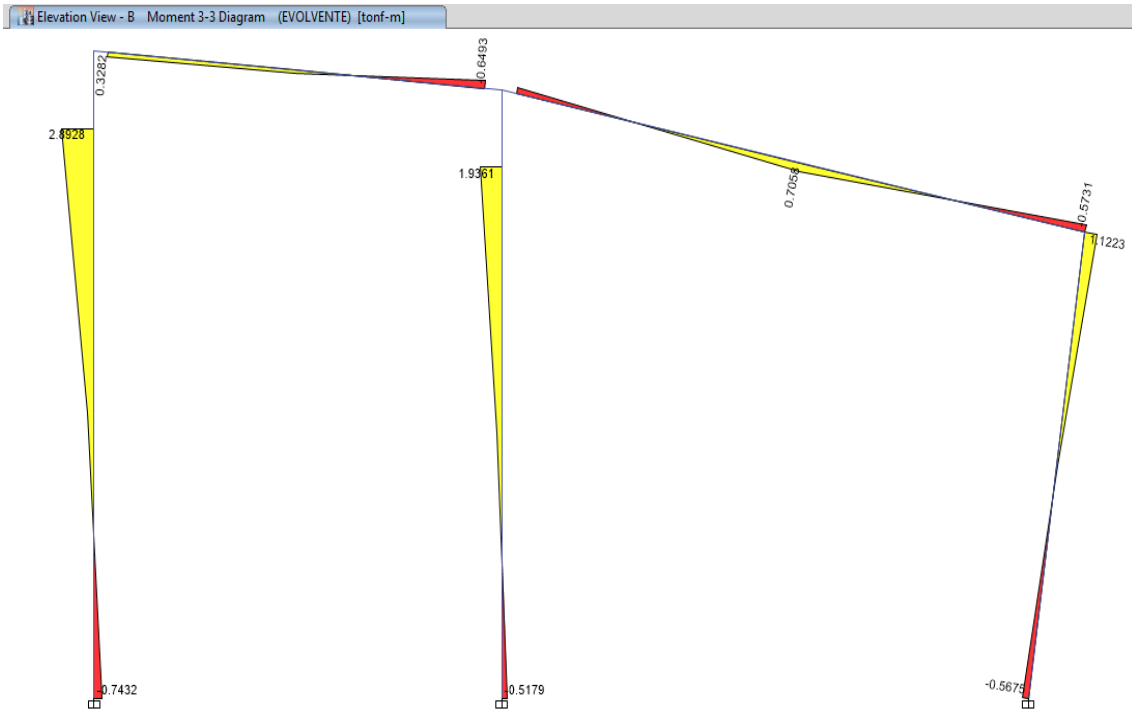
**Carga Viva: 0.06 t/m<sup>2</sup> o 60 kg/m<sup>2</sup>**



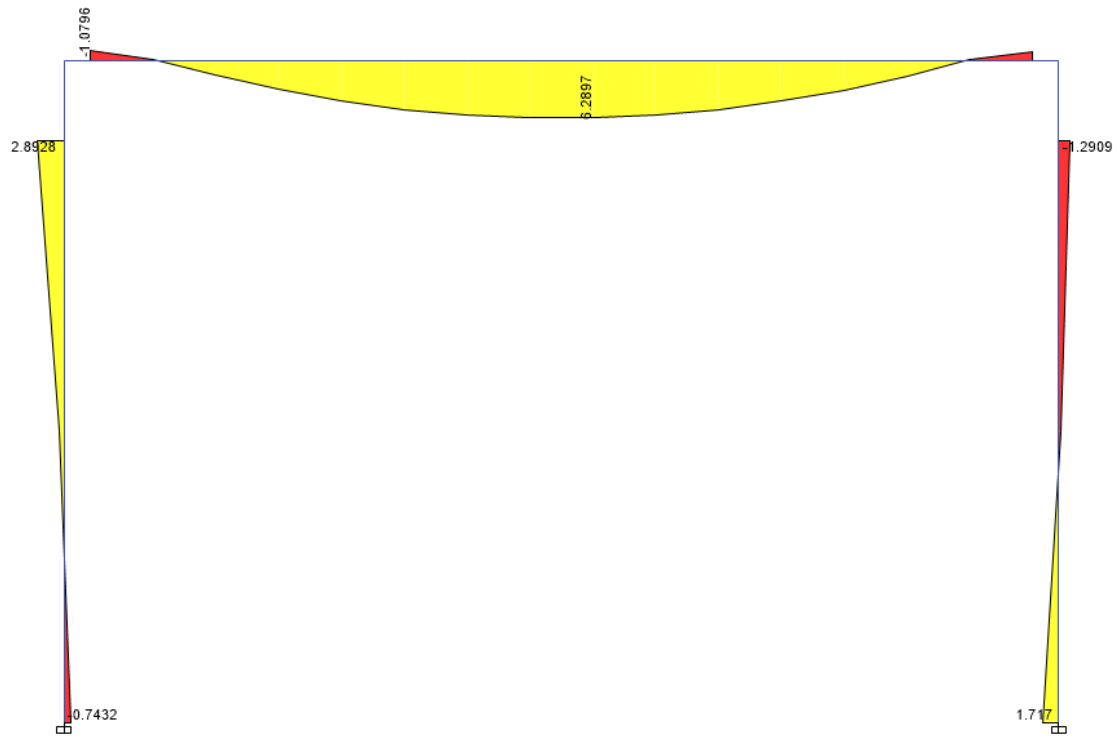
*Figura 56:* Vista 3d modelada – carga viva (Edif . N°01-Administracion)

## Resultados

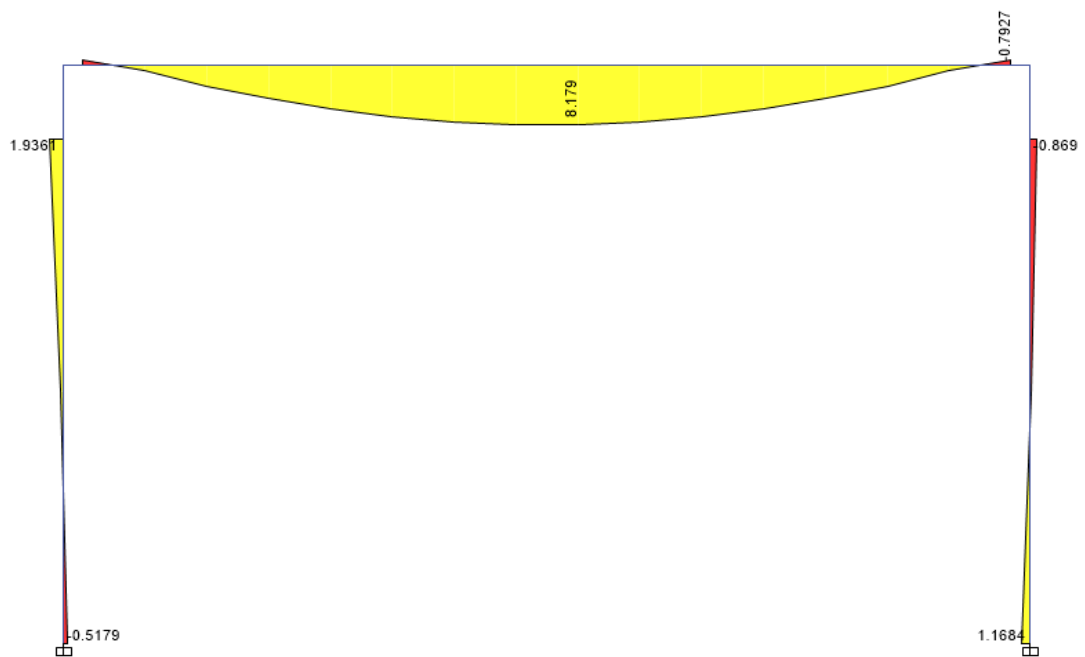




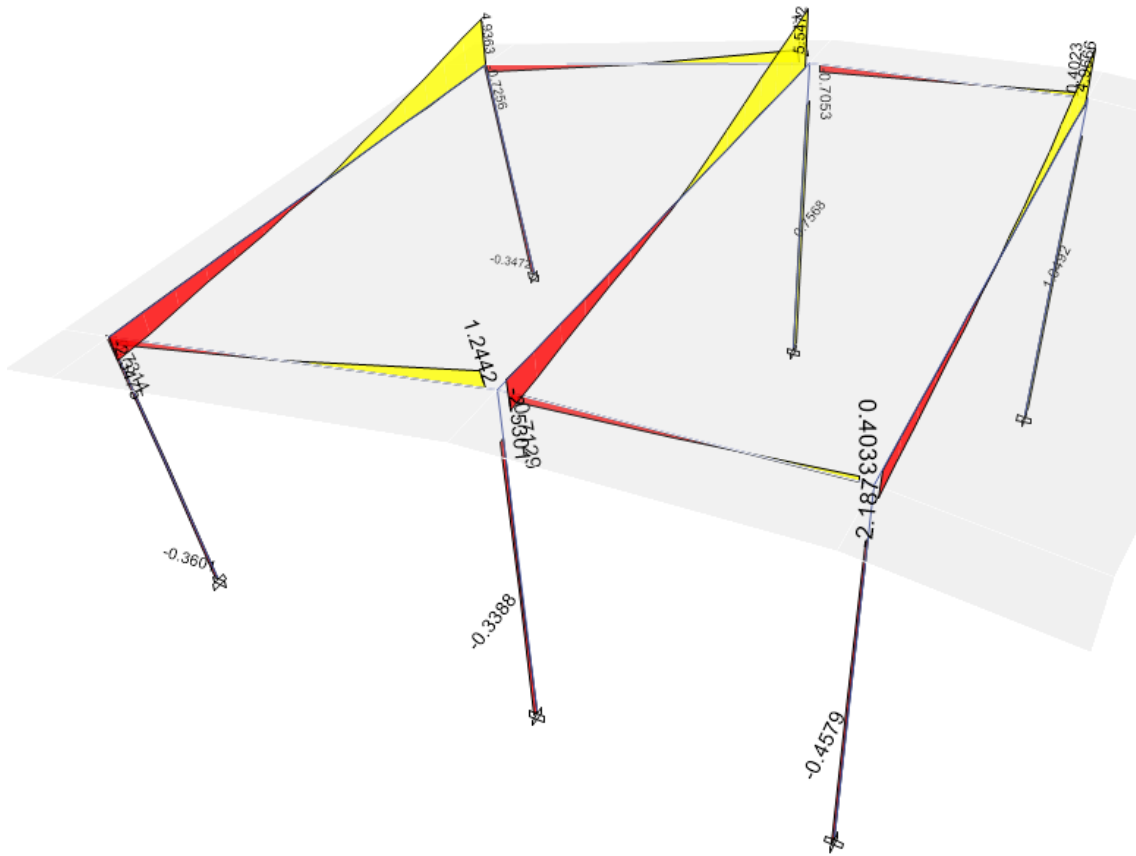
Elevation View - 3 Moment 3-3 Diagram (EVOLVENTE) [tonf-m]



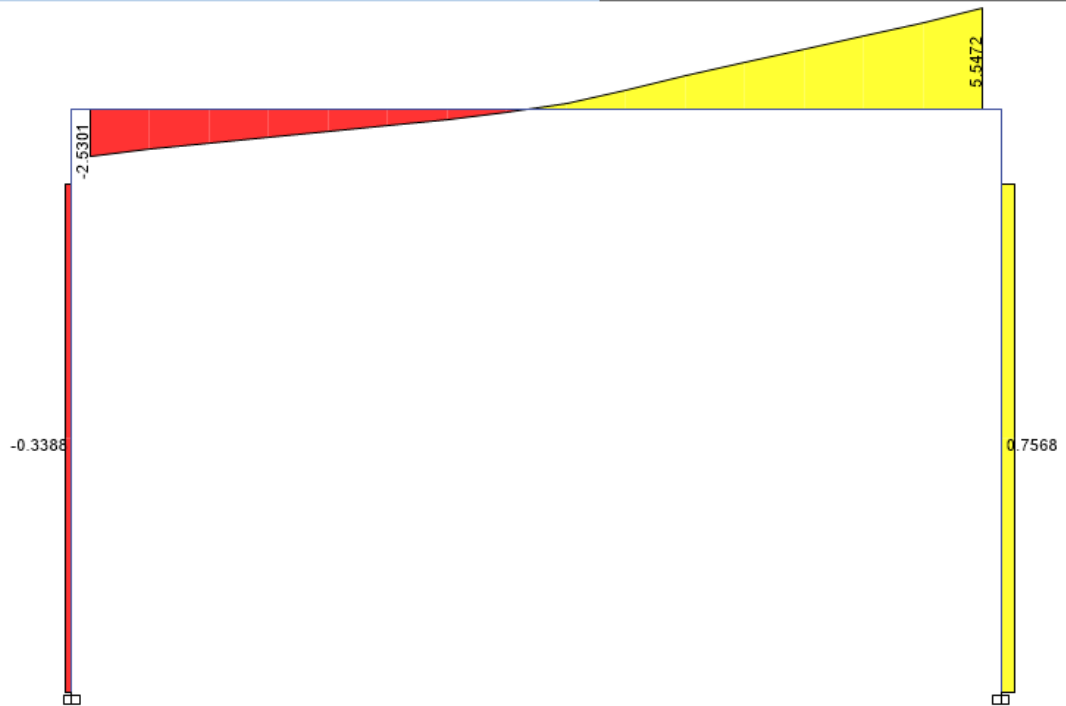
Elevation View - 4 Moment 3-3 Diagram (EVOLVENTE) [tonf-m]



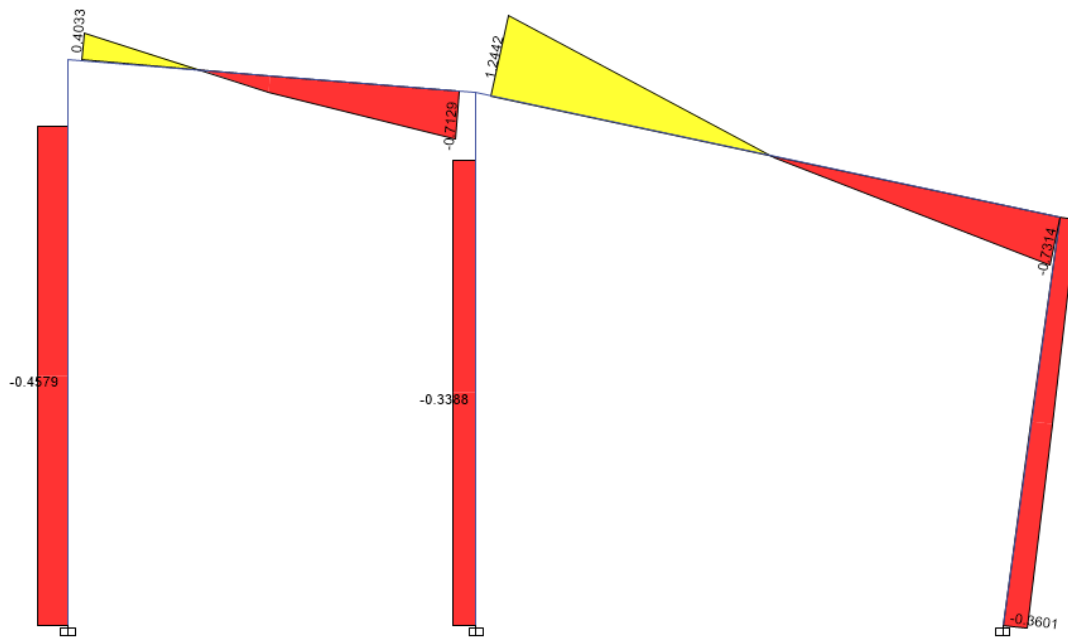
3-D View Shear Force 2-2 Diagram (EVOLVENTE) [tonf]



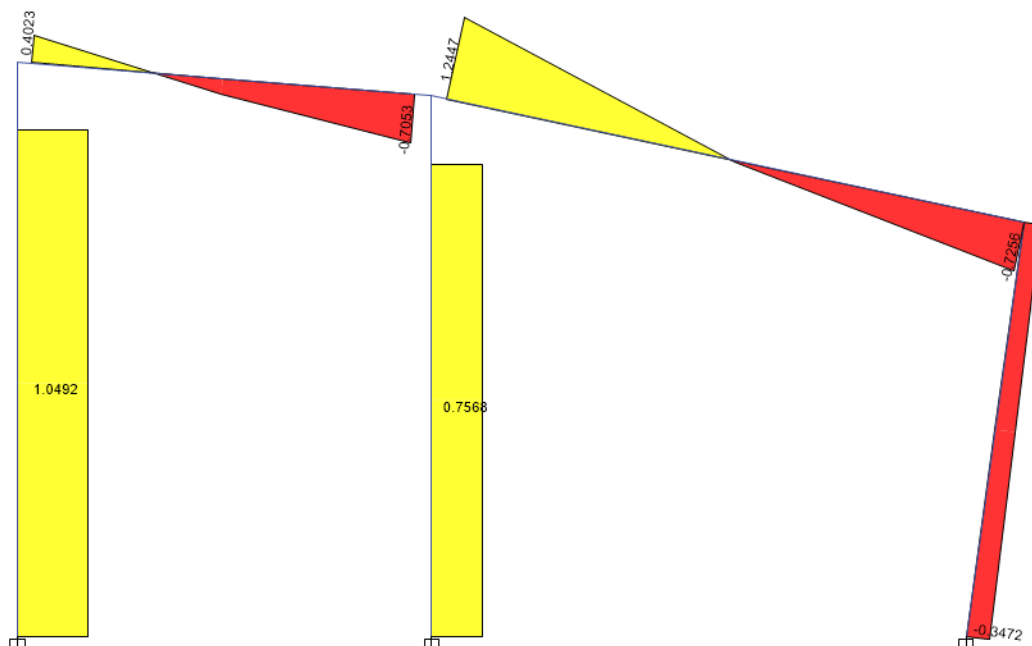
Elevation View - 4 Shear Force 2-2 Diagram (EVOLVENTE) [tonf]



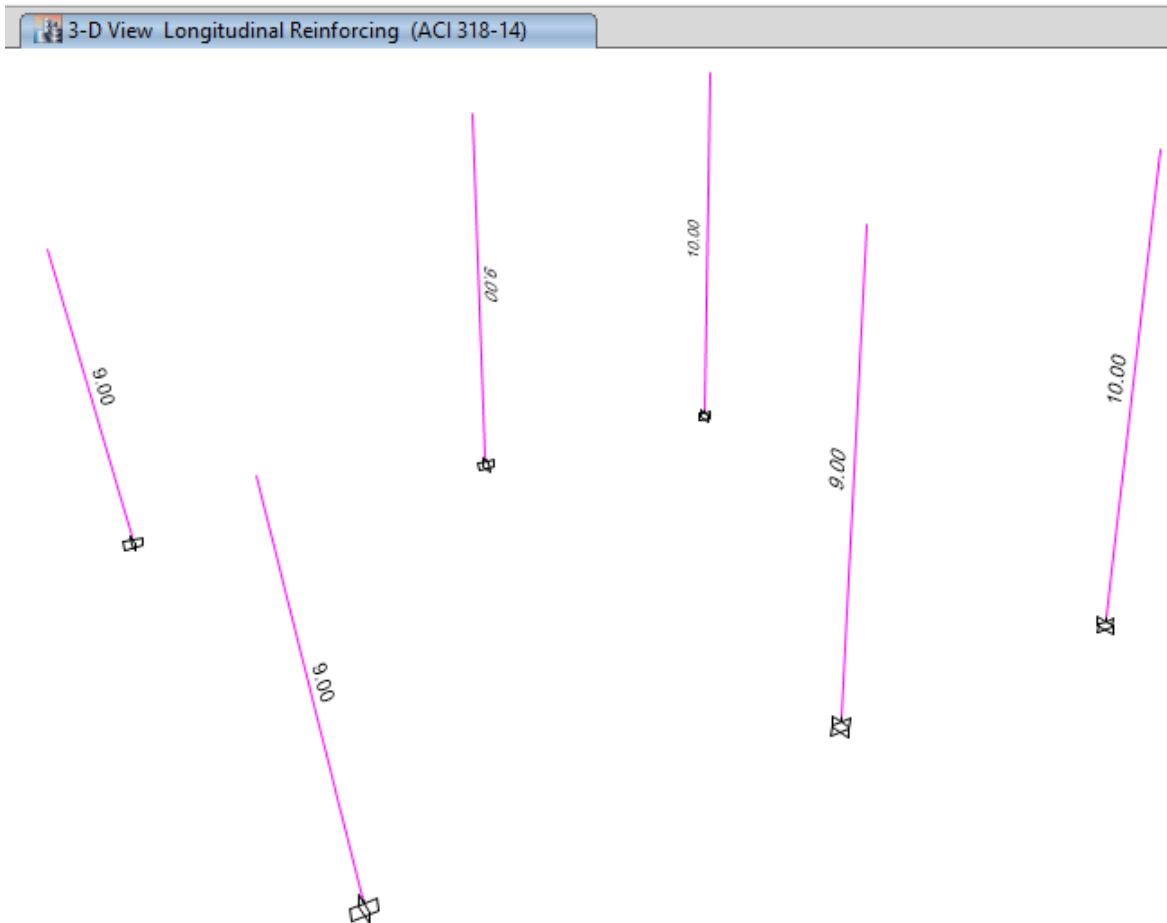
Elevation View - B Shear Force 2-2 Diagram (EVOLVENTE) [tonf]



Elevation View - C Shear Force 2-2 Diagram (EVOLVENTE) [tonf]



Áreas de acero (cm<sup>2</sup>) de las columnas:



### Control de desplazamientos

Los desplazamientos de los centros de masa de cada nivel obtenidos en el análisis dinámico cumplen en ambas direcciones los límites permisibles por la Norma E-030. Para cada dirección se presentan los cuadros que muestran los desplazamientos, así como las distorsiones máximas de cada piso obtenidos en el análisis dinámico aumentado por el factor  $0.75 \times R$  (según norma E030 vigente).

Story Drifts								
1 de 4   Reload Apply								
	Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
▶	Story1	DERIVA X Max	X	1.2E-05	7	0.8	2.7	5
	Story1	DERIVA X Max	Y	3.3E-05	8	8.3	2.7	5
	Story1	DERIVA Y Max	X	3.9E-05	7	0.8	2.7	5
	Story1	DERIVA Y Max	Y	0.000109	8	8.3	2.7	5



**ZAPATAS AISLADA Z-1**

**1. DATOS:**

$\alpha$ (kg/cm2): 0.95  
 $\gamma$ t(kg/m3): 1800  
 PISOS: 1.00  
 $\gamma$ CºAº(Kg/m3): 2400.00

Columna: t: 0.30 m  
 a: 0.30 m

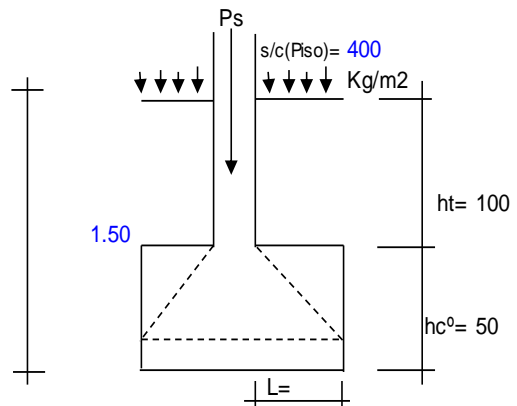
**2. CARGAS:**

(Tomadas del calculo de ETABS)

PD (carga Muerta): **3,840.00**  
 PL(carga Viva): **910.00**

**Ps = PD + PL = 4,750.00 Kg**

**Pu = 1.4xPD + 1.7xPL = 6,923.00 Kg**



**Longitud de Desarrollo Id:**

$f_c = 210$  Kg/cm2  $l_d(cm) = 0.08 \times d_b \times f_y / \sqrt{f_c} = 29$   
 $f_y = 4,200$  Kg/cm2  
 $d_b = 1.27$  cm  $h_cº(cm) = l_d + 10 = 39$

Por lo tanto  $h_cº (cm) = 50$   
 $ht (cm) = D_f - h_c = 100$

**Resistencia del terreno:**

$\alpha$ (kg/cm2): 0.95 S/C (Piso)= 400 Kg/m2  
 $\gamma$ t(kg/m3): 1,800

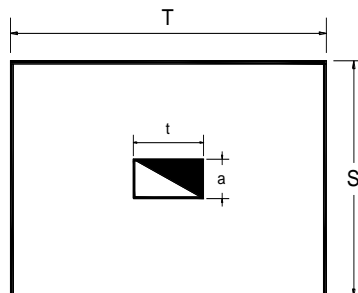
$q_m = \alpha - (\gamma_t \times h_t + \gamma_{Cº} \times h_{cº}) \times 10^{-6} - s/c = 0.61$  Kg/Cm2

**2. AREA DE LA ZAPATA:**

$A_z (cm^2) = P_s / q_m = 7,786.89$   $A = \sqrt{A_z} = 88.243$  cm

**Para cumplir**

$L_{v1} = L_{v2}$



$S = 0.88$  m = 1.05  
 $T = 0.88$  m = 1.05

**USAR 1.05 X 1.05 m2**

$L_{v1} = L_{v2} = 0.3750$  **CONFORME**  
 $= 0.3750$

**2.1. Reaccion amplificada del suelo:**

$$P_u \text{ (Kg)} = 6,923.00 \quad A_z \text{ (SxT)} = 11,025.0000 \text{ cm}^2$$

$$q_{nu} \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = P_u/A_z = 0.63$$

**2.2. Verificación por Corte:**

$$d_c = 7.5 \text{ cm}$$

$$d = hc^o - d_c = 42.5 \text{ cm}$$

$$2.2.1. \text{ Por Flexión: } L = (T - t)/2 = 37.5 \text{ cm}$$

$$V_u \text{ (Kg)} = q_{nu} \times (L - d) \times S = -3.30$$

$$V_c \text{ (Kg)} = 0.53 \times f_c \times S \times d = 342.74$$

$$\phi V_c \text{ (Kg)} = 291.33$$

$$\text{Por lo tanto : } V_u < \phi V_c \text{ ----- OK}$$

$$2.2.2. \text{ Por Punzonamiento: } m = t + d = 72.5 \text{ cm}$$

$$n = a + d = 72.5 \text{ cm}$$

$$b_o = 2(m+n) = 290 \text{ cm}$$

$$V_u \text{ (Kg)} = P_u - q_{nu} \times m \times n = 3,622.41$$

$$V_c \text{ (Kg)} = 1.1 \times f_c \times b_o \times d = 196,466.84$$

$$\phi V_c \text{ (Kg)} = 166,996.81$$

$$\text{Por lo tanto : } V_u < \phi V_c \text{ ----- OK}$$

**3. CALCULO DEL REFUERZO DE ACERO**

$$3.1. \text{ Direccion mayor: } M_u = 1/2 \times q_{nu} \times T \times L^2 = 0.46 \text{ tn-m}$$

$$\phi = 0.9$$

$$A_s = M_u / (0.9 \times f_y \times (d - a/2))$$

$$a = A_s \times F_y / (0.85 \times f_c' \times b)$$

$$a = 0.06$$

$$a = 0.06$$

**OK CUMPLE !!!!!**

$$A_s = 0.29 \text{ cm}^2$$

$$3.2. \text{ Acero Minimo: } A_{smi} = 0.0018 \times T \times d = 8.03 \text{ cm}^2$$

$$\text{Por lo tanto: } A_s = A_{smi} = 8.03 \text{ cm}^2$$

$$3.3. \text{ Espaciamento (s): } A_b = 1.27 \text{ cm}^2 \quad \phi b = 1.27 \text{ cm}$$

$$N_{var} = A_s/A_b = 6.3 \quad \longrightarrow 7.0 \text{ Varillas}$$

$$\text{Recubrto. } r = 7.5 \text{ cm}$$

$$s = (T - 2xr - \phi b)/(N - 1) = 14.80 \text{ cm}$$

<b>Por lo tanto se colocará <math>\phi 1/2''</math> @ 0.15 m</b>
--

$$\text{Espaciamento (s): } A_b = 1.27 \text{ cm}^2 \quad \phi b = 1.27 \text{ cm}$$

$$A_{st} = A_s \times S/T = 8.03 \text{ cm}^2$$

$$N_{var} = A_s/A_b = 6.3 \quad \longrightarrow 7.0 \text{ Varillas}$$

$$\text{Recubrto. } r = 7.5 \text{ cm}$$

$$s = (S - 2xr - \phi b)/(N - 1) = 14.80 \text{ cm}$$

<b>Por lo tanto se colocará <math>\phi 1/2''</math> @ 0.15 m</b>
--

**ZAPATAS AISLADA Z-2**

**1. DATOS:**

$\alpha$ (kg/cm2): 0.95  
 $\gamma$ t(kg/m3): 1800  
 PISOS: 1.00  
 $\gamma$ C°A°(Kg/m3): 2400.00

Columna: t: 0.30 m  
 a: 0.30 m

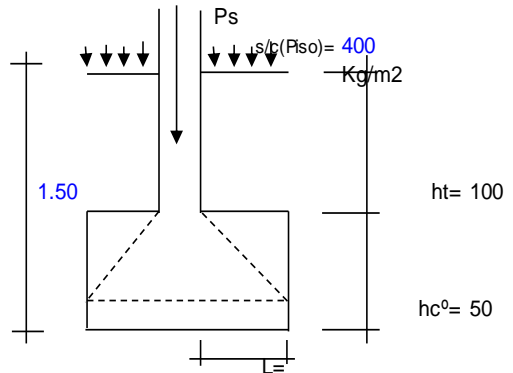
**2. CARGAS:**

(Tomadas del calculo de ETABS)

PD (carga Muerta): **5,110.00**  
 PL(carga Viva): **1,250.00**

**Ps = PD + PL = 6,360.00 Kg**

**Pu = 1.4xPD + 1.7xPL = 9,279.00 Kg**



**Longitud de Desarrollo Id:**

$f_c = 210$  Kg/cm2  $l_d(cm) = 0.08 \times d_b \times f_y / \sqrt{f_c} = 29$   
 $f_y = 4,200$  Kg/cm2  
 $d_b = 1.27$  cm  $h_c^{\circ}(cm) = l_d + 10 = 39$

Por lo tanto  $h_c^{\circ}(cm) = 50$   
 $h_t(cm) = D_f - h_c = 100$

**Resistencia del terreno:**

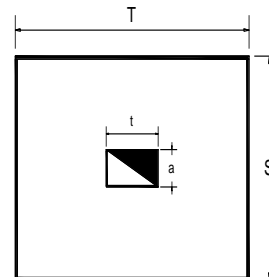
$\alpha$ (kg/cm2): 0.95 S/C (Piso)= 400 Kg/m2  
 $\gamma$ t(kg/m3): 1,800

$q_m = \alpha - (\gamma t \times h_t + \gamma C^{\circ} \times h_c^{\circ}) \times 1E-6 - s/c = 0.61$  Kg/Cm2

**2. AREA DE LA ZAPATA:**

$A_z(cm^2) = P_s / q_m = 10,426.23$   $A = \sqrt{A_z} = 102.109$  cm

**Para cumplir**  $L_{v1} = L_{v2}$



$S = 1.02$  m = 1.20  
 $T = 1.02$  m = 1.20

**USAR 1.20 X 1.20 m2**

$L_{v1} = L_{v2} = 0.4500$   
 $= 0.4500$  **CONFORME**

**2.1. Reaccion amplificada del suelo:**

$$P_u \text{ (Kg)} = 9,279.00 \quad A_z \text{ (SxT)} = 14,400.0000 \text{ cm}^2$$

$$q_{nu} \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = P_u/A_z = 0.64$$

**2.2. Verificaci3n por Corte:**

$$d_c = 7.5 \text{ cm}$$

$$d = h_c^0 - d_c = 42.5 \text{ cm}$$

$$2.2.1. \text{ Por Flexi3n: } L = (T - t)/2 = 45 \text{ cm}$$

$$V_u \text{ (Kg)} = q_{nu} \times (L - d) \times S = 1.93$$

$$V_c \text{ (Kg)} = 0.53 \times f_c \times S \times d = 391.70$$

$$\phi V_c \text{ (Kg)} = 332.95$$

$$\text{Por lo tanto: } V_u < \phi V_c \text{ ----- OK}$$

$$2.2.2. \text{ Por Punzonamiento: } m = t + d = 72.5 \text{ cm}$$

$$n = a + d = 72.5 \text{ cm}$$

$$b_o = 2(m+n) = 290 \text{ cm}$$

$$V_u \text{ (Kg)} = P_u - q_{nu} \times m \times n = 5,892.00$$

$$V_c \text{ (Kg)} = 1.1 \times f_c \times b_o \times d = 196,466.84$$

$$\phi V_c \text{ (Kg)} = 166,996.81$$

$$\text{Por lo tanto: } V_u < \phi V_c \text{ ----- OK}$$

**3. CALCULO DEL REFUERZO DE ACERO**

$$3.1. \text{ Direcci3n mayor: } M_u = 1/2 \times q_{nu} \times T \times L^2 = 0.78 \text{ tn-m}$$

$$\phi = 0.9$$

$$A_s = M_u / (0.9 \times f_y \times (d - a/2))$$

$$a = A_s \times F_y / (0.85 \times f_c' \times b)$$

$$a = 0.10$$

$$a = 0.1 \text{ OK CUMPLE !!!!!}$$

$$A_s = 0.49 \text{ cm}^2$$

$$3.2. \text{ Acero M3nimo: } A_{sm3} = 0.0018 \times T \times d = 9.18 \text{ cm}^2$$

$$\text{Por lo tanto: } A_s = A_{sm3} = 9.18 \text{ cm}^2$$

$$3.3. \text{ Espaciamiento (s): } A_b = 1.27 \text{ cm}^2 \quad \phi b = 1.27 \text{ cm}$$

$$N_{var} = A_s/A_b = 7.2 \quad \longrightarrow \quad 8.0 \text{ Varillas}$$

$$\text{Recubrto. } r = 7.5 \text{ cm}$$

$$s = (T - 2r - \phi b)/(N-1) = 14.80 \text{ cm}$$

Por lo tanto se colocará  $\phi 1/2'' @ 0.15 \text{ m}$

$$\text{Espaciamiento (s): } A_b = 1.27 \text{ cm}^2 \quad \phi b = 1.27 \text{ cm}$$

$$A_{st} = A_s \times S/T = 9.18 \text{ cm}^2$$

$$N_{var} = A_{st}/A_b = 7.2 \quad \longrightarrow \quad 8.0 \text{ Varillas}$$

$$\text{Recubrto. } r = 7.5 \text{ cm}$$

$$s = (S - 2r - \phi b)/(N-1) = 14.80 \text{ cm}$$

Por lo tanto se colocará  $\phi 1/2'' @ 0.15 \text{ m}$

**ZAPATAS AISLADA Z-3**

**1. DATOS:**

$\alpha$ (kg/cm2): 0.95  
 $\gamma$ t(kg/m3): 1800  
 PISOS: 1.00  
 $\gamma$ C°A°(Kg/m3): 2400.00

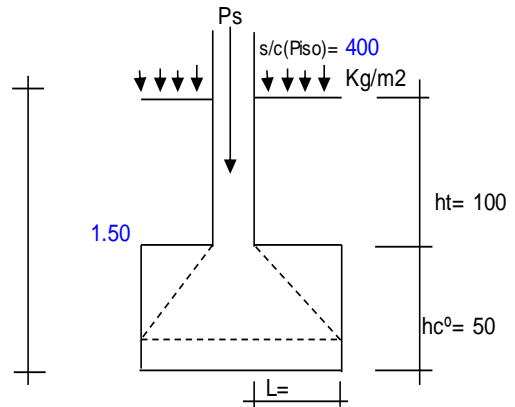
Columna: t: 0.40 m  
 a: 0.25 m

**2. CARGAS:** (Tomadas del calculo de ETABS)

PD (carga Muerta): **3,770.00**  
 PL(carga Viva): **1,110.00**

**Ps = PD + PL = 4,880.00 Kg**

**Pu = 1.4xPD + 1.7xPL = 7,165.00 Kg**



**Longitud de Desarrollo ld:**

$f_c = 210$  Kg/cm2  $l_d(\text{cm}) = 0.08 \times d_b \times f_y / \sqrt{f_c} = 29$   
 $f_y = 4,200$  Kg/cm2  
 $d_b = 1.27$  cm  $h_{c^{\circ}}(\text{cm}) = l_d + 10 = 39$   
 Por lo tanto  $h_{c^{\circ}}(\text{cm}) = 50$   
 $h_t(\text{cm}) = D_f - h_c = 100$

**Resistencia del terreno:**

$\alpha$ (kg/cm2): 0.95 S/C (Piso)= 400 Kg/m2  
 $\gamma$ t(kg/m3): 1.800

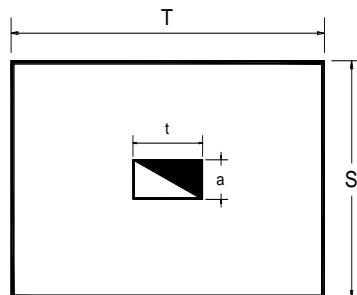
$q_m = \alpha \cdot (\gamma_t \times h_t + \gamma_C^{\circ} \times h_{c^{\circ}}) \times 10^{-6} - s/c = 0.61$  Kg/Cm2

**2. AREA DE LA ZAPATA:**

$A_z(\text{cm}^2) = P_s / q_m = 8,000.00$   $A = \sqrt{A_z} = 89.443$  cm

**Para cumplir**

$L_{v1} = L_{v2}$



$S = 0.82$  m = 1.00  
 $T = 0.97$  m = 1.15

<b>USAR</b>	<b>1.00</b>	<b>X</b>	<b>1.15</b>	<b>m2</b>
-------------	-------------	----------	-------------	-----------

$L_{v1} = L_{v2} = 0.3750$   
 $= 0.3750$  **CONFORME**

**2.1. Reaccion amplificada del suelo:**

$$P_u \text{ (Kg)} = 7,165.00 \quad A_z \text{ (SxT)} = 11,500.0000 \text{ cm}^2$$

$$q_{nu} \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = P_u/A_z = 0.62$$

**2.2. Verificaciòn por Corte:**

$$d_c = 7.5 \text{ cm}$$

$$d = hc^0 - d_c = 42.5 \text{ cm}$$

$$2.2.1. \text{ Por Flexiòn: } L = (T - t)/2 = 37.5 \text{ cm}$$

$$V_u \text{ (Kg)} = q_{nu} \times (L - d) \times S = -3.12$$

$$V_c \text{ (Kg)} = 0.53 \times f_c \times S \times d = 326.42$$

$$\phi V_c \text{ (Kg)} = 277.46$$

$$\text{Por lo tanto : } V_u < \phi V_c \text{ ----- OK}$$

$$2.2.2. \text{ Por Punzonamiento: } m = t + d = 82.5 \text{ cm}$$

$$n = a + d = 67.5 \text{ cm}$$

$$b_o = 2(m+n) = 300 \text{ cm}$$

$$V_u \text{ (Kg)} = P_u - q_{nu} \times m \times n = 3,695.43$$

$$V_c \text{ (Kg)} = 1.1 \times f_c \times b_o \times d = 203,241.56$$

$$\phi V_c \text{ (Kg)} = 172,755.33$$

$$\text{Por lo tanto : } V_u < \phi V_c \text{ ----- OK}$$

**3. CALCULO DEL REFUERZO DE ACERO**

$$3.1. \text{ Direcciòn mayor: } M_u = 1/2 \times q_{nu} \times T \times L_2 = 0.50 \text{ tn-m}$$

$$\phi = 0.9$$

$$A_s = M_u / (0.9 \times f_y \times (d - a/2))$$

$$a = A_s \times F_y / (0.85 \times f_c' \times b)$$

$$a = 0.06$$

$$a = 0.06$$

OK CUMPLE !!!!!

$$A_s = 0.31 \text{ cm}^2$$

$$3.2. \text{ Acero Mìnimo: } A_{smi} = 0.0018 \times T \times d = 8.80 \text{ cm}^2$$

$$\text{Por lo tanto: } A_s = A_{smi} = 8.80 \text{ cm}^2$$

$$3.3. \text{ Espaciamiento (s): } A_b = 1.27 \text{ cm}^2 \quad \phi b = 1.27 \text{ cm}$$

$$N_{var} = A_s/A_b = 6.9 \quad \longrightarrow \quad 7.0 \text{ Varillas}$$

$$\text{Recubrto. } r = 7.5 \text{ cm}$$

$$s = (T - 2xr - \phi b)/(N - 1) = 16.50 \text{ cm}$$

Por lo tanto se colocará $\phi 1/2"$ @ 0.17 m
---

$$\text{Espaciamiento (s): } A_b = 1.27 \text{ cm}^2 \quad \phi b = 1.27 \text{ cm}$$

$$A_{st} = A_s \times S/T = 7.65 \text{ cm}^2$$

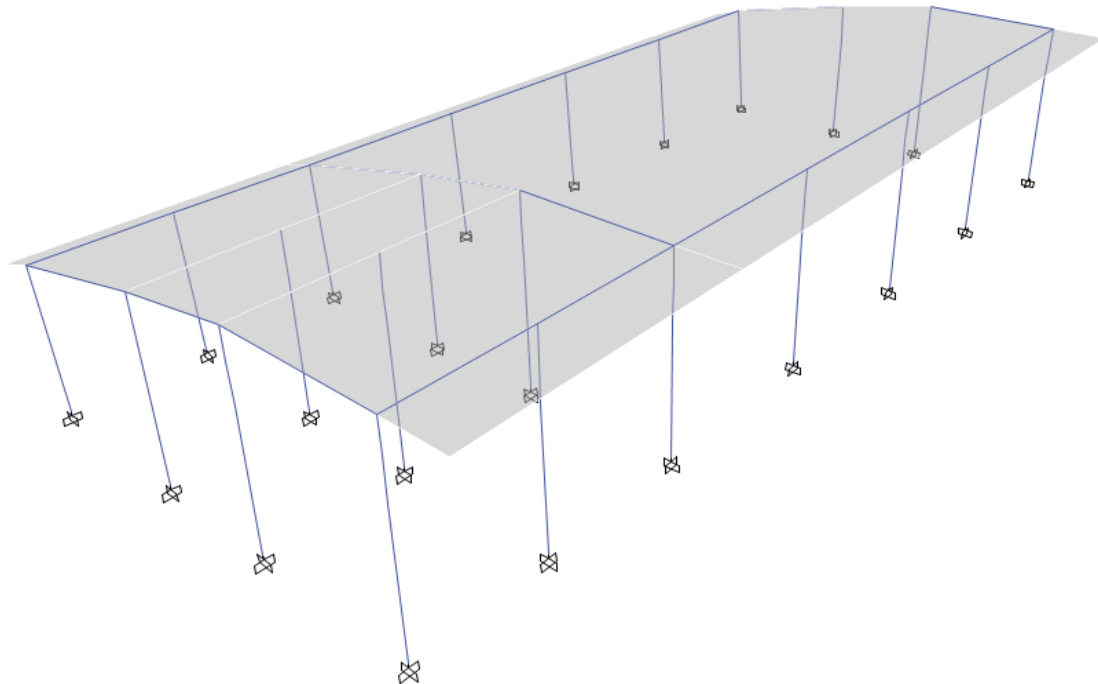
$$N_{var} = A_s/A_b = 6.0 \quad \longrightarrow \quad 7.0 \text{ Varillas}$$

$$\text{Recubrto. } r = 7.5 \text{ cm}$$

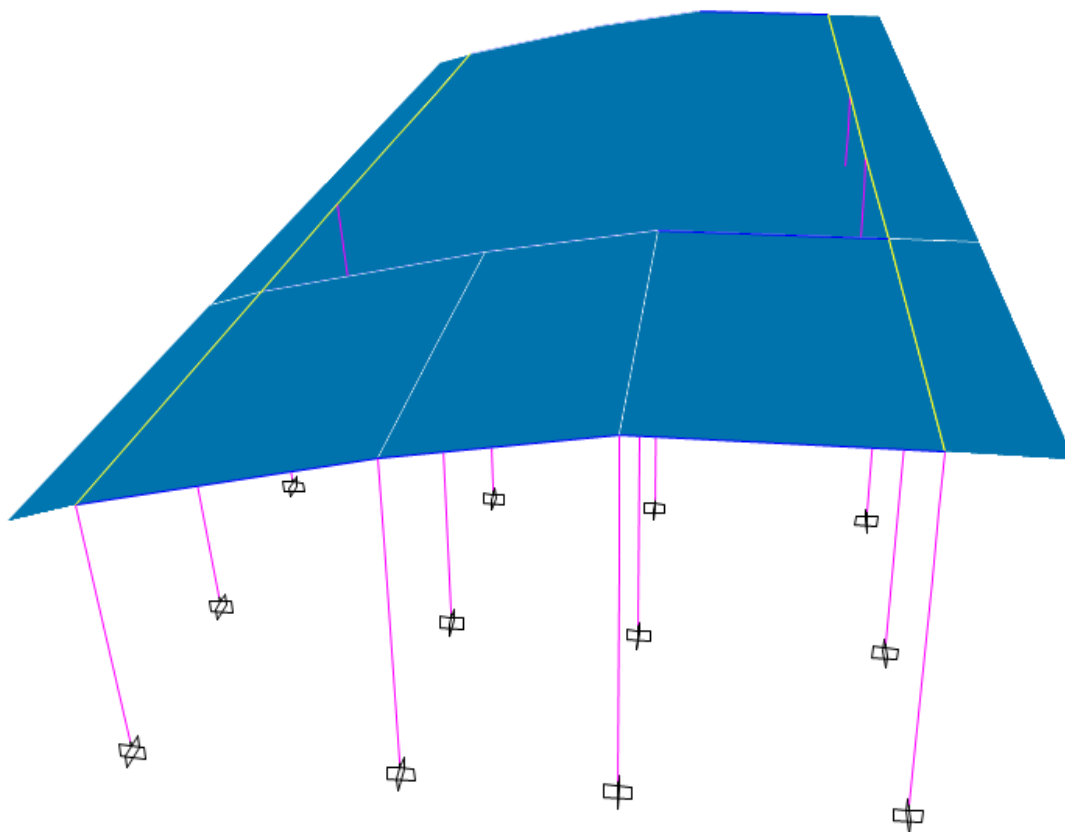
$$s = (S - 2xr - \phi b)/(N - 1) = 14.00 \text{ cm}$$

Por lo tanto se colocará $\phi 1/2"$ @ 0.14 m
---

## 9. Modelamientos y análisis de resultados Edificación N° 03 – Gimnasio



*Figura 57:* Modelamiento estructural (Edif . N° 03 – Gimnasio)



*Figura 58:* Modelamiento estructural elementos tipo Shell y frame (Edif . N° 03 – Gimnasio)

## Diseño de Secciones de vigas

### Viga principal 101 - (27x35)

Frame Section Property Data

**General Data**

Property Name: V 27 X 35

Material: CONCRETO 210

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color:  Change...

