



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



INFORME N° 03-2025-UNACH/UI/MAST

A : **Mg. Ing. Jefferson Ruiz Cachi**
Presidente del jurado de tesis FCI-UNACH.

ASUNTO : Constancia de Originalidad de Turnitin de NEISER ANTONI SÁNCHEZ CAYATOPA.

FECHA : Colpa Matara, 29 de enero del 2025.

REFERENCIA: i) Envío de tesis en digital en su versión final
ii) CARTA N°2 -2025-JRC / Conformidad por parte del presidente del jurado de tesis.
iii) Carta N° 23-2024-ENCV-SJE-FCI/UNACH / Conformidad por parte del secretario del jurado de tesis.
iv) Carta N° 002-2025-CSLV-EPIC/UNACH / Conformidad por parte del vocal del jurado de tesis

De mi mayor consideración

Es grato dirigirme a Usted para expresar mi saludo, y a la vez alcanzar la constancia de originalidad de TURNITIN de la tesis denominada: “**COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE COBERTURA METÁLICA CON ESTRUCTURA PARABÓLICA Y TRIDILOSAS PARA CUBRIR GRANDES LUCES EN EL ESTADIO MUNICIPAL, CHOTA, 2022**”, elaborado por el bachiller en ingeniería civil **NEISER ANTONI SÁNCHEZ CAYATOPA**, para continuar con sus trámites ante la UNACH.

Sin otro particular, es propicia la ocasión para reiterarle las muestras de mi distinguida consideración y estima.

Atentamente,



Miguel Angel SILVA TARRILLO
INGENIERO CIVIL
R.A.M.P. 18732

Ing. Miguel Angel Silva Tarrillo
Jefe de la unidad de investigación
FCI-UNACH

CC.

Archivo

Adjunto:

- 1) Constancia de originalidad.
- 2) Reporte TURNITIN



Colpa Matara, 29 de enero del 2025.

C.O. N° 03-2025-UI-EPIC

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Jefe de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, hace constar que el Informe Final de Tesis titulado: **“COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE COBERTURA METÁLICA CON ESTRUCTURA PARABÓLICA Y TRIDILOSAS PARA CUBRIR GRANDES LUCES EN EL ESTADIO MUNICIPAL, CHOTA, 2022”**, elaborado por el bachiller en ingeniería civil: **NEISER ANTONI SÁNCHEZ CAYATOPA**, para optar el Título Profesional de ingeniero civil, presenta un índice de similitud de 16% excluyendo texto citado, bibliografía y fuentes que tengan coincidencias de menos de 10 palabras; por lo tanto, cumple con los criterios de evaluación de originalidad establecidos en el acápite g) del artículo 20 del Reglamento de Grados y Títulos UNACH, aprobado mediante la Resolución C.O. N° 120-2022-UNACH con fecha de 03 de marzo de 2022.




Se expide la presente, en conformidad a la directiva antes mencionada, para los fines que estime pertinentes.

Miguel Ángel SILVA TARRILLO
INGENIERO CIVIL

Ing. Miguel Ángel Silva Tarrillo
Jefe de la unidad de investigación
FCI-UNACH

NEISER ANTONI SÁNCHEZ CAYATOPA

Comportamiento sismorresistente de cobertura metálica con estructura parabólica y tridilosas para cubrir grandes luces en...

-  Tesis para informe
-  UNIDAD DE INVESTIGACION FIC 2025
-  Universidad Nacional Autónoma de Chota

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3139667918

Fecha de entrega

28 ene 2025, 8:11 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

29 ene 2025, 5:43 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

INFORME_DE_TESIS_NEISER_SANCHEZ_CAYATOPA_30.12.24.docx

Tamaño de archivo

18.1 MB

182 Páginas

35,900 Palabras

202,579 Caracteres




16% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

Fuentes principales

- 15%  Fuentes de Internet
- 3%  Publicaciones
- 8%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

- 15% Fuentes de Internet
- 3% Publicaciones
- 8% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet		
hdl.handle.net			2%
2	Internet		
vsip.info			<1%
3	Internet		
repositorio.unach.edu.pe			<1%
4	Trabajos del estudiante	Universidad Ricardo Palma	<1%
5	Internet		
www.coursehero.com			<1%
6	Internet		
es.scribd.com			<1%
7	Internet		
repositorio.ucsm.edu.pe			<1%
8	Trabajos del estudiante	Universidad Católica de Santa María	<1%
9	Internet		
repositorio.ucv.edu.pe			<1%
10	Internet		
repositorio.upla.edu.pe			<1%
11	Internet		
www.repositorio.unach.edu.pe			<1%

12	Internet	revistas.uis.edu.co	<1%
13	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez	<1%
14	Internet	repositorio.unc.edu.pe	<1%
15	Trabajos del estudiante	Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas	<1%
16	Internet	pdffox.com	<1%
17	Trabajos del estudiante	Universidad Catolica de Trujillo	<1%
18	Trabajos del estudiante	Universidad Católica San Pablo	<1%
19	Internet	upc.aws.openrepository.com	<1%
20	Internet	www.repositorio.usac.edu.gt	<1%
21	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo	<1%
22	Internet	repositorioacademico.upc.edu.pe	<1%
23	Internet	www.scribd.com	<1%
24	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte	<1%
25	Internet	repositorio.upn.edu.pe	<1%

26	Internet	repositorio.untels.edu.pe	<1%
27	Internet	abejaespacial.com	<1%
28	Internet	repositorio.uap.edu.pe	<1%
29	Internet	repositorio.unap.edu.pe	<1%
30	Internet	www.slideshare.net	<1%
31	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Autonoma de Chota	<1%
32	Internet	repositorio.unp.edu.pe	<1%
33	Internet	tesis.ucsm.edu.pe	<1%
34	Internet	tesis.usat.edu.pe	<1%
35	Trabajos del estudiante	uncedu	<1%
36	Internet	www.researchgate.net	<1%
37	Internet	www.dspace.unitru.edu.pe	<1%
38	Internet	www.transparencia.munlima.gob.pe	<1%
39	Trabajos del estudiante	Universidad de San Martín de Porres	<1%

40	Internet	docplayer.es	<1%
41	Trabajos del estudiante	Universidad Pedagogica	<1%
42	Trabajos del estudiante	consultoriadeserviciosformativos	<1%
43	Internet	www.clubensayos.com	<1%
44	Internet	repositorio.utelesup.edu.pe	<1%
45	Trabajos del estudiante	Universidad TecMilenio	<1%
46	Internet	creativecommons.org	<1%
47	Internet	issuu.com	<1%
48	Internet	repositorio.upt.edu.pe	<1%
49	Internet	repositorio.utm.edu.ec:3000	<1%
50	Trabajos del estudiante	Universidad Internacional del Ecuador	<1%
51	Internet	archive.org	<1%
52	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnologica del Peru	<1%
53	Internet	repositorio.ucss.edu.pe	<1%

54	Trabajos del estudiante	Mountain Lakes High School	<1%
55	Internet	manualzilla.com	<1%
56	Internet	pdfcookie.com	<1%
57	Internet	repositorio.uan.edu.co	<1%
58	Internet	www.trucoteca.com	<1%
59	Internet	www.udocz.com	<1%
60	Internet	docslide.net	<1%
61	Internet	oa.upm.es	<1%
62	Internet	qdoc.tips	<1%
63	Internet	www.contraloriarmenia.gov.co	<1%
64	Trabajos del estudiante	Corporación Universitaria Minuto de Dios, UNIMINUTO	<1%
65	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Piura	<1%
66	Internet	machtrade.net	<1%
67	Internet	polaridad.es	<1%

68	Internet	vdocument.in	<1%
69	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	<1%
70	Internet	repositorio.undac.edu.pe	<1%
71	Publicación	María Milagros Vivel-Búa, Rubén Lado-Sestayo. "Foreign exchange exposure in La..."	<1%
72	Trabajos del estudiante	Universidad Cooperativa de Colombia	<1%
73	Trabajos del estudiante	Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador	<1%
74	Trabajos del estudiante	aesanlucas	<1%
75	Internet	www.esan.edu.pe	<1%
76	Internet	www.fundacionaraguaney.com	<1%
77	Publicación	Francisco Javier Gómez González. "Diseño y optimización de un sistema híbrido re..."	<1%
78	Internet	iabse-bd.org	<1%
79	Internet	ri-ng.uaq.mx	<1%
80	Internet	www.iesa.csic.es	<1%
81	Publicación	C. Fernández -Fillol, C. Pitsiakou, M. Perez -Garcia, I. Teva, N. Hidalgo- Ruzzante. "...	<1%

82	Publicación	Marcos Podesta, Gustavo Ortiz, Paola Orozco, Patricia Alvarado, Facundo Fuentes...	<1%
83	Publicación	Miranda, Domingo Jesus Panta. "Análisis y diseño De Nave Industrial De Concreto..."	<1%
84	Publicación	Moreno Rondoy, Rita Clara. "Evaluación de riesgos en la estabilidad de taludes de..."	<1%
85	Publicación	Suarez Atias, Leandro. "Surf Zone Boundary Layer and 2D Large Scale Hydrodyna..."	<1%
86	Internet	docslib.org	<1%
87	Internet	idus.us.es	<1%
88	Internet	prezi.com	<1%
89	Internet	pumas.iingen.unam.mx	<1%
90	Internet	repositorio.untumbes.edu.pe	<1%
91	Internet	sdgdata.humanrights.dk	<1%
92	Trabajos del estudiante	ucb	<1%
93	Internet	www.camaranavarra.com	<1%
94	Internet	www.mappinginteractivo.com	<1%
95	Internet	www.mexico.intertraffic.com	<1%

96	Publicación	"Encyclopedic Dictionary of Landscape and Urban Planning", Springer Nature, 2010	<1%
97	Internet	1library.co	<1%
98	Publicación	Jesús Pardo Loaiza. "Mejora de la gestión del recurso hídrico mediante la incorpo...	<1%
99	Trabajos del estudiante	Universidad Andina del Cusco	<1%
100	Trabajos del estudiante	Universidad Privada Antenor Orrego	<1%
101	Publicación	Yacila Alvarado, Luciano Jhair Salsavilca Pomarcachua, Jhoselyn Junny. "Aplicacion...	<1%
102	Internet	archive.laprensa.com.sv	<1%
103	Internet	cancunbeautyweddings.wordpress.com	<1%
104	Internet	ctecpanama.com	<1%
105	Internet	ia802802.us.archive.org	<1%
106	Internet	innova-tech.mx	<1%
107	Internet	manualzz.com	<1%
108	Internet	reliefweb.int	<1%
109	Internet	repositorio.espam.edu.ec	<1%

110	Internet	repositorio.ucsg.edu.ec	<1%
111	Internet	repositorio.unfv.edu.pe	<1%
112	Internet	repositorio.unsaac.edu.pe	<1%
113	Internet	utopia.usfq.edu.ec	<1%
114	Internet	www.adondevivir.com	<1%
115	Internet	www.artsper.com	<1%
116	Internet	www.mag.go.cr	<1%
117	Internet	www.thehollandgroupinc.com	<1%
118	Internet	www.unesco.org.uy	<1%
119	Publicación	Carmen Ortuño Cases. "Aplicación de ultrasonidos de potencia para la mejora de ...	<1%
120	Publicación	Luis Oswaldo Rodríguez Mañay. "Diseño de un modelo para mejorar la competitiv...	<1%
121	Publicación	Lujano, Ingrid Angela Villafuerte. "Influencia de la configuración irregular en pla...	<1%
122	Publicación	Maria Luisa Nolé Fajardo. "El diseño del aula como facilitador del aprendizaje: el ...	<1%
123	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnologica de los Andes	<1%

124	Internet	ciateq.repositorioinstitucional.mx	<1%
125	Internet	documentop.com	<1%
126	Internet	dspace.unl.edu.ec	<1%
127	Internet	es.slideshare.net	<1%
128	Internet	es.unionpedia.org	<1%
129	Internet	foros.construaprende.com	<1%
130	Internet	fr.slideshare.net	<1%
131	Internet	lareferencia.info	<1%
132	Internet	library.netapp.com	<1%
133	Internet	livrosdeamor.com.br	<1%
134	Internet	moam.info	<1%
135	Internet	pt.scribd.com	<1%
136	Internet	repositorio.uigv.edu.pe	<1%
137	Internet	repositorio.ulima.edu.pe	<1%

138	Internet	repositorio.unh.edu.pe	<1%
139	Internet	repositorio.unsa.edu.pe	<1%
140	Internet	repositorio.upct.es	<1%
141	Internet	repositorio.urp.edu.pe	<1%
142	Internet	repositorio.uwiener.edu.pe	<1%
143	Internet	upcommons.upc.edu	<1%
144	Internet	vdocuments.es	<1%
145	Internet	wikizero.com	<1%
146	Internet	www.confinedmasonry.org	<1%
147	Internet	www.goldnetsc.com	<1%
148	Internet	www.iiap.org.pe	<1%
149	Internet	www.linguatools.de	<1%
150	Internet	www.mapa.es	<1%
151	Internet	www.peri.cl	<1%

152	Internet	www.pj.gob.pe	<1%
153	Internet	www.revista-fabricacion.com	<1%
154	Internet	www.scielo.org.mx	<1%
155	Internet	www.spanishdict.com	<1%
156	Internet	www.theinsightpartners.com	<1%

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
CHOTA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



Comportamiento sismorresistente de cobertura metálica con estructura parabólica y tridilosas para cubrir grandes luces en el Estadio Municipal,

Chota, 2022

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Presentado por:

Bach. NEISER ANTONI SÁNCHEZ CAYATOPA

Asesor:

Mg. Ing. MIGUEL ÁNGEL SILVA TARRILLO

Chota – Perú

2025



FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, PARA OPTAR GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL – UNACH

1. DATOS DEL AUTOR:

Apellidos y nombres: NEISER ANTONI SÁNCHEZ CAYATOPA

Código del alumno: **2014052184**

Teléfono: 931442254

Correo electrónico: 2014052184@unach.edu.pe

DNI: 46690055

2. MODALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

Trabajo de investigación

Trabajo de suficiencia profesional

Trabajo académico

Tesis

3. TÍTULO PROFESIONAL O GRADO ACADÉMICO:

Bachiller

Licenciado

Título

Magister

Segunda especialidad

Doctor

4. TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE COBERTURA METÁLICA CON ESTRUCTURA PARABÓLICA Y TRIDILOSAS PARA CUBRIR GRANDES LUCES EN EL ESTADIO MUNICIPAL, CHOTA, 2022

5. FACULTAD DE: CIENCIAS DE LA INGENIERIA

6. ESCUELA PROFESIONAL DE: INGENIERIA CIVIL

7. ASESOR:

Apellidos y Nombres: **SILVA TARRILLO, MIGUEL ÁNGEL**

Teléfono: 967904967

Correo electrónico: masilvat@unach.edu.pe

D.N.I.: 45606229

A través de este medio autorizo a la Universidad Nacional Autónoma de Chota publicar el trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, Repositorio Nacional Digital de Acceso Libre (ALICIA) y el Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI).

Asimismo, por el presente dejo constancia que los documentos entregados a la UNACH, versión digital, son las versiones finales del trabajo sustentado y aprobado por el jurado y son de autoría del suscrito en estricto respeto de la legislación en materia de propiedad intelectual.

FIRMA: NEISER ANTONI SÁNCHEZ CAYATOPA

DNI. 46690055

Fecha, 09/06/2025

**COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE
COBERTURA METÁLICA CON ESTRUCTURA
PARABÓLICA Y TRIDILOSAS PARA CUBRIR GRANDES
LUCES EN EL ESTADIO MUNICIPAL, CHOTA, 2022**

POR:

NEISER ANTONI SÁNCHEZ CAYATOPA

**Presentada a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la
Universidad Nacional Autónoma de Chota para optar el título**

de

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR



Mg. Ing. Jefferson Ruiz Cachi

PRESIDENTE



Dr. Ing. Elmer Natividad Chávez Vásquez

SECRETARIO



Mg. Ing. Cristhian Saúl López Villanueva

VOCAL

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Ley de Creación N° 29531

LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 160-2018-SUNEDU/CD

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 05:30 pm del día 12 de febrero del año 2025, reunidos en los ambientes del 2do piso de Incuba local administrativo- UNACH , los miembros del jurado de tesis que suscriben, para escuchar y evaluar la sustentación de tesis presentado por el Bachiller: **Nelser Antoni Sánchez Cayatopa**, denominada: "COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE COBERTURA METÁLICA CON ESTRUCTURA PARABÓLICA Y TRIDILOSAS PARA CUBRIR GRANDES LUCES EN EL ESTADIO MUNICIPAL"; escuchada la sustentación, y absueltas las preguntas a las observaciones formuladas, la declaramos:

Aprobado

CON EL CALIFICATIVO (*)

12 (DOCE)

En consecuencia, se le declara **EXPEDITO** para conferirle el Título de Ingeniero civil, elevando la presente acta al coordinador de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería a fin de que se emita el acto resolutivo, en conformidad con la ley universitaria y el estatuto de la Universidad.

Chota, 12 de febrero del 2025.

Mg. Jefferson Ruiz Cachi
PRESIDENTE

Dr. Elmer Natividad Chávez Vásquez
SECRETARIO

Mg. Cristhian Saúl López Villanueva
VOCAL

Mg. Miguel Ángel Silva Tarrillo.
ASESOR

(*) De acuerdo al reglamento específico del proyecto y tesis de investigación de la EPIC, aprobada con Resolución de coordinación N° 141-2020, Artículo 21, cuya calificación es: (20 Summa Cum Laude); (18-19: Aprobado con excelencia); (15-17: Aprobado con mención honrosa); (12-14: Aprobado); (0-11: Desaprobado).



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Ley de Creación N° 20531

LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 160-2018-SUNEDUCO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS

Los miembros del jurado, luego de evaluar la Tesis denominada: "COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE COBERTURA METÁLICA CON ESTRUCTURA PARABÓLICA Y TRIDILOSAS PARA CUBRIR GRANDES LUCES EN EL ESTADIO MUNICIPAL"; presentado por el Bachiller; Neiser Antoni Sánchez Cayatopa, sustentada el día 12 de febrero del 2025, según Resolución de Coordinación N°027-2025-FCI/MUNACH, la declaramos CONFORME.

Chota, 30 de abril del 2025.

Mg. Jefferson Ruiz Cachi
PRESIDENTE

Dr. Elmer Natividad Chávez Vásquez
SECRETARIO

Mg. Cristhian Saúl López Villanueva
VOCAL

Mg. Miguel Ángel Brva Tarrilo
ASESOR

DEDICATORIA

A mis familiares y amigos.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a Dios por darme la fortaleza y sabiduría necesarias para culminar esta investigación.

Agradezco también al Mg. Ing. Miguel Ángel Silva Tarrillo, por su invaluable asesoramiento y apoyo durante todo el proceso de elaboración de esta tesis. Su experiencia y conocimientos fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

Asimismo, agradezco a la Municipalidad Provincial de Chota por brindarme el acceso a las instalaciones del estadio municipal, lo cual fue indispensable para llevar a cabo las pruebas y análisis necesarios en este estudio.

Agradezco de manera especial a mi familia por su constante apoyo y comprensión, sin ellos este logro no hubiera sido posible.

Finalmente, quiero agradecer a todas aquellas personas que de alguna manera han contribuido al desarrollo de esta investigación. Su colaboración ha sido fundamental para alcanzar los resultados que se presentan en esta tesis. Muchas gracias.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	16
1.1. Planteamiento del problema	16
1.2. Formulación del problema	19
1.3. Justificación	20
1.3.1. Justificación científica	20
1.3.2. Justificación técnica.....	21
1.4. Delimitación de la investigación	23
1.5. Limitaciones	24
1.6. Objetivos	24
1.6.1. Objetivo general.....	24
1.6.2. Objetivos específicos	25
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	26
2.1. Antecedentes	26
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	26
2.1.2. Antecedentes nacionales	30
2.1.3. Antecedentes regionales	36
2.2. Bases teórico – científicas	37
2.2.1. Impacto de la metodología BIM en el planteamiento arquitectónico y estructural de coberturas de estadios	37
2.2.2. Métodos y teorías de análisis estructural	38
2.2.3. Teorías y conceptos fundamentales para el diseño sismorresistente de coberturas de grandes luces.....	41
2.2.4. Comportamiento estructural de cobertura metálicas y coberturas con tridilosas	42
2.2.5. Resistencia de materiales y su influencia en el comportamiento sismorresistente de sistemas de cobertura	43

2.2.6. Estudio de la influencia del diseño estructural en la transferencia de cargas en sistemas de cobertura con tridilosas	44
2.2.7. Análisis de las cargas de viento y su impacto en el comportamiento de estructuras de cobertura	45
2.2.8. Adaptabilidad y flexibilidad sísmica de las tridilosas frente a sistemas convencionales.....	46
2.2.9. Evaluación de la respuesta modal de sistemas de cobertura con tridilosas y convencionales en estadios sometidos a sismos	47
2.2.10. Comparación de la eficiencia estructural en términos de peso y rigidez entre sistemas de cobertura metálica parabólica y con tridilosas	48
2.2.11. Costo-efectividad de sistemas de cobertura sismorresistentes en estadios.....	49
2.3. Marco conceptual	50
2.3.1. Estadio municipal	50
2.3.2. Estructuras de cubiertas metálicas	54
2.3.3. Estructuras espaciales o techos tridimensionales	59
2.3.4. Sistema tridilosa.....	63
2.3.5. Fuerzas aplicadas a una estructura de techo	68
2.3.6. Especificaciones de diseño	73
2.3.7. Diseño y análisis de cobertura metálica norma E.090	74
2.3.8. Diseño y análisis de tridilosas.....	76
2.3.9. Diseño sismorresistente de acuerdo a la norma E.030	79
2.4. Hipótesis	82
2.5. Operacionalización de variables	82
2.5.1. Variable independiente: Cobertura metálica con estructura parabólica y con tridilosas	82
2.5.2. Variable dependiente: Comportamiento sismorresistente	83
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	85
3.1. Tipo y nivel de investigación	85
3.2. Diseño de investigación	86
3.3. Métodos de investigación.....	87
3.4. Población, muestra y muestreo	89

3.4.1. Población	89
3.4.2. Muestreo	90
3.4.3. Muestra	90
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	91
3.5.1. Técnicas de recolección de datos	91
3.5.2. Instrumentos de recolección de datos	92
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	94
3.6.1. Proceso de obtención de los datos	94
3.6.2. Procesamiento de datos.....	136
3.6.3. Análisis de datos	137
3.7. Aspectos éticos	138
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	140
4.1. Descripción de resultados.....	140
4.1.1. Propiedades mecánicas del suelo.....	140
4.1.2. Planteamiento arquitectónico del Estadio Municipal de Chota.....	141
4.1.3. Comportamiento estructural del sistema de cobertura metálica con estructura parabólica convencional	154
4.1.4. Comportamiento estructural del sistema de cobertura con tridilosa.....	161
4.1.5. Comparación del comportamiento estructural del sistema de cobertura metálica con estructura parabólica convencional y con tridilosa.....	173
4.1.6. Comparación de los costos de implementación del sistema de cobertura metálica con estructura parabólica convencional y con tridilosa.....	175
4.1.7. Comparación del alcance del sistema de cobertura metálica con estructura parabólica convencional y con tridilosa	179
4.2. Contrastación de hipótesis.....	183
4.3. Discusión de resultados.....	185
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	193
5.1. Conclusiones	193
5.2. Recomendaciones y/o sugerencias	195
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS	197

CAPÍTULO VII. ANEXOS	206
Anexo A. Matriz de consistencia.....	206
Anexo B. Panel fotográfico	207
Anexo C. Documentación.....	210
Anexo D. Mapas de ubicación.....	211
Anexo E. Resultado de ensayos de laboratorio de mecánica de suelos.....	215
Anexo F. Diseño estructural de la cobertura metálica con estructura parabólica convencional.....	216
Anexo G. Predimensionamiento de la cobertura con sistema de tridilosa	217
Anexo H. Diseño estructural de la cobertura con sistema de tridilosa	218
Anexo I. Costo de implementación del sistema de tridilosa.....	219
Anexo J. Planos arquitectónicos y estructurales del estadio municipal de Chota con el sistema de tridilosa	220

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Elementos que conforman el sistema estructural de la cubierta.....	54
Tabla 2 Factores de forma.....	70
Tabla 3 Factores de forma para determinar cargas adicionales en elementos de cierre	71
Tabla 4 Relación peraltes / claros.....	76
Tabla 5 Relación Peralte, longitud de Modulo y Longitud de Diagonal en Función del Ángulo	77
Tabla 6 Límites para la Distorsión del Entrepiso	81
Tabla 7 Matriz de Operacionalización de Variables	84
Tabla 8 Tipo de Investigación	86
Tabla 9 Características del Acero Utilizado	102
Tabla 10 Parámetros Sísmicos según Ubicación y Características del Estadio Municipal	102
Tabla 11 Factores de Forma C para el Análisis de Cargas de Viento	123
Tabla 12 Cargas de Viento	123
Tabla 13 Factores de Análisis Sísmico.....	131
Tabla 14 Masa y Peso de la Estructura.....	132
Tabla 15 Propiedades del Suelo de Cimentación del Estadio Municipal de Chota.....	140
Tabla 16 Descripción de los componentes del estadio municipal de Chota.....	145
Tabla 17 Análisis de las Características y Especificaciones de Diseño Arquitectónico de los Ambientes Complementarios del Estadio Municipal Chota	147
Tabla 18 Evaluación de la Distribución del Espacio.....	150
Tabla 19 Accesibilidad y Movimiento del Estadio Municipal de Chota.....	151
Tabla 20 Iluminación y ventilación en el Estadio Municipal de Chota.....	152
Tabla 21 Eficiencia del Diseño del Estadio Municipal Chota.....	153
Tabla 22 Diseño Estructural de la Cobertura Metálica en Volado de Forma Parabólica	155
Tabla 23 Peso del Sistema de Cobertura Metálica Convencional para Oriente y Occidente del Estadio Municipal	158
Tabla 24 Análisis del Comportamiento Estructural del Sistema de Cobertura Metálica con Estructura Parabólica Convencional	159
Tabla 25 Elementos que Conforman el Sistema de Tridilosa	162
Tabla 26 Peso del Sistema de Cobertura Metálica con Tridilosas para el Estadio Municipal	170
Tabla 27 Modos de Vibración del Sistema de Cobertura con Tridilosa.....	170
Tabla 28 Derivas y Desplazamientos en la Dirección X del Sistema de Cobertura con Tridilosa	170
Tabla 29 Derivas y Desplazamientos en la Dirección Y del Sistema con Tridilosa	171

Tabla 30	Análisis del Comportamiento Estructural del Sistema con Tridilosa.....	171
Tabla 31	Comparación de Esfuerzos en el Sistema de Cobertura (Techo)	174
Tabla 32	Comparación de Desplazamientos en el Sistema de Cobertura (Techo).....	174
Tabla 33	Comparación de Derivas en el Sistema de Cobertura (Techo).....	174
Tabla 34	Comparación del Peso en el Sistema de Cobertura (Techo)	174
Tabla 35	Comparación del Costo de Implementación del Sistema de Cobertura Metálica con Estructura Parabólica Convencional y con Tridilosa	175
Tabla 36	Costo de Implementación del Sistema de Cobertura Metálica con Estructura Parabólica Convencional.....	177
Tabla 37	Costo de Implementación del Sistema de Cobertura con Tridilosa	177
Tabla 38	Ventajas y Desventajas del Sistema de Cobertura para el Estadio Municipal	179
Tabla 39	Análisis DOFA para el Sistema de Cobertura (Techo)	180
Tabla 40	Prueba t-student de Dos Muestras Respecto al Alcance de Instalación	184
Tabla 41	Prueba t-student de Dos Muestras Respecto al Costo de Construcción	184
Tabla 42	Prueba t-student de Dos Muestras Respecto al Comportamiento Estructural (Derivas y Desplazamientos)	185

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Análisis Básico mediante el Método de elementos finitos	38
Figura 2	Principios fundamentales de la elasticidad	39
Figura 3	Esquema de un Compuesto Estructural Tipo Sandwich.....	40
Figura 4	Vista de los Componentes Comunes de un Estadio Municipal	50
Figura 5	Dimensiones del Campo de Juego	51
Figura 6	Estructura Volada: Hipódromo de Zarzuela	55
Figura 7	Estructura Adintelada: Construcción de la Cubierta de San Siro	55
Figura 8	Estructura Abovedada: Aami Park	56
Figura 9	Estructura Velaría: Cubierta Wanda Metropolitano	56
Figura 10	Envolvente del Allianz Arena.....	56
Figura 11	Componentes de un sistema reticular	60
Figura 12	Formas de estructuras reticulares.....	61
Figura 13	Pares de la Tridilosa.....	63
Figura 14	Límites Prácticos para Ángulos de una Tridilosa	64
Figura 15	Reglamentos que rigen el diseño de Tridilosas.....	77
Figura 16	Diseño de Investigación.....	88
Figura 17	Mapa de Ubicación del Estadio Municipal de Chota.....	89
Figura 18	Vista Satelital del Estadio Municipal de Chota	90
Figura 19	Vista del Modelo Revit 2022, Modelamiento del Estadio Municipal.....	95
Figura 20	Proceso de Excavación de una Calicata en el Estadio Municipal de Chota	96
Figura 21	Equipo de Ensayo para Corte Directo em el Laboratorio GSE de Chota	101
Figura 22	Mapa Eólico del País	105
Figura 23	Combinaciones de Carga	108
Figura 24	Modelamiento de Vigas y Perfiles Metálicos	109
Figura 25	Vista de la Idea Conceptual de la Cobertura Metálica con Tridilosas	110
Figura 26	Diagrama Dimensional de un Pórtico Metálico.....	111
Figura 27	Diagrama del Arco Tipo 1	112
Figura 28	Perspectivas del Módulo y Relaciones Geométricas	113
Figura 29	Diagrama del Arco Principal y Montantes	113
Figura 30	Verificación del Peralte de la Montante y/o Longitud del Segmento.....	114
Figura 31	Propiedades de los Materiales en el Programa SAP2000	115
Figura 32	Definición de las Secciones del Arco	116
Figura 33	Colocación de las Dimensiones del Material a Utilizar.....	116
Figura 34	Verificación de las Propiedades de la Sección para el Cálculo	117

Figura 35	Inicio del Modelo Colocando los Arcos Principales.....	117
Figura 36	Colocación de los Arcos y Semiarcos.....	118
Figura 37	Realización del Modelo Global	118
Figura 38	Vista Frontal del Modelo Planteado en SAP2000	119
Figura 39	Modelo Matemático Terminado en SAP2000	119
Figura 40	Colocación de Cargas en el Programa SAP2000.....	120
Figura 41	Asignación de Cargas Muerta en los Arcos de las Tridilosas.....	121
Figura 42	Asignación de Cargas Viva de Techo en los Arcos de las Tridilosas.....	121
Figura 43	Variación del Viento con la Altura según la Norma E.020	122
Figura 44	Asignación de Cargas de Viento: Presión en Barlovento, Dirección + X	124
Figura 45	Asignación de Cargas de Viento: Presión en Sotavento, Dirección +X.....	124
Figura 46	Asignación de Cargas de Viento: Presión en Sotavento, Dirección - X.....	125
Figura 47	Asignación de Cargas de Viento: Presión en Barlovento, Dirección -X.....	125
Figura 48	Asignación de Cargas de Viento: Presión en Barlovento, Dirección + Y	126
Figura 49	Asignación de Cargas de Viento: Presión en Sotavento, Dirección +Y	126
Figura 50	Asignación de Cargas de Viento: Presión en Sotavento, Dirección - Y	127
Figura 51	Asignación de Cargas de Viento: Presión en Barlovento, Dirección -Y.....	127
Figura 52	Combinaciones de Carga para el Análisis Estructural	128
Figura 53	Espectro de Pseudo – Aceleraciones	133
Figura 54	Sismo Dinámico en X.....	133
Figura 55	Sismo Dinámico en Y.....	134
Figura 56	Verificación de las Secciones	135
Figura 57	Vista del Modelo Tridimensional Final	135
Figura 58	Vista en Planta del Estadio Municipal de Chota.....	141
Figura 59	Vista 3D del Estadio Municipal de Chota	142
Figura 60	Vista Estructural del Estadio Municipal de Chota.....	143
Figura 61	Vista en Navisworks del Estadio Municipal de Chota.....	143
Figura 62	Vista en Planta del Estadio Municipal de Chota.....	144
Figura 63	Distribución Tribuna Occidente: Camerinos	146
Figura 64	Vista del Modelo de Cobertura Metálica para Oriente y Occidente Convencional en Volado Parabólico.....	154
Figura 65	Techo Metálico para Cobertura de Oriente y Occidente	156
Figura 66	Tijeral T-1 para Cobertura Metálica Convencional.....	156
Figura 67	Tijeral T-2 para Cobertura Metálica con Estructura Parabólica Convencional.....	157
Figura 68	Tijeral T-3 para Cobertura Metálica con Estructura Parabólica Convencional.....	157
Figura 69	Tijeral T-4 para Cobertura Metálica con Estructura Parabólica Convencional.....	157
Figura 70	Tijeral T-5 para Cobertura Metálica con Estructura Parabólica Convencional.....	158

Figura 71 Análisis del Comportamiento Estructural del Sistema de Cobertura Metálica con Estructura Parabólica Convencional	159
Figura 72 Vista en Elevación de la Cobertura Metálica Parabólica en Voladizo para el Estadio Municipal de Chota: Cobertura Metálica Convencional.....	160
Figura 73 Vista en Planta de la Cobertura Metálica con Sistema de Tridilosa	161
Figura 74 Vista del Modelo de Cobertura Metálica con Sistema de Tridilosa en Dirección al oriente.....	163
Figura 75 Vista del Modelo de Cobertura Metálica con Sistema de Tridilosa en Dirección al Occidente.....	163
Figura 76 Detalle del Arco Tipo 1	164
Figura 77 Detalle de la Tridilosa que Conecta el Arco Tipo 1.....	164
Figura 78 Detalle del Arco Tipo 2	165
Figura 79 Detalle de la Tridilosa que Conecta el Arco Tipo 2.....	165
Figura 80 Detalle del Arco Tipo 3	165
Figura 81 Detalle de la Tridilosa que Conecta el Arco Tipo 3.....	166
Figura 82 Detalle del Semi Arco Tipo 4	166
Figura 83 Detalle del Semi Arco Tipo 5	166
Figura 84 Detalle de la Tridilosa que Conecta el Semi Arco Tipo 4 y Tipo 5.....	167
Figura 85 Detalle del Semi Arco Tipo 6	167
Figura 86 Detalle del Semi Arco Tipo 7	168
Figura 87 Detalle del Semi Arco Tipo 8	168
Figura 88 Detalle de la Tridilosa que Conecta el Semi Arco Tipo 6, Tipo 7 y Tipo 8	169
Figura 89 Cercha Tensor	169
Figura 90 Reacciones de la Tridilosa ante Cargas Sísmicas	171
Figura 91 Derivas y Desplazamientos en la Dirección X del Sistema de Cobertura con Tridilosa	172
Figura 92 Derivas y Desplazamientos en la Dirección Y del Sistema de Cobertura con Tridilosa	172
Figura 93 Gráfica Costo vs. Área Cubierta (Alcance)	180

RESUMEN

La necesidad de seleccionar el sistema de cobertura más adecuado para garantizar la seguridad y estabilidad del Estadio Municipal de Chota, considerando también aspectos económicos y funcionales, llevó a que en la presente investigación se tuviera como objetivo comparar el comportamiento sismorresistente de cobertura metálica con estructura parabólica y tridilosas para cubrir grandes luces en el Estadio Municipal, Chota. La metodología fue de enfoque cuantitativo, con el diseño de dos tipos de coberturas para el estadio y su análisis bajo cargas sísmicas y de viento. Se diseñó un sistema de cobertura metálica con estructura parabólica convencional que abarca un área de 2,544 m², utilizando cinco tipos de tijerales parabólicos de acero ASTM A36, y un sistema de tridilosas que cubre 27,065.57 m², integrando arcos principales, secundarios y cerchas tensoras también de acero ASTM A36. El comportamiento estructural de ambos sistemas fue evaluado en términos de desplazamientos, deformaciones unitarias y esfuerzos máximos. Los resultados mostraron que el sistema de tridilosas es estructuralmente superior, además, cubrió un área 10.6 veces mayor que la cobertura metálica con estructura parabólica convencional, aunque con un costo de implementación de S/. 5,004,949.24, que es 278% superior al del sistema convencional, cuyo costo fue de S/. 1,324,569.30. En conclusión, aunque la cobertura metálica con estructura parabólica convencional cumple con los requerimientos de diseño estructural, la cobertura con tridilosas ofrece mayores ventajas en términos de capacidad de cubrir grandes áreas, sin embargo, su implementación es significativamente más costosa.

Palabras clave: derivas, desplazamientos, diseño estructural, cargas de viento.

ABSTRACT

The need to select the most appropriate the most appropriate system to guarantee the safety and stability of the Municipal Stadium of Chota, also and stability of the Chota Municipal Stadium, also considering economic and functional aspects, led to the the objective of this research was to compare the seismic-resistant the seismic-resistant behavior of metal roofing with parabolic and tridilateral structures and tridilosas to cover large spans in the Municipal Stadium, Chota. The methodology was of quantitative approach, with the design of two types of roofs for the stadium and their analysis under seismic and wind loads. A conventional roof system covering an area of 2,544 m² was designed, using five types of ASTM A36 steel parabolic shears, and a tridilar system covering 27,065.57 m², integrating main and secondary arches and tensioning trusses also made of ASTM A36 steel. The structural behavior of both systems was evaluated in terms of displacements, unit deformations and maximum stresses. The results showed that the tridens system is structurally superior, in addition, it covered an area 10.6 times larger than the conventional cover, although with an implementation cost of S/. 5,004,949.24, which is 278% higher than that of the conventional system, whose cost was S/. 1,324,569.30. In conclusion, although the conventional cover complies with the structural design requirements, the tridilateral cover offers greater advantages in terms of capacity to cover large areas, however, its implementation is significantly more expensive.

Key words: drifts, displacements, structural design, wind loads.

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

La construcción de infraestructuras deportivas, como los estadios municipales, es fundamental para promover la actividad física, el deporte y el entretenimiento en las comunidades locales (Jorgič, 2023). Sin embargo, estos proyectos enfrentan desafíos significativos, especialmente en áreas propensas a la actividad sísmica (Stanković et al., 2023).

Los constantes eventos sísmicos a nivel mundial, han generado la preocupación por desarrollar nuevos sistemas constructivos, que faciliten el proceso edificatorio y que tengan la resistencia estructural para sostenerse durante un movimiento telúrico (Sonda et al., 2017).

El diseño y la selección del sistema de cobertura adecuado son aspectos críticos que influyen en la resistencia y la capacidad de respuesta ante eventos sísmicos de estas instalaciones (Tuhkanen, 2023).

Frente a este dilema, las coberturas de metal, se han vuelto cada vez más populares, debido a los bajos costos y rápido tiempo de construcción (Idehen et al., 2024), no obstante, durante fuertes terremotos están sujetos a grandes desplazamientos laterales, por esta razón, se requiere una atención especial para limitar el movimiento, evitando que estos presente fallas frágiles de conexión con la viga (Bargerzadeh et al., 2016).

La modernización sísmica optimizada de edificios compuestos, ha llevado a que, en la actualidad, las coberturas de metal o los diseños de acero y concreto, no sean las únicas soluciones técnicas para cubrir grandes claros y alturas (Gonzales, 2016). Los nuevos tipos de estructuras metálicas, diseñadas como las

tridilosas, actualmente son utilizadas debido a su estética y ventajas estructurales, pero, su comportamiento sísmico, la fragilidad del colapso y la resiliencia aún no se han estudiado con detalle (Asadi et al., 2018), por lo que fue primordial evaluar comparativamente la resistencia estructural y la rentabilidad de los enfoques de reacondicionamiento sísmico (Papavasileiou et al., 2020).

En Perú, en los años 70, los sistemas constructivos tenían la peculiaridad de ser muy pesados y económicamente caros, debido a que sólo podían cubrir luces reducidas, pero el ing. Mexicano Heberto Castillo, desarrolló una estructura de losa reforzada denominada Tridilosa, cuyos principales aportes eran su bajo costo, la ligereza de su carga y su fácil construcción (Becerra, 2019), sistema que fue experimentado por el ing. peruano Miguel Bozzo, determinando que las características de la misma, pueden variar según las necesidades de la obra (Acuache, 2005).

La norma técnica peruana E.030 “Diseño sismorresistente” (MVCS, 2018) clasifica a las edificaciones según su importancia, en las categóricas A, B, C y D. Los estadios son edificaciones importantes, enmarcadas en la categoría B, porque en su interior pueden reunir a gran cantidad de personas y una eventual falla sería catastrófica. Los estadios generalmente son construidos por etapas, debido a que involucra varios tipos de sistemas constructivos, concreto armado para, cimentación, pórticos y/o placas, y comúnmente techo de cobertura metálica. La norma técnica peruana E.090 “Estructuras metálicas” (MVCS, 2006), acepta los criterios del método de Factores de Carga y Resistencia (LRFD) para el diseño, fabricación y montaje de estructuras metálicas para edificaciones.

La provincia de Chota, ubicada en la región de Cajamarca, está dividida en dos zonas sísmicas, la zona 2 de sismicidad baja y la zona 3 de sismicidad

media, así mismo en los últimos años la provincia se ha convertido en el epicentro de fenómenos sísmicos con intensidades de 3.51 a 4.50 en la escala de Richter (ver mapa de peligrosidad sísmica), por lo que la población está expuesta a vulnerabilidad por movimientos telúricos (MPCH, 2018).

El crecimiento urbano de la ciudad de Chota, ha generado la necesidad de contar con espacios donde el poblador pueda realizar actividades de esparcimiento o práctica de algún deporte, en este sentido la estructura que satisface esta demanda es el recientemente construido “Estadio Municipal”, no obstante, a pesar de que el clima chotano es semifrío lluvioso húmedo de otoño a invierno representado por el código B(0,I) B’3 H3 (ver mapa de climatología), el expediente para la creación del servicio deportivo y recreativo, solo tuvo como metas físicas, la construcción del cerco perimétrico, campo deportivo y cisterna. Dichas metas fueron ejecutadas, pero se dejó de lado la construcción del techo o cobertura que protegiese a los usuarios del “Estadio Municipal” frente a precipitaciones pluviales.

No obstante, la construcción del sistema estructural convencional para cobertura de techo metálica, podría demandar un costo elevado para su construcción, además de que podría no presentar la resistencia estructural necesaria frente a un evento sísmico, considerando que un estadio es una obra en la que se tienen que cubrir grandes luces, por ello, se propuso como un sistema alternativo al uso de “Tridilosas” o sistema grid de acero.

Siendo así, la pregunta central que orienta esta investigación es: ¿Cuál de los sistemas de cobertura, el convencional o el basado en tridilosas, ofrece un mejor comportamiento sismorresistente en la construcción del Estadio Municipal de Chota?

Para abordar esta interrogante, es necesario considerar varios aspectos fundamentales. En primer lugar, es importante analizar las características y propiedades de cada sistema de cobertura en términos de resistencia estructural, capacidad de absorción de cargas y respuesta ante movimientos sísmicos. Esto implica evaluar la capacidad de los sistemas para soportar cargas estáticas y dinámicas, así como su comportamiento bajo escenarios sísmicos.

Además, se debe tener en cuenta la idoneidad de cada sistema en función de las características climáticas y geográficas específicas de la zona donde se encuentra el Estadio Municipal de Chota. Factores como la actividad sísmica, la geología del suelo y las condiciones climáticas pueden influir en la eficacia y la seguridad de los sistemas de cobertura.

Otro aspecto relevante a considerar fue el costo y la viabilidad económica de cada sistema. Si bien es importante priorizar la seguridad estructural, también es necesario evaluar la factibilidad financiera de la implementación de cada sistema, así como su mantenimiento a largo plazo.

En este contexto, surgió la necesidad de comparar el comportamiento sismorresistente del sistema de cobertura metálica con estructura parabólica convencional y el sistema basado en tridilosas para cubrir grandes luces en la construcción del Estadio Municipal de Chota.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la diferencia en el comportamiento sismorresistente entre una cobertura metálica con estructura parabólica y una con tridilosas para cubrir grandes luces en el Estadio Municipal de Chota?

1.3. Justificación

En la provincia de Chota no existen estudios y mucho menos edificaciones en las que se hayan diseñado entresijos haciendo uso del sistema de tridilosas, especialmente para cubrir grandes luces, razón por la cuál era necesario realizar el estudio, para dar un nuevo enfoque científico de un conocimiento técnico.

1.3.1. Justificación científica

La investigación contribuye al conocimiento existente en el campo de la ingeniería estructural, específicamente en el diseño y la construcción de infraestructuras deportivas. Proporciona información relevante sobre dos sistemas de cobertura, el convencional y el basado en tridilosas, y su comportamiento ante eventos sísmicos. Esto enriquece la comprensión teórica sobre la respuesta estructural de diferentes tipos de techados en condiciones de sismo.

Existe un vacío en la literatura científica respecto a la comparación directa del comportamiento sismorresistente entre el sistema de cobertura metálica con estructura parabólica convencional y el sistema de tridilosas en infraestructuras deportivas de gran envergadura, como estadios municipales. Esta investigación buscó llenar ese vacío al proporcionar datos empíricos y análisis detallados que permitan comprender las diferencias en la respuesta estructural de ambos sistemas.

La investigación se basa en los principios fundamentales de la ingeniería estructural y la sismorresistencia, así como en estudios previos sobre sistemas de cobertura y su comportamiento bajo cargas sísmicas. Si bien no desarrolla una nueva teoría en sí misma, amplía la aplicación de teorías existentes al contexto específico de la construcción del Estadio Municipal de Chota.

Si bien los resultados específicos de esta investigación se aplican al caso del Estadio Municipal de Chota, las conclusiones y las lecciones aprendidas pueden ser generalizadas a otros proyectos de infraestructuras deportivas en zonas sísmicas. Los principios y las recomendaciones derivadas de este estudio pueden ser útiles para ingenieros y diseñadores que enfrentan desafíos similares en otras ubicaciones geográficas.

La investigación contribuye al incremento del conocimiento científico al proporcionar datos empíricos y análisis comparativos que permiten entender mejor el comportamiento sísmico de diferentes sistemas de cobertura. Además, puede llevar a la reformulación de prácticas de diseño y construcción de infraestructuras deportivas en zonas sísmicas, así como a la modificación de normativas y estándares en el campo de la ingeniería estructural.

Por tanto, la investigación aborda una problemática relevante y pertinente en el ámbito de la ingeniería civil y la sismorresistencia. Evalúa y compara dos sistemas de cobertura ampliamente utilizados en la construcción de estadios municipales y proporciona información práctica que puede ser aplicada en futuros proyectos similares.

1.3.2. *Justificación técnica*

La elección de este tema como objeto de estudio se fundamentó en la necesidad de mejorar la comprensión del comportamiento sismorresistente de diferentes sistemas de cobertura en la construcción de estadios municipales. La selección de este tema surge de la preocupación por optimizar la seguridad y la eficiencia de la construcción del Estadio Municipal, considerando la posibilidad de eventos sísmicos.

Si bien existen investigaciones previas sobre el comportamiento sismorresistente de diversos sistemas estructurales, esta investigación es original en su enfoque específico en la comparación entre el sistema de cobertura metálica con estructura parabólica convencional y el sistema con tridilosas para cubrir grandes luces en estadios municipales. La originalidad radica en la aplicación directa de estos sistemas en un contexto real y la evaluación comparativa de su desempeño ante cargas sísmicas.

La investigación aborda el desafío de determinar cuál de los dos sistemas de cobertura, convencional o con tridilosas, ofrece una mejor resistencia y comportamiento ante eventos sísmicos y precipitaciones pluviales en la construcción del Estadio Municipal de Chota. Al resolver este aspecto del problema, se contribuye a la toma de decisiones informadas en el diseño y la construcción de infraestructuras deportivas seguras.

La investigación proporciona información técnica valiosa que puede utilizarse para mejorar los estándares de diseño y construcción de estadios municipales en zonas sísmicas. Además, su conveniencia se refleja en su potencial para prevenir daños estructurales y minimizar riesgos, por medio de la información técnica – científica generada.

Los principales beneficiarios de esta investigación son la comunidad científica con información teórico practica acerca del comportamiento estructural de dos sistemas para cobertura de techo, pero además se beneficiarán los involucrados en la planificación, diseño y construcción de infraestructuras deportivas en zonas sísmicas. Los resultados de la investigación proporcionarán orientación técnica y datos empíricos para la toma de decisiones informadas.

1.4. Delimitación de la investigación

Delimitación Espacial:

La investigación se centra específicamente en el Estadio Municipal de Chota, ubicado en la ciudad del mismo nombre, en la región Cajamarca. El estudio se limita a este lugar y no se extiende a otros estadios o infraestructuras deportivas en diferentes ubicaciones.

Delimitación Temporal:

El estudio se llevó a cabo desde agosto de 2022 hasta diciembre de 2023. Durante este período, se realizaron los estudios básicos y se desarrolló el modelo del estadio municipal existente en el enfoque de la metodología BIM. Además, se llevó a cabo el diseño de la cobertura metálica convencional y con tridilosas.

Delimitación de Profundidad Temática:

La investigación se centra en el comportamiento sísmorresistente de dos sistemas de cobertura: el convencional y el de tridilosas. Se analiza en detalle la respuesta de estos sistemas ante cargas sísmicas, considerando factores como la resistencia estructural, la estabilidad y la capacidad de absorber energía durante un evento sísmico. Y frente a eventos climatológicos de fuertes precipitaciones pluviales.

Delimitación Metodológica:

El enfoque metodológico utilizado en la investigación es cuantitativo, con un tipo de investigación aplicada. Se adoptó un nivel descriptivo para describir y comparar las características y el comportamiento de los dos sistemas de cobertura. El diseño de la investigación es no experimental descriptivo comparativo, lo que implica la comparación directa de las variables de interés entre los dos sistemas de cobertura sin manipular ninguna de ellas de forma intencional.

1.5. Limitaciones

Falta de normativas específicas: Una limitación importante ha sido la falta de normas técnicas o códigos de construcción que regulen específicamente el uso de tridilosas en estructuras de gran envergadura como estadios. Esta ausencia de directrices específicas ha requerido una investigación exhaustiva y la adquisición de conocimientos adicionales a través de cursos en línea para comprender mejor estas estructuras y seguir las normas peruanas aplicables a las estructuras metálicas para su diseño y análisis.

Escasez de información técnica: La disponibilidad limitada de información técnica sobre el predimensionamiento, diseño y análisis de tridilosas ha representado una limitación significativa. Esto ha requerido un esfuerzo adicional para recopilar datos relevantes, estudiar casos similares y adaptar metodologías existentes para su aplicación en el estudio específico del comportamiento sísmico de las tridilosas en el Estadio Municipal de Chota.

Formación complementaria requerida: Dada la falta de familiaridad previa con las tridilosas y la necesidad de comprender mejor su comportamiento estructural, se ha requerido realizar cursos en línea y buscar información técnica adicional. Esta formación complementaria ha sido fundamental para llevar a cabo un análisis preciso y exhaustivo del comportamiento sísmico de las tridilosas en comparación con las cubiertas convencionales en el estadio municipal.

1.6. Objetivos

1.6.1. *Objetivo general*

Comparar el comportamiento sismorresistente de la cobertura metálica con estructura parabólica y tridilosas para cubrir grandes luces en el Estadio Municipal, Chota.

1.6.2. Objetivos específicos

- Caracterizar las propiedades mecánicas del suelo en el área de construcción del Estadio Municipal de Chota.
- Analizar el planteamiento arquitectónico propuesto para el Estadio Municipal de Chota en el expediente técnico, mediante la metodología Building Information Modeling (BIM), para identificar sus características técnicas y especificaciones estructurales.
- Evaluar el comportamiento estructural del sistema de cobertura metálica parabólica en el Estadio Municipal de Chota mediante análisis estructural computacional, considerando carga de viento y condiciones de sismo.
- Evaluar el comportamiento estructural del sistema de cobertura metálica con tridilosa en el Estadio Municipal de Chota mediante análisis estructural computacional, considerando carga de viento y condiciones de sismo.
- Comparar los desempeño estructural del sistema de cobertura metálica parabólica y tridilosa considerando la resistencia sísmica y capacidad de absorción de cargas de viento.
- Comparar los costos de implementación del sistema de cobertura metálica parabólica y con tridilosas para cubrir grandes luces en la construcción del Estadio Municipal, Chota, con el fin de determinar las posibles ventajas o desventajas financieras entre ambos sistemas constructivos.
- Evaluar el alcance técnico y funcional de ambas propuestas estructurales, tanto del sistema de cobertura metálica parabólica como del sistema con tridilosas, para recomendar el sistema más adecuado para cubrir grandes luces en la construcción del Estadio Municipal de Chota.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. *Antecedentes internacionales*

Feng et al. (2023) en su investigación “El diseño de la estructura del techo del estadio de fútbol profesional del centro deportivo de montaña Phoenix de Chengdu” tuvieron como objetivo diseñar la cobertura de un estadio profesional. El techo del estadio mide unos 279 m de largo en dirección norte-sur y 234 m de largo en dirección este-oeste. La longitud máxima del techo en voladizo es de 64 m. El material de cubierta del techo es material de membrana ETFE en el área del círculo interior y material metálico en el área del círculo exterior. Se intentó utilizar una estructura de cúpula de cable en un techo no cerrado en un estadio de fútbol. Al utilizar una armadura de acero de anillo interior en el borde de la gran abertura central, se compensa el debilitamiento de la rigidez y la integridad de la estructura del domo del cable debido a la gran abertura, asegurando la transmisión efectiva del sistema de fuerza de la estructura de tensión. La práctica de este proyecto ha ampliado el alcance de aplicación de las estructuras de domo de cable para lograr efectos arquitectónicos ligeros y únicos, explica cómo la estructura puede implementarse de manera eficiente, económica y estética y, en última instancia, completa la expresión estructural de la forma arquitectónica.

Terenzi et al. (2024) en su investigación “Estudio de comportamiento estructural y mejora del Estadio Artemio Franchi de Florencia” presentan los contenidos del estudio de diagnóstico y evaluación, así como del diseño de la modernización. Los resultados de los análisis estructurales, realizados mediante un modelo detallado de elementos finitos calibrado a partir de los datos de campo

y de pruebas, muestran condiciones estáticas ligeramente inseguras en menos del 10% de las vigas y columnas que constituyen los marcos inclinados de las gradas, y condiciones inseguras difusas. condiciones bajo acción sísmica escaladas al nivel de Diseño Básico de Terremoto. La solución de modernización propuesta consiste en incorporar tirantes disipativos equipados con amortiguadores de resorte fluido viscoso en varios tramos orientados en dirección ortogonal a los marcos de las gradas, e instalar amortiguadores puros fluido viscoso en la mayoría de los espacios técnicos de separación entre bloques de gradas adyacentes, de modo que evitar sus golpes mutuos. Los resultados de los análisis en condiciones modernizadas destacan una transición a condiciones seguras para más de la mitad de los miembros inseguros, y una reducción notable de los ratios demanda/capacidad en los miembros restantes. En estos últimos se pueden alcanzar estados de tensión seguros mediante sencillas intervenciones adicionales de refuerzo local. Esta mejora sustancial del comportamiento sísmico se logra con un impacto visual y funcional mínimo en las estructuras existentes, según lo prescrito por las restricciones de conservación impuestas.

Sherzod & Davlatova (2023) en su investigación “Un método para cubrir el techo de un gran estadio de fútbol prolyot utilizando una estructura de acero” tuvieron como objetivo plantear la cobertura metálica del estadio “Dinamo” construido en 1963, con 72 m de ancho, 112 m de largo, 8064 m² de superficie, siendo las dimensiones exteriores 120 m de ancho y 220 m de largo. Determinaron que, las principales estructuras portantes para el cierre del estadio pueden fabricarse con materiales de acero locales. El material polimérico ETFE membrana no sobrecarga la estructura debido a su ligereza. A diferencia de otros estadios, el estadio Dinamo puede abrirse o cerrarse completamente en función de

las condiciones meteorológicas, pero el campo principal del estadio no está protegido de las inclemencias del tiempo. Concluyeron que, el esquema estructural propuesto para cubrir el estadio “Dinamo” difiere de los análogos del esquema estructural utilizado en otros estadios del mundo, debido a que, utilizaron una forma de celosía vertical con pilares de acero para soportar la celosía en voladizo y el arco móvil. Así mismo, resaltan que la estructura se distingue por el consumo de metal y la facilidad de su construcción e instalación.

Son (2023) en su artículo científico “Un estudio sobre la evaluación probabilística de la seguridad de la estructura de celosía diseñada por el código LRFD” tuvo como objetivo evaluar la seguridad de la estructura de celosía diseñada por el código LRFR. Llegando a determinar los índices de confiabilidad para el estado límite de resistencia son superiores al valor objetivo estipulado en el código LRFD. Con lo que, concluyeron que, el estado límite de servicio depende en gran medida de los valores límite especificados en los códigos de diseño. Por tanto, el aporte significativo de esta investigación reside en demostrar la eficacia de los criterios de diseño del código LRFD.

Nazar-Beutelspacher et al. (2019) en su artículo científico “Efecto de la excentricidad en nudos en superestructuras de armaduras espaciales mixtas de puentes (tridilosas)” primero analizaron la superestructura considerando las barras concéntricas en los nudos y en una segunda fase analizaron tomando en cuenta los momentos flexionantes generados en las barras por la excentricidad en los nudos de media altura de la tridilosa. Calcularon la resistencia de los elementos críticos considerando de manera separada los efectos de las cargas axiales, de los momentos flexionantes provocados por el peso propio y la flexión en la losa y los momentos flexionantes provocados por la excentricidad de las barras en los nudos.

Concluyeron que aproximadamente la mitad de la resistencia de las barras es requerida para tomar los momentos flexionantes provocados por la excentricidad de las barras en los nudos. Por lo tanto, el aporte de la investigación fue el análisis de forma descriptiva mediante la modelación de la estructura, el comportamiento de la misma, frente a cargas axiales y momentos flexionantes, por lo que permite comparar estos resultados con los que se obtengan en el desarrollo de la investigación por tratarse en ambos casos de tridilosas.

Ponce (2005) en su tesis “Consideraciones en el análisis y diseño de tridilosas” pretendió dar atención al sistema de piso espacial denominado “Tridilosa”, considerándolo como una alternativa aceptable en la construcción de sistemas de piso de claros grandes y poco peso relativo a otros sistemas convencionales, por lo que se dan algunas consideraciones para el análisis y diseño de este sistema de piso. Concluyó que las características únicas de las tridilosas son de especial relevancia y ofrecen ventajas significativas en el análisis y diseño estructural frente a acciones sísmicas. Esto se debe a que las fuerzas laterales, que simulan los efectos de los sismos, están directamente relacionadas con la masa de la estructura; así, en el caso de las tridilosas, estas fuerzas pueden ser relativamente menores si se les compara con otros sistemas de piso. Por tanto, el aporte fundamental de esta tesis radica en su potencial para servir como referente en futuras investigaciones, especialmente en aquellas enfocadas en el análisis económico de proyectos de construcción, dado que el coste representa un factor crítico en la materialización de obras. Además, las consideraciones expuestas en este trabajo ofrecen un marco comparativo valioso para el diseño de tridilosas que se pretende modelar en investigaciones posteriores.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Torres (2023) en su tesis “Estudio comparativo de diseños de estructuras de acero de un techo” tuvo como objetivo comparar estructural y económicamente dos propuestas de cobertura de techo metálico: una con tijerales en forma de arco y la otra con armadura tubular. Los arcos fueron divididos en tres tramos según las fuerzas obtenidas de los resultados del análisis realizado con el programa SAP2000 v.20. El diseño incluyó dos tipos de vigas, ajustadas según las cargas. El enfoque estructural basado en un modelo 3D permitió un control más preciso de todas las partes. Se determinó que ambos tipos de sistemas son capaces de resistir las cargas sísmicas, y destacaron su capacidad para soportar cargas de viento. Sin embargo, se observó que el costo de la alternativa 1 ascendió a 779,995.10 soles, mientras que el de la alternativa 2 fue de 816,808.75 soles. Por lo tanto, concluyó que la opción más económica resultaba más adecuada para el lugar. Además, señaló que esta opción ofrecía importantes ahorros en costos de mano de obra al permitir el refuerzo de las zonas más desfavorecidas y la mitigación de las zonas menos estresadas.

Jara & Vilca (2023) en su tesis “Evaluación de dos soluciones de sistemas de coberturas metálicas para la construcción de edificaciones industriales de luz de 30 metros en Lima Metropolitana” tuvieron como objetivo proponer dos sistemas, Techo parabólico y Armadura tipo Warren, para un caso de naves industriales de 30 metros de luz, y comparar los resultados obtenidos en términos de tiempos de construcción y costos. Utilizaron el programa SAP2000 para el diseño y análisis de las coberturas metálicas. Para el techo parabólico, determinaron desplazamientos laterales por carga de viento de 1.62 y 0.63 cm para cargas 1 y 2, respectivamente, con esfuerzos inferiores al 50% de la capacidad

máxima. En cuanto al sistema Warren, los desplazamientos laterales fueron de 0.18 cm y 0.001 cm, pero los esfuerzos superaron el 50%, aunque estuvieron por debajo del 70%. El peso total del sistema parabólico fue de 60,786.68 kg, mientras que el sistema Warren pesó 68,960.14 kg. En términos de costos, el techo parabólico tuvo un costo de 895,995.66 soles, mientras que el sistema de techo tipo Warren tuvo un costo de 1,016,472.46 soles. Concluyeron que, entre los dos sistemas, el más óptimo en términos de costo y tiempo fue el tipo parabólico, debido a que los elementos estructurales utilizados presentaron menores esfuerzos en comparación con la armadura tipo Warren, utilizando los mismos perfiles y bridas superiores e inferiores.

Salas (2023) en su tesis “Análisis comparativo de estructura metálica de alma llena de sección variable y estructura parabólica para la cobertura de 2000 m² para los hornos de una empresa ladrillera” tuvo como objetivo comparar técnicamente y económicamente dos sistemas de cobertura metálica para grandes luces. Para ello, identificaron los parámetros iniciales necesarios para la definición de cargas y el predimensionamiento de las estructuras, basándose en los planos arquitectónicos del horno y la ubicación del proyecto, definiendo una luz de 20.83 m, un ancho de 96 m y una altura de columnas de 8 m, además de una velocidad de viento de 90 km/h. Se estableció una altura geométrica de cumbrera de 1.8 m para la estructura de alma llena de sección variable y una flecha de 3.5 m para la estructura parabólica. Además, se analizaron los metrados y presupuestos de las estructuras para su comparación, resultando en que la estructura de alma llena de sección variable fue la más pesada y costosa, con un costo y peso total de S/. 1,418,895.83 y 68,774.5 kg, respectivamente. Por lo tanto, se concluyó que, tanto

desde el punto de vista técnico como económico, la estructura parabólica presentaba una buena capacidad estructural a un costo viable.

Pari et al. (2023) en su artículo científico “Evaluación de la presión del viento en edificios de poca altura con techos metálicos a gran escala en la ciudad de Juliaca” tuvieron como propósito examinar la fuerza del viento en edificios de baja altura con techos metálicos de gran escala en Juliaca. Se centraron en tres estructuras específicas: el Coliseo de la Universidad Peruana Unión (UPeU), con una altura de 13.13 m y una cubierta parabólica; el Comedor Los Uros de la Universidad Peruana Unión, con una altura de 4.75 m y un techo de una sola agua; y la Cancha de pasto de la Universidad Unión Peruana, con una altura de 7.30 m y una cubierta a dos aguas. Recopilaron un total de 840 lecturas de la velocidad del viento utilizando anemómetros digitales instalados en las cubiertas, con lo que, determinaron que, las tres estructuras evaluadas cumplen con los parámetros establecidos en la E-020 y E.090 para estructuras metálicas.

Castro & Maza (2022) en su tesis titulada “Diseño estructural de techo de estructura metálica en la losa deportiva Jiménez- Malingas-Piura,2022” tuvo como objetivo realizar el diseño estructural de techo de estructura metálica en la losa deportiva Jiménez- Malingas-Piura. La metodología empleada en su estudio fue de carácter no experimental. Los resultados obtenidos fueron que el coliseo había sido construido sin adherirse a principios de ingeniería básica y sin la participación de profesionales en las áreas pertinentes de ingeniería. Identificaron que la mayoría de las estructuras presentes en la losa deportiva exhibían patologías derivadas de la exposición a agentes externos adversos, tales como la erosión causada por lluvias intensas y vientos fuertes cargados de sedimentos, así como daños provocados por la humedad y los efectos corrosivos del suelo. En

conclusión, determinaron la necesidad imperante de un rediseño estructural que considere tanto la resistencia como la durabilidad frente a las condiciones ambientales locales y los errores constructivos previos. Por tanto, el aporte significativo de la investigación reside en su capacidad para evidenciar cómo las omisiones en el cumplimiento de estándares de ingeniería y construcción pueden comprometer la integridad estructural a largo plazo. Así, este estudio no solo subraya la relevancia de un diseño estructural adecuado en entornos adversos, sino que también enfatiza la necesidad de una supervisión experta continua, ofreciendo valiosas lecciones para futuros proyectos de infraestructura deportiva en regiones con condiciones similares.

Becerra (2019) en su tesis “Evaluación de diseño-costo de estructura tridilosa y losa dos direcciones para edificaciones de grandes luces en Tarapoto - 2017” tuvo como objetivo principal examinar la eficacia y eficiencia del uso de la estructura tridilosa en comparación con las tradicionales losas de concreto armado para edificaciones de grandes luces, destacando la potencial sustitución de estas últimas por el innovador método constructivo de la tridilosa. Este análisis se enfocó en identificar las ventajas en términos de diseño, costos, y eficiencia material, promoviendo una comparación directa entre ambas tecnologías constructivas. Tuvo una metodología que combinó análisis cualitativos y cuantitativos, evaluando tanto las propiedades físicas y económicas de los materiales como el impacto de estos en la fase constructiva de proyectos de gran envergadura. Los resultados fueron que la tridilosa no solo permite una utilización más eficiente del concreto, alcanzando hasta un 90% de eficiencia en compresión en comparación con el 33% habitual de las losas de concreto armado, sino que también favorece la construcción de estructuras más ligeras, económicas y

resistentes. Concluyó que la estructura tridilosa representa una alternativa viable y superior para la construcción de edificaciones de grandes luces, ofreciendo significativas ventajas en términos de coste, tiempo y eficiencia material. Por tanto, el aporte fundamental de esta investigación radica en su capacidad para servir como referente en el modelado de sistemas constructivos alternativos al concreto armado, estableciendo un precedente para la adopción de tecnologías de construcción modernas y eficientes, y proveyendo un marco comparativo valioso para futuras investigaciones en el ámbito de la ingeniería civil.

Rivero (2019) en su tesis “Comportamiento sísmico de estructuras metálicas de techo mediante métodos convencionales, coliseo de Cañete, región Lima” tuvieron como objetivo evaluar el comportamiento sísmico del techo del coliseo de cañete ubicado en el distrito de San Vicente de Cañete. Realizó un estudio utilizando el método AISC. Obtuvo como resultados un área del techo del coliseo de 4643 m² y una luz de 62.45 m. tomó datos de los perfiles metálicos utilizados que fueron en forma de “L”. Concluyó que el techo del coliseo se mantiene en condiciones óptimas de uso. Sin embargo, destacó que los perfiles de las vigas de arco principales estaban sobredimensionados, lo cual, aunque garantiza la seguridad y resistencia de la estructura, también representa un costo adicional en términos de material y, por ende, en el presupuesto general de la obra. Por tanto, el aporte de la investigación radica en la detección de oportunidades de optimización en el diseño de estructuras metálicas para grandes luces. Al demostrar que es posible mantener las normas de seguridad sísmica sin la necesidad de sobredimensionar componentes estructurales, su trabajo sugiere vías para la reducción de costos en proyectos similares, contribuyendo así al desarrollo de prácticas más eficientes y económicas en la ingeniería civil y estructural.

García et al. (2018) en su tesis “Propuesta de prototipo de diseño arquitectónico de un centro cultural como medio para promocionar e incentivar el arte y la cultura en la ciudad de Tarapoto” tuvieron como objetivo desarrollar un prototipo de diseño arquitectónico de centro cultural en Tarapoto. Tuvieron una metodología basada en la realización de encuestas para captar las necesidades y preferencias de la población, seguido de la elaboración del mencionado prototipo. Los resultados indicaron la viabilidad de implementar un centro cultural, siempre que este se rija por normas técnicas específicas que garanticen su funcionalidad. Concluyeron que el diseño propuesto cumple con los requisitos necesarios para incentivar efectivamente el arte y la cultura en la región. Por tanto, el aporte significativo de esta investigación radica en proporcionar un modelo arquitectónico innovador y viable, ofreciendo una base sólida para futuras implementaciones de espacios culturales con características similares.

Acuache (2005) en su tesis “Construcción de estructuras espaciales compuestas de grandes luces” determina que en las grandes coberturas las soluciones tradicionales utilizaban cubiertas livianas más o menos inertes, vigas arcos etc., pues el concreto armado utilizado así resultaba antieconómico teniendo además la desventaja de su peso propio excesivo, lo que le impedía cubrir grandes luces. La estructura Espacial compuesta es un sistema autoportante y los elementos solamente trabajan a tracción, compresión y cortante, los materiales como el acero absorbe las tracciones y el concreto las compresiones y las diagonales alternativamente la tracción y la compresión. Las tridilosas permiten obtener estructuras más eficientes a las de hormigón armado y las de acero, disminuye el peso muerto de la obra hasta en un 60%, para cada luz la tridilosa tiene un porcentaje de reducción en peso. Este estudio es importante para la

presente tesis ya que propone el uso de nuevas tecnologías para facilitar que las obras se ejecuten con otros materiales y los diseños de arquitecturas sean diferentes a los tradicionales adecuándose así a la modernidad de la industria de la construcción, además, los resultados obtenidos en dicha tesis serán tomados en cuenta para efectos de comparación con los que se obtenga en esta tesis.

2.1.3. Antecedentes regionales

Sánchez (2023) en su tesis “Análisis comparativo del factor de reducción de respuesta sísmica (R) entre la norma E.030 y el código ASCE/SEI 7-16, en techos con coberturas a base de estructuras metálicas apoyadas en columnas de concreto armado” tuvo como objetivo analizar el factor R en techos con cobertura metálicas apoyadas en columnas de concreto armado. Empleó una metodología de carácter cuantitativo, analítico y comparativo. La herramienta clave en el análisis fue el software SAP200, que permitió realizar un exhaustivo estudio comparativo. Los resultados obtenidos revelaron que, para un factor $R=2.5$ según el código ASCE/SEI 7-16, los momentos últimos resultan ser superiores, lo cual implicó una mayor conservación y adecuación para el diseño de estas estructuras. Además, destacó que los momentos últimos para un $R=2.5$ no se ajustan al diagrama de iteración de las columnas en el eje “X”. Concluyó que el factor de reducción sísmica $R=2.5$, tal como lo establece el código ASCE/SEI 7-16, es el más idóneo para el diseño de techos con coberturas metálicas apoyadas en columnas de concreto armado. Esta conclusión aporta significativamente a la investigación en ingeniería sísmica, ofreciendo una guía más precisa y segura para el diseño estructural de este tipo de construcciones, contribuyendo así a la optimización de sus características antisísmicas.

2.2. Bases teórico – científicas

2.2.1. Impacto de la metodología BIM en el planteamiento arquitectónico y estructural de coberturas de estadios

La metodología BIM (Building Information Modeling) ha revolucionado la forma en que se diseñan y construyen las estructuras metálicas, incluyendo las coberturas de estadios. Esta metodología permite la creación de modelos digitales 3D que contienen información detallada sobre todos los aspectos de un proyecto, desde el diseño arquitectónico hasta el diseño estructural.

En el caso específico de las coberturas de estadios, la implementación de BIM ha tenido un impacto significativo en el planteamiento arquitectónico y estructural. Según Smith & Jones (2019), "BIM ha permitido una mayor eficiencia en el diseño y la colaboración entre los diferentes equipos involucrados en la construcción de estadios, lo que ha llevado a una reducción en los errores de diseño y una mejora en la precisión de las estimaciones de costos".

La capacidad de visualizar el modelo en 3D y realizar análisis estructurales computacionales en tiempo real ha permitido optimizar el diseño de las coberturas de los estadios, asegurando que cumplan con los requisitos de resistencia. Según Black et al. (2020), "la integración de BIM en el proceso de diseño ha permitido una mayor flexibilidad en la experimentación con diferentes formas y materiales, lo que ha resultado en una mayor innovación en el diseño arquitectónico".

Además, BIM ha permitido a los diseñadores optimizar el rendimiento térmico y acústico de las coberturas, garantizando un confort adecuado para los espectadores y reduciendo el impacto ambiental de los estadios. Según Green et al. (2018), "la información detallada proporcionada por BIM ha permitido una mayor integración de sistemas de energía renovable en las coberturas de estadios".

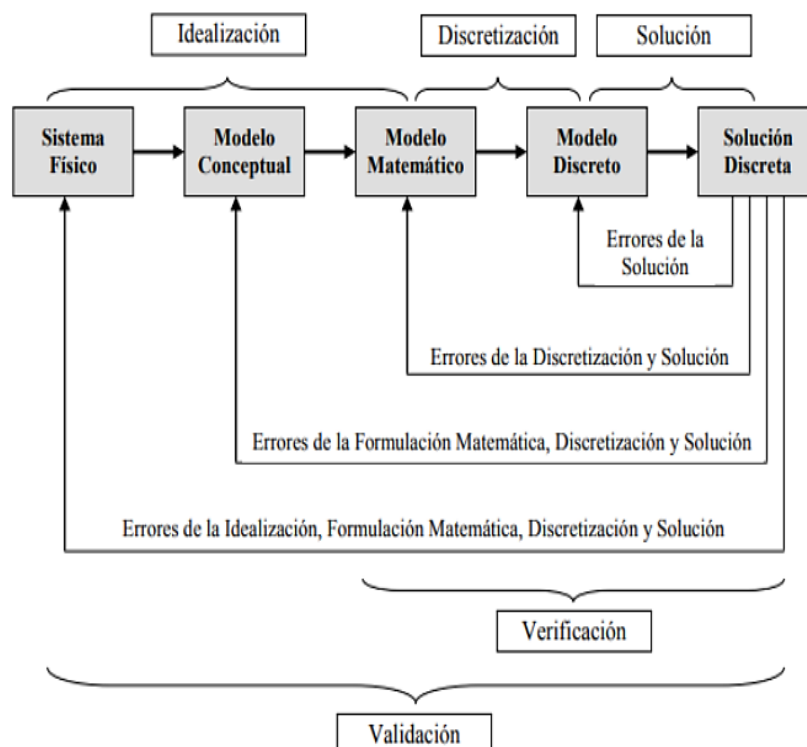
2.2.2. Métodos y teorías de análisis estructural

2.2.2.1. Método de elementos finitos

Laín & Hidalgo (2012) establecen que el Método de Elementos Finitos (MEF) es una técnica numérica utilizada para resolver problemas que involucran ecuaciones diferenciales, aunque no siempre es necesario. Antes de realizar una simplificación, la ecuación diferencial se convierte en un problema de residuos ponderados. Para Borja & Morocho (2017) el MEF es un enfoque de cálculo que se utiliza en varios contextos de la ingeniería y se fundamenta en una estructura dividida en elementos separados. En ingeniería la resolución de problemas con el MEF se realiza a través de un software, la manera básica de aplicar este método se especifica en la Figura 1

Figura 1

Análisis Básico mediante el Método de elementos finitos



Nota. Massa (2015, citado por Borja & Morocho, (2017)).

2.2.2.2. Método matricial

Ávila et al. (2021) establecen que el método matricial se trata de un procedimiento de cálculo que puede ser utilizado en estructuras de barras que presentan una rigidez excesiva y se comportan de manera elástica y lineal.

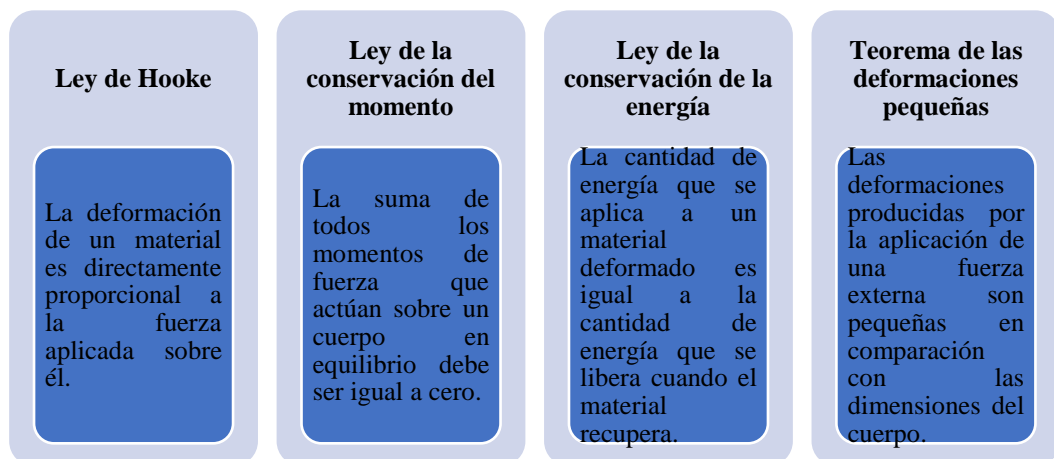
Según García et al. (2018), este método se destaca por su capacidad para estructurar y organizar de manera matricial o vectorial toda la información relacionada con las barras que forman parte de la estructura que se está analizando. Dicha información engloba: las coordenadas y los tipos de las conexiones entre las barras, sus características geométricas (A , L , E , I , \emptyset), sus rigideces, sus deformaciones (\emptyset ; δx ; δy) y sus solicitaciones (F ; M_x ; M_y ; ΔT) (Paico, 2013).

2.2.2.3. Teoría clásica de la elasticidad

Según Ruiz (2019) la teoría clásica de la elasticidad es una rama de la mecánica que estudia el comportamiento de los materiales cuando se les aplica una carga o fuerza externa. Esta teoría supone que los materiales son elásticos, es decir, que pueden deformarse bajo la acción de una fuerza, pero que recuperarán su forma original una vez que la fuerza se retire.

Figura 2

Principios fundamentales de la elasticidad

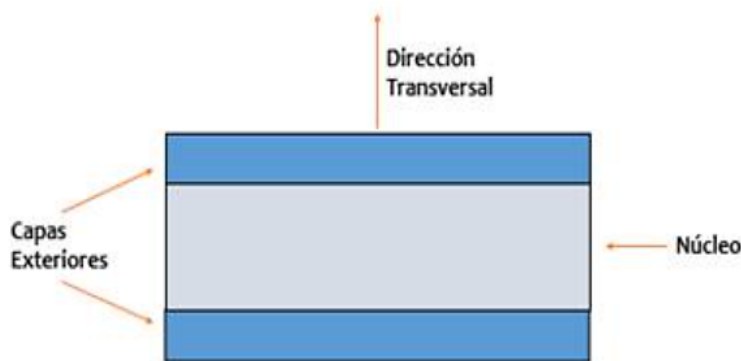


Nota: (Alvarez, 2023).

2.2.2.4. Teoría de losa sándwich

Mendoza et al. (2021) sustentan que la teoría de losa sandwich es un concepto utilizado en la ingeniería estructural para diseñar elementos de construcción similares a un “sándwich”. Consiste en la combinación de dos placas exteriores rígidas, llamadas capas o vainas, con un material intermedio blando o relleno, conocido como núcleo. Para Gálvez (2021) la teoría de losa sandwich permite diseñar elementos estructurales más eficientes en términos de peso y resistencia, ya que combinan materiales con diferentes propiedades físicas para crear una estructura más optimizada.

Figura 3 Esquema de un Compuesto Estructural Tipo Sandwich



Nota. Callister y Rethwisch (2013, citados por (Mendoza et al., 2021).

2.2.2.5. Teoría de losa ortotrópica equivalente

Según Sade (2005) es una técnica utilizada para modelar y analizar losas de concreto armado o estructuras similares en las que las propiedades mecánicas varían según la dirección; se asume también que la losa ortotrópica es equivalente a una losa isotrópica de espesor uniforme, es decir, se considera que las propiedades mecánicas del material son las mismas en todas las direcciones y para su determinación se utilizan métodos de homogeneización que consideran la orientación de las armaduras en las diferentes direcciones. Estos métodos permiten obtener propiedades efectivas para calcular las deformaciones.

2.2.3. Teorías y conceptos fundamentales para el diseño sismorresistente de coberturas de grandes luces

Cabrera (2016) establece que el diseño sismorresistente de coberturas de grandes luces se basa en varias teorías y conceptos fundamentales que tienen como objetivo garantizar la resistencia de estas estructuras ante eventos sísmicos, de los más importantes se tiene:

Resistencia y rigidez: Las coberturas deben tener la resistencia suficiente para soportar las fuerzas sísmicas generadas durante un terremoto, así como la rigidez necesaria para disipar y redistribuir esas fuerzas de manera efectiva.

Redundancia estructural: Se debe incorporar redundancia estructural en el diseño para garantizar que la falla de un elemento no comprometa la estabilidad de toda la estructura. Esto puede lograrse mediante la distribución adecuada de los elementos estructurales y la utilización de sistemas de refuerzo.

Diseño de elementos de conexión: Los elementos de conexión entre los diferentes componentes de la cobertura, como los apoyos y las juntas, deben diseñarse cuidadosamente para garantizar su resistencia y capacidad de absorber energía durante un terremoto.

Cargas sísmicas: Para el diseño de coberturas de grandes luces, es fundamental tener en cuenta las cargas sísmicas a las que estará expuesta la estructura. Estas cargas se calculan mediante la consideración de la ubicación geográfica, el nivel de actividad sísmica y las características del suelo.

Comportamiento sísmico: Las teorías de comportamiento sísmico se utilizan para comprender cómo se comportará la estructura de la cobertura durante un terremoto. Así mismo, este concepto implica el análisis y diseño de la estructura teniendo en cuenta su resistencia global, sistemas de apoyo y cargas.

2.2.4. *Comportamiento estructural de cobertura metálicas y coberturas con tridilosas*

Las coberturas metálicas y las coberturas con tridilosas son sistemas estructurales ampliamente utilizados en la construcción de edificaciones. Estas estructuras ofrecen una serie de ventajas en términos de resistencia, durabilidad y estética.

Las coberturas metálicas están compuestas por estructuras de acero que soportan el peso propio de la cubierta, así como cargas adicionales. Estas estructuras pueden ser de perfiles laminados, perfiles conformados en frío o estructuras espaciales. La cubierta se compone de láminas metálicas, ya sea de acero galvanizado, acero inoxidable o aluminio, que se unen entre sí para formar un sistema hermético y resistente al agua (Rivera, 2019). Según Rodríguez et al. (2015), las coberturas metálicas son estructuras formadas por perfiles metálicos que se utilizan para cubrir grandes luces sin necesidad de apoyos intermedios.

Por otro lado, las coberturas con tridilosas son una alternativa innovadora y eficiente desde el punto de vista estructural. Las tridilosas son estructuras formadas por una malla tridimensional de elementos metálicos, generalmente de acero, que se unen en forma de triángulos (Bolaños, 2018). Según Martínez et al. (2018), las tridilosas son ideales para cubrir grandes espacios sin la necesidad de elementos de apoyo intermedios, lo que las hace muy eficientes en términos de uso del espacio.

El comportamiento estructural de las coberturas metálicas y las coberturas con tridilosas se ve influenciado por una serie de factores, como la geometría de la estructura, las cargas aplicadas y la calidad de los materiales. Según Gutiérrez (2019), la geometría de la estructura juega un papel fundamental en la capacidad de carga y la rigidez de la misma. Además, las cargas aplicadas, ya sean cargas muertas, vivas, de viento o de nieve, también influyen en su comportamiento.

2.2.5. Resistencia de materiales y su influencia en el comportamiento sismorresistente de sistemas de cobertura

a) Resistencia del acero

La resistencia del acero se expresa en términos de su límite elástico, que es la mayor tensión que puede soportar sin sufrir deformación permanente, y su resistencia a la tracción, que es la mayor fuerza de tracción que puede soportar antes de romperse. Estos valores varían según la composición química y el tratamiento térmico al que se someta el acero (Este & Sáenz, 2004).

b) Resistencia del concreto

La resistencia del concreto es la capacidad que tiene este material de soportar cargas externas sin sufrir deformaciones o fracturas. Es una medida de la capacidad estructural del concreto y se expresa en unidades de presión, como megapascuales (MPa) o libras por pulgada cuadrada (psi) (Meza et al., 2014).

La resistencia del concreto depende de varios factores, como la calidad de los materiales utilizados en su fabricación (cemento, agregados, agua), la proporción de mezcla, la técnica de colocación y el proceso de curado. Además, es importante tener en cuenta las condiciones ambientales, como la temperatura y la humedad, ya que afectan la resistencia final del concreto (Meza et al., 2014).

c) Resistencia del concreto con acero

Según Carrillo et al. (2017) la resistencia del concreto con acero se refiere a la capacidad del material para soportar cargas o fuerzas sin sufrir deformaciones o fracturas. El acero es comúnmente utilizado en la construcción de estructuras de concreto reforzado, ya que ayuda a aumentar la resistencia y la capacidad de carga del material.

2.2.6. Estudio de la influencia del diseño estructural en la transferencia de cargas en sistemas de cobertura con tridilosas

El diseño estructural de sistemas de cobertura con tridilosas tiene una influencia determinante en la transferencia de cargas dentro de la estructura. A través de un diseño y análisis cuidadosos, utilizando herramientas de modelado avanzadas y considerando la interacción entre todos los componentes de la estructura, es posible optimizar el rendimiento de estas coberturas para lograr soluciones eficientes, seguras y económicas para grandes espacios.

Según Carrillo et al. (2015), las tridilosas son utilizadas en la construcción de techos y cubiertas debido a su eficiencia estructural y ahorro de material. El diseño de una tridilosa debe considerar la distribución de cargas que soportará la estructura, así como la resistencia de los materiales involucrados. En este sentido, el diseño estructural juega un papel fundamental en la capacidad de transferir y distribuir las cargas de manera eficiente.

De acuerdo con Rodríguez et al. (2018), la transferencia de cargas en sistemas de cobertura con tridilosas puede variar en función de la geometría de la estructura, la ubicación de los apoyos y las cargas actuantes. Un diseño adecuado garantizará que las cargas se distribuyan de manera uniforme y que no se produzcan deformaciones excesivas que puedan poner en peligro la estructura.

García et al. (2020) señalan que la optimización del diseño estructural de una tridilosa puede mejorar su capacidad de resistir cargas sísmicas y de viento, lo que resulta fundamental en zonas donde la actividad sísmica es elevada. Mediante el análisis de elementos finitos y pruebas experimentales, es posible evaluar el comportamiento de la estructura ante diferentes escenarios de carga y realizar las modificaciones necesarias para garantizar su estabilidad y seguridad.

2.2.7. Análisis de las cargas de viento y su impacto en el comportamiento de estructuras de cobertura

El viento, siendo una carga externa dinámica, puede inducir respuestas variadas en las estructuras, desde vibraciones leves hasta fallas catastróficas. Los estudios sobre la carga de viento varían significativamente según la ubicación, distinguiendo entre áreas costeras y del interior selvático, así como zonas montañosas donde los vientos pueden ser especialmente intensos debido a la dirección que les imponen las cordilleras. Para las estructuras metálicas, se suele estimar que la presión del viento es constante sobre la totalidad de la superficie, considerando ciertos parámetros para simplificar el análisis. No obstante, es fundamental realizar mediciones de la velocidad del viento en un lapso mínimo de 33 años para garantizar la precisión y seguridad del diseño estructural (Torres, 2023).

Las cargas externas, ya sean de presión o succión generadas por el viento, se consideran estáticas y perpendiculares a la superficie afectada. Su cálculo se basa en la fórmula definida en la Sección 12.4 de la Norma E.20, contenida en el Reglamento Nacional de Construcción del año 2006 (Torres, 2023).

$$Ph = Cp \times Cr \times q \quad (1)$$

$$q = 0.005 \times Vh^2 \quad (2)$$

Dónde: Ph: intensidad dinámica del viento en kg/m^2 ; Vh : es la velocidad del viento en la edificación en km/h ; Cp : Coeficiente de presión; Cr : Coeficiente de ráfaga.

El análisis detallado de las cargas de viento y su impacto en el comportamiento de las estructuras de cobertura es esencial para el diseño de infraestructuras resilientes y eficientes.

2.2.8. Adaptabilidad y flexibilidad sísmica de las tridilosas frente a sistemas convencionales

Las tridilosas son estructuras altamente eficientes en términos de adaptabilidad y flexibilidad sísmica en comparación con los sistemas de cobertura metálica convencionales. Estas estructuras combinan la eficiencia estructural de las celosías con la rigidez de los elementos tubulares.

Según Jones y Smith (2020), las tridilosas son capaces de disipar la energía sísmica de manera eficiente debido a su geometría única y la forma en que distribuyen las cargas. Esto las hace menos propensas a sufrir daños durante un evento sísmico en comparación con las estructuras metálicas convencionales. Además, estudios recientes han demostrado que las tridilosas pueden adaptarse fácilmente a condiciones sísmicas cambiantes, lo que las convierte en una excelente opción para regiones sísmicamente activas.

En un estudio realizado por García et al. (2018), se compararon las propiedades sísmicas de las tridilosas con las estructuras metálicas convencionales en un entorno de laboratorio. Los resultados mostraron que las tridilosas tenían una mayor capacidad de absorción de energía y una mayor resistencia a la flexión, lo que las hace más adecuadas para resistir cargas sísmicas severas. Además, se observó que las tridilosas tenían una menor probabilidad de colapso en comparación con las estructuras convencionales.

Otra ventaja de las tridilosas es su capacidad para adaptarse a diferentes condiciones de carga y geometrías. Según Smith et al. (2019), las tridilosas pueden diseñarse de manera flexible para cumplir con diferentes requisitos de diseño, lo que las hace altamente versátiles y adaptables a una variedad de escenarios sísmicos.

2.2.9. Evaluación de la respuesta modal de sistemas de cobertura con tridilosas y convencionales en estadios sometidos a sismos

Según estudios previos, la respuesta sísmica de estructuras con tridilosas puede ser diferente a la de las estructuras convencionales debido a su geometría y comportamiento mecánico. Smith et al. (2018), encontró que las tridilosas pueden tener una mayor rigidez en ciertas direcciones, lo que puede influir en su capacidad para resistir cargas sísmicas. Por otro lado, Brown y Jones (2017), se demostró que las tridilosas pueden tener una mayor capacidad de disipación de energía durante un evento sísmico, lo que las hace más efectivas en términos de mitigación de daños.

Es importante tener en cuenta que la evaluación de la respuesta modal de sistemas de cobertura en estadios sometidos a sismos no solo se basa en el comportamiento de las tridilosas o las estructuras convencionales por separado, sino también en su interacción con el entorno y otros elementos estructurales. Por ejemplo, en un estudio realizado por García et al. (2019), se analizó la influencia de las condiciones de cimentación en la respuesta sísmica de estadios con diferentes tipos de cobertura. Se encontró que las características del suelo y la interacción suelo-estructura pueden tener un impacto significativo en la respuesta modal de las estructuras.

Además, es importante considerar la importancia de la modelización y el análisis numérico en la evaluación de la respuesta modal de sistemas de cobertura en estadios. En un estudio llevado a cabo por Pérez et al. (2016), se compararon diferentes métodos de análisis para determinar la respuesta sísmica de estructuras con tridilosas y se encontró que el uso de modelos de elementos finitos puede proporcionar resultados más precisos en comparación con métodos simplificados.

2.2.10. Comparación de la eficiencia estructural en términos de peso y rigidez entre sistemas de cobertura metálica parabólica y con tridilosas

Las estructuras metálicas son elementos fundamentales en la construcción de edificaciones y cubiertas, ya que ofrecen resistencia y durabilidad. En la actualidad, se busca constantemente mejorar la eficiencia estructural de las edificaciones, optimizando el peso y la rigidez de las mismas. En este sentido, la comparación de la eficiencia entre sistemas de cobertura metálica parabólica convencionales y con tridilosas se ha convertido en un tema de gran interés para el sector de la construcción.

En un estudio realizado por Smith et al. (2019), se analizó la eficiencia estructural en términos de peso y rigidez de sistemas de cobertura metálica parabólica convencionales y con tridilosas. Los resultados mostraron que las tridilosas presentaban una mayor rigidez estructural en comparación con los sistemas de cobertura metálica parabólica convencionales, lo que permitía una reducción en el peso total de la estructura. Esto se debe a la geometría de la tridilosa, que distribuye de manera eficiente las cargas a lo largo de la estructura, minimizando los esfuerzos y aumentando la rigidez.

Por otro lado, García et al. (2020) llevaron a cabo un estudio similar en el que compararon la eficiencia estructural de sistemas de cobertura metálica parabólica convencionales y con tridilosas. En este caso, los investigadores encontraron que las tridilosas ofrecían una mayor eficiencia en cuanto a peso, ya que permitían reducir el consumo de materiales sin comprometer la rigidez de la estructura. Además, las tridilosas presentaban una mayor resistencia a los esfuerzos sísmicos, lo que las convertía en una opción más segura para la construcción de edificaciones en zonas de alta actividad sísmica.

2.2.11. Costo-efectividad de sistemas de cobertura sismorresistentes en estadios

La construcción de estadios es un proceso que involucra una serie de consideraciones importantes, entre ellas la seguridad estructural. En este sentido, la implementación de sistemas de cobertura sismorresistentes en los estadios se ha convertido en una prioridad para garantizar la protección de los ocupantes y la integridad de la infraestructura.

Según Malhotra y Veeraragavan (2020), el costo-efectividad de los sistemas de cobertura sismorresistentes en la construcción de estadios puede evaluarse considerando diversos factores, como el tipo de material utilizado, la complejidad del diseño estructural y los estándares de resistencia sísmica requeridos. En este sentido, es necesario realizar un análisis detallado de los costos asociados a la implementación de estos sistemas en comparación con los beneficios.

Rodríguez et al. (2019) destaca la importancia de considerar la durabilidad de los sistemas de cobertura sismorresistentes en la evaluación de su costo-efectividad. A largo plazo, la inversión en sistemas de cobertura que garanticen la resistencia sísmica del estadio puede resultar en ahorros significativos al reducir los costos de mantenimiento y reparación derivados de posibles daños por eventos sísmicos. En este sentido, es importante realizar un análisis exhaustivo de los costos directos e indirectos asociados a la implementación de sistemas de cobertura sismorresistentes en la construcción de estadios. Según García et al. (2021), la evaluación de la costo-efectividad de estos sistemas debe considerar no solo los costos de instalación inicial, sino también los costos de mantenimiento, reparación y reemplazo a lo largo de la vida útil de la estructura.

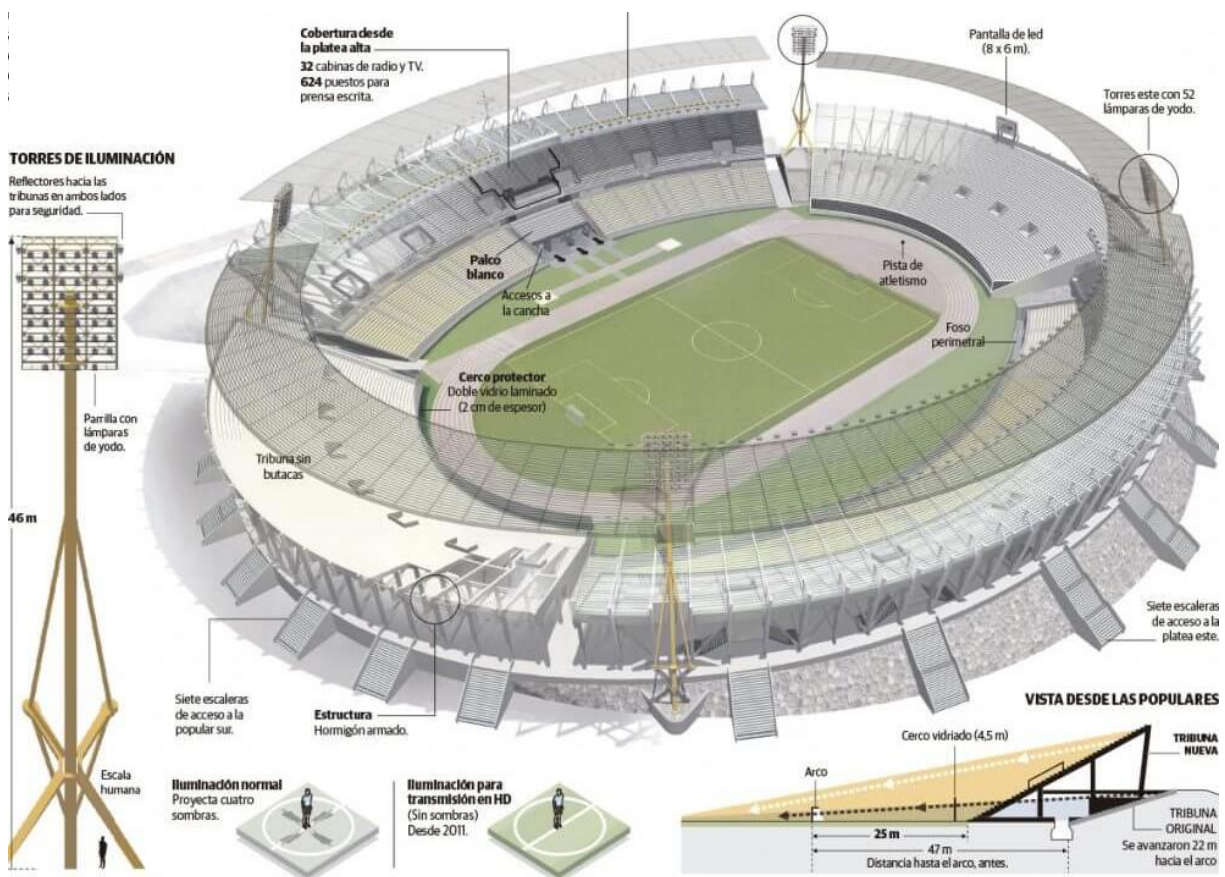
2.3. Marco conceptual

2.3.1. Estadio municipal

Rubio (2019) establece que un estadio municipal es un recinto deportivo de propiedad y administración pública, generalmente perteneciente a un gobierno local, como un municipio o una ciudad. Estos estadios se construyen con el propósito de albergar eventos deportivos de diferentes disciplinas y suelen ser utilizados por equipos de la localidad para sus partidos de competición, tanto a nivel amateur como profesional. Además, pueden ser utilizados para otros eventos deportivos, como conciertos, festivales, competiciones escolares, entre otros.

Figura 4

Vista de los Componentes Comunes de un Estadio Municipal



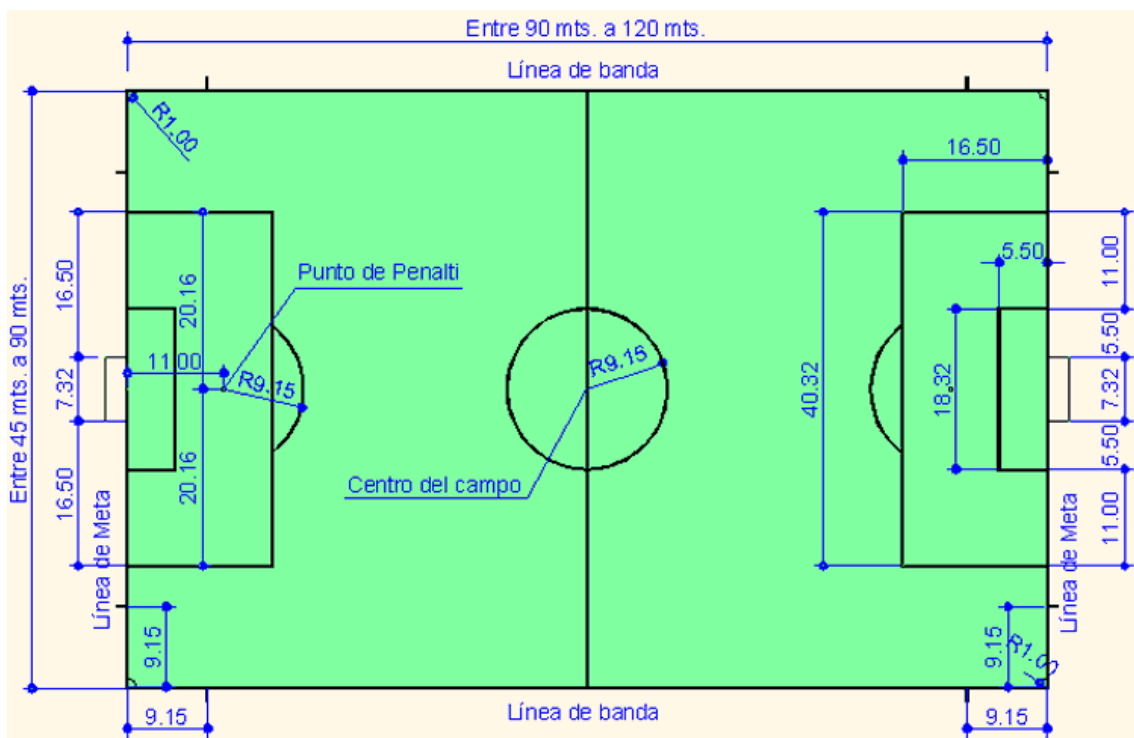
Nota: (Arcux, 2020).

2.3.1.1. Dimensiones reglamentarias de un estadio

La AFA (Asociación del fútbol argentino, 2011) argumenta que las medidas reglamentarias de un estadio de fútbol, según las normas establecidas por la FIFA, son:

Dimensiones del campo de juego: El campo de juego debe ser rectangular, con una longitud de entre 100 y 110 m y una anchura de entre 64 y 75 m. Además, el área de juego debe estar marcada con líneas de demarcación, como la línea de gol y las líneas laterales. El área total del estadio incluye tanto las superficies interiores como las exteriores, estas incluyen los accesos, vestíbulos, pasillos, áreas recreativas y otros espacios complementarios.