Notes: Modify/Show Notes...

**Shape**

Section Shape: Concrete Rectangular

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

Depth: 0.35 m

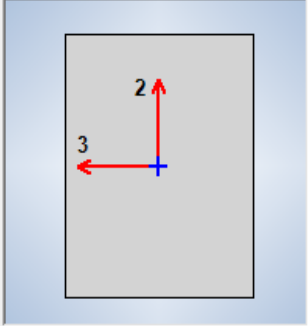
Width: 0.27 m

**Property Modifiers**

Modify/Show Modifiers...  
Currently Default

**Reinforcement**

Modify/Show Rebar...



### Viga secundaria 101 - (27x30)

Frame Section Property Data

**General Data**

Property Name: V 27 X 30

Material: CONCRETO 210

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color:  Change...

Notes: Modify/Show Notes...

**Shape**

Section Shape: Concrete Rectangular

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

Depth: 0.3 m

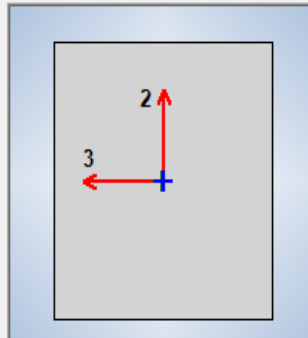
Width: 0.27 m

**Property Modifiers**

Modify/Show Modifiers...  
Currently Default

**Reinforcement**

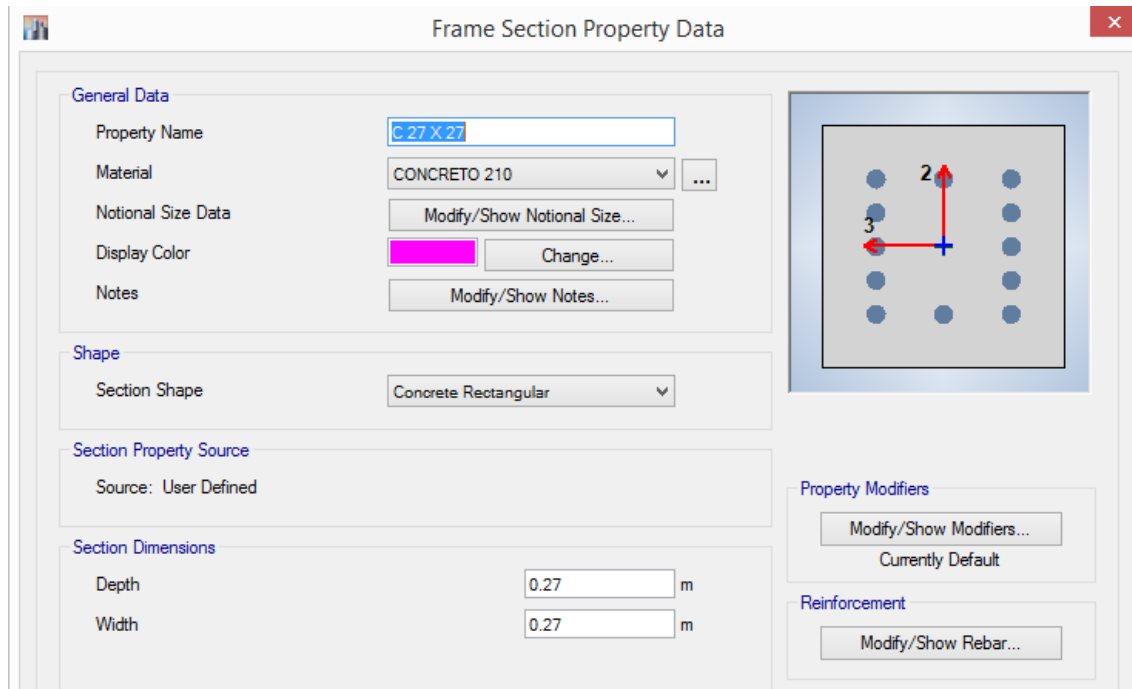
Modify/Show Rebar...





## Diseño de Sección de columnas

### Columna 27x27



### Vista en planta y 3d de estructura modelada

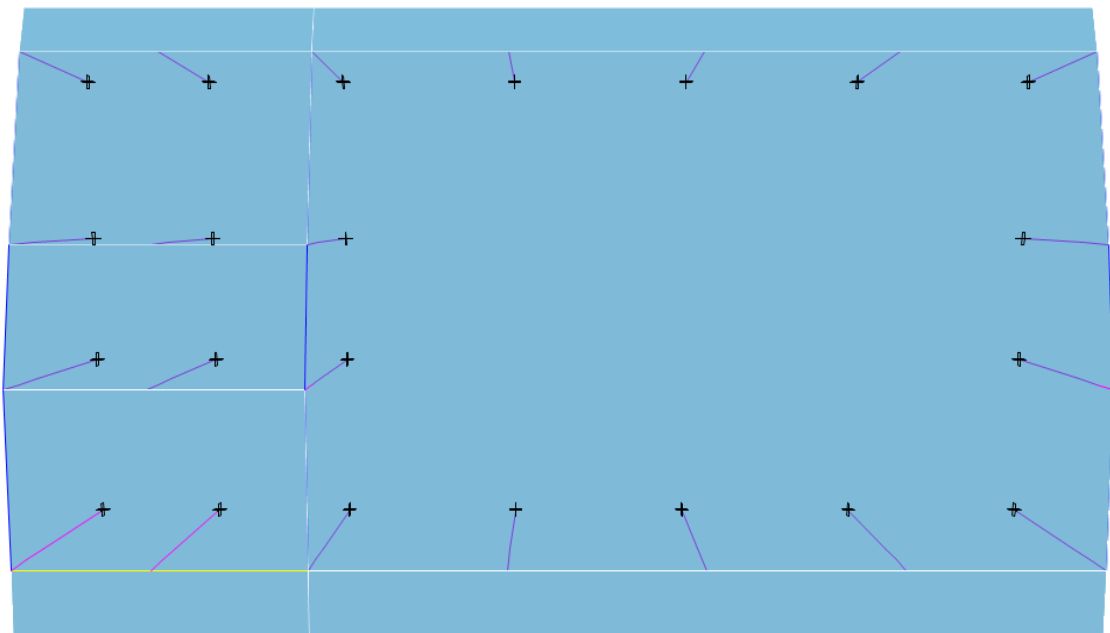


Figura 59: Vista en planta y 3d modelada (Edif . N° 03 – Gimnasio)

## Análisis sísmico

### Vista en 3d de cargas vivas y muertas

Carga muerta: 0.08 t/m<sup>2</sup> o 80 kg/m<sup>2</sup>

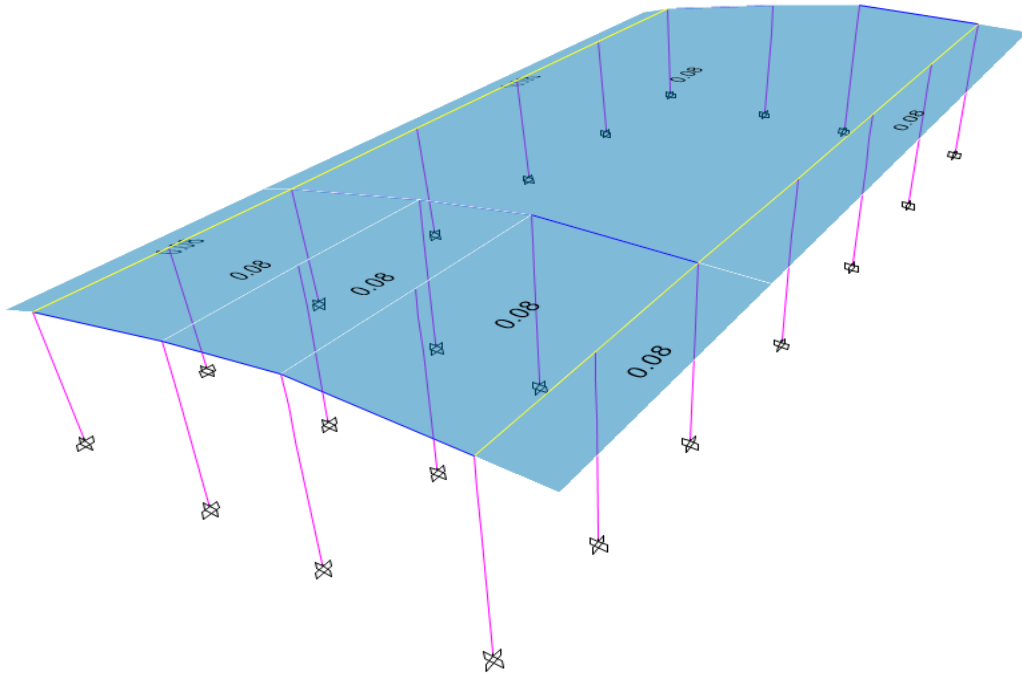


Figura 60: Vista 3d modelada – carga muerta (Edif . N° 03 – Gimnasio)

Carga viva: 0.06 t/m<sup>2</sup> o 60 kg/m<sup>2</sup>

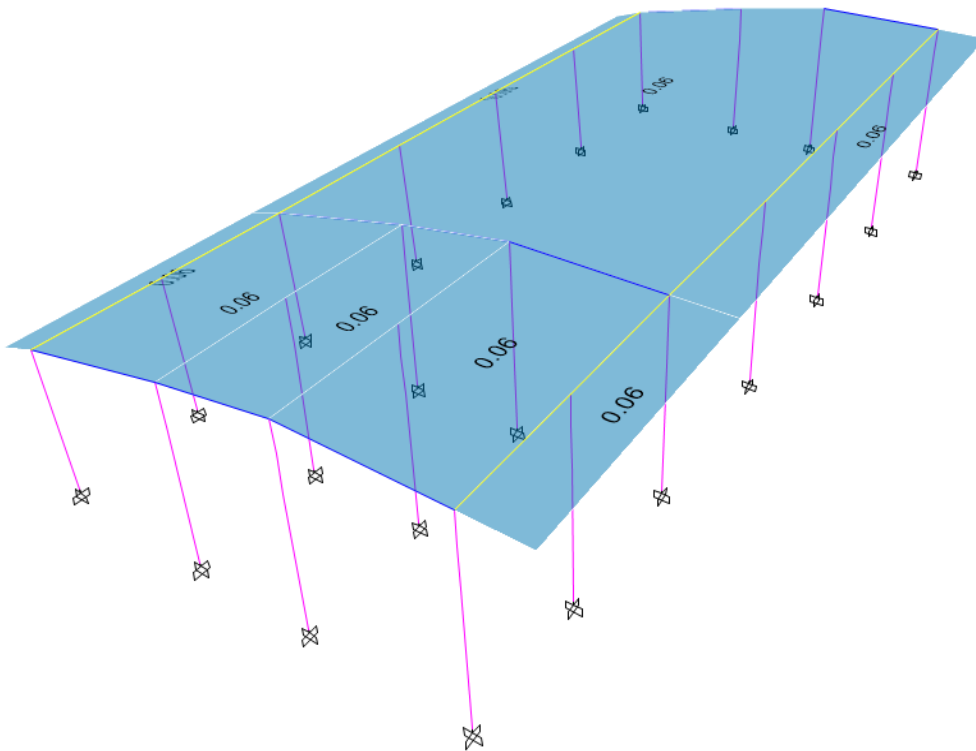
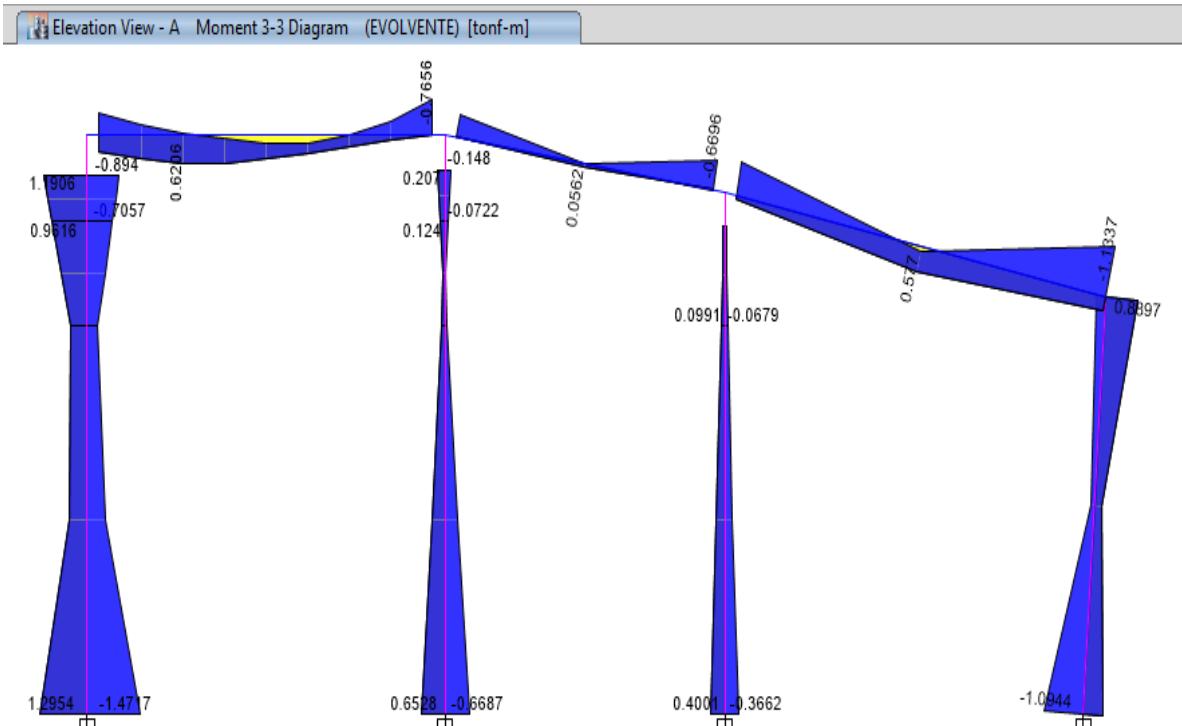
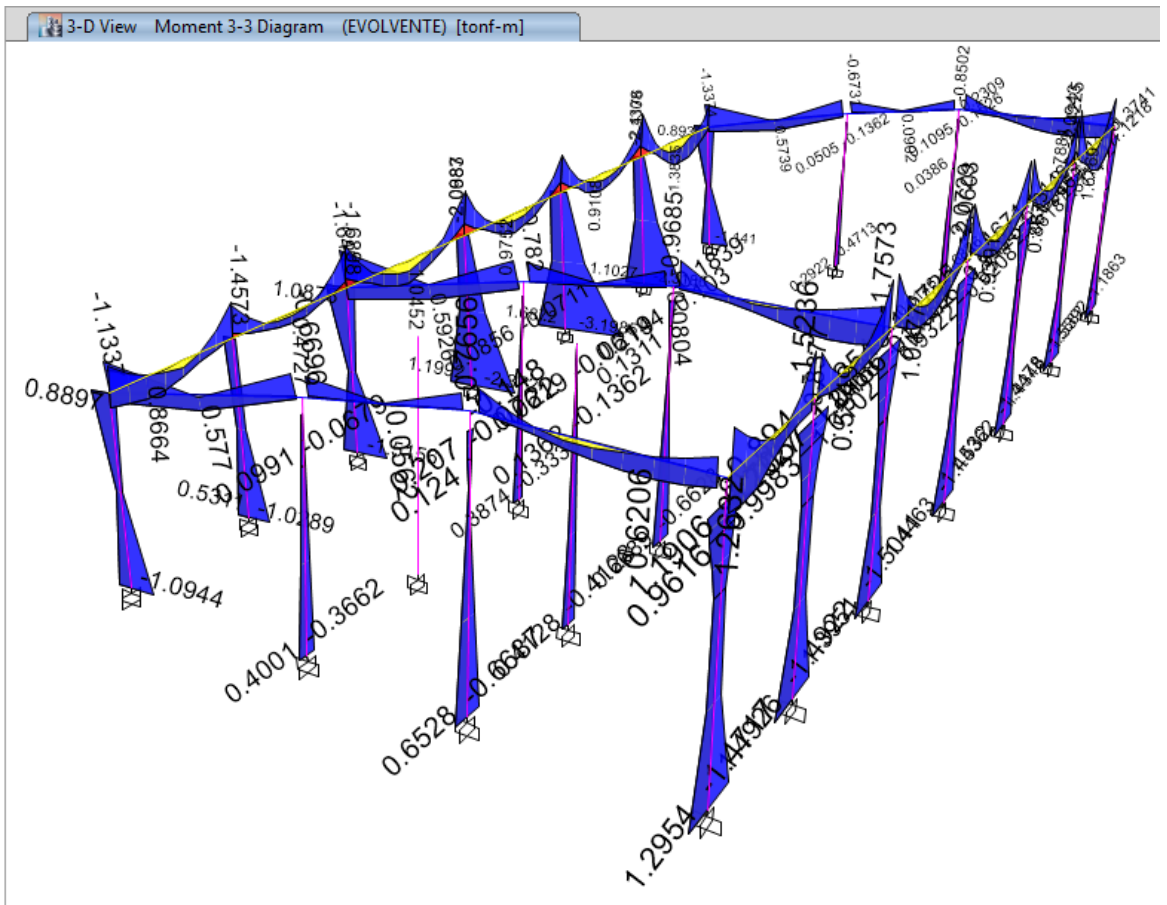
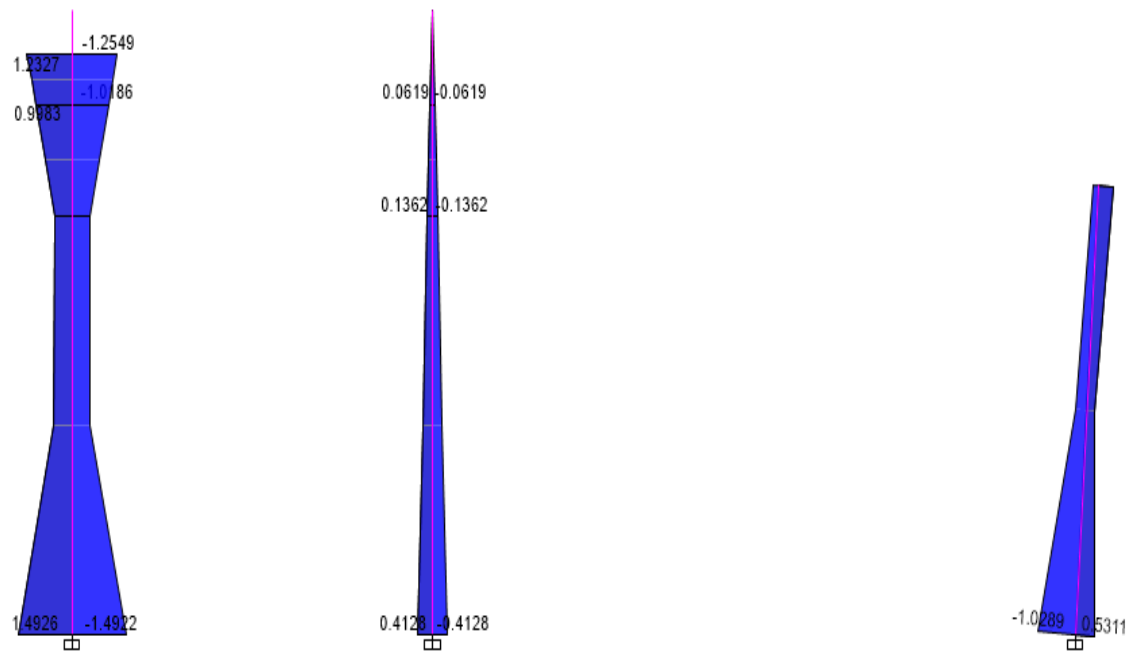


Figura 61: Vista 3d modelada – carga viva (Edif . N° 03 – Gimnasio)

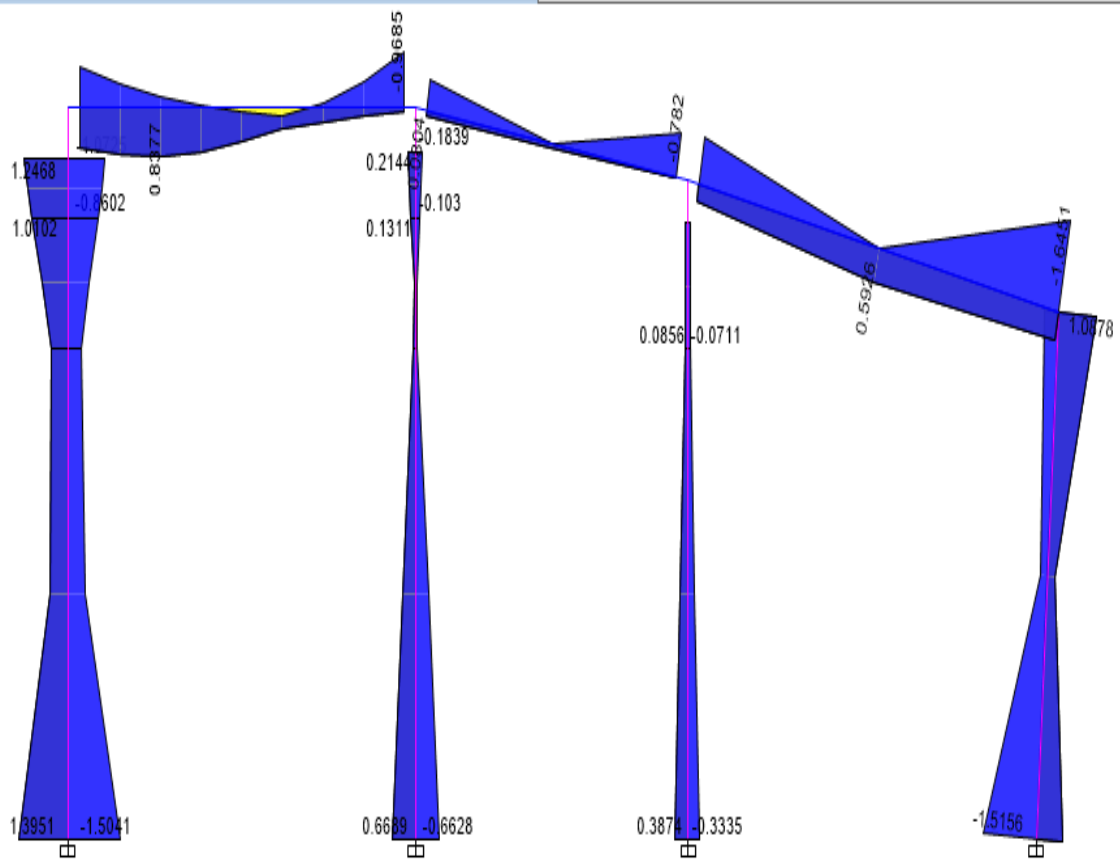
Resultados



Elevation View - B Moment 3-3 Diagram (EVOLVENTE) [tonf-m]



Elevation View - C Moment 3-3 Diagram (EVOLVENTE) [tonf-m]



Elevation View - D Moment 3-3 Diagram (EVOLVENTE) [tonf-m]



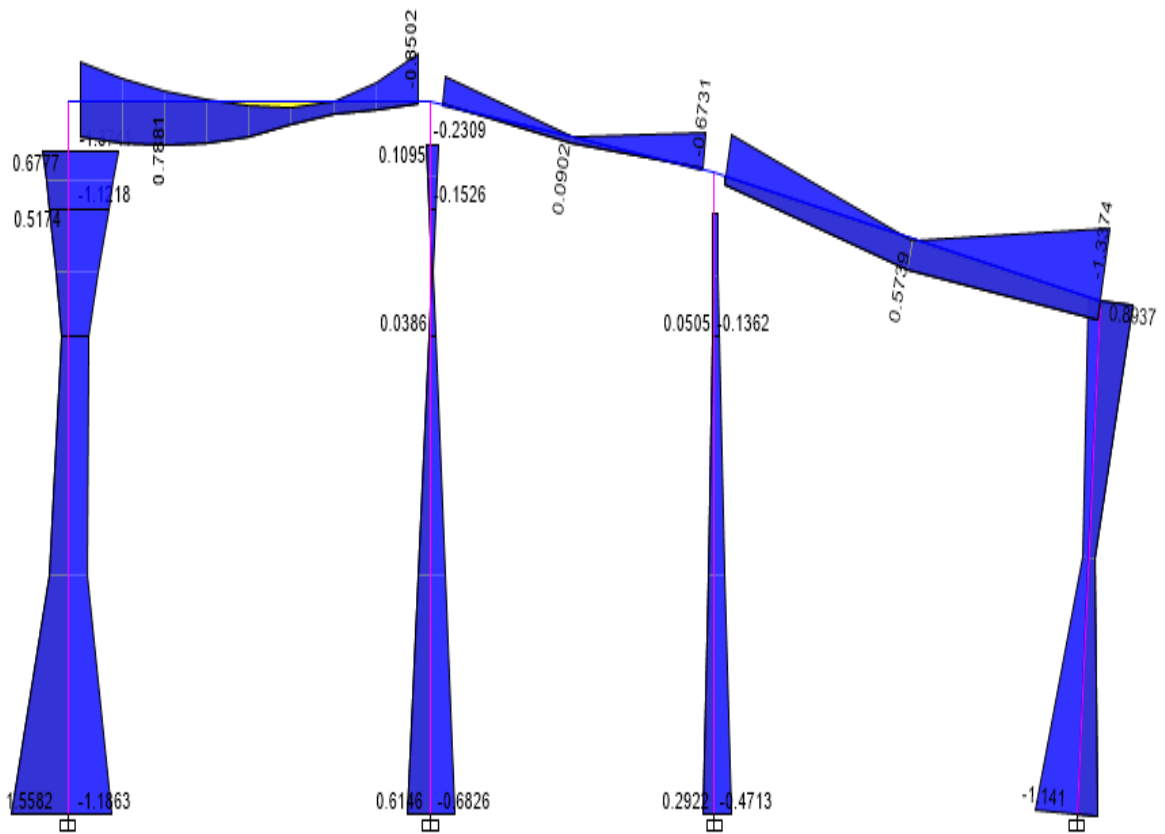
Elevation View - E Moment 3-3 Diagram (EVOLVENTE) [tonf-m]

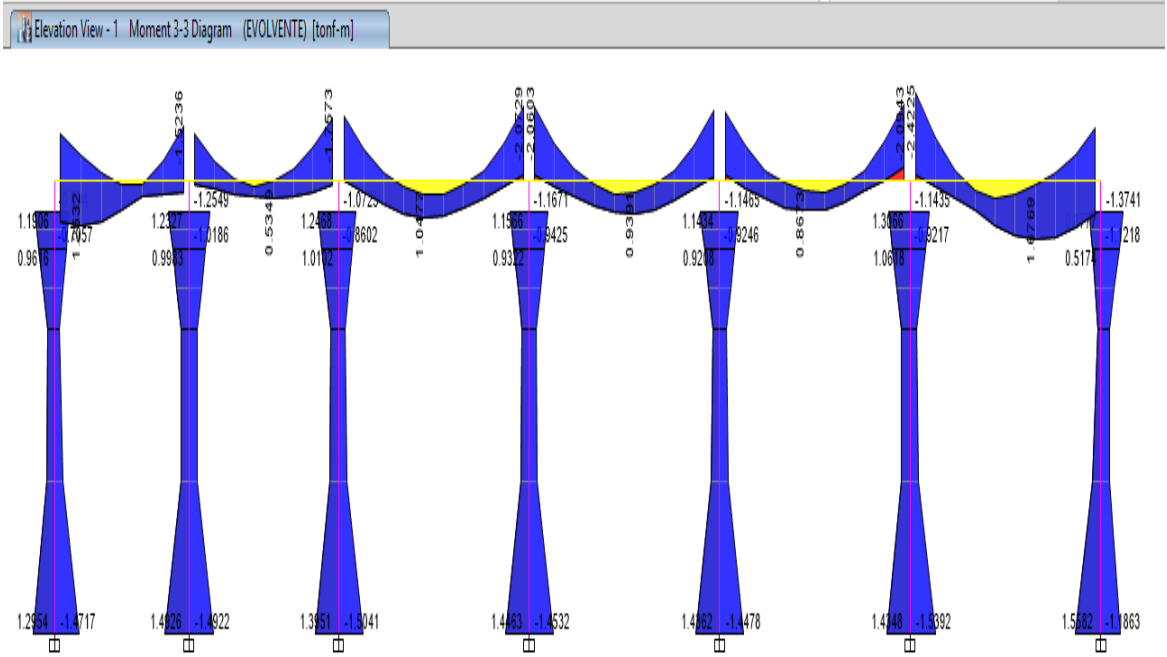


Elevation View - F Moment 3-3 Diagram (EVOLVENTE) [tonf-m]

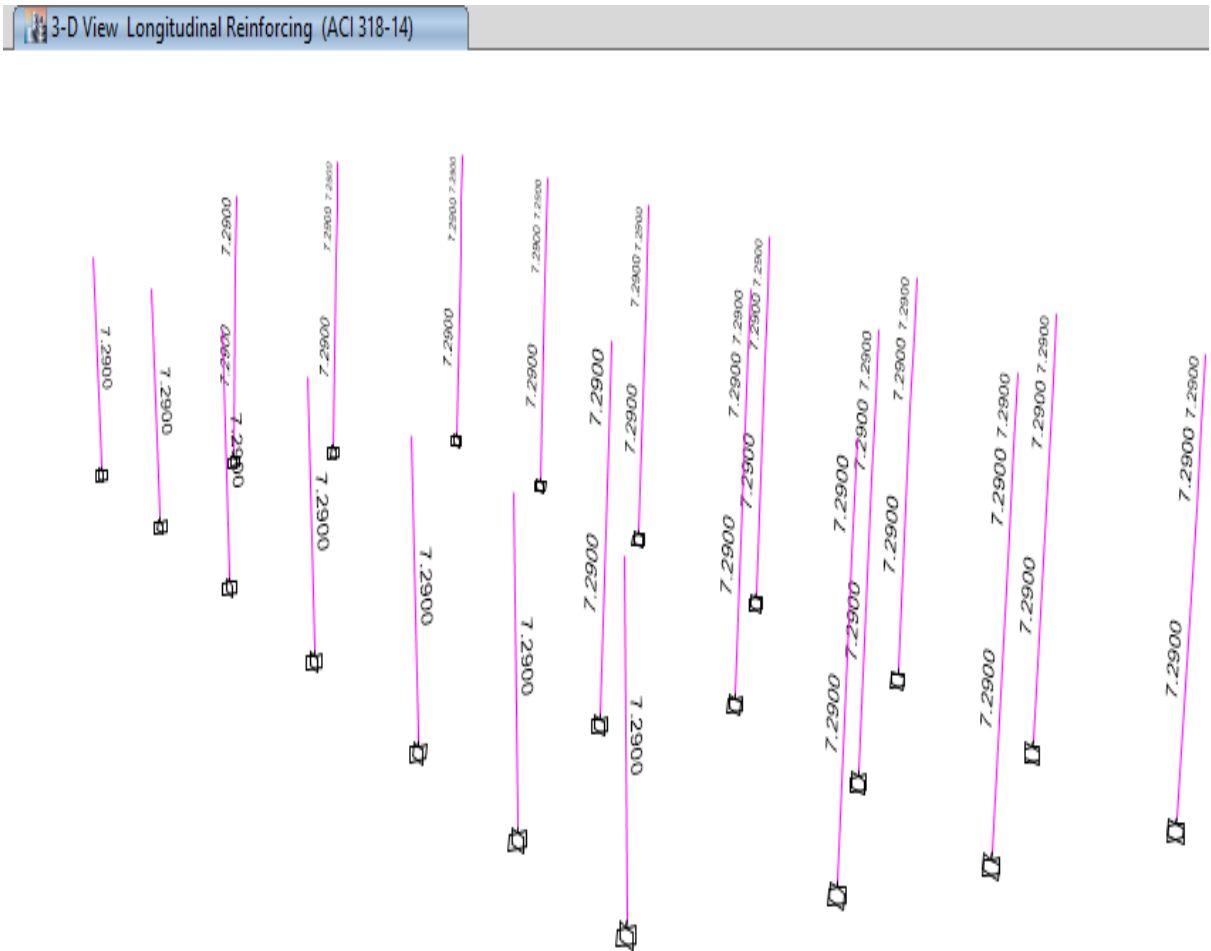


Elevation View - G Moment 3-3 Diagram (EVOLVENTE) [tonf-m]





Áreas de acero (cm<sup>2</sup>) de las columnas:



## Control de desplazamientos

Los desplazamientos de los centros de masa de cada nivel obtenidos en el análisis dinámico cumplen en ambas direcciones los límites permisibles por la Norma E-030. Para cada dirección se presentan los cuadros que muestran los desplazamientos, así como las distorsiones máximas de cada piso obtenidos en el análisis dinámico aumentado por el factor  $0.75xR$  (según norma E030 vigente).

Story Drifts								
1 de 4   Reload Apply								
	Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
▶	Story3	DERIVA X Max	X	0.003706	21	20.38	0	5
	Story3	DERIVA X Max	Y	0.00251	17	15.84	0	5
	Story3	DERIVA Y Max	X	0.000453	2	0	3.9	5
	Story3	DERIVA Y Max	Y	0.00239	17	15.84	0	5



**ZAPATAS AISLADA Z-1**

**1. DATOS:**

$\delta$ (kg/cm2): 0.95  
 $\gamma$ t(kg/m3): 1800  
 PISOS: 1.00  
 $\gamma$ CºAº(Kg/m3): 2400.00

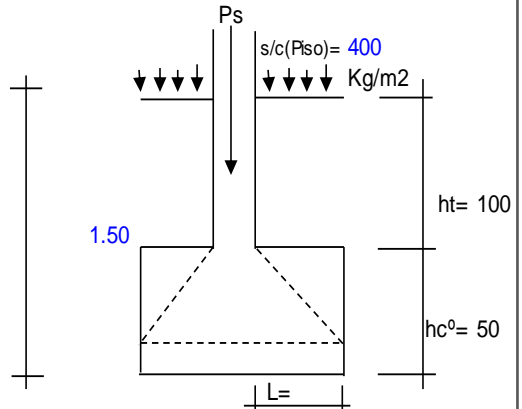
Columna: t: 0.27 m  
 a: 0.27 m

**2. CARGAS:** (Tomadas del calculo de ETABS)

PD (carga Muerta): **2,420.00**  
 PL(carga Viva): **460.00**

**Ps = PD + PL = 2,880.00 Kg**

**Pu = 1.4xPD + 1.7xPL = 4,170.00 Kg**



**Longitud de Desarrollo Id:**

$f_c = 210$  Kg/cm2  $l_d(cm) = 0.08 \times d_b \times f_y / \sqrt{f_c} = 29$   
 $f_y = 4,200$  Kg/cm2  
 $d_b = 1.27$  cm  $h_cº(cm) = l_d + 10 = 39$

Por lo tanto  $h_cº (cm) = 50$   
 $h_t (cm) = D_f - h_c = 100$

**Resistencia del terreno:**

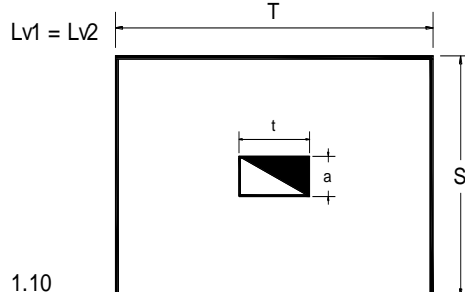
$\delta$ (kg/cm2): 0.95 S/C (Piso)= 400 Kg/m2  
 $\gamma$ t(kg/m3): 1,800

$q_m = \delta t - (\gamma t \times h_t + \gamma Cº \times h_cº) \times 1E-6 - s/c = 0.61$  Kg/Cm2

**2. AREA DE LA ZAPATA:**

$A_z (cm^2) = P_s / q_m = 4,721.31$   $A = \sqrt{A_z} = 68.712$  cm

**Para cumplir**



S = 0.69 m = 1.10  
 T = 0.69 m = 1.10

**USAR 1.10 X 1.10 m2**

$L_{v1} = L_{v2} = 0.4150$  **CONFORME**  
 $= 0.4150$

**2.1. Reaccion amplificada del suelo:**

$$P_u \text{ (Kg)} = 4,170.00 \quad A_z \text{ (SxT)} = 12,100.0000 \text{ cm}^2$$

$$q_{nu} \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = P_u/A_z = 0.34$$

**2.2. Verificaci3n por Corte:**

$$d_c = 7.5 \text{ cm}$$

$$d = h_c^0 - d_c = 42.5 \text{ cm}$$

$$L = (T - t)/2 = 41.5 \text{ cm}$$

## 2.2.1. Por Flexi3n:

$$V_u \text{ (Kg)} = q_{nu} \times (L - d) \times S = -0.38$$

$$V_c \text{ (Kg)} = 0.53 \times f_c \times S \times d = 359.06$$

$$\phi V_c \text{ (Kg)} = 305.20$$

**Por lo tanto :**  $V_u < \phi V_c$  ----- **OK**

## 2.2.2. Por Punzonamiento:

$$m = t + d = 69.5 \text{ cm}$$

$$n = a + d = 69.5 \text{ cm}$$

$$b_o = 2(m+n) = 278 \text{ cm}$$

$$V_u \text{ (Kg)} = P_u - q_{nu} \times m \times n = 2,505.36$$

$$V_c \text{ (Kg)} = 1.1 \times f_c \times b_o \times d = 188,337.18$$

$$\phi V_c \text{ (Kg)} = 160,086.60$$

**Por lo tanto :**  $V_u < \phi V_c$  ----- **OK**

**3. CALCULO DEL REFUERZO DE ACERO**

3.1. Direcci3n mayor:  $M_u = 1/2 \times q_{nu} \times T \times L^2 = 0.33 \text{ tn-m}$   
 $\phi = 0.9$

$$A_s = M_u / (0.9 * f_y * (d - a/2)) \quad a = A_s * F_y / (0.85 * f_c' * b)$$

$$a = 0.04$$

$$a = 0.04 \quad \text{OK CUMPLE !!!!!}$$

$$A_s = 0.20 \text{ cm}^2$$

3.2. Acero M3nimo:  $A_{smi} = 0.0018 \times T \times d = 8.42 \text{ cm}^2$

Por lo tanto:  $A_s = A_{smi} = 8.42 \text{ cm}^2$

3.3. Espaciamiento (s):  $A_b = 1.27 \text{ cm}^2 \quad \phi b = 1.27 \text{ cm}$   
 $N_{var} = A_s/A_b = 6.6 \Rightarrow 7.0 \text{ Varillas}$   
 Recubrto.  $r = 7.5 \text{ cm}$

$$s = (T - 2xr - \phi b)/(N-1) = 15.60 \text{ cm}$$

**Por lo tanto se colocar3 1/2" @ 0.16 m**

Espaciamiento (s):  $A_b = 1.27 \text{ cm}^2 \quad \phi b = 1.27 \text{ cm}$   
 $A_{st} = A_s \times S/T = 8.42 \text{ cm}^2$   
 $N_{var} = A_s/A_b = 6.6 \Rightarrow 7.0 \text{ Varillas}$   
 Recubrto.  $r = 7.5 \text{ cm}$

$$s = (S - 2xr - \phi b)/(N-1) = 15.60 \text{ cm}$$

**Por lo tanto se colocar3 1/2" @ 0.16 m**

**ZAPATAS AISLADA Z-2**

**1. DATOS:**

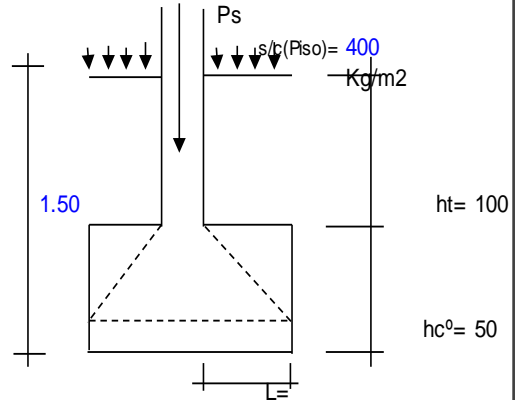
$\alpha$ (kg/cm2): 0.95  
 $\gamma$ t(kg/m3): 1800  
 PISOS: 1.00  
 $\gamma$ CºAº(Kg/m3): 2400.00

Columna: t: 0.27 m  
 a: 0.27 m

**2. CARGAS:**

(Tomadas del calculo de ETABS)

PD (carga Muerta): **3,765.00**  
 PL(carga Viva): **841.00**  
**Ps = PD + PL = 4,606.00 Kg**  
**Pu = 1.4xPD + 1.7xPL = 6,700.70 Kg**



**Longitud de Desarrollo ld:**

$f_c = 210$  Kg/cm2  $ld(cm) = 0.08 \times db \times fy / \sqrt{f_c} = 29$   
 $f_y = 4,200$  Kg/cm2  
 $db = 1.27$  cm  $hcº(cm) = ld + 10 = 39$   
 Por lo tanto  $hcº (cm) = 50$   
 $ht (cm) = Df - hc = 100$

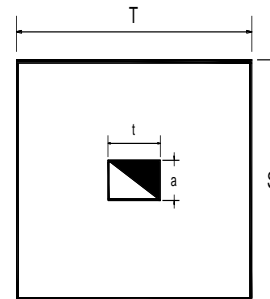
**Resistencia del terreno:**

$\alpha$ (kg/cm2): 0.95 S/C (Piso)= 400 Kg/m2  
 $\gamma$ t(kg/m3): 1,800  
 $q_m = \alpha - (\gamma_t \times h_t + \gamma_{Cº} \times h_{cº}) \times 1E-6 - s/c = 0.61$  Kg/Cm2

**2. AREA DE LA ZAPATA:**

$A_z (cm^2) = P_s / q_m = 7,550.82$   $A = \sqrt{A_z} = 86.895$  cm

**Para cumplir**  $L_{v1} = L_{v2}$



S = 0.87 m = 1.20  
 T = 0.87 m = 1.20

**USAR 1.20 X 1.20 m2**

$L_{v1} = L_{v2} = 0.4650$  **CONFORME**

**2.1. Reaccion amplificada del suelo:**

$$P_u \text{ (Kg)} = 6,700.70 \quad A_z \text{ (SxT)} = 14,400.0000 \text{ cm}^2$$

$$q_{nu} \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = P_u/A_z = 0.47$$

**2.2. Verificaci3n por Corte:**

$$d_c = 7.5 \text{ cm}$$

$$d = hc^0 - d_c = 42.5 \text{ cm}$$

$$2.2.1. \text{ Por Flexi3n: } L = (T - t)/2 = 46.5 \text{ cm}$$

$$V_u \text{ (Kg)} = q_{nu} \times (L - d) \times S = 2.23$$

$$V_c \text{ (Kg)} = 0.53 \times f_c \times S \times d = 391.70$$

$$\phi V_c \text{ (Kg)} = 332.95$$

$$\text{Por lo tanto : } V_u < \phi V_c \text{ ----- OK}$$

$$2.2.2. \text{ Por Punzonamiento: } m = t + d = 69.5 \text{ cm}$$

$$n = a + d = 69.5 \text{ cm}$$

$$b_o = 2(m+n) = 278 \text{ cm}$$

$$V_u \text{ (Kg)} = P_u - q_{nu} \times m \times n = 4,453.06$$

$$V_c \text{ (Kg)} = 1.1 \times f_c \times b_o \times d = 188,337.18$$

$$\phi V_c \text{ (Kg)} = 160,086.60$$

$$\text{Por lo tanto : } V_u < \phi V_c \text{ ----- OK}$$

**3. CALCULO DEL REFUERZO DE ACERO**

$$3.1. \text{ Direcci3n mayor: } M_u = 1/2 \times q_{nu} \times T \times L^2 = 0.60 \text{ tn-m}$$

$$\phi = 0.9$$

$$A_s = M_u / (0.9 \times f_y \times (d - a/2))$$

$$a = A_s \times F_y / (0.85 \times f_c' \times b)$$

$$a = 0.07$$

$$a = 0.07 \text{ OK CUMPLE !!!!!}$$

$$A_s = 0.38 \text{ cm}^2$$

$$3.2. \text{ Acero M3nimo: } A_{smi} = 0.0018 \times T \times d = 9.18 \text{ cm}^2$$

$$\text{Por lo tanto: } A_s = A_{smi} = 9.18 \text{ cm}^2$$

$$3.3. \text{ Espaciamiento (s): } A_b = 1.27 \text{ cm}^2 \quad \phi b = 1.27 \text{ cm}$$

$$N_{var} = A_s/A_b = 7.2 \quad \longrightarrow \quad 8.0 \text{ Varillas}$$

$$\text{Recubrto. } r = 7.5 \text{ cm}$$

$$s = (T - 2r - \phi b)/(N-1) = 14.80 \text{ cm}$$

Por lo tanto se colocará  $\phi 1/2'' @ 0.15 \text{ m}$

$$\text{Espaciamiento (s): } A_b = 1.27 \text{ cm}^2 \quad \phi b = 1.27 \text{ cm}$$

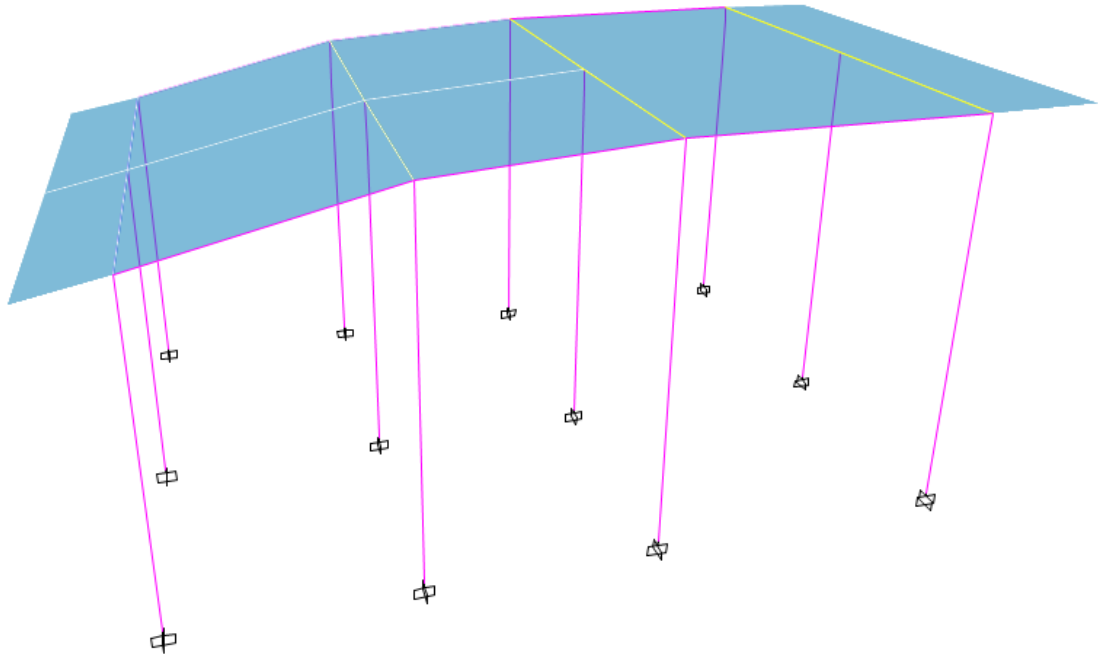
$$A_{st} = A_s \times S/T = 9.18 \text{ cm}^2$$

$$N_{var} = A_{st}/A_b = 7.2 \quad \longrightarrow \quad 8.0 \text{ Varillas}$$

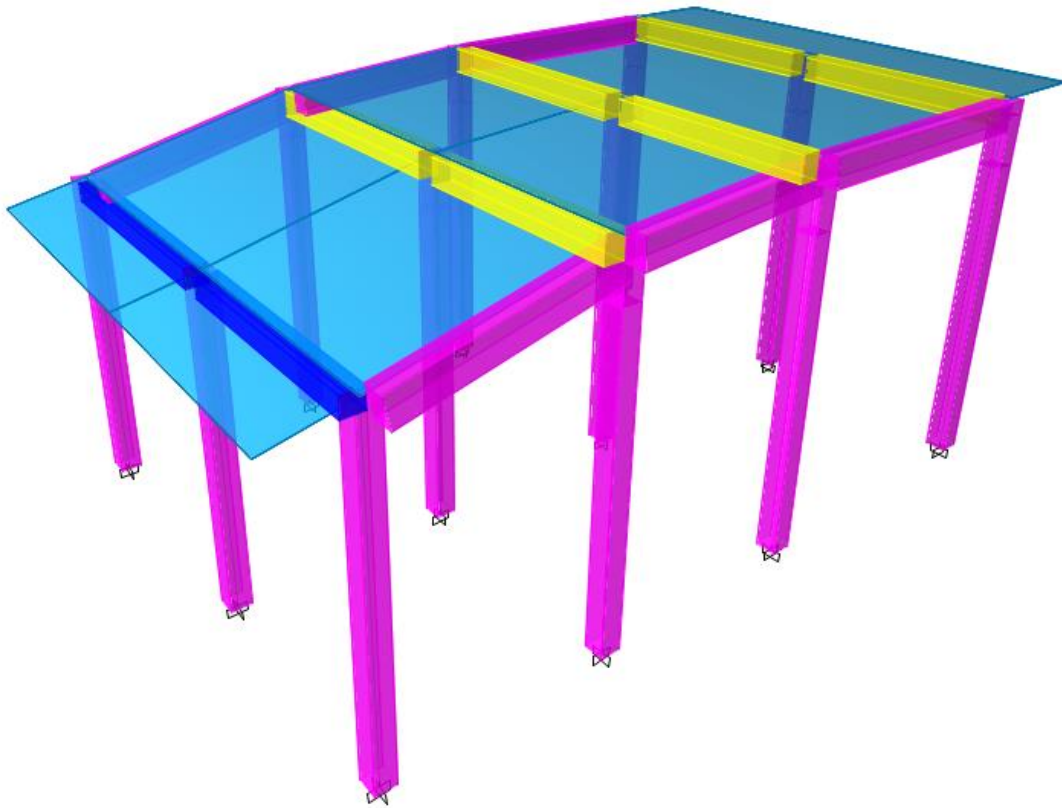
$$\text{Recubrto. } r = 7.5 \text{ cm}$$

$$s = (S - 2r - \phi b)/(N-1) = 14.80 \text{ cm}$$

Por lo tanto se colocará  $\phi 1/2'' @ 0.15 \text{ m}$

**10. Modelamientos y análisis de resultados Edificación N° 04 – SS. HH piscina**

**Figura 62:** Modelamiento estructural (Edif. N° 04 – SS. HH piscina)



**Figura 63:** Modelamiento estructural elementos tipo Shell y frame (Edif. N° 04 – SS. HH piscina)

## Diseño de Secciones de vigas

### Viga principal 101 - (27x40)

Frame Section Property Data

**General Data**

Property Name: V 27 X 40

Material: CONCRETO 210

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color:  Change...

Notes: Modify/Show Notes...

**Shape**

Section Shape: Concrete Rectangular

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

Depth: 0.4 m

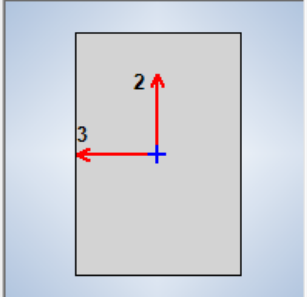
Width: 0.27 m

**Property Modifiers**

Modify/Show Modifiers...  
Currently Default

**Reinforcement**

Modify/Show Rebar...



### Viga secundaria 101 - (27x35)

Frame Section Property Data

**General Data**

Property Name: V 27 X 35

Material: CONCRETO 210

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color:  Change...

Notes: Modify/Show Notes...

**Shape**

Section Shape: Concrete Rectangular

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

Depth: 0.35 m

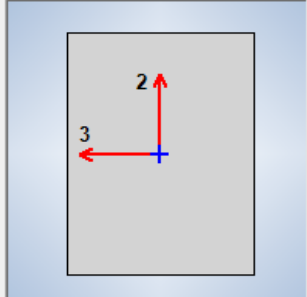
Width: 0.27 m

**Property Modifiers**

Modify/Show Modifiers...  
Currently Default

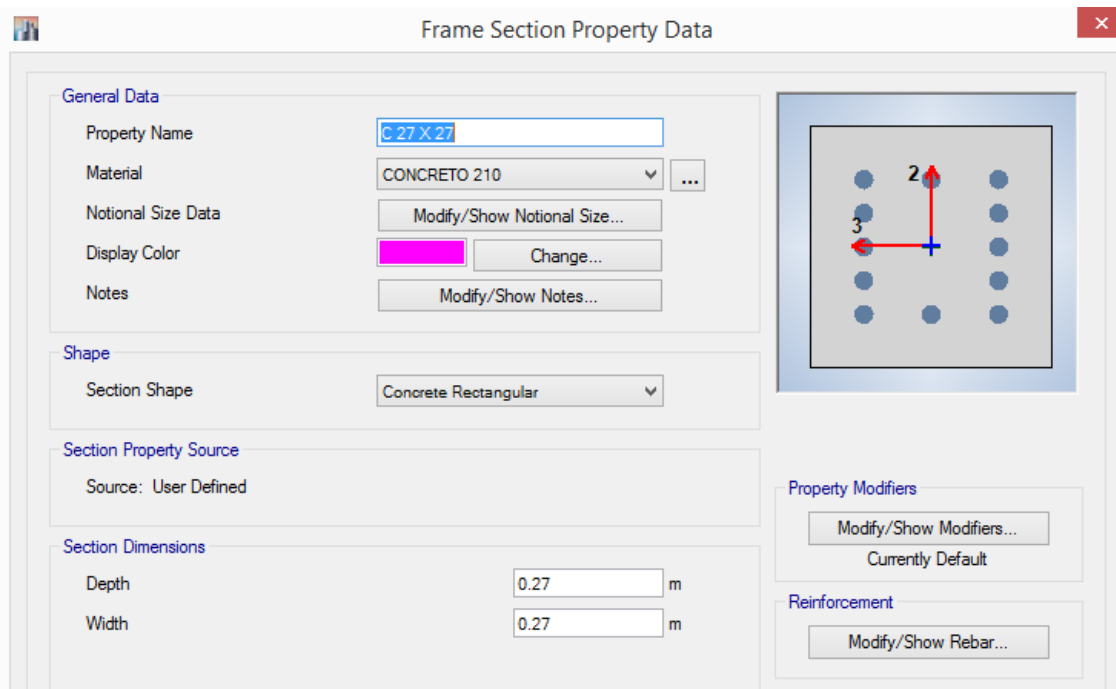
**Reinforcement**

Modify/Show Rebar...

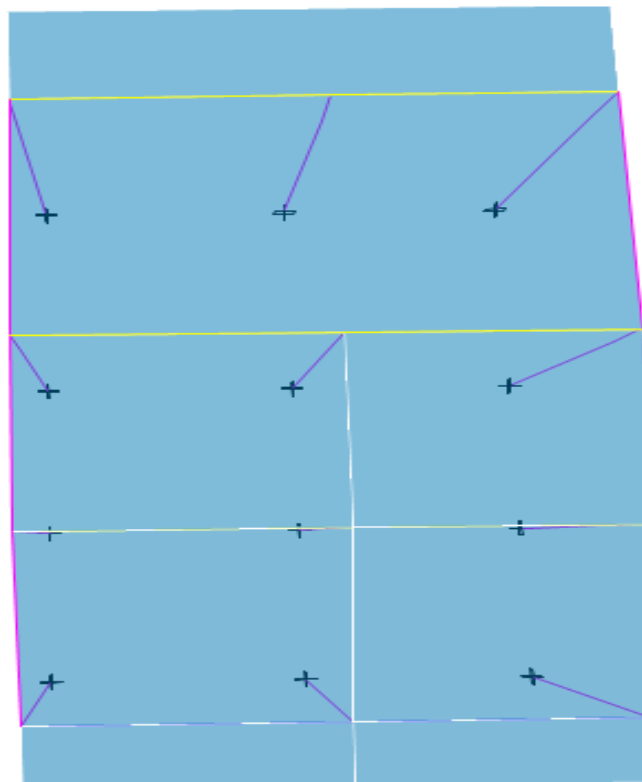


## Sección de columnas

### Columna 27x27



## Vista en planta y 3d de estructura modelada

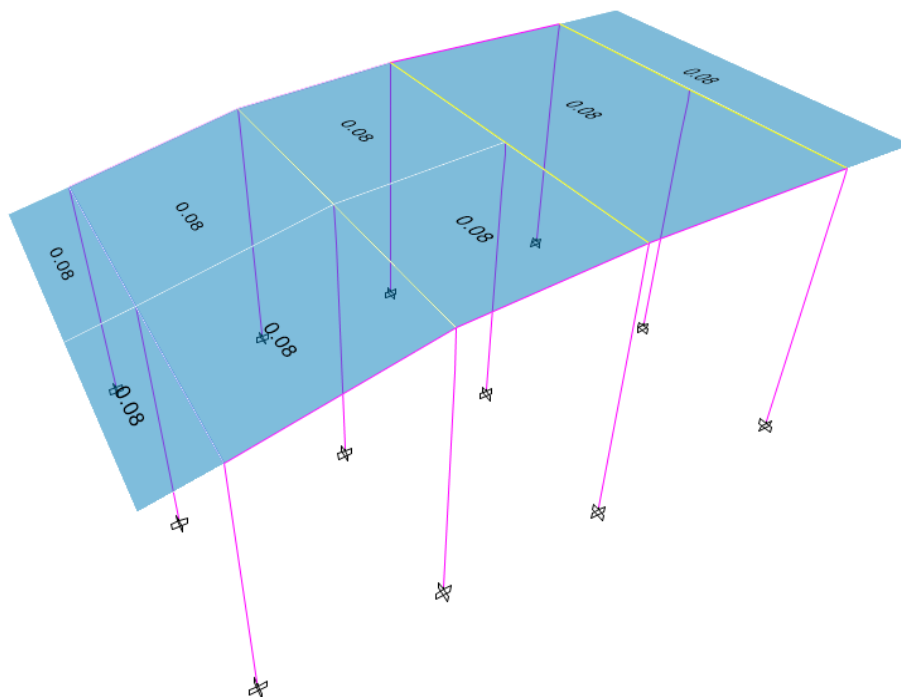


**Figura 64:** Vista en planta y 3d modelada (Edif. N° 04 – SS. HH piscina)

## Análisis sísmico

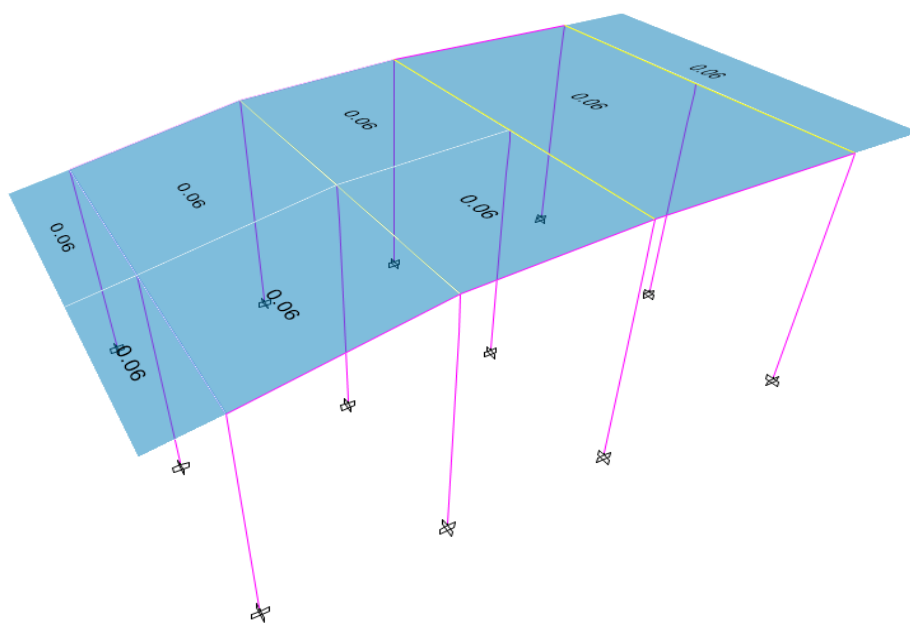
### Vista en 3D de cargas vivas y muertas

**Carga muerta: 0.08 t/m<sup>2</sup> o 80 kg/m<sup>2</sup>**



*Figura 65:* Vista 3d modelada – carga muerta (Edif. N° 04 – SS. HH piscina)

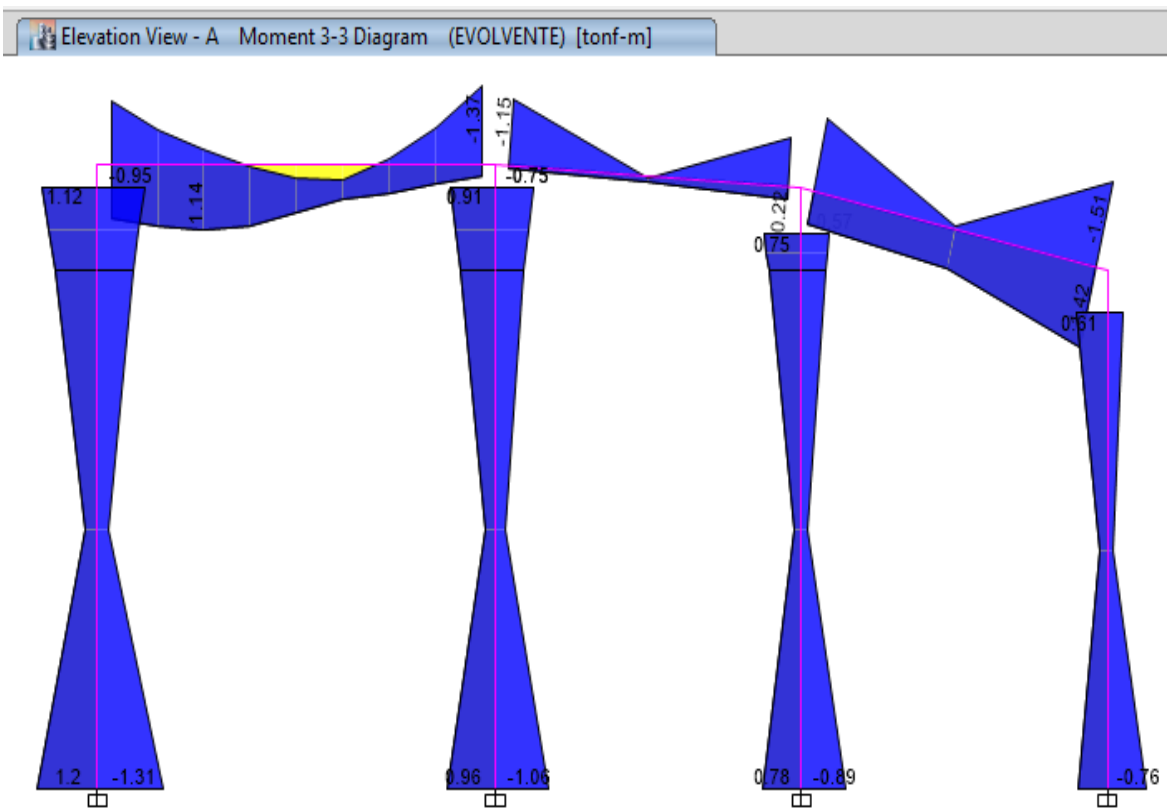
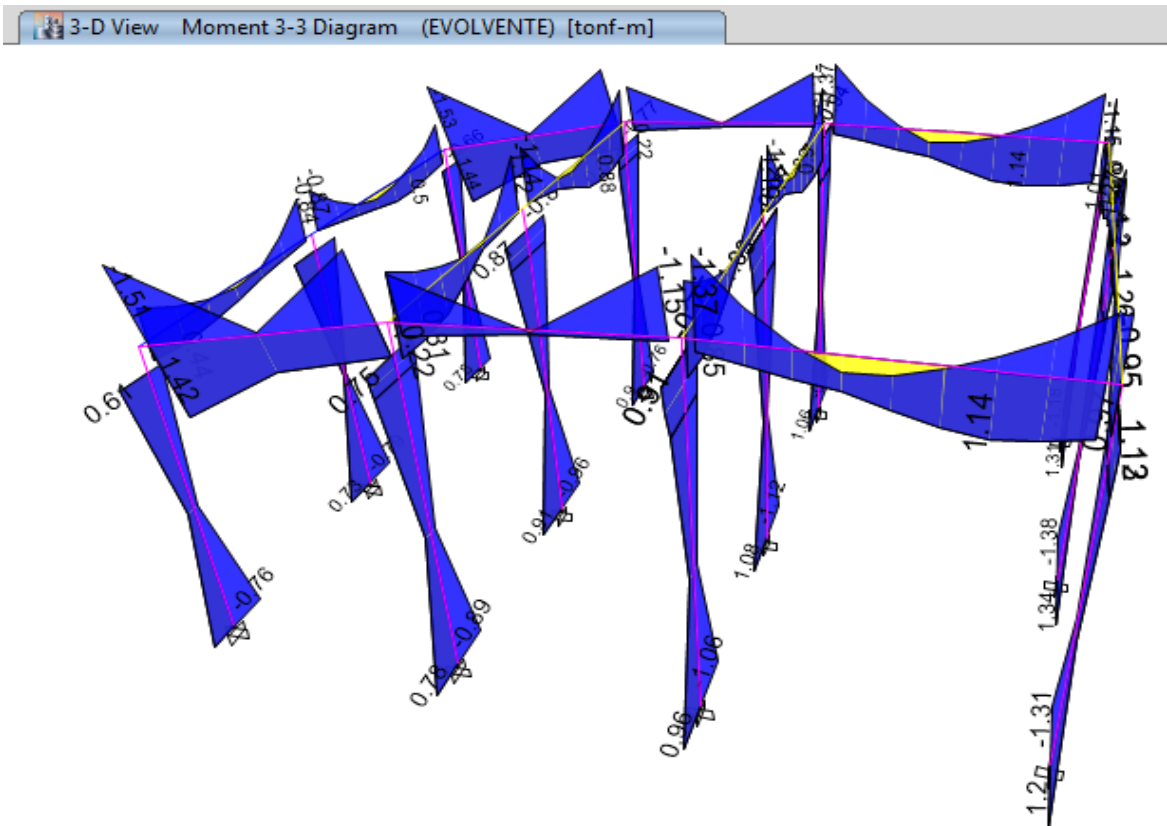
**Carga viva: 0.06 t/m<sup>2</sup> o 60 kg/m<sup>2</sup>**



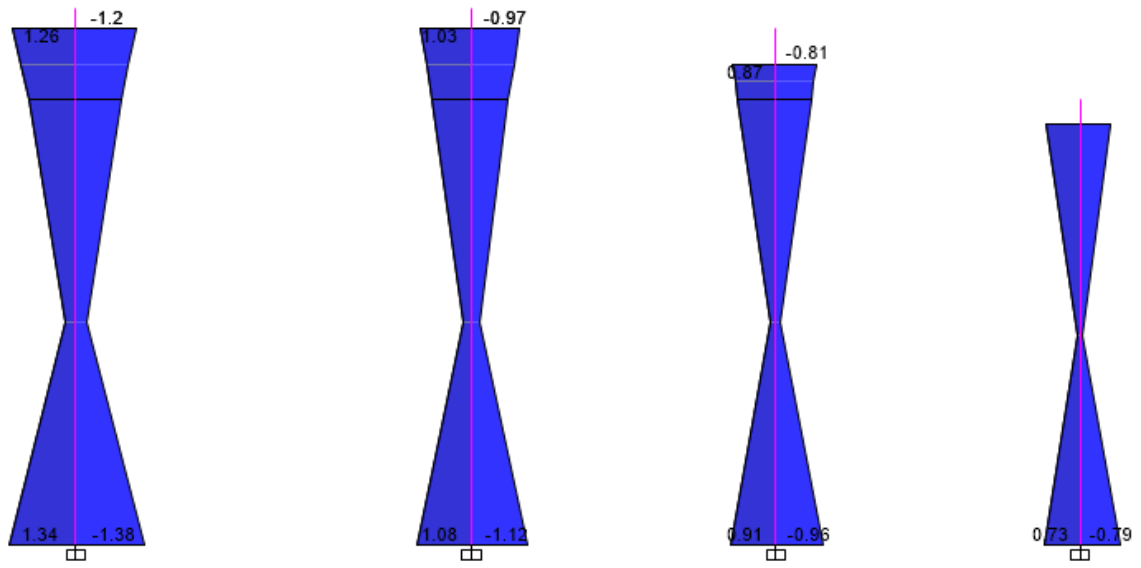
*Figura 66:* Vista 3d modelada – carga viva (Edif. N° 04 – SS. HH piscina)



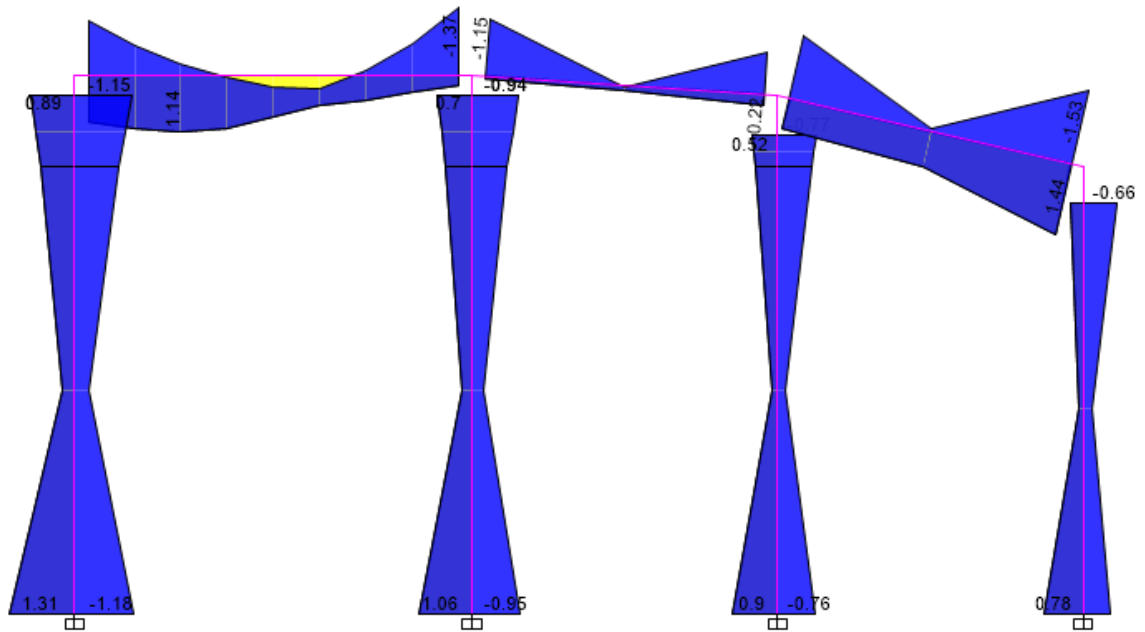
Resultados



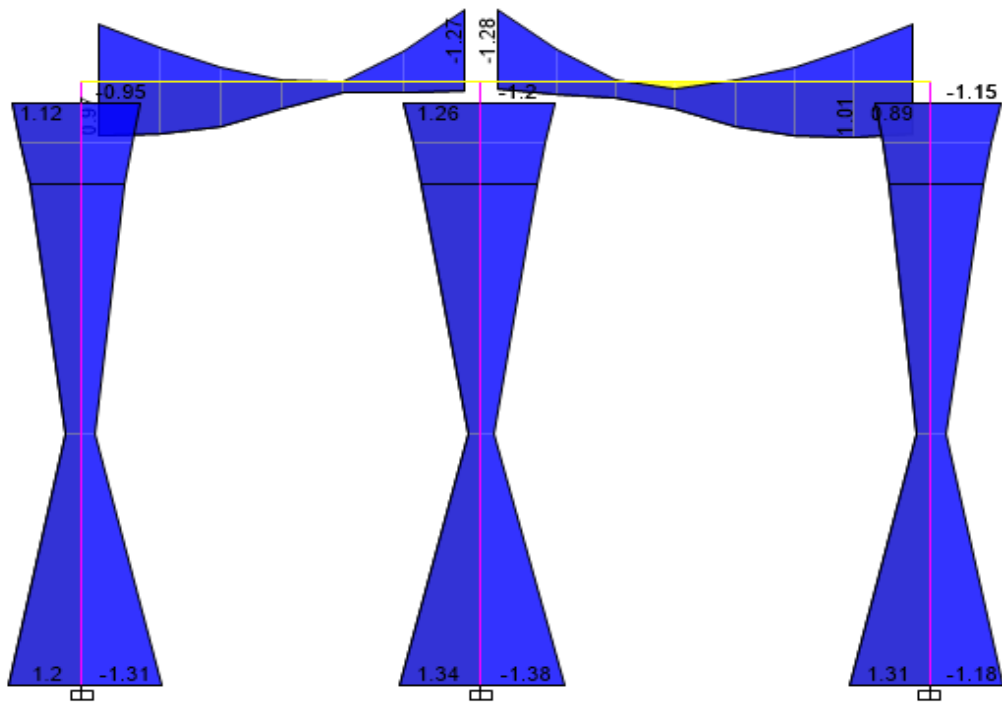
Elevation View - B Moment 3-3 Diagram (EVOLVENTE) [tonf-m]



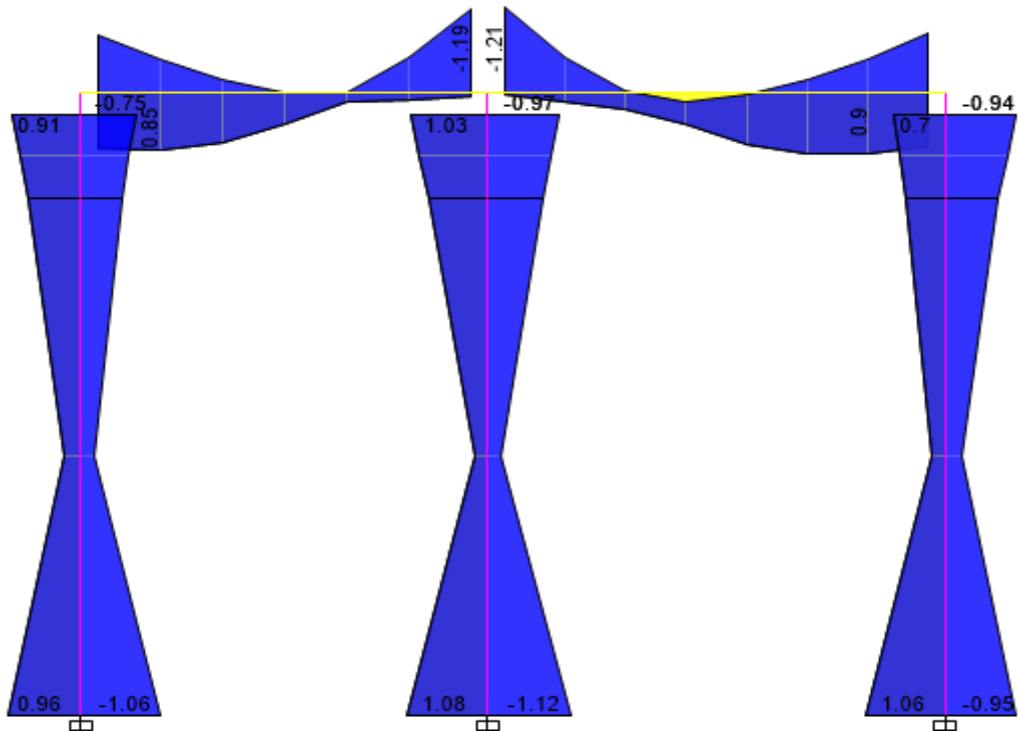
Elevation View - C Moment 3-3 Diagram (EVOLVENTE) [tonf-m]



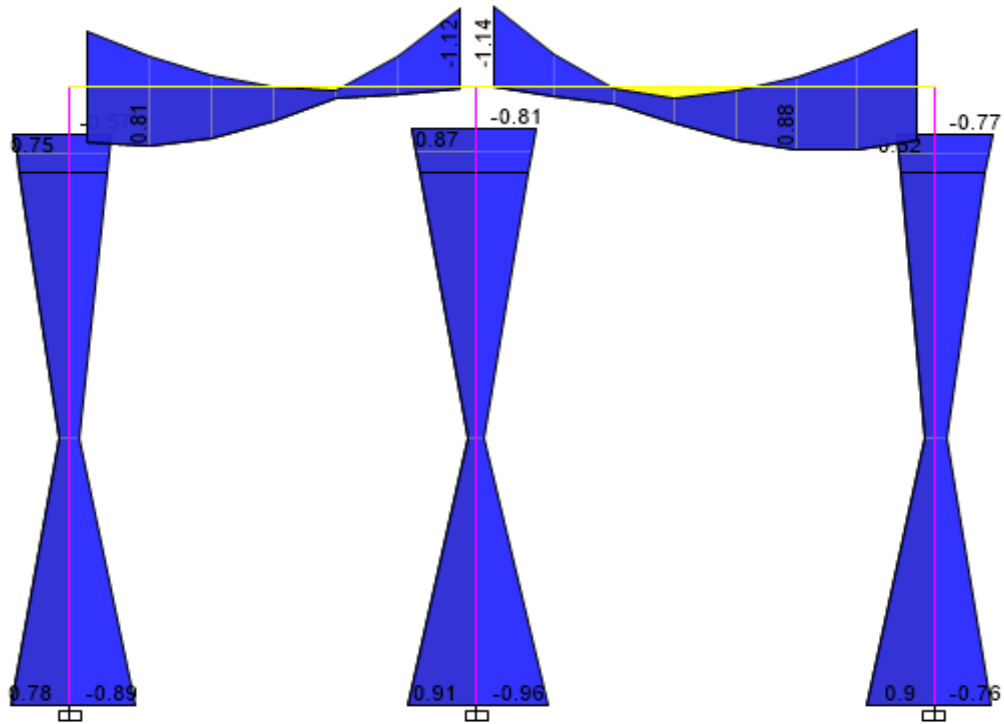
Elevation View - 2 Moment 3-3 Diagram (EVOLVENTE) [tonf-m]