Figura 5 Dimensiones del Campo de Juego



Nota: adaptado de (Herrero, 2012).

Es importante tener en cuenta que estas medidas no son generalizadas y pueden variar dependiendo del tipo de evento que se llevará a cabo en el estadio, así como de las normativas y regulaciones locales y de organizaciones deportivas.

2.3.1.2. Infraestructura básica de los estadios municipales: instalaciones y servicios

Los estadios municipales cuentan con una serie de infraestructuras básicas para poder acoger diferentes eventos deportivos y culturales. Estas infraestructuras incluyen: (Herrero, 2012)

Canchas deportivas: los estadios municipales suelen contar con canchas de fútbol, baloncesto, voleibol, tenis, entre otros deportes. Estas canchas están equipadas con las medidas reglamentarias y en buen estado de conservación.

Graderías: para que los espectadores puedan disfrutar de los eventos deportivos o culturales, los estadios municipales cuentan con graderías que permiten una buena visibilidad y comodidad para los asistentes.

Vestuarios: para que los equipos puedan cambiarse y prepararse para los partidos, los estadios municipales cuentan con vestuarios equipados con duchas y lockers.

Zonas de calentamiento: tanto los equipos deportivos como los artistas que se presentan en un estadio necesitan un espacio para calentar antes de su actuación. Por eso, los estadios municipales cuentan con zonas de calentamiento adecuadas para estos fines.

Servicios sanitarios: es importante que los estadios municipales cuenten con baños limpios y en buen estado para garantizar la comodidad de los espectadores.

Áreas de comida y bebida: para que los asistentes puedan disfrutar de alimentos y bebidas durante los eventos, los estadios municipales suelen contar con áreas de comida y bebida donde se ofrecen diferentes opciones gastronómicas.

Estacionamiento: para facilitar el acceso de los espectadores, los estadios municipales suelen contar con espacios de estacionamiento adecuados para los vehículos de los asistentes.

2.3.1.3. Techo de un estadio

Herrero (2012) establece que el techo de un estadio es la estructura que cubre y protege la zona de asientos y la cancha de juego de un estadio. El techo puede estar compuesto por material resistente a la intemperie, como láminas de metal, polímeros transparentes o tejidos especiales, y suele ser soportado por pilares o vigas.

El techo de un estadio proporciona sombra, protección contra la lluvia y otros elementos climáticos, y también puede tener sistemas de iluminación, pantallas electrónicas u otros elementos audiovisuales. Además, el techo puede ser retráctil en algunos estadios, lo que permite su apertura para eventos al aire libre o cerrarlo para eventos bajo techo (Herrero, 2012).

2.3.1.4. Diseño y arquitectura

El diseño y la arquitectura de un estadio son fundamentales para su funcionalidad, estética y sostenibilidad. Estos recintos deben ser capaces de acoger una amplia gama de eventos, desde competiciones deportivas hasta conciertos y eventos comunitarios, por lo que su diseño requiere una planificación meticulosa y una visión integral. A continuación, se presentan los principales aspectos a considerar en el diseño y la arquitectura de un estadio:

Planificación Espacial: Considera la ubicación del estadio, su accesibilidad y cómo se integra con el entorno urbano o rural.

Capacidad y Asientos: Detalles sobre cuántas personas puede albergar, incluyendo asientos regulares, áreas VIP, y zonas para personas con discapacidad.

Sostenibilidad: Aspectos como el uso de materiales ecológicos, eficiencia energética, gestión del agua y del impacto ambiental.

2.3.2. Estructuras de cubiertas metálicas

2.3.2.1. Cubierta

Rodas (2014) conceptualiza a la cubierta como una estructura o tejado que se utiliza para proteger un edificio o una superficie de las inclemencias del tiempo, como la lluvia, el viento, la nieve o el sol. Está compuesta por láminas de metal como el acero, el aluminio o el cobre, que se unen entre sí para formar una superficie resistente y duradera. Además de su función de protección, también puede proporcionar aislamiento térmico y acústico, así como un aspecto estético atractivo.

2.3.2.2. Elementos que conforman el sistema estructural de la cubierta

Según Cruz et al. (2012) el sistema estructural de la cubierta puede estar compuesto por varios elementos, que trabajan en conjunto para proporcionar resistencia, estabilidad y soporte a la cubierta. A continuación, se describen los elementos principales:

Tabla 1

Elementos que conforman el sistema estructural de la cubierta

Elementos de cubierta	Descripción
Estructura de soporte	Es la base de la de la cubierta y está compuesta por vigas, columnas y pilares.
Cabrios	Vigas triangulares inclinadas, contribuyen a la estabilidad y resistencia.
Cerchas	Su función es la unión de las vigas.
Cubierta	Parte externa que cubre la estructura, puede ser de teja, lamina de plástico.
Aislamiento térmico y acústico	Esenciales para asegurar la comodidad y eficiencia de la cubierta.
Canalones y bajantes pluviales	Responsables de drenar el agua de lluvia desde la cubierta hacia el alcantarillado.

Nota. (Cruz y otros, 2012).

2.3.2.3. Clasificación de las cubiertas en función de su diseño

Aquí se presenta una visión general de las categorías principales: (Delgado, 2021)

Estructuras voladas: Son aquellas cubiertas que se proyectan más allá de los límites de la estructura de soporte, creando un efecto de mayor amplitud en el espacio protegido.

Figura 6 Estructura Volada: Hipódromo de Zarzuela



Nota: (Delgado, 2021).

Estructuras adinteladas: Se caracterizan por tener una forma de techo plano con un soporte horizontal (llamado dintel) que se apoya en pilares o muros.

Figura 7 Estructura Adintelada: Construcción de la Cubierta de San Siro



Nota: (Delgado, 2021).

Estructuras abovedadas: Estas cubiertas se componen de arcos o bóvedas que crean una forma curva en la parte superior, distribuyendo de manera uniforme el peso y generando un efecto estético y funcional.

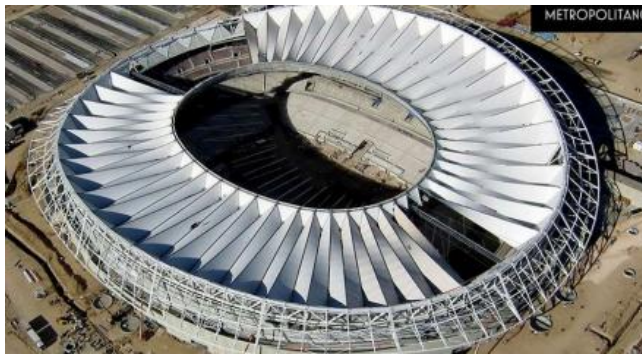
Figura 8 *Estructura Abovedada: Aami Park*



Nota: (Delgado, 2021).

Estructuras velarías: Son cubiertas compuestas por membranas tensadas que se sostienen por medio de cables o estructuras metálicas, creando un efecto de ligereza y fluidez en el diseño.

Figura 9 *Estructura Velaría: Cubierta Wanda Metropolitano*



Nota: (Delgado, 2021).

Piel o envolvente: Se refiere a la capa externa que recubre la estructura de la cubierta, protegiéndola de los elementos y contribuyendo a la estética del edificio. Puede estar formada por materiales como tejas, metal, vidrio, entre otros.

Figura 10 *Envolvente del Allianz Arena*



Nota: (Delgado, 2021).

2.3.2.4. Clasificación de las cubiertas en función del material utilizado para la construcción de la armadura

A continuación, se presentan los materiales más comunes para la construcción de armaduras de cubiertas: (Delgado, 2021)

a) Madera

Características: Ligera, fácil de trabajar y con una excelente relación resistencia-peso. Proporciona una estética cálida y natural.

Usos: Ideal para estructuras residenciales, pabellones, centros de ocio y en construcciones donde se busca una apariencia tradicional o rústica.

b) Acero

Características: Alta resistencia, durabilidad y flexibilidad en el diseño. Permite la creación de grandes vanos y formas complejas.

Usos: Ampliamente utilizado en edificios industriales, comerciales, puentes, estadios y otras grandes estructuras.

c) Concreto armado

Características: Muy resistente a la compresión y, cuando se refuerza con acero, también a la tracción. Buen comportamiento ante el fuego y la humedad.

Usos: Adecuado para estructuras que requieren masividad, como edificios de múltiples plantas, estacionamientos y estructuras subterráneas.

d) Aluminio

Características: Ligero, resistente a la corrosión y fácil de moldear. Menos resistente que el acero, pero con una buena relación resistencia-peso.

Usos: Se utiliza en cubiertas y estructuras donde el peso es un factor crítico, como en edificios de gran altura, estructuras temporales y algunas aplicaciones industriales.

e) Compuestos de Fibra

Características: Incluyen materiales como fibra de vidrio, fibra de carbono y compuestos avanzados. Ofrecen alta resistencia y bajo peso, con una gran flexibilidad en el diseño.

Usos: Adecuados para estructuras donde el peso y la resistencia son críticos, como en instalaciones deportivas, componentes de edificios de alta tecnología y aplicaciones arquitectónicas especiales.

f) Materiales Tensados

Características: Membranas tensadas y cables que trabajan principalmente a tracción, permitiendo formas fluidas y dinámicas.

Usos: Cubiertas para estadios, pabellones, espacios de exposiciones y otras estructuras donde se desee una estética moderna y ligera.

2.3.2.5. Estructuras de cubiertas metálicas

Arias & Calle (2023) establecen que son sistemas constructivos conformados por vigas, pilares y cubiertas hechas de materiales metálicos, generalmente acero, que son utilizados para brindar protección y cobertura a diferentes tipos de edificaciones, como fábricas, almacenes, centros comerciales, entre otros. Están diseñadas para soportar el peso de la cubierta, así como también las posibles cargas debidas a la nieve, el viento y otros factores climáticos.

2.3.2.6. Ventajas

Arias y Calle (2023) establecen que las ventajas más importantes son: La rapidez en su construcción, versatilidad en su diseño, posibilidad de realizar ampliaciones o modificaciones de forma sencilla, resistentes y duraderas, requieren poco mantenimiento y son más económicas en comparación con otros sistemas de cubiertas.

2.3.3. Estructuras espaciales o techos tridimensionales

Los techos tridimensionales, también conocidos como estructuras espaciales o techos escultóricos, representan una innovadora solución arquitectónica que combina funcionalidad con estética avanzada. Estos elementos se distinguen por su capacidad de incorporar dimensiones adicionales a la tradicional superficie plana del techo, introduciendo una dinámica de profundidad, sombra y forma que transforma la percepción espacial de un ambiente. Fabricados a partir de una diversidad de materiales, incluyendo, pero no limitado a yeso, madera, metal o plástico, los techos tridimensionales ofrecen una versatilidad sin precedentes en el diseño interior y arquitectónico (Tapia et al., 2012).

2.3.3.1. Estructuras reticulares

Villareal (2014) menciona que las estructuras reticulares son un tipo de estructura utilizada en las infraestructuras, especialmente en puentes y edificios de gran altura, que se caracteriza por su diseño en forma de red o malla. Estas estructuras están compuestas por una serie de elementos, como barras o vigas, que se interceptan entre sí formando triángulos u otras formas geométricas. Tienen alta resistencia y capacidad de carga.

Al distribuir la carga de manera uniforme a lo largo de toda la estructura, evitan la concentración de fuerzas en puntos específicos, lo que las hace ideales para soportar cargas pesadas. Además, al utilizar elementos ligeros y delgados, se logran construcciones más económicas y eficientes en términos de materiales (Villareal , 2014).

2.3.3.2. Componentes, nodos y sistemas reticulares modulares

Nudos

Uribe (2002) afirma que los nudos son los puntos de intersección o unión de los diferentes elementos estructurales que conforman la retícula. Estos elementos pueden ser barras o vigas metálicas, maderas o incluso cables, y son los encargados de transferir las cargas y distribuirlas a lo largo de toda la estructura, garantizando la estabilidad y resistencia del conjunto. Los nudos deben ser diseñados y construidos de manera adecuada para soportar las fuerzas y momentos que actúan sobre ellos. Estos pueden ser de diferentes tipos:

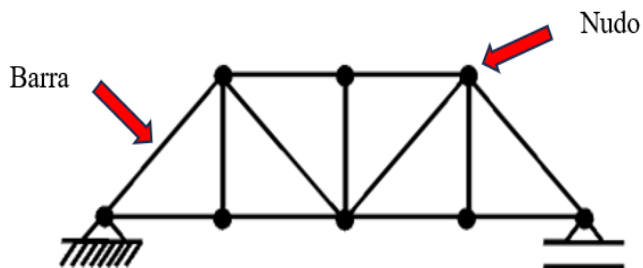
- Nodos articulados: en estos las barras se unen sin restricciones de movimiento.
- Nodos rígidos: en estos las barras se unen de manera que no permiten movimientos relativos.

Barras

Las barras en estructuras reticulares son elementos esenciales que proporcionan resistencia y estabilidad a las estructuras. Estas barras son cuidadosamente diseñadas y dispuestas en una red tridimensional, y están diseñadas para resistir cargas de compresión, tracción y cargas cíclicas (Uribe, 2002).

Figura 11

Componentes de un sistema reticular



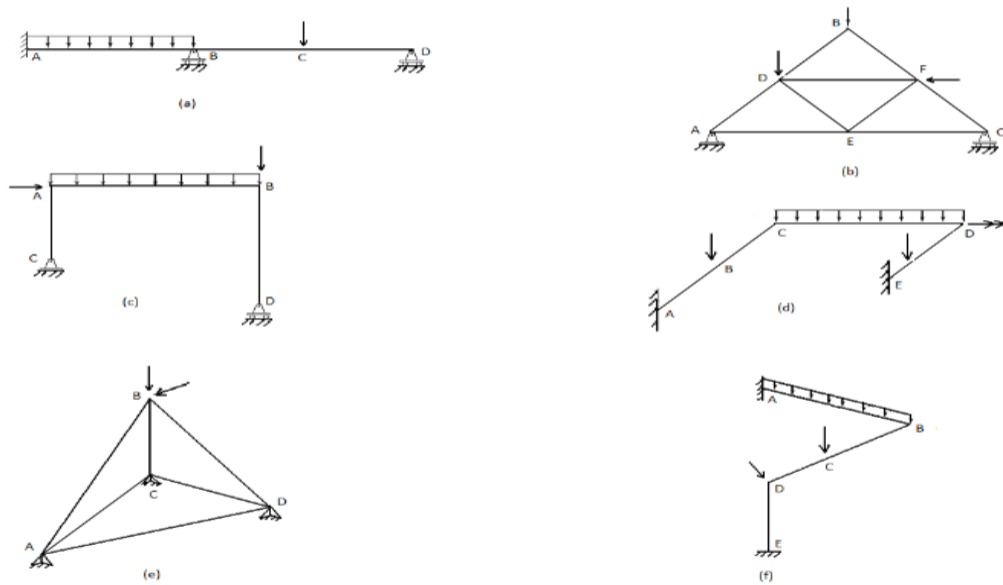
Nota. (Uribe, 2002).

2.3.3.3. Forma geométrica de las estructuras reticulares

Da Fonseca (2016) establece seis tipos de formas geométricas de estructuras reticulares: vigas, armaduras planas, armaduras espaciales, pórticos planos, parrillas y pórticos espaciales.

Figura 12

Formas de estructuras reticulares



Nota. Tipos de estructuras reticulares: Vigas (a), armaduras planas (b), pórticos planos (c), parrillas (d) y pórticos espaciales (Da Fonseca, 2016).

2.3.3.4. Características principales

Estas estructuras se caracterizan por su ligereza, resistencia y versatilidad: (Uribe, 2002)

Geometría: Las estructuras espaciales se basan en la repetición de módulos geométricos, como tetraedros, octaedros o incluso formas más complejas. Esta repetición forma una retícula tridimensional que distribuye las cargas de manera eficiente a través de toda la estructura.

Material: Pueden ser construidas a partir de una variedad de materiales, incluyendo acero, aluminio, y en algunos casos, materiales compuestos, dependiendo de las necesidades específicas del proyecto.

Construcción: Su montaje suele ser rápido y eficiente, ya que las piezas pueden ser prefabricadas y ensambladas en el sitio, reduciendo los tiempos de construcción y los costos laborales.

2.3.3.5. Aplicaciones

Son comúnmente utilizadas en estadios, centros de exposiciones, aeropuertos, estaciones, y cualquier edificio que requiera grandes luces libres de columnas. (Uribe, 2002)

Instalaciones Deportivas: Estadios y gimnasios donde se requieren grandes espacios abiertos sin obstrucciones visuales.

Centros de Exposiciones y Convenciones: Espacios amplios para albergar eventos y exposiciones de gran escala.

Aeropuertos y Estaciones de Transporte: Techos de grandes luces para terminales de pasajeros que ofrecen un sentido de apertura y fluidez.

Espacios Comerciales: Grandes centros comerciales y tiendas departamentales donde se desea crear un ambiente espacioso y acogedor.

2.3.3.6. Ventajas (Uribe, 2002)

Cubiertas de gran luz: Permiten cubrir grandes espacios sin soportes intermedios.

Eficiencia Estructural: La naturaleza tridimensional de estas estructuras distribuye las cargas de manera uniforme, permitiendo una alta eficiencia estructural.

Estética: Ofrecen posibilidades estéticas únicas, con formas y configuraciones que pueden ser altamente atractivas desde el punto de vista arquitectónico.

Flexibilidad: Se adaptan a diferentes formas y tamaños de edificios, ofreciendo soluciones para una variedad de programas y usos.

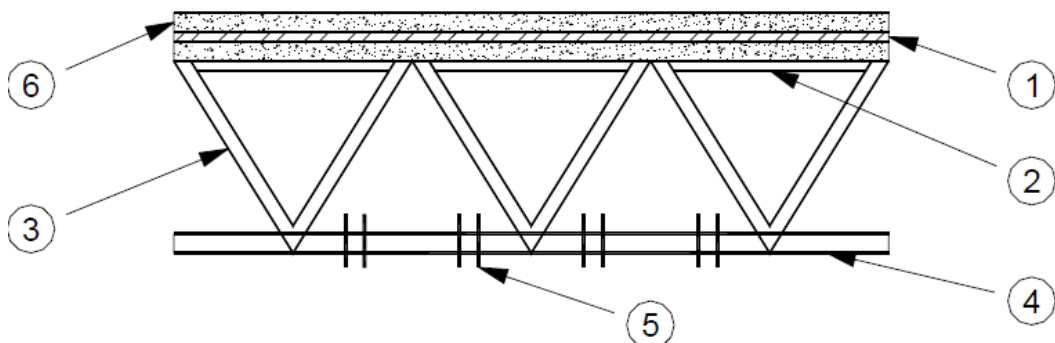
Ligereza: Su construcción ligera reduce la carga sobre los cimientos, lo que puede ser particularmente ventajoso en suelos con capacidad portante limitada.

2.3.4. Sistema tridilosa

Según Ponce (2005) la tridilosa es un sistema estructural utilizado en la ingeniería civil y arquitectura que consiste en una estructura tridimensional compuesta principalmente por una serie de vigas y diafragmas conectados entre sí. Fue desarrollada por el ingeniero mexicano Heberto Castillo en la década de 1960 y se utiliza principalmente en la construcción de puentes y edificios; se caracteriza por su innovador diseño, que combina la eficiencia y la resistencia de los sistemas de cerchas y arcos con la ligereza y economía de los sistemas de losas.

Figura 13

Pares de la Tridilosa



Nota: 1.- Acero alta resistencia en la zona de compresión, sumergido en concreto. 2.- Paneles o cimbra para el colado de la placa superior. 3.- Elementos diagonales de acero que absorben el cortante y que en un principio eran barras, cambiando después a elementos estructurales. 4.- Acero alta resistencia en la zona de tensión. 5.- Amarres sujetos a las barras de acero. 6.- Concreto superior. (Ponce , 2005)

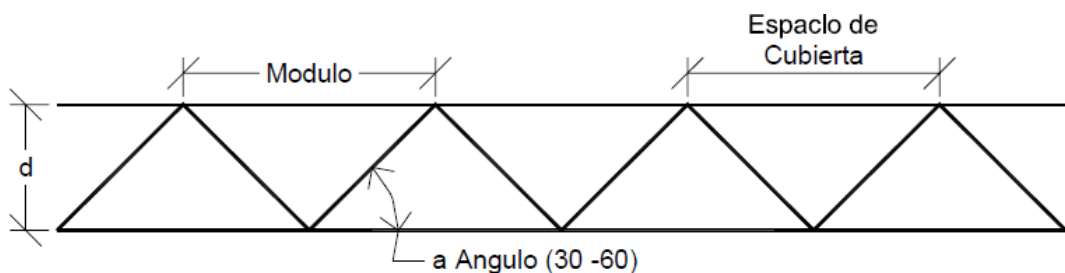
2.3.4.1. Geometría

Ponce (2005) establece que la tridilosa es un sistema estructural compuesto por una red de tubos tridimensionales formando hexágonos y triángulos, que se entrecruzan y se conectan entre sí mediante juntas o nodos. Esta geometría permite que la tridilosa sea una estructura ligera y resistente, ya que distribuye las cargas de manera eficiente; en su forma estructural presenta una apariencia reticular, con

un patrón repetitivo de hexágonos y triángulos que se extienden a lo largo de toda su superficie. En cuanto a los hexágonos están formado por seis elementos verticales, dispuestos en los vértices del hexágono, y seis elementos diagonales que se conectan a los vértices exteriores del hexágono. Estos elementos diagonales están inclinados a 45 grados para optimizar la resistencia y la estabilidad. Mientras que los triángulos, presentan tres elementos verticales y tres elementos diagonales. Estos triángulos se encuentran ubicados en los espacios entre los hexágonos, creando una distribución uniforme de cargas en toda la estructura.

Figura 14

Límites Prácticos para Ángulos de una Tridilosa



Nota: (Ponce , 2005).

2.3.4.2. Materiales utilizados

Para la construcción de Tridilosas, los materiales generalmente utilizados son:

- Concreto con 250 kg/cm²
- Acero de refuerzo con límite elástico de 4000 kg/cm² y límite de ruptura de 600 kg/cm².
- Perfiles estructurales que varían sus propiedades geométricas según las necesidades propias del proyecto.
- Los extremos de las barras se diseñan con tornillos incluidos, por lo general de acero, con mayor capacidad que las barras debido a la concentración de esfuerzos a los que están sujetos.

- Placas de acero, usadas en las conexiones por medio de soldadura o tornillos.
- Cables o torones de alta resistencia.
- Juntas de neopreno en los apoyos.
- Soldaduras.

2.3.4.3. Componentes

Ponce (2005) establece seis componentes del sistema tridilosa, los mismos que se describen a continuación:

Barras. Compuestas por secciones transversales (Tubular, perfil tubular rectangular, ángulo simple, ángulo doble en cajón y sección cajón abierta).

Losa. Puede ser de concreto o firme de compresión, es considerada como un sistema de piso o de techo.

Apoyos. De preferencia los apoyos deben estar colocados bajo una conexión, estos pueden ser (apoyo en esquina de nodo superior o inferior, en extremo con vertical adicional, en muros paralelos y perimetrales).

Capas de mallas planas. Conformadas por reticulados de vigas conformadas por las barras.

Barras verticales o diagonales. Cumplen la función de unir las capas de mallas y soportan el cortante en el sistema tridilosa.

Nudo. Fundamental debido a que permite unir barras en un solo punto.

2.3.4.4. Tipos de conexiones

Conexiones por nudos

Ponce (2005) recomienda utilizar pernos o tornillos de distintos tipos y usos diferentes, existen tres tipos de estos que pueden utilizarse:

A-307. Estos son los más utilizados y están constituidos de acero con reducido contenido de carbono, para conexiones poco críticas y son de forma hexagonal.

A-325. Característicos por su resistencia para conexiones estructurales, son más recomendables que los A-307.

A-490. Son de alta resistencia en aleación para conexiones estructurales expuestas a grandes esfuerzos.

Conexiones por soldadura

Según Ponce (2005) la soldadura más utilizada es la de arco, se basa en el uso de calor producido por el arco eléctrico y se utiliza electrodos que vienen a ser varillas metálicas que se funden a altas temperaturas. Los tipos de soldadura que se tiene disponible son: la soldadura de cordón, ondeada, filete, tapón y ranura.

2.3.4.5. Diferencia de la tridilosa con otros entrepisos

Becerra (2019) establece que la tridilosa se diferencia de otros entrepisos por su ligereza, diseño innovador, facilidad para la instalación de servicios, rapidez de construcción y alta resistencia sísmica. Estas características hacen de la tridilosa una opción atractiva y eficiente en la construcción de estructuras.

2.3.4.6. Tamaño del peralte de la tridilosa

Becerra (2019) asevera que el tamaño del peralte de una tridilosa se refiere a la magnitud de la curvatura que tiene la estructura en forma de triángulos en su parte inferior. Esta curvatura, llamada peralte, permite que la tridilosa sea capaz de absorber y resistir cargas, tales como el peso propio de la estructura, las cargas vivas (como personas o muebles) y las cargas estáticas (como el viento o sismos). El tamaño del peralte puede variar dependiendo del diseño y los requerimientos de la estructura. Es importante dimensionarlo adecuadamente para asegurar la estabilidad y seguridad de la tridilosa.

2.3.4.7. Distribución de esfuerzos

La distribución de esfuerzos se ve influenciada por varios factores, como la ubicación y la magnitud de las cargas aplicadas, así como la geometría de la estructura. Los elementos de acero y concreto se encargan de absorber las cargas de compresión, mientras que los cables de acero se utilizan para resistir las cargas de tensión (Becerra, 2019).

2.3.4.8. Ventajas

La estructura de este tipo de construcción ofrece una excelente protección contra los sismos, gracias a su gran resistencia. Además, se requiere una menor cantidad de elementos estructurales, como vigas, columnas y zapatas, en comparación con una estructura de techado tradicional (Becerra, 2019).

2.3.4.9. Costo

Según Becerra (2019) el costo varía en función a dos aspectos fundamentales (cimentación y columnas), las mismas que se definen:

Cimentación

Se pueden disminuir los gastos utilizando tridilosas, dado que su peso es un 60% menor en comparación con otros sistemas, lo cual elimina la necesidad de utilizar pilotes o pilas para la estructuración. Además, la cimentación resulta más económica debido a las cargas reducidas.

Columnas

Dado que poseen una carga vertical reducida, el efecto sísmico sería menos significativo debido a que la intensidad del sismo se relaciona directamente con el peso de la estructura. Por lo tanto, si se disminuye el peso, el efecto sísmico también se reduce.

2.3.5. Fuerzas aplicadas a una estructura de techo

Según Félix et al. (2018) las estructuras pueden estar sujetas a diferentes fuerzas que actúan sobre ellas. Estas fuerzas pueden ser internas o externas. Las fuerzas internas son aquellas que actúan dentro de la propia estructura y se generan debido a la acción de otras fuerzas externas.

2.3.5.1. Cargas de gravedad

Medrado de cargas

El medrado de cargas es un proceso utilizado en la construcción y diseño de edificaciones, en el cual se calcula y cuantifica la cantidad de materiales, elementos y recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto.

Estos recursos pueden incluir desde materiales de construcción como bloques, cemento, arena y acero, hasta elementos como puertas, ventanas, instalaciones eléctricas y sanitarias (Vera, 2016).

Cargas muertas. Las cargas muertas se refieren al peso de los elementos estructurales fijos de un edificio o estructura, como las columnas, los muros, losas o vigas de concreto, e incluso el techo. Estas cargas permanecen constantes en el tiempo y no varían independientemente de la ocupación o uso del edificio (Vera, 2016).

Cargas vivas. Son las cargas móviles o variables que pueden actuar sobre un edificio o estructura durante su uso. Estas cargas incluyen el peso de las personas, muebles, equipos, vehículos u otros objetos que se encuentren dentro o sobre el edificio en un momento dado. Las cargas vivas pueden variar según el uso del edificio, como en el caso de un auditorio que puede tener mayores cargas vivas durante un concierto o evento, en comparación con una carga viva promedio diario (Vera, 2016).

2.3.5.2. Cargas de viento

Dirección del viento en Chota

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) establece que la dirección del viento predominante para la ciudad de Chota es de Norte a Este. Con velocidades de velocidades de 3.6 m/s (12.96 Km/h) a 5.7 m/s (20.5 Km/h) se encuentran entre el 64 al 80% del total de los vientos existentes, mientras que de 2.1 m/s (7.5 Km/h) a 3.6 m/s entre el 16 al 48% (MPCH, 2018).

Velocidad de diseño

La Norma E.20 establece la velocidad máxima del viento a una altura de hasta 10 metros será determinada según la ubicación de la estructura, pero nunca será inferior a 75 km/h (Instituto de la Construcción y la Gerencia, 2006). La velocidad del viento en cada altura de la construcción se calculará usando la siguiente fórmula:

$$V_h = V(h/10)^{0,22} \quad (1)$$

Donde, V velocidad de diseño en la altura h en km/h, V_h velocidad de diseño hasta 10 m de altura en km/h, h altura sobre el terreno en metros.

Cargas debidas al viento

El ICG (2006) menciona que las construcciones expuestas al viento deben ser diseñadas de manera que puedan resistir las cargas externas e internas provocadas por el viento, que actúa en dos direcciones horizontales perpendiculares entre sí. En el diseño de la estructura se tomarán en cuenta tanto las presiones como las succiones exteriores simultáneamente.

Carga exterior de viento

Según el ICG (2006) la Norma E.20 considerará que la fuerza aplicada por el viento en la parte exterior (ya sea presión o succión) se mantiene constante y se

ejerce en ángulo recto con la superficie en la que actúa. Esta fuerza será determinada a través de la fórmula:

$$P_h = 0.005 C V_h^2 \quad (2)$$

Donde, P_h presión o succión del viento a una altura h en kgf/m^2 , C factor de forma adimensional, V_h velocidad de diseño a la altura h , en km/h .

Tabla 2

Factores de forma

Construcción	Barlovento	Sotavento
Superficies verticales.	+ 0.8	-0.6
Anuncios, muros aislados, elementos con dimensión corta en la dirección del viento.	+ 1.5	
Tanques de agua, chimeneas, y otros de sección circular o elíptica.	+ 0.7	
Tanques de agua, chimeneas, y otros de sección cuadrada o rectangular.	+ 2.0	
Arcos y cubiertas cilíndricas con ángulo de inclinación que no exceda 45° .	± 0.8	-0.5
Superficies inclinadas a 15° o menos.	+ 0.3-0.7	-0.6
Superficies inclinadas entre 15° y 60° .	+0.7-0.3	-0.6
Superficies inclinadas entre 60° y la vertical	+0.8	-0.6
Superficies verticales o inclinadas (planas o curvas) paralelas a la dirección del viento	-0.7	-0.7

Nota. en la tabla el signo + indica presión y el signo – indica succión. ICG (2006).

Carga interior de viento

La Noma E.020 establece que para el diseño de los componentes que son responsables de cerrar y fijar los elementos estructurales, como paneles de vidrio, cubiertas y alféizares, que restringen el nivel que se está analizando en cualquier dirección, se añadirán a las cargas externas según los datos proporcionados en la Tabla 4. Además, se considerarán las cargas internas (presiones y succiones) calculadas utilizando los factores de forma correspondientes a la presión interna, según los valores proporcionados en la Tabla 5 (IGC, 2006).

Tabla 3*Factores de forma para determinar cargas adicionales en elementos de cierre*

Aberturas		
Uniforme en lados a barlovento y sotavento ± 0.3	Principales en lado a barlovento $+ 0.8$	Principales en lado a sotavento o en los costados -0.6

Nota. (ICG, 2006).**2.3.5.3. Cargas de sismo**

Las cargas de sismo son las fuerzas o tensiones que actúan sobre las estructuras debido a la vibración y el movimiento causado por un terremoto o sismo. Estas cargas pueden ser horizontales, verticales o torsionales y varían en intensidad según la magnitud y la ubicación del sismo (Morales , 2020).

2.3.5.4. Combinaciones de carga

La Norma E.090 (MVCS, 2006) establece las combinaciones de carga. Estas combinaciones se utilizan para determinar las fuerzas y momentos resultantes que actúan sobre la estructura, así como para asegurar que la estructura sea capaz de resistirlos de manera segura, estas se describen a continuación:

$$1 = 1.4 D \tag{3}$$

$$2 = 1.2 D + 1.6 L + 0.5 (Lr \text{ ó } S \text{ ó } R) \tag{4}$$

$$3 = 1.2 D + 1.6 L(Lr \text{ ó } S \text{ ó } R) + (0.5L \text{ ó } 0.80W) \tag{5}$$

$$4 = 1.2 D + 1.3 W + 0.5L + 0.5(Lr \text{ ó } S \text{ ó } R) \tag{6}$$

$$5 = 1.2D \pm 1.0E + 0.5 L + 0.2S \tag{7}$$

$$6 = 0.9D \pm (1.3W \text{ ó } 1.0 E) \tag{8}$$

Donde: D Carga muerta; L Carga viva; W Carga de viento; E Carga de sismo; R carga por lluvia o granizo. En las combinaciones 3, 4 y 5 el factor de cargas para L debe ser considerado como 1.0, en el caso de estacionamientos, auditorios y todo lugar donde la carga viva sea mayor a 4800 Pa.

2.3.5.5. Fuerzas internas

Esfuerzo de tracción. la resistencia que presenta un material cuando se somete a la acción de fuerzas que tienden a alargarlo. Este tipo de esfuerzo se produce en coberturas que están sometidas a condiciones de tracción, como, por ejemplo, un cable que se tira en direcciones opuestas (Carrasco, 2011)

Esfuerzo de compresión. Es la fuerza ejercida sobre dichas coberturas para reducir su espesor o volumen. Este tipo de esfuerzo se aplica en diferentes contextos, como en la industria de la construcción, la manufactura de materiales o en el diseño de productos (Carrasco, 2011)

Esfuerzo de flexión. Se refiere a la resistencia que una cobertura o material tiene al ser sometido a una fuerza de tracción o estiramiento (Carrasco, 2011).

Esfuerzo de torsión. Hace mención a la fuerza aplicada que genera un momento de torsión o giro en la estructura de una cubierta. Este esfuerzo se produce cuando se aplica una carga o fuerza de torsión en la cubierta, que resulta en una rotación o deformación de la misma (Carrasco, 2011).

Esfuerzo de corte. El esfuerzo de corte en coberturas se refiere a la resistencia que presenta dicho material cuando es sometido a un movimiento de deslizamiento o corte. Se mide en términos de la fuerza necesaria para cortar o separar el material en dos partes (Carrasco, 2011).

2.3.6. *Especificaciones de diseño*

El diseño de estructuras metálicas implica una serie de especificaciones técnicas que garantizan su seguridad, eficiencia y durabilidad. A continuación, se presentan algunos de los aspectos fundamentales en las especificaciones de diseño de estructuras metálicas:

Métodos de diseño propuestos por el AISC

El AISC (Instituto Americano de Construcción en Acero, por sus siglas en inglés) propone varios métodos de diseño para estructuras de acero.

Método ASD (Allowable Stress Design): Este método se basa en el uso de tensiones permisibles en el diseño de las estructuras de acero. Las tensiones permisibles están determinadas por la capacidad de carga de los materiales y son comparadas con las fuerzas y momentos aplicados a la estructura (Fuentes y otros, 2018).

Método LRFD (Load and Resistance Factor Design): Este método utiliza factores de carga y resistencia para el diseño de estructuras de acero (Fuentes et al., 2018).

Método EBF (Elastic Buckling Analysis): Este método se utiliza para el diseño de elementos compresivos de acero, como columnas y pilares. Se basa en el análisis de pandeo elástico de los elementos bajo cargas de compresión y considera factores de longitud inestable, modos de pandeo y factores de capacidad (Salazar, 2022).

Método ASD para cargas sísmicas: Este método proporciona directrices para el diseño de estructuras de acero en áreas sísmicas. Se basa en el uso de tensiones permisibles para el diseño y considera los efectos de las cargas sísmicas en la capacidad de la estructura (Segura, 2018).

2.3.7. Diseño y análisis de cobertura metálica norma E.090

2.3.7.1. Requisitos de diseño

Área total (A_g). Se determina mediante la suma de los productos del espesor por el ancho de cada elemento.

Área neta (A_n). Suma del área neta en tracción y corte.

Área neta efectiva para miembros a tracción.

$$A_e = AU \quad (9)$$

Donde, A el área, U coeficiente de reducción. Cuando la tracción se transmite por pernos $A = A_g$, pero cuando la tracción se transmite por soldadura, A es el área de los elementos conectados directamente y U es igual a 1.00.

Restricciones de rotación en puntos de apoyo. En los puntos de apoyo debe proveerse restricciones de rotación alrededor del eje longitudinal.

Relación de esbeltez límite. Para elementos a tracción la relación de esbeltez será l/r .

Tamos simplemente apoyados. Tendrán una luz de cálculo igual a la distancia entre los centros de gravedad de sus elementos de apoyo.

Restricciones de apoyo. Se diseña asumiendo que existe una restricción parcial o total debido a la continuidad.

Dimensiones de vigas

$$0.75 \times F_u \times A_{fu} \geq 0.90 \times F_y \times A_{fg} \quad (10)$$

Donde, A_{fg} es el área total del ala, A_{fu} es el área neta del ala calculada de acuerdo a las secciones B1 y B2, y F_u es la resistencia mínima en tracción.

2.3.7.2. Vigas y otros elementos en flexión

Cruz et al. (2012) establecen que el predimensionamiento de un techo metálico consiste en calcular de manera aproximada las dimensiones y características

necesarias para la instalación de un techo de este tipo, antes de realizar un diseño y cálculo estructural detallado.

Método LRFD

El método de LRFD (Load and Resistance Factor Design), en español Diseño por Factores de Carga y Resistencia, es un enfoque utilizado en ingeniería estructural para el diseño de elementos estructurales, incluidas las vigas a flexión en estructuras metálicas. Este método se basa en considerar tanto las cargas aplicadas como las resistencias de los materiales, con el objetivo de garantizar un nivel de seguridad adecuado en el diseño de la estructura.

Fluencia

$$\phi_b = 0.90 \quad (11)$$

$$M_n = M_p \quad (12)$$

Donde, M_p momento plástico, M_y momento correspondiente al inicio de la fluencia en la fibra extrema debido a una distribución elástica de esfuerzos.

Pandeo lateral torsional

$$M_n = C_b \left[M_p - (M_p - M_r) \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p \quad (13)$$

Donde, L_b distancia entre puntos de arriostre contra el desplazamiento lateral de ala en compresión. C_b es un factor de modificación para diagramas de momentos uniformes.

$$C_b = \frac{12.5M_{\max}}{2.5M_{\max} + 3MA + 4MB + 3MC} \quad (14)$$

Donde, M_{\max} valor absoluto del máximo momento, MA valor absoluto del momento en el cuarto de la luz del segmento de la viga sin arriostre. MB valor absoluto del momento en el punto medio del segmento de viga sin arriostre, MC valor absoluto del momento a los tres cuartos de la luz del segmento de viga.

2.3.8. *Diseño y análisis de tridilosas*

2.3.8.1. **Predimensionamiento de tridilosa**

En el proceso de prediseño, es posible considerar el trabajo del conjunto como una losa, viga, marco u otra estructura, con el fin de obtener de manera rápida y aproximada las fuerzas que actúan sobre las barras críticas. El predimensionamiento está determinado por la relación entre el espesor de la estructura y la distancia entre los puntos de apoyo para estructuras espaciales, y esta relación varía entre 1/15 y 1/40. El máximo claro para el cual este sistema estructural resulta económico es de 30 m, utilizando una sola formación de piñas. Sin embargo, es posible alcanzar claros mayores utilizando formaciones de más de una piña, como se ha hecho en algunos puentes (Ponce , 2005).

Las relaciones más usuales para el predimensionamiento de este tipo de estructuras son:

Tabla 4

Relación peraltes / claros.

TIPO	La (m)	h/L
1	10 - 75	1/15 – 1/40
2	75 - 120	1/15 – 1/20

Nota: de la tabla La = Distancias entre apoyos, h = Altura o peralte de la estructura y L =Claro Máximo de la estructura. Ponce (2005).

Se sugiere que, al hacer un diseño preliminar, las barras diagonales sean de una longitud que esté por encima de 0.8164 veces la longitud del módulo, pero por debajo de 1.4142 veces la longitud del módulo, de modo que formen ángulos de entre 30° y 60° respectivamente. O, en relación con el peralte, la longitud de la diagonal debe estar entre 2 y 0.8660 veces el peralte (Ponce, 2005).

Tabla 5

Relación Peralte, longitud de Modulo y Longitud de Diagonal en Función del Ángulo

θ	d	L _M	L _D
	1	2.4494	2
30	0.4082	1	0.8164
	0.5	1.2247	1
	1	1.4142	1.4142
45	0.7071	1	1
	0.7071	1	1
	1	0.8164	1.1547
60	1.2247	1	1.4142
	0.8660	0.7071	1

Nota: (Ponce, 2005).

2.3.8.2. Diseño de tridilosa

Según Ponce (2005) después de completar el análisis de la estructura, se pasa a diseñar cada componente. Es importante destacar que el proceso de diseño es un ciclo en el que los resultados del análisis son revisados para ajustar el modelo analizado. El objetivo es lograr el resultado óptimo en términos de resistencia y deformación, y asegurarse de que no se excedan los límites establecidos por los reglamentos y normativas.

El diseño de tridilosas se basa en los reglamentos siguientes:

Figura 15

Reglamentos que rigen el diseño de Tridilosas



Nota. (Ponce , 2005).

Ponce (2005) afirma que, para el cálculo en el diseño de Tridilosas se debe considerar los aspectos:

- **Diseño por carga axial.** Es la más importante porque los elementos de la Tridilosa estarán sujetos a tensión y compresión axial.
- **Diseño por flexocompresión.** Aunque su influencia es mínima, la presencia de pequeños momentos en las cuerdas de la Tridilosa, especialmente en tableros grandes, puede provocar una transferencia transversal de cargas y generar efectos similares. Por lo tanto, será necesario revisar el diseño para asegurarse de que los esfuerzos combinados no excedan los límites establecidos.
- **Diseño de conexiones.** Requiere de un tratamiento detallado, debido a que es un componente donde se unen todas las barras.
- **Aspectos geométricos.** Se recomienda dar a la Tridilosa un peralte entre 1/15 a 1/30 veces el claro libre.
- **Diseño de la losa de concreto.** Se emplean componentes mecánicos derivados del estudio estructural, teniendo en cuenta la suficiencia general de las vigas para soportar cargas.

2.3.8.3. Análisis de tridilosa

Se compara la carga máxima actuante con la resistencia nominal de la viga calculada. Si la resistencia nominal es mayor que la carga actuante, el diseño se considera adecuado en términos de resistencia. De lo contrario, se deben realizar ajustes en las dimensiones de la viga o en las propiedades del material (Ponce , 2005).

2.3.9. Diseño sismorresistente de acuerdo a la norma E.030

Parámetros de zona, perfil del suelo, categoría, sistema estructural y regularidad sísmica

Estos parámetros son críticos para el diseño y la evaluación de la respuesta sísmica de las estructuras, y su consideración adecuada garantiza la seguridad y el desempeño sísmico de las edificaciones. Estos se definen de acuerdo a la ubicación geográfica del proyecto tomando como criterio las tablas N° 1 a N° 5 de la norma E.030 (MVCS, 2018).

Análisis estático

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS, 2018) el método consiste en representar las fuerzas sísmicas aplicadas a cada nivel de un edificio mediante un conjunto de fuerzas que actúan en el centro de masa de cada nivel. Utilizando este procedimiento, es posible analizar todas las estructuras regulares o irregulares, así como estructuras regulares que no superen los 30 metros de altura, y estructuras de muros portantes de concreto armado y albañilería armada o confinada que no superen los 15 metros de altura, incluso si son irregulares.

Para el análisis estático se considera los siguientes pasos:

- Cálculo de la fuerza cortante en la base $V = \frac{Z.U.C.S}{R} \cdot P$ para cada dirección.
- El valor C , se determina estimando el periodo fundamental de vibración de la estructura.
- Establecer la distribución en la altura de la fuerza sísmica de cada dirección.
- Aplicar las fuerzas obtenidas en el centro de masas de cada piso.
- Considerar fuerzas sísmicas verticales.

Periodo fundamental de vibración

El MVCS (2016) mediante la Norma E.30 establece que este periodo se calcula aplicando la siguiente formula:

$$T = \frac{h_n}{C_T} \quad (15)$$

Donde: $C_T = 35$ para pórticos de concreto sin muros de corte, y pórticos dúctiles con uniones resistentes. $C_T = 45$ para pórticos de concreto con muros en las cajas de ascensores y escaleras, y pórticos de acero arriostrados. $C_T = 60$ para edificaciones de albañilería y para todo edificio de concreto.

Fuerza cortante en la base

Según el MVCS (2016) esta fuerza se determina con la fórmula siguiente:

$$V = \frac{Z.U.C.S}{R} \cdot P \quad (16)$$

El valor C/R no debe considerarse menor que 0.125.

Análisis dinámico

El MVCS (2016) menciona que el análisis dinámico es cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos por combinación modal espectral según lo especificado en este numeral.

Para esto debe seguir los procedimientos:

- Establecer los modos de vibración con su periodos naturales y masas participantes.
- Determinar el espectro inelástico de Pseudo aceleraciones $S_\alpha = \frac{Z.U.C.S}{R} \cdot g$
- Considerar excentricidad accidental
- Establecer todos las fuerzas y desplazamientos
- Escalar los resultados de fuerzas que se obtengan, considerando un cortante mínimo en el primer entrepiso.

- Considerar fuerzas sísmicas verticales.

Peso de la edificación

El peso (P) utilizado en el cálculo de la fuerza sísmica se determina mediante la adición de un porcentaje de la carga viva a la carga permanente total, el cual varía según el uso y la categoría de la edificación (MVCS, 2018).

Desplazamientos laterales permisibles

En el caso de las estructuras regulares, los desplazamientos laterales se determinarán multiplicando los resultados del análisis lineal y elástico con las solicitudes sísmicas reducidas por 0,75 R. Por otro lado, en el caso de las estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando los resultados del análisis lineal elástico por R (MVCS, 2018).

Tabla 6

Límites para la Distorsión del Entrepiso

Material predominante	Δ/h
Concreto armado	0.007
Acero	0.010

Nota. Norma E.030 (MVCS, 2018).

Fuerza cortante mínima en la base

En el análisis, se establece que, para todas las direcciones, el primer piso del edificio debe tener una fuerza cortante que no sea inferior al 80% del valor calculado según el numeral 4.5 para estructuras regulares, ni inferior al 90% para estructuras irregulares. Si es necesario aumentar la fuerza cortante para cumplir con estos requisitos mínimos, todos los demás resultados obtenidos deben aumentarse proporcionalmente, excepto los desplazamientos (MVCS, 2018).

2.4. Hipótesis

H1: El comportamiento sismorresistente de la cobertura metálica con tridilosas es diferente que la cobertura metálica parabólica convencional para cubrir grandes luces en el Estadio Municipal, Chota.

Ho: El comportamiento sismorresistente de la cobertura metálica con tridilosas no es diferente que la cobertura metálica parabólica convencional para cubrir grandes luces en el Estadio Municipal, Chota.

2.5. Operacionalización de variables

2.5.1. *Variable independiente: Cobertura metálica con estructura parabólica y con tridilosas*

Son los dos sistemas que se han comparado como parte de la investigación que para su análisis en primera instancia deben ser diseñados. El sistema de cobertura metálica con estructura parabólica convencional es un sistema metálico de forma recta al inicio y luego parabólica en volado, mientras que el sistema de tridilosa está formado por una armadura espacial de acero con la contribución del concreto en la parte superior y a veces en la inferior, únicamente en las zonas en las cuales los cambios de momento ocasionan esfuerzos de compresión.

Sistema de cobertura metálica con estructura parabólica convencional: Es un método tradicional de cubrir estructuras que emplea elementos convencionales como vigas, columnas, y cubiertas planas o inclinadas compuestas principalmente por materiales como concreto armado, acero laminado, madera o materiales compuestos. Estos sistemas suelen caracterizarse por su diseño más simple y su menor eficiencia estructural en comparación con métodos más innovadores.

Sistema de cobertura metálica con Tridilosas: Se refiere a un enfoque de diseño estructural que utiliza tridilosas, una estructura reticular tridimensional compuesta

por elementos de acero interconectados formando una red triangular. Las tridilosas se caracterizan por su alta resistencia y rigidez, así como por su capacidad para cubrir grandes luces sin necesidad de apoyos intermedios, lo que permite una mayor libertad en el diseño arquitectónico y una mayor eficiencia estructural.

2.5.2. *Variable dependiente: Comportamiento sismorresistente*

Se refiere a la capacidad de una estructura para resistir y amortiguar las fuerzas generadas por un terremoto, manteniendo la integridad estructural y reduciendo al mínimo los daños y riesgos para la vida humana. Este comportamiento implica la capacidad de absorber energía, distribuir las cargas de manera uniforme y evitar la falla catastrófica durante eventos sísmicos.

La variable dependiente se opera mediante la evaluación y análisis del comportamiento sismorresistente de la estructura, considerando factores como la capacidad de absorción de energía, la resistencia a fuerzas sísmicas y las deformaciones estructurales. Se utilizan métodos de análisis estructural computacional para medir y cuantificar las respuestas de la estructura ante cargas sísmicas bajo diferentes condiciones de sistema de cobertura, ya sea convencional o con tridilosas.

Tabla 7 *Matriz de Operacionalización de Variables*

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Definición operacional	Indicadores	Índice		
Variable independiente	Son los dos sistemas que se han comparado como parte de la investigación que para su análisis en primera instancia deben ser diseñados	Sistema con cobertura metálica con estructura parabólica convencional	Tipo de cubierta compuesta principalmente por elementos de acero, en forma recta al inicio y luego parabólica en volado para las graderías.	Brida superior	pulg.		
				Brida inferior	pulg		
				Diagonales	pulg		
				Correas	pulg		
				Tijeral lateral	pulg		
		Cobertura metálica con estructura parabólica y con tridilosas	Estructura reticular tridimensional compuesta por elementos de acero interconectados formando una red triangular, usada en la construcción de cubiertas de gran luz.	Sistema con cobertura metálica con tridilosas		Brida superior	pulg
						Brida inferior	pulg
						Diagonales	pulg
						Correas	pulg
						Tijeral lateral	pulg
Variable dependiente	Capacidad de una estructura para resistir y mitigar los efectos de un terremoto, manteniendo la integridad estructural y reduciendo los daños a personas y bienes.	Parámetros de diseño sismorresistente	Variables consideradas en el diseño de estructuras para garantizar su resistencia sísmica, como la ubicación geográfica, la categoría de suelo, etc.	Zonificación	1,2,3,4		
				Perfiles del suelo	1,2,3,4		
				Categorización	A, B, C, D		
				Sistemas estructurales	R0		
				Irregularidades	Ix		
		Análisis de cargas	Proceso de evaluación de las fuerzas que actúan sobre una estructura, incluyendo cargas gravitatorias, de viento, sísmicas.			Carga viva	
						Carga muerta	
						Carga de viento	
						Carga sísmica	
						Periodo fundamental de vibración	s
		Análisis estructural	Evaluación del comportamiento sismorresistente mediante técnicas de análisis estructural computacional			Esfuerzos	Tn
						Peso de la cobertura	Kg
						Desplazamientos laterales	cm
						Derivas	cm/cm
						Costos de implementación	Estimación de los gastos necesarios para llevar a cabo un proyecto.
		Materiales	S./				
		Equipos y/o materiales	S./				

CAPÍTULO III.