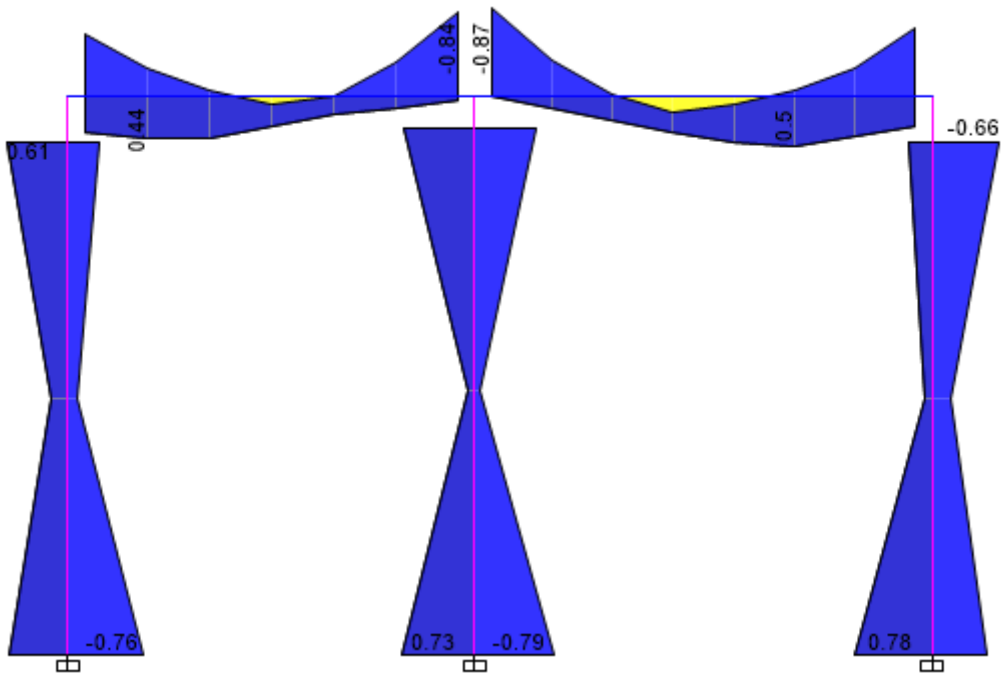
Elevation View - 3 Moment 3-3 Diagram (EVOLVENTE) [tonf-m]



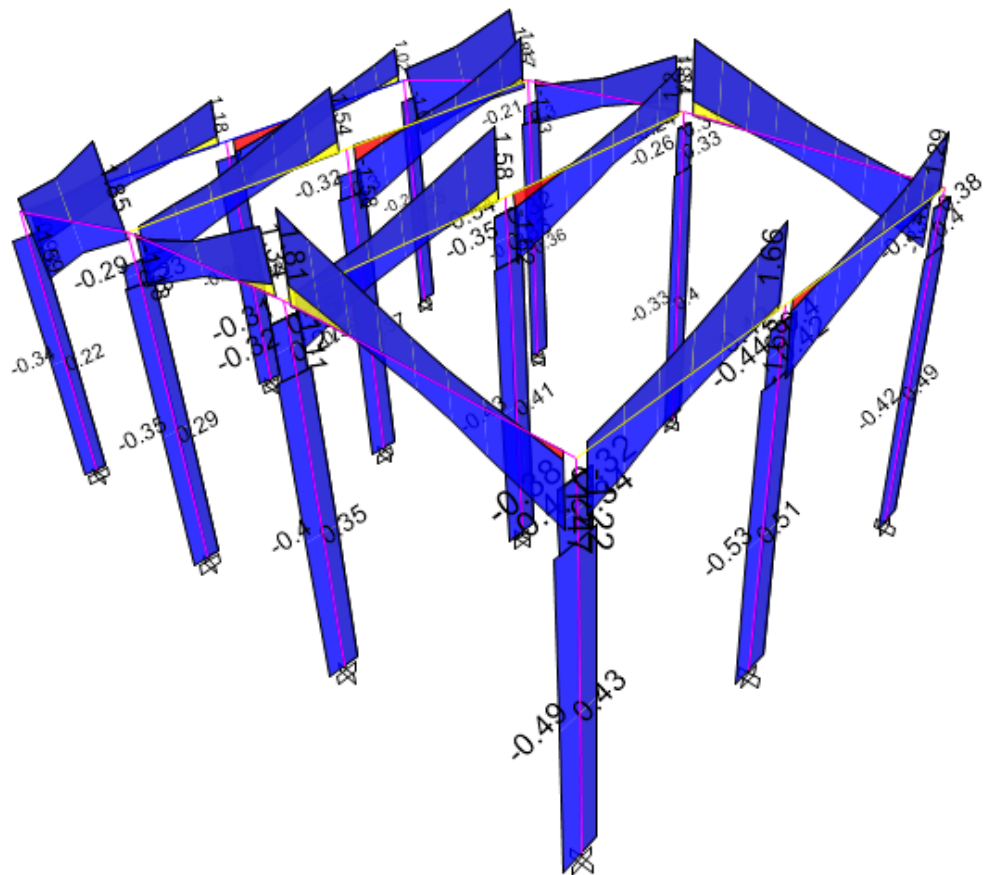
Elevation View - 4 Moment 3-3 Diagram (EVOLVENTE) [tonf-m]



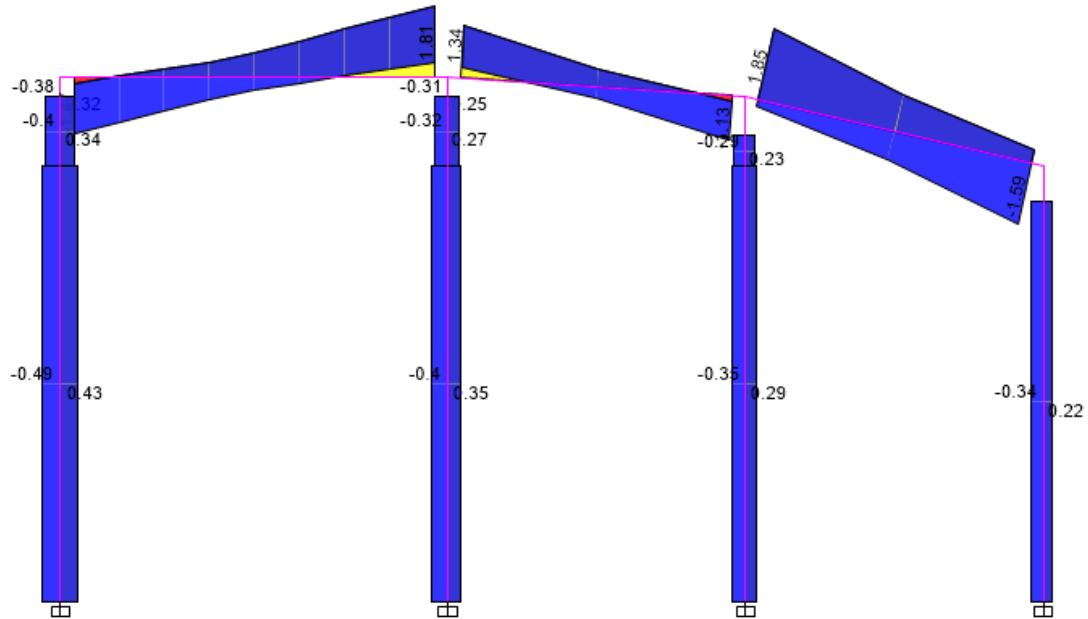
Elevation View - 5 Moment 3-3 Diagram (EVOLVENTE) [tonf-m]



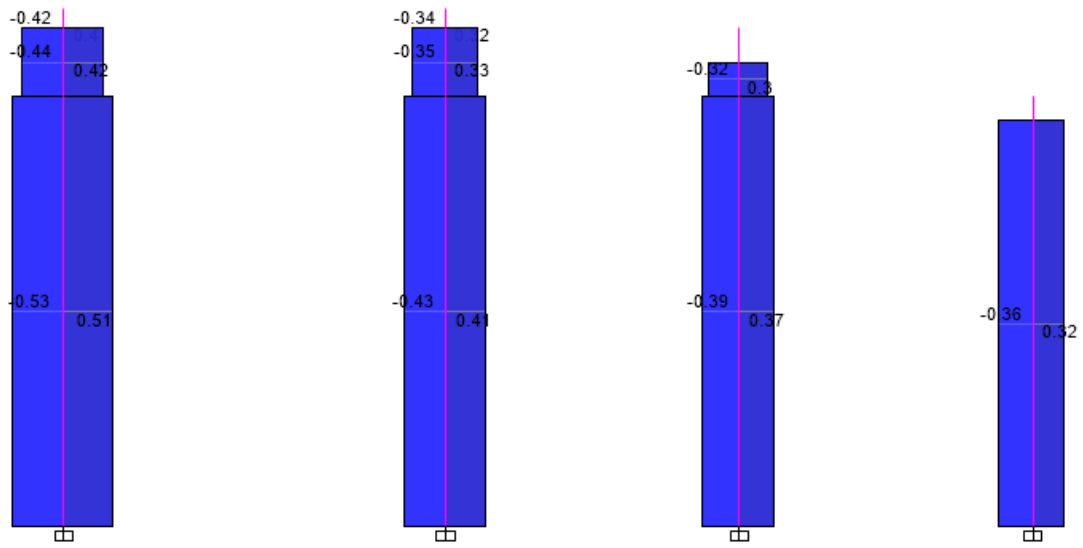
3-D View Shear Force 2-2 Diagram (EVOLVENTE) [tonf]



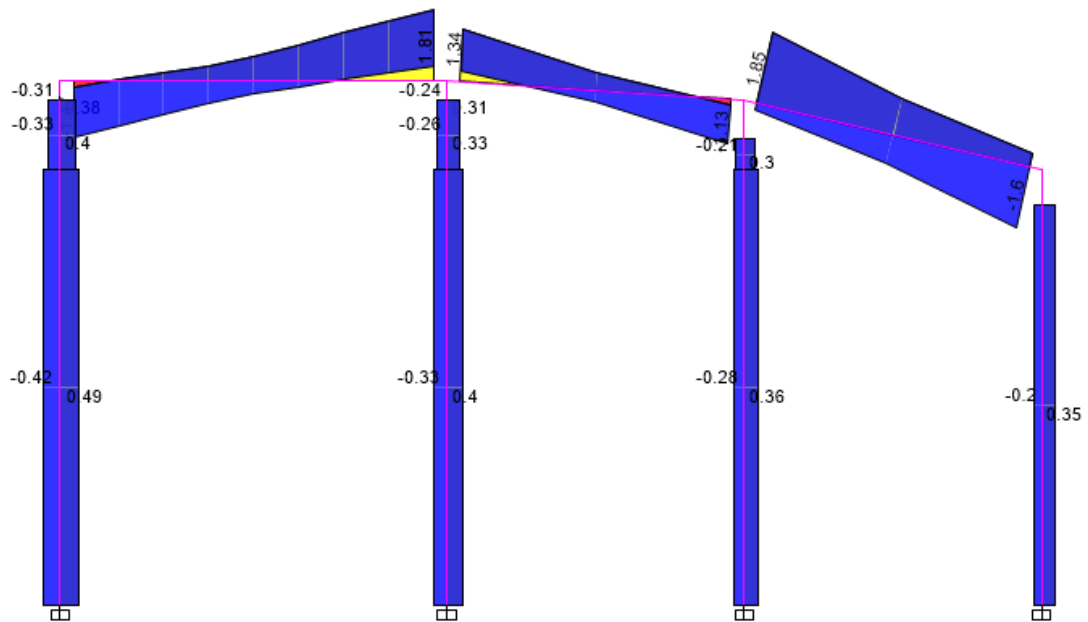
Elevation View - A Shear Force 2-2 Diagram (EVOLVENTE) [tonf]



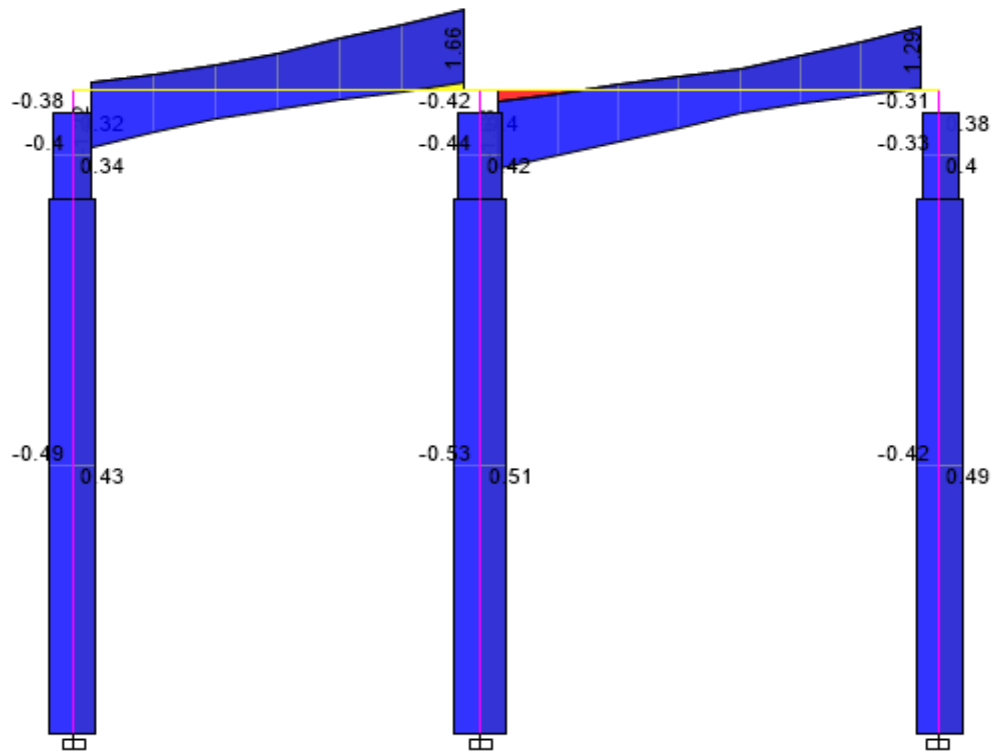
Elevation View - B Shear Force 2-2 Diagram (EVOLVENTE) [tonf]



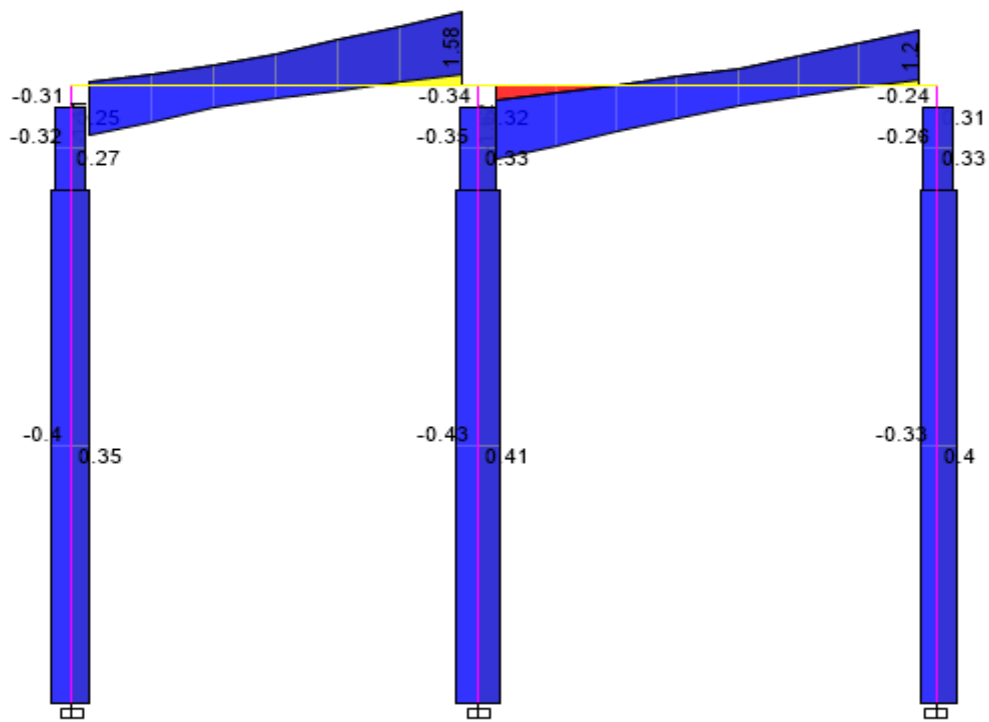
Elevation View - C Shear Force 2-2 Diagram (EVOLVENTE) [tonf]



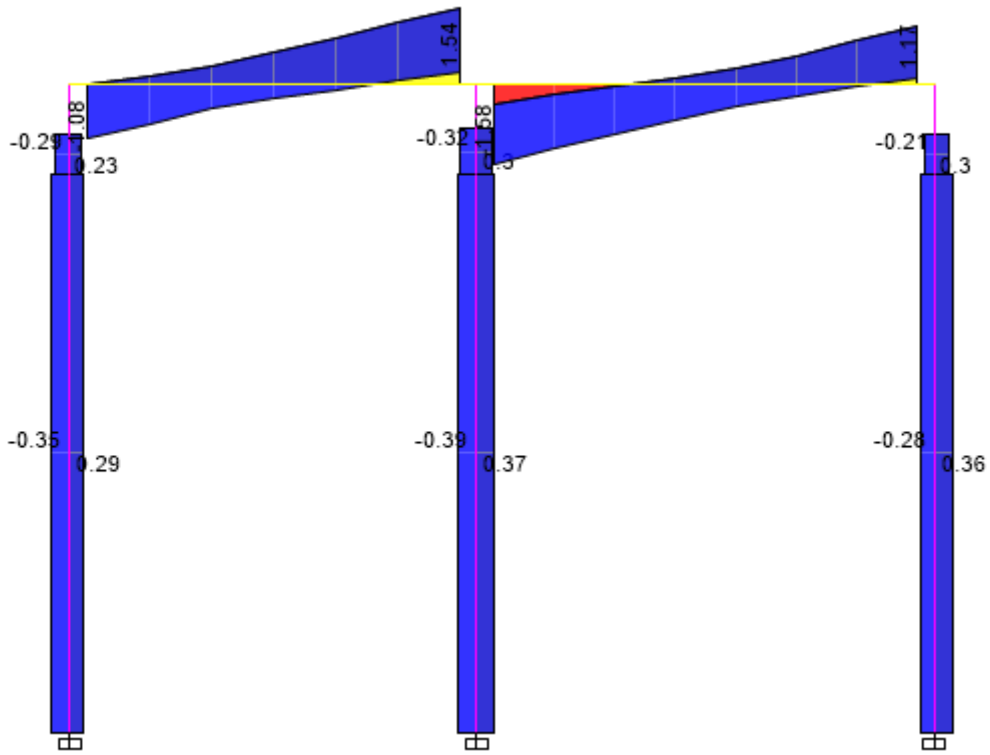
Elevation View - 2 Shear Force 2-2 Diagram (EVOLVENTE) [tonf]



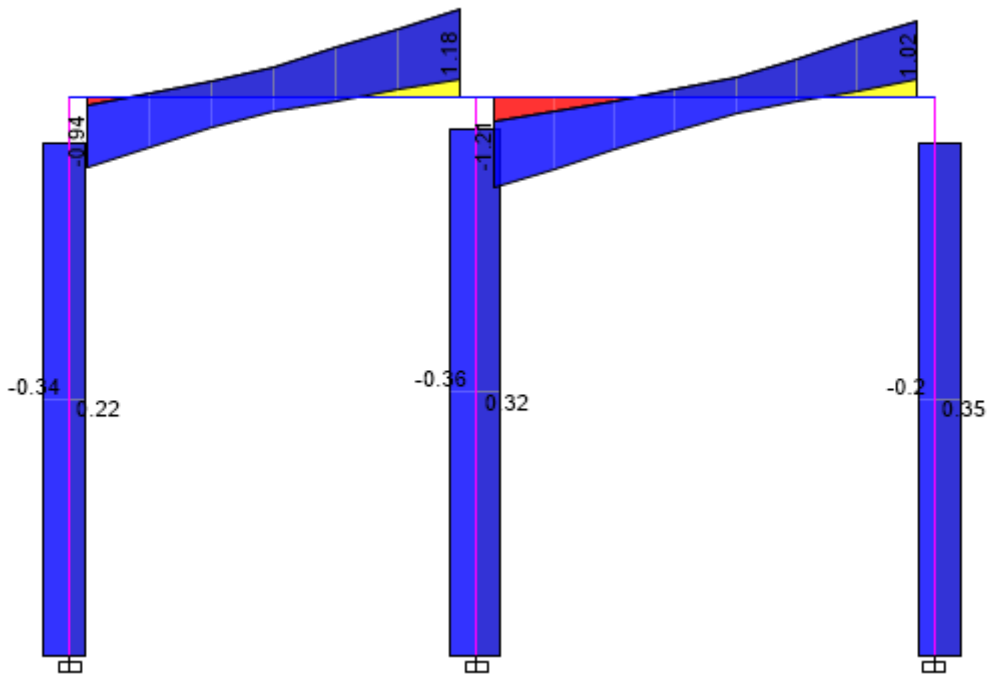
Elevation View - 3 Shear Force 2-2 Diagram (EVOLVENTE) [tonf]



Elevation View - 4 Shear Force 2-2 Diagram (EVOLVENTE) [tonf]

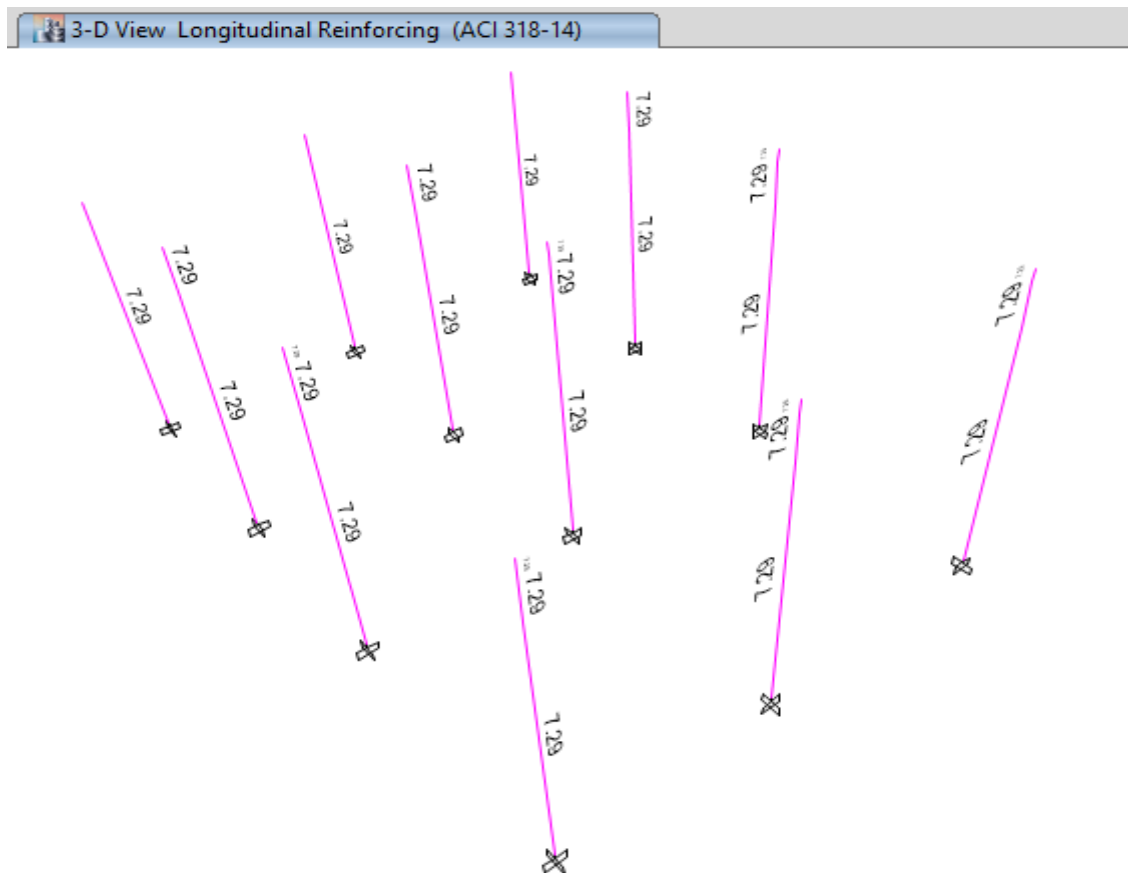


Elevation View - 5 Shear Force 2-2 Diagram (EVOLVENTE) [tonf]





### Áreas de acero (cm<sup>2</sup>) de las columnas:



### Control de desplazamientos

Los desplazamientos de los centros de masa de cada nivel obtenidos en el análisis dinámico cumplen en ambas direcciones los límites permisibles por la Norma E-030. Para cada dirección se presentan los cuadros que muestran los desplazamientos, así como las distorsiones máximas de cada piso obtenidos en el análisis dinámico aumentado por el factor  $0.75xR$  (según norma E030 vigente).

Story Drifts								
1 de 3   Reload Apply								
	Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
▶	Story3	DERIVA X Max	X	0.001655	20	6.8	1.5	5.3
	Story2	DERIVA X Max	X	0.0033	20	6.8	1.5	5.1
	Story1	DERIVA X Max	X	0.005463	10	3.2	1.5	4.4

### ZAPATAS AISLADA Z-1

#### 1. DATOS:

$\alpha$ (kg/cm<sup>2</sup>): 0.95  
 $\gamma$ (kg/m<sup>3</sup>): 1800  
 PISOS: 1.00  
 $\gamma C^\circ A^\circ$ (Kg/m<sup>3</sup>): 2400.00

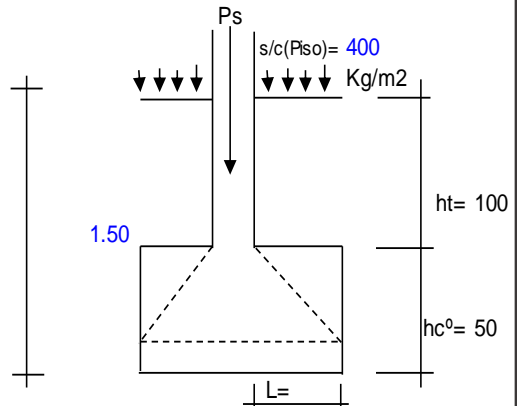
Columna: t: 0.27 m  
 a: 0.27 m

#### 2. CARGAS: (Tomadas del calculo de ETABS)

PD (carga Muerta): **2,207.00**  
 PL(carga Viva): **269.00**

$P_s = P_D + P_L = 2,476.00$  Kg

$P_u = 1.4 \times P_D + 1.7 \times P_L = 3,547.10$  Kg



#### Longitud de Desarrollo Id:

$f_c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>     $l_d(\text{cm}) = 0.08 \times d_b \times f_y / \sqrt{f_c} = 29$   
 $f_y = 4,200$  Kg/cm<sup>2</sup>  
 $d_b = 1.27$  cm     $h_c^\circ(\text{cm}) = l_d + 10 = 39$   
 Por lo tanto  $h_c^\circ(\text{cm}) = 50$   
 $h_t(\text{cm}) = D_f - h_c = 100$

#### Resistencia del terreno:

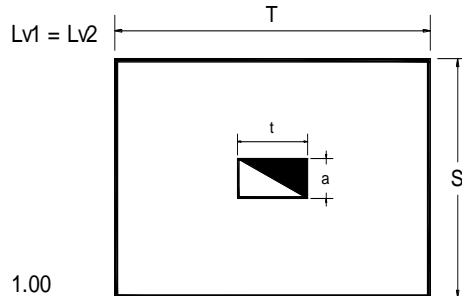
$\alpha$ (kg/cm<sup>2</sup>): 0.95    S/C (Piso)= 400 Kg/m<sup>2</sup>  
 $\gamma$ (kg/m<sup>3</sup>): 1,800

$q_m = \alpha - (\gamma \times h_t + \gamma C^\circ \times h_c^\circ) \times 10^{-6} - s/c = 0.61$  Kg/Cm<sup>2</sup>

#### 2. AREA DE LA ZAPATA:

$A_z(\text{cm}^2) = P_s / q_m = 4,059.02$      $A = \sqrt{A_z} = 63.710$  cm

Para cumplir



$S = 0.64$  m = 1.00  
 $T = 0.64$  m = 1.00

USAR	1.00	X	1.00	m <sup>2</sup>
------	------	---	------	----------------

$L_{v1} = L_{v2} = 0.3650$   
 $= 0.3650$  **CONFORME**

**2.1. Reaccion amplificada del suelo:**

$$P_u \text{ (Kg)} = 3,547.10 \quad A_z \text{ (SxT)} = 10,000.0000 \text{ cm}^2$$

$$q_{nu} \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = P_u/A_z = 0.35$$

**2.2. Verificaci3n por Corte:**

$$d_c = 7.5 \text{ cm}$$

$$d = hc^0 - d_c = 42.5 \text{ cm}$$

$$2.2.1. \text{ Por Flexi3n: } L = (T - t)/2 = 36.5 \text{ cm}$$

$$V_u \text{ (Kg)} = q_{nu} \times (L - d) \times S = -2.13$$

$$V_c \text{ (Kg)} = 0.53 \times f_c \times S \times d = 326.42$$

$$\phi V_c \text{ (Kg)} = 277.46$$

$$\text{Por lo tanto: } V_u < \phi V_c \text{ ----- OK}$$

$$2.2.2. \text{ Por Punzonamiento: } m = t + d = 69.5 \text{ cm}$$

$$n = a + d = 69.5 \text{ cm}$$

$$b_o = 2(m+n) = 278 \text{ cm}$$

$$V_u \text{ (Kg)} = P_u - q_{nu} \times m \times n = 1,833.76$$

$$V_c \text{ (Kg)} = 1.1 \times f_c \times b_o \times d = 188,337.18$$

$$\phi V_c \text{ (Kg)} = 160,086.60$$

$$\text{Por lo tanto: } V_u < \phi V_c \text{ ----- OK}$$

**3. CALCULO DEL REFUERZO DE ACERO**

$$3.1. \text{ Direcci3n mayor: } M_u = 1/2 \times q_{nu} \times T \times L^2 = 0.24 \text{ tn-m}$$

$$\phi = 0.9$$

$$A_s = M_u / (0.9 \times f_y \times (d - a/2))$$

$$a = A_s \times F_y / (0.85 \times f_c' \times b)$$

$$a = 0.04$$

$$a = 0.04 \text{ OK CUMPLE !!!!!}$$

$$A_s = 0.15 \text{ cm}^2$$

$$3.2. \text{ Acero M3nimo: } A_{sm3} = 0.0018 \times T \times d = 7.65 \text{ cm}^2$$

$$\text{Por lo tanto: } A_s = A_{sm3} = 7.65 \text{ cm}^2$$

$$3.3. \text{ Espaciamiento (s): } A_b = 1.27 \text{ cm}^2 \quad \phi b = 1.27 \text{ cm}$$

$$N_{var} = A_s/A_b = 6.0 \quad \longrightarrow \quad 7.0 \text{ Varillas}$$

$$\text{Recubrto. } r = 7.5 \text{ cm}$$

$$s = (T - 2xr - \phi b)/(N-1) = 14.00 \text{ cm}$$

Por lo tanto se colocará  $\phi 1/2''$  @ 0.14 m

$$\text{Espaciamiento (s): } A_b = 1.27 \text{ cm}^2 \quad \phi b = 1.27 \text{ cm}$$

$$A_{st} = A_s \times S/T = 7.65 \text{ cm}^2$$

$$N_{var} = A_{st}/A_b = 6.0 \quad \longrightarrow \quad 7.0 \text{ Varillas}$$

$$\text{Recubrto. } r = 7.5 \text{ cm}$$

$$s = (S - 2xr - \phi b)/(N-1) = 14.00 \text{ cm}$$

Por lo tanto se colocará  $\phi 1/2''$  @ 0.14 m

**ZAPATAS AISLADA Z-2**

**1. DATOS:**

$\alpha$ (kg/cm2): 0.95  
 $\gamma$ t(kg/m3): 1800  
 PISOS: 1.00  
 $\gamma$ C°A°(Kg/m3): 2400.00

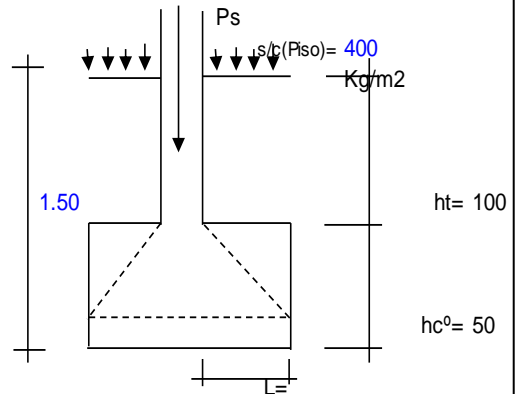
Columna: t: 0.27 m  
 a: 0.27 m

**2. CARGAS:** (Tomadas del calculo de ETABS)

PD (carga Muerta): **3,119.00**  
 PL(carga Viva): **453.00**

**Ps = PD + PL = 3,572.00 Kg**

**Pu = 1.4xPD + 1.7xPL = 5,136.70 Kg**



**Longitud de Desarrollo ld:**

$f_c = 210$  Kg/cm2  $l_d(cm) = 0.08 \times d_b \times f_y / \sqrt{f_c} = 29$   
 $f_y = 4,200$  Kg/cm2  
 $d_b = 1.27$  cm  $h_c^o(cm) = l_d + 10 = 39$

Por lo tanto  $h_c^o (cm) = 50$   
 $h_t (cm) = D_f - h_c = 100$

**Resistencia del terreno:**

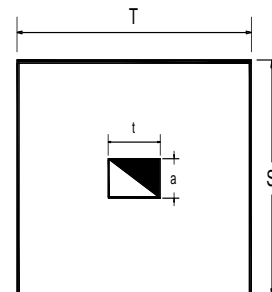
$\alpha$ (kg/cm2): 0.95 S/C (Piso)= 400 Kg/m2  
 $\gamma$ t(kg/m3): 1,800

$q_m = \alpha - (\gamma_t \times h_t + \gamma_C^o \times h_c^o) \times 1E-6 - s/c = 0.61$  Kg/Cm2

**2. AREA DE LA ZAPATA:**

$A_z (cm^2) = P_s / q_m = 5,855.74$   $A = \sqrt{A_z} = 76.523$  cm

Para cumplir  $L_v1 = L_v2$



$S = 0.77$  m = 1.20  
 $T = 0.77$  m = 1.20

**USAR 1.20 X 1.20 m2**

$L_v1 = L_v2 = 0.4650$   
 $= 0.4650$  **CONFORME**

**2.1. Reaccion amplificada del suelo:**

$$P_u \text{ (Kg)} = 5,136.70 \quad A_z \text{ (SxT)} = 14,400.0000 \text{ cm}^2$$

$$q_{nu} \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = P_u/A_z = 0.36$$

**2.2. Verificaciòn por Corte:**

$$d_c = 7.5 \text{ cm}$$

$$d = hc^0 - d_c = 42.5 \text{ cm}$$

$$2.2.1. \text{ Por Flexiòn: } L = (T - t)/2 = 46.5 \text{ cm}$$

$$V_u \text{ (Kg)} = q_{nu} \times (L - d) \times S = 1.71$$

$$V_c \text{ (Kg)} = 0.53 \times f_c \times S \times d = 391.70$$

$$\emptyset V_c \text{ (Kg)} = 332.95$$

$$\text{Por lo tanto : } V_u < \emptyset V_c \text{ ----- OK}$$

$$2.2.2. \text{ Por Punzonamiento: } m = t + d = 69.5 \text{ cm}$$

$$n = a + d = 69.5 \text{ cm}$$

$$b_o = 2(m+n) = 278 \text{ cm}$$

$$V_u \text{ (Kg)} = P_u - q_{nu} \times m \times n = 3,413.68$$

$$V_c \text{ (Kg)} = 1.1 \times f_c \times b_o \times d = 188,337.18$$

$$\emptyset V_c \text{ (Kg)} = 160,086.60$$

$$\text{Por lo tanto : } V_u < \emptyset V_c \text{ ----- OK}$$

**3. CALCULO DEL REFUERZO DE ACERO**

$$3.1. \text{ Direcciòn mayor: } M_u = 1/2 \times q_{nu} \times T \times L^2 = 0.46 \text{ tn-m}$$

$$\phi = 0.9$$

$$A_s = M_u / (0.9 \times f_y \times (d - a/2))$$

$$a = A_s \times F_y / (0.85 \times f_c' \times b)$$

$$a = 0.06$$

$$a = 0.06$$

OK CUMPLE !!!!!

$$A_s = 0.29 \text{ cm}^2$$

$$3.2. \text{ Acero Minimo: } A_{smi} = 0.0018 \times T \times d = 9.18 \text{ cm}^2$$

$$\text{Por lo tanto: } A_s = A_{smi} = 9.18 \text{ cm}^2$$

$$3.3. \text{ Espaciamiento (s): } A_b = 1.27 \text{ cm}^2 \quad \phi b = 1.27 \text{ cm}$$

$$N_{var} = A_s/A_b = 7.2 \quad \longrightarrow \quad 8.0 \text{ Varillas}$$

$$\text{Recubrto. } r = 7.5 \text{ cm}$$

$$s = (T - 2xr - \phi b)/(N-1) = 14.80 \text{ cm}$$

Por lo tanto se colocará $\phi 1/2"$ @ 0.15 m
---

$$\text{Espaciamiento (s): } A_b = 1.27 \text{ cm}^2 \quad \phi b = 1.27 \text{ cm}$$

$$A_{st} = A_s \times S/T = 9.18 \text{ cm}^2$$

$$N_{var} = A_s/A_b = 7.2 \quad \longrightarrow \quad 8.0 \text{ Varillas}$$

$$\text{Recubrto. } r = 7.5 \text{ cm}$$

$$s = (S - 2xr - \phi b)/(N-1) = 14.80 \text{ cm}$$

Por lo tanto se colocará $\phi 1/2"$ @ 0.15 m
---

**11. Modelamientos y análisis de resultados Edificación N° 05 – Techo Grass Sintético**

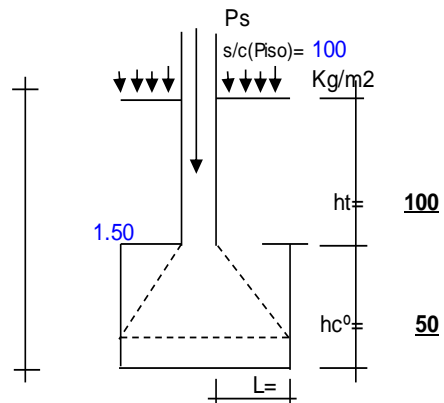
**ZAPATAS AISLADA Z-1 GRASS SINTETICO**

**1. DATOS:**

$\delta$ (kg/cm2): 0.95  
 $\gamma$ (kg/m3): 1800  
 PISOS: 1.00  
 $\gamma$ CºAº(Kg/m3): 2400.00  
 Columna: t: 0.90 m  
 a: 0.30 m

**2. CARGAS:** (Tomadas del calculo de ETABS)

PD (carga Muerta): **13,500.00**  
 PL(carga Viva): **16,200.00**  
**Ps = PD + PL = 29,700.00 Kg**  
**Pu = 1.4xPD + 1.7xPL = 46,440.00 Kg**



**Longitud de Desarrollo ld:**

$f_c = 210$  Kg/cm2  
 $f_y = 4,200$  Kg/cm2  
 $d_b = 1.27$  cm  
 $l_d(\text{cm}) = 0.08 \times d_b \times f_y / \sqrt{f_c} = 29$   
 $h_cº(\text{cm}) = l_d + 10 = 39$   
 Por lo tanto  $h_cº(\text{cm}) = 50$   
 $h_t(\text{cm}) = D_f - h_c = 100$

**Resistencia del terreno:**

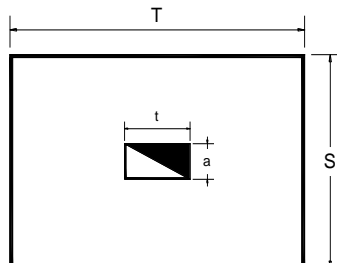
$\delta$ (kg/cm2): 0.95  
 $\gamma$ (kg/m3): 1,800  
 S/C (Piso)= 100 Kg/m2  
 $q_m = \delta - (\gamma \times h_t + \gamma Cº \times h_cº) \times 1E-6 - s/c = 0.64$  Kg/Cm2