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de investigación

La investigación es de enfoque cuantitativo porque se centra en la medición y análisis numérico de datos relacionados con el comportamiento sísmico de dos sistemas de cobertura, el convencional y el de tridilosas. Este enfoque implica la recopilación de datos numéricos sobre parámetros específicos, como las fuerzas sísmicas aplicadas, las deformaciones estructurales, los costos de construcción, entre otros, con el fin de realizar un análisis estadístico y cuantitativo que permita comparar objetivamente ambos sistemas.

Es de tipo aplicada porque su propósito principal es proporcionar soluciones prácticas y aplicables a un problema específico en la construcción del Estadio Municipal de Chota. En lugar de centrarse en la generación de teorías o en la comprensión de fenómenos abstractos, la investigación busca evaluar la efectividad y eficiencia de dos sistemas de cobertura en condiciones de carga de viento y sismo, con el objetivo de ofrecer recomendaciones prácticas para la construcción de la estructura.

Finalmente, es de nivel descriptivo porque se enfoca en describir y comparar las características y comportamientos observados en los dos sistemas de cobertura. El estudio no pretende explicar las causas subyacentes o mecanismos detrás de los fenómenos estudiados, sino más bien proporcionar una descripción detallada de cómo cada sistema responde a las cargas sísmicas y cargas de viento, para entender cuál es su desempeño relativo en términos de resistencia y capacidad de absorción de cargas.

Tabla 8*Tipo de Investigación*

Criterio	Tipo de investigación
Finalidad	Aplicada
Estrategia o enfoque metodológico	Cuantitativa
Objetivos	Descriptiva
Fuente de datos	Mixta
Control de diseño de la prueba	No experimental
Temporalidad	Transversal (sincrónica)
Contexto donde sucede	Biblioteca, laboratorio, campo

Nota: (Grajales, 2000).

3.2. Diseño de investigación

El diseño fue de tipo no experimental descriptivo comparativo, e involucra los procesos de la variable independiente para el diseño de los sistemas de cobertura a contrastar, y los procesos de la variable dependiente que representan los resultados técnico-económicos sobre las características de los modelos. El esquema se presenta en la Figura 16.

$$\begin{array}{rcl}
 X1 & \rightarrow & Y1 \\
 & & \updownarrow \\
 X2 & \rightarrow & Y2
 \end{array} \tag{17}$$

Donde, x1, x2 son los dos tipos de sistemas de cobertura; y1, y2 son los resultados del análisis estructural y de costo que se comparan de ambos modelos.

- Diseño no experimental: No se manipulan variables, simplemente se observa y describe el fenómeno. En este caso, se lleva a cabo una comparación entre dos sistemas de cobertura (convencional y con tridilosas) en un estadio en construcción, sin intervenir en la forma en que se implementan.
- Descriptivo: La investigación tiene como objetivo principal describir y comparar el comportamiento sismorresistente de los dos sistemas de cobertura en el estadio. Se busca recopilar información detallada sobre cómo se comportan frente a eventos sísmicos y cuál de ellos ofrece mayores ventajas.

- Comparativo: El estudio se centra en comparar dos sistemas de cobertura distintos, el convencional y el de tridilosas, en cuanto a su comportamiento sismorresistente. Se busca identificar diferencias significativas entre ambos sistemas y determinar cuál es más eficiente y seguro en el contexto específico del estadio en construcción.

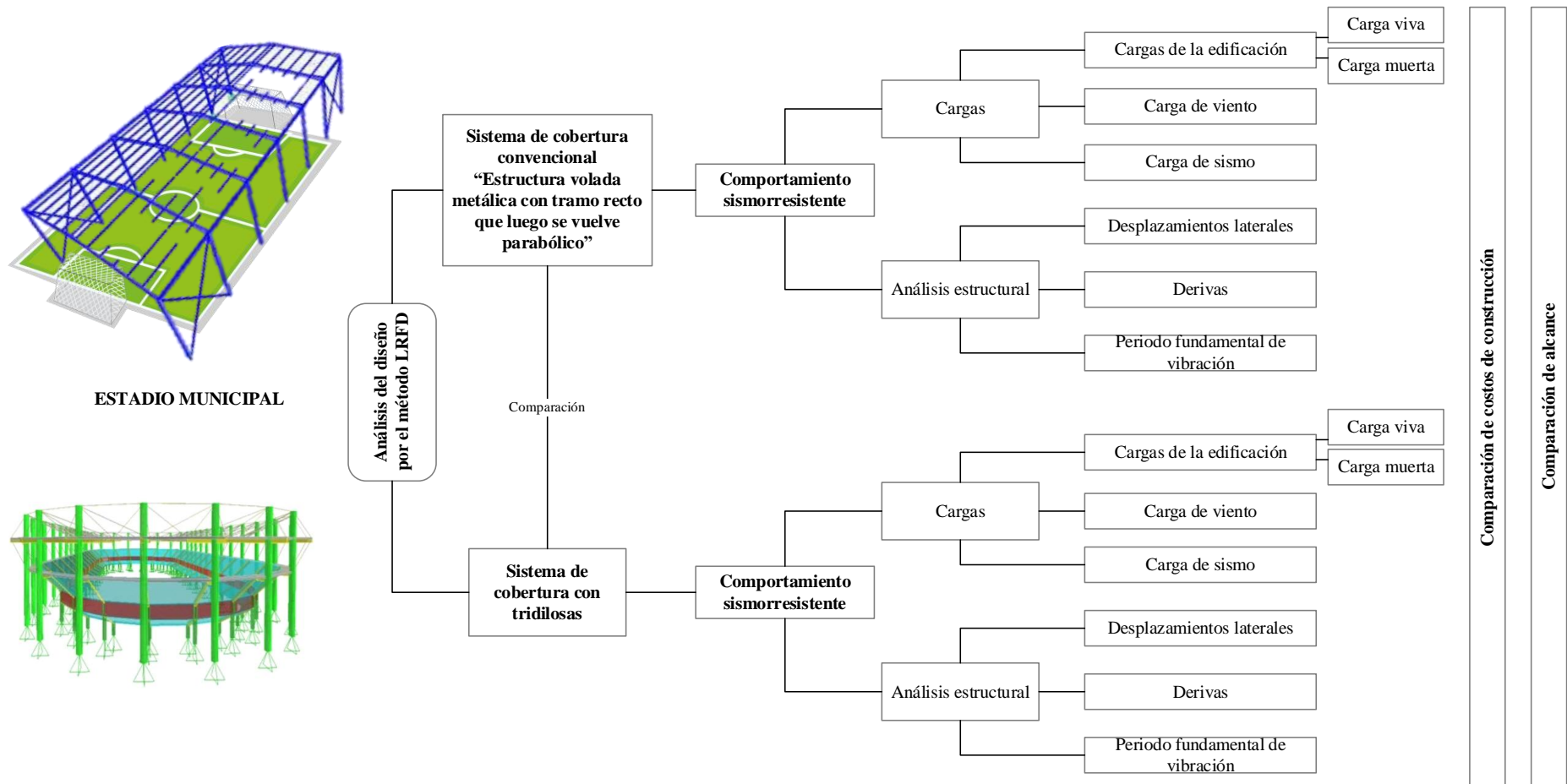
3.3. Métodos de investigación

El método de investigación sintético analítico consiste en combinar elementos de análisis y síntesis para estudiar un fenómeno de manera integral. En el caso de la investigación este método ha sido utilizado para analizar y comparar el comportamiento sismorresistente de dos sistemas de cubierta diferentes.

Se realizó un análisis detallado de las características estructurales de los dos sistemas de cubierta: el convencional y el de tridilosas. Se estudiaron las propiedades de los materiales, la geometría de los elementos estructurales, la distribución de cargas y la resistencia a fuerzas sísmicas. Este análisis ha permitido comprender las fortalezas y debilidades de cada sistema en términos de su comportamiento sísmico y frente a cargas de viento.

Posteriormente, se realizó una síntesis de la información recopilada, comparando los resultados de los análisis de ambos sistemas de cubierta. Se identificaron las diferencias clave en términos de comportamiento sismorresistente, como la capacidad de disipación de cargas, la rigidez estructural y la resistencia a deformaciones. A partir de esta síntesis, se extrajeron conclusiones sobre cuál de los dos sistemas es más adecuado para la construcción del Estadio Municipal de Chota.

Figura 16 *Diseño de Investigación*



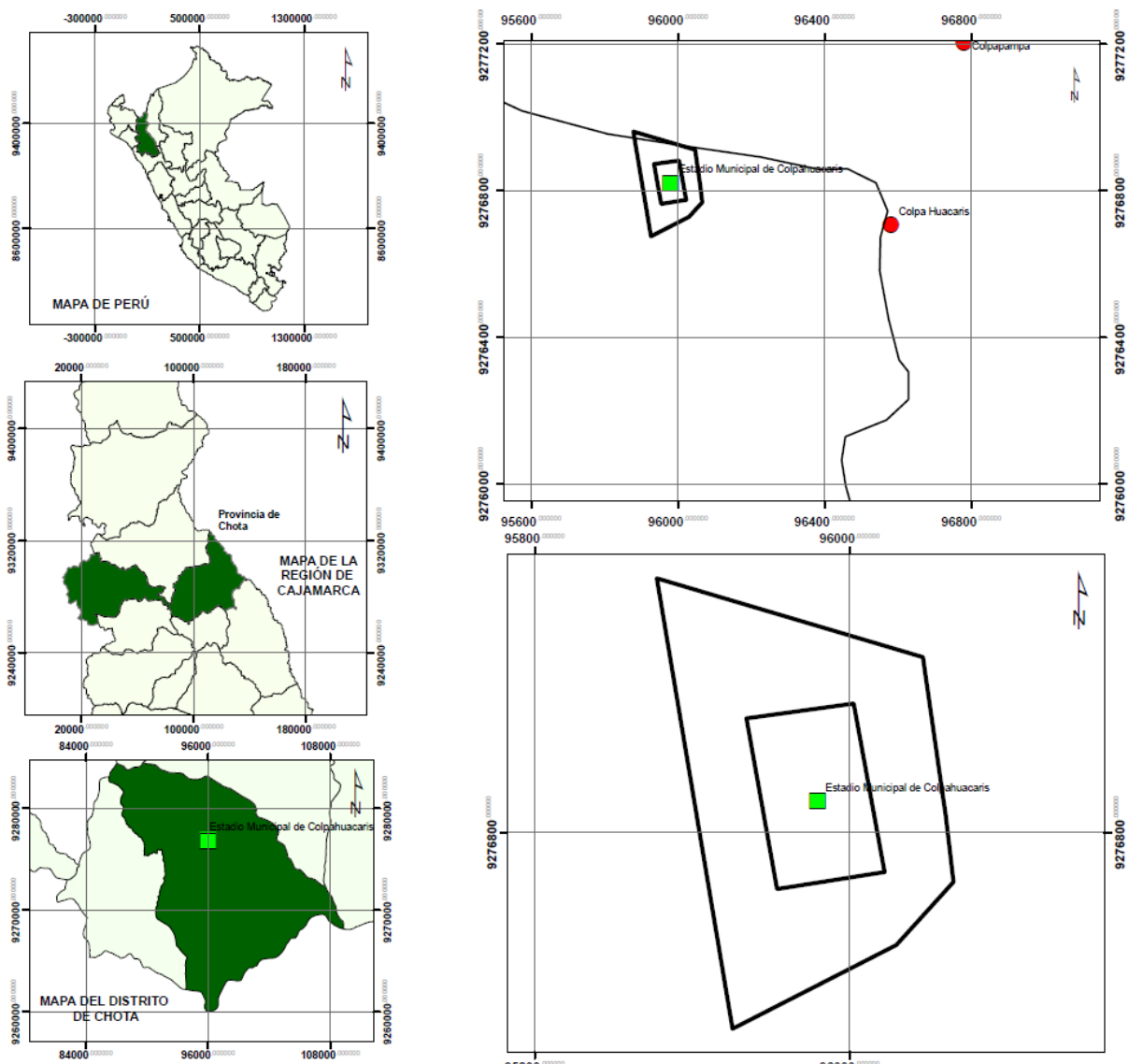
3.4. Población, muestra y muestreo

3.4.1. Población

La población en este caso se refiere a todas las posibles estructuras de cobertura que se pueden utilizar en la construcción del estadio municipal de 3.60 ha en la ciudad de Chota, departamento de Cajamarca con centroide en las coordenadas UTM WGS84 17S 759667.72 m E, 9277679.77 m S. Incluye tanto estructuras con sistemas de cobertura metálica con estructura parabólica convencional como aquellas con cobertura metálica con tridilosas.

Figura 17

Mapa de Ubicación del Estadio Municipal de Chota



3.4.2. Muestreo

El muestreo planteado en la investigación fue no probabilístico por conveniencia. Donde, para la cobertura metálica con estructura parabólica convencional se desarrolló el modelo de estructura volada planteado en el perfil del expediente técnico del estadio municipal, considerando que, el mismo no ha concluido su construcción, sino que, simplemente se ha construido la primera etapa del proyecto que corresponde a la construcción del cerco perimétrico y la cancha del estadio municipal.

3.4.3. Muestra

La muestra incluyó el sistema de cobertura metálica con estructura parabólica convencional de estructura volada y el sistema de cobertura metálica con tridilosas para el techo del estadio municipal de la ciudad de Chota, departamento de Cajamarca.

- a) Sistema de cobertura metálica convencional: Estructura volada
- b) Sistema de cobertura no convencional con tridilosas

Figura 18

Vista Satelital del Estadio Municipal de Chota



Nota: Google earth pro 7.1

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas de recolección de datos

Observación. Consiste en realizar la extracción de la información relevante para los fines de la investigación, mediante la observación directa de un fenómeno. En el caso del estudio se ha observado las condiciones actuales del entorno del estadio municipal de Chota para identificar las características arquitectónicas del contorno y los elementos ya construidos como el campo deportivo.

Análisis documental. Es una técnica de recolección de datos de fuentes secundarias como: libros, boletines, revistas, folletos, tesis, periódicos. Para el caso de esta tesis se ha planteado el análisis del expediente técnico del Estadio Municipal de Chota, a fin de obtener los planos arquitectónicos de la infraestructura existente y proyecta, para poder replantear el modelo arquitectónico de acuerdo a la metodología BIM.

Ensayos de laboratorio. Con la finalidad de conocer el perfil estratigráfico del suelo de cimentación del estadio municipal de la Chota, se han realizado ensayos de mecánica de suelos. Este estudio no solo ha permitido definir los coeficientes del perfil del suelo, sino que a la vez ha servido de base para el planteamiento del sistema de cobertura con tridilosas de forma independiente, es decir con sus propias columnas de conexión, mientras que, el sistema tradicional se conecta a las columnas proyectadas en el expediente técnico.

Modelamiento estructural. Consiste en realizar el predimensionamiento, estructuración y análisis de una estructura mediante procedimientos manuales o ayudados por softwares computacionales. En el caso del estudio se ha planteado el predimensionamiento y análisis de dos sistemas de cobertura para el estadio municipal de Chota, uno convencional y el otro con tridilosas.

- **Predimensionamiento.** Se orientó a partir de la metodología LRFD según lo descrito en la norma E.090, y permitió determinar las características dimensionales y tipológicas de los sistemas de cobertura de techo metálico.
- **Análisis.** Se orientó al análisis estático y dinámico del diseño estructural de la cobertura de techo metálico convencional y la cobertura con tridilosas del Estadio Municipal del distrito de Chota, para determinar los desplazamientos laterales y derivas a fin de estimar el sistema con mejor comportamiento sismorresistente.

Comparación. Se compararon los costos de construcción de mano de obra, materiales, equipos y/o instrumentos del techo metálico con el sistema de cobertura metálica con estructura parabólica convencional y el sistema de cobertura con tridilosas, según la estimación presupuestaría por el software S10 y el resumen de presupuesto en Microsoft Excel 2022.

3.5.2. *Instrumentos de recolección de datos*

Guion de observación. Este instrumento se utilizó como una guía para el proceso de observación en el estadio municipal de Chota. En este caso, el investigador verificó si las condiciones del estadio coincidían con lo proyectado en el expediente técnico, primera etapa. Esta observación fue fundamental para evaluar la necesidad de construir la cobertura y obtener datos de campo precisos.

Ficha de contenido. La ficha de contenido fue un instrumento utilizado para el análisis documental. En ella se resumieron los datos relevantes encontrados en fuentes de lectura secundaria, como libros, normas técnicas peruanas y el Reglamento Nacional de Edificaciones, así como en el expediente técnico del Estadio Municipal de Chota. Esta ficha permitió tener un registro organizado y resumido de la información recopilada y contar con la información base del

modelo geométrico del estadio municipal para realizar el planteamiento del modelo con la metodología BIM, a fin de mostrar no solo la vista estructural de la cobertura sino también la vista arquitectónica de la propuesta convencional y el sistema de cobertura con tridilosa.

Formatos de laboratorio de mecánica de suelos. Estos formatos se implementaron para registrar y analizar las propiedades físico-mecánicas del suelo en el sitio donde se ha implementado la cobertura del estadio municipal. Mediante pruebas de laboratorio, se recopilaron datos sobre la capacidad portante del suelo, información esencial para el diseño estructural.

Modelo estructural. El modelo estructural fue una representación gráfica de las estructuras de cobertura del techo del Estadio Municipal de Chota. En este caso, se emplearon programas computacionales (SAP) para realizar el análisis sismorresistente de la estructura incluyendo cargas de viento. Este instrumento permitió al investigador simular escenarios de carga sísmica y carga de viento para evaluar la resistencia sísmica de la estructura de manera eficiente, a fin de contar con información técnica acerca del sistema de cobertura metálica con estructura convencional y el sistema con tridilosas.

Hoja de comparación. La hoja de comparación fue un formato utilizado para comparar los costos y beneficios de distintos sistemas de construcción de coberturas, ya sean convencionales o tridilosas, para el estadio municipal de Chota. Se utilizó el software S10 para estimar el costo directo de cada sistema, y se elaboró un cuadro resumen en Microsoft Excel 2022 para comparar técnica y económicamente ambas opciones y determinar cuál de ellas era más favorable en términos de costos y beneficios. Este instrumento facilitó la toma de decisiones informada sobre la elección del sistema de construcción más adecuado.

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

3.6.1. Proceso de obtención de los datos

3.6.1.1. Representación de la arquitectura y estructura del estadio de acuerdo a la metodología Building Information Modeling (BIM)

Para la representación de la arquitectura y estructura del estadio municipal en Revit 2022; se siguió un procedimiento que incluyó la recopilación de información sobre la estructura, luego se realizó la importación de planos arquitectónicos 2D de AutoCAD 2018 a Revit 2022. En el programa se planteó la creación de elementos arquitectónicos y estructurales, la generación de vistas en 3D, la revisión y ajustes del modelo, y la documentación necesaria para su uso en el proyecto de construcción del estadio (obtención de planos arquitectónicos y estructurales, principalmente de la cobertura metálica). A continuación, se detalla paso a paso el proceso seguido para lograr una representación precisa y detallada del estadio en el software BIM.

Equipos, materiales e instrumentos:

- Computadora.
- Software Revit 2022.
- Planos arquitectónicos del estadio.
- Información sobre la estructura del estadio.

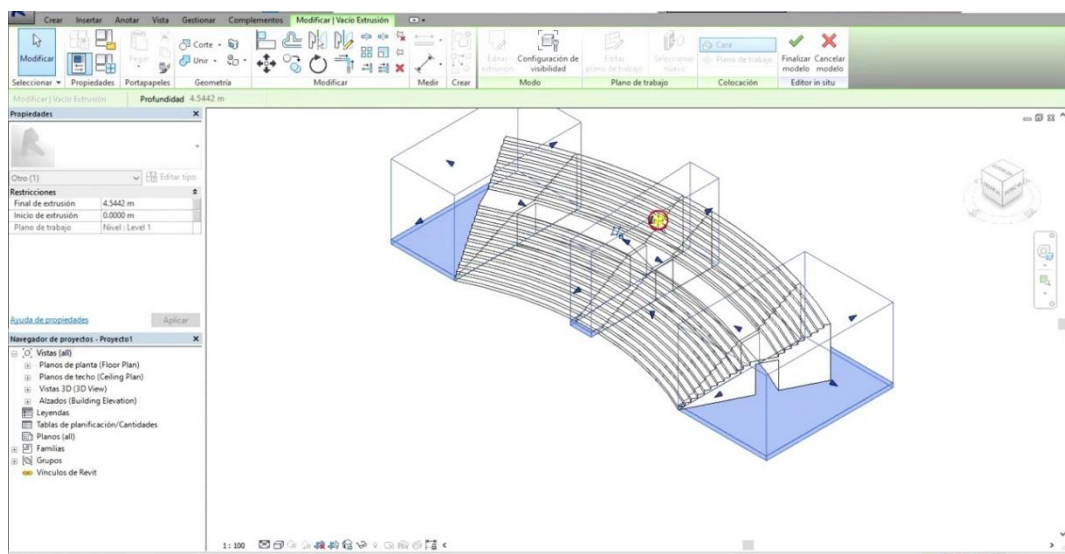
Procedimiento:

- Se importaron los planos arquitectónicos del estadio al software Revit 2022.
- Se recopiló y organizó la información sobre la estructura del estadio.
- Se crearon los elementos arquitectónicos del estadio en el software, como las gradas, la cancha y las áreas de servicios.

- Se modelaron los elementos estructurales del estadio, como las vigas, columnas y cimientos, utilizando la información recopilada.
- Se ajustaron los parámetros de los elementos arquitectónicos y estructurales para reflejar con precisión la realidad.
- Se generaron vistas en 3D del estadio para visualizar la representación de la arquitectura y estructura.
- Se revisaron y se realizaron ajustes en el modelo según fue necesario.
- Una vez que se tuvo el modelo del estadio municipal, se procedió a plantear el modelo de la cobertura para que este también se pueda visualizar en el modelo 3D, no obstante, previo a ello, se realizó el diseño y análisis estructural de cada uno de los sistemas de cobertura.
- Se generó la documentación necesaria para la representación del estadio, como planos, secciones y detalles constructivos.
- Se exportó el modelo a los formatos necesarios para su uso en el proyecto de construcción del estadio.

Figura 19

Vista del Modelo Revit 2022, Modelamiento del Estadio Municipal



3.6.1.2. Estudio de mecánica de suelos

a. Extracción y muestreo del suelo

La excavación de la calicata en el estadio municipal de Chota, realizada el 29 de mayo del 2023, fue llevada a cabo en las coordenadas UTM WGS 84 17S 759654.46 m E, 9277615.58 m S, a una altitud de 2471.04 msnm. El objetivo principal de esta excavación era obtener muestras de suelo tanto alteradas como inalteradas para poder llevar a cabo los respectivos ensayos de mecánica de suelos. El proceso de excavación se realizó de manera manual, utilizando palas y picos, con una anchura de 1.5 m y una profundidad de 3 m. Una vez finalizada la excavación, se extrajeron muestras de suelo alterado de la pared lateral de la calicata por cada estrato identificado. Además, se extrajo suelo inalterado del fondo de la calicata para utilizar en los ensayos mecánicos.

Figura 20

Proceso de Excavación de una Calicata en el Estadio Municipal de Chota



Posteriormente, todas las muestras obtenidas fueron trasladadas al laboratorio GSE de Chota, donde se llevarán a cabo los análisis correspondientes para obtener información detallada sobre las propiedades y características del suelo en esa ubicación específica. Este proceso de investigación es fundamental para el diseño de estructuras seguras y eficientes en el estadio municipal de Chota.

Equipos, materiales e instrumentos: pala, tamiz, pinzas, bolsas de recogida de muestras, GPS, guantes, libreta de campo, etiquetas de identificación.

Procedimiento:

- Se seleccionaron las áreas de muestreo de suelo utilizando el GPS para marcar las ubicaciones.
- Definida la ubicación de la calicata se utilizó una pala para extraer muestras de suelo a diferentes profundidades en cada punto de muestreo.
- Las muestras de suelo se colocaron en bolsas de recogida etiquetadas con la ubicación y la profundidad del muestreo.
- Con la ayuda de pinzas, se retiraron cualquier material no deseado de las muestras de suelo.
- Las muestras de suelo se colocaron en bolsas de muestreo individuales y se registraron en la libreta de campo.
- Las muestras inalteradas se recolectaron del fondo de la calicata utilizando barreno muestreador circular. Las muestras se acondicionaron en bolsas impermeables, se protegieron con parafina y se colocaron en cajas para su traslado.
- Finalmente, las muestras de suelo se llevaron al laboratorio para su análisis posterior.

b. Ensayos físico mecánicos de suelos

Los ensayos de mecánica de suelos se realizaron en el laboratorio Ingeniería & Construcción (GSE) de la ciudad de Chota.

NTP 339.127 contenido de humedad (INACAL, 2019)

- Equipos: balanza, horno de secado, recipiente metálico cerrado.
- Materiales: muestra de suelo.
- Instrumentos: termómetro, desecador.
- Procedimiento: La determinación de la humedad en una muestra de suelo se realizó utilizando una balanza para pesar la muestra, un horno de secado para eliminar la humedad, un recipiente metálico cerrado para contener la muestra, un termómetro para controlar la temperatura y un desecador para enfriar la muestra antes de pesarla nuevamente. Por tanto, en el procedimiento del ensayo el suelo se pesa antes y después de ser llevado al horno, y esta diferencia da como resultado la humedad.

NTP 339.128 granulometría (INACAL, 2019)

Equipos, materiales e instrumentos:

- Tamices de diferentes tamaños
- Balanza de precisión
- Agitador mecánico
- Recipiente para agua

Procedimiento:

- Se secó la muestra al aire libre para eliminar la humedad.
- Se tamizó la muestra utilizando los tamices de diferentes tamaños, empezando por el más grande y terminando por el más pequeño.
- Se pesó cada fracción de suelo retenida en los tamices.

- Se calculó el porcentaje de suelo retenido en cada tamiz en relación al peso total de la muestra.
- Se realizó un análisis granulométrico para determinar la distribución de tamaños de partículas presentes en el suelo.

NTP 339.127 límite líquido y límite plástico (INACAL, 2019)

Equipos, materiales e instrumentos:

- Copa Casagrande
- Rollitos de 3 mm
- Horno
- Suelo a analizar
- Agua
- Balanza
- Espátula

Procedimiento:

- Se preparó la muestra de suelo a analizar, tomando una cantidad adecuada y homogeneizándola.
- Se dividió la muestra en dos partes iguales.
- En una de las partes, se determinó el límite líquido usando Copa Casagrande. Se añadió agua poco a poco, mezclando con la espátula hasta obtener una consistencia que permitiera formar un surco cerrado de cierta longitud.
- Se registró el número de golpes necesarios para cerrar el surco completamente.
- En la otra parte de la muestra, se determinó el límite plástico usando rollitos de 3 mm. Se añadió agua y se amasó hasta obtener una consistencia plástica.
- Se formaron rollitos de 3 mm de diámetro y se procedió a enrollarlos con un movimiento circular hasta que se rompieran.

- Se colocaron ambas partes de la muestra en el horno para determinar el contenido de humedad.

NTP 339.171 corte directo (INACAL, 2017)

Equipos y materiales:

- Mesa de corte directo
- Probetas de suelo
- Regla
- Cronómetro
- Pegamento
- Cizalla

Procedimiento:

- Se seleccionaron las probetas de suelo que iban a ser utilizadas en el ensayo.
- Se colocaron las probetas sobre la mesa de corte directo y se fijaron con pegamento para evitar movimientos durante el ensayo.
- Se midió la altura y anchura de cada probeta con la regla para calcular el área de corte.
- Se colocó la cizalla en la parte superior de la probeta y se aplicó una fuerza gradual de corte.
- Se registró el tiempo que tardaba la cizalla en cortar completamente el suelo.
- Se repitió el procedimiento con cada una de las probetas seleccionadas.
- Se calcularon los valores de cohesión y ángulo de fricción mediante la el diagrama correspondiente de resistencia al corte axial y tangencial.

Figura 21

Equipo de Ensayo para Corte Directo en el Laboratorio GSE de Chota



c. Capacidad portante del suelo

Braja Das (2015) explica la teoría de Terzaghi para estimar la capacidad portante del suelo sobre el que se ha situado una cimentación cuadrada o corrida.

Para fractura general:

$$q_u = c \times N_c + q \times N_q + 0.5 \times \gamma \times B \times N_\gamma \quad C. \text{ corrida} \quad (18)$$

$$q_u = 1.3 \times c \times N_c + q \times N_q + 0.4 \times \gamma \times B \times N_\gamma \quad C. \text{ cuadrada} \quad (19)$$

Para fractura local:

$$q_u = \frac{2}{3} c \times N'_c + q \times N'_q + 0.5 \times \gamma \times B \times N'_\gamma \quad C. \text{ corrida} \quad (20)$$

$$q_u = 0.867 \times c \times N'_c + q \times N'_q + 0.4 \times \gamma \times B \times N'_\gamma \quad C. \text{ cuadrada} \quad (21)$$

En las ecuaciones, C es la cohesión del suelo, el peso específico del suelo, $q = \gamma D_f$.

Los factores de capacidad de carga N_c, N_q, N_γ se precisan de acuerdo al ángulo de fricción ϕ .

3.6.1.3. Diseño y análisis de la cobertura metálica convencional

Primero, se recopilaron las dimensiones y requerimientos de la estructura de la cobertura metálica parabólica. Luego, se realizó el planteamiento del techo metálico considerado en el perfil del estadio municipal en el programa Revit 2022. Se comprobó el pre dimensionamiento del mismo. Y luego, se realizó su análisis estructural en el programa SAP 2000 considerando la combinación de cargas estáticas (muertas y vivas), cargas de viento y cargas sísmicas.

a) Características de los materiales

Acero. El acero es acero estructural ASTM A36.

Tabla 9

Características del Acero Utilizado

Tipo de acero	E (kg/cm ²)	p (tons/m ³)	Fy (tons/cm ²)	Fu (tons/cm ²)
ASTM A36	2.1x10 ⁶	7.8	2.53	4.08
ASTM A307	2.1x10 ⁶	7.8	2.60	4.20
E60XX	2.1x10 ⁶	7.8	3.52	4.34

Nota: E módulo de elasticidad, p densidad, Fy esfuerzo de fluencia, Fu esfuerzo de fractura.

Soldadura. El material de aporte para las uniones soldadas tendrá resistencias de 60KPSI y 70KPSI según los diseños de juntas soldadas.

b) Parámetros sísmicos

El estadio municipal de Chota se encuentra en la zona sísmica 2, con perfil de suelo tipo S2 (suelos intermedios), siendo una edificación de la categoría B.

Tabla 10

Parámetros Sísmicos según Ubicación y Características del Estadio Municipal

Factor de zonificación sísmica (Zs)	0.25	Zona 2
Perfil de tipo de suelo (Ss)	1.20	Suelo tipo S2
Factor de uso e importancia (Us)	1.30	Edificaciones categoría B

En el cálculo de la masa de la edificación para obtener las fuerzas sísmicas, se considera el peso de la estructura más un 50% de la carga viva.

c) Combinaciones de carga

Para la cobertura metálica con estructura parabólica convencional se ha considerado pertinente techar 02 tribunas, la tribuna este y oeste.

Para el modelo y la aplicación del método LRFD se tienen aplicadas las siguientes cargas y las siguientes combinaciones de cargas y factores de seguridad, basados en la norma E.090 Estructuras metálicas.

$$1.4 D_m \tag{22}$$

$$1.2 D_m + 1.6 L_v + 0.5 (L_r \text{ ó } S_n \text{ ó } R_g) \tag{23}$$

$$1.2 D_m + 1.6 (L_r \text{ ó } S_n \text{ ó } R_g) + (0.5 L_v \text{ ó } 0.8 W_v) \tag{24}$$

$$1.2 D_m + 1.3 W_v + 0.5 L_v + 0.5 (L_r \text{ ó } S_n \text{ ó } R_g) \tag{25}$$

$$1.2 D_m \pm 1.0 E_s + 0.5 L_v + 0.2 S_n \tag{26}$$

$$0.9 D_m \pm (1.3 W_v \text{ ó } 1.0 E_s) \tag{27}$$

Donde, D_m Carga muerta, L_v Carga viva, L_r Carga viva en las azoteas, W_v Carga de viento, S_n Carga de nieve, E_s Carga de sismo, según E.030, R_g Carga de lluvia o granizo.

Para nuestra situación, las cargas que se desestiman son las siguientes:

L_{v1} , L_{r1} y S_{n1} .

Entonces las fórmulas toman formas:

$$1.4 D_m \tag{28}$$

$$1.2 D_m + 0.5 (R_g) \tag{29}$$

$$1.2 D_m + 1.6 (R_g) + (0.8 W_v) \tag{30}$$

$$1.2 D_m + 1.3 W_v + 0.5 (R_g) \tag{31}$$

$$1.2 D_m \pm 1.0 E_s \tag{32}$$

$$0.9 Dm \pm (1.3 Wv) \quad (33)$$

En total 10 cálculos.

d) Carga muerta

La carga muerta está compuesta por el peso de la estructura del acero 11149.53Kg y el peso de la cobertura impermeable 1249.75 Kg.

Para la estructura de oriente y occidente:

Los pesos muertos son la suma del peso de la estructura más el peso de los paneles protectores.

$$Dm_1 = 13052.50 \text{ kg} + 1249.75 \text{ kg} = 14302.3 \text{ kg} \quad (34)$$

e) Carga viva

Según el artículo 7.c de la norma E0.20 se considera una carga viva de 50 kg/cm². C.V.=50.00 kg/m²

f) Carga de lluvia o granizo

Área mojada

$$Am_1 = 1326.92 \text{ m}^2 \quad (35)$$

Peso del agua sobre la cobertura: Espesor de película de agua

$$e_{H2O} = 0.25 \text{ mm} \quad (36)$$

$$Rg_1 = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times Am_1 \times e_{H2O} = 331.73 \text{ kg} \quad (37)$$

g) Carga de viento

La velocidad del viento a la altura de la cobertura, en función de la velocidad de viento medida a 10m sobre el nivel del suelo es:

La altura de la cobertura es:

$$h_e = 25 \text{ m} \quad (38)$$

Velocidad del viento a 10 m sobre el nivel del suelo

$$V_{10} = 75 \frac{\text{km}}{\text{hr}} \quad (39)$$

La velocidad del viento a la altura de la cobertura

$$V_h = \frac{V_{10}}{\frac{km}{hr}} \times \left(\frac{h_e}{\frac{m}{10}} \right)^{0.22} \times \frac{km}{hr} = 91.75 \frac{km}{hr} \quad (40)$$

La carga exterior del viento se supone estática y perpendicular a la superficie sobre la que actúa. Su valor se estima mediante el coeficiente adimensional de forma para la superficie inclinada entre aproximadamente 15° de la horizontal es:

$$C_{fe} = 0 \quad (41)$$

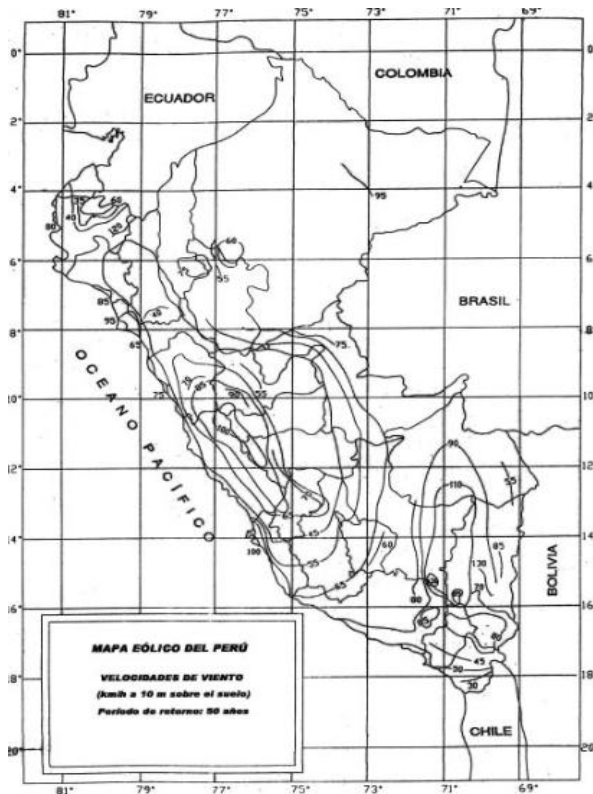
$$P_{he} = 0.005 \times C_{fe} \times \left(\frac{V_h}{\frac{km}{hr}} \right)^2 \times \frac{kg}{m^2} = 26.46 \frac{kg}{m^2} \quad (42)$$

La carga de viento a aplicar sobre la estructura es:

$$Wv_1 = Am_1 \times P_{he} = 39095.69 \text{ kg} \quad (43)$$

Carga Viento (W). Norma E.020

Figura 22 Mapa Eólico del País



Nota: (MVCS, 2006).

h) Carga sísmica

Se calcula la carga de sismo aplicada horizontalmente prescrita en forma empírica representada por la expresión:

Se calcula la carga de sismo aplicada horizontalmente prescrita en forma empírica representada por la expresión:

$$Es1 = \frac{Zc \times Uc \times Cs \times Ss}{Rd} \quad (44)$$

Periodo fundamental de vibración de la estructura: Tf 2.85 s, periodo predominante de vibración del suelo Ts 0.60 s.

Coefficiente sísmico

$$Cs = \frac{0.80}{\frac{Tf}{Ts+1s}} = 0.449 \quad (45)$$

Carga permanente sobre la estructura

Factor de carga viva

$$as = 0.50 \quad (46)$$

Edificación tipo B

$$Ws1 = Dm1 + as \times Lv1 = 14302.3 \text{ kg} \quad (47)$$

Factor de reducción de ductilidad

$$Rd = 0.80 \quad (48)$$

$$Es1 = \frac{Zc \times Uc \times Cs \times Ss}{Rd} \times Ws1 = 3666.08 \text{ kg} \quad (49)$$

Cálculo de la carga total sobre la estructura

$$EqA_1 = 1.40 \times Dm1 = 20023.2 \text{ kg} \quad (50)$$

$$EqB_1 = 1.20 \times Dm1 + 0.5 \times Rg1 = 17328.62 \text{ kg} \quad (51)$$

$$EqC_1 = 1.20 \times Dm1 + 0.5 \times Rg1 + 0.80 \times Wv1 = 19917.63 \text{ kg} \quad (52)$$

$$EqD_1 = 1.20 \times Dm1 + 1.30 \times Wv1 + 0.5 \times Rg1 = 20942.80 \text{ kg} \quad (53)$$

$$EqE_1 = 1.20 \times Dm1 + 1.0 \times Es1 = 20828.84 \text{ kg} \quad (54)$$

$$EqF_1 = 1.20 \times Dm1 - 1.0 \times Es1 = 13496.67 \text{ kg} \quad (55)$$

$$EqG_1 = 0.90 \times Dm1 + 1.30 \times Wv1 = 16486.20 \text{ kg} \quad (56)$$

$$EqH_1 = 0.90 \times Dm1 - 1.30 \times Wv1 = 9257.89 \text{ kg} \quad (57)$$

La carga mayor se da en

$$EqD_1 = 1.20 \times Dm1 + 1.30 \times Wv1 + 0.5 \times Rg1 = 20942.80 \text{ kg} \quad (58)$$

Para la cobertura oriente, la suma de cargas verticales en cada uno de los tres paneles:

$$\frac{[(1.20 Dm)_1 + 0.50 \times Rg_1]g}{3 \left(\frac{7.7m + 211.54m}{7.97m + 11.54m} \right)} = 35592.55 \text{ N} \quad (59)$$

Las cargas verticales para cada una de las 2 vigas centrales de cada uno de los 3 paneles, repartidas entre los puntos de apoyo de los tijerales en arco.

$$\frac{[(1.20 Dm)_1 + 0.50 \times Rg_1]g}{3 \left(\frac{7.7m + 211.54m}{7.97m + 11.54m} \right)} \times \frac{1}{12} = 2966.04 \text{ N} \quad (60)$$

La suma de las cargas horizontales en cada uno de los 3 paneles:

$$\frac{[1.3 \times Wv1 \times g]}{3 \left(\frac{7.97m + 211.54m}{7.97m + 11.54m} \right)} = 7423.43 \text{ N} \quad (61)$$

Las cargas Horizontales para cada una de las 2 vigas centrales de cada uno de los 3 paneles, repartidas entre los puntos de apoyo de los tijerales en arco.

$$\frac{[1.3 \times Wv1 \times g]}{3 \left(\frac{7.97m + 211.54m}{7.97m + 11.54m} \right)} \times \frac{1}{12} = 618.62 \text{ N} \quad (62)$$

Con estos datos se procede a simular en un programa de análisis por elementos finitos, los niveles de esfuerzo para las estructuras.

i) Diseño y análisis en SAP 2000

Para realizar el diseño y análisis de la cobertura metálica convencional en SAP 2000, se deben seguir los siguientes pasos:

Definir las propiedades de los materiales: se ingresaron las propiedades de los materiales utilizados en la estructura metálica, como el módulo de elasticidad, la resistencia a la tracción, la resistencia a la compresión, entre otros.

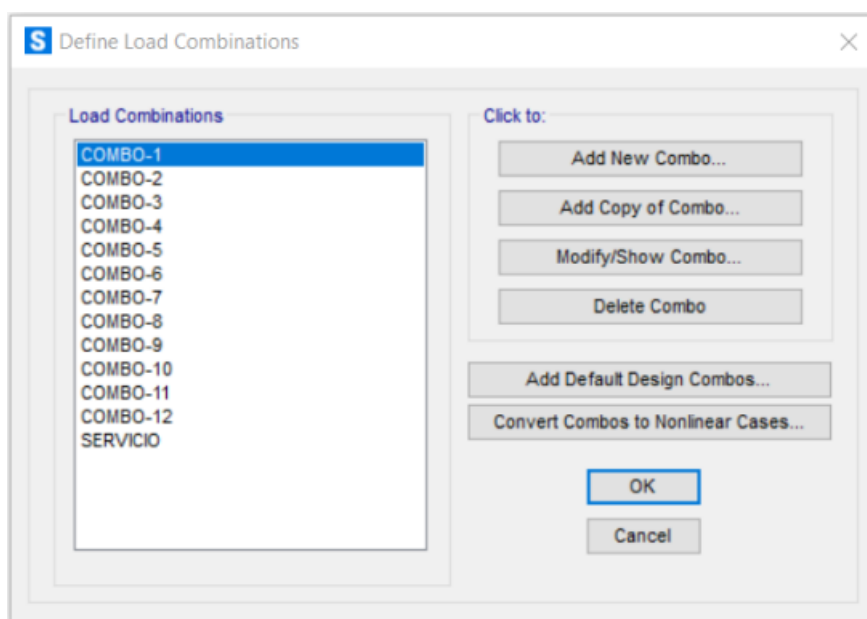
Crear los elementos de la estructura: se modelaron las columnas y las vigas que formaron la estructura metálica, considerando las conexiones soldadas entre ellos.

Definir las condiciones de apoyo: se establecieron las condiciones de apoyo de la estructura en las columnas, asegurando que fueran adecuadas para resistir las cargas aplicadas.

Aplicar las cargas: se aplicaron las cargas de diseño, como el peso propio de la estructura, las cargas muertas, las cargas vivas, el viento y la nieve, de acuerdo al método LRFD.

Figura 23

Combinaciones de Carga



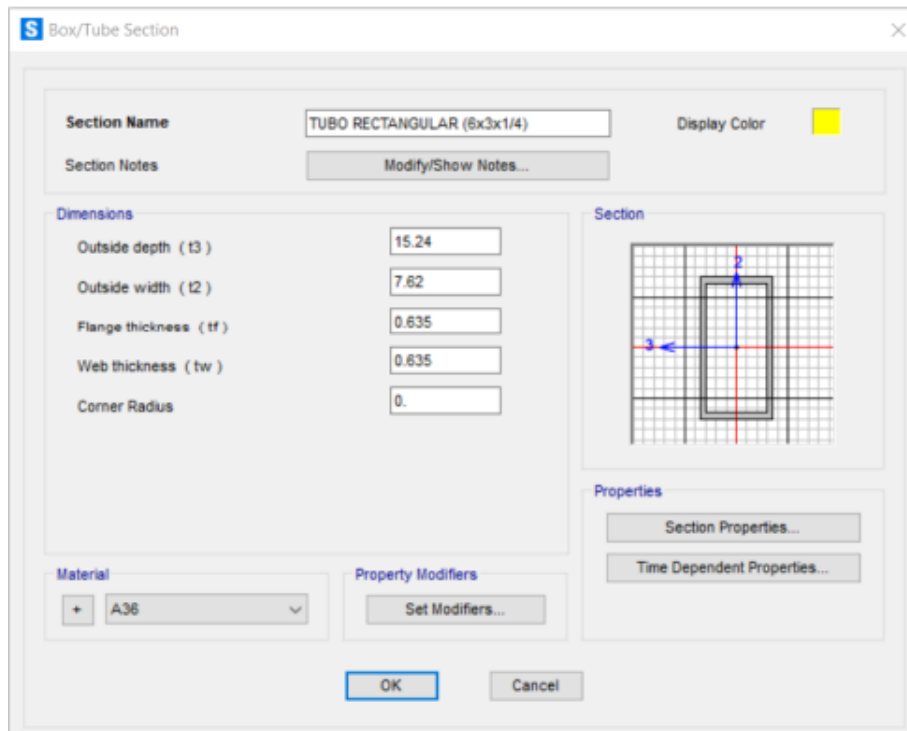
Realizar el análisis de la estructura: se realizó el análisis de la estructura para obtener las deformaciones, esfuerzos y desplazamientos resultantes de las cargas aplicadas.

Verificar el cumplimiento de las normativas y criterios de diseño: se verificó que la estructura cumpliera con las normativas y criterios de diseño establecidos en el método LRFD, en cuanto a resistencia, estabilidad, capacidad de carga, entre otros.

Realizar los ajustes necesarios: en caso de que la estructura no hubiera cumplido con los criterios de diseño, se realizaron los ajustes necesarios en la geometría, las secciones de los elementos o las conexiones, para asegurar la seguridad y estabilidad de la estructura.

Figura 24

Modelamiento de Vigas y Perfiles Metálicos

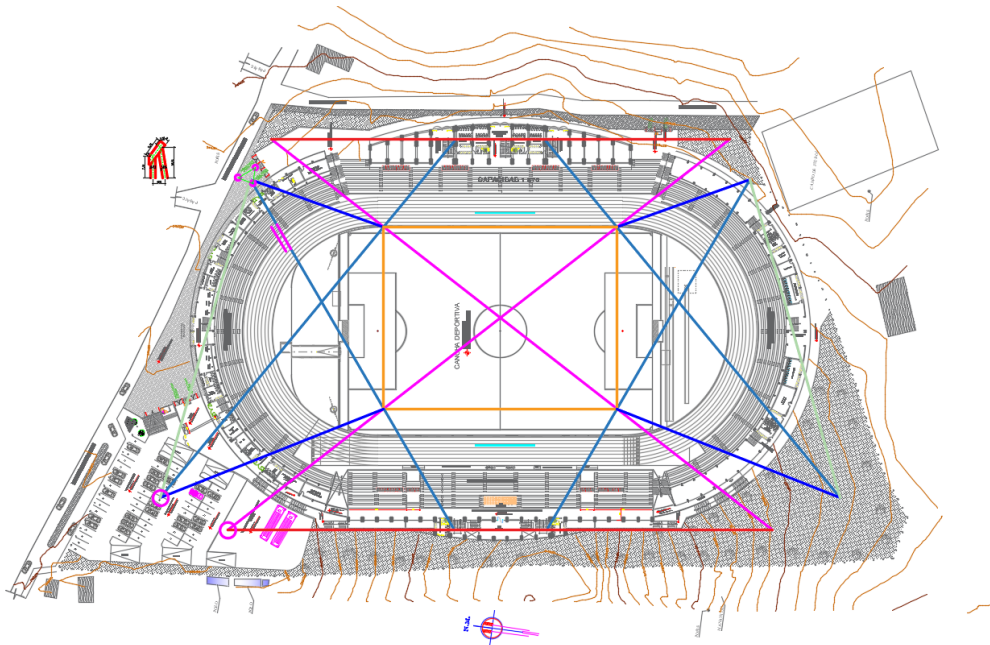


3.6.1.4. Diseño y análisis de la cobertura metálica con tridilosa

El diseño y análisis de la cobertura metálica con tridilosa comenzó con la idea conceptual, el pre dimensionamiento de la estructura de acuerdo a los lineamientos descritos por Ponce (2005) y Sanchez (2023) en el curso Análisis y diseño en estructuras metálicas dictado en la corporación S Ingenieros. Posteriormente, se digitalizó el diseño en un software de modelado 3D para realizar simulaciones estructurales (Revit 2022). Luego, se utilizó un software de cálculo estructural (SAP 2000) para analizar la estabilidad de la estructura de tridilosa. Se realizaron diferentes pruebas y ajustes en el diseño para optimizar su rendimiento frente a cargas de viento y cargas sísmicas.

Figura 25

Vista de la Idea Conceptual de la Cobertura Metálica con Tridilosas



a) Idea conceptual

En la idea conceptual, se determinó la forma y ubicación de los elementos estructurales para la conformación de la cobertura metálica del estadio municipal.

Siendo así, este estuvo constituido principalmente por:

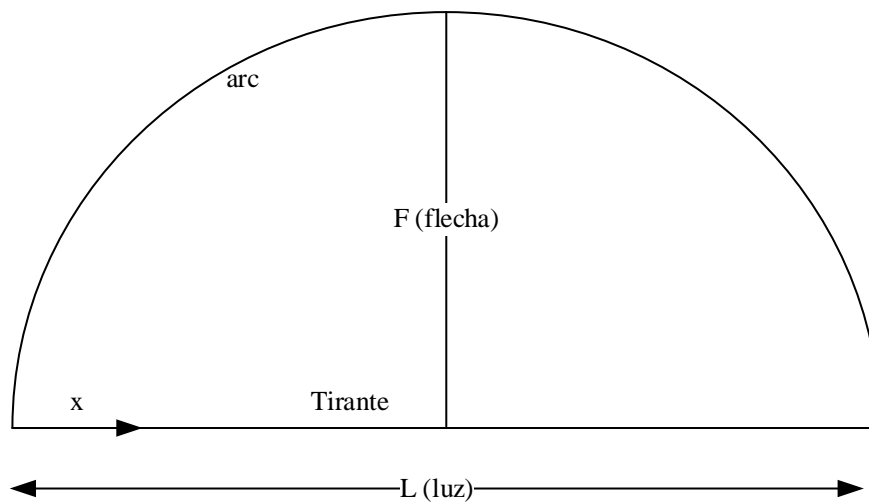
- Dos arcos principales
- Dos arcos secundarios
- Cinco semi arcos
- Una cercha tensora

b) Pre dimensionamiento de la tridilosa

Para la cobertura general se han diseñado arcos metálicos que cubren de extremo a extremo unidos por sistemas de tridilosas, siendo así, el predimensionamiento se ha realizado considerando las relaciones recomendadas para flecha arco:

Figura 26

Diagrama Dimensional de un Pórtico Metálico



Nota: Sanchez (2023) en el curso Análisis y diseño en estructuras metálicas dictado en la corporación S Ingenieros.