**2. AREA DE LA ZAPATA:**

$A_z(\text{cm}^2) = P_s / q_m = 46,406.25$   
 $A = \sqrt{A_z} = 215.421$  cm

**Para cumplir**

$L_{v1} = L_{v2}$



$S = 1.85$  m = 2.00  
 $T = 2.45$  m = 2.50

**USAR 2.00 X 2.50 m2**

= 0.8500  
 = 0.8000 **CONFORME**

### 2.1. Verificación del dimensionamiento de "h"

$$ld = \frac{0.08 db fy}{\sqrt{f'c}} = \frac{0.08 \times 1.27 \times 4200}{\sqrt{210}} = 29.45 \text{ cm} \quad \left. \vphantom{\frac{0.08 db fy}{\sqrt{f'c}}} \right\} Ld = 29.45 \text{ cm}$$

$$Ld = 0.004 db fy = 0.004 \times 1.27 \times 4200 = 21.336 \text{ cm}$$

$$h = 29.45 + 9.5 = 38.95 \text{ cm}$$

$$\longrightarrow h = 50 \text{ cm} > 38.95 \text{ cm} \quad \text{ok}$$

### 2.1. Reacción amplificada del suelo:

$$Pu \text{ (Kg)} = 46,440.00 \quad Az \text{ (SxT)} = 50,000.0000 \text{ cm}^2$$

$$qnu \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = Pu/Az = 0.93$$

### 2.2. Verificación por Corte:

$$dc = 7.5 \text{ cm}$$

$$d = hc^o - dc = 42.5 \text{ cm}$$

$$L = (T - t)/2 = 80 \text{ cm}$$

#### 2.2.1. Por Flexión:

$$Vu \text{ (Kg)} = qnu \times (L - d) \times S = 69.66$$

$$Vc \text{ (Kg)} = 0.53 \times fc \times S \times d = 652.84$$

$$\emptyset Vc \text{ (Kg)} = 554.91$$

$$\text{Por lo tanto: } Vu < \emptyset Vc \quad \text{OK}$$

#### 2.2.2. Por Punzonamiento:

$$m = t + d = 132.5 \text{ cm}$$

$$n = a + d = 72.5 \text{ cm}$$

$$bo = 2(m+n) = 410 \text{ cm}$$

$$Vu \text{ (Kg)} = Pu - qnu \times m \times n = 37,517.72$$

$$Vc \text{ (Kg)} = 1.1 \times fc \times bo \times d = 277,763.46$$

$$\emptyset Vc \text{ (Kg)} = 236,098.94$$

$$\text{Por lo tanto: } Vu < \emptyset Vc \quad \text{OK}$$

### 3. CALCULO DEL REFUERZO DE ACERO

$$3.1. \text{ Dirección mayor: } Mu = 1/2 \times qnu \times T \times L^2 = 7.43 \text{ tn-m}$$

$$\emptyset = 0.9$$

$$As = Mu / (0.9 \times fy \times (d - a/2))$$

$$a = 0.44$$

$$a = As \times Fy / (0.85 \times fc' \times b)$$

$$a = 0.44$$

OK CUMPLE !!!!!

$$As = 4.65 \text{ cm}^2$$

$$3.2. \text{ Acero Mínimo: } Asmi = 0.0018 \times T \times d = 19.13 \text{ cm}^2$$

$$\text{Por lo tanto: } As = Asmi = 19.13 \text{ cm}^2$$

$$3.3. \text{ Espaciamiento (s): } Ab = 1.27 \text{ cm}^2 \quad \emptyset b = 1.27 \text{ cm}$$

$$Nvar = As/Ab = 15.1 \quad \longrightarrow 16.0 \text{ Varillas}$$

$$\text{Recubrt. } r = 7.5 \text{ cm}$$

$$s = (T - 2xr - \emptyset b)/(N-1) = 15.60 \text{ cm}$$

Por lo tanto se colocará  $\emptyset 1/2"$  @ 0.16 m

$$\text{Espaciamiento (s): } Ab = 1.27 \text{ cm}^2 \quad \emptyset b = 1.27 \text{ cm}$$

$$Ast = As \times S/T = 15.3 \text{ cm}^2$$

$$Nvar = As/Ab = 12.0 \quad \longrightarrow 13.0 \text{ Varillas}$$

$$\text{Recubrt. } r = 7.5 \text{ cm}$$

$$s = (S - 2xr - \emptyset b)/(N-1) = 15.30 \text{ cm}$$

Por lo tanto se colocará  $\emptyset 1/2"$  @ 0.15 m

### 12. Modelamientos y análisis de resultados Edificación N° 06–SS.HH Exterior

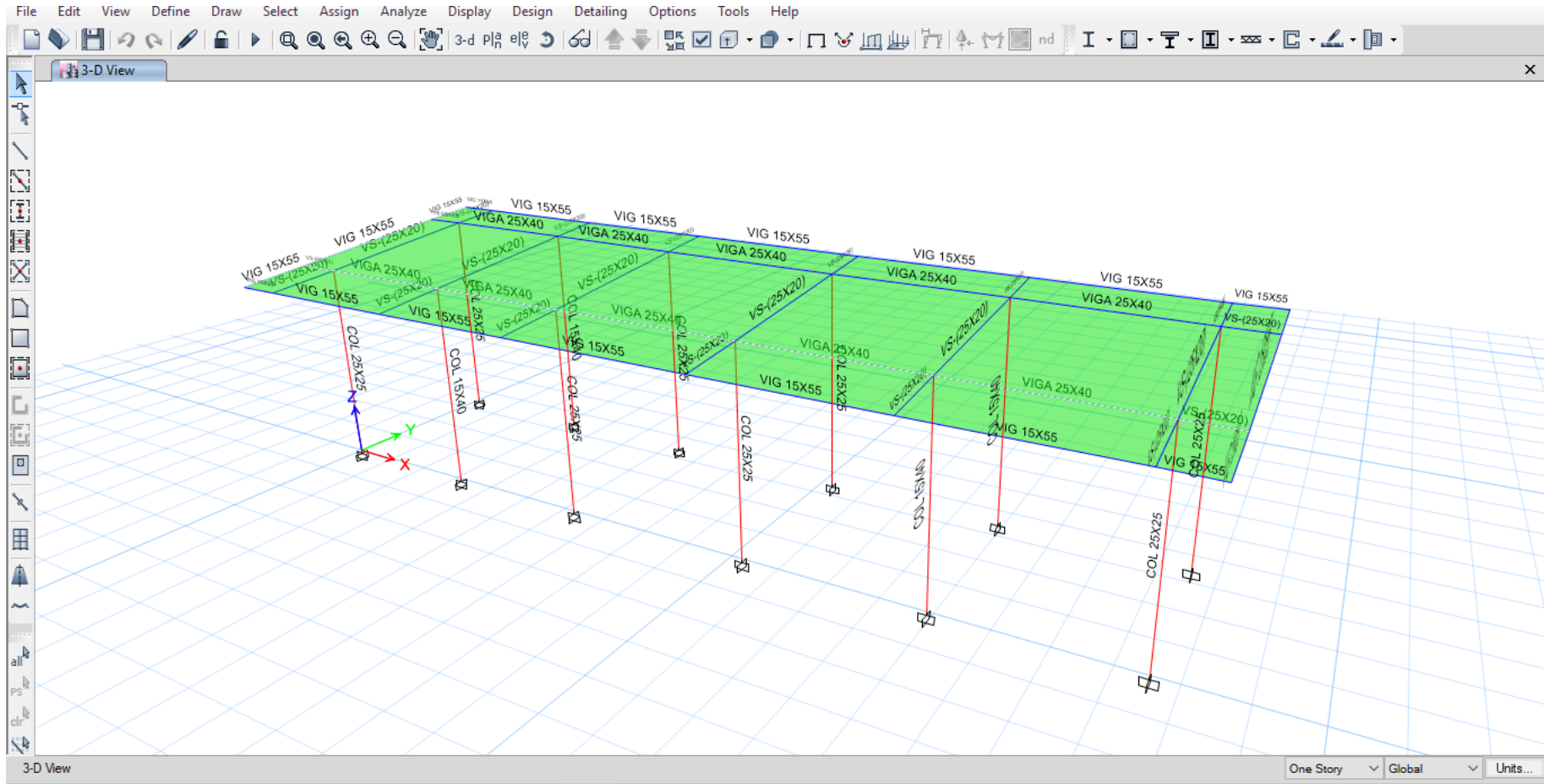
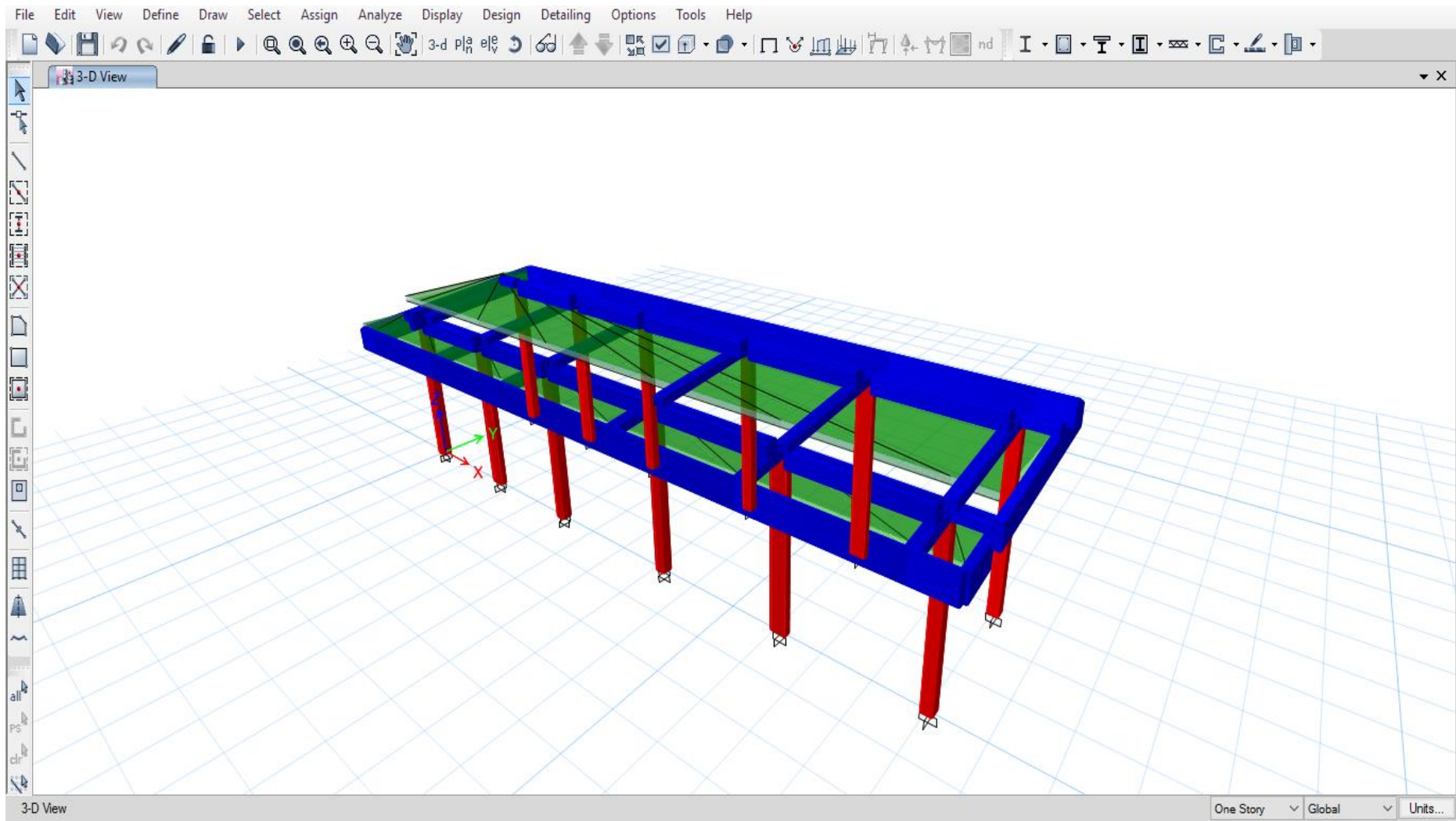


Figura 67: Modelamiento estructural (Edif. N° 06–SS.HH Exterior)





*Figura 68:* Modelamiento estructural elementos tipo Shell y frame (Edif. N° 06–SS.HH Exterior)

## Diseño de Secciones de vigas

### Viga principal (25x40)

Frame Section Property Data

**General Data**

Property Name: VIGA 25X40

Material: fc210

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color:   Change...

Notes: Modify/Show Notes...

**Shape**

Section Shape: Concrete Rectangular

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

Depth: 0.4 m

Width: 0.25 m

Show Section Properties...

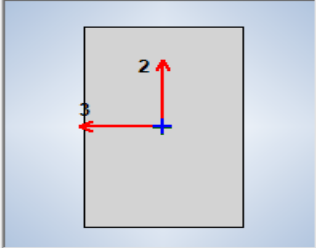
**Property Modifiers**

Modify/Show Modifiers...  
Currently Default

**Reinforcement**

Modify/Show Rebar...

OK  
Cancel



### Vigas secundaria- (25x20)

Frame Section Property Data

**General Data**

Property Name: VS-(25X20)

Material: fc210

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color:   Change...

Notes: Modify/Show Notes...

**Shape**

Section Shape: Concrete Rectangular

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

Depth: 0.2 m

Width: 0.25 m

Show Section Properties...

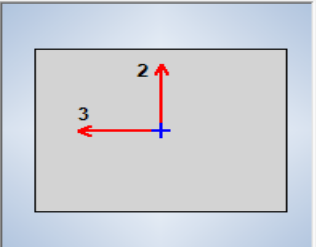
**Property Modifiers**

Modify/Show Modifiers...  
Currently Default

**Reinforcement**

Modify/Show Rebar...

OK  
Cancel



## Viga borde (15x55)

Frame Section Property Data

**General Data**

Property Name:

Material:  ...

Notional Size Data:

Display Color:

Notes:

**Shape**

Section Shape:

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

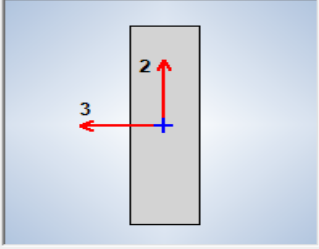
Depth:  m

Width:  m

**Property Modifiers**

Currently Default

**Reinforcement**



## Sección de columnas

### Columna 25x25

Frame Section Property Data

**General Data**

Property Name:

Material:  ...

Notional Size Data:

Display Color:

Notes:

**Shape**

Section Shape:

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

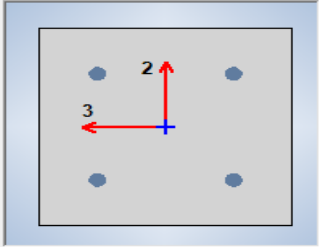
Depth:  m

Width:  m

**Property Modifiers**

Currently Default

**Reinforcement**



## Columna 15x40

Frame Section Property Data

**General Data**

Property Name: COL 15X40

Material: fc210

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color:   Change...

Notes: Modify/Show Notes...

**Shape**

Section Shape: Concrete Rectangular

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

Depth: 0.15 m

Width: 0.4 m

Show Section Properties...

**Property Modifiers**

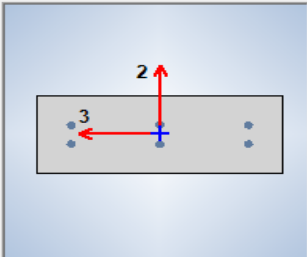
Modify/Show Modifiers...  
Currently Default

**Reinforcement**

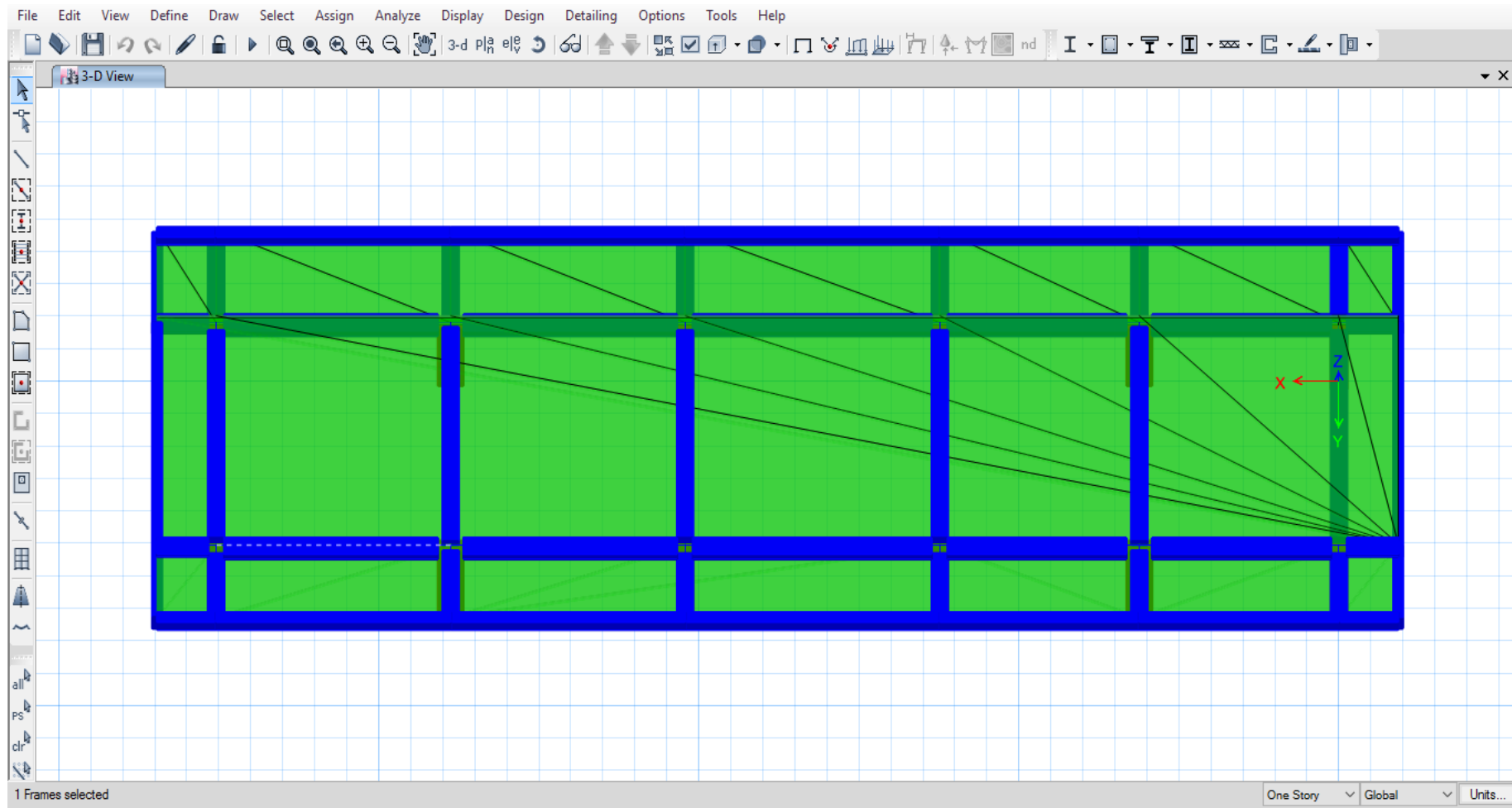
Modify/Show Rebar...

OK

Cancel



### Vista en planta y 3D de estructura modelada



**Figura 69:** Vista en planta y 3d modelada (Edif. N° 06–SS.HH Exterior)

## Análisis sísmico

### Vista en 3D de cargas muertas

Carga Muerta: 0.10 t/m<sup>2</sup>

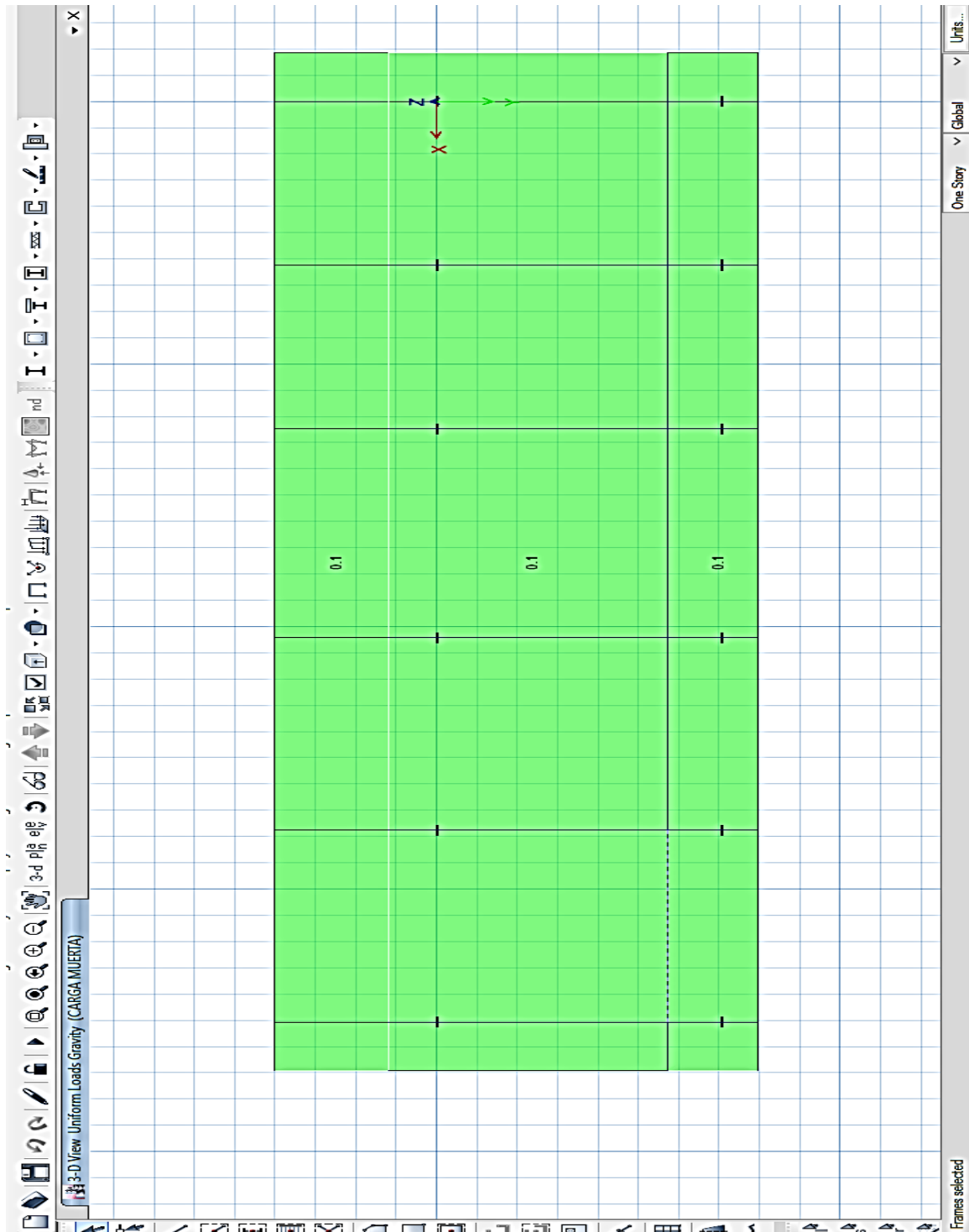
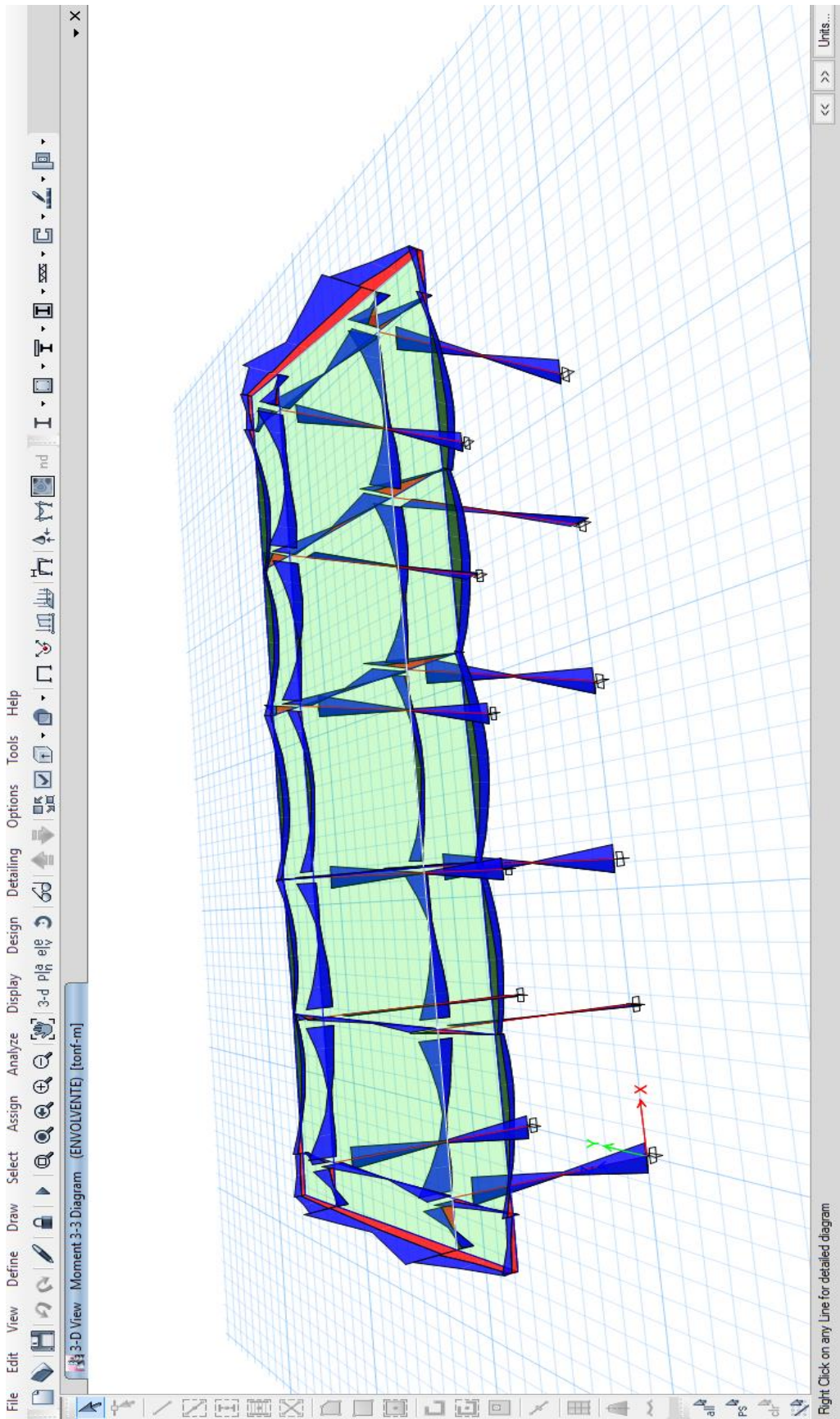
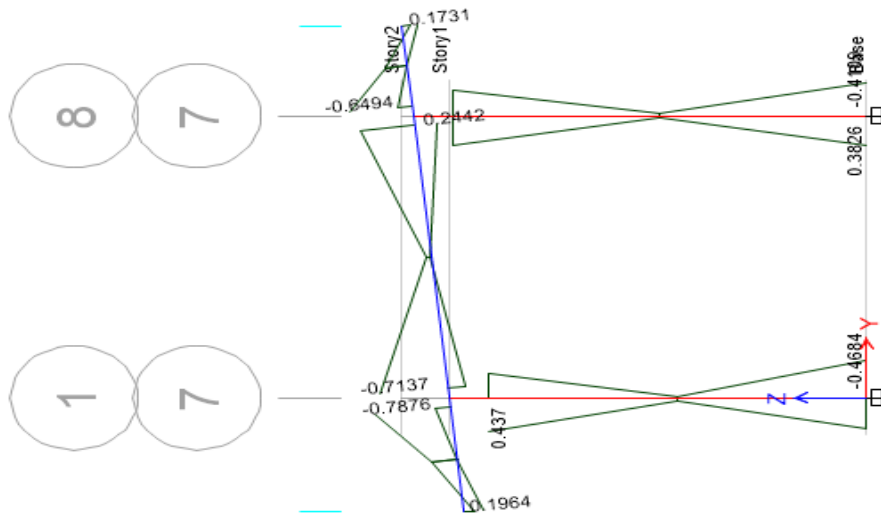


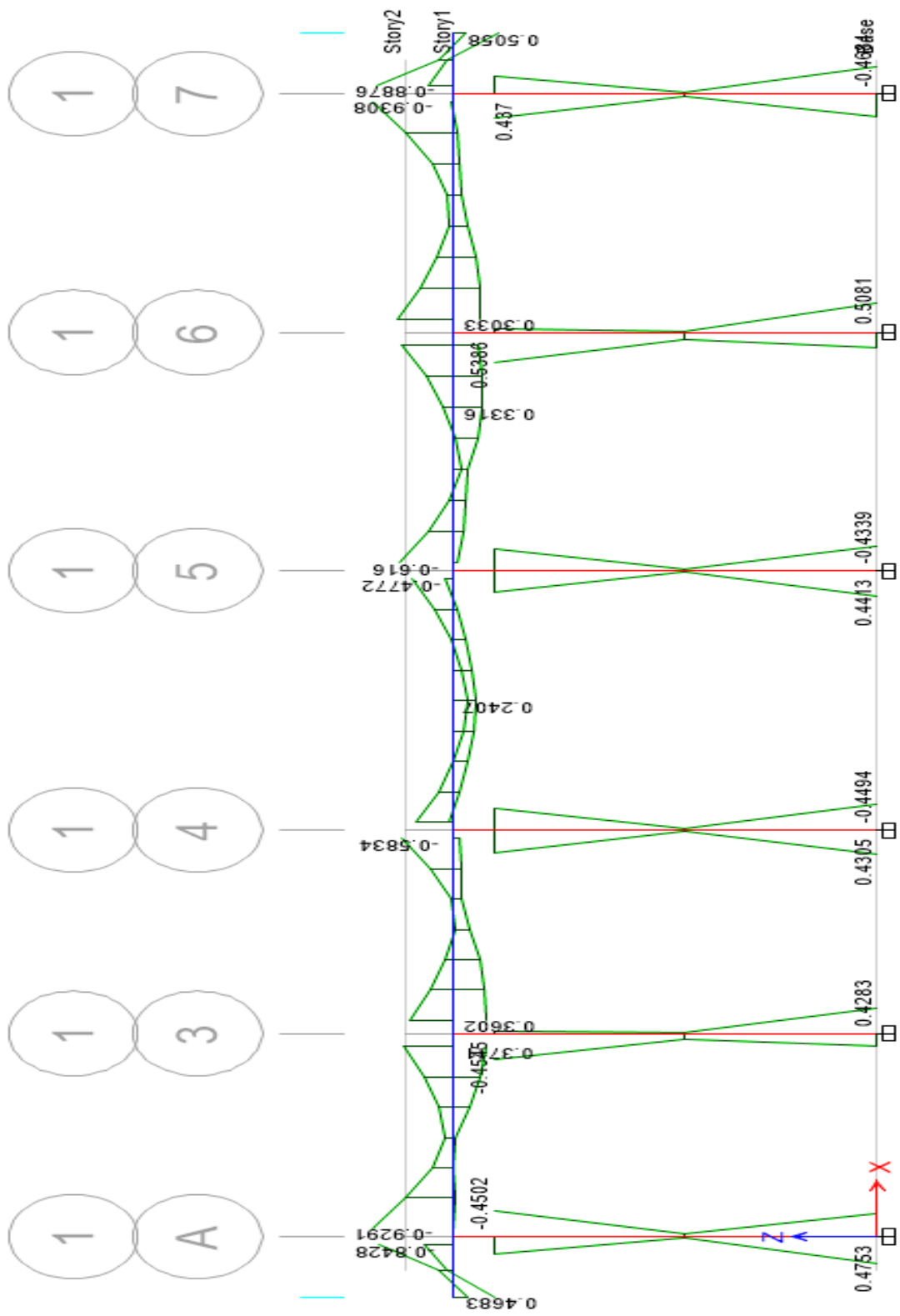
Figura 70: Vista 3d modelada – cargas aplicadas (Edif. N° 06–SS.HH Exterior)

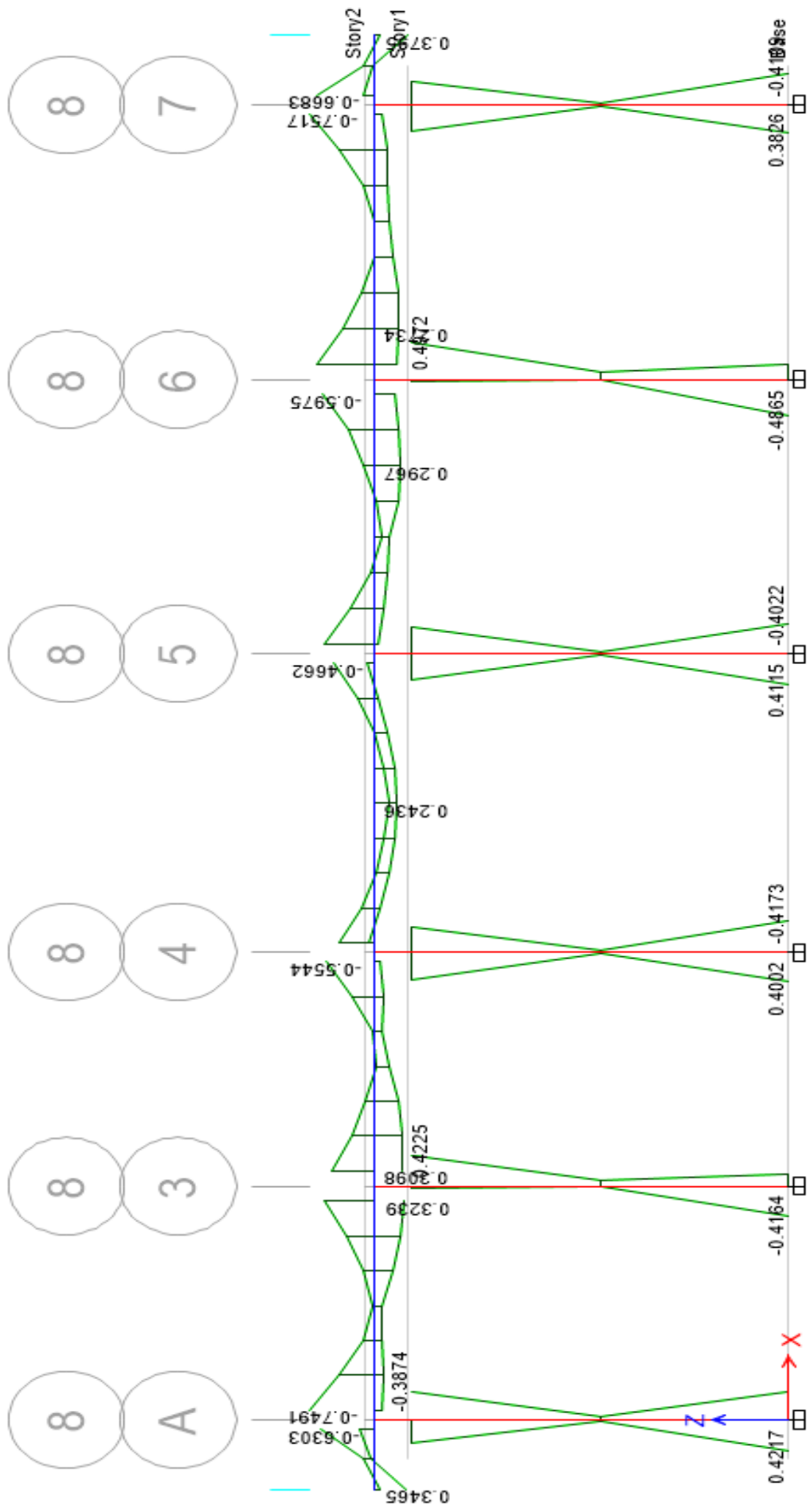
# Resultados



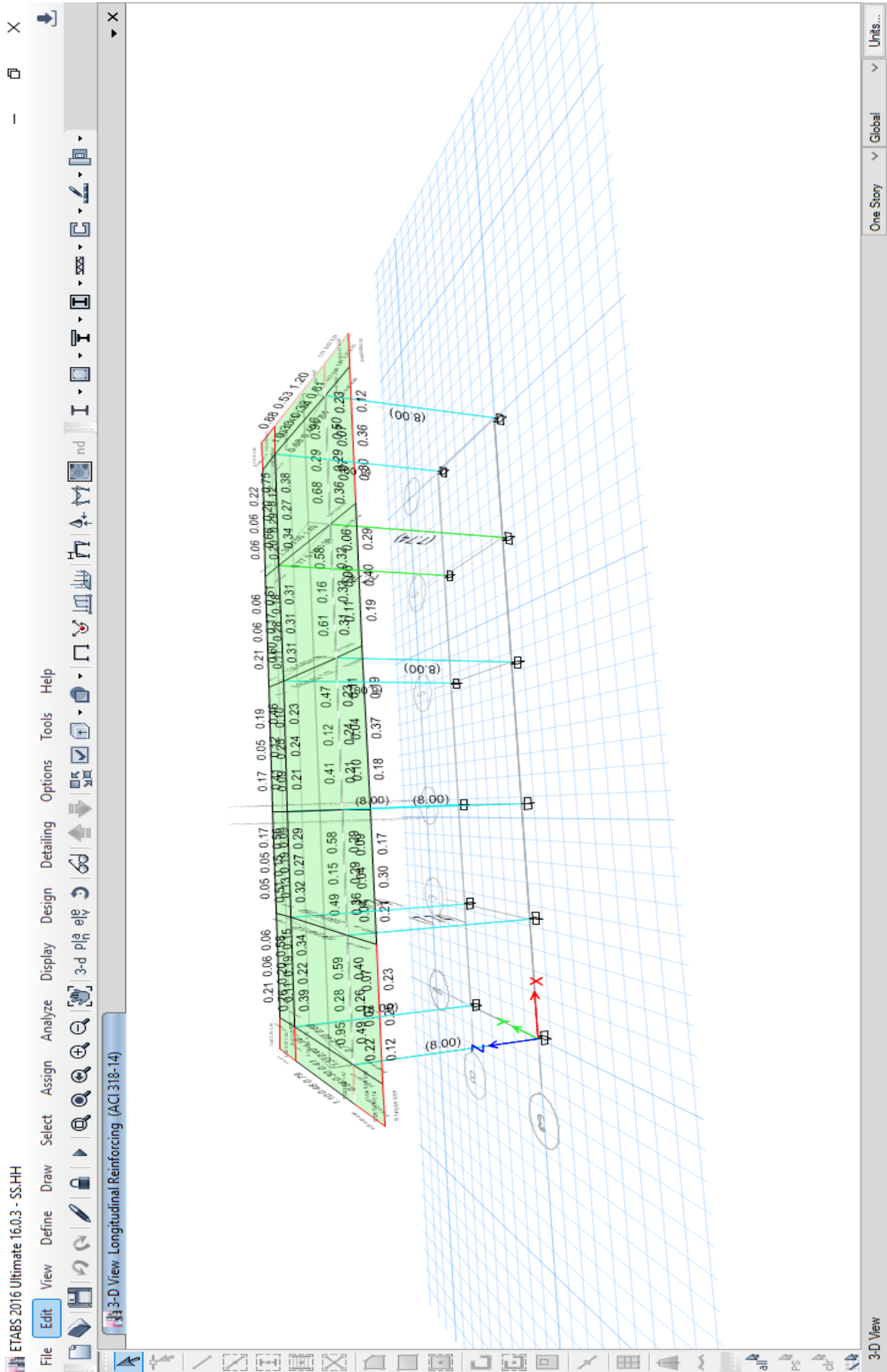


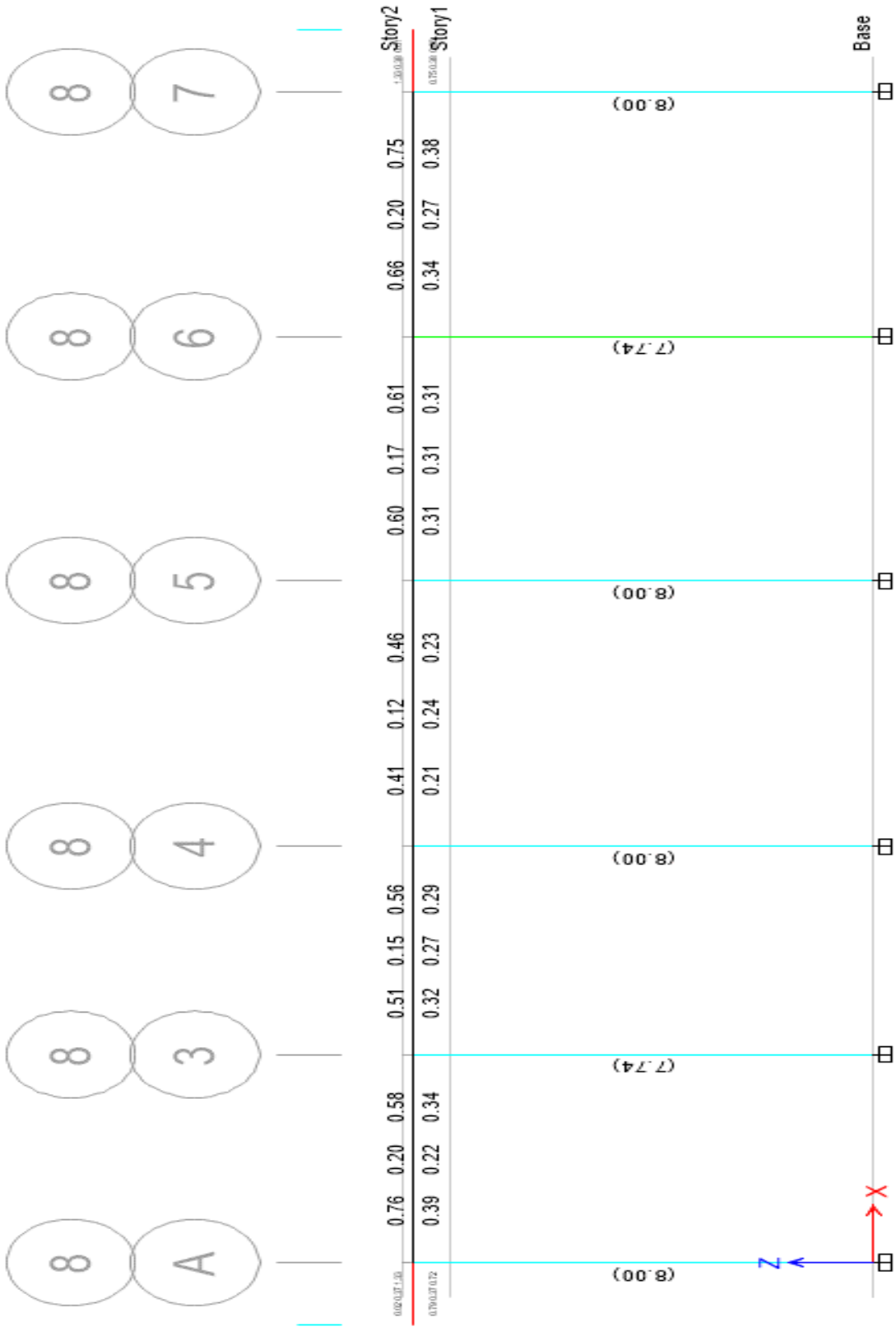






Áreas de acero (cm<sup>2</sup>):





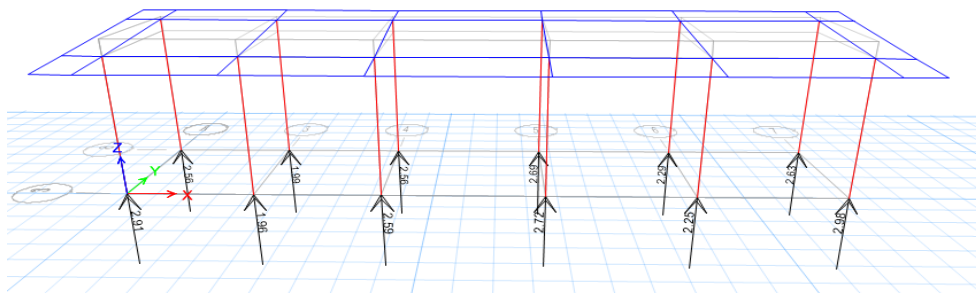
## Control de desplazamientos

Los desplazamientos de los centros de masa de cada nivel obtenidos en el análisis dinámico cumplen en ambas direcciones los límites permisibles por la Norma E-030. Para cada dirección se presentan los cuadros que muestran los desplazamientos, así como las distorsiones máximas de cada piso obtenidos en el análisis dinámico aumentado por el factor  $0.75 \times R$  (según norma E030 vigente).