Relación recomendada:

$$\frac{f}{L} = \frac{1}{7} \text{ a } \frac{1}{4} \tag{63}$$

*** Arcos principales tipo 1**

- Flecha del arco

La longitud es de 219.50 m. Entonces:

$$f = \frac{219.50}{7} a \frac{219.50}{4} \quad (64)$$

$$f = 31 a 55 m \quad (65)$$

$$f = 43.90 m \quad (66)$$

– Montante del arco

Peralte de la montante:

$$\frac{H}{L} = \frac{1}{40} \quad (67)$$

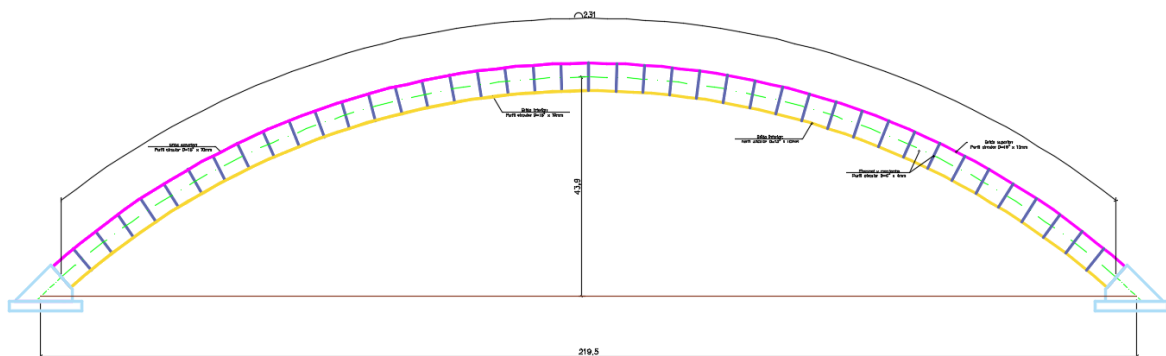
La longitud es de 219.50 m. Entonces:

$$\frac{H}{219.50} = \frac{1}{40} \quad (68)$$

$$H = 5.5 m \quad (69)$$

Figura 27

Diagrama del Arco Tipo 1



– Tridillosas que conectan el arco

Dimensionamiento espacial

$$L_M = 2a \quad (70)$$

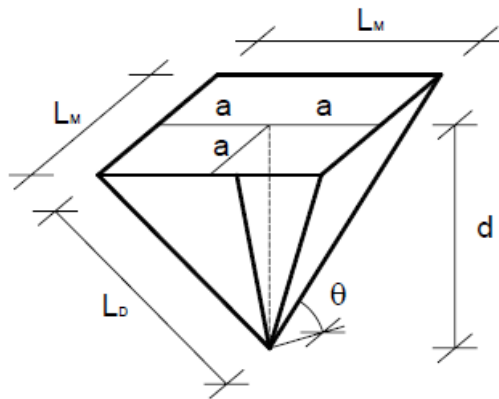
$$L_D = \sqrt{a^2 + a^2 + d^2} \quad (71)$$

$$L_D = \sqrt{2a^2 + d^2} \quad (72)$$

$$\text{sen}\theta = \frac{d}{L_D} \quad (73)$$

Figura 28

Perspectivas del Módulo y Relaciones Geométricas



$$\theta = 71^\circ \tag{74}$$

$$L_D = \frac{d}{\text{sen}\theta} \tag{75}$$

$$L_D = \frac{5.5}{\text{sen}\theta} = 5.817 \text{ m} \tag{76}$$

Se assume 5.83 m.

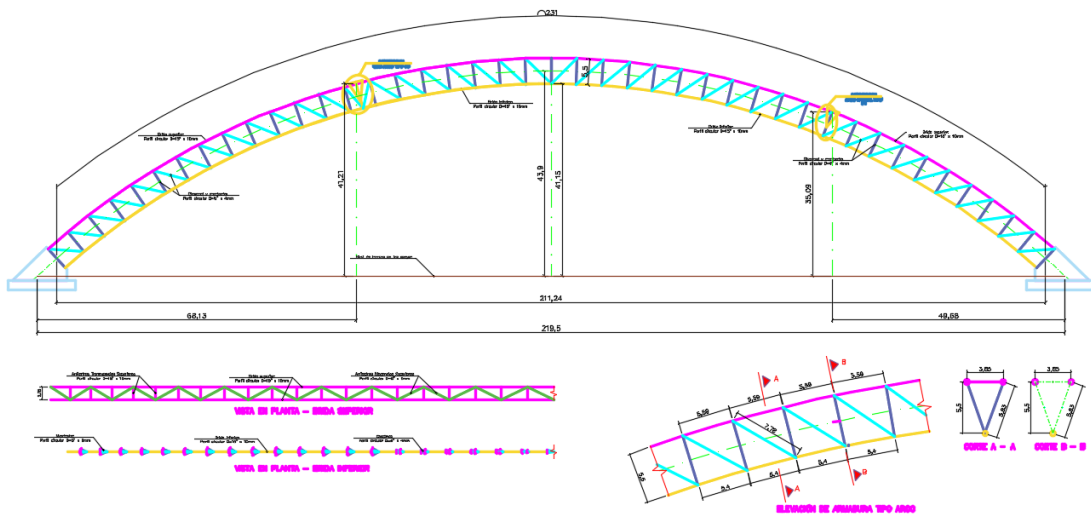
$$a = 1.925 \text{ m} \tag{77}$$

$$L_M = 3.85 \text{ m} \tag{78}$$

Se asume 3.85 m.

Figura 29

Diagrama del Arco Principal y Montantes



El peralte de la montante y la longitud del segmento se verifica de acuerdo al ratio de funcionamiento estructural (ver anexo). En este caso, se observa que para el arco principal la longitud de segmento es de 5.5 m, la cual tiene una ratio de 100% y un total de 43 segmento. Este mismo, procedimiento se siguió para cada uno de los demás arcos que conforman la propuesta.

Figura 30

Verificación del Peralte de la Montante y/o Longitud del Segmento

Arco Tipo 01			
L_horizontal	219.50		
Peralte	5.49	5.50	
Flecha	54.88	43.90	31.36
	43.90		
L_Arco	236.50		
L_Segmento	Ratio Br/Mo	# Segmentos	
3.5	64%	67.57	
3.6	65%	65.69	
3.7	67%	63.92	
3.8	69%	62.24	
3.9	71%	60.64	
4	73%	59.13	
4.1	75%	57.68	
4.2	76%	56.31	
4.3	78%	55.00	
4.4	80%	53.75	
4.5	82%	52.56	
4.6	84%	51.41	
4.7	85%	50.32	
4.8	87%	49.27	
4.9	89%	48.27	
5	91%	47.30	
5.1	93%	46.37	
5.2	95%	45.48	
5.3	96%	44.62	
5.4	98%	43.80	
5.5	100%	43.00	

Nota: (ver anexo).

c) Modelamiento en el programa SAP2000

Para el modelamiento de la estructura se definieron las propiedades de los materiales a utilizar, siendo acero A572 grado 50, el cual presenta las siguientes características:

- Resistencia del acero A572 (fy): 3515.3481Kg/cm²
- Módulo de Elasticidad A572 (E): 2038901.9 Kg/cm²
- Módulo de Poisson A572 (u): 0.30
- Resistencia a la tracción (fu) : 4569.9526 kg/cm²

Figura 31

Propiedades de los Materiales en el Programa SAP2000

The screenshot shows the 'Material Property Data' dialog box with the following data:

Section	Property	Value
General Data	Material Name and Display Color	A572Gr50
	Material Type	Steel
	Material Grade	Grade 50
	Material Notes	Modify/Show Notes...
Weight and Mass	Weight per Unit Volume	7.849
	Mass per Unit Volume	0.8004
Units	Units	Tonf, m, C
Isotropic Property Data	Modulus Of Elasticity, E	20389019.
	Poisson, U	0.3
	Coefficient Of Thermal Expansion, A	1.170E-05
	Shear Modulus, G	7841930.
Other Properties For Steel Materials	Minimum Yield Stress, Fy	35153.48
	Minimum Tensile Stress, Fu	45699.53
	Expected Yield Stress, Fye	38668.83
	Expected Tensile Stress, Fue	50269.48

At the bottom of the dialog, there is a checkbox labeled 'Switch To Advanced Property Display' which is currently unchecked. Below the checkbox are 'OK' and 'Cancel' buttons.

Luego se procede a definir las secciones de todo el arco predimensionado para su análisis estructural, este proceso se repite para cada uno de los arcos, hasta formar una sola estructura global.

Figura 32

Definición de las Secciones del Arco

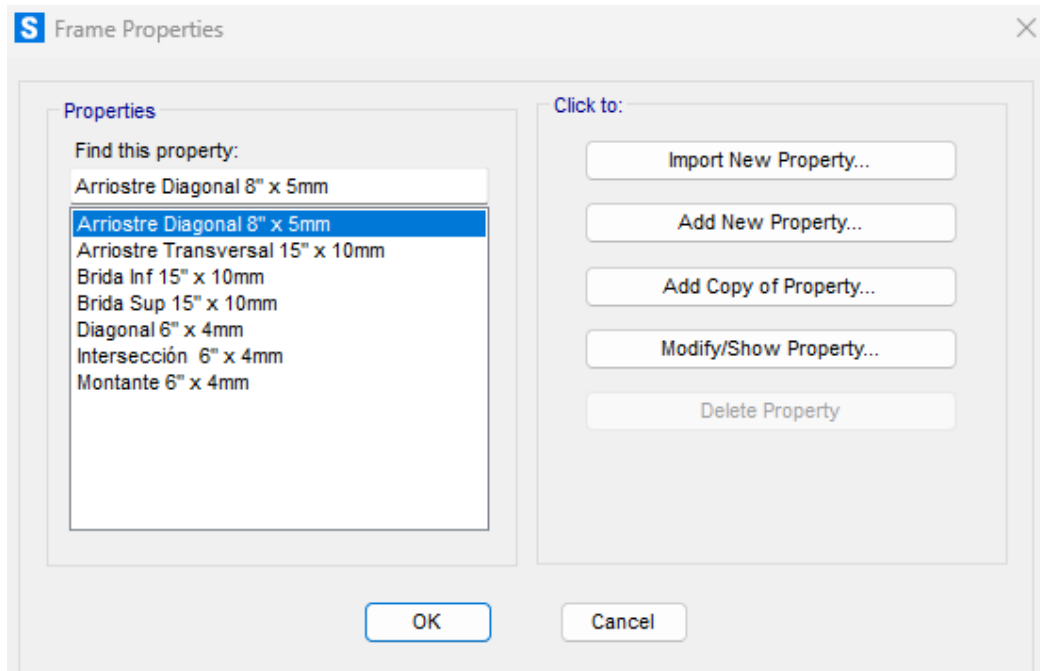


Figura 33

Colocación de las Dimensiones del Material a Utilizar

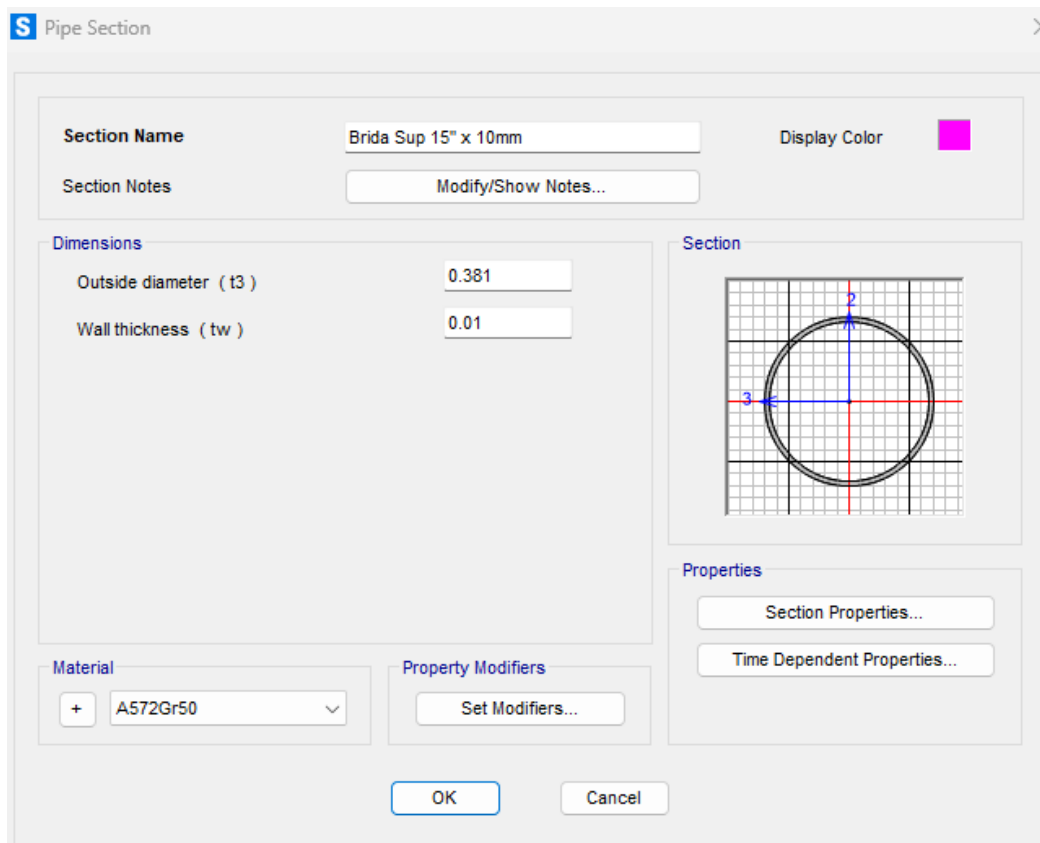


Figura 34

Verificación de las Propiedades de la Sección para el Cálculo

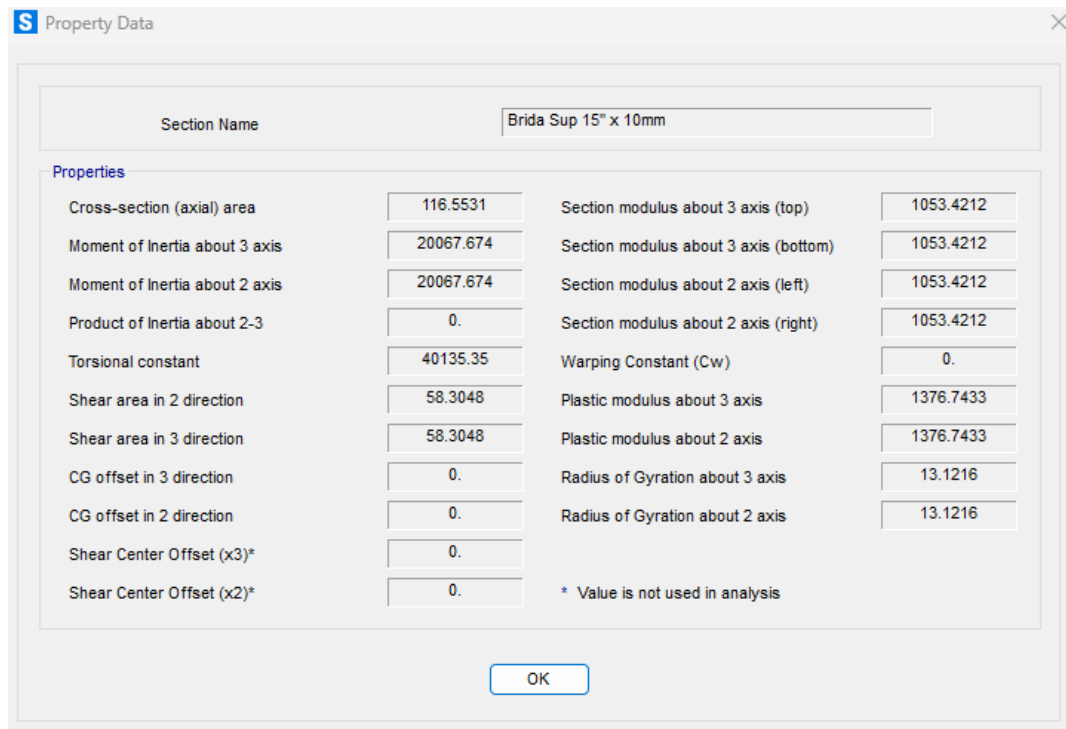


Figura 35

Inicio del Modelo Colocando los Arcos Principales

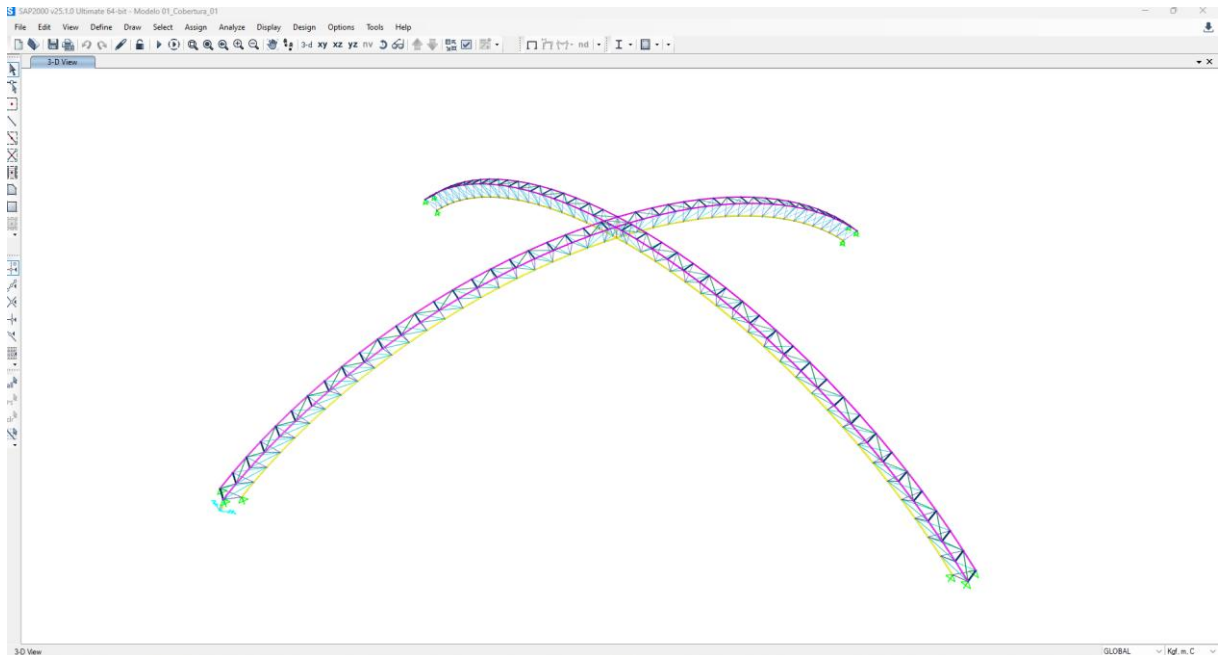


Figura 36

Colocación de los Arcos y Semiarcos

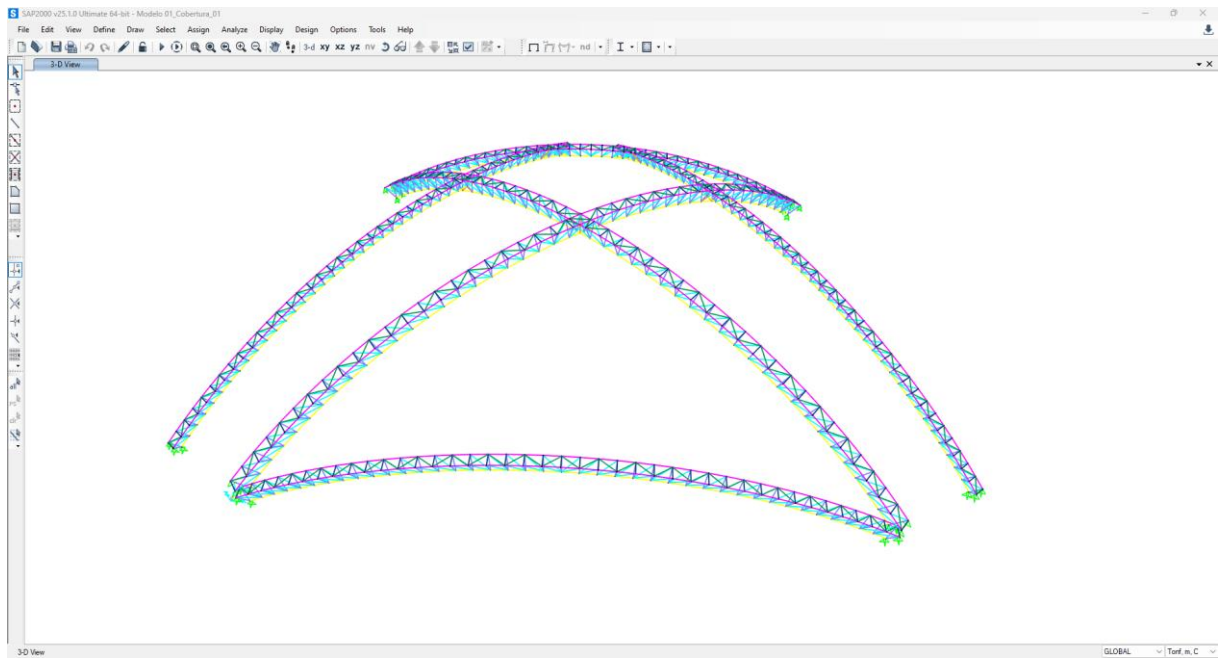


Figura 37

Realización del Modelo Global

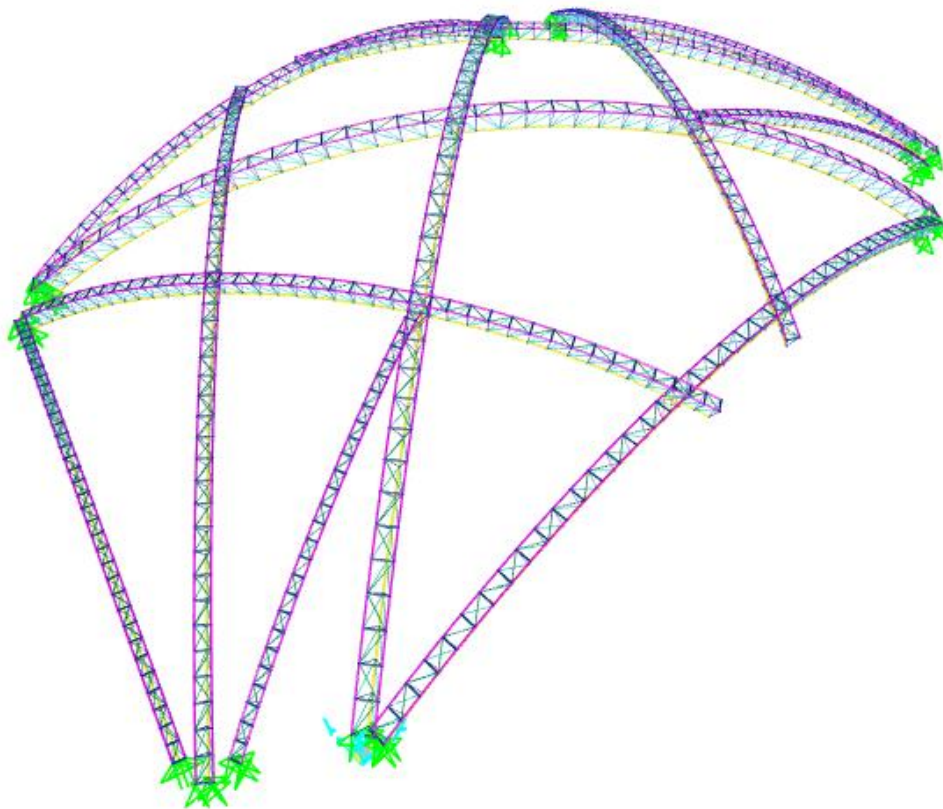


Figura 38

Vista Frontal del Modelo Planteado en SAP2000

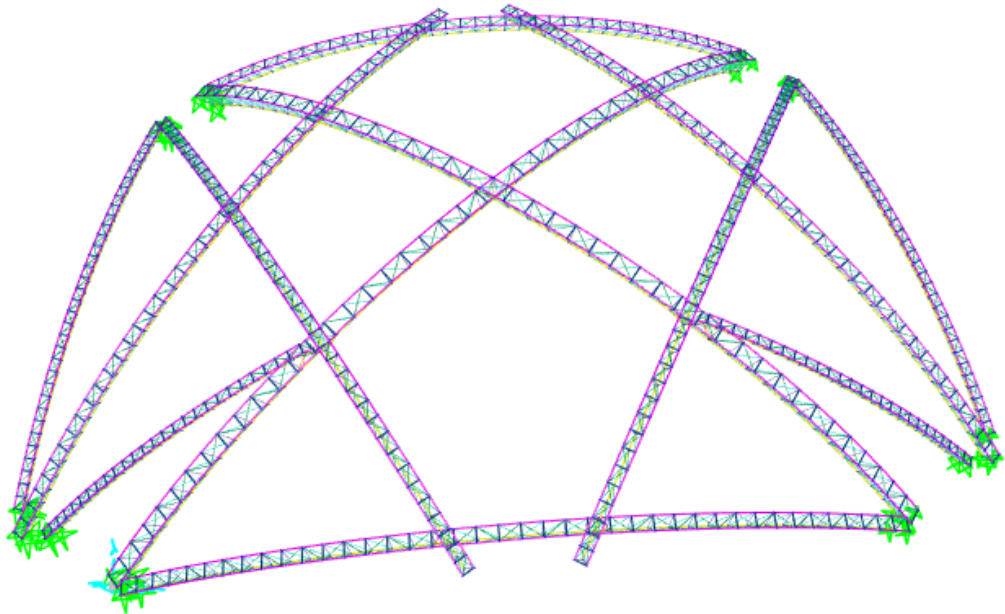
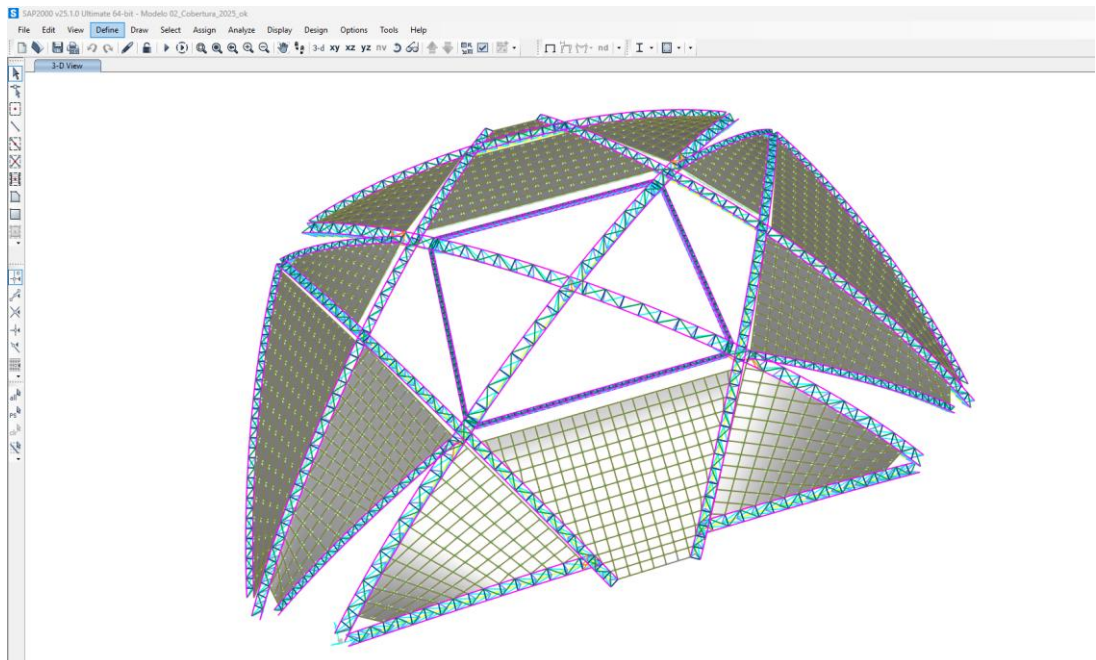


Figura 39

Modelo Matemático Terminado en SAP2000

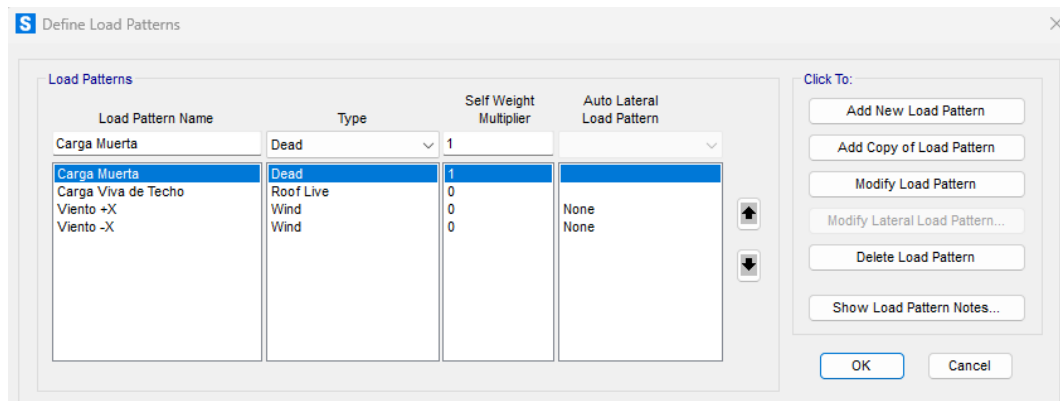


d) Definición de cargas

Las cargas muerta, viva y de viento se calcularán de acuerdo a la estructura en mención utilizando para ello las siguientes fórmulas, pero la carga sísmica será igual al del cálculo del modelo convencional.

Figura 40

Colocación de Cargas en el Programa SAP2000



Estados de cargas:

* Carga muerta

Corresponde a cargas permanentes en base a su peso unitario a la cual estará sometida la estructura, entre las que se encuentran el peso propio de los elementos estructurales y no estructurales que la conforman.

La estructura, además de su peso propio estará sometido a las siguientes cargas permanentes:

- Peso de cubierta ligera: 8 Kg/m².
- Peso de instalaciones: 12 Kg/m².

* Carga viva

Corresponden a cargas móviles a las cuales estará sometida la estructura, producto de su tipo de uso. Estos valores son tomados de acuerdo a la Tabla N°1. Del Capítulo 3 de la Norma E.020.

Carga viva en techo: 30 kg/m².

Figura 41

Asignación de Cargas Muerta en los Arcos de las Tridilosas

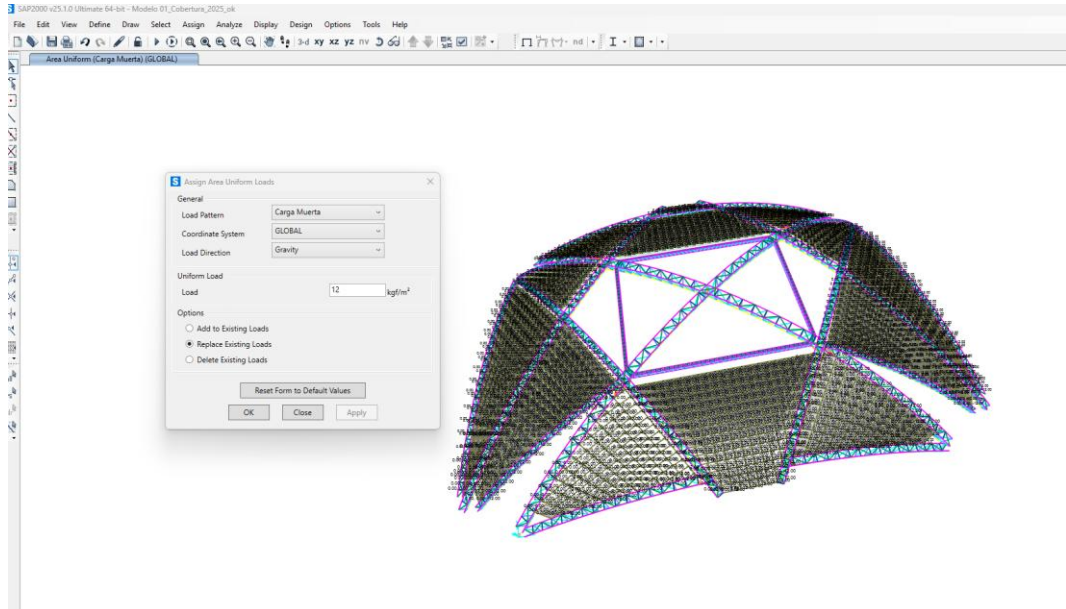
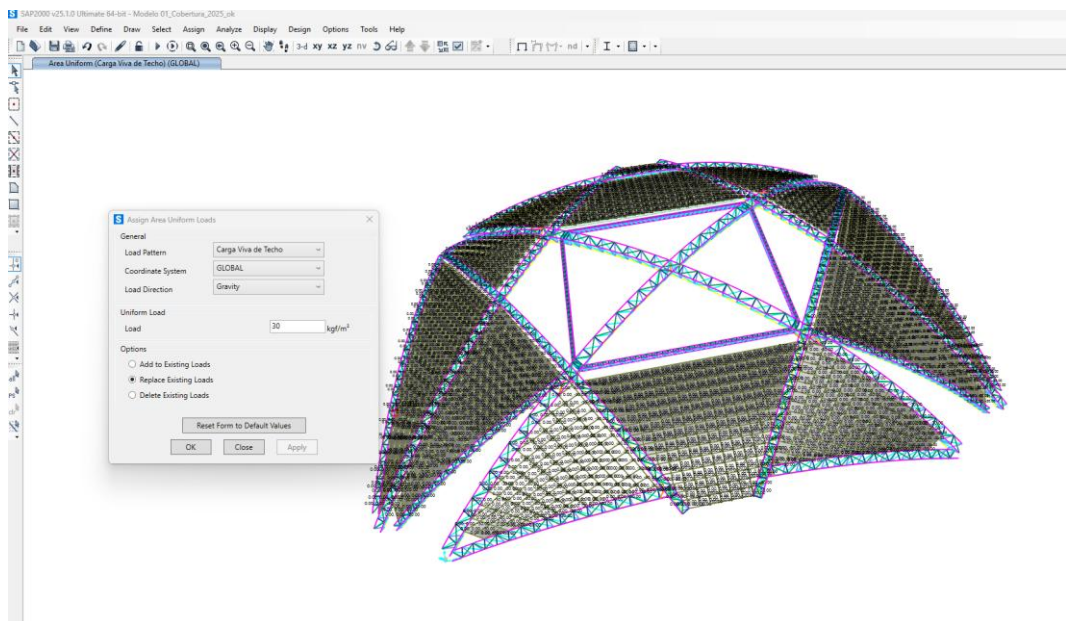


Figura 42

Asignación de Cargas Viva de Techo en los Arcos de las Tridilosas



* Carga de viento

Fuerza de viento

Las fuerzas de viento actuantes sobre la estructura se estimaron de acuerdo a las recomendaciones dadas en la NTP E020.

Velocidad de diseño

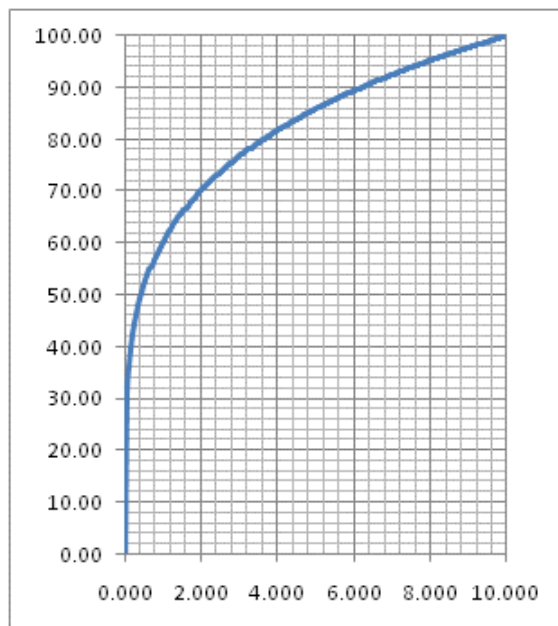
La velocidad de diseño del viento hasta 10m de altura será la velocidad máxima adecuada a la zona de ubicación de la edificación, pero no menos de 75 Km/h. La velocidad de diseño del viento en cada altura de la edificación se obtendrá de la siguiente expresión:

$$V_h = V \left(\frac{h}{10} \right)^{0.22} \quad (79)$$

Donde, h es la altura sobre el terreno igual a 43.9 m, velocidad de diseño hasta 10 m de altura igual a 75 km/h, V_h velocidad de diseño en la altura h siendo en este caso 103.85 km/h.

Figura 43

Variación del Viento con la Altura según la Norma E.020



Nota: Norma E020 (MVCS, 2006).

Carga exterior del viento

La carga exterior (presión o succión) ejercida por el viento se supondrá estática y perpendicular a la superficie sobre la cual actúa. Se calculará de la expresión:

$$Ph = 0.005CV_h^2 \quad (80)$$

Donde, Ph Presión o succión del viento a una altura h en Kg/m², C es un factor de forma adimensional indicado en la tabla 5.4 de la norma E020 (MVCS, 2006), Vh velocidad de diseño a la altura h, en Km/ hora, definida en la sección anterior.

A continuación, se muestra el análisis de la carga exterior del viento según la norma E020 (MVCS, 2006).

Tabla 11

Factores de Forma C para el Análisis de Cargas de Viento

Factores de Forma "C"	Barlovento	Sotavento
Arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda 45°.	0.80 -0.80	-0.50
Superficies verticales o inclinadas (planas o curvas) paralelas a la dirección del viento.	-0.70	-0.70

Tabla 12

Cargas de Viento

Descripción	P _{h1}	
Barlovento - Dirección X		
V _h : Velocidad de diseño a la altura h, en Km/h.	103.85	103.85
C: Factor de forma adimensional indicado en la tabla 4.	0.80	-0.80
P _h : Presión o succión del viento a una altura h en kg/m ² .	43.14	-43.14
Sotavento - Dirección X		
V _h : Velocidad de diseño a la altura h, en Km/h.	103.85	
C: Factor de forma adimensional indicado en la tabla 4.	-0.50	
P _h : Presión o succión del viento a una altura h en kg/m ² .	-26.96	
Barlovento/Sotavento - Dirección Y		
V _h : Velocidad de diseño a la altura h, en Km/h.	103.85	
C: Factor de forma adimensional indicado en la tabla 4.	-0.70	
P _h : Presión o succión del viento a una altura h en kg/m ² .	-37.75	

Figura 44

Asignación de Cargas de Viento: Presión en Barlovento, Dirección + X

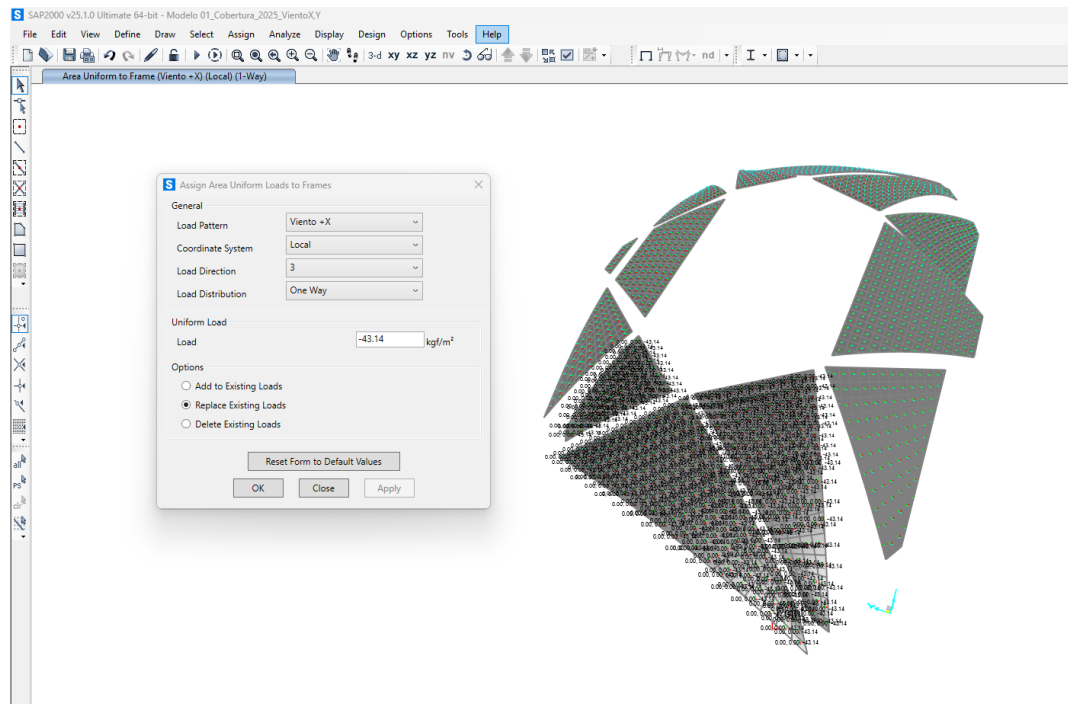


Figura 45

Asignación de Cargas de Viento: Presión en Sotavento, Dirección +X

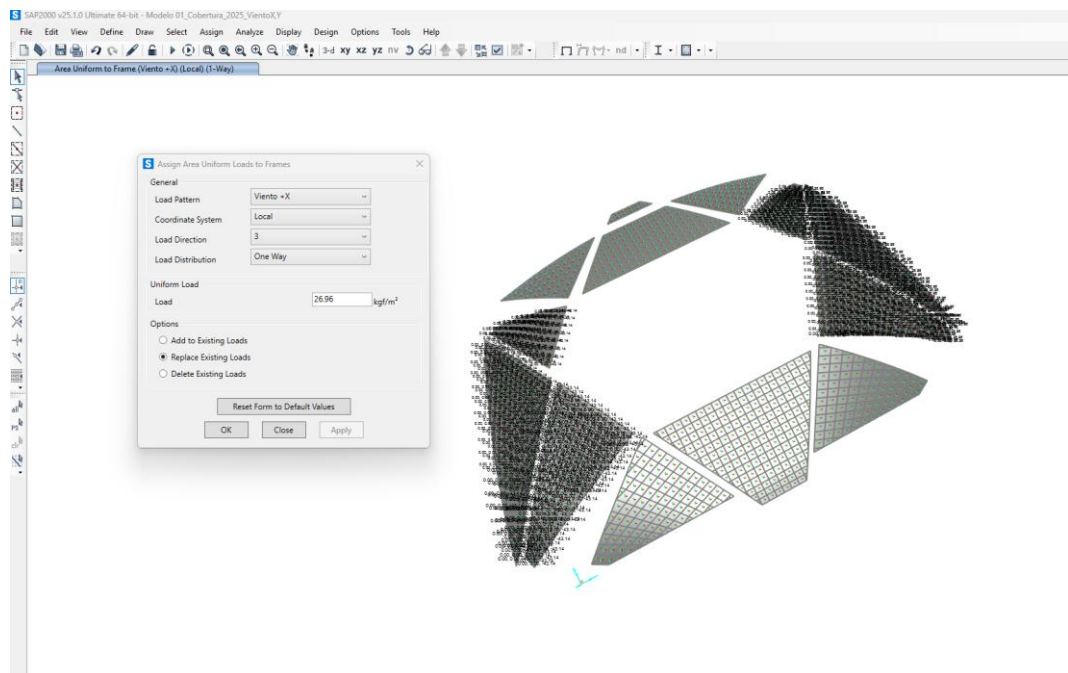


Figura 46

Asignación de Cargas de Viento: Presión en Sotavento, Dirección - X

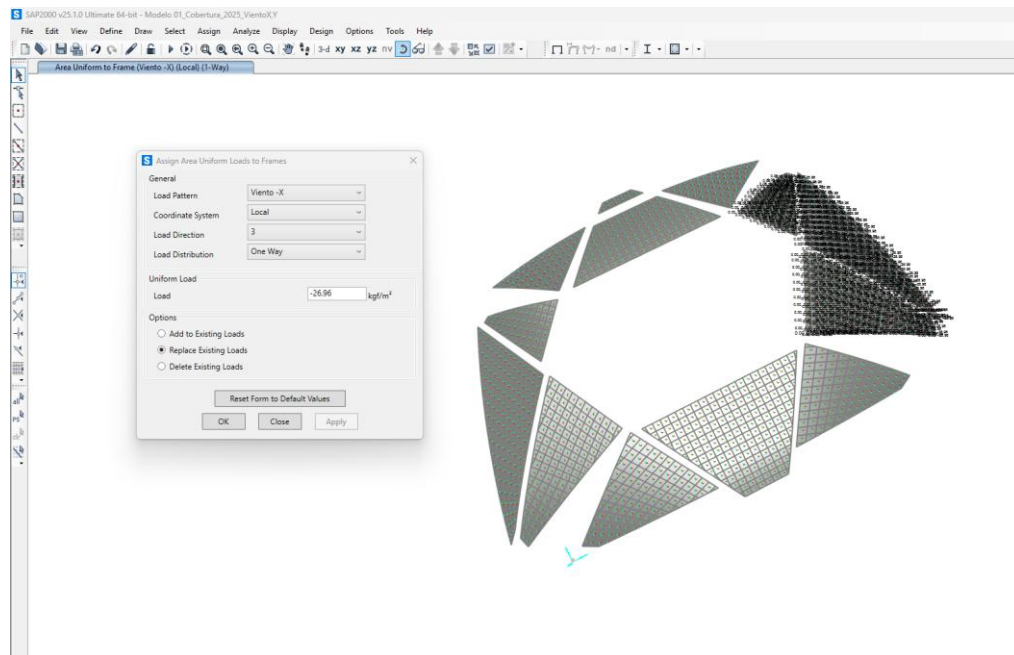


Figura 47

Asignación de Cargas de Viento: Presión en Barlovento, Dirección -X

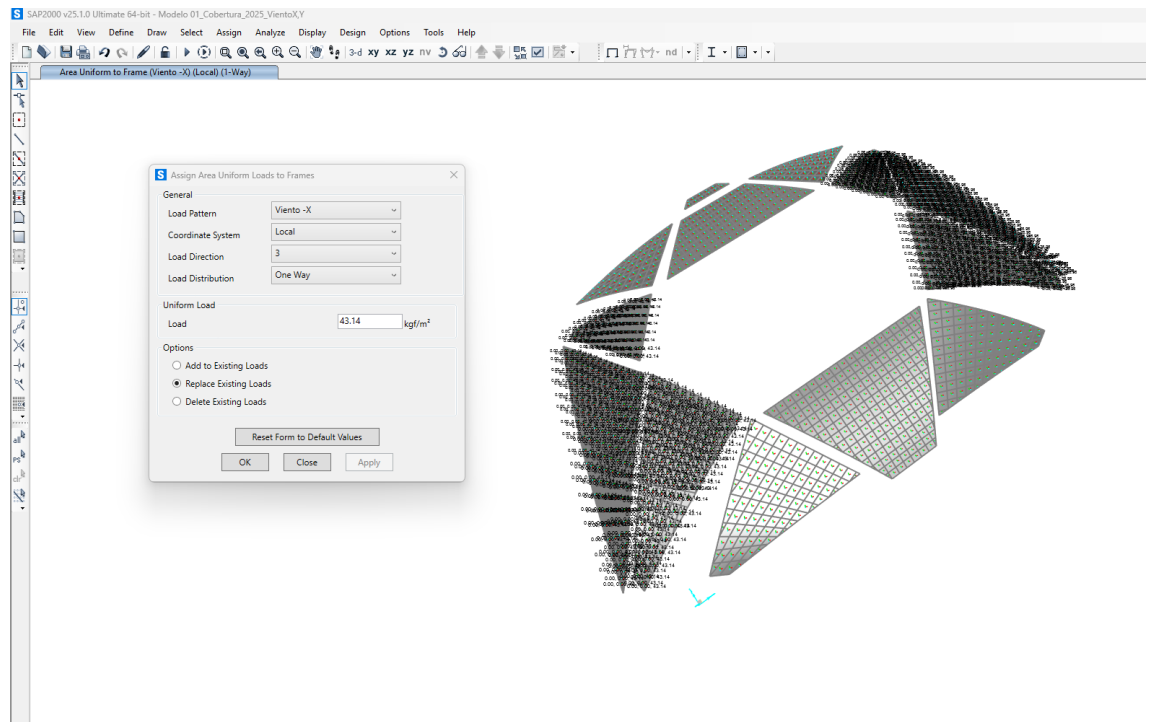


Figura 48

Asignación de Cargas de Viento: Presión en Barlovento, Dirección + Y

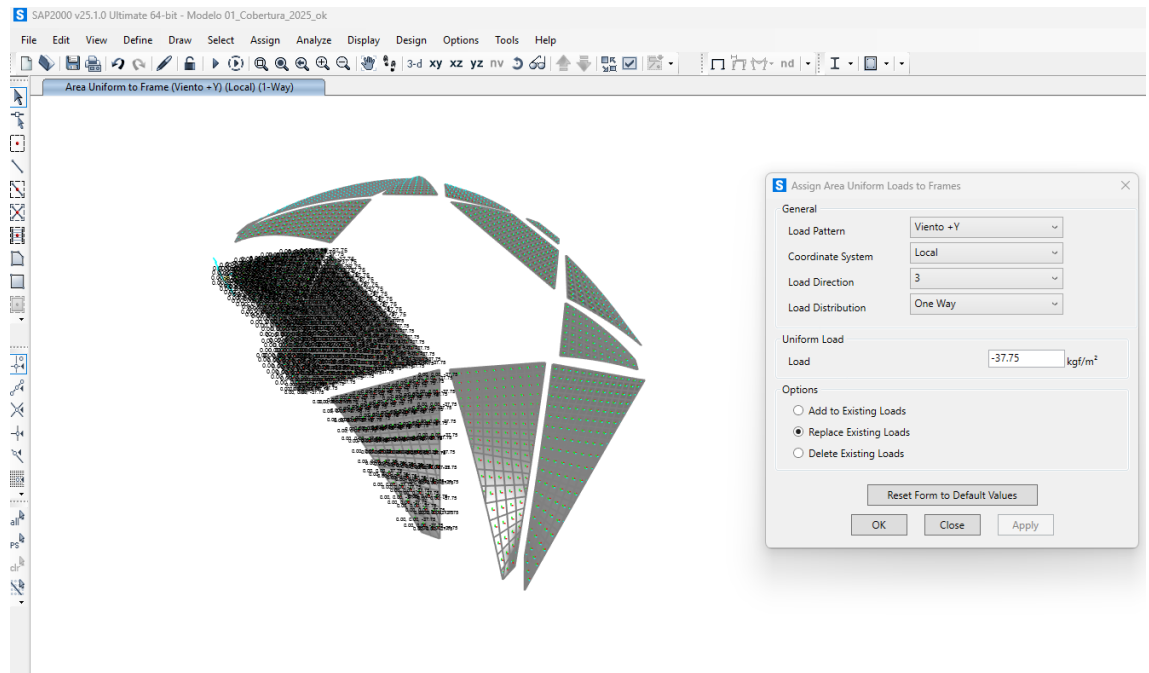


Figura 49

Asignación de Cargas de Viento: Presión en Sotavento, Dirección +Y

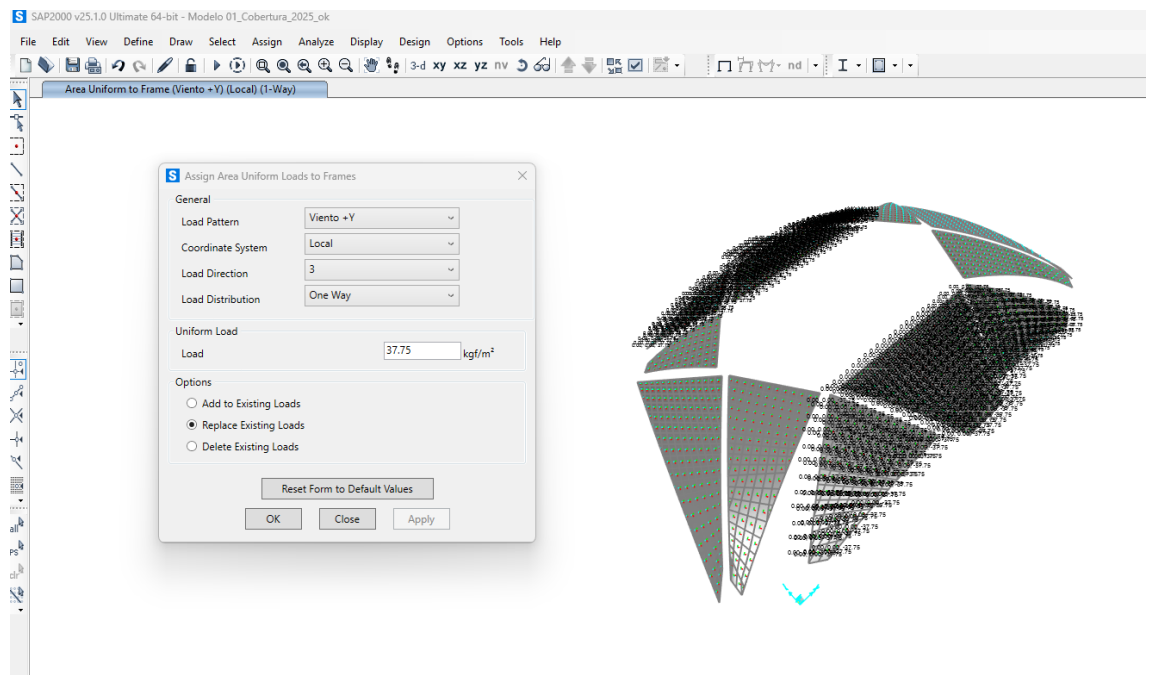


Figura 50

Asignación de Cargas de Viento: Presión en Sotavento, Dirección - Y

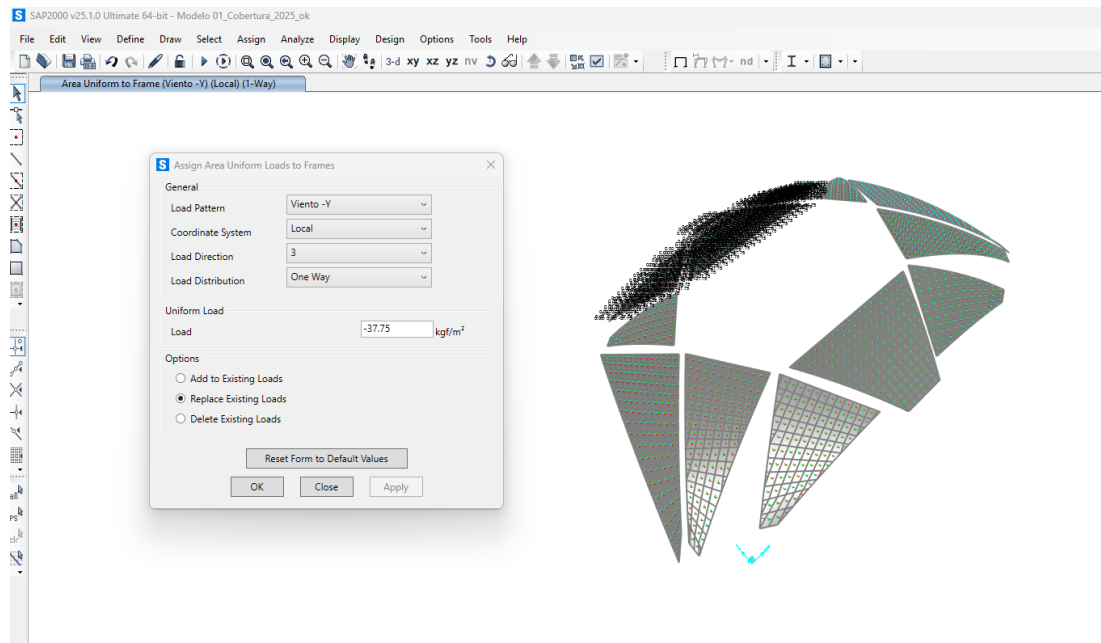
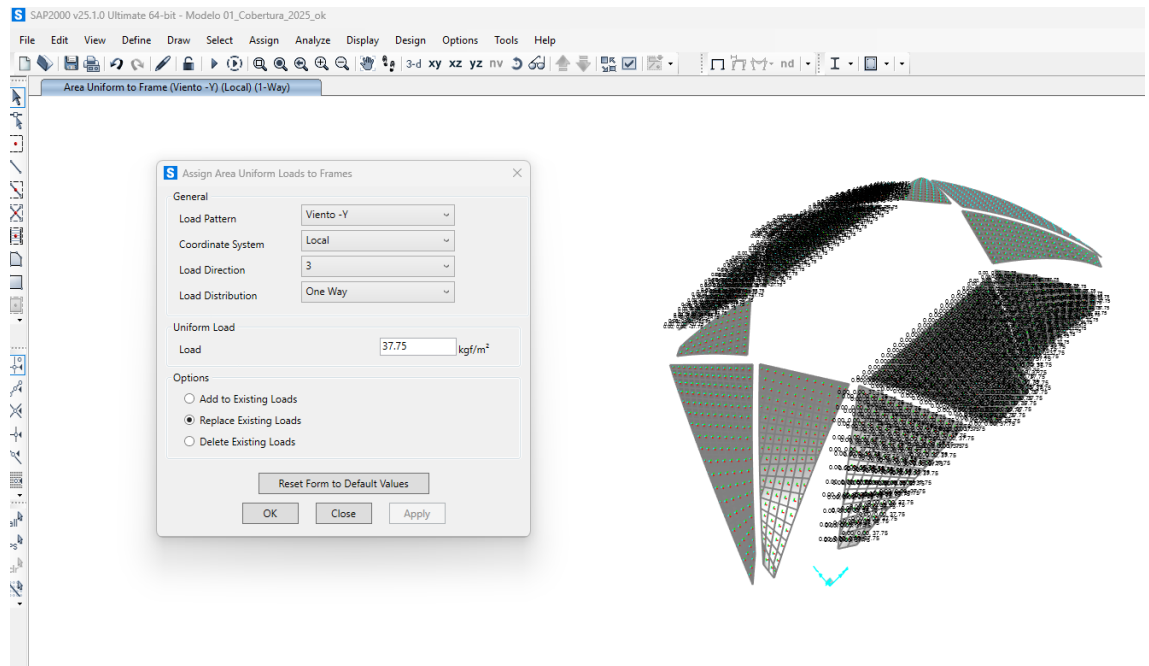


Figura 51

Asignación de Cargas de Viento: Presión en Barlovento, Dirección -Y



e) Combinación de cargas

De acuerdo a la norma E.090, se eligieron las combinaciones de carga para el análisis estructural de la cobertura metálica con sistema de tridilosa:

$$1.4 D \tag{81}$$

$$1.2 D + 0.5Lr \tag{82}$$

$$1.2 D + 1.6Lr + 0.8W \tag{83}$$

$$1.2 D + 1.6Lr - 0.8W \tag{84}$$

$$1.2 D + 1.3W + 0.5Lr \tag{85}$$

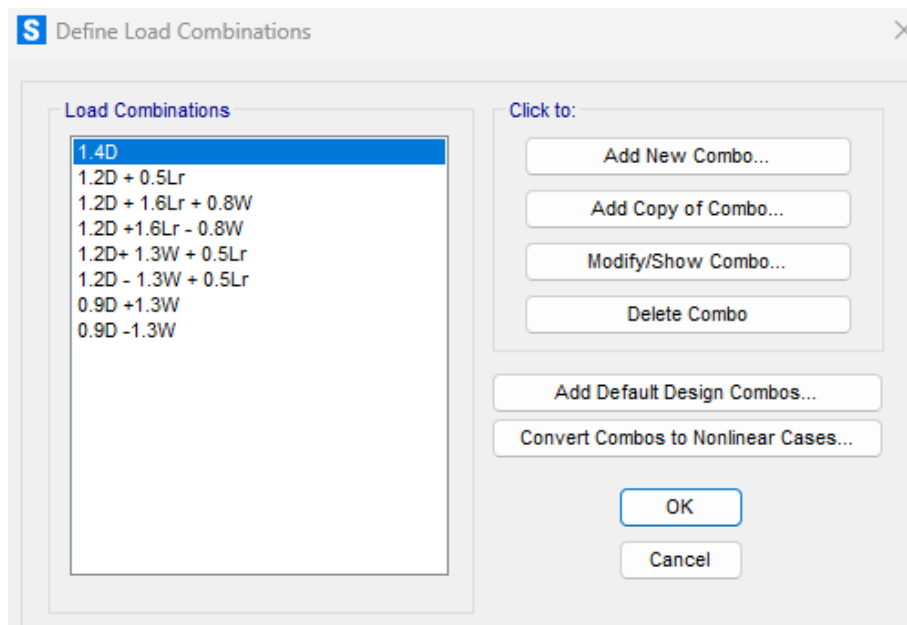
$$1.2D - 1.3W + 0.5Lr \tag{86}$$

$$0.9 D + 1.3W \tag{87}$$

$$0.9 D - 1.3 W \tag{88}$$

Figura 52

Combinaciones de Carga para el Análisis Estructural



De acuerdo a las combinaciones, se ha determinado que se requiere una resistencia requerida (LRFD) de 245.71 tonnef.

f) Diseño y verificación de elementos por compresión, flexión y tracción

Relación ancho – espesor

$$\lambda = \frac{D}{t} = 38.10 \quad (89)$$

En compresión:

$$\lambda r_{nc} = 0.11 \frac{E}{F_y} = 63.80 \quad (90)$$

En flexión

$$\lambda p_f = 0.07 \frac{E}{F_y} = 40.60 \quad (91)$$

$$\lambda r_{nc} = 0.31 \frac{E}{F_y} = 179.80 \quad (92)$$

$$\lambda \leq \lambda p_f = \text{Sección compacta} \quad (93)$$

Capacidad de pandeo flexional

Relación de esbeltez, Eje y-y

$$\frac{K.L}{r_y} \leq 200 \quad (94)$$

$$\frac{K.L}{r_y} = 42.678 \quad (95)$$

$$\frac{K.L}{r_y} \leq 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 113.43 \text{ Pandeo inelástico} \quad (96)$$

Esfuerzo de pandeo crítico elástico:

$$F_{ey} = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{K.L}{r_y}\right)^2} = 11.048 \text{ tonnef/cm}^2 \quad (97)$$

Relación de esbeltez, eje x-x

$$\frac{K.L}{r_x} \leq 200 \quad (98)$$

$$\frac{K.L}{r_x} = 42.678 \quad (99)$$

$$\frac{K.L}{r_x} \leq 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 113.43 \text{ Pandeo inelástico} \quad (100)$$

Esfuerzo de pandeo crítico elástico:

$$Fey = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{K.L}{rx}\right)^2} = 11.048 \text{ tonnef/cm}^2 \quad (101)$$

Capacidad de pandeo torsional

$$Fez = \left(\frac{\pi^2 \times E \times Cw}{Kz \times L} + G \times J\right) \frac{1}{Ix + Iy} = 786.514 \text{ tonnef/cm}^2 \quad (102)$$

El menor valor de pandeo crítico elástico:

$$Fe = \min(Fex, Fey, Fez) = 11.048 \text{ tonnef/cm}^2 \quad (103)$$

Entonces, esfuerzo de pandeo flexional:

$$Fcr = \left(0.658 \frac{Fy}{Fe}\right) Fy = 3.077 \text{ tonnef/cm}^2 \quad (104)$$

Resistencia nominal a compresión:

$$Pn = Fcr \times Ag = 358.637 \text{ tonnef/cm}^2 \quad (105)$$

Elemento en compresión (ASD):

$$\Omega_c = 1.67 \quad (106)$$

Elemento en compresión (LRFD):

$$\phi_c = 0.90 \quad (107)$$

Resistencia admisible de diseño (ASD):

$$P_{C_{ASD}} = \frac{Pn}{\Omega_c} = 214.753 \text{ tonnef} \quad (108)$$

Resistencia admisible de diseño (LRFD):

$$P_{C_{LRFD}} = Pn \times \phi_c = 322.773 \text{ tonnef} \quad (109)$$

Verificación según LRFD

$$Pu \leq Pn \times \phi_c \quad (110)$$

$$245.71 \text{ tonnef} \leq 322.77 \text{ tonnef (Correcto)} \quad (111)$$

$$\text{Ratio de demanda} - \text{capacidad} = \frac{Pu}{Pn \times \phi_c} = 0.761 \quad (112)$$

g) Análisis estructural estático

La norma E.030 de diseño sismorresistente indica el proceso para el análisis estático de la estructura a fin de determinar el periodo, el coeficiente de reducción R, el cálculo de la amplificación sísmica, el coeficiente de cortante estática, y la cortante estática.

Periodo fundamental de vibración

$$T = \frac{hn}{CT} = \frac{43.14}{35} = 1.23 \text{ seg.} \quad (113)$$

Donde Hn es 43.14, Ctx es 35, Cty es 35, por lo que, el Tx e Ty es 1.23 seg.

Parámetros sísmicos

Los parámetros sísmicos que estipula la norma E.030, considerados para el análisis, son los siguientes:

Tabla 13

Factores de Análisis Sísmico

Factor	Nomenclatura	Clasificación	Valor	Justificación
Zona	Z	2	0.25	Zona Sísmica 2
Uso	U	B	1.3	Edificaciones importantes
		S	1.20	
Suelo	S2	Tp	0.60	Grava Limosa (GM)
		TL	2.00	
Coeficiente de reducción	Rx	Pórtico de acero	8	Pórticos Especiales Resistentes a Momentos.
	Ry	Pórtico de acero	8	Pórticos Especiales Resistentes a Momentos.

Cálculo de amplificación sísmica “C”

$$Tp < T < TL \quad (114)$$

$$Tx = 1.23 \quad (115)$$

$$Ty = 1.23 \quad (116)$$

$$TP = 0.60 \quad (117)$$

$$C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right) \quad (118)$$

$$C_x = 1.22 \quad (119)$$

$$C_y = 1.22 \quad (120)$$

Cálculo del coeficiente cortante

$$C_x = \frac{ZUSC_x}{R} = 0.0593 \quad (121)$$

$$C_y = \frac{ZUSC_y}{R} = 0.0593 \quad (122)$$

El valor de C/R no debe considerarse menor que:

$$\text{En } x: \frac{C}{R} \geq 0.11 = 0.152 \text{ (Ok)} \quad (123)$$

$$\text{En } y: \frac{C}{R} \geq 0.11 = 0.152 \text{ (Ok)} \quad (124)$$

Fuerza en la base

$$V = \frac{ZUCS}{R} P = 1662917.35 \quad (125)$$

Tabla 14

Masa y Peso de la Estructura

N ^a	Masa (Kgf-s ² /m)		peso (Kgf)	
	X	Y	X	Y
Piso 1	1662917.35	1662917.35	16307731.6	16307731.6

La fuerza cortante en X: 967.49 ton

La fuerza cortante en Y: 967.49 ton

h) Análisis sísmico

El análisis sísmico se realiza utilizando un modelo matemático tridimensional.

Se calcula la carga de sismo aplicada horizontalmente prescrita en forma empírica representada por la expresión:

$$S_a = \frac{Z_c \times U_c \times C_s \times S_s}{R_d} \quad (126)$$

Figura 53

Espectro de Pseudo – Aceleraciones

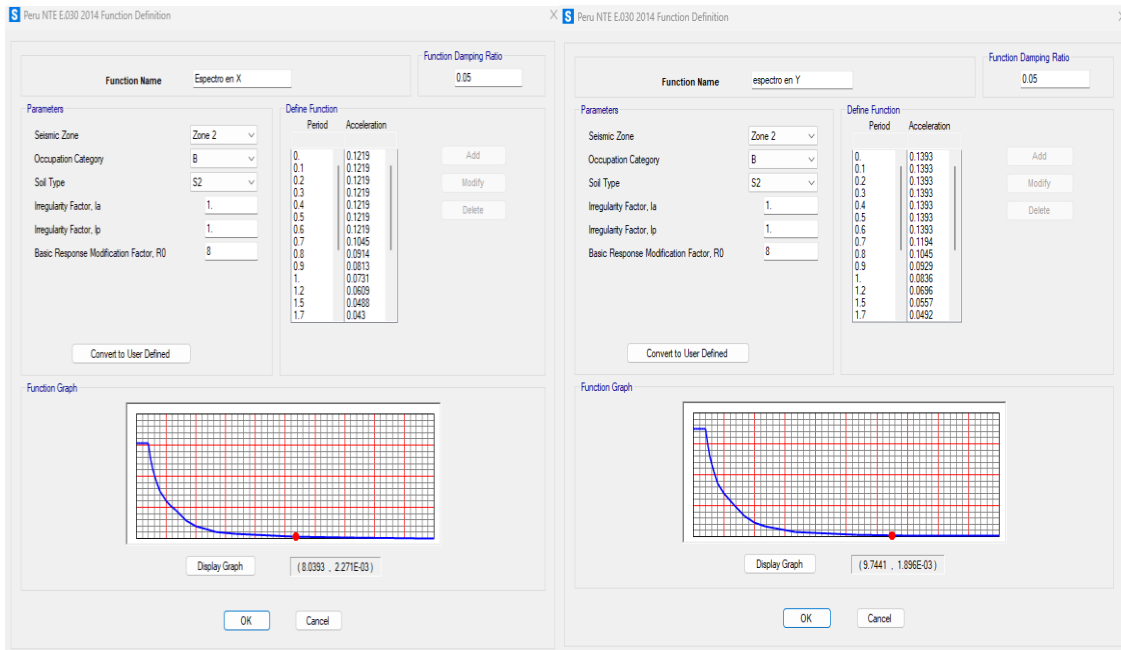


Figura 54

Sismo Dinámico en X

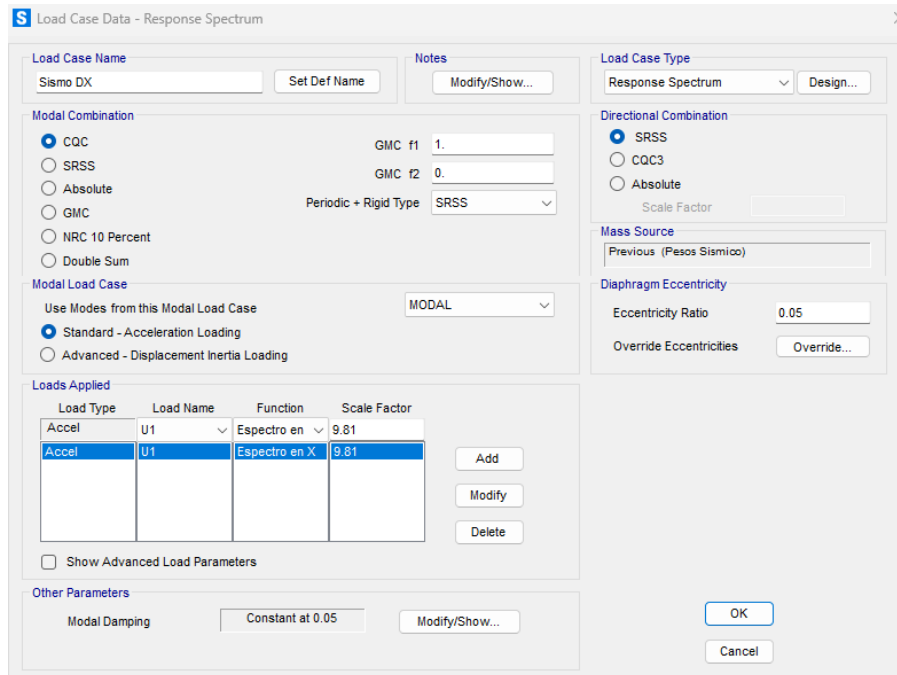


Figura 55

Sismo Dinámico en Y

Load Case Data - Response Spectrum

Load Case Name: Sismo DY

Notes: Modify/Show...

Load Case Type: Response Spectrum

Modal Combination:

- CQC
- SRSS
- Absolute
- GMC
- NRC 10 Percent
- Double Sum

GMC f1: 1.0
GMC f2: 0.0
Periodic + Rigid Type: SRSS

Modal Load Case: MODAL

Use Modes from this Modal Load Case:

- Standard - Acceleration Loading
- Advanced - Displacement Inertia Loading

Loads Applied:

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U2	espectro en	9.81
Accel	U2	espectro en Y	9.81

Other Parameters: Modal Damping: Constant at 0.05

j) Análisis de verificación en SAP 2000

Se realizó el análisis de la estructura para obtener las deformaciones, esfuerzos y desplazamientos resultantes de las cargas aplicadas.

Se verificó que la estructura cumpliera con las normativas y criterios de diseño establecidos en el método LRFD, en cuanto a resistencia, estabilidad, capacidad de carga, entre otros.

En caso de que la estructura no hubiera cumplido con los criterios de diseño, se deberían realizar los ajustes necesarios en la geometría, las secciones de los elementos o las conexiones, para asegurar la seguridad y estabilidad de la estructura, pero en el caso del estudio este paso no fue necesario debido a que, el planteamiento inicial cumplió con los requisitos de diseño.

Figura 56

Verificación de las Secciones

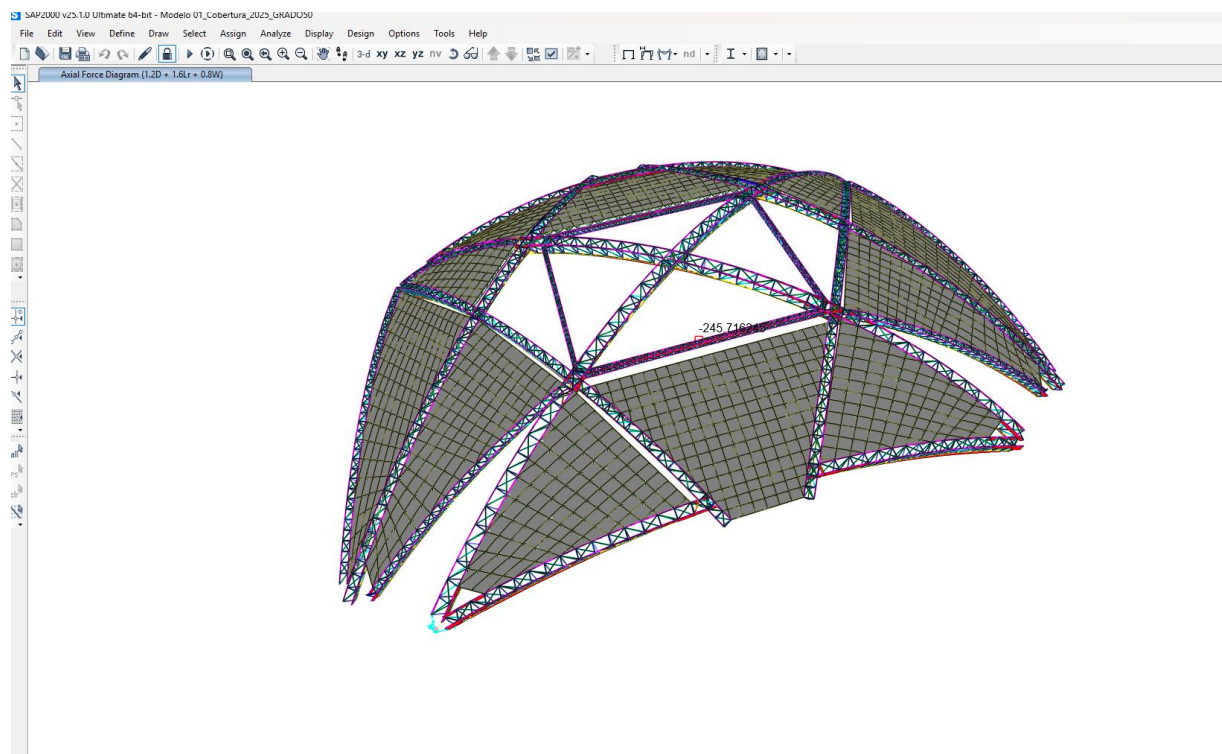
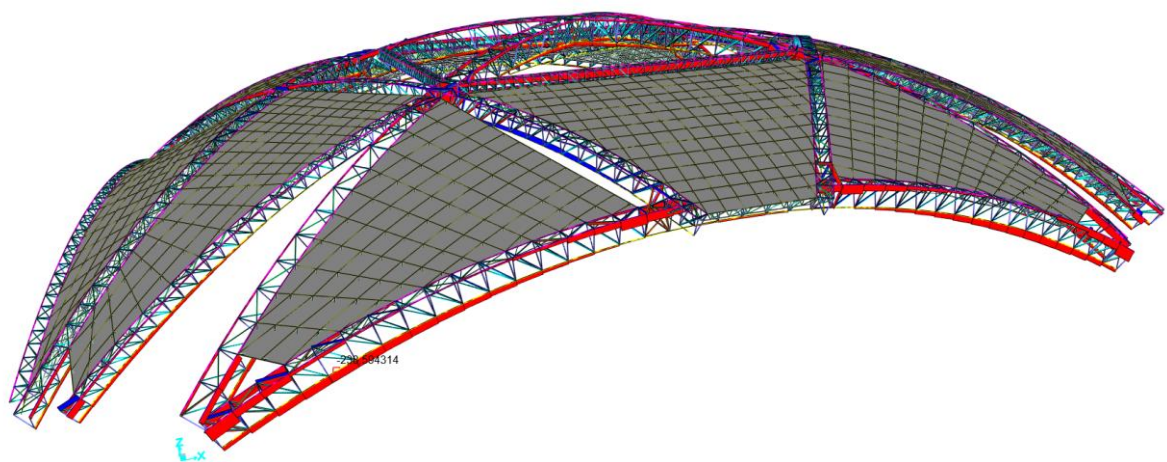


Figura 57

Vista del Modelo Tridimensional Final



3.6.1.5. Análisis de costos unitarios de la cobertura metálica convencional y con tridilosas

Para la estimación de costos del sistema de cobertura metálica con estructura parabólica convencional y con tridilosas se ha utilizado el software S10. Se han utilizado los rendimientos para estructuras metálicas dados por Walter Ibáñez en el programa Presupuestos.pe (<https://presupuestos.pe/>) actualizados a enero del 2024, en estos mismos se expresan el costo de los productos, no obstante, estos costos han sido modificados tomando en cuenta los precios de los productos en ferreterías locales de la ciudad de Chota. Para los costos de mano de obra se han considerado de la tabla de salarios y beneficios sociales para el régimen de construcción civil del 01.06.2023 al 31.05.2024 (CAPECO, 2023).

3.6.2. *Procesamiento de datos*

El procesamiento de datos de la tesis se ha llevado a cabo mediante la recopilación de información sobre las características y propiedades de ambos sistemas de cobertura, así como el análisis sísmico de ambas estructuras. Además, se han utilizado herramientas de software especializado en análisis estructural para evaluar el comportamiento sismorresistente de cada sistema en condiciones de carga de viento y ante eventos sísmicos simulados. Se han comparado los resultados obtenidos de ambas estructuras para determinar cuál de ellas ofrece mejor desempeño en términos de comportamiento estructural. Siendo así, para el procesamiento y presentación de resultados se han utilizado softwares computacionales, tales como:

- **Software de modelamiento arquitectónico y estructural Revit 2022.**

Programa utilizado para realizar el modelamiento del estadio municipal de

Chota por la metodología building information modeling (BIM) para tener una idea clara del modelo arquitectónico y estructural planteado en la primera etapa de la construcción del estadio, a fin de poder plantear la cobertura del mismo, por dos sistemas, el sistema convencional planteado ligeramente en el perfil técnico del estadio municipal, y el sistema con tridilosas diseñado y modelado en su totalidad de acuerdo a los lineamientos de Ponce (2005).

- **Software de análisis estructural SAP2000 V19.** Programa de elementos finitos, con interfaz gráfico 3D orientado a objetos, preparado para realizar, de forma totalmente integrada, la modelación, análisis y dimensionamiento del más amplio conjunto de problemas de ingeniería de estructuras.
- **Software de Costos y Presupuestos S10.** Para el análisis de precios (viabilidad económica) se hará uso de esta herramienta digitalizada.
- **Microsoft Excel 2022.** Para el procesamiento descriptivo de los datos obtenidos del modelamiento estructural y el análisis de costos unitarios se ha utilizado el programa Microsoft Excel 2022 en el cual se han planteado tablas y gráficos resumen por cada objetivo de investigación.

3.6.3. Análisis de datos

El análisis estadístico de datos de la tesis ha seguido un enfoque metodológico que permitió comparar de manera rigurosa el comportamiento sismorresistente de los dos sistemas de cobertura en el estadio y llegar a conclusiones basadas en evidencia estadística.

Análisis descriptivo: Se realizó un análisis descriptivo de los datos para obtener información sobre su distribución, centralidad, dispersión, entre otros. Esto ha incluido la elaboración de tablas y gráficos estadísticos.

Pruebas estadísticas: Se utilizaron pruebas estadísticas, como pruebas de hipótesis o análisis de varianza, para comparar el comportamiento sismorresistente de los dos sistemas de cobertura en el estadio. Estas pruebas ayudaron a determinar si existían diferencias significativas entre los dos sistemas. La hipótesis nula (H_0) se acepta cuando el valor p (probabilidad) es mayor al nivel de significancia (0.05) para un nivel de confianza del 95%, caso contrario se acepta la hipótesis alternativa (H_1).

Interpretación de resultados: Los resultados obtenidos de las pruebas estadísticas se interpretaron para extraer conclusiones sobre la eficacia de los dos sistemas de cobertura en términos de su comportamiento sismorresistente.

Así mismo, se tomaron en cuenta los antecedentes internacionales y nacionales relacionados al tema de investigación, para la discusión de resultados.

3.7. Aspectos éticos

En la investigación se han tenido en cuenta aspectos éticos relacionados con la seguridad, transparencia, responsabilidad y sostenibilidad, con el objetivo de garantizar la idoneidad y la ética en la comparación de los sistemas de cobertura para el estadio municipal de Chota. Entre los aspectos éticos considerados, se destacan: (Domínguez, 2013)

Respeto por la integridad y seguridad de los trabajadores y usuarios del estadio: Se ha tenido en cuenta que el sistema de cobertura elegido deberá garantizar la protección de las personas que se encuentren en el estadio en caso de sismo u otra emergencia.

Transparencia y honestidad en el desarrollo de la investigación: Se ha seguido un proceso riguroso y transparente en la comparación de los dos sistemas de cobertura, evitando cualquier tipo de manipulación de los resultados o sesgo.

Responsabilidad en la toma de decisiones: Se han evaluado las ventajas y desventajas de cada sistema de cobertura desde un punto de vista técnico y sostenible, tomando en consideración el impacto a largo plazo de la elección realizada.

Respeto por el medio ambiente: Se ha considerado el impacto ambiental de los materiales utilizados en cada sistema de cobertura, procurando elegir aquel que sea más sostenible y respetuoso con el entorno natural.

Divulgación de conflictos de interés: Los investigadores deben divulgar cualquier conflicto de interés que pueda influir en el diseño, la realización o los resultados de la investigación. No obstante, en el caso del estudio no se ha tenido conflicto de intereses.

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción de resultados

4.1.1. *Propiedades mecánicas del suelo*

El suelo encontrado en el estadio municipal de Chota se clasifica como “MH” según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). Se trata de limos inorgánicos de alta plasticidad, con un color beige claro y un alto contenido de humedad natural, lo que le otorga un alto índice de plasticidad, sin presencia de napa freática hasta la profundidad muestreada. La capacidad portante del suelo a 2.5 m de profundidad se determinó en 1.29 kg/cm² para cimentaciones corridas y 1.49 kg/cm² para cimentaciones cuadradas. Es importante mencionar que, a pesar de que se trata de un suelo con buena capacidad portante es un suelo cohesivo compacto, por lo que, se considera como un perfil tipo S2, es decir, suelos intermedios.

Tabla 15

Propiedades del Suelo de Cimentación del Estadio Municipal de Chota

	Suelo
Humedad (%)	12.71
LL (%)	50.40
LP (%)	30.30
IP (%)	20.10
Clasificación (SUCS)	MH
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.88
Cohesión (kg/cm ²)	0.29
Ángulo de fricción (°)	17.87
Profundidad de cimentación (m)	2.5
Ancho de cimentación (m)	1.5
Capacidad de carga en cimentación corrida	1.29
Capacidad de carga en cimentación cuadrada	1.49

4.1.2. Planteamiento arquitectónico del Estadio Municipal de Chota

4.1.2.1. Descripción del modelo BIM del estadio Municipal de Chota

El estadio municipal de Chota se sitúa en el terreno ubicado en la comunidad de Colpahuacaris abarca 36,080 m², en una longitud de 797 m y se encuentra a 4.5 km de la ciudad de Chota en las coordenadas UTM WGS84 17S 759667.72 m, 9277679.76 m a 2442.20 msnm. El campo de futbol abarca una cancha de 105 m de largo por 68 m de ancho de gras sintético, de 50 mm, en un área de 7560 m² cuyas dimensiones y detalles se presentan en los planos

Figura 58

Vista en Planta del Estadio Municipal de Chota



Figura 59

Vista 3D del Estadio Municipal de Chota

Vista lateral 1



Vista lateral 2



Figura 60

Vista Estructural del Estadio Municipal de Chota

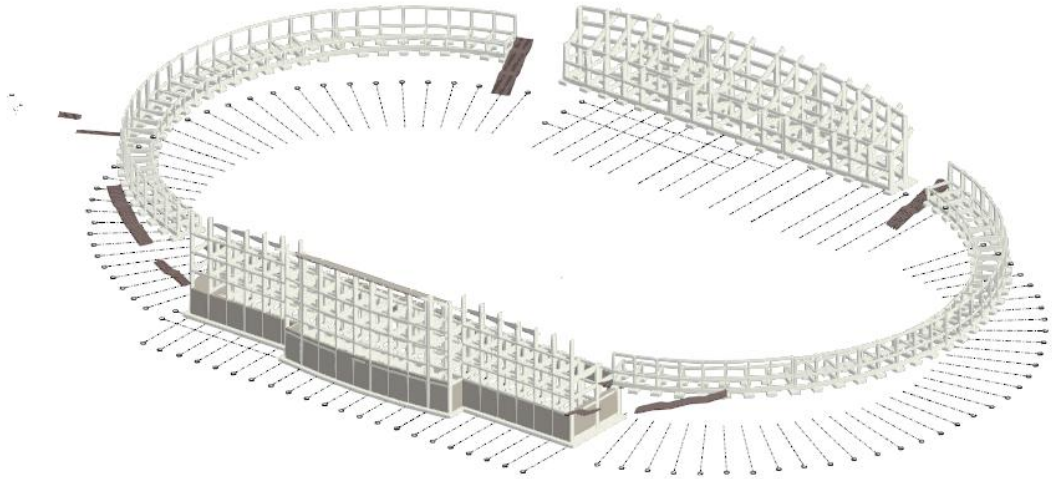


Figura 61

Vista en Navisworks del Estadio Municipal de Chota

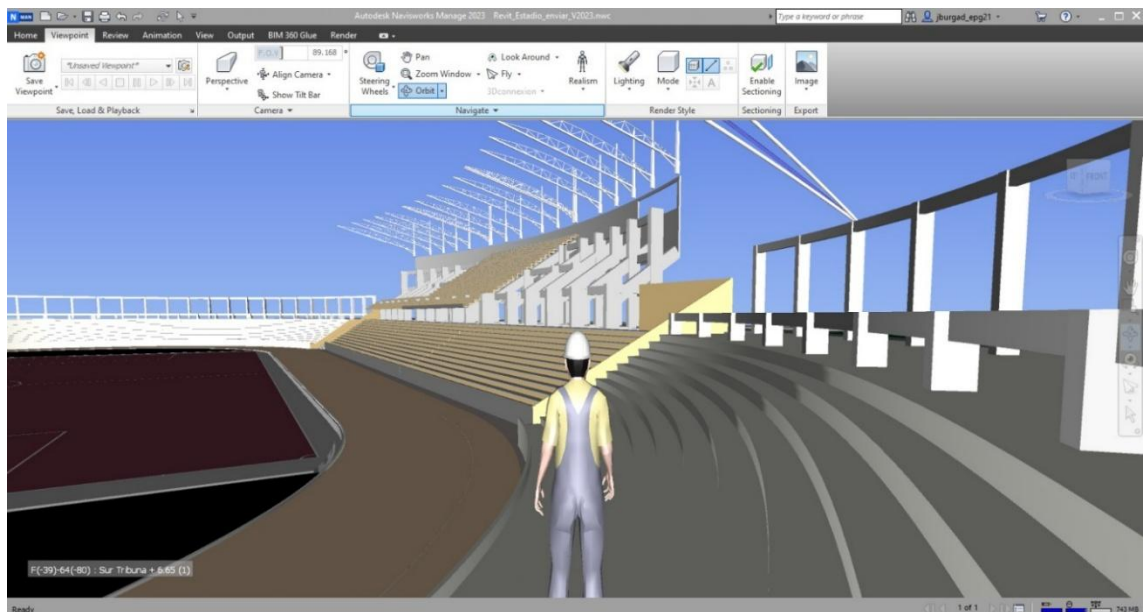


Figura 62 Vista en Planta del Estadio Municipal de Chota

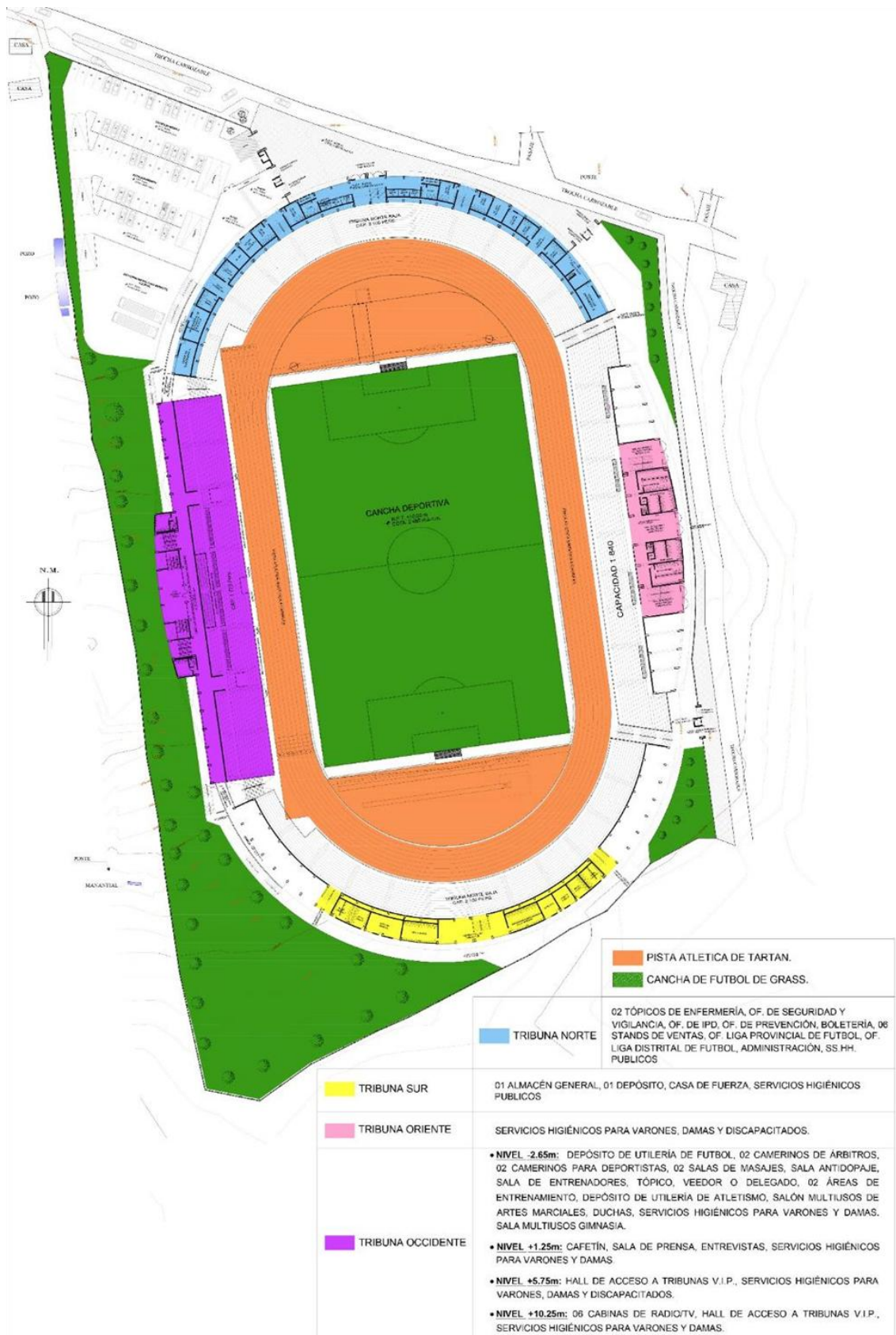
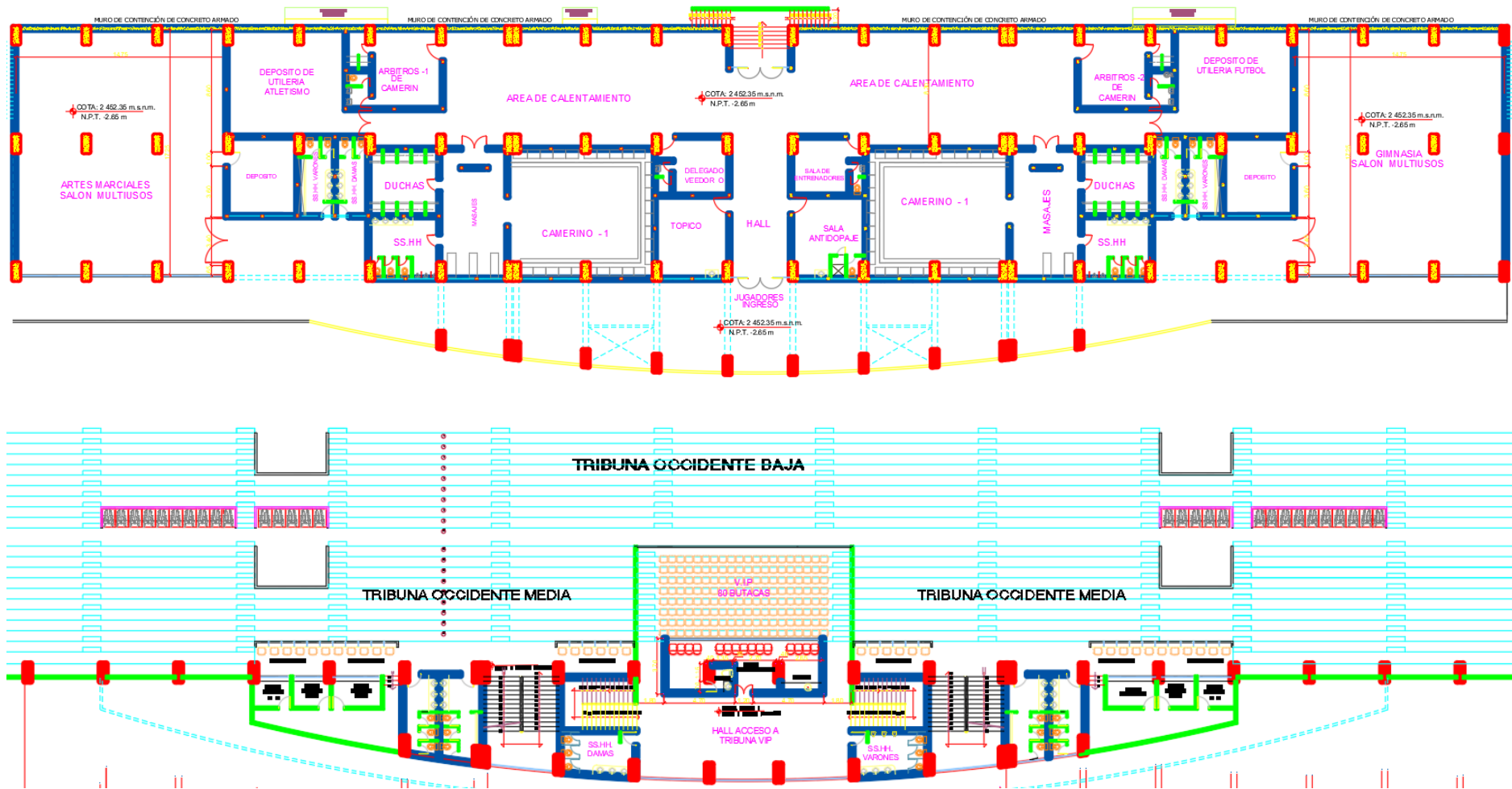


Tabla 16

Descripción de los componentes del estadio municipal de Chota

Tribuna	Norte	Sur	Oriente	Occidente
Capacidad (espectadores)	4370	4370	4430	4350
Tribuna baja	12 filas de gradas de concreto apoyadas en el terreno	12 filas de gradas de concreto apoyadas en el terreno	12 filas de gradas de concreto apoyadas en el terreno, con espacio para espectadores con discapacidad	10 filas de gradas de concreto armado sobre ambientes complementarios, con espacio para espectadores con discapacidad.
Tribuna media				9 filas de armado sobre ambientes complementarios, con 80 butacas en palco principal, palco presidencial para 15 butacas.
Tribuna alta	10 filas de gradas de concreto armado sobre ambientes complementarios	10 filas de gradas de concreto armado sobre ambientes complementarios	24 filas de gradas de concreto armado sobre ambientes complementarios.	15 filas de gradas de concreto armado sobre ambientes complementarios.
Ambientes complementarios	02 tópicos de enfermería, Oficina central de seguridad y vigilancia, Oficina del IPD, Oficina de Prevención, Boletería, 06 Stands de ventas, Oficina Liga Provincial de Fútbol, Oficina Liga Distrital de Fútbol, Administración, Servicios higiénicos para varones y damas.	01 almacén General, 01 Depósito, Casa de fuerza, Servicios higiénicos para varones y damas.	Servicios higiénicos para varones, damas y discapacitados.	Distribuidos en 04 niveles Nivel -2.65m: Sala Multiusos Gimnasia, Depósito de utilería de fútbol, 02 camerinos de árbitros, 02 camerinos para deportistas, 02 salas de masajes, Sala Antidopaje, Sala de entrenadores, Tópico, Veedor o delegado, 02 áreas de entrenamiento, depósito de utilería de atletismo, Salón Multiusos de Artes Marciales, Duchas, Servicios higiénicos para varones y damas. Nivel +1.25m: Cafetín, Sala de prensa, entrevistas, Servicios higiénicos para varones y damas, Hall de acceso a tribunas V.I.P. Nivel +5.75m: Hall de acceso a tribunas V.I.P, Servicios higiénicos para varones, damas y discapacitados. Nivel +10.25m: 06 Cabinas de radio/TV, Hall de acceso a tribunas V.I.P, Servicios higiénicos para varones y damas.

Figura 63 Distribución Tribuna Occidente: Camerinos



4.1.2.2. Análisis de características y especificaciones del diseño arquitectónico

a) Evaluación de la distribución del espacio dentro del estadio

La edificación ha sido planteada siguiendo los criterios de normatividad en Recreación y deporte (Norma A. 100) que requiere el diseño de un Estadio Municipal, por ende, los espacios complementarios cumplen con las condiciones de la norma, tal como, se detalla en la Tabla 17.