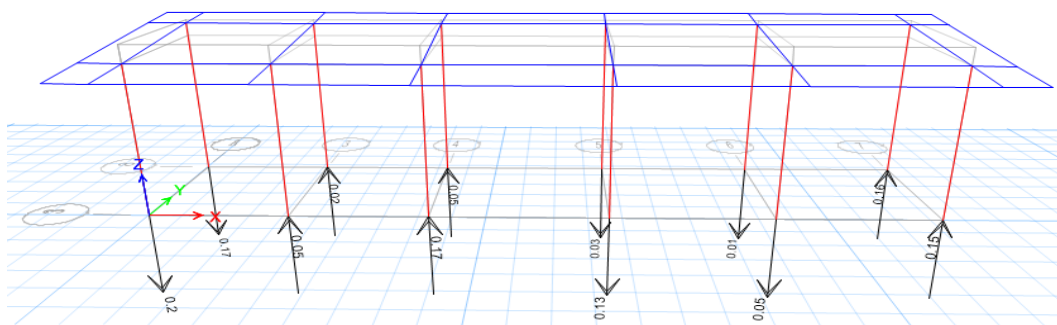
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X cm	Y cm	Z cm
Story1	DERIVA X Max	X	0.002483	8	1753.959	0	425
Story1	DERIVA Y Max	Y	0.007235	6	1387.771	0	425

### ZAPATAS AISLADA Z-1-SS.HH

#### CARGA MUERTA:



#### CARGA VIVA:



#### 1. DATOS:

$\delta$ (kg/cm<sup>2</sup>): 0.95  
 $\gamma$ t(kg/m<sup>3</sup>): 1800  
 PISOS: 1.00  
 $\gamma$ C°A°(Kg/m<sup>3</sup>): 2400.00

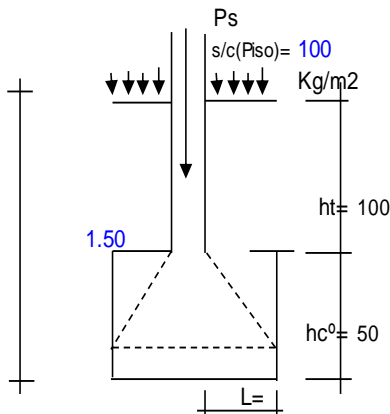
Columna: t: 0.25 m  
 a: 0.25 m

**2. CARGAS:** (Tomadas del calculo de ETABS)

PD (carga Muerta): 2,980.00  
 PL(carga Viva): 130.00

**Ps = PD + PL = 3,110.00 Kg**

**Pu = 1.4xPD + 1.7xPL = 4,393.00 Kg**



**Longitud de Desarrollo Id:**

$f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$        $l_d(\text{cm}) = 0.08 \times d_b \times f_y / \sqrt{f_c} = 29$   
 $f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$   
 $d_b = 1.27 \text{ cm}$        $h_c^0(\text{cm}) = l_d + 10 = 39$   
 Por lo tanto  $h_c^0(\text{cm}) = 50$   
 $h_t(\text{cm}) = D_f - h_c = 100$

**Resistencia del terreno:**

$\delta(\text{kg/cm}^2): 0.95$       S/C (Piso) = 100      Kg/m2  
 $\gamma(\text{kg/m}^3): 1,800$

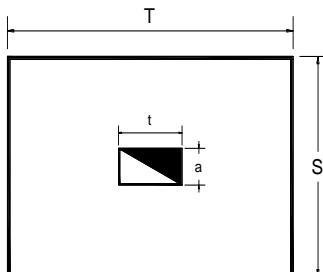
$q_m = \delta - (\gamma \times h_t + \gamma^0 \times h_c^0) \times 10^{-6} - s/c = 0.64 \text{ Kg/Cm}^2$

**2. AREA DE LA ZAPATA:**

$A_z(\text{cm}^2) = P_s / q_m = 4,859.38$        $A = \sqrt{A_z} = 69.709 \text{ cm}$

**Para cumplir**

$L_{v1} = L_{v2}$



$S = 0.70 \text{ m} = 1.10$   
 $T = 0.70 \text{ m} = 1.10$

<b>USAR</b>	<b>1.10</b>	<b>X</b>	<b>1.10</b>	<b>m2</b>
-------------	-------------	----------	-------------	-----------

$L_{v1} = L_{v2} = 0.4250$   
 $= 0.4250$       **CONFORME**

**2.1. Verificacion del dimensionamiento de "h"**

$l_d = \frac{0.08 d_b f_y}{\sqrt{f_c}} = \frac{0.08 \times 1.27 \times 4200}{\sqrt{210}} = 29.45 \text{ cm}$

$l_d = 0.004 d_b f_y = 0.004 \times 1.27 \times 4200 = 21.336 \text{ cm}$

$h = 29.45 + 9.5 = 38.95 \text{ cm}$

➔  $h = 50 \text{ cm} > 38.95 \text{ cm}$       **ok**

## 2.1. Reaccion amplificada del suelo:

$$P_u \text{ (Kg)} = 4,393.00 \quad A_z \text{ (SxT)} = 12,100.0000 \text{ cm}^2$$

$$q_{nu} \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = P_u/A_z = 0.36$$

## 2.2. Verificaciòn por Corte:

$$d_c = 7.5 \text{ cm}$$

$$d = h_c^0 - d_c = 42.5 \text{ cm}$$

### 2.2.1. Por Flexiòn:

$$L = (T - t)/2 = 42.5 \text{ cm}$$

$$V_u \text{ (Kg)} = q_{nu} \times (L - d) \times S = 0.00$$

$$V_c \text{ (Kg)} = 0.53 \times f_c \times S \times d = 359.06$$

$$\phi V_c \text{ (Kg)} = 305.20$$

Por lo tanto :  $V_u < \phi V_c$  ----- **OK**

### 2.2.2. Por Punzonamiento:

$$m = t + d = 67.5 \text{ cm}$$

$$n = a + d = 67.5 \text{ cm}$$

$$b_o = 2(m+n) = 270 \text{ cm}$$

$$V_u \text{ (Kg)} = P_u - q_{nu} \times m \times n = 2,738.82$$

$$V_c \text{ (Kg)} = 1.1 \times f_c \times b_o \times d = 182,917.40$$

$$\phi V_c \text{ (Kg)} = 155,479.79$$

Por lo tanto :  $V_u < \phi V_c$  ----- **OK**

## 3. CALCULO DEL REFUERZO DE ACERO

3.1. Direccion mayor:  $M_u = 1/2 \times q_{nu} \times T \times L^2 = 0.36 \text{ tn-m}$

$$\phi = 0.9$$

$$A_s = M_u / (0.9 \times f_y \times (d - a/2))$$

$$a = 0.05$$

$$a = A_s \times F_y / (0.85 \times f_c' \times b)$$

$$a = 0.05 \quad \text{OK CUMPLE !!!!!}$$

$A_s = 0.22 \text{ cm}^2$
---------------------------

3.2. Acero Minimo:  $A_{smi} = 0.0018 \times T \times d = 8.42 \text{ cm}^2$

Por lo tanto:  $A_s = A_{smi} = 8.42 \text{ cm}^2$

3.3. Espaciamiento (s):  $A_b = 1.27 \text{ cm}^2 \quad \phi b = 1.27 \text{ cm}$

$$N_{var} = A_s / A_b = 6.6 \quad \Rightarrow \quad 7.0 \text{ Varillas}$$

Recubrto.  $r = 7.5 \text{ cm}$

$$s = (T - 2xr - \phi b) / (N - 1) = 15.60 \text{ cm}$$

<b>Por lo tanto se colocará <math>\phi 1/2''</math> @ 0.16 m</b>
--

Espaciamiento (s):  $A_b = 1.27 \text{ cm}^2 \quad \phi b = 1.27 \text{ cm}$

$$A_{st} = A_s \times S / T = 8.42 \text{ cm}^2$$

$$N_{var} = A_s / A_b = 6.6 \quad \Rightarrow \quad 7.0 \text{ Varillas}$$

Recubrto.  $r = 7.5 \text{ cm}$

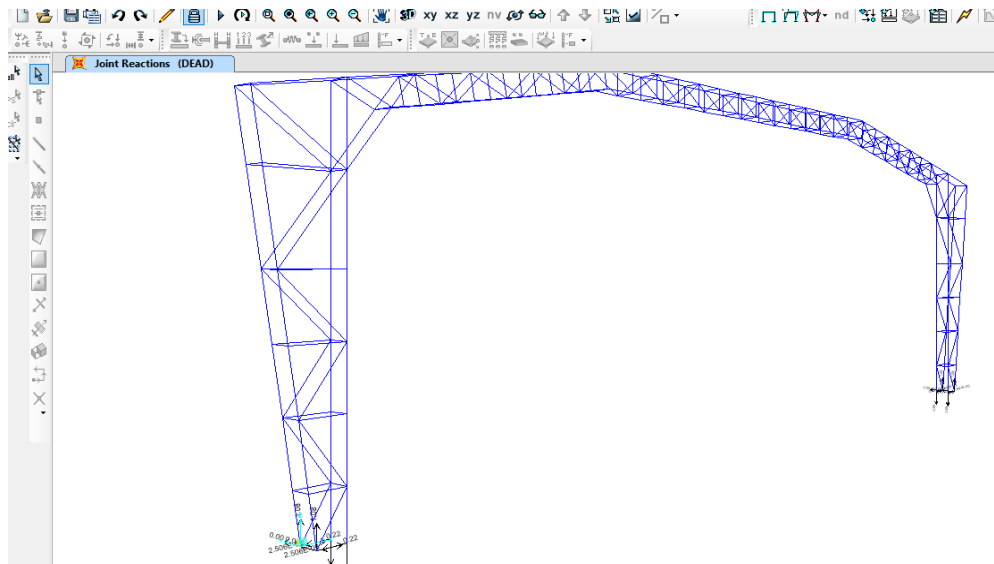
$$s = (S - 2xr - \phi b) / (N - 1) = 15.60 \text{ cm}$$

<b>Por lo tanto se colocará <math>\phi 1/2''</math> @ 0.16 m</b>
--

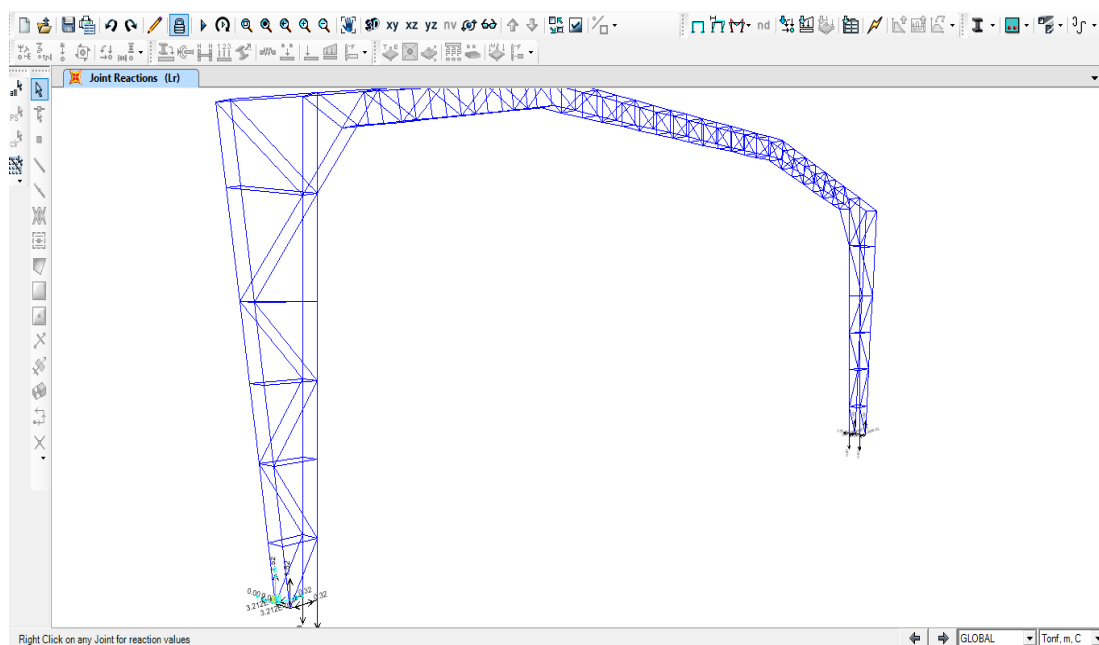
### 13. Modelamientos y análisis de resultados de Obras exteriores – Juegos Lúdicos

#### ZAPATAS AISLADA Z-1 JUEGOS LUDICOS

##### CARGA MUERTA:



##### CARGA VIVA:



##### 1. DATOS:

$\delta$ (kg/cm<sup>2</sup>): 0.95  
 $\gamma$ t(kg/m<sup>3</sup>): 1800  
 PISOS: 1.00  
 $\gamma$ C<sup>0</sup>A<sup>0</sup>(Kg/m<sup>3</sup>): 2400.00

Columna: t: 0.30 m  
 a: 0.20 m

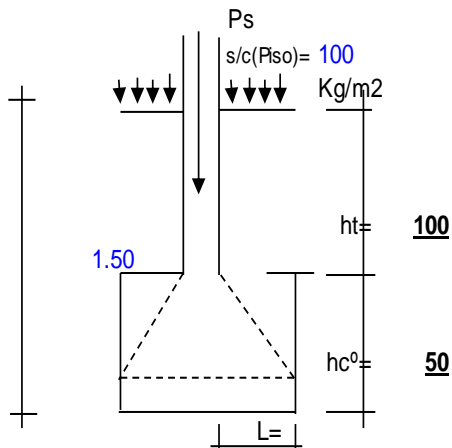


**2. CARGAS:** (Tomadas del calculo de ETABS)

PD (carga Muerta): 1,300.00  
 PL(carga Viva): 1,080.00

**Ps = PD + PL = 2,380.00 Kg**

**Pu = 1.4xPD + 1.7xPL = 3,656.00 Kg**



**Longitud de Desarrollo ld:**

$f_c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>  $l_d(\text{cm}) = 0.08 \times d_b \times f_y / \sqrt{f_c} = 29$

$f_y = 4,200$  Kg/cm<sup>2</sup>

$d_b = 1.27$  cm  $h_{c^0}(\text{cm}) = l_d + 10 = 39$

Por lo tanto  $h_{c^0}(\text{cm}) = 50$

$h_t(\text{cm}) = D_f - h_c = 100$

**Resistencia del terreno:**

$\delta t(\text{kg/cm}^2): 0.95$  S/C (Piso) = 100 Kg/m<sup>2</sup>

$\gamma t(\text{kg/m}^3): 1,800$

$q_m = \delta t - (\gamma t \times h_t + \gamma C^0 \times h_{c^0}) \times 10^{-6} - s/c = 0.64$  Kg/Cm<sup>2</sup>

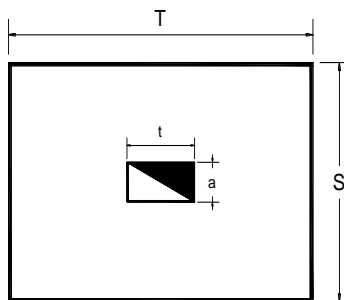
**2. AREA DE LA ZAPATA:**

$A_z(\text{cm}^2) = P_s / q_m = 3,718.75$

$A = \sqrt{A_z} = 60.982$  cm

**Para cumplir**

$L_{v1} = L_{v2}$



$S = 0.56 \text{ m} = 0.60$

$T = 0.66 \text{ m} = 1.25$

<b>USAR</b>	<b>0.60</b>	<b>X</b>	<b>1.25</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
-------------	-------------	----------	-------------	----------------------

= 0.2000

= 0.4750


**CONFORME**

## 2.1. Verificación del dimensionamiento de "h"

$$ld = \frac{0.08 db fy}{\sqrt{f'c}} = \frac{0.08 \times 1.27 \times 4200}{\sqrt{210}} = 29.45 \text{ cm}$$

$$Ld = 0.004 db fy = 0.004 \times 1.27 \times 4200 = 21.336 \text{ cm}$$

$$h = 29.45 + 9.5 = 38.95 \text{ cm}$$

  $h = 50 \text{ cm} > 38.95 \text{ cm}$  **ok**

## 2.1. Reacción amplificada del suelo:

$$Pu \text{ (Kg)} = 3,656.00 \quad Az \text{ (SxT)} = 7,500.0000 \text{ cm}^2$$

$$qnu \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = Pu/Az = 0.49$$

## 2.2. Verificación por Corte:

$$dc = 7.5 \text{ cm}$$

$$d = hc^0 - dc = 42.5 \text{ cm}$$

## 2.2.1. Por Flexión:

$$L = (T - t)/2 = 47.5 \text{ cm}$$

$$Vu \text{ (Kg)} = qnu \times (L - d) \times S = 1.46$$

$$Vc \text{ (Kg)} = 0.53 \times f_c \times S \times d = 195.85$$

$$\emptyset Vc \text{ (Kg)} = 166.47$$

Por lo tanto:  $Vu < \emptyset Vc$  ----- **OK**

## 2.2.2. Por Punzonamiento:

$$m = t + d = 72.5 \text{ cm}$$

$$n = a + d = 62.5 \text{ cm}$$

$$bo = 2(m+n) = 270 \text{ cm}$$

$$Vu \text{ (Kg)} = Pu - qnu \times m \times n = 1,447.17$$

$$Vc \text{ (Kg)} = 1.1 \times f_c \times bo \times d = 182,917.40$$

$$\emptyset Vc \text{ (Kg)} = 155,479.79$$

Por lo tanto:  $Vu < \emptyset Vc$  ----- **OK**

## 3. CALCULO DEL REFUERZO DE ACERO

3.1. Dirección mayor:  $Mu = 1/2 \times qnu \times T \times L2 = 0.69 \text{ tn-m}$

$$\emptyset = 0.9$$

$$As = Mu / (0.9 \times fy \times (d - a/2))$$

$$a = 0.08$$

$$a = As \times Fy / (0.85 \times fc' \times b)$$

$$a = 0.08$$

**OK CUMPLE !!!!!**

$As =$	$0.43$	$\text{cm}^2$
--------	--------	---------------

3.2. Acero Mínimo:  $Asmi = 0.0018 \times T \times d = 9.56 \text{ cm}^2$

Por lo tanto:  $As = Asmi = 9.56 \text{ cm}^2$

3.3. Espaciamento (s):  $Ab = 1.27 \text{ cm}^2 \quad \emptyset b = 1.27 \text{ cm}$

$$Nvar = As/Ab = 7.5 \quad \longrightarrow \quad 8.0 \text{ Varillas}$$

$$\text{Recubrt. } r = 7.5 \text{ cm}$$

$$s = (T - 2xr - \emptyset b)/(N-1) = 15.50 \text{ cm}$$

<b>Por lo tanto se colocará <math>\emptyset 1/2'' @ 0.16 \text{ m}</math></b>
---

Espaciamento (s):  $Ab = 1.27 \text{ cm}^2 \quad \emptyset b = 1.27 \text{ cm}$

$$Ast = As \times S/T = 4.59 \text{ cm}^2$$

$$Nvar = As/Ab = 3.6 \quad \longrightarrow \quad 4.0 \text{ Varillas}$$

$$\text{Recubrt. } r = 7.5 \text{ cm}$$

$$s = (S - 2xr - \emptyset b)/(N-1) = 14.60 \text{ cm}$$

<b>Por lo tanto se colocará <math>\emptyset 1/2'' @ 0.15 \text{ m}</math></b>
---

## 14. Modelamientos y análisis de resultados de Piscina semiolímpica

### 1. Modelamiento: (SAP v18)

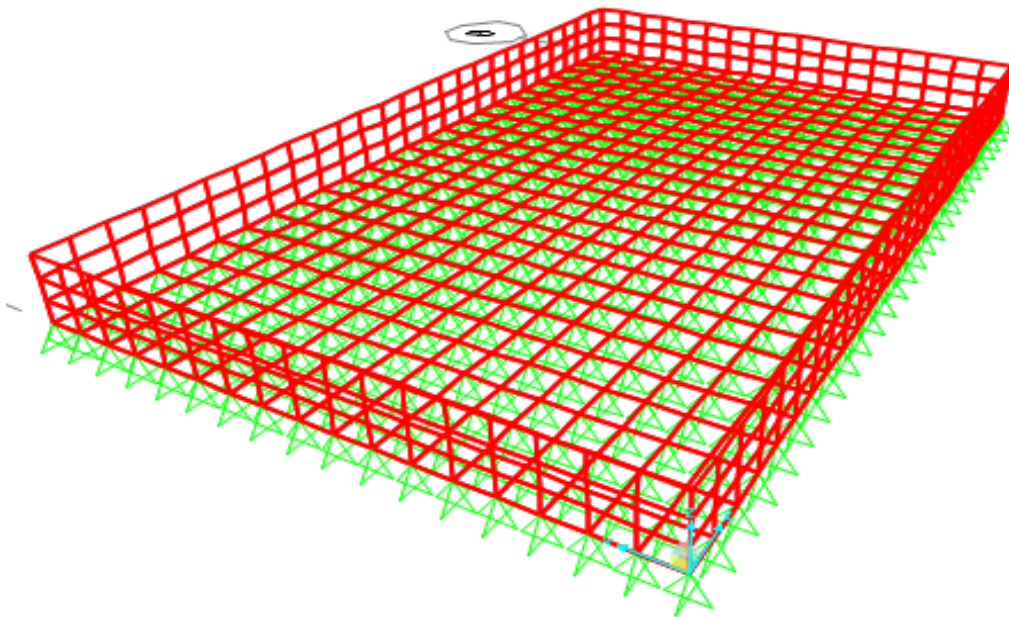


Figura 71: Modelamiento estructural (Piscina semiolímpica)

### Definimos las grillas

Quick Grid Lines

Cartesian Cylindrical

Coordinate System Name  
GLOBAL

Number of Grid Lines

X direction	2
Y direction	2
Z direction	2

Grid Spacing

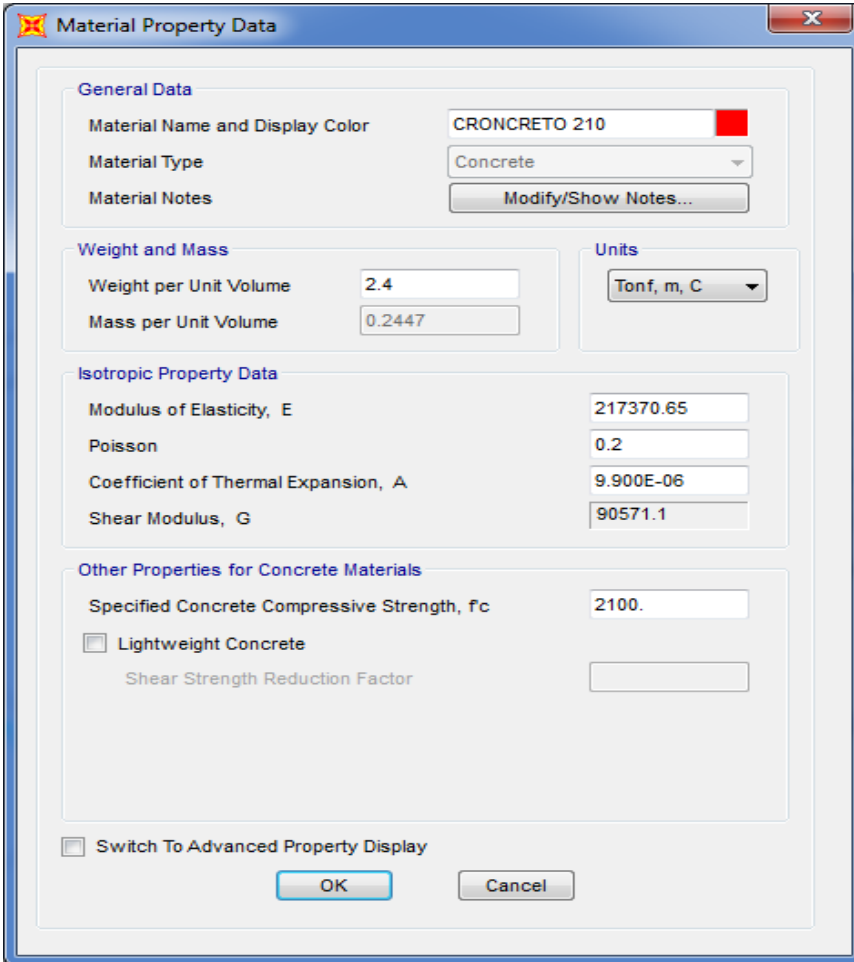
X direction	25.5
Y direction	16.5
Z direction	2.1

First Grid Line Location

X direction	0.
Y direction	0.
Z direction	0.

OK Cancel

### Definimos material: $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$



**Material Property Data**

**General Data**

Material Name and Display Color: CRONCRETO 210

Material Type: Concrete

Material Notes: [Modify/Show Notes...](#)

**Weight and Mass**

Weight per Unit Volume: 2.4

Mass per Unit Volume: 0.2447

**Units**

Tonf, m, C

**Isotropic Property Data**

Modulus of Elasticity, E: 217370.65

Poisson: 0.2

Coefficient of Thermal Expansion, A: 9.900E-06

Shear Modulus, G: 90571.1

**Other Properties for Concrete Materials**

Specified Concrete Compressive Strength,  $f_c$ : 2100.

Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor:

Switch To Advanced Property Display

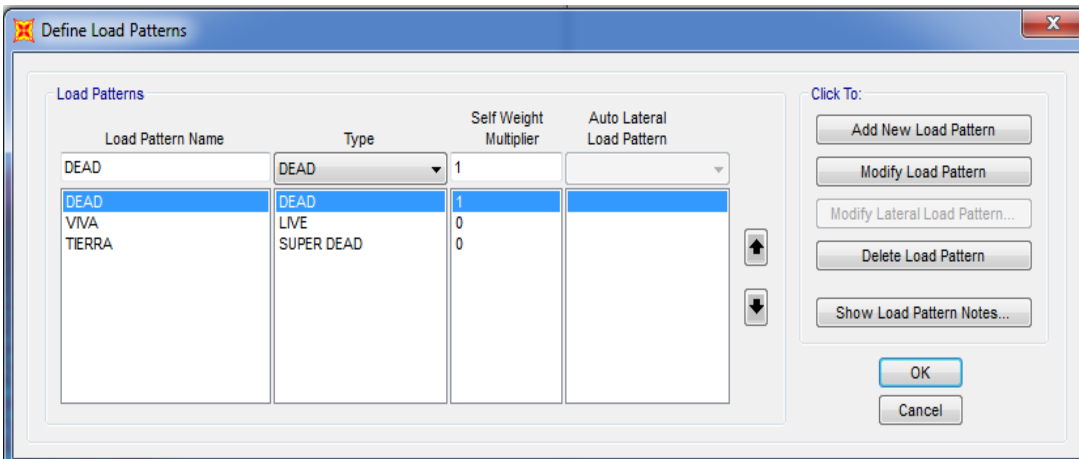
[OK](#) [Cancel](#)

### Definimos Sección

Losa Cimentación: 0.20 m

Losa Muros armados: 0.25 m

### Definimos Patrones de Cargas



**Define Load Patterns**

**Load Patterns**

Load Pattern Name	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load Pattern
DEAD	DEAD	1	
DEAD	DEAD	1	
VIVA	LIVE	0	
TIERRA	SUPER DEAD	0	

**Click To:**

[Add New Load Pattern](#)

[Modify Load Pattern](#)

[Modify Lateral Load Pattern...](#)

[Delete Load Pattern](#)

[Show Load Pattern Notes...](#)

[OK](#) [Cancel](#)

## Definimos Combinaciones

**Load Combination Data**

Load Combination Name (User-Generated)

Notes

Load Combination Type

Options

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
DEAD	Linear Static	1.4
DEAD	Linear Static	1.4
TIERRA	Linear Static	1.7

**Load Combination Data**

Load Combination Name (User-Generated)

Notes

Load Combination Type

Options

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
DEAD	Linear Static	1.4
DEAD	Linear Static	1.4
VIVA	Linear Static	1.7

**Load Combination Data**

Load Combination Name (User-Generated)

Notes

Load Combination Type

Options

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
DEAD	Linear Static	1.4
DEAD	Linear Static	1.4
TIERRA	Linear Static	1.7
VIVA	Linear Static	1.7

**Load Combination Data**

Load Combination Name (User-Generated)

Notes

Load Combination Type

Options

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
COMB3	Combination	1
COMB1	Combination	1
COMB2	Combination	1
COMB3	Combination	1

## Asignamos presión lateral en las paredes

**Assign Joint Pattern Data**

General  
Joint Pattern Name: PRESION TIERRA

Pattern Assignment Type  
 X, Y, Z Multipliers (Pattern Value =  $Ax + By + Cz + D$ )  
 Z Coordinate at Zero Pressure and Weight per Unit Volume

Pattern Value =  $Ax + By + Cz + D$

Constant A	0	1/m
Constant B	0	1/m
Constant C	-1.11	1/m
Constant D	2.48	

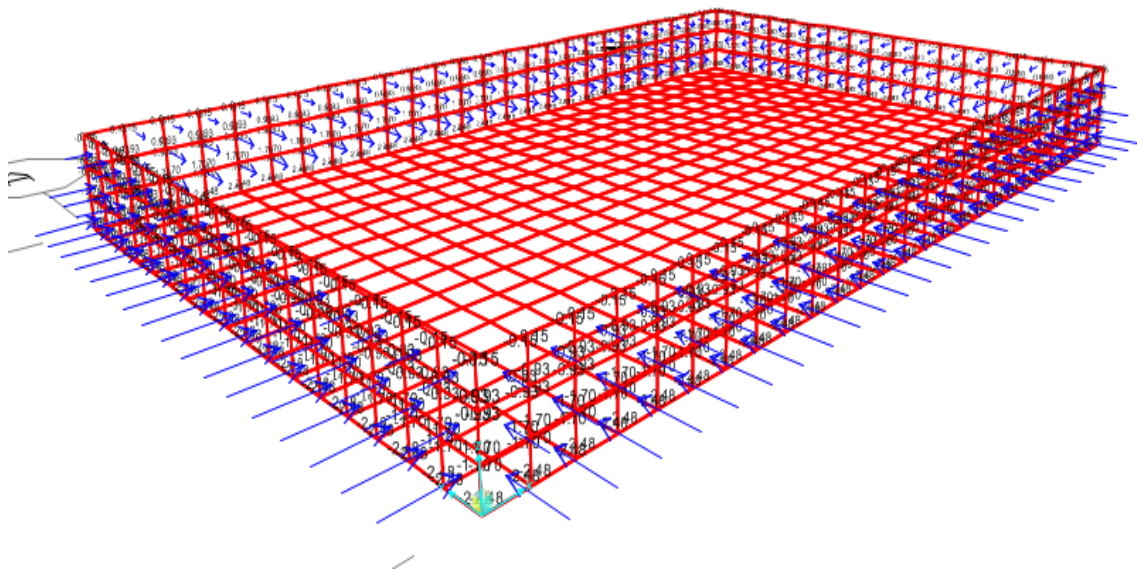
Restrictions  
 Use All Values  
 Zero Negative Values  
 Zero Positive Values

Options  
 Add to Existing Values  
 Replace Existing Values  
 Delete Existing Values

Reset Form to Default Values

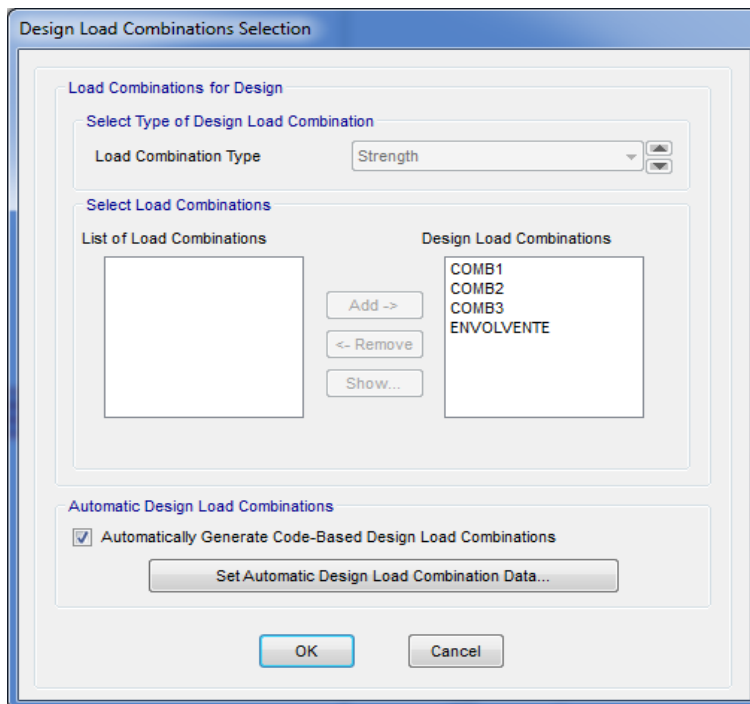
OK Close Apply

**Nota:** El empuje del agua, no lo hemos calculado, ya que el empuje del suelo es mayor a la del agua, y se analizó cuando la piscina está vacía, caso más desfavorable.

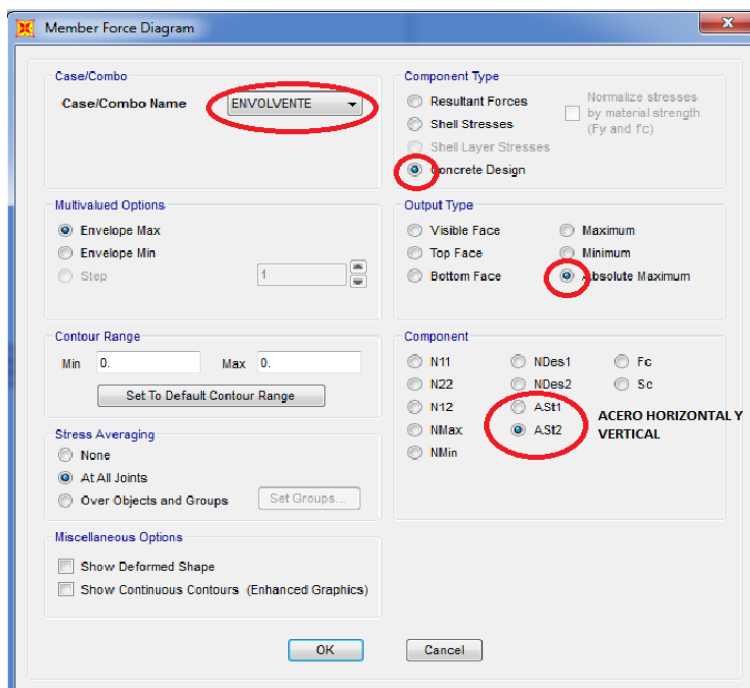


**Figura 72:** Modelamiento estructural aplicando cargas (Piscina semiolímpica)

Para el análisis, lo diseñamos mediante el programa con la envolvente



Para el cálculo del acero



**Tabla 2**

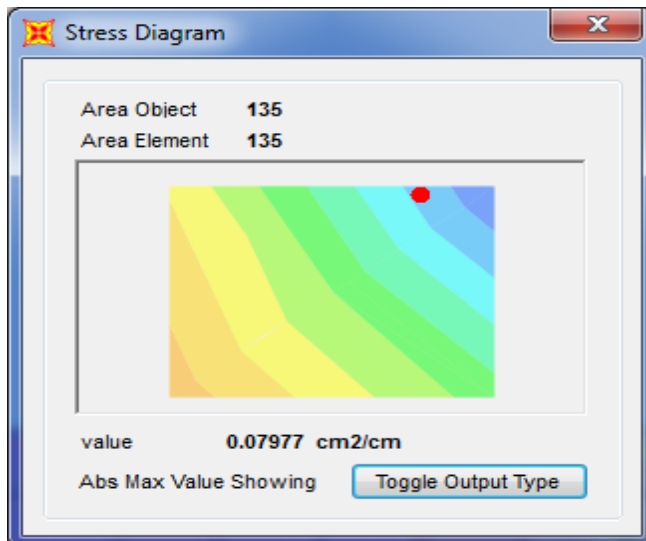
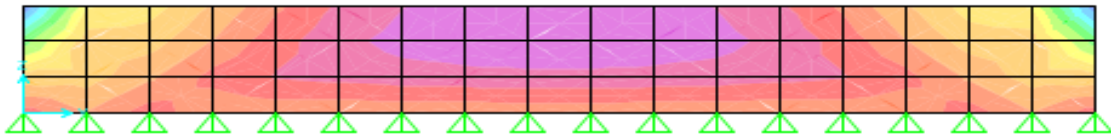
*Valores de cuantías mínimas*

Cuantías mínimas	Valor
Placas	
Horizontal	0.0020
Vertical	0.0015



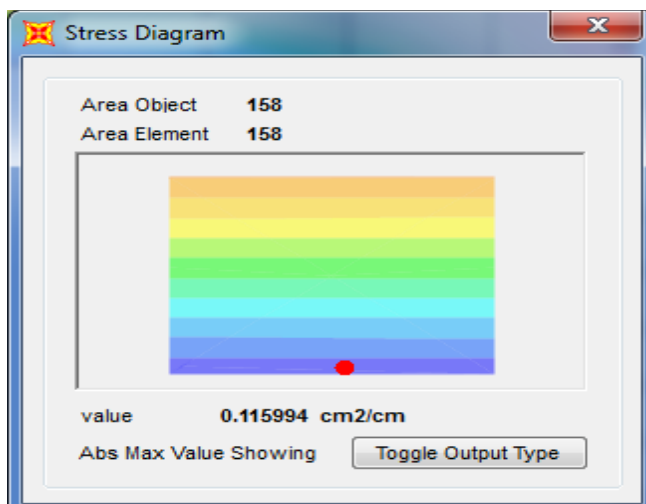
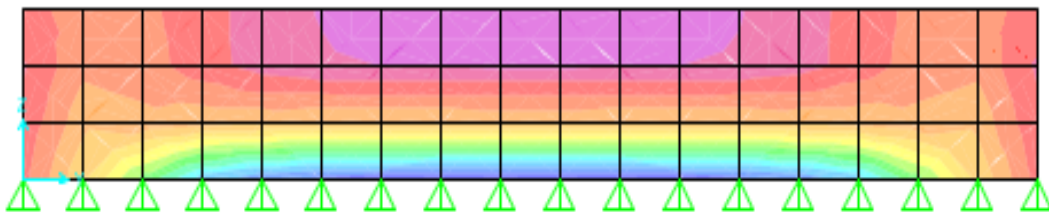
### Acero horizontal X ML: AST1

Reinforcement Intensity AST1 Diagram - Abs Max (ENVOLVENTE - Max)



### Acero vertical X ML: AST2

Reinforcement Intensity AST2 Diagram - Abs Max (ENVOLVENTE - Max)



## 15. Modelamientos y análisis de resultados de Cuarto de máquinas

### 2. Modelamiento: (SAP v18)

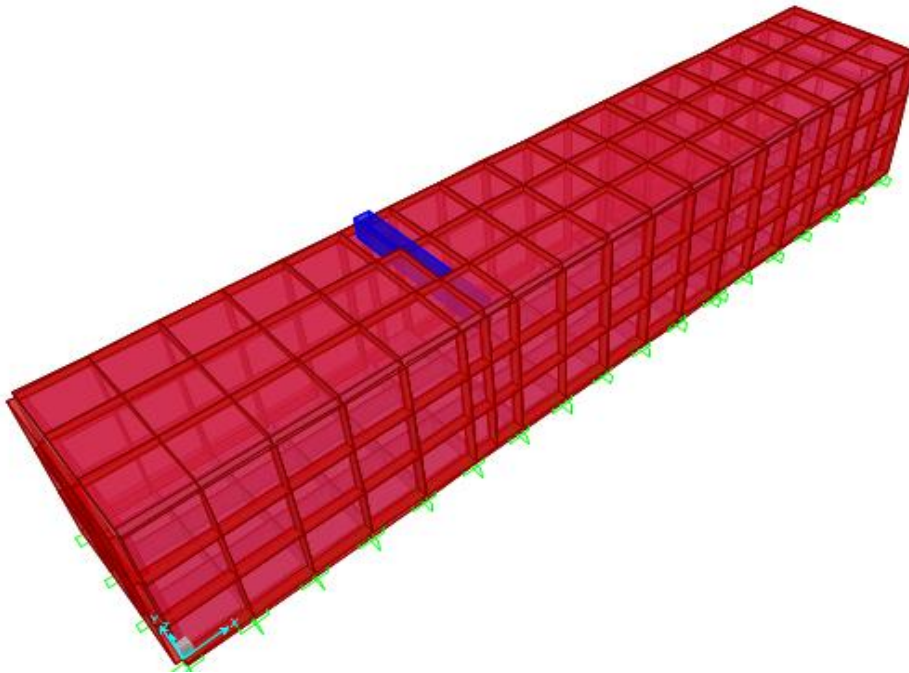


Figura 73: Modelamiento estructural (Cuarto de máquinas)

### Definimos Material: $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$

The image shows a 'Material Property Data' dialog box for defining a concrete material. The material is named 'CRONCRETO 210' and is classified as 'Concrete'. The specified compressive strength  $f_c$  is 2100. The dialog includes fields for weight and mass, isotropic properties, and other concrete-specific properties.

Property	Value
Material Name and Display Color	CRONCRETO 210
Material Type	Concrete
Weight per Unit Volume	2.4
Mass per Unit Volume	0.2447
Units	Tonf, m, C
Modulus of Elasticity, E	217370.65
Poisson	0.2
Coefficient of Thermal Expansion, A	9.900E-06
Shear Modulus, G	90571.1
Specified Concrete Compressive Strength, $f_c$	2100.

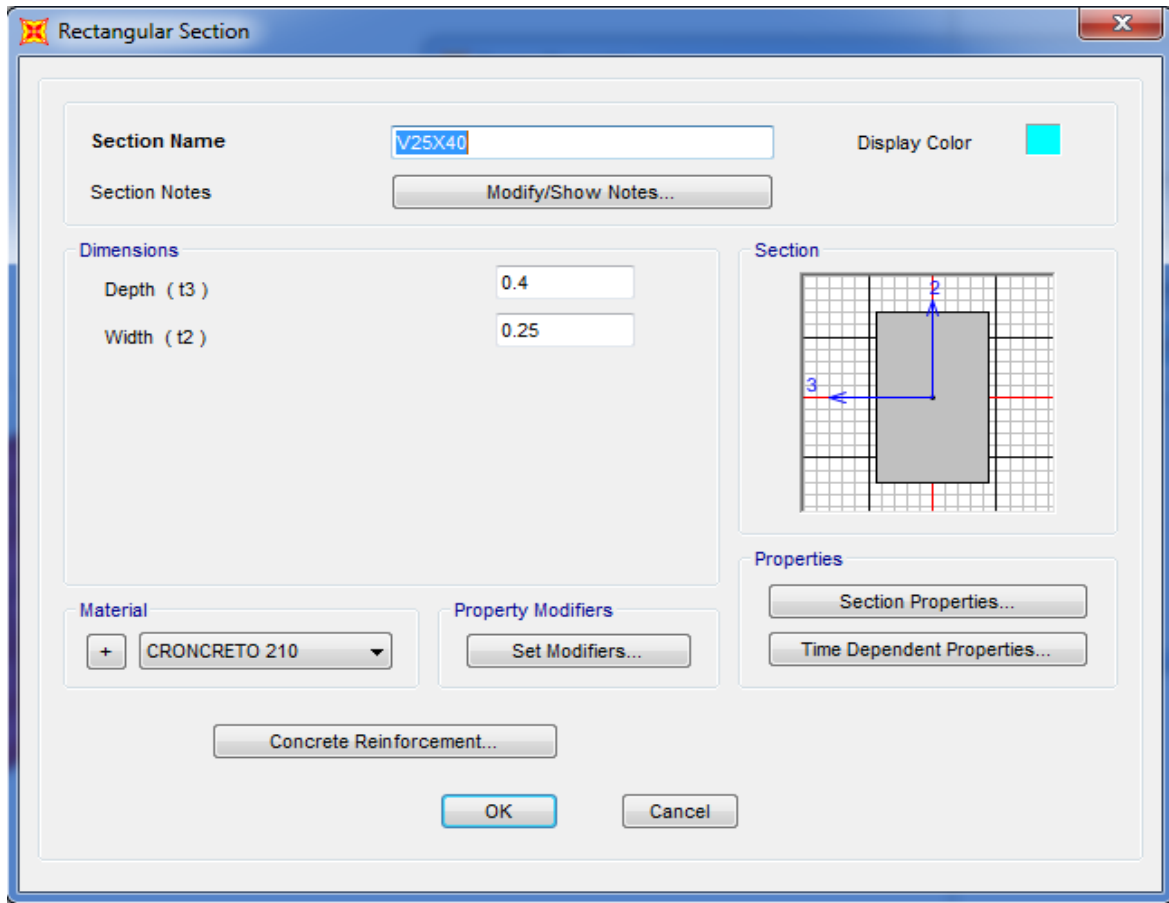
## Definimos Sección

**Losa Cimentación: 0.50 m**

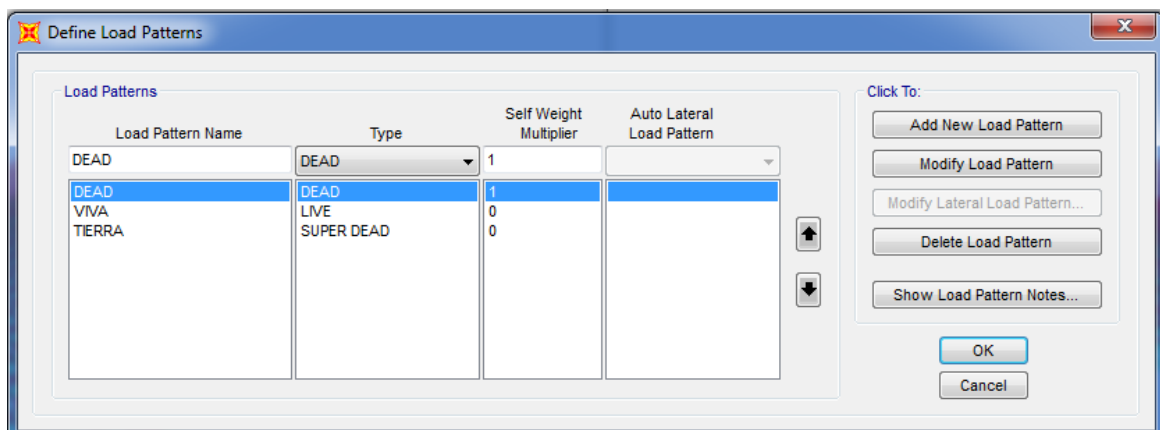
**Losa Muros armados: 0.20 m**

**Losas armadas: 0.15 m**

### viga (25x40)



## Definimos patrones de cargas



## Definimos combinaciones

**Load Combination Data**

Load Combination Name (User-Generated)

Notes

Load Combination Type

Options

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
DEAD	Linear Static	1.4
DEAD	Linear Static	1.4
TIERRA	Linear Static	1.7

**Load Combination Data**

Load Combination Name (User-Generated)

Notes

Load Combination Type

Options

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
DEAD	Linear Static	1.4
DEAD	Linear Static	1.4
VIVA	Linear Static	1.7

**Load Combination Data**

Load Combination Name (User-Generated)

Notes

Load Combination Type

Options

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
DEAD	Linear Static	1.4
DEAD	Linear Static	1.4
TIERRA	Linear Static	1.7
VIVA	Linear Static	1.7

**Load Combination Data**

Load Combination Name (User-Generated)

Notes

Load Combination Type

Options

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
COMB3	Combination	1
COMB1	Combination	1
COMB2	Combination	1
COMB3	Combination	1

### Asignamos presión lateral en las paredes

**Assign Joint Pattern Data**

General

Joint Pattern Name: PRESION TIERRA

Pattern Assignment Type

X, Y, Z Multipliers (Pattern Value =  $Ax + By + Cz + D$ )

Z Coordinate at Zero Pressure and Weight per Unit Volume

Pattern Value =  $Ax + By + Cz + D$

Constant A: 0 1/m

Constant B: 0 1/m

Constant C: -1.11 1/m

Constant D: 2.48

Restrictions

Use All Values

Zero Negative Values

Zero Positive Values

Options

Add to Existing Values

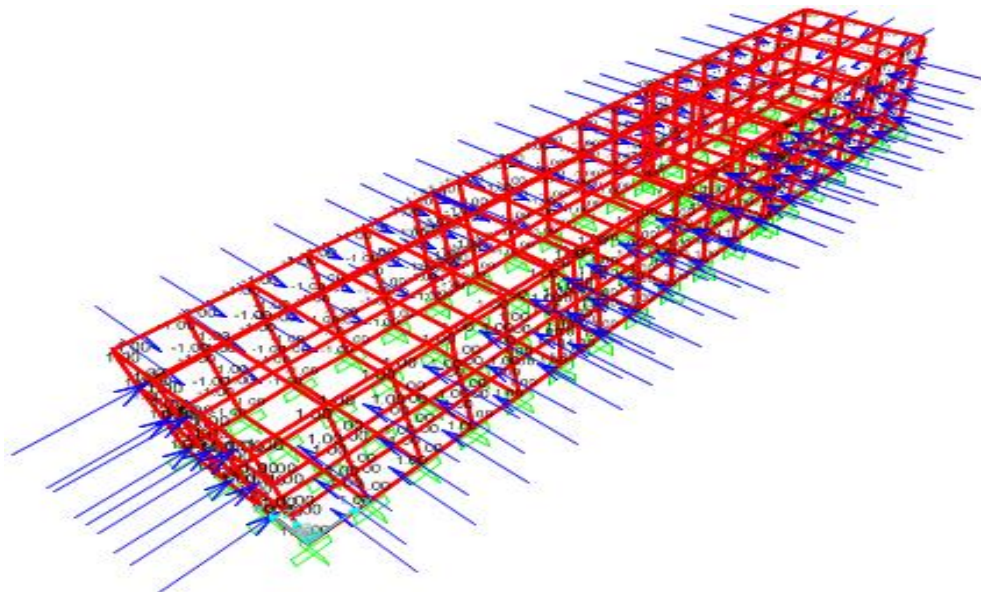
Replace Existing Values

Delete Existing Values

Reset Form to Default Values

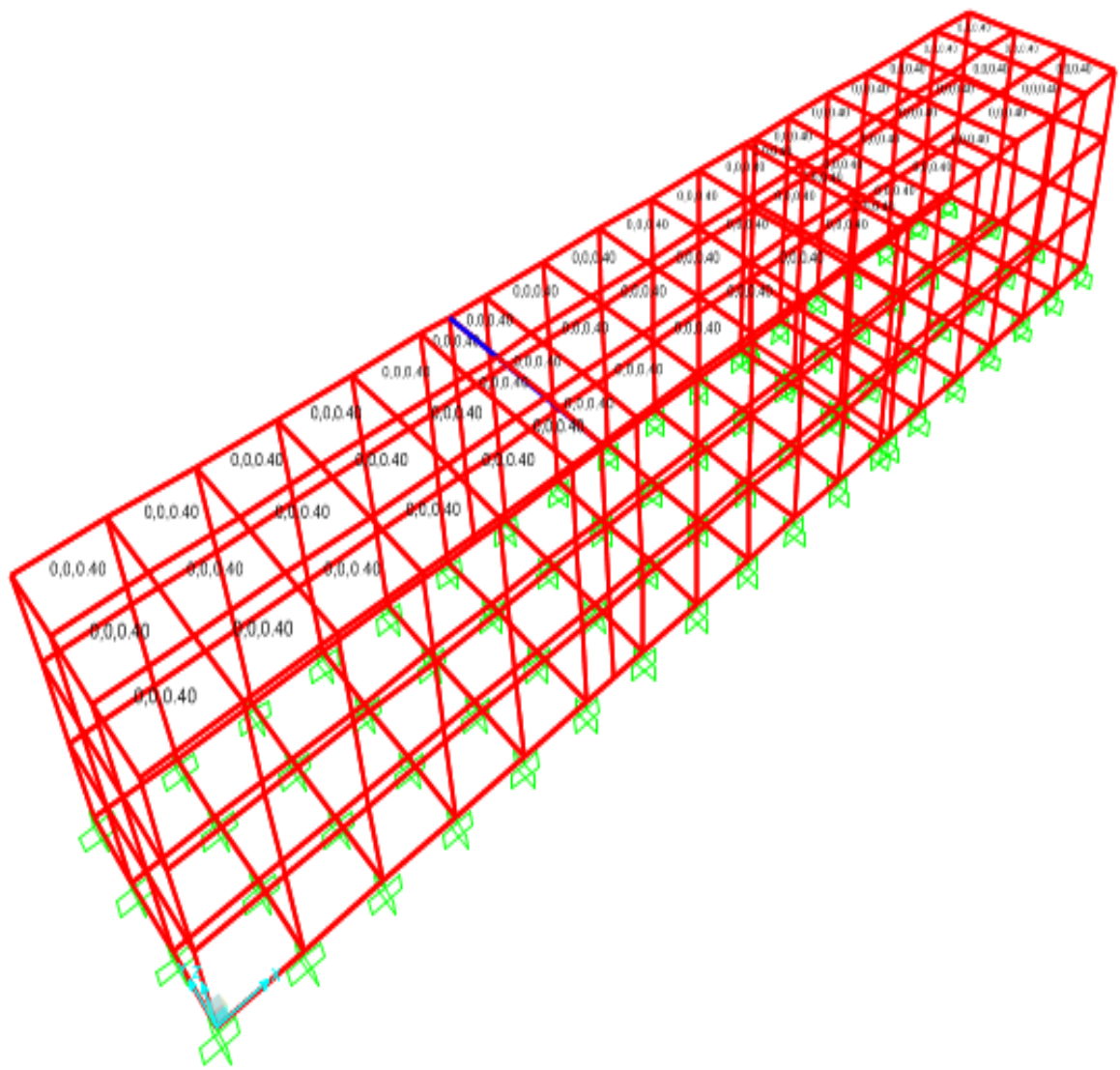
OK Close Apply

**Nota:** El empuje del agua, no lo hemos calculado, ya que el empuje del suelo es mayor a la del agua, y se analizó cuando la piscina está vacía, caso más desfavorable.



**Figura 74:** Modelamiento estructural aplicando cargas (Cuarto de máquinas)

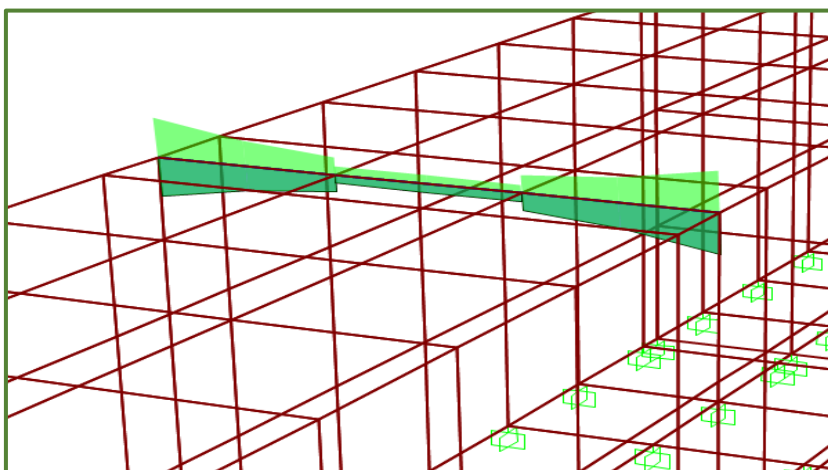
## Sobrecarga distribuida



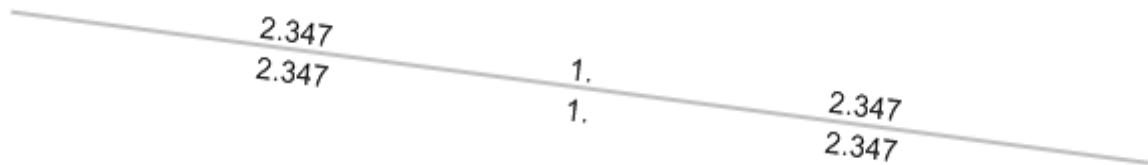
*Figura 75:* Modelamiento aplicando cargas distribuidas (Cuarto de máquinas)

## Diseño de vigas

### Diagrama de momentos

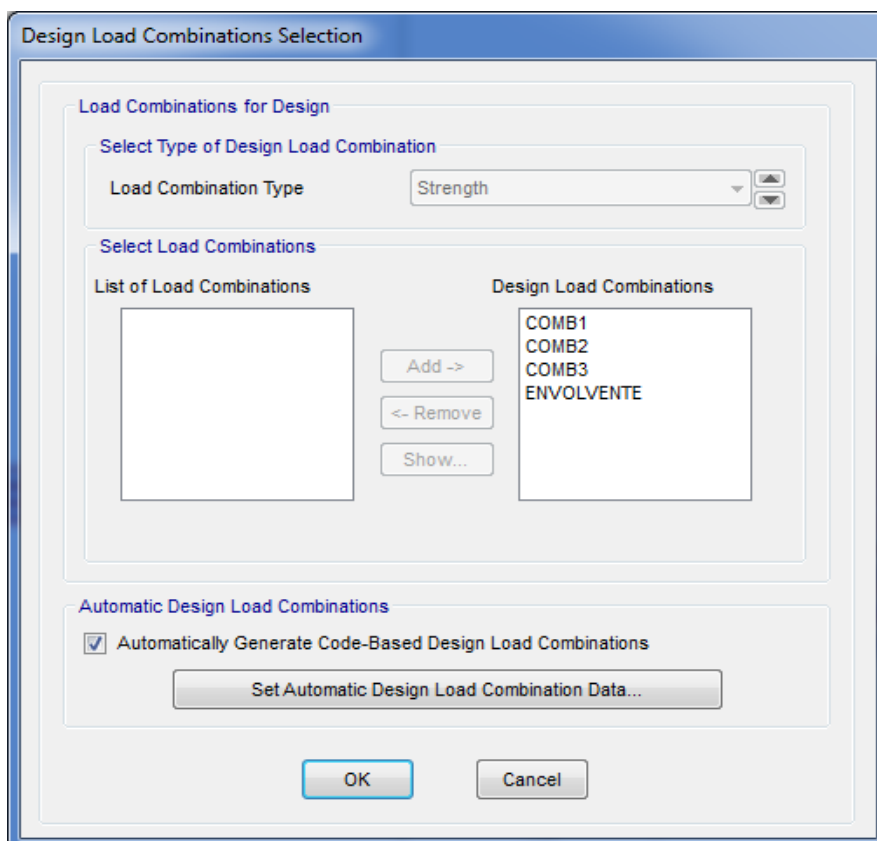


## Acero necesario



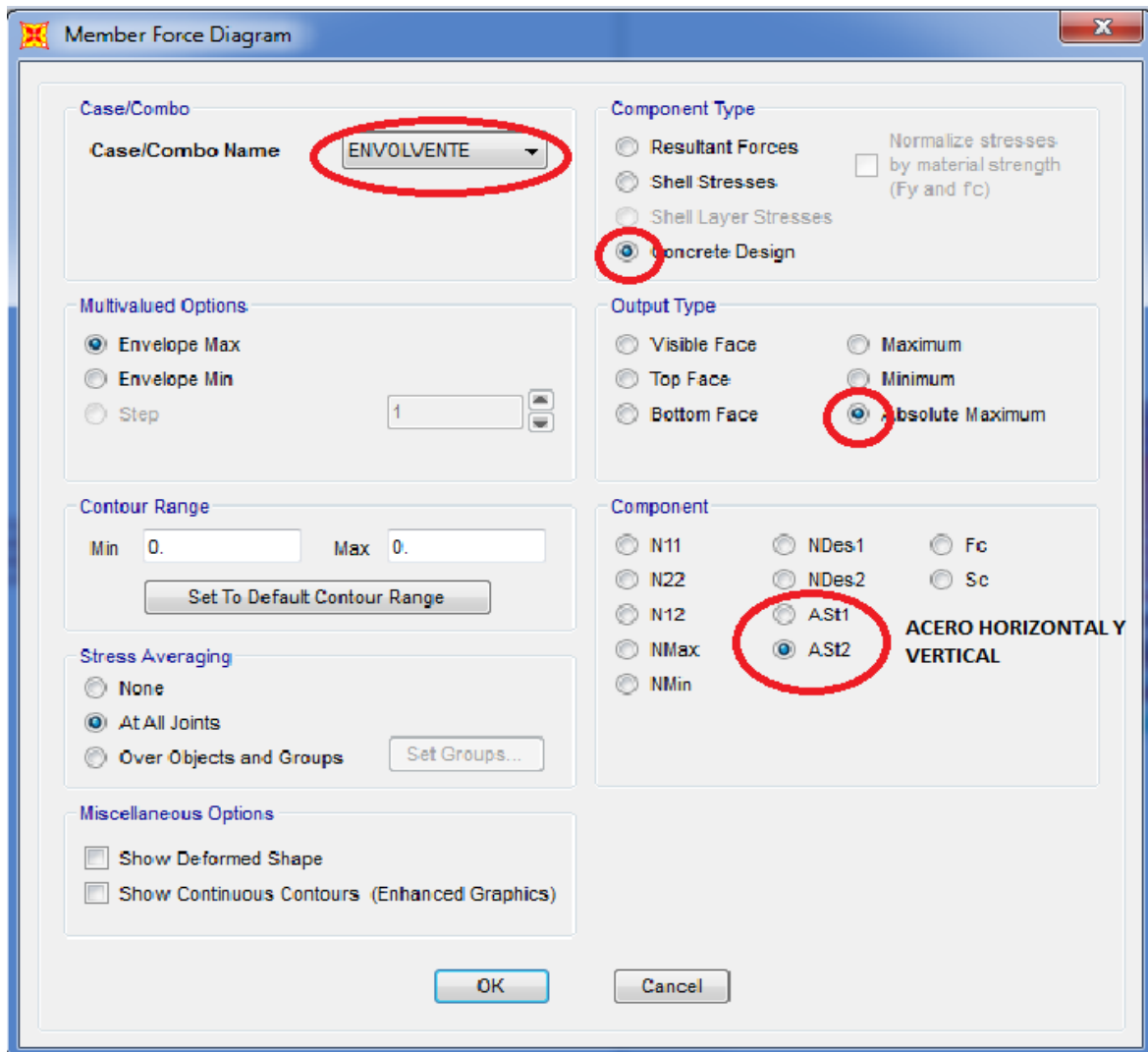
*Usar 2  $\phi$  5/8, acero superior e inferior.*

**Para el análisis, lo diseñamos mediante el programa con la envolvente**





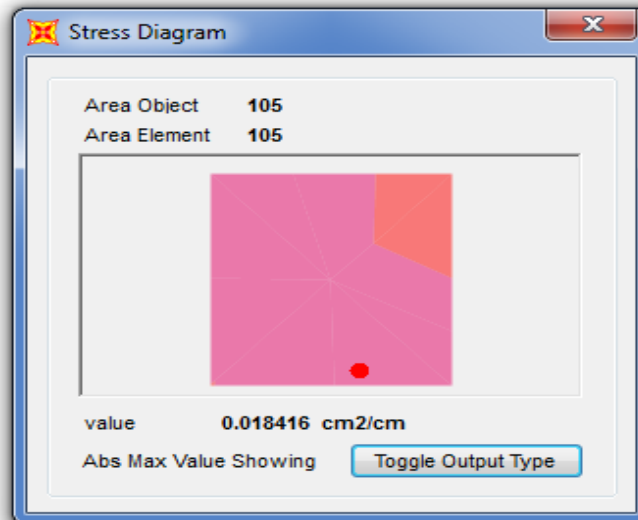
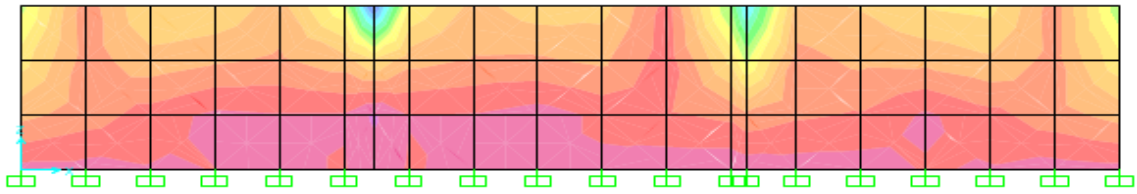
### Para el cálculo del acero de los muros y placas



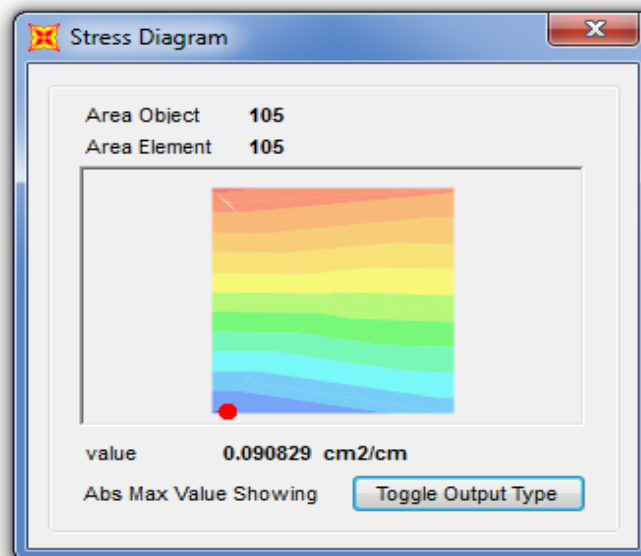
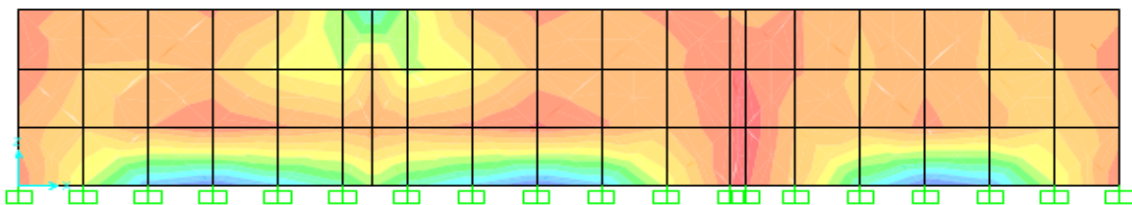
Valores de cuantías mínimas para usar

Cuantías mínimas	Valor
Placas	
Horizontal	0.0020
Vertical	0.0015

Reinforcement Intensity AS1 Diagram - Abs Max (ENVOLVENTE - Max)



Reinforcement Intensity AS2 Diagram - Abs Max (ENVOLVENTE - Max)



## I. Aspectos y parámetros básicos del cálculo

### 1.1 Normas de diseño

Se ha considerado como código básico para el diseño de las estructuras, el reglamento nacional de edificaciones, teniendo en consideración para el presente proyecto las siguientes normas técnicas:

E.020 Cargas

E.030 Diseño sismo – resistente

E.060 Concreto armado

E.070 Albañilería

En conjunto, estas normas incluyen consideraciones detalladas para la carga muerta, carga viva, carga de sismo, métodos aceptados de análisis y diseño, factores de carga y coeficientes de seguridad para cada uno de los elementos estructurales y materiales.

### 1.2 Especificaciones de la estructura

Resistencia del concreto	:	$f^c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
Resistencia del acero	:	$f^y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
Albañilería	:	$f^m = 45 \text{ Kg/cm}^2$
E Albañilería	:	$E = 500 * f^m = 22,500 \text{ Kg/cm}^2$
G Albañilería	:	$G = 0.4 * E = 9,000 \text{ Kg/cm}^2$

### 1.3 Parámetros sísmicos

Los parámetros sísmicos considerados para el análisis de la estructura en estudio fueron los siguientes:

**a. Parámetros de zona** : Zona = 3

Z (factor de zona) = 0.35



**Tabla N° 1  
FACTORES DE ZONA "Z"**

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

**Fuente:** Norma E.030 – Diseño Sismorresistente – Figura N° 1

**b. Parámetros de suelo** : Tipo de suelo = S3 (Suelos intermedios)

S (factor de suelo)= 1.15

$T_p = 0.6 \text{ seg.}; T_l = 2 \text{ seg.}$

**Tabla N° 3  
FACTOR DE SUELO "S"**

ZONA \ SUELO	FACTOR DE SUELO "S"			
	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
$Z_4$	0,80	1,00	1,05	1,10
$Z_3$	0,80	1,00	1,15	1,20
$Z_2$	0,80	1,00	1,20	1,40
$Z_1$	0,80	1,00	1,60	2,00

Tabla N° 4 PERÍODOS "T <sub>p</sub> " Y "T <sub>L</sub> "				
	Perfil de suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
T <sub>p</sub> (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T <sub>L</sub> (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

**c. Categoría de la edificación** : A

U (factor de uso)= 1.3

**d. Configuración estructural** : Estructura regular

Factor de Regularidad = 1

**e. Coeficiente de Reducción** : R= 8 Sistema Aporticado

En la Dirección Y-Y: Resistencia gobernada por pórticos de concreto armado para resistir las solicitaciones R=R<sub>x</sub>=8.

En la Dirección X-X: Resistencia gobernada por pórticos de concreto armado para resistir las solicitaciones R=R<sub>x</sub>=8.

#### **f. Factor de Amplificación Sísmica**

De acuerdo con las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

$$T < T_p \quad C = 2,5$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$$

#### **1.4 Estructura proyectada**

La configuración estructural de la edificación está definida por un sistema de pórticos de concreto y muros de albañilería. La rigidez lateral en los ejes transversales está conformada por muros de albañilería portantes, mientras que, en los ejes de las fachadas, la rigidez lateral está conformada por pórticos de concreto armado.

### 1.5 Análisis estructural

El análisis de la estructural se ha realizado mediante métodos elásticos y lineales, apoyados por un análisis matricial efectuado por el programa de análisis estructural ETABS v.16.2, SAP2000 v.14.2.0, con el fin de modelar estructuralmente todas las estructuras y obtener los datos para su diseño definitivo.

### 1.6 Análisis por cargas de gravedad

Para el análisis para las cargas de gravedad, se consideró el peso propio de la estructura, y las sobrecargas mínimas establecidas por el reglamento nacional de edificaciones, es su norma E.020 cargas.

**Tabla 3**

*Cuadro de asignación de Cargas – Tribunas*

<b>Carga muerta</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Peso</b>		<b>Parcial</b>		
Peso de Acabados	100	kg/m <sup>2</sup>	0.1	Tn/m <sup>2</sup>	
			<b>0.1</b>	<b>Tn/m<sup>2</sup></b>	
			<i>CM</i>		
<b>Carga viva</b>					
<b>Ocupación</b>	<b>S/C</b>		<b>Parcial</b>		
Tribunas	500	kg/m <sup>2</sup>	<i>CV</i>	<b>0.50</b>	<b>Tn/m<sup>2</sup></b>

**Fuente:** Elaboración propia.

### 1.7 Análisis sísmico

Para determinar los esfuerzos producidos por un movimiento sísmico se realizó un análisis Dinámico, cuyos espectros corresponden a:

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g$$

**Dónde:**

Z : Factor de Zona

U : Factor de uso

C : Factor de amplificación Sísmica;  $C \leq 2.5$

S : Factor de Suelo

R : Coeficiente de reducción

Pórtico dirección X-X :  $R_x=8$

Dual dirección Y-Y :  $R_y=8$

g : Aceleración de la Gravedad :  $9.81 \text{ m/s}^2$

El cálculo de los espectros fueron realizados con los valores obtenidos de la Norma E.030, tanto para la dirección X,Y cuyo sistema funciona netamente con sistema de Pórticos.

Para el cálculo se usa las siguientes formulas:

$$S_a = ZUCS * g / R \text{ (Aceleración Espectral)}$$

$$C = 2.5 * T_p / T; C \leq 2.5 \text{ (Factor de amplificación Sísmica)}$$

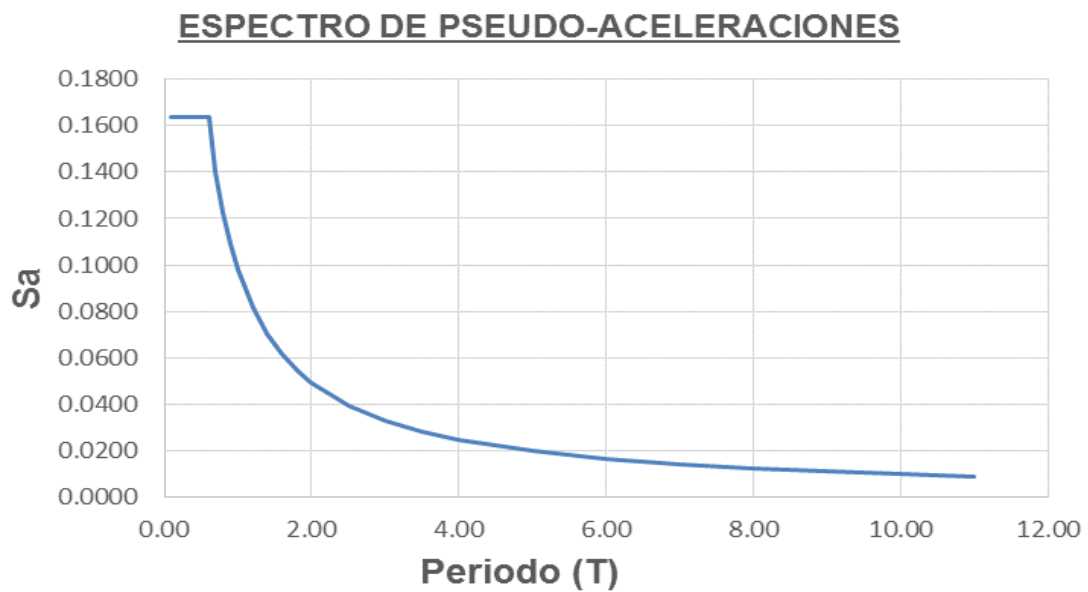
**Tabla 4**

*Factores de amplificación sísmica - Espectro (Aporticado)*

C	T	S <sub>a</sub>
2.50	0.10	0.1635
2.50	0.20	0.1635
2.50	0.30	0.1635
2.50	0.40	0.1635
2.50	0.50	0.1635
2.50	0.60	0.1635
2.14	0.70	0.1402
1.88	0.80	0.1226
1.67	0.90	0.1090
1.50	1.00	0.0981
1.25	1.20	0.0818
1.07	1.40	0.0701
0.94	1.60	0.0613
0.83	1.80	0.0545
0.75	2.00	0.0491
0.60	2.50	0.0392
0.50	3.00	0.0327
0.43	3.50	0.0280
0.38	4.00	0.0245

0.30	5.00	0.0196
0.25	6.00	0.0164
0.21	7.00	0.0140
0.19	8.00	0.0123
0.17	9.00	0.0109
0.15	10.00	0.0098
0.14	11.00	0.0089

**Fuente:** Elaboración propia.



### 1.8 Combinación de cargas según la E - 030

1.4 D	+	1.7 L		
1.25 D	+	1.25 L	±	1 SX
1.25 D	+	1.25 L	±	1 SY
0.90 D	±	1 SX		
0.90 D	±	1 SY		

#### Leyenda:

D : Carga Muerta

L : Carga Viva

SX, SY : Carga de Sísmica (el cual incluye el espectro de pórtico)

## II. Modelamiento de la estructura



## Modelamiento de la tribuna

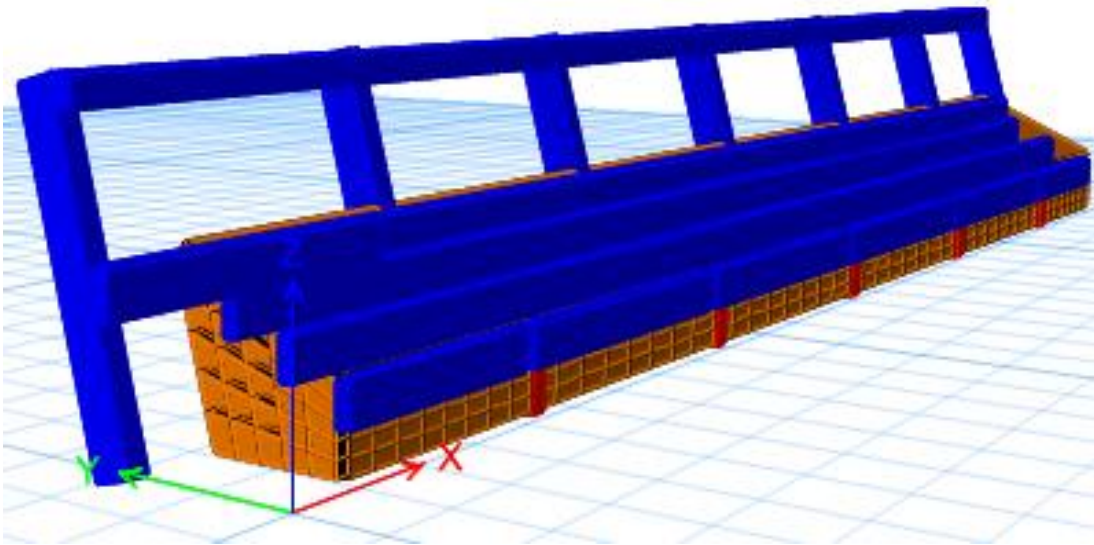


Figura 76: Modelamiento estructural (Tribuna)

## Elementos estructurales utilizados en el modelamiento

### Vigas (25x60)

Frame Section Property Data

General Data

Property Name: MIGA 25X60

Material: fc210

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color:  Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 60 cm

Width: 25 cm

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...  
Currently Default

Reinforcement

Modify/Show Rebar...

Show Section Properties...

OK

Cancel

 A diagram showing a vertical rectangular section with a coordinate system. The vertical axis is labeled '2' with an upward-pointing red arrow. The horizontal axis is labeled '3' with a leftward-pointing red arrow. The rectangle is centered at the origin of these axes.

### Vigas (25x40)

Frame Section Property Data

**General Data**

Property Name: VIGA 25X40

Material: fc210

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: ■ Change...

Notes: Modify/Show Notes...

**Shape**

Section Shape: Concrete Rectangular

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

Depth: 40 cm

Width: 25 cm

**Property Modifiers**

Modify/Show Modifiers...  
Currently Default

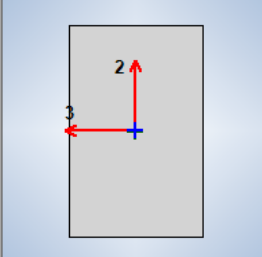
**Reinforcement**

Modify/Show Rebar...

Show Section Properties...

OK

Cancel



### Vigas (30x40)

Frame Section Property Data

**General Data**

Property Name: VIGA 30X40

Material: fc210

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: ■ Change...

Notes: Modify/Show Notes...