Tabla 17

Análisis de las Características y Especificaciones de Diseño Arquitectónico de los Ambientes Complementarios del Estadio Municipal Chota

Cant	Nombre	Área	Observaciones
Tribuna norte			
01	Hall de ingreso	135 m ²	Venta y control de boletos de ingreso
02	Boletería	7 m ²	
01	Of. De seguridad y vigilancia,	40 m ²	Oficinas necesarias para cuidar del orden y seguridad de la infraestructura y usuarios del estadio cuando se realicen las actividades deportivas.
01	Of. De prevención	25 m ²	
01	Of. De ipd	18.5 m ²	Oficina para el ente rector del sistema deportivo nacional, encargado de liderar y gestionar acciones que conlleven a incrementar el desempeño del deporte.
02	Tópicos de enfermería	36 m ²	NORMA A.100. Artículo 9.- “Las edificaciones de espectáculos deportivos deberán contar con un ambiente para atenciones médicas de emergencia de acuerdo con el número de espectadores a razón de 1 espacio de atención cada 5,000 espectadores, desde el que pueda ser evacuada una persona en una ambulancia”. Por lo cual según la capacidad del estadio de 17 500 se ha considerado 02 tópicos de enfermería (Oriente y Occidente) con capacidad de 2 camillas de atención por cada ambiente.
06	Stands de ventas	6 m ²	Para ventas de souvenir, productos para consumo de espectadores
01	Of. Liga provincial de futbol,	22 m ²	Oficinas necesarias para administración del Estadio y para coordinaciones entre ligas de Futbol, siendo el futbol la principal actividad a realizar.
01	Of. Liga distrital de futbol	18.5 m ²	
01	Administración	40 m ²	

Cant	Nombre	Área	Observaciones
03	Servicios higiénicos públicos damas	21.5 m ²	Según Norma A.100, Artículo 22.
			Correspondería para 4370 usuarios un total de:
03	Servicios higiénicos públicos varones	22 m ²	Hombres: 23 lav, 20 Urin. y 23 Inod. Mujeres: 23 lav, y 23 Inod.
Tribuna sur			
01	Hall de ingreso	120 m ²	
01	Almacén general	45 m ²	
01	Depósito	24 m ²	
01	Casa de fuerza	24 m ²	
01	Servicios higiénicos públicos damas	72.5 m ²	Según Norma A.100, Artículo 22.
			Correspondería para 4370 usuarios un total de:
01	Servicios higiénicos públicos varones	73 m ²	Hombres: 23 lav, 20 Urin. y 23 Inod. Mujeres: 23 lav, y 23 Inod.
Tribuna oriente			
01	Hall de ingreso	150 m ²	
02	Servicios higiénicos varones	50 m ²	Según Norma A.100, Artículo 22.
			Correspondería para 4 430 usuarios un total de:
02	Servicios higiénicos damas	42.5 m ²	Hombres: 24 lav, 24 Urin. y 24 Inod. Mujeres: 24 lav, y 24 Inod.
02	Ss.hh. Discapacitados	4.5 m ²	Se considera para 40 Personas con discapacidad, 1 baño para mujeres y 1 baño para varones.
02	Cuarto de limpieza	2.8 m ²	
	Circulaciones	80 m ²	
Tribuna occidente			
<u>NIVEL -2.65m</u>			
01	Hall de ingreso	72 m ²	Todos estos ambientes están dimensionados según el Manual de Recomendaciones técnicas y requisitos para la construcción o modernización de estadios de futbol de la FIFA. En los capítulos 4. ZONA DE JUEGO y 5. JUGADORES Y ARBITROS. Adaptándolo según la capacidad y concepción arquitectónica para este estadio; pues los que figuran en dichos capítulos son un resumen de los requisitos importantes de espacios para los partidos de la Copa Mundial de la FIFA.
02	Camerinos de árbitros	36.8 m ²	
02	Camerinos para deportistas	80 m ²	
02	Duchas	22 m ²	
02	Servicios higiénicos para jugadores	20 m ²	
02	Salas de masajes	40 m ²	
01	Sala antidopaje	28 m ²	
01	Sala de entrenadores + ss.hh	20 m ²	
01	Tópico	28 m ²	
01	Veedor o delegado	20 m ²	
02	Áreas de entrenamiento	160 m ²	
01	Depósito de utilería de futbol	60 m ²	
01	Depósito de utilería de atletismo	60 m ²	
01	Salón multiusos de artes marciales	250 m ²	El estadio se puede incorporar diferentes instalaciones como salas para gimnasia, artes marciales, etc.
01	Sala multiusos gimnasia.	250 m ²	Para ser explotado por la gente local, lo cual incrementaría la calidad de vida de

Cant	Nombre	Área	Observaciones
			las personas que habitan en dicha área y, al mismo tiempo, proveer fondos para el estadio, al no limitarse su uso solo cuando se realizan eventos deportivos de futbol o atletismo.
02	Servicios higiénicos públicos varones / damas	26 m ²	Según Norma A.100, Artículo 22.
<u>Nivel +1.25 m</u>			
01	Cafetín	86 m ²	Ambientes según el Manual de Recomendaciones técnicas y requisitos para la construcción o modernización de estadios de futbol de la FIFA. Cap. 8 – MEDIOS. Adaptados a nivel de estadio y partidos a realizar.
01	Sala de prensa	83 m ²	
01	Entrevistas	30 m ²	
02	Servicios higiénicos públicos varones	34.5 m ²	Según Norma A.100, Artículo 22. Hombres: 6 lav, 6 Urin. y 6Inod. Mujeres: 6 lav, y 6 Inod.
02	Servicios higiénicos públicos damas	28 m ²	En el proyecto se considera urinarios corridos.
	Circulación	140 m ²	
	Hall acceso a tribuna vip	93 m ²	
<u>Nivel +5.75 m</u>			
02	Servicios higiénicos públicos varones + ss.hh. Discapacitados	28.5 m ²	Según Norma A.100, Artículo 22. Hombres: 6 lav, 6 Urin. y 6Inod. Mujeres: 6 lav, y 6 Inod.
02	Servicios higiénicos públicos damas + ss.hh. Discapacitados	28.5 m ²	Discapacitados: 1 varones + 1 mujeres En el proyecto se considera urinarios corridos.
	Circulación y acceso a tribunas	425 m ²	
	Hall acceso a tribuna vip	93 m ²	
<u>Nivel +10.25 m</u>			
06	Cabinas de radio/tv	9 m ²	Ambientes según el Manual de Recomendaciones técnicas y requisitos para la construcción o modernización de estadios de futbol de la FIFA. Cap. 8 – MEDIOS. Adaptados a nivel de estadio y partidos a realizar.
	Palco para prensa		
01	Hall de acceso a tribuna vip	93 m ²	
02	Servicios higiénicos públicos varones / damas para vip	13.5 m ²	Según Norma A.100, Artículo 22. Hombres: 3 lav, 3 Urin. y 3 Inod. Mujeres: 3 lav, y 3 Inod. Palco presidencial: 1 Inod + 1 Lav.
02	Servicios higiénicos públicos varones / damas (general)	26 m ²	Según Norma A.100, Artículo 22. Hombres: 6 lav, 6 Urin. y 6 Inod. Mujeres: 6 lav, y 6 Inod. En el proyecto se considera urinarios corridos.

b) Funcionalidad de las áreas designadas para diferentes propósitos

Todos los ambientes proyectados en el estadio municipal de Chota (nivel principal, gradas, campo de futbol, áreas de servicio, cafetín, sala de prensa, servicios higiénicos, boletería, hall de ingreso, stands de ventas, oficinas administrativas, tópico de enfermería, almacén, camerinos, depósitos de utilería, entre otros) cumplen con la funcionalidad para lo que se han planteado. Pero, es necesario resaltar que el progreso de la construcción del estadio municipal de Chota se limita actualmente al campo deportivo y al cerco perimétrico, que son parte de la fase inicial del proyecto. A pesar de que se han planificado y diseñado todos los demás espacios y ambientes del estadio, como gradas, vestuarios, áreas administrativas, entre otros, estos todavía no han sido edificados. En este sentido, el estadio en su totalidad se encuentra en proceso de desarrollo y las futuras etapas de construcción serán indispensables para completar todas las instalaciones previstas. Se espera que, conforme avancen las obras, se culminen satisfactoriamente todas las fases de edificación para que el estadio esté completamente operativo y funcional en un futuro cercano.

Tabla 18

Evaluación de la Distribución del Espacio

Área del estadio	Uso principal	Eficiencia del espacio (escala 1-5)	Observaciones
Nivel principal	Cancha	5	
Gradas	Espectadores	4	
Áreas de servicio	Gradas, concesiones	3	Necesita optimización

La funcionalidad de cada ambiente en un estadio municipal es importante para brindar una experiencia positiva a todos los involucrados en un evento deportivo, por lo que es importante que cumplan con las especificaciones de diseño.

c) Accesibilidad y facilidad de movimiento dentro del estadio

En cuanto a la accesibilidad, el estadio municipal Chota cuenta con accesos amplios y cómodos para las personas que deseen ingresar al campo deportivo. Se cuenta con entradas principales en ambas tribunas y se proyecta la construcción de accesos adicionales en futuras etapas de construcción. Además, se han previsto rampas y escaleras para facilitar el acceso a personas con discapacidad o movilidad reducida.

Por otro lado, la facilidad de movimiento dentro del estadio es buena, ya que se ha diseñado un espacio amplio y bien distribuido para que los espectadores puedan moverse de manera cómoda por las distintas áreas del recinto. Se proyecta la construcción de pasillos amplios y señalizados que permitan una circulación fluida durante eventos masivos.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que la falta de una cobertura en todos los palcos y tribunas puede dificultar el paso en caso de fuertes precipitaciones, por lo que se recomienda tomar las precauciones necesarias en caso de lluvia.

Tabla 19

Accesibilidad y Movimiento del Estadio Municipal de Chota

Elemento	Accesibilidad	Facilidad de movimiento (escala 1-5)	Observaciones
Entradas	Bueno	5	
Pasillos	Regular	4	
Salidas de emergencia	Suficiente	4	
Cobertura (techo)	Facilita la accesibilidad frente a lluvias	2	Solamente se tiene proyectadas coberturas para oriente y occidente

d) Consideraciones de iluminación, ventilación y cobertura frente a inclemencias climatológicas

Las consideraciones de iluminación y ventilación son adecuadas, ya que se ha proyectado una adecuada proyección de luz natural y ventilación para el espacio. Sin embargo, es importante tener en cuenta que aún no están construidas, por lo que es necesario garantizar que se lleven a cabo de manera efectiva durante la construcción del espacio.

La estructura de cobertura de los graderíos brindará protección contra aguas de lluvia y contra la radiación solar. Esta estructura se sustenta sobre la estructura de concreto a la cual se anclará. Pero, es un tanto preocupante que solo se haya considerado para los palcos oriente y occidente, dejando el resto del espacio sin protección adecuada. Dado que las precipitaciones en Chota son constantes y frecuentes, es fundamental asegurar que el techo sea suficientemente resistente y extenso para proteger a los espectadores de las inclemencias climatológicas.

Frene a ello, se ha planteado la cobertura del techo con sistema de tridilosa para garantizar que todos los espectadores estén protegidos de la lluvia y otros elementos climáticos, a fin de priorizar la seguridad y comodidad de los asistentes durante eventos en el espacio.

Tabla 20

Iluminación y ventilación en el Estadio Municipal de Chota

Área	Nivel de iluminación (Lux)	Calidad de la ventilación (escala 1-5)	Observaciones
Nivel principal	800	4	
Gradas	600	3	Ventilación deficiente en áreas superiores
Áreas de servicio	400	4	
Cobertura (techo)			Insuficiente

4.1.2.3. Eficiencia del diseño arquitectónico

El diseño arquitectónico del estadio municipal de Chota muestra una eficiencia notable en diversos aspectos. El uso del espacio es óptimo, permitiendo acomodar a un gran número de espectadores sin que se sienta abarrotado. La distribución de las instalaciones también es buena, con accesos adecuados y una disposición que facilita la movilidad de los asistentes.

Sin embargo, la falta de cobertura en todo el estadio es un punto a mejorar. Aunque se ha proyectado para proteger a los espectadores de los elementos del clima en las áreas oriente y occidente, se deja desprotegida a una parte de los asistentes que se ubican en otras secciones. Esto puede afectar la comodidad de los espectadores en caso de lluvia o sol intenso, por lo que sería recomendable incorporar una cobertura que abarque todo el estadio.

En cuanto a la ventilación e iluminación, se consideran aceptables, lo que contribuye a mantener un ambiente confortable y seguro para los asistentes. En general, el diseño arquitectónico del estadio municipal de Chota es eficiente, con áreas de mejora que han sido abordadas en la presente investigación para aumentar la comodidad y seguridad de los espectadores.

Tabla 21

Eficiencia del Diseño del Estadio Municipal Chota

Elemento	Evaluación
Uso del espacio	Bueno
Distribución	Bueno
Accesibilidad	Aceptable
Ventilación e iluminación	Aceptable
Cobertura (techo)	Necesita mejora

4.1.3. Comportamiento estructural del sistema de cobertura metálica con estructura parabólica convencional

La estructura metálica volada de forma parabólica con un tramo recto inicial, ha sido propuesta conforme a la disposición del perfil del estadio municipal de Chota, solamente para los palcos de oriente y occidente, ubicada a una altura de 25 m, consiste en un diseño que incluye cinco tipos de tijerales metálicos. Estos tijerales están compuestos por bridas superiores e inferiores, templadores y diagonales, que proporcionan la resistencia y estabilidad necesarias a la estructura de acuerdo al diseño estructural (Tabla 22).

Figura 64

*Vista del Modelo de Cobertura Metálica para Oriente y Occidente
Convencional en Volado Parabólico*



El diseño incluye la integración de los tijerales metálicos con columnas de concreto armado, lo que asegura una conexión sólida y resistente entre la estructura volada y el soporte principal. Esta disposición permite distribuir de manera eficiente las cargas y tensiones que puedan generarse, garantizando la estabilidad y durabilidad de la estructura en su conjunto.

Tabla 22*Diseño Estructural de la Cobertura Metálica en Volado de Forma Parabólica*

Consideraciones del diseño	Tijeral				
	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5
Brida superior	4"x1/4"	2"x3/16"	2"x3/16"	2"x3/16"	2"x3/16"
Brida inferior	4"x1/4"	3"x1/4"	3"x1/4"	3"x1/4"	3"x1/4"
Fy (tn/cm ²)	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
Diseño en compresión					
K	1	1	1	1	1
I (cm)	71	70	70	70	70
r (cm)	1.95	2	2	2	2
Y=kl/r	36.41	35	35	35	35
$\phi c \times Fcr$ (ton/cm ²)	2.015	2.035	2.035	2.035	2.035
$\phi c \times Pnc$	11.55	15.14	15.14	15.14	15.14
Puc (ton)	5.72	6.31	6.31	6.31	6.31
$Puc/\phi c \times Pnc$ crítico	0.49	0.41	0.41	0.41	0.41
Diseño en tracción	Diagonales de fierro de 2"x3/16" liso	Diagonales de fierro de 2"x3/16" liso	Diagonales de fierro de 2"x3/16" liso	Diagonales de fierro de 2"x3/16" liso	Diagonales de fierro de 2"x3/16" liso
$\phi t \times Pnt$	6.48	6.48	6.48	6.48	6.48
Put (ton)	2	2	2	2	2
$Put/\phi t \times Pnt$ crítico	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

Donde: k factor de longitud efectiva, longitud de pandeo, radio de giro, Y relación de esbeltez, A área de la sección transversal del elemento, Fy esfuerzo de fluencia del acero, Fcr esfuerzo crítico de pandeo, ϕc factor de resistencia en un miembro en compresión axial (0.85), $\phi c \times Pnc$ resistencia de diseño en compresión, Puc carga última en compresión, $Puc/\phi c \times Pnc$ crítico relación entre demanda y la capacidad de carga, ϕt factor de resistencia en una sección total en tracción (0.90), $\phi t \times Pnt$ resistencia de diseño en tracción (Zapata, 1997).

En su disposición, la estructura inicialmente se extiende de manera recta en el tramo inicial, para luego curvarse gradualmente hacia arriba formando un techo parabólico en dirección a las gradas del estadio. Esta configuración tiene como propósito principal proteger a los espectadores de los palcos del sol y de las inclemencias climáticas, proporcionando así un ambiente más cómodo y seguro durante los eventos deportivos u otras actividades que se lleven a cabo en el estadio.

Figura 65 *Techo Metálico para Cobertura de Oriente y Occidente*

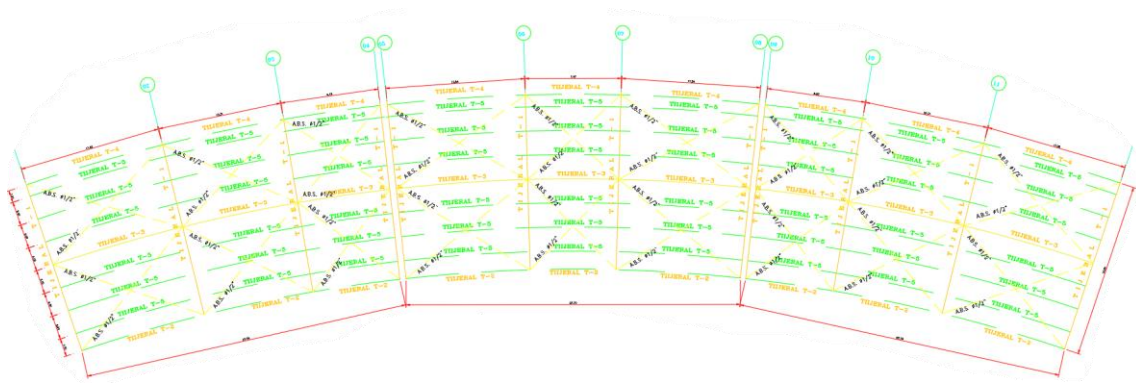


Figura 66 *Tijeral T-1 para Cobertura Metálica Convencional*

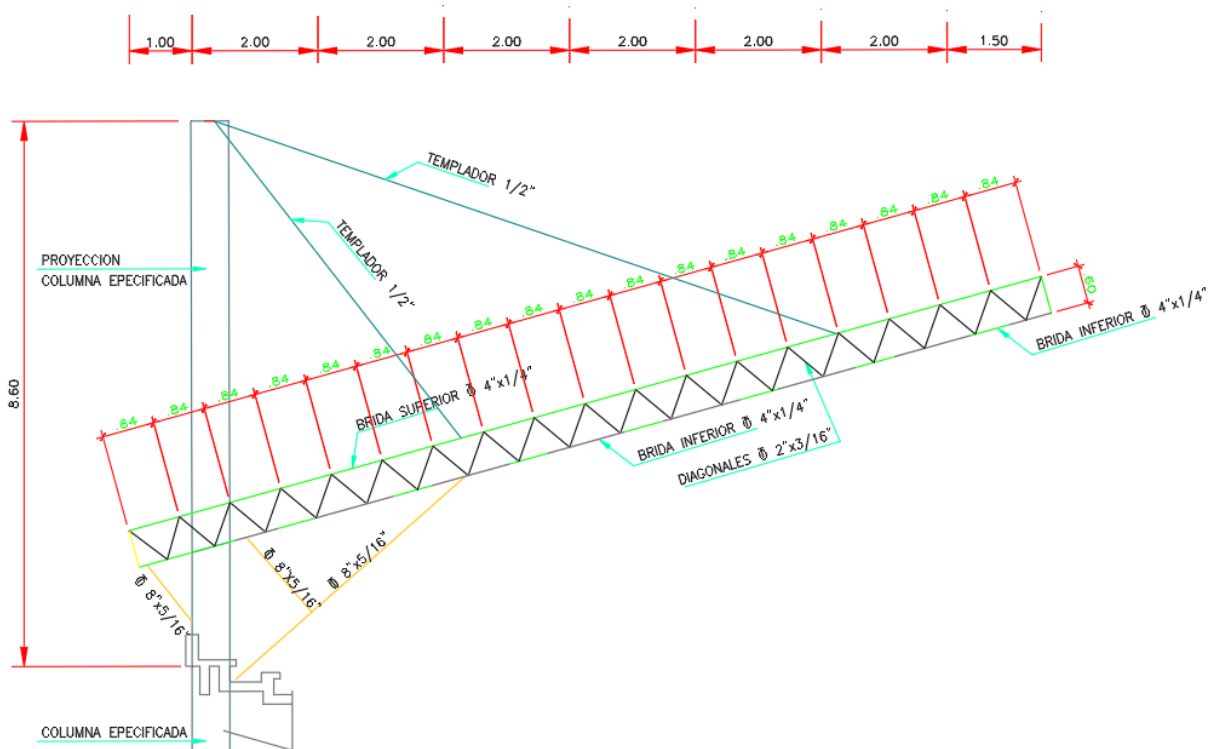


Figura 67

Tijeral T-2 para Cobertura Metálica con Estructura Parabólica Convencional

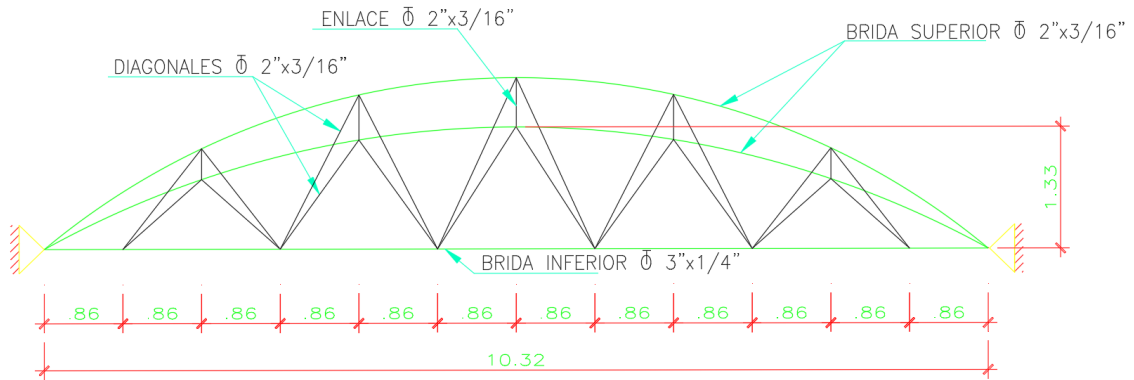


Figura 68

Tijeral T-3 para Cobertura Metálica con Estructura Parabólica Convencional

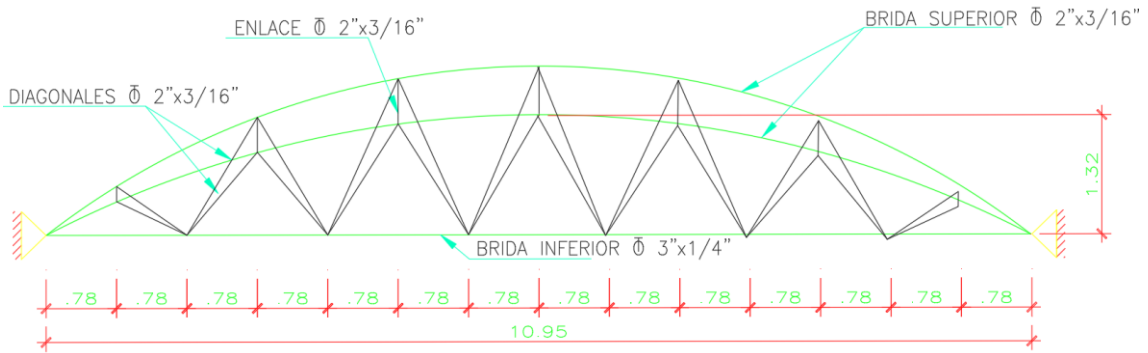


Figura 69

Tijeral T-4 para Cobertura Metálica con Estructura Parabólica Convencional

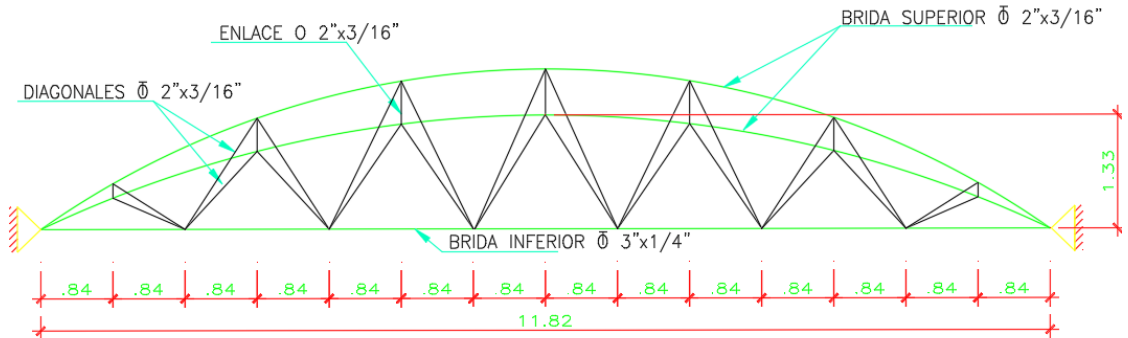
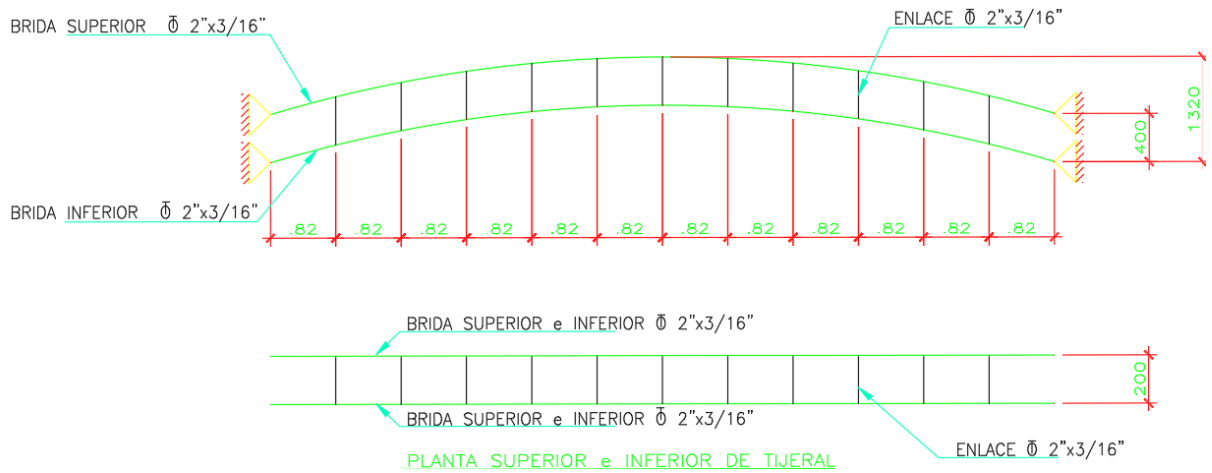


Figura 70

Tijeral T-5 para Cobertura Metálica con Estructura Parabólica Convencional



El sistema de cobertura metálica con estructura parabólica convencional de estructura metálica de forma recta al inicio y luego parabólica en la parte superior del estadio municipal de Chota para las graderías de oriente y occidente, cumplen con los límites de desempeño estructural frente a cargas sísmicas y cargas de viento de acuerdo a la norma E.090 (MVCS, 2006). Además, la estructura presenta un peso aceptable dentro de la edificación porque puede soportar su peso propio, peso por cargas vivas, cargas de viento y cargas sísmicas.

Tabla 23

Peso del Sistema de Cobertura Metálica Convencional para Oriente y Occidente del Estadio Municipal

Sección	Peso total (kg)
Brida superior e inferior	49448
Correas	8447
Tijeral lateral	11068
Total	68963

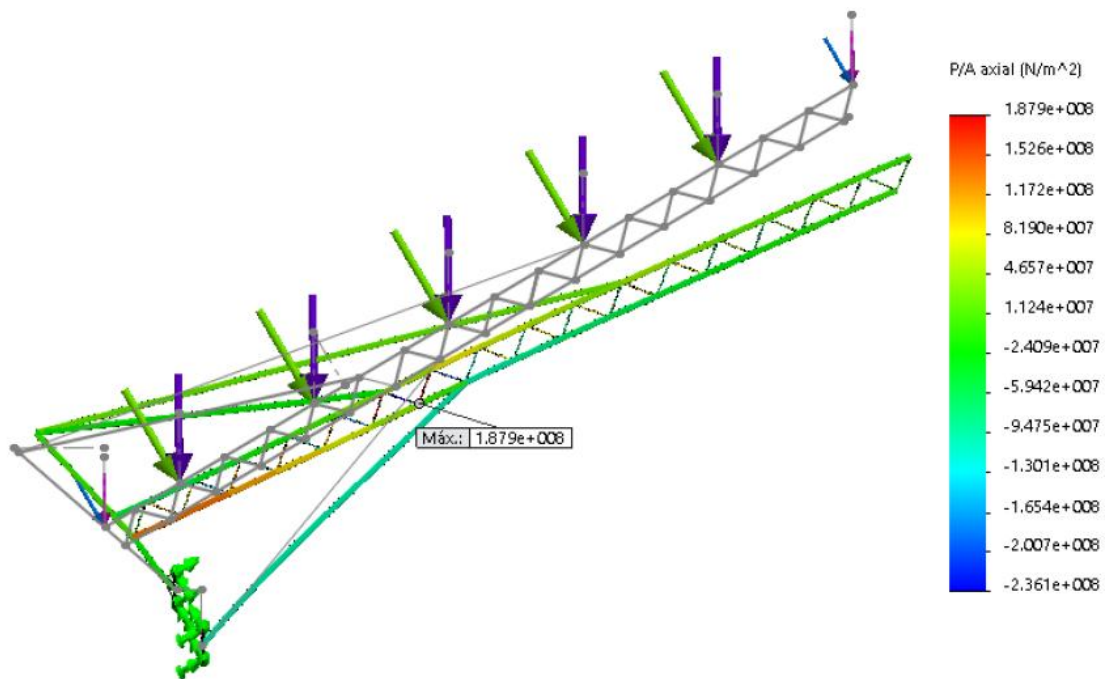
Tabla 24

Análisis del Comportamiento Estructural del Sistema de Cobertura Metálica con Estructura Parabólica Convencional

Nombre	Tipo	Mínimo	Máximo
Esfuerzos	SX: Tensión normal de X	-2.36076e+008 N/m2	1.87898e+008 N/m2
Desplazamientos	URES: Desplazamientos resultantes	0 mm	530.55 mm
Deformaciones unitarias	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	0	0.00214

Figura 71

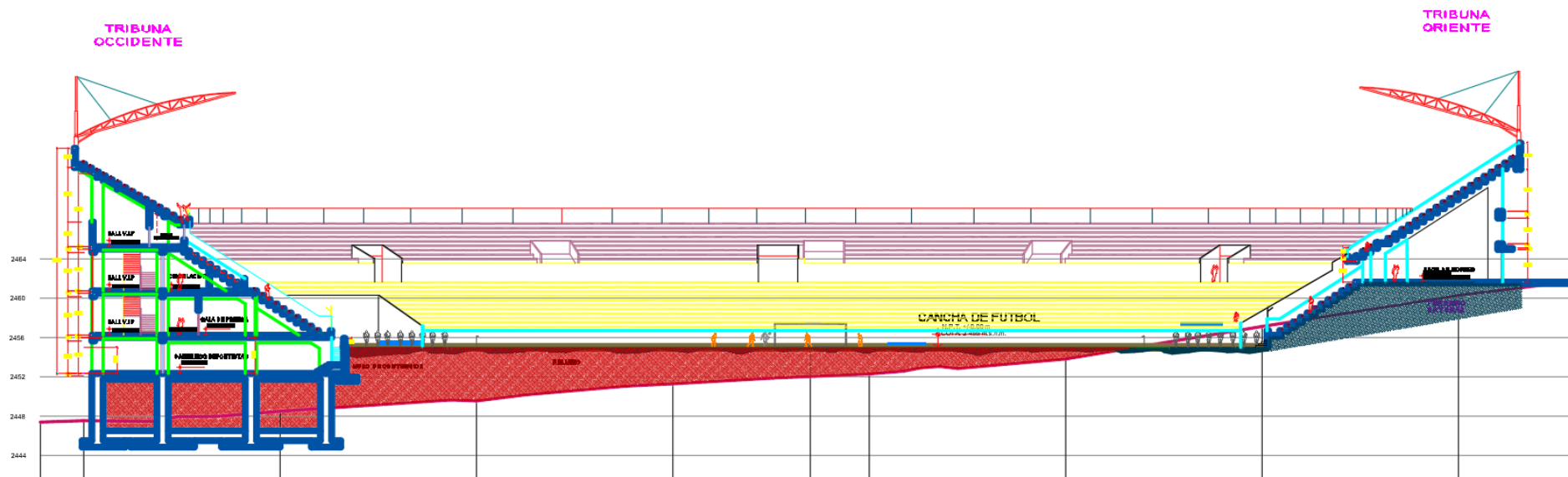
Análisis del Comportamiento Estructural del Sistema de Cobertura Metálica con Estructura Parabólica Convencional



No obstante, cabe recalcar que éstas no cubren el ancho total del estadio municipal de Chota, sino que, como ya se ha mencionado solamente dos palcos del mismo, el oriente y el occidente.

Figura 72

Vista en Elevación de la Cobertura Metálica Parabólica en Voladizo para el Estadio Municipal de Chota: Cobertura Metálica Convencional



4.1.4. Comportamiento estructural del sistema de cobertura con tridilosa

El diseño de la tridilosa se caracteriza por la utilización de elementos triangulares interconectados que distribuyen las cargas de manera uniforme. Esta distribución de cargas permite que el estadio pueda tener una mayor capacidad de carga y luces más amplias sin la necesidad de columnas intermedias (Figura 74). El diseño incluye dos arcos principales, dos arcos secundarios, cinco semi arcos y una cercha tensora, unidos con dos bridas superiores de perfil circular de 15" x 10 mm, una brida inferior de perfil circular de igual diámetro, y arriostres transversales superiores, con diagonales y montantes de perfil circular de 6" x 4 mm.

Figura 73

Vista en Planta de la Cobertura Metálica con Sistema de Tridilosa

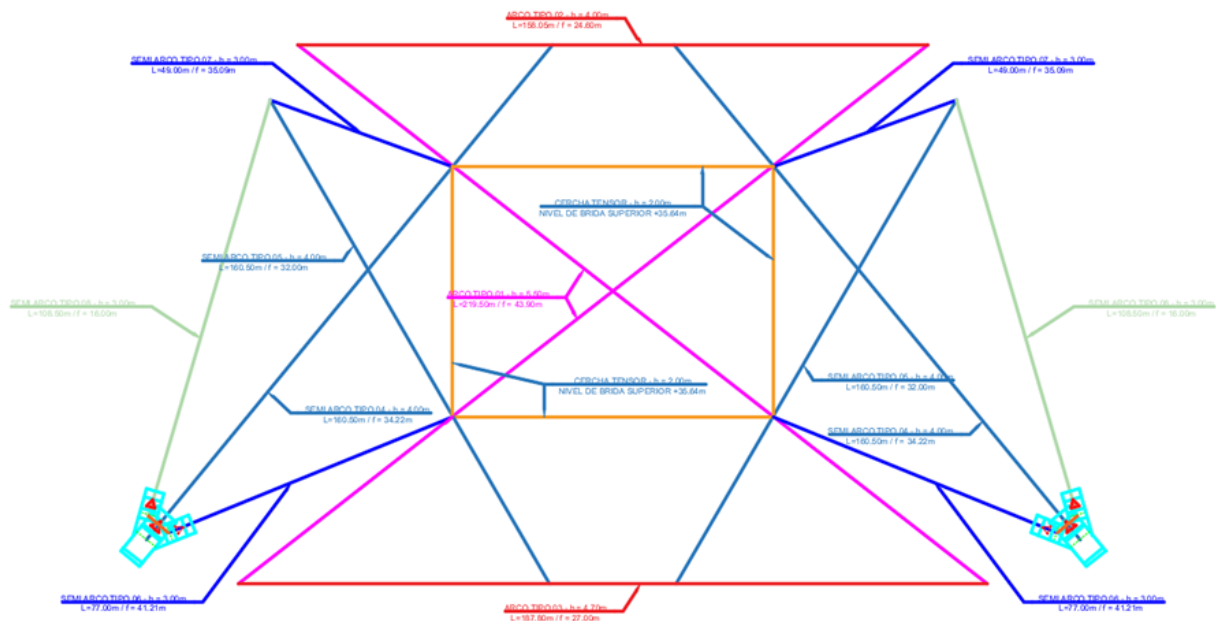


Tabla 25*Elementos que Conforman el Sistema de Tridilosa*

Cantidad	Elemento	Dimensiones
2	Arcos principales	Arco 1
		Luz libre 219.50 m
		Altura del nivel de terreno al centro del arco: 43.90 m
		Altura del arco 5.50 m
		Tridilosas de 3.85 m x 5.50 m x 5.83 m
2	Arcos secundarios	Arco 2
		Luz libre 158.05 m
		Altura del nivel de terreno al centro del arco: 25.71 m
		Altura del arco 4.0 m
		Tridilosas de 2.80 m x 4.00 m x 4.24 m
		Arco 3
Luz libre 187.80 m		
Altura del nivel de terreno al centro del arco: 27 m		
Altura del arco 4.7 m		
Tridilosas de 3.30 m x 4.70 m x 4.98 m		
5	Semi arcos	Semi arco 4
		Luz libre 160.50 m
		Altura del nivel de terreno al centro del arco: 34.22 m
		Altura del arco 4 m
		Tridilosas de 2.80 m x 4.0 m x 4.24 m
		Semi arco 5
		Luz libre 160.50 m
		Altura del nivel de terreno al centro del arco: 41.21 m
		Altura del arco 4 m
		Tridilosas de 2.80 m x 4.0 m x 4.24 m
		Semi arco 6
		Luz libre 77.00 m
		Altura del nivel de terreno al centro del arco: 41.21 m
		Altura del arco 3 m
		Tridilosas de 2.10 m x 3.0 m x 3.18 m
		Semi arco 7
Luz libre 49.00 m		
Altura del nivel de terreno al centro del arco: 35.09 m		
Altura del arco 3 m		
Tridilosas de 2.10 m x 3.0 m x 3.18 m		
Semi arco 8		
Luz libre 108.50 m		
Altura del nivel de terreno al centro del arco: 16 m		
Altura del arco 3 m		
Tridilosas de 2.10 m x 3.0 m x 3.18 m		
1	Cercha tensora	2 m de altura, longitud de 286.60 m
2	Bridas superiores	Diámetro de 1.5"x10 mm
1	Brida inferior	Diámetro de 1.5"x10 mm
	Arriostre transversal superior	Diámetro de 1.5"x10 mm
	Diagonal y montantes	Diámetro de 6"x4 mm

Figura 74

Vista del Modelo de Cobertura Metálica con Sistema de Tridilosa en Dirección al oriente

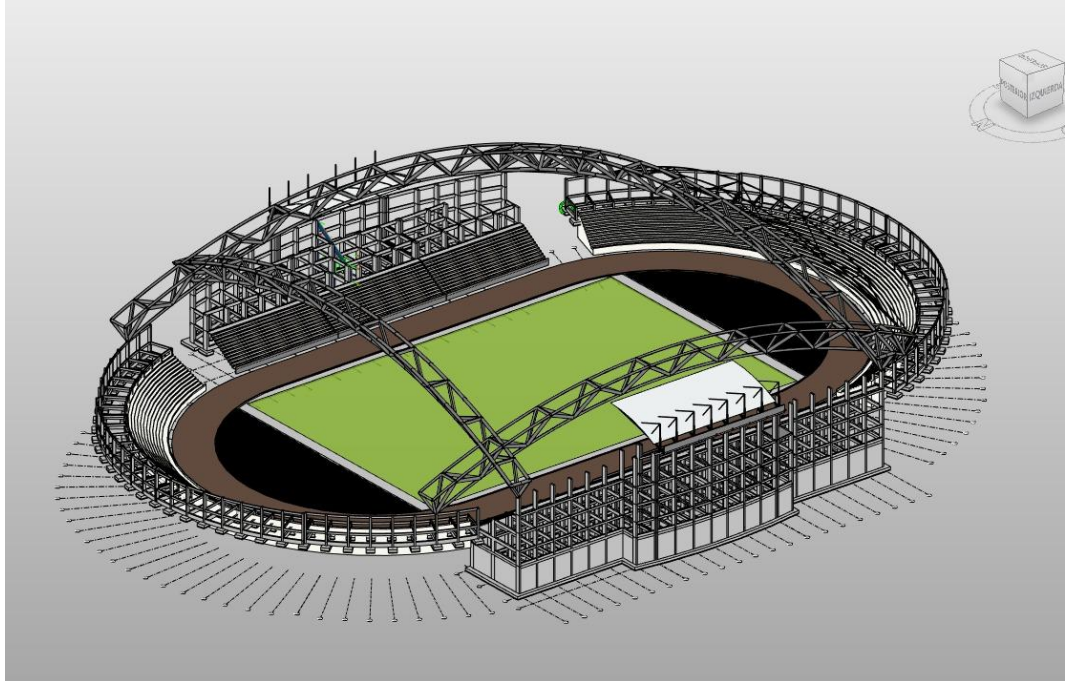


Figura 75

Vista del Modelo de Cobertura Metálica con Sistema de Tridilosa en Dirección al Occidente