**Shape**

Section Shape: Concrete Rectangular

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

Depth: 40 cm

Width: 30 cm

**Property Modifiers**

Modify/Show Modifiers...  
Currently Default

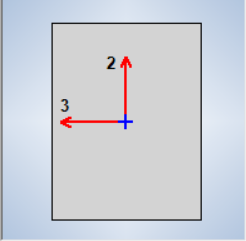
**Reinforcement**

Modify/Show Rebar...

Show Section Properties...

OK

Cancel



### Vigas (15x55)

**Frame Section Property Data**

**General Data**

Property Name: VB-15X55

Material: fc210

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

**Shape**

Section Shape: Concrete Rectangular

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

Depth: 55 cm

Width: 15 cm

**Property Modifiers**

Modify/Show Modifiers...  
Currently Default

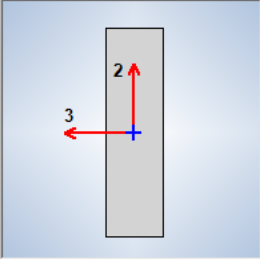
**Reinforcement**

Modify/Show Rebar...

OK

Cancel

Show Section Properties...



## Columna rectangular

### Columna 50x30

**Frame Section Property Data**

**General Data**

Property Name: COLUMNA 30X50

Material: fc210

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

**Shape**

Section Shape: Concrete Rectangular

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

Depth: 50 cm

Width: 30 cm

**Property Modifiers**

Modify/Show Modifiers...  
Currently Default

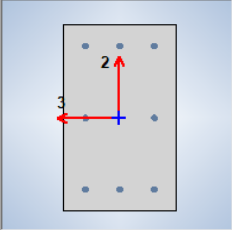
**Reinforcement**

Modify/Show Rebar...

OK

Cancel

Show Section Properties...



### Sección de losa

## **Losa maciza**

**Slab Property Data**

**General Data**

Property Name: LOSA DELGADA

Slab Material: fc210

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Modeling Type: Shell-Thin

Modifiers (Currently Default): Modify/Show...

Display Color:   Change...

Property Notes: Modify/Show...

**Property Data**

Type: Slab

Thickness: 15 cm

OK Cancel

**Aplicamos cargas puntuales de la estructura metálica**

### Carga muerta

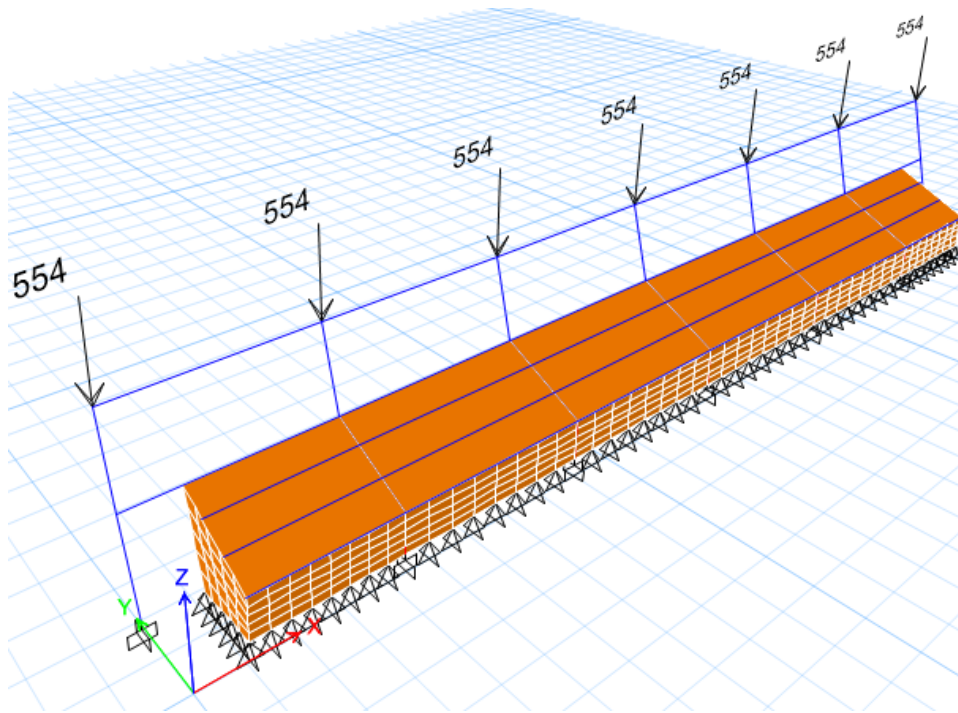


Figura 77: Modelamiento estructural aplicando carga muerta (Tribuna)

### Carga viva

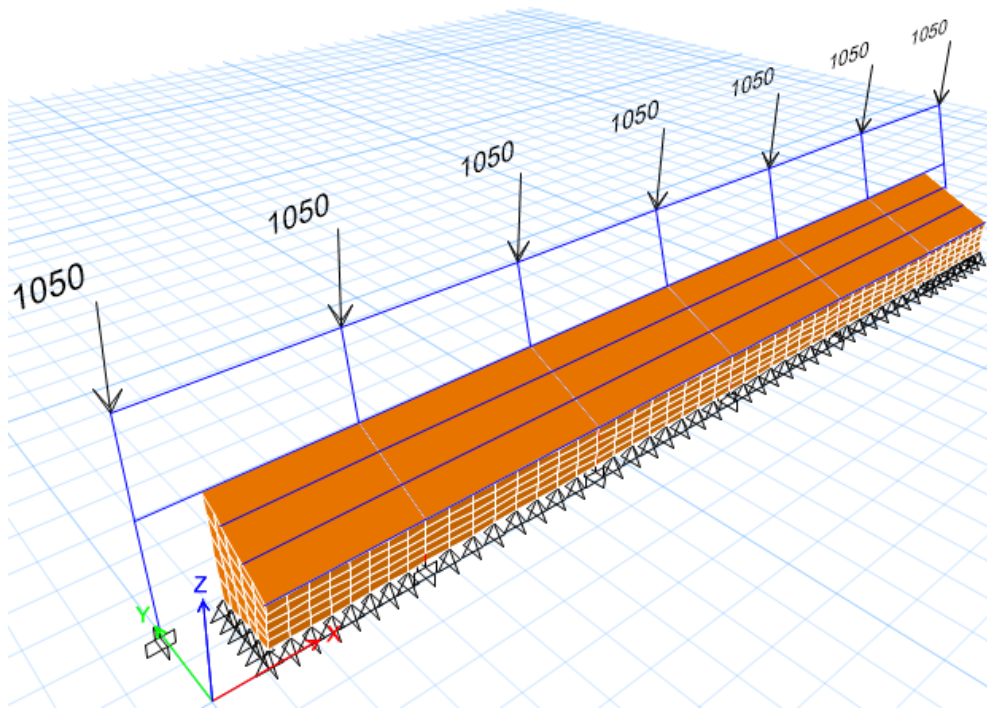


Figura 78: Modelamiento estructural aplicando carga viva (Tribuna)

### III. Cálculo de las derivas de la edificación

Los desplazamientos de los centros de masa de cada nivel obtenidos en el análisis dinámico cumplen en ambas direcciones los límites permisibles por la Norma E-030. Para cada dirección se presentan los cuadros que muestran los desplazamientos, así como las distorsiones máximas de cada piso obtenidos en el análisis dinámico afectado por el factor  $0.75 \times R$  (según norma E030 vigente).

Es importante indicar que la máxima distorsión, en ambas direcciones cumple con lo permisible por la norma E-030. Además, se consideró una masa adicional de 25% de la Carga Viva.

**Tabla 5**

*Datos de desplazamientos del centro de masa*

<b>Datos de desplazamientos del centro de masa</b>								
<b>Story</b>	<b>Diaphragm</b>	<b>Load</b>	<b>UX</b>	<b>UY</b>	<b>UZ</b>	<b>RX</b>	<b>RY</b>	<b>RZ</b>
Story1	D1	SX	0.0004	0	0	0	0	0
<b>Story</b>	<b>Diaphragm</b>	<b>Load</b>	<b>UX</b>	<b>UY</b>	<b>UZ</b>	<b>RX</b>	<b>RY</b>	<b>RZ</b>
Story1	D1	SY	0	0.005	0	0	0	0

**Fuente:** Modelamiento Estructural-ETABS V 9.7.2

**Coefficiente de Reducción:**

$$R_x = 8$$

$$R_y = 8$$

**Tabla 6**

*Datos de desplazamientos en el eje X-X*

<b>Desplazamientos X - X</b>						
<b>Piso</b>	<b>UX</b>	<b><math>0.75 \cdot R_x \cdot U_x</math> (<math>\Delta x</math>)</b>	<b>he</b>	<b><math>\Delta x / he</math></b>	<b>Despl. Max</b>	<b><math>\Delta x / he</math> &lt; <math>\Delta_{max}</math></b>
1	0.0004	0.0024	4.35	<b>0.0006</b>	0.007	<b>OK</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 7**

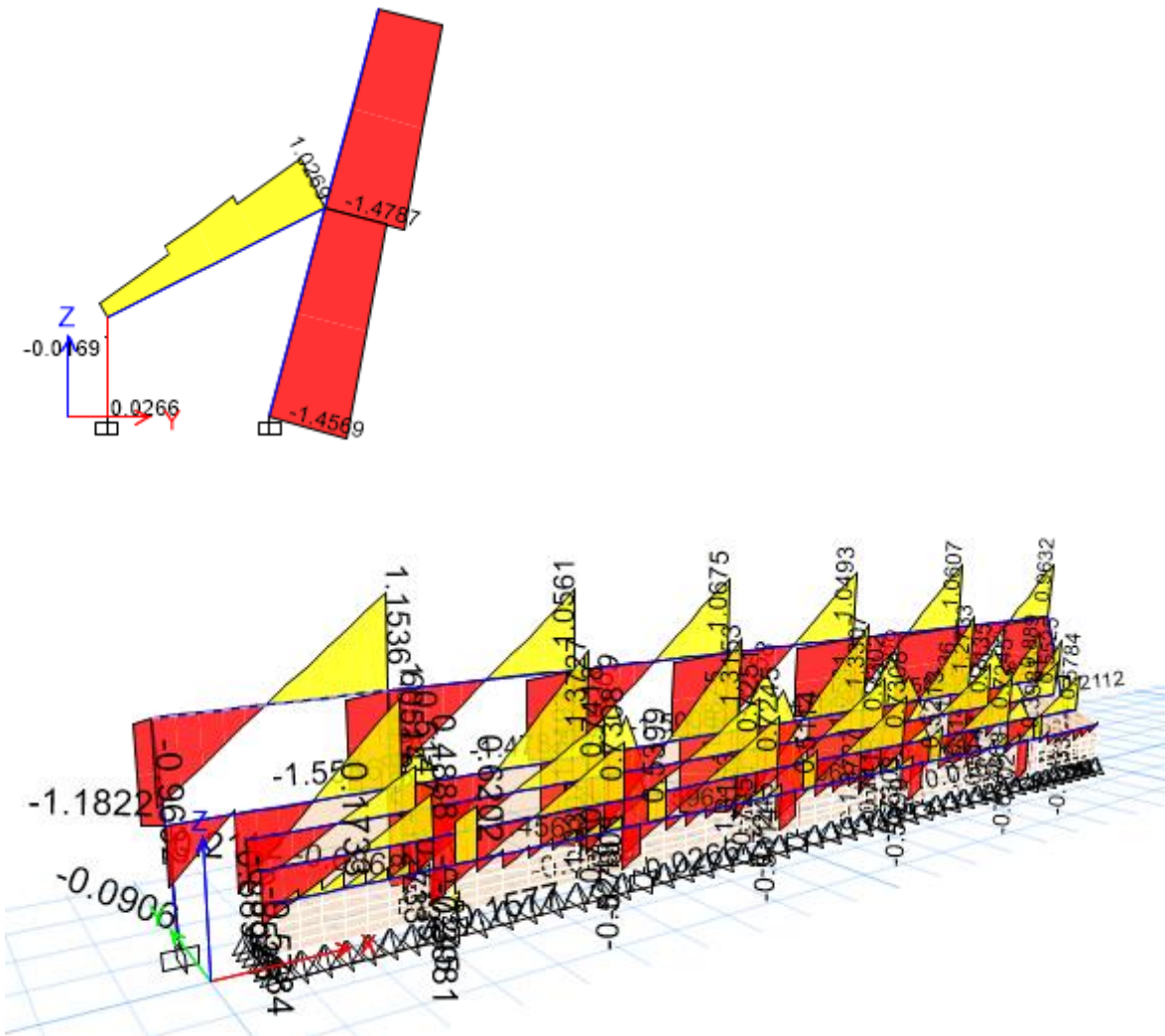
*Datos de desplazamientos en el eje Y-Y*

Desplazamientos Y - Y						
Piso	UY	0.75*RY*UY (Δx)	he	ΔY / he	Despl. Max	ΔY / he < Δmax
1	0.00503	0.0302	4.35	<b>0.00694</b>	0.007	<b>OK</b>

Fuente: Elaboración propia.

**IV. Diseño**

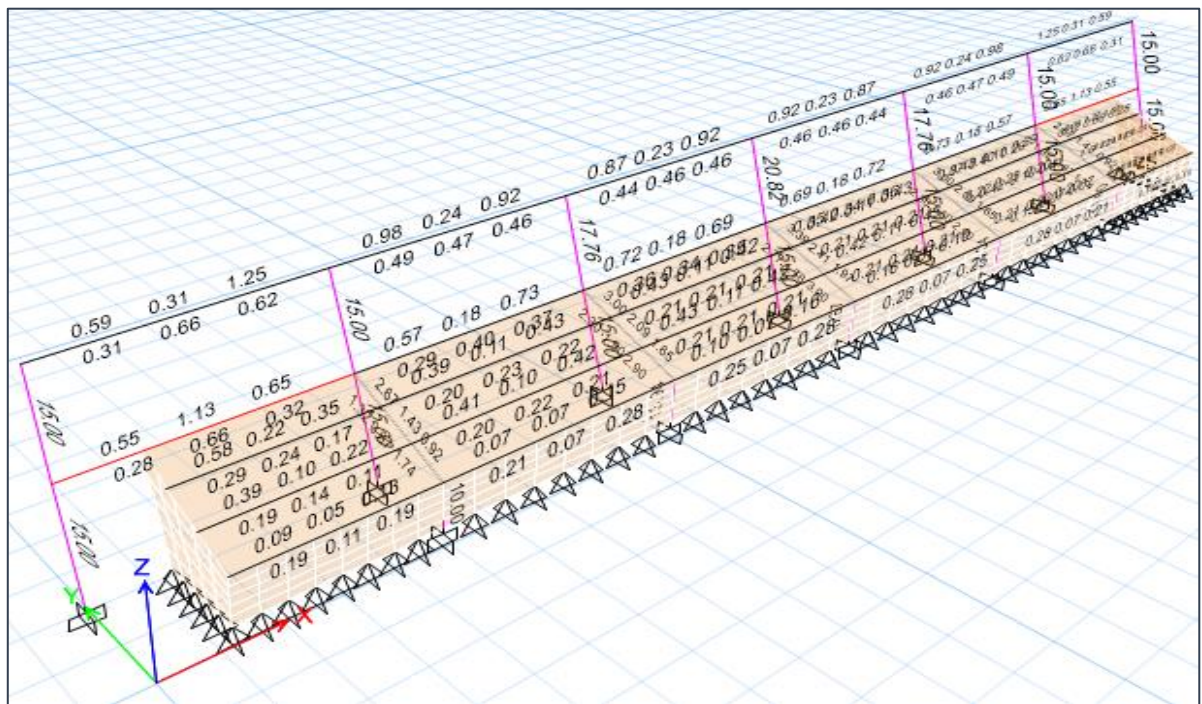
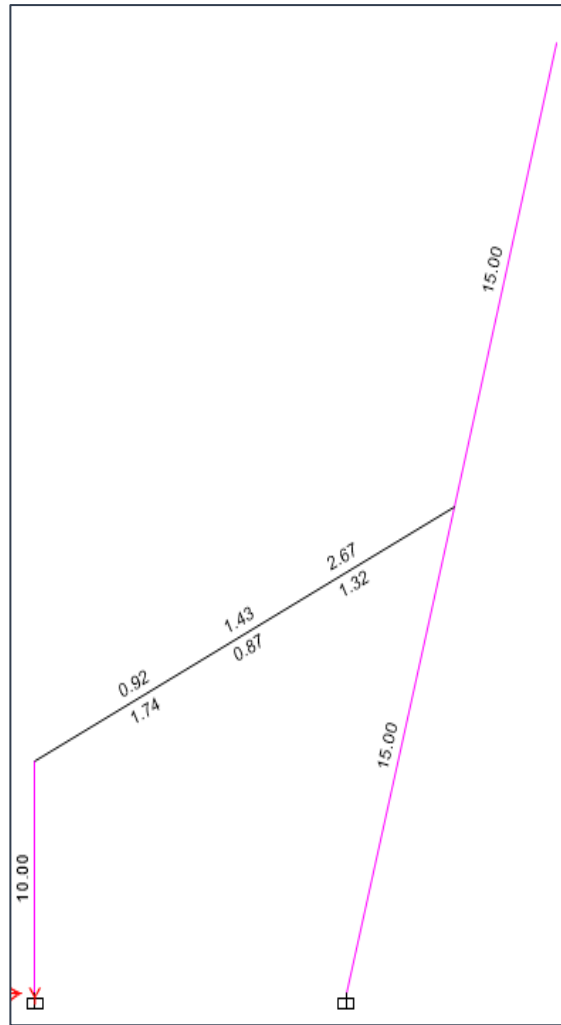
**Diagrama de Fuerza Cortante**



**Diagrama de momento Flector**







### 3.2. Discusión de resultados

Se ha desarrollado el trabajo de campo, primero en base a un reconocimiento total al área de estudio identificando aspectos de desarrollo urbano como colegios, centros de salud y viviendas, con la finalidad de tener noción del lugar donde se realizará el proyecto, de igual manera pasando a ubicar los puntos de exploración de suelos en el plano catastral del distrito de Nueva Cajamarca obtenidos por la municipalidad del distrito mencionado, para la determinación de la profundidad de exploración de las calicatas, además se esquematizo las edificaciones que se requerían y ver que espacios podíamos utilizar de acorde a las dimensiones del terreno y a las edificaciones y que en conjunto estas edificaciones formen espacios que funcionen en conjunto y armonía así tal cual nos describe Monroy, J. (2012) en su libro; *Diseño funcional de las instalaciones deportivas. Instalaciones Deportivas. Perú*, concluyo que, con el diseño del complejo Deportivo se propone desarrollar la integración, la práctica deportiva, y el debido esparcimiento a los ciudadanos del distrito de Nueva Cajamarca. Se estableció los diferentes criterios de diseño para la elaboración del complejo deportivo con base en la arquitectura sustentable, que minimice el impacto ambiental; criterios como: la ubicación teniendo en cuenta los criterios de integración con el entorno urbano, circulación, el comportamiento del asoleamiento y ventilación. Se diseñó un complejo que genere impacto positivo en la recreación y deporte, de modo que se disminuyan los problemas sociales y físicos convirtiéndose en un hito de desarrollo. Además de plantear estructuras que garanticen la vida útil de la edificación y además que no el riesgo de colapso sea casi nulo.

Finalmente, de lo anteriormente mencionado se puede afirmar que: Las edificaciones que proponemos serán estructuras que cumplan con las normas técnicas peruanas y sean muy resistentes a efectos como los sismos y vientos, de esa forma garantizar la vida útil de estas y también de evitar pérdidas de vidas humanas por el colapso o deterioro de las estructuras, así como menciona Pascual, P. A. (1971). Y también tenemos que desarrollar este proyecto de manera sustentable sin dañar el medio ambiente tanto en la ejecución de esta como en el funcionamiento, y para ello elaboramos un estudio de impacto ambiental así tal cual nos menciona Márquez, E. (2018). En su tesis *Estudio y diseño de complejo deportivo, empleando enfoque eco-sustentable, ubicado en parroquia Juan Bautista Aguirre, Daule*. Al validar la hipótesis de esta investigación se ha cumplido con los objetivos planteados inicialmente, guardando de esta manera relación con lo mencionado por Pico, T. (2016),

donde, los resultados de la encuesta realizada nos indican la aceptación de un polideportivo con estructuras seguras debido a que en la ciudad carecen de ellos.

## CONCLUSIONES

Se logró el diseño estructural del polideportivo ubicado en la Localidad de Nueva Cajamarca, Provincia de Rioja, Departamento de San Martín, logrando el producto final que comprende el diseño estructural de todos los elementos del proyecto, bajo un riguroso análisis y diseño estructural a través de un gran número de cálculos y operaciones numéricas de acorde a las normativas actuales permitiendo obtener diseños económicos, confiables, garantizando seguridad y funcionamiento óptimo de los elementos que lo conforman y que son plasmados en planos estructurales que se verifica en los anexos.

Los desplazamientos y distorsiones generados por la aplicación de la fuerza sísmica se encuadran dentro de los establecidos por la Norma Sismo resistente E - 030.

Los elementos resistentes a sismos, como son las columnas y las vigas, tienen la suficiente resistencia, como para tomar los mayores esfuerzos.

La fuerza cortante es asumida por las columnas que por sus dimensiones y configuración geométricas aportan gran rigidez a la estructura.

Con respecto a las vigas, los momentos resistentes son mayores a los que generan las cargas. La cimentación otorga un comportamiento uniforme a la estructura debido a que integra en su totalidad a los elementos que transmiten cargas (columnas).

La estructura se comportará adecuadamente ante los diversos estados de carga que se presenten durante su periodo de vida útil.

En cada Módulo se cuenta con Zapatas de Concreto Armado ( $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ), unidas entre sí a través de Vigas de Cimentación, cuyas dimensiones, distribución de Acero longitudinal y estribos y demás características se detallan en los Planos de Cimentación y Estructuras. Y sobre estas (V.C.) se erigen los sobrecimientos armados ( $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ).

Las columnas cuentan con Acero Longitudinal de  $\varnothing 1/2''$  y  $5/8''$ , debidamente confinados con estribos de  $\varnothing 3/8''$ . Y en caso de las columnetas el Acero Longitudinal es de  $\varnothing 3/8''$ , con estribos de  $\varnothing 1/4''$ .

Todos los diseños de estructuras metálicas son realizados con la restricción de que la estructura no supere el rango elástico.

Las estructuras metálicas diseñadas, son uniformes y cumplen con las reglamentaciones estándar, establecidas en las normas.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda que la presente investigación sea utilizada como referencia para los diferentes diseños estructurales de complejos polideportivos que se encuentren dentro de la zona estudiada, o que presenten características de suelos similares a las usadas en este proyecto.

La ejecución del proyecto deberá ceñirse estrictamente a las especificaciones técnicas y planos respectivos, previa verificación in situ de la resistencia del suelo de fundación, a fin de lograr una estructura de calidad y en condiciones óptimas.

Se recomienda realizar un minucioso y correcto metrado de cargas para los diferentes elementos estructurales que conforman las estructuras del complejo polideportivo, ya que de ello depende el correcto diseño estructural.

Para la etapa del análisis estructural del proyecto, se recomienda la utilización de programas de elementos finitos como son: SAP, ETABS y SAFE, como ayuda para el modelamiento completo de las estructuras a diseñar, visto que en tales condiciones se obtienen resultados que se aproximan en lo posible al comportamiento real. Consideran indispensable para esta etapa el correcto ingreso de los datos y su interpretación, con los conocimientos técnicos adquiridos en nuestra formación profesional.

Se recomienda que, a la hora de diseñar las cimentaciones, la carga actuante que se aplica sea menor a la capacidad portante del suelo, asegurando un margen de seguridad.

Se recomienda que una vez efectuada la excavación colocar inmediatamente la cimentación, a fin de evitar excesivas descompensaciones, ingreso de aguas pluviales, que afectaran la capacidad portante obtenida.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrango, K. y Araujo, A. (2018) *Diseño estructural del coliseo multiuso y tribuna con cubierta de tensa membrana para el complejo deportivo de selva alegre, Parroquia Sangolquí, Cantón Rumiñahui*. (Tesis de pregrado). Universidad de las Fuerzas Armadas. Ecuador.
- Benito, H. (2017) *Planeamiento estratégico de la industria peruana del deporte*. Perú
- Bonino, L. (2010) *Centro de Entrenamiento Deportivo de Alta Competencia en San Isidro*. Lima – Perú.
- Campos, J. (2018). *Diseño de la infraestructura para centro recreacional del adulto mayor y juvenil en el distrito de Víctor Larco Herrera, Trujillo – La Libertad*. (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo. Trujillo. Recuperado de: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/25104/campos\\_lj.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/25104/campos_lj.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Carrasco, S. (2015). *Metodología de la investigación científica: Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación*. Lima: Editorial San Marcos.
- Coronel, M. y Fernández, I. (2019). *Diseño estructural del complejo deportivo del centro poblado de Saltur, distrito de Zaña provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque utilizando estructuras especiales*.(Tesis de pregrado). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Chiclayo.
- Crespo, A. (2012) *Diseño y calculo estructural de un pabellón polideportivo*. España: Universidad De Cantabria.
- Instituto peruano del deporte (2017) *Funciones*. Perú: Recopilado de <http://www.ipd.gob.pe/institucional/funciones-del-ipd>
- Lalangui, M. (2017). *Diseño estructural de módulo educativo nivel primaria y secundaria en zona de alto riesgo sísmico – Lambayeque*. (Tesis de pregrado). Universidad

Cesar Vallejo. Chiclayo. Recuperado de:  
<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/16912>

Márquez, E. (2018). *Estudio y diseño de complejo deportivo, empleando enfoque eco-sustentable, ubicado en parroquia Juan Bautista Aguirre, Daule*. (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil. Guayaquil. Recuperado de:  
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/28759/2/TESIS%20-%20ERICK%20GIANCARLO%20%20MARQUEZ%20TOMALA.pdf>

Mccorman, J. (1992). *Diseño de estructuras metálicas*. (4ª ed.) México: Editorial Alfaomega  
 Ministerio de Vivienda y Construcción-ONPU. (2012) *Plan director de Lima Metropolitana*. Perú

Monroy, J. (2012) *Diseño funcional de las instalaciones deportivas. Instalaciones Deportivas*. Perú

Orellana, A. M. (2017). *complejo deportivo en Villa María del Triunfo*. Perú: Universidad Peruana de Ciencias aplicadas

Pascual, P. A. (1971) *Análisis y diseño sísmico, calculo estructural de un edificio de concreto armado*. Perú

Pico, T. (2016). *Estudio y diseño del coliseo polideportivo municipal, para el Cantón Pedro Carbo, provincia de las Guayas, año 2015- 2016*. (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil. Guayaquil.

Pimentel, S. Q. (2017) *Análisis Al Estudio Estructural Del Proyecto: Mejoramiento Del Complejo Deportivo El Olivo Para El Desarrollo De Las Actividades Deportivas En El Distrito De Abancay, Provincia De Abancay, Región Apurímac*. Perú

Rodríguez, I. (2014). *El diseño, cálculo y proyecto de estructuras del complejo deportivo municipal C.E.M. Horta*. Barcelona: España



- Rueda, E. (2016). *El diseño y cálculo estructural de un complejo deportivo*. Madrid – España.
- Serrano, A. (2015), *Tesis: Análisis de la unión columna metálica - plinto de hormigón armado y su influencia en el cálculo y diseño estructural del complejo deportivo Municipal del Cantón Guaranda, provincia de Bolívar*. Ecuador
- Urban, P. (2015). *En su libro construcción de estructuras metálicas*. España: Editorial Club Universitario
- Valderrama, S. (2016). *Pasos para elaborar proyecto de investigación científica*. (6ª ed.). Editorial San Marcos. Perú
- Villareal, G. (2015) *Análisis estructural: Capítulo Peruano del Instituto Americano del Concreto*. Perú

**ANEXOS**

## ANEXO 01: Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Técnica
¿Qué diseños estructurales debemos optar para desarrollar las diferentes estructuras necesarias en el complejo polideportivo, viendo que existen diferentes estructuras deficientes, construidas sin ningún criterio estructural en la localidad de Nueva Cajamarca, distrito de Nueva Cajamarca, provincia de Rioja y región San Martín?	<p>General Diseñar de las estructuras, para que no sean sobredimensionadas o deficientes.</p> <p>Específico Realizar estudios de suelos del lugar donde se ubicará el proyecto.</p> <p>Realizar el estudio topográfico de la zona donde se ubicará el proyecto.</p> <p>Realizar el Diseño estructural de las obras principales y complementarias de todo el complejo polideportivo.</p>	<p>“El diseño estructural proyectado, ayudara a garantizar seguridad y optimización de las estructuras, asegurando la vida útil del proyecto como también la vida de muchas personas que recurrirán a este polideportivo en la localidad de Nueva Cajamarca, además ayudará a mejorar las capacidades deportivas y a que muchas personas dejen muchos vicios y se dediquen su tiempo libre a mejorar sus habilidades deportivas en localidad de Nueva Cajamarca, distrito de Rioja, provincia y región San Martín”</p>	<p>Para esta investigación se utilizó las técnicas de análisis, evaluación y manejo de información</p>
Tipo y diseño	Población	Muestra	Instrumentos
<p>No experimental</p> <p>Descriptivo</p>	<p>Esta comprendido en la Localidad de Nueva Cajamarca, Distrito de Nueva Cajamarca, Provincia de Rioja y Región de San Martín.</p>	<p>La Muestra fueron varios componentes estructurales como son piscina, estructuras metálicas, muros de contención y edificaciones, para la cual benefició a una población aproximada de 35 000 personas.</p>	<p>Instrumentos bibliográficos</p> <p>Instrumentos de laboratorio</p>

## **ANEXO 02: Datos generales del Estudio de Mecánica de suelos**

El presente estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación tiene carácter Definitivo para los intereses del proyecto de la polideportivo nueva Cajamarca

Las recomendaciones vertidas son suficientes para la planeación de la parte constructiva del proyecto en mención.

Según lo señalado y de acuerdo con la Norma Técnica E.030 - Diseño Sismorresistente, el proyecto representa a una esencial (categoría "A") con factor uso  $U = 1.50$ .

No se observa la presencia de nivel freático a una profundidad de 3 metros.

Los parámetros geotécnicos de resistencia obtenidos en laboratorio son:

$$C-1 q_{adm} = 0.95 \text{ kg/cm}^2$$

$$C-2 q_{adm} = 0.98 \text{ kg/cm}^2$$

$$C-2 q_{adm} = 0.99 \text{ kg/cm}^2$$

Para el diseño de cimentación se recomienda utilizar zapatas aisladas conectadas con vigas de cimentación, con una profundidad de cimentación mínima de 1.50m.

El pavimento de concreto será conformado por una losa de concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ , apoyado sobre una sub base granular de 20 cm.

La sub base granular el CBR deberá ser superior al 95%, para muestras ensayadas a la óptima humedad y al 95% de máxima densidad seca el material de base deberá ser compactada hasta por lo menos el 100%. El contenido de humedad verificado en campo no deberá escapar del rango de +/-2% de optima humedad de laboratorio.

De los trabajos de campo se realizaron ensayos de densidad de campo y se obtuvo los resultados que se muestran en el cuadro:

<b>Densidad</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Densidad Humedad (kg/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Densidad Seca (kg/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Contenido de humedad</b>
D-1	C-1	0.40	1.92	1.74	10.39
D-2	C-2	0.40	1.74	1.42	22.93
D-3	C-3	0.40	1.73	1.53	12.50

No se debe cimentar, construir pisos o veredas sobre relleno, ni turba, ni tierra de cultivo.

El concreto a utilizar para todos los elementos estructurales, previamente debe ser diseñado por un especialista en Concreto, empleando los agregados existentes en la zona, pero que cumplan con la norma A.S.T.M.

El agua para utilizar para la mezcla del concreto debe cumplir con la norma E-60; así mismo, se debe emplear cemento Pórtland Tipo I.

Para el presente proyecto se recomienda construir hasta dos niveles.

Se debe construir un sistema adecuado de drenaje superficial en el entorno de la zona de los módulos a construir, con el objeto de impedir la infiltración de aguas pluviales en el terreno de fundación.

Hacer el replanteo de los niveles del terreno, cuando se ejecute la obra, a partir del plano de terrazas y/o explanaciones.

Este estudio de suelos es válido sólo para el presente proyecto.

Para el diseño de la cimentación del proyecto deberá tener en cuenta todas las conclusiones y recomendaciones antes descritas, dada la importancia de la obra.

Escarificar y eliminar todo tipo de suelo que contenga materia orgánica y suelo que represente suelos o rellenos no clasificados.

### **Tasa de Infiltración - Calicata C-03**

De la prueba de percolación desarrollada durante los trabajos de campo, se afirma que la tasa de filtración resultó ser de 15 min/pulg. Este valor, según el cuadro N° 03 de este estudio indica que la porosidad o la absorción del terreno es muy lenta o del tipo impermeable.

Esta tasa registrada pertenece al tipo de suelo que indica el cuadro señalado, el suelo del lugar, el cual es arena arcillosa con poca plasticidad, y presenta una compacidad relativa densa a muy densa (arena semi compacta).

### 9.1. Tablas

**Tabla N° 08:** Clasificación de suelos expansivos

<b>Contracción Lineal (%)</b>	<b>Índice Plástico (%)</b>	<b>Límite Líquido (%)</b>	<b>Límite de Contracción (%)</b>	<b>Clasificación Expansiva</b>
0 – 8	< 18	< 35	> 14	Bajo
8 – 13	18 – 25	35 – 45	12 – 14	Medio
13 – 18	25 – 35	45 – 60	10 – 12	Alto
> 18	> 35	> 60	< 10	Muy alto

**Tabla N° 09:** Elementos químicos nocivos para la cimentación.

<b>Presencia en el suelo</b>	<b>Partes por millón</b>	<b>Grado de alteración</b>	<b>Observación</b>
Sulfatos	0 – 1, 000 1, 000 – 2, 000 2, 000 – 20, 000 > 20, 000	Leve Moderado Severo Muy severo	Ocasiona un leve ataque químico al concreto de la cimentación.
Cloruros	> 6, 000	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armadura o elementos metálicos.
Sales solubles totales	> 15, 000	Perjudicial	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problemas de lixiviación.

**Tabla N° 10:** Valores de  $lw$  (cm/m) (Bowles, 1977)

Forma de la zapata	lw (cm/m)				
	Cimentación flexible			Cimentación rígida	
Ubicación	Centro	Esquina	Medio	-	
Rectangular:    L/B = 2	153	77	130	120	
	L/B = 5	210	105	183	170
	L/B = 10	254	127	225	210
Cuadrada	112	56	95	82	
Circular	100	64	85	88	

**Tabla N° 11:** Valores de la relación de Poisson (Bowles, 1977)

Tipo de Suelo	U
Arcilla:            Saturada	0.40 – 0.50
No saturada	0.10 – 0.30
Arenosa	0.20 – 0.30
Limo	0.30 – 0.35
Arena:              Densa	0.20 – 0.40
De grano grueso	0.15
De grano fino	0.25
Roca	0.10 – 0.40
Loess	0.10 – 0.30
Hielo	0.30
Concreto	0.15

**Tabla N° 12:** Módulo de elasticidad del suelo (Bowles, 1977)

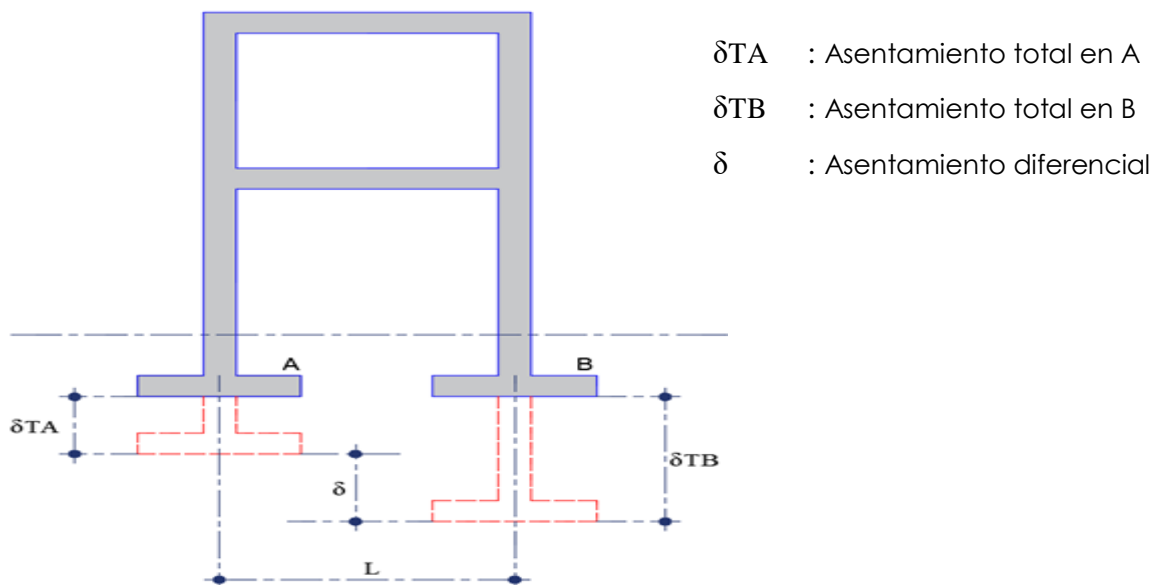
<b>Tipo de Suelo</b>		<b>Es</b>
Arcilla:	Muy blanda	30 – 300
	Blanda	200 – 400
	Media	450 – 900
	Dura	700 – 2, 000
Arcilla arenosa		3, 000 – 4, 250
Suelos glaciales		1, 000 – 16, 000
Loess		1, 500 – 6, 000
Arena limosa		500 – 2, 000
Arena:	Suelta	1, 000 – 2, 500
	Densa	5, 000 – 10, 000
Grava arenosa:	Densa	8, 000 – 20, 000
	Suelta	5, 000 – 14, 000
Arcilla esquistosa		14, 000 – 140, 000
Limos		200 – 2, 000

**Tabla N° 13:** Distorsión angular.

<b>Distorsión angular</b>	<b>Descripción</b>
1/150	Límite en el que se espera daño estructural en edificios convencionales.
1/250	Límite en el que la pérdida de verticalidad de edificios altos y rígidos puede ser visible.
1/300	Límite en que se debe esperar dificultades con puentes grúas.
1/300	Límite en que se debe esperar las primeras grietas en paredes.
1/500	Límite seguro para edificios en los que no se permiten grietas.
1/500	Límite para cimentaciones rígidas circulares o para anillos de cimentación de estructuras rígidas, altas y esbeltas.
1/650	Límite para edificios rígidos de concretos cimentados sobre un solado con espesor aproximado de 1,20 m.
1/750	Límite donde se esperan dificultades en maquinaria sensible a asentamientos.

Fuente: Norma E. 050 Suelos y cimentaciones. Artículo 14.- ASENTAMIENTO TOLERABLE





**Tabla N° 14:** Asentamiento admisible

Tipo de asentamiento	Factor limitativo	Asentamiento máximo
Asentamiento total	Drenaje Acceso Probabilidad de asentamiento uniforme - Estructuras con muros de mampostería - Estructuras reticulares - Chimeneas, silos, placas	6 – 12 pulg. 12 – 24 pulg. 1 – 2 pulg 2 – 4 pulg 3 – 12 pulg
Inclinación o giro	Estabilidad frente al volteo Inclinación de chimeneas, torres Rodadura de camiones, etc Almacenamiento de mercancías Funcionamiento de máquinas – Telares de algodón Funcionamiento de máquinas- Turbogeneradores Carriles de grúas Drenaje de soleras	Depende de la altura y el ancho 0.004L 0.010L 0.010L 0.003L 0.0002L 0.003L 0.01 – 0.02L
Asentamiento diferencial	Muros de ladrillo continuos y elevados Factoría de una planta, fisuración de muros de ladrillos Fisuración de revocos (yeso) Pórticos de concreto armado Pantallas de concreto armado Pórticos metálicos continuos Pórticos metálicos sencillos	0.0005 – 0.001L 0.001 – 0.002L 0.001L 0.0025 – 0.004L 0.003L 0.002L 0.005L

**Según Sowers, 1962.**

Nota: L = Distancia entre columnas adyacentes con asentamientos diferentes o entre dos puntos cualesquiera con asentamiento diferencial. Los valores más elevados son para asentamientos homogéneos y estructuras más tolerantes. Los valores inferiores corresponden a asentamientos irregulares y estructuras delicadas

**Tabla N° 15:** Cuadro de Porosidades del terreno según las tasas de filtración.

Tasa de filtración (tiempo requerido para que el agua baje 2.5 cm en minutos)	Porosidad del terreno Absorción del terreno	Tipo de suelo
1 ó menos 2 3	Absorción rápida	Arena gruesa o grava
4 5	Absorción media	Arena fina franco - arenosa
10 15 30 <sup>1</sup>	Absorción lenta	Franco - arcilloso
45 50 60 <sup>2</sup> ó más	Terreno semipermeable  Terreno impermeable	  Arcilla compacta

<sup>1</sup> Si sobrepasa los 30 min/2.5 cm, el terreno es inapropiado para pozos de absorción.

<sup>2</sup> Si la tasa de filtración es mayor de 60 min/2.5 cm, el terreno es inapropiado para tratamientos que utilicen el suelo como medio de absorción. Terreno apropiado para la disposición de residuos sólidos en un relleno sanitario.

**ANEXO 03: PLANOS**