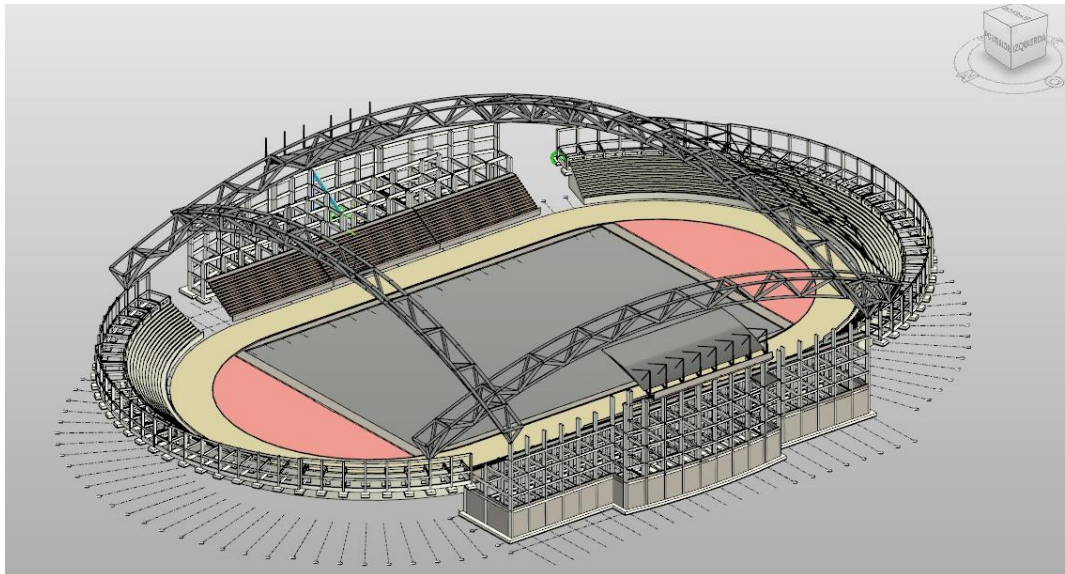


Figura 78

Detalle del Arco Tipo 2

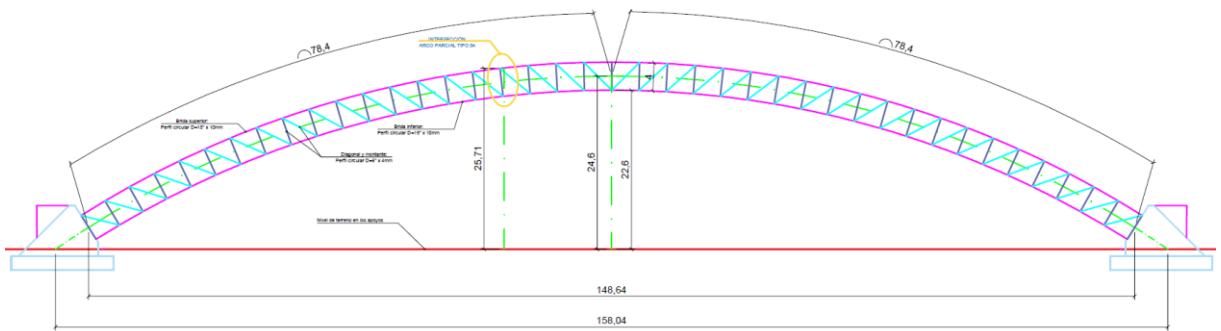


Figura 79

Detalle de la Tridilosa que Conecta el Arco Tipo 2

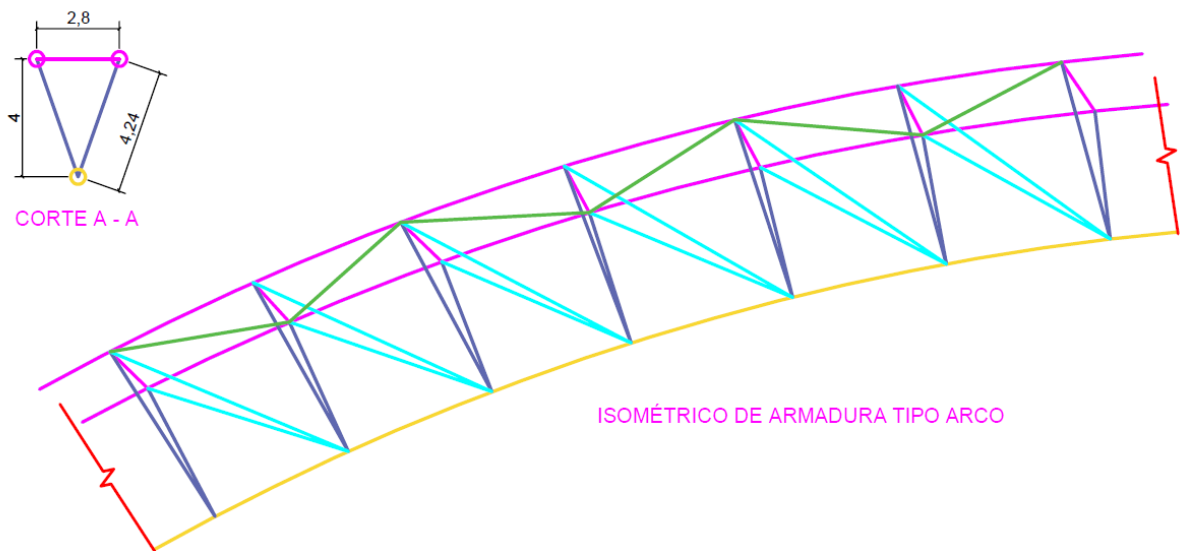


Figura 80

Detalle del Arco Tipo 3

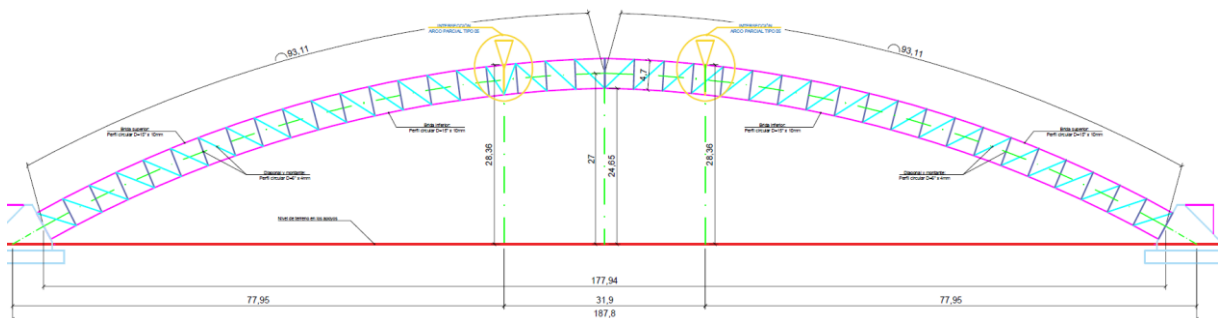


Figura 81

Detalle de la Tridilosa que Conecta el Arco Tipo 3

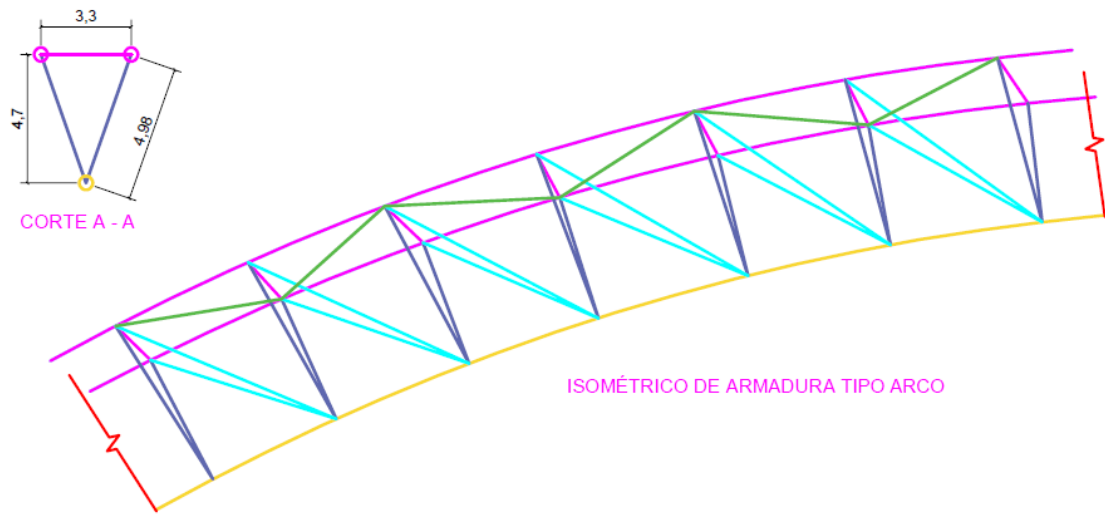


Figura 82

Detalle del Semi Arco Tipo 4

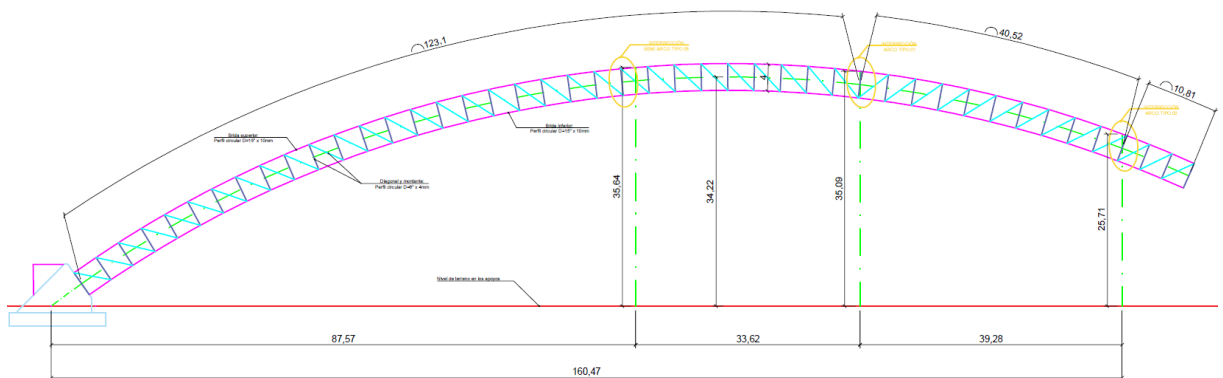


Figura 83

Detalle del Semi Arco Tipo 5

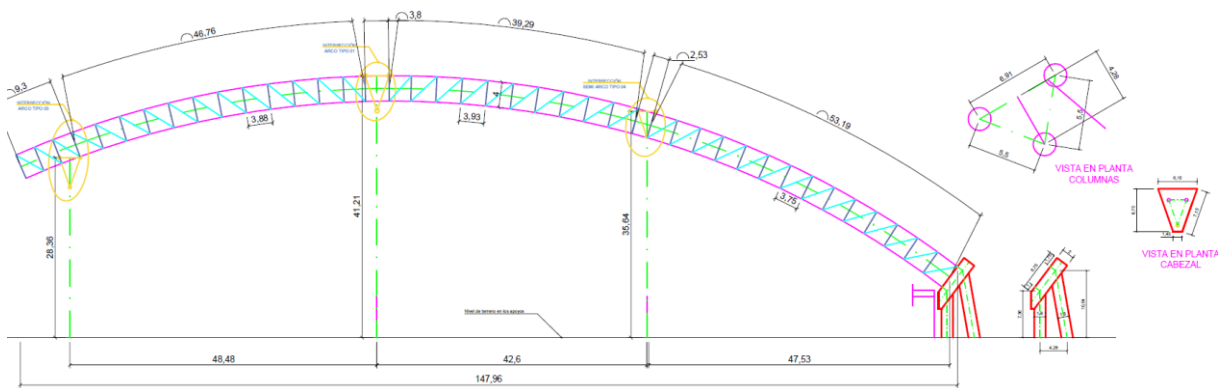


Figura 84

Detalle de la Tridilosa que Conecta el Semi Arco Tipo 4 y Tipo 5

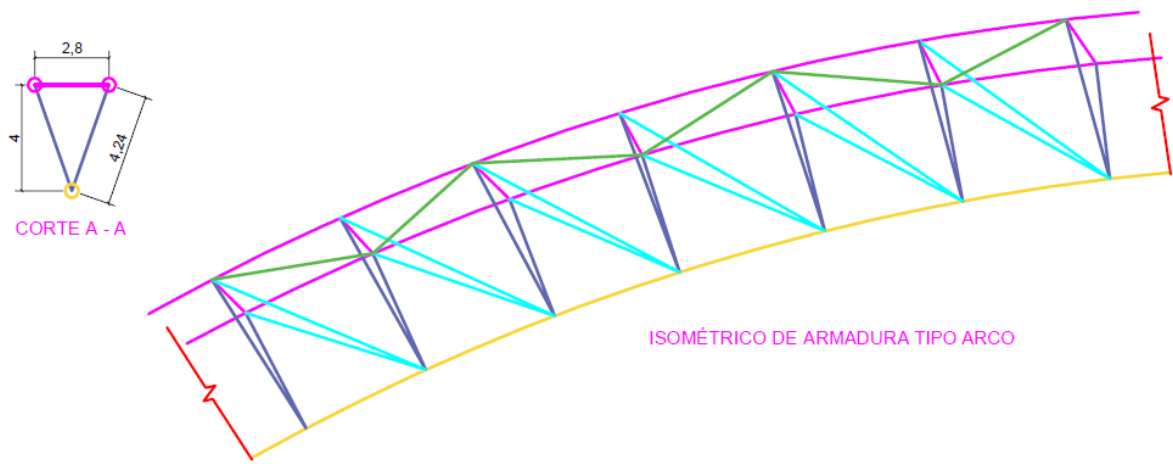


Figura 85

Detalle del Semi Arco Tipo 6

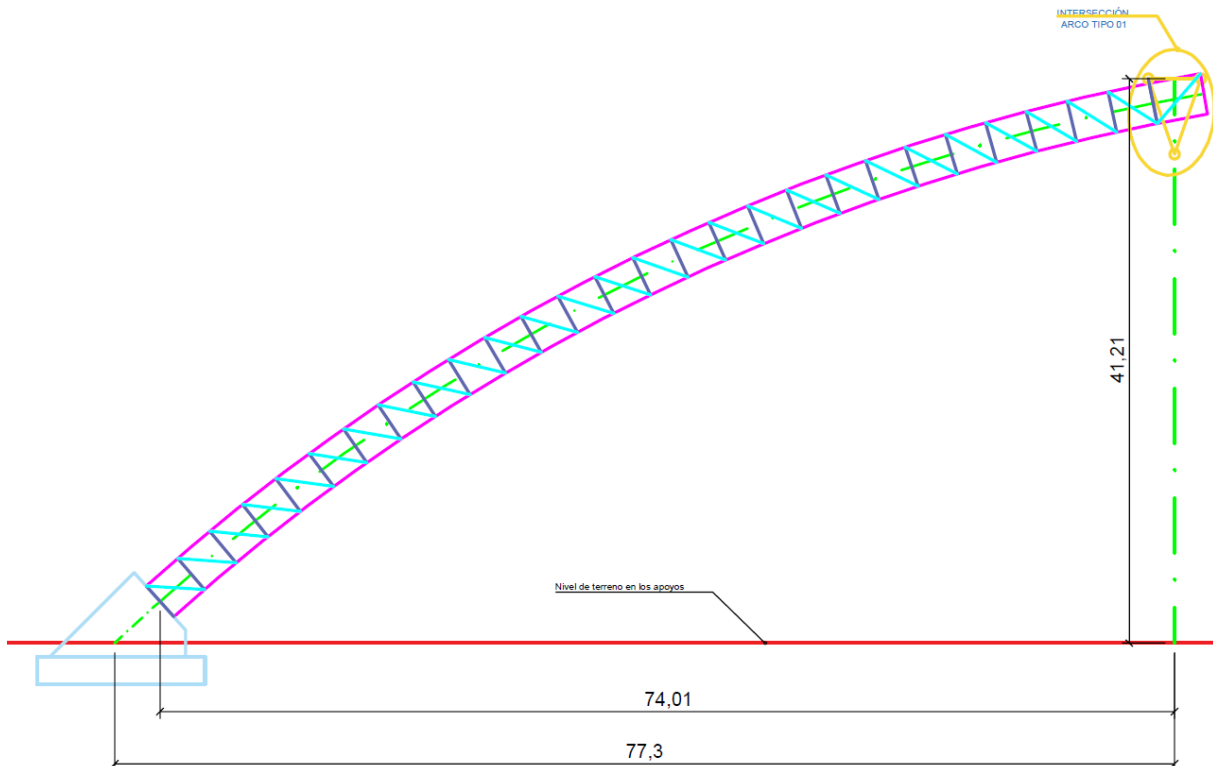


Figura 86

Detalle del Semi Arco Tipo 7

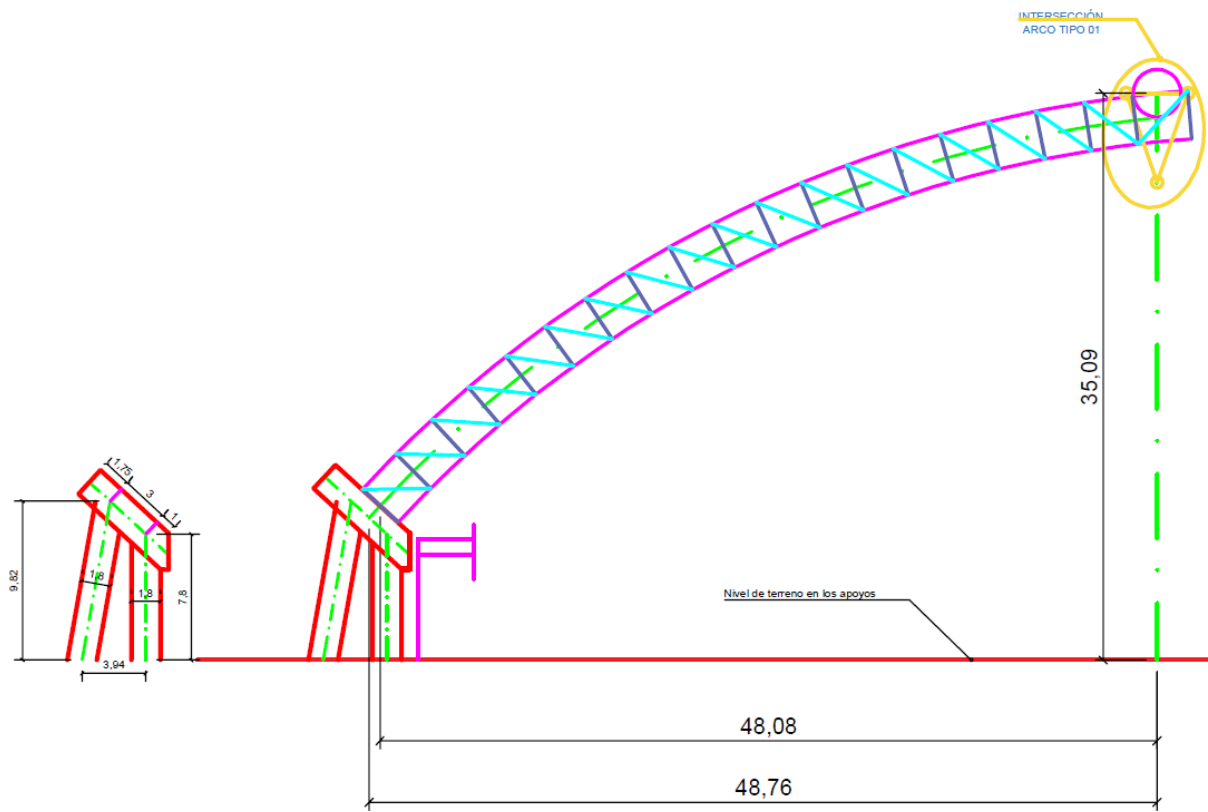


Figura 87

Detalle del Semi Arco Tipo 8

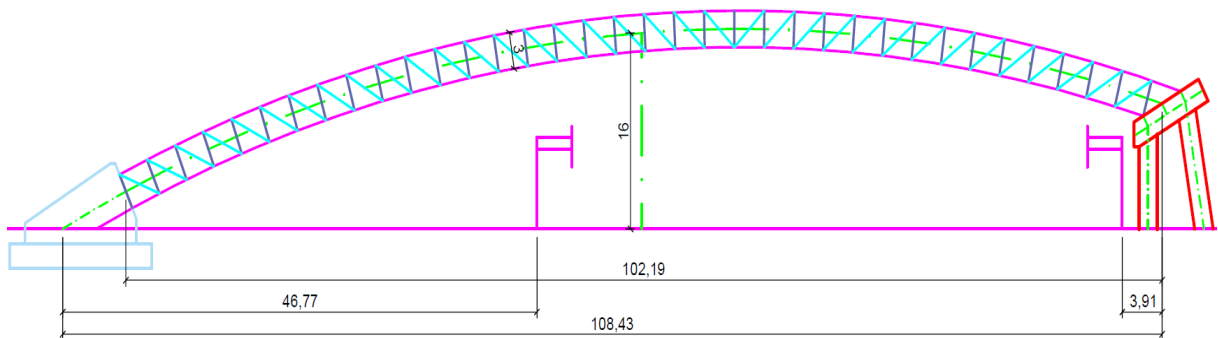


Figura 88

Detalle de la Tridilosa que Conecta el Semi Arco Tipo 6, Tipo 7 y Tipo 8

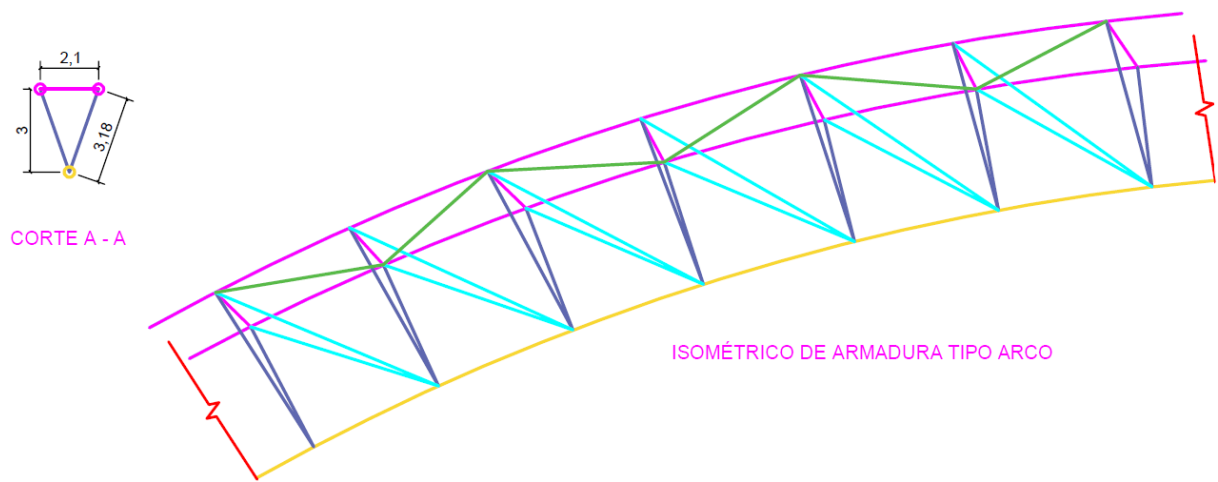
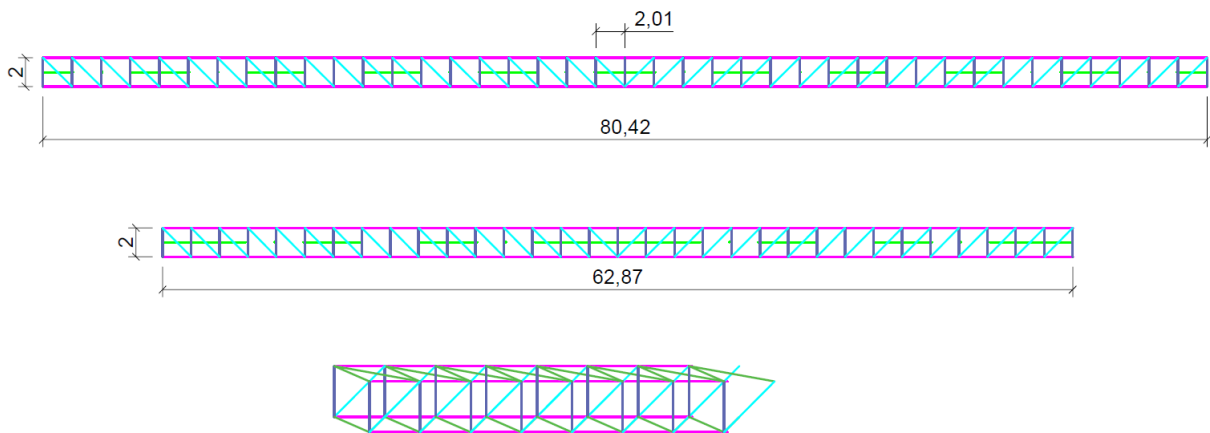


Figura 89

Cercha Tensor



La tridilosa utilizada en el estadio de Chota tiene un menor peso en comparación con otros sistemas estructurales convencionales, lo que reduce la carga sobre las columnas y cimientos del edificio (Tabla 26).

Tabla 26*Peso del Sistema de Cobertura Metálica con Tridilosas para el Estadio**Municipal*

Sección	Peso total (kg)
Brida superior e inferior	34260
Correas	6020
Tijeral lateral	20494
Total	60774

El sistema de cobertura con tridilosa en el estadio municipal de Chota presenta un comportamiento estructural innovador y eficiente, cumpliendo con los límites de la norma E.090 en cuanto a cargas de viento y cargas sísmicas. La tridilosa utilizada en este estadio es capaz de resistir las fuerzas provocadas por fenómenos naturales como vientos fuertes y movimientos sísmicos (Tabla 30).

Tabla 27*Modos de Vibración del Sistema de Cobertura con Tridilosa*

Modo	Periodo (seg)	Criterio	
Modo 1	1.33	< 0.10 H	Cumple
Modo 2	1.27	< 0.10 H	Cumple

Nota: H es la altura de la estructura desde el nivel del suelo, en este caso como H es 40, tiene que ser menor a 4 seg.

Tabla 28*Derivas y Desplazamientos en la Dirección X del Sistema de Cobertura con**Tridilosa*

Nivel	Desplazamiento (m)	Cálculo de derivas en X		Altura (m)	Deriva	Deriva Límite	Verificación
		D absoluto	D relativo				
Techo	0.0054	0.03672	0.03672	40.11	0.00092	0.01	ok

Tabla 29*Derivas y Desplazamientos en la Dirección Y del Sistema con Tridilosa*

Nivel	Desplazamiento (m)	Cálculo de derivas en Y				Deriva Límite	Verificación
		D absoluto	D relativo	Altura (m)	Deriva		
Techo	0.0039	0.02652	0.02652	40.11	0.00066	0.01	ok

Tabla 30*Análisis del Comportamiento Estructural del Sistema con Tridilosa*

Nombre	Tipo	Mínimo	Máximo
Esfuerzos	SX: Tensión normal de X	-2.86076e+008 N/m ²	2.98e+008 N/m ²
Desplazamientos	URES: Desplazamientos resultantes	0 mm	54.23 mm
Deformaciones unitarias	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	0	0.00092

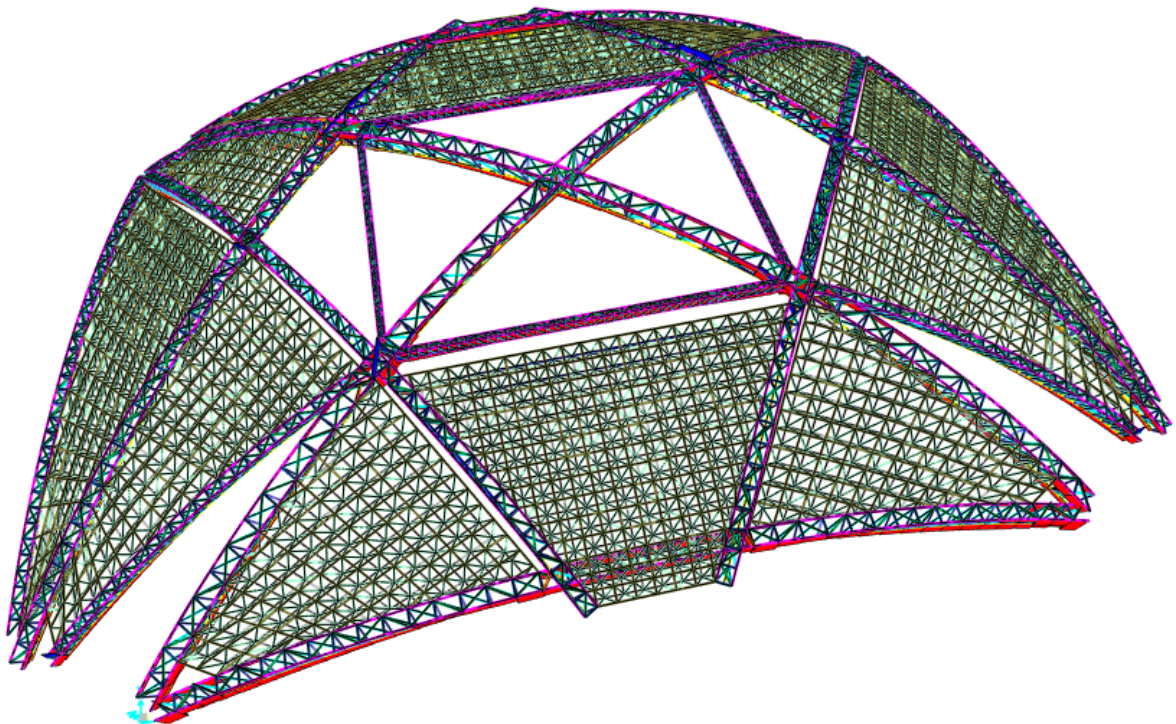
Figura 90*Reacciones de la Tridilosa ante Cargas Sísmicas*

Figura 91

Derivas y Desplazamientos en la Dirección X del Sistema de Cobertura con Tridilosa

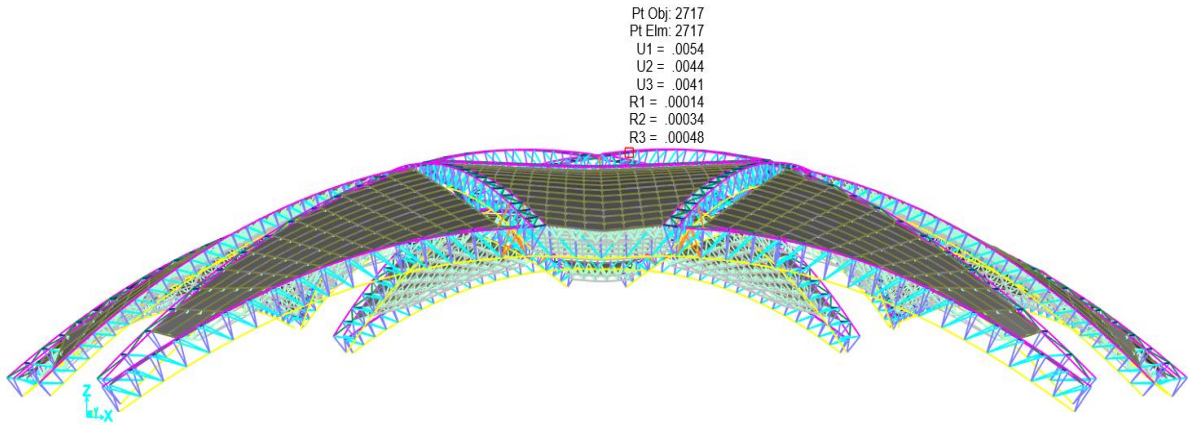
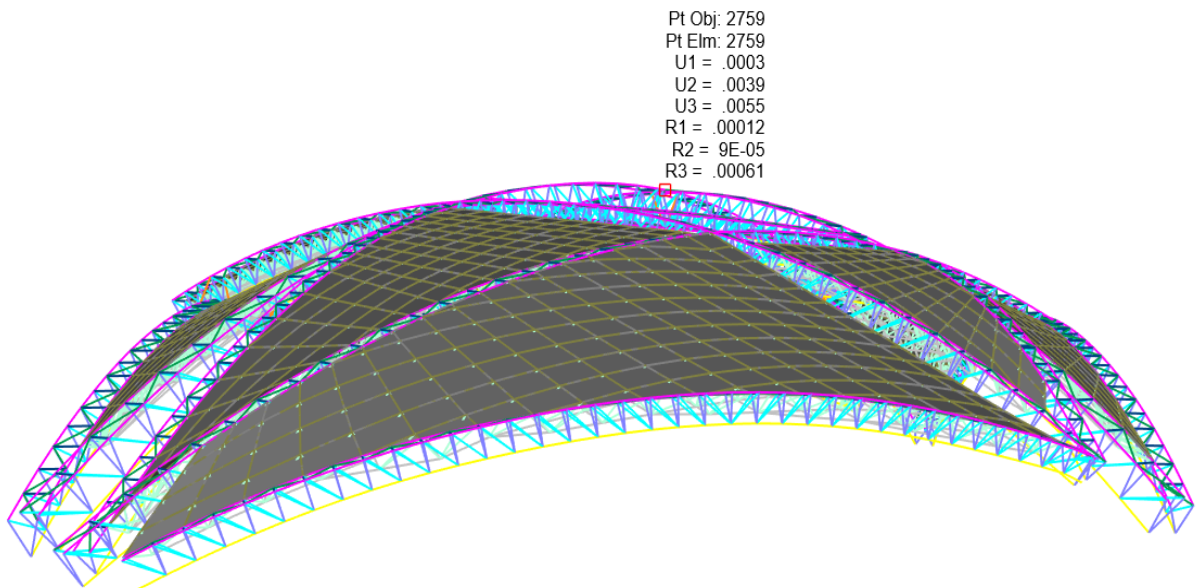


Figura 92

Derivas y Desplazamientos en la Dirección Y del Sistema de Cobertura con Tridilosa



4.1.5. Comparación del comportamiento estructural del sistema de cobertura metálica con estructura parabólica convencional y con tridilosa

La tridilosa soporta mayores esfuerzos, pero genera menor desplazamiento y derivas que el sistema tradicional, además que, a pesar de cubrir mayor espacio, porque el sistema tradicional solo cubre dos palcos, el sistema de tridilosa tiene menor peso, siendo más ligero, pero igual de resistente a caras sísmicas y de viento, ya que ambos sistemas cumplen los lineamientos de la norma E.090 y E.030.

Por tanto, en términos de resistencia sísmica, la tridilosa destaca por su capacidad para soportar mayores esfuerzos debido a su estructura reticular formada por elementos triangulares. Esta configuración proporciona una distribución eficiente de las cargas, lo que resulta en una mayor resistencia a fuerzas externas como las generadas por un terremoto. Por otro lado, el sistema de cobertura metálica con estructura parabólica convencional puede ser más vulnerable a grandes esfuerzos debido a su diseño y a la forma en la que distribuye las cargas a lo largo de la estructura.

En cuanto a la capacidad de absorción de cargas de viento, la tridilosa, al tener una menor masa y una estructura más ligera, tiende a experimentar menor desplazamiento y derivas bajo la acción del viento en comparación con el sistema convencional. Esto significa que la tridilosa puede ser más resistente y mantener una mejor estabilidad estructural en condiciones de viento fuerte.

Además, a pesar de que la tridilosa puede cubrir un área mayor que el sistema tradicional, su peso total es menor. Esto no solo reduce la carga sobre la estructura, sino que también hace que la tridilosa sea más fácil de construir y transportar en comparación con una cobertura metálica con estructura parabólica convencional.

Tabla 31*Comparación de Esfuerzos en el Sistema de Cobertura (Techo)*

Esfuerzos (N/m²)	Mínimo	Máximo	% máximo
Sistema convencional	-2.36076e+008 N/m ²	1.87e+008 N/m ²	100%
Tridilosa	-2.86076e+008 N/m ²	2.98e+008 N/m ²	159.36%

Tabla 32*Comparación de Desplazamientos en el Sistema de Cobertura (Techo)*

Desplazamientos (mm)	Mínimo	Máximo	%
Sistema convencional	0 mm	530.55 mm	100%
Tridilosa	0 mm	54.23 mm	10.22%

Tabla 33*Comparación de Derivas en el Sistema de Cobertura (Techo)*

Derivas	Mínimo	Máximo	%
Sistema convencional	0	0.00214	100%
Tridilosa	0	0.00092	42.99%

Tabla 34*Comparación del Peso en el Sistema de Cobertura (Techo)*

Sistema	Peso total (kg)	%
Sistema convencional	68963	100%
Tridilosa	60774	88.13%

La tridilosa demostró ser una opción eficaz en términos de resistencia sísmica y capacidad de absorción de cargas de viento, gracias a su diseño estructural innovador y ligero. Su capacidad para soportar mayores esfuerzos, menor desplazamiento y derivas, y menor peso en comparación con el sistema convencional la convierten en una opción atractiva para estructuras que requieran una mayor resistencia ante fuerzas externas.

4.1.6. Comparación de los costos de implementación del sistema de cobertura metálica con estructura parabólica convencional y con tridilosa

Al comparar los costos de implementación del sistema de cobertura metálica con estructura parabólica convencional y el sistema de tridilosas para cubrir grandes luces en la construcción del Estadio Municipal, Chota, se encontró que el sistema de tridilosas es 278% más caro que el sistema convencional. Esto se debe a la diferencia en el área que puede cubrir cada sistema: mientras que el sistema convencional solo puede cubrir los palcos de oriente y occidente, el sistema de tridilosas puede cubrir todo el estadio municipal de Chota, dejando libre el área del campo deportivo.

Tabla 35

Comparación del Costo de Implementación del Sistema de Cobertura Metálica con Estructura Parabólica Convencional y con Tridilosa

	Costo de instalación	%
Sistema convencional	1324569.30	100%
Tridilosa	5004949.24	378%

En términos de viabilidad económica y posibles ventajas o desventajas financieras entre ambos sistemas constructivos, es importante tener en cuenta varios aspectos:

Costo inicial: El sistema de tridilosas tiene un costo de implementación mayor que el sistema convencional, lo cual puede representar un desafío financiero inicial. El sistema con tridilosas es 278% más caro que el sistema convencional. Esto se debe principalmente a que el sistema con tridilosas cubre el doble del área techada que el sistema convencional.

Área cubierta: Mientras que el sistema convencional solo puede cubrir los palcos de oriente y occidente, el sistema con tridilosas tiene la capacidad de cubrir todo el estadio municipal de Chota, dejando libre el área del campo deportivo. Siendo

así, el sistema de tridilosas cubre el doble del área que el sistema convencional, lo cual puede ser una ventaja si se considera el valor económico asociado al uso de todo el estadio municipal para eventos adicionales u otros propósitos.

Viabilidad económica: Aunque el sistema con tridilosas tiene un costo inicial más alto, su capacidad para cubrir todo el estadio y liberar el área del campo deportivo puede generar beneficios adicionales en términos de usabilidad y potencial de generación de ingresos a través de eventos adicionales o instalaciones complementarias.

Ventajas financieras: A pesar de su mayor costo inicial, el sistema con tridilosas ofrece ventajas financieras a largo plazo debido a su mayor capacidad de uso y potencial de generación de ingresos adicionales.

Desventajas financieras: La principal desventaja financiera del sistema con tridilosas es su costo inicial significativamente más alto, lo que puede representar un desafío en términos de financiamiento y presupuesto inicial del proyecto, considerando que, el perfil del proyecto ya está planteado con un sistema de cobertura metálica en volado tradicional para las graderías de oriente y occidente. Pero, se puede tomar en cuenta las ventajas a largo plazo de cubrir el estadio municipal de Chota, considerando la climatología local lluviosa.

Por tanto, si bien el sistema con tridilosas tiene un costo inicial más alto, su capacidad para cubrir todo el estadio y liberar el área del campo deportivo puede generar beneficios adicionales que deben ser considerados en su viabilidad económica. Finalmente, la decisión final entre ambos sistemas constructivos dependerá de diversos factores, incluyendo los objetivos del proyecto, el presupuesto disponible, y la visión a largo plazo para el uso del estadio municipal de Chota.

Tabla 36*Costo de Implementación del Sistema de Cobertura Metálica con Estructura**Parabólica Convencional*

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
01.06	Cobertura metálica				1,324,569.30
01.06.01	Construcción de estructuras metálicas				1,096,310.17
01.06.01.01	Suministro y montaje de tijerales t-1	kg	25,752.17	15.91	409,717.02
01.06.01.02	Suministro y montaje de tijerales t-2	kg	5,443.52	15.91	86,606.40
01.06.01.03	Suministro y montaje de tijerales t-3	kg	5,778.96	15.91	91,943.25
01.06.01.04	Suministro y montaje de tijerales t-4	kg	6,077.87	15.91	96,698.91
01.06.01.05	Suministro y montaje de tijerales t-2	kg	25,673.45	15.91	408,464.59
01.06.01.06	Anclaje base de columnas metálicas (inc. Resane)	u	24.00	120.00	2,880.00
01.06.02	Trabajos diversos en estructuras metálicas				9,475.13
01.06.02.01	Canaletas evacuación aguas pluviales (inc. Elementos de fijación)	m	185.00	34.20	6,327.00
01.06.02.02	Montante con tubería PVC de ø6"	m	73.40	42.89	3,148.13
01.06.03	Cobertura de techos				218,784.00
01.06.03.01	Cobertura metálica termotecho	m2	2,544.00	86.00	218,784.00

Tabla 37*Costo de Implementación del Sistema de Cobertura con Tridilosa*

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	COBERTURA METALICA				5,004,949.24
01.01	OBRAS PROVISIONALES				6,090.88
01.01.01	CARTEL DE OBRA 3.60X2.40M UNA CARA	und	1.00	737.38	737.38
01.01.02	AMBIENTE PARA ALMACÉN Y OFICINA	glb	1.00	375.00	375.00
01.01.03	CERCO PROVISIONAL DE OBRA	m	500.00	6.67	3,335.00
01.01.04	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	glb	1.00	1,512.00	1,512.00
01.01.05	SUMINISTRO DE AGUA PARA LA CONSTRUCCIÓN	glb	1.00	131.50	131.50
01.02	SEGURIDAD, SALUD				128.56
01.02.01	SEÑALIZACION TEMPORAL Y SEGURIDAD	glb	1.00	128.56	128.56
01.03	TRABAJOS PRELIMINARES				30,313.44
01.03.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO	m2	27,065.57	1.12	30,313.44
01.04	MOVIMIENTO DE TIERRAS				387,762.44
01.04.01	EXCAVACION PARA ZAPATAS	m3	3,477.83	36.35	126,419.12
01.04.02	NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE FONDO DE CIMENTACIÓN	m2	1,159.28	3.21	3,721.29
01.04.03	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3	235.85	42.64	10,056.64
01.04.04	ACARREO DE MAT. EXCEDENTE EN CARRETILLA (DIST. PROM. 50 M)	m3	4,052.47	21.21	85,952.89

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01.04.05	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE C/VOLQUETE	m3	4,052.47	39.88	161,612.50
01.05	OBRAS DE CONCRETO				24,054.32
01.05.01	SOLADO MEZCLA 1:10 CEMENTO - HORMIGÓN	m3	115.93	207.49	24,054.32
01.06	CONCRETO ARMADO				2,505,586.14
01.06.01	CONCRETO EN ZAPATAS				977,440.48
01.06.01.01	CONCRETO PARA ZAPATAS F´C=210 KG/CM2	m2	2,318.55	329.17	763,197.10
01.06.01.02	ACERO PARA ZAPATAS FY=4200 KG/CM2	kg	48,144.58	4.45	214,243.38
01.06.02	PEDESTAL				1,528,145.66
01.06.02.01	CONCRETO PARA PEDESTAL FC=210 KG/CM2	m3	3,105.29	393.48	1,221,869.51
01.06.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PEDESTAL	m2	1,903.67	90.48	172,244.06
01.06.02.03	ACERO FY=4200 KG/CM2 PARA PEDESTAL	kg	29,200.89	4.59	134,032.09
01.07	CARPINTERIA METALICA				1,962,552.54
01.07.02	ARMADURA METALICA TIPO ARCO	und	99.20	2,808.24	278,577.41
01.07.04	CORREAS DE TUBO RECTANGULAR	m	20,826.25	24.79	516,282.74
01.07.08	IZAMIENTO DE ARMADURAS METÁLICAS	glb	1.00	3,000.00	3,000.00
01.07.09	COBERTURA ALUZINC CURVO OPACO	m2	10,566.02	31.92	337,267.36
01.07.10	COBERTURA POLICARBONATO TRASLUCIDO DE 1 MM	m2	10,566.02	78.31	827,425.03
01.08	PINTURA				21,073.63
01.08.01	PINTURA LATEX EN PEDESTALES	m2	1,903.67	11.07	21,073.63
01.09	CANALIZACION				24,551.08
01.09.01	CANAleta DE ALUZINC 15 CM X 20 CM	m	616.29	33.79	20,824.44
01.09.02	TUBERIA DE PVC SAP 4"	m	80.00	43.77	3,501.60
01.09.03	CODO DE PVC SAP DE 4" X 90°	und	8.00	28.13	225.04
01.10	INSTALACIONES ELECTRICAS				25,985.03
01.10.01	SALIDA DE TECHO	Pto	48.00	38.60	1,852.80
01.10.02	TUBERIAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS SAP 20 MM (3/4")	m	1,232.58	11.48	14,150.02
01.10.03	CABLE ELECTRICO NH-80 - 2.5 MM2	m	1,848.87	4.26	7,876.19
01.10.04	ALIMENTADOR GENERAL - CABLE N2XH - 4 MM2	glb	1.00	580.00	580.00
01.10.05	TABLEROS DE DISTRIBUCION DE PVC CON 8 POLOS	und	1.00	214.12	214.12
01.10.06	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 2 X 15 A	und	22.00	48.53	1,067.66
01.10.07	CAJA DE PASE DE 10X10X5 CM	und	8.00	30.53	244.24
01.11	ILUMINACION INTERIOR				10,467.38
01.11.01	REFLECTORES LED DE 200 W	und	22.00	475.79	10,467.38
01.12	FLETE				6,383.80
01.12.01	FLETE TERRESTRE	glb	1.00	6,383.80	6,383.80

4.1.7. Comparación del alcance del sistema de cobertura metálica con estructura parabólica convencional y con tridilosa

El sistema de cobertura con tridilosas ofrece una serie de ventajas significativas en términos de alcance, versatilidad, resistencia estructural y potencial de uso del espacio cubierto. Aunque su costo inicial es más alto, puede proporcionar beneficios a largo plazo que justifiquen esta inversión adicional. Sin embargo, la selección del sistema más adecuado dependerá de los objetivos específicos del proyecto, el presupuesto disponible y otros factores relevantes para las autoridades locales encargadas de la construcción del Estadio Municipal de Chota. No obstante, en este acápite se definirá el sistema más adecuado en términos de sus ventajas y desventajas caracterizadas en su análisis estructural.

Tabla 38

Ventajas y Desventajas del Sistema de Cobertura para el Estadio Municipal

Aspecto	Cobertura metálica convencional	Cobertura con tridilosas
Ventajas		
Resistencia a los esfuerzos	Adecuada	Mayor
Comportamiento estructural	Adecuado	Adecuado
Desplazamiento y derivas		Menor
Peso de la estructura		Menor
Eficiencia en la distribución de cargas		Mayor
Desventajas		
Costo de instalación		278% más alto
Espacio cubierto	Limitado (gradería de oriente y occidente)	Doble del área
Complejidad de diseño y construcción		Mayor
Tiempo de construcción		Mayor

Así mismo, la tabla DOFA destaca las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas asociadas con cada sistema de cobertura del Estadio Municipal Chota.

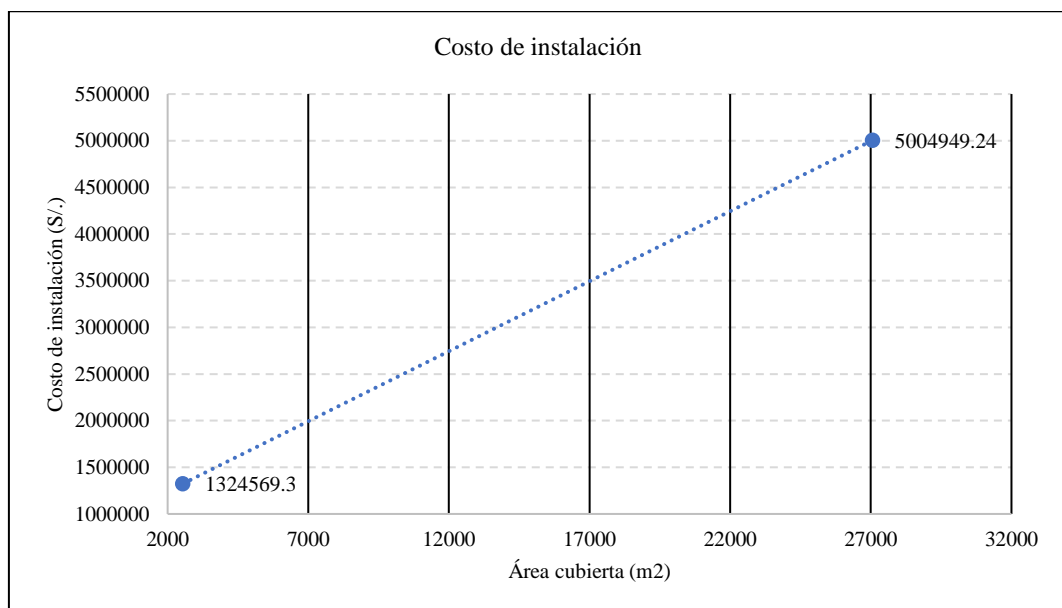
Tabla 39

Análisis DOFA para el Sistema de Cobertura (Techo)

Aspecto	Cobertura metálica convencional	Cobertura con tridilosa
Fortalezas	Comportamiento estructural adecuado	Mayor resistencia a los esfuerzos, Menor desplazamiento y derivas. Mayor espacio cubierto.
Oportunidades	Potencial para ser más económico en términos de costo inicial	Mayor versatilidad en diseño y funcionalidad del espacio interior. Mayor durabilidad y menor necesidad de mantenimiento a largo plazo.
Debilidades	Limitación en el espacio cubierto (solo graderío de oriente y occidente). Complejidad en el diseño y construcción	Mayor costo de instalación (278% más alto). Posible necesidad de mano de obra especializada
Amenazas	Competencia de otros sistemas de cubierta más avanzados y económicos. Avances tecnológicos que puedan hacer obsoleto el sistema convencional.	Posible rechazo inicial debido al costo más alto. Posibles demoras en la construcción debido a la complejidad del diseño y la necesidad de mano de obra especializada.

Figura 93

Gráfica Costo vs. Área Cubierta (Alcance)



Siendo así, para comparar el alcance de ambas propuestas, tanto del sistema de cobertura metálica con estructura parabólica convencional como del sistema con tridilosas, para cubrir grandes luces en la construcción del Estadio Municipal, se han evaluado los aspectos:

Etapas de ingeniería: En relación con los procedimientos llevados a cabo para determinar las dimensiones, seleccionar la estructura, modelarla utilizando el programa SAP2000 v20, aplicar las cargas muertas, vivas, de viento y sismo según las normativas pertinentes, y ejecutar el análisis del programa, se constata que los índices que establecen la relación entre la demanda y la capacidad de carga no exceden el valor de uno para ambas estructuras. Por lo tanto, se confirma que cumplen con la capacidad estructural para la cual fueron diseñadas. Aunque ambos sistemas pueden cumplir con los requisitos de resistencia estructural necesarios para soportar cargas sísmicas y de viento, la tridilosa puede ofrecer una mayor resistencia a los esfuerzos debido a su diseño eficiente y liviano.

Comparación de la calidad: La calidad del acero en ambas estructuras es A36. Pero, la distinción radica en que la estructura con tridilosa está diseñada para soportar esfuerzos más elevados y ofrece ventajas en términos de construcción gracias a la uniformidad de dimensiones que facilita los empalmes de soldadura.

Área cubierta: El sistema de cobertura con tridilosas tiene la capacidad de cubrir todo el estadio municipal de Chota, dejando libre el área del campo deportivo. Por otro lado, el sistema de cobertura metálica con estructura parabólica convencional solo puede cubrir los palcos de oriente y occidente. Esto significa que el sistema con tridilosas proporciona una cobertura mucho más amplia y versátil.

Espacio disponible: La tridilosa permite una mayor libertad en el diseño del espacio interior del estadio, ya que no requiere soportes intermedios y puede

cubrir grandes luces sin obstrucciones. Esto significa que el espacio interior del estadio puede ser más flexible y adaptable a diversas necesidades, como la organización de eventos deportivos, conciertos u otros espectáculos.

Versatilidad y funcionalidad: El sistema de tridilosas ofrece una mayor versatilidad en términos de diseño arquitectónico y funcionalidad del estadio. Además de proporcionar una mayor área cubierta, puede adaptarse mejor a futuras expansiones o modificaciones del estadio.

Costo y presupuesto disponible: Aunque el sistema de tridilosas tiene un costo de instalación más alto, puede ser más rentable a largo plazo debido a su mayor durabilidad, menor necesidad de mantenimiento y la posibilidad de generar ingresos adicionales mediante la utilización del espacio adicional cubierto.

Tiempo de construcción: Es importante considerar el tiempo requerido para la construcción de cada sistema. La tridilosa puede requerir un tiempo de construcción mayor debido a su diseño más complejo y la necesidad de una mano de obra especializada.

En conclusión, el sistema de cobertura con tridilosas presenta diversas ventajas sobre el sistema de cobertura metálica con estructura parabólica convencional. La tridilosa ofrece una mayor área cubierta, mayor versatilidad en el diseño y funcionalidad del espacio interior, así como mayor resistencia a los esfuerzos y menor necesidad de mantenimiento. A pesar de que el costo de instalación de la tridilosa es significativamente más alto, su durabilidad y capacidad para resistir condiciones naturales extremas justifica esta inversión adicional. Además, la tridilosa permite una mayor flexibilidad y mejor adaptación a futuras expansiones. Por lo tanto, considerando todo esto, se concluye que el sistema de cobertura con tridilosas es la opción más adecuada para la construcción del Estadio Municipal

de Chota, ya que ofrece un mayor valor en términos de capacidad estructural, funcionalidad y durabilidad a largo plazo.

4.2. Contrastación de hipótesis

En el programa Minitab 22 se verificó la normalidad de los datos, infiriendo que siguen una tendencia normal, por lo que, se pueden aplicar pruebas paramétricas para determinar si se acepta o rechaza la hipótesis nula (H_0) o la hipótesis alternativa (H_1) de la investigación. Siendo así, se acepta H_1 , cuando el valor p (probabilidad) para un nivel de confianza del 95%, es menor al nivel de significancia 0.05. Las hipótesis que, se plantearon fueron:

- H_1 : El comportamiento sismorresistente de la cobertura metálica con tridilosas es diferente que la cobertura metálica parabólica convencional para cubrir grandes luces en el Estadio Municipal, Chota.
- H_0 : El comportamiento sismorresistente de la cobertura metálica con tridilosas no es diferente que la cobertura metálica parabólica convencional para cubrir grandes luces en el Estadio Municipal, Chota.

Para demostrar la hipótesis de investigación se ha utilizado la prueba t -student de dos muestras, en las que se ha comparado el alcance (metrados), el costo (presupuesto) y el comportamiento estructural (derivadas y desplazamientos) del sistema de cobertura metálica con estructura parabólica convencional y sistema con tridilosa para el estadio Municipal de Chota. Demostrando que, el alcance con el sistema de tridilosas es mayor que, el alcance con el sistema de cobertura metálica con estructura parabólica convencional, es decir cubre una mayor área del estadio municipal de Chota, no obstante, el costo (presupuesto) del sistema con tridilosa también es mayor que, la cobertura metálica con estructura parabólica convencional, por lo que significa una mayor inversión presupuestaria;

pero al comparar el comportamiento estructural, se ha determinado que el sistema con tridilosas tiene menor derivas y desplazamientos que el sistema convencional por lo que, tiene un mejor comportamiento estructural aun cuando ambos sistemas cumplen los lineamientos para los que fueron diseñados. Siendo así, el sistema de cobertura con tridilosa presenta mayores beneficios estructurales y arquitectónicos.

Tabla 40

Prueba t-student de Dos Muestras Respecto al Alcance de Instalación

Hipótesis nula	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$	
Hipótesis alterna	$H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0$	
Valor T	GL	Valor p
0.77	9	0.000

Nota: u1 cobertura con tridilosa, u2 cobertura metálica con estructura parabólica convencional, Donde: H1: El alcance de la cobertura con tridilosa es mayor que la cobertura metálica con estructura parabólica convencional. Ho: El alcance de la cobertura con tridilosa es igual que en el alcance de la cobertura metálica con estructura parabólica convencional. Al final se ha aceptado H1.

Tabla 41

Prueba t-student de Dos Muestras Respecto al Costo de Construcción

Hipótesis nula	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$	
Hipótesis alterna	$H_1: \mu_1 - \mu_2 < 0$	
Valor T	GL	Valor p
-0.03	7	1.000

Nota: u1 cobertura con tridilosa, u2 cobertura metálica con estructura parabólica convencional, Donde: H1: El costo de la cobertura con tridilosa es menor que el costo de la cobertura metálica con estructura parabólica convencional. Ho: El costo de la cobertura con tridilosa es similar que el costo de la cobertura metálica con estructura parabólica convencional. Al final se ha aceptado Ho.

Tabla 42

Prueba t-student de Dos Muestras Respecto al Comportamiento Estructural

(Derivas y Desplazamientos)

Hipótesis nula	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$	
Hipótesis alterna	$H_1: \mu_1 - \mu_2 < 0$	
Valor T	GL	Valor p
5.88	139	0.0458

Nota: u1 cobertura con tridilosa, u2 cobertura metálica con estructura parabólica convencional,

Donde: H1: Las derivas de la cobertura con tridilosa son menores que las derivas de la cobertura metálica con estructura parabólica convencional. Ho: Las derivas de la cobertura con tridilosa son iguales que las derivas de la cobertura metálica con estructura parabólica convencional. Al final se ha aceptado H1.

4.3. Discusión de resultados

El planteamiento arquitectónico propuesto para el Estadio Municipal de Chota en el expediente técnico a través de planos 2D en AutoCAD 2018 fue replanteado utilizando la metodología Building Information Modeling (BIM) para comprender sus características y especificaciones.

La metodología BIM ha revolucionado la forma en que se diseñan y construyen estructuras arquitectónicas, permitiendo una mejor comprensión de las características y especificaciones de los proyectos. En el caso del Estadio Municipal de Chota, se ha utilizado BIM para desarrollar el planteamiento arquitectónico, lo que ha brindado la oportunidad de analizarlo en profundidad, verificando que, el planteamiento arquitectónico cumple los lineamientos de la norma A.100 de distribución arquitectónica, tal como, García et al. (2018).

No obstante, cabe recalcar que actualmente solamente se ha construido la etapa I del estadio municipal que abarca el campo de futbol y el cerco perimétrico, por ende, en las siguientes etapas se debe verificar que el planteamiento propuesto se cumpla, además de que, ciertamente se ha verificado que la distribución y

accesibilidad es adecuada, pero puede verse interrumpida por las precipitaciones locales, debido a que la cobertura metálica proyectada solo cubriría las graderías de oriente y occidente, dejando expuesto al resto de palcos y a las áreas de circulación, por ello, se ha planteado el diseño de la cobertura con tridilosas.

Feng et al. (2023) exploraron el diseño de la estructura del techo de un estadio de fútbol profesional utilizando tecnología avanzada, lo que ha ofrecido ideas para mejorar el diseño del techo del estadio de Chota. Además, las investigaciones de Nazar-Beutelspacher et al. (2019) y Ponce (2005) sobre el comportamiento estructural y el diseño de tridilosas han proporcionado información valiosa sobre cómo optimizar la estructura del techo del estadio para garantizar su resistencia y durabilidad.

El comportamiento estructural del sistema de cobertura metálica con estructura parabólica convencional en el Estadio Municipal de Chota cumple con los lineamientos de la normativa E.090 y E.030. Esto concuerda con, Castro & Maza (2022) sobre el diseño estructural de techos de estructura metálica en losa deportiva, o el estudio de Salas (2023) sobre análisis comparativo de estructuras metálicas para la cobertura de hornos de una empresa ladrillera, quienes resaltan la importancia de contar con una cobertura que garantice una distribución equitativa de la carga y una adecuada resistencia ante diferentes condiciones climáticas y sísmicas.

Pero se ha identificado que la cobertura metálica parabólica en volado proyectada para el Estadio Municipal de Chota solo cubre las gradas de oriente y occidente, lo que podría plantear ciertas limitaciones en cuanto a la protección y resistencia a las cargas externas. Frente a ello, Sherzod & Davlatova (2023) sobre el uso de estructuras de acero para cubrir el techo de estadios de fútbol destaca la

relevancia de contar con un diseño estructural apropiado que garantice la estabilidad y resistencia de la cobertura en todo su perímetro, no solo en ciertas áreas. En este sentido, es importante considerar la posibilidad de ampliar la cobertura metálica parabólica en volado para cubrir de manera completa todas las gradas del estadio Municipal de Chota, con el fin de garantizar la seguridad de los espectadores y la durabilidad de la estructura en su conjunto.

Por tanto, si bien se ha cumplido con los lineamientos de la evaluación estructural, es necesario considerar la ampliación de la cobertura metálica parabólica en volado para asegurar una distribución adecuada de la carga y una mayor protección ante eventos climáticos.

El comportamiento estructural del sistema de cobertura con tridilosa en el Estadio Municipal de Chota cumple con los lineamientos de las normas E.090 y E.030, lo que garantiza su adecuado desempeño y seguridad estructural.

Comparando estos resultados con investigaciones previas, como la de Feng et al. (2023) sobre el diseño de la estructura del techo de un estadio de fútbol en Chengdu y la de Nazar-Beutelspacher et al. (2019) acerca de la influencia de la excentricidad en nudos en estructuras de tridilosas, se puede observar que el sistema de tridilosas utilizado en el Estadio Municipal de Chota ha sido validado con éxito y se encuentra en línea con los avances tecnológicos actuales en el diseño de estructuras metálicas para cubiertas.

Asimismo, al comparar con las investigaciones de Terenzi et al. (2024) y Rivero (2019) sobre el comportamiento estructural y sísmico de estadios y coliseos, respectivamente, se puede concluir que el uso de tridilosas en la cobertura del estadio de Chota proporciona una solución eficaz y segura,

permitiendo una adecuada resistencia a las cargas de viento y sismo, así como un comportamiento estructural satisfactorio ante posibles eventos sísmicos.

Por tanto, los resultados obtenidos en la evaluación del sistema de cobertura con tridilosa en el Estadio Municipal de Chota son positivos y respaldan su eficacia y seguridad estructural, lo que lo posiciona como una opción viable y confiable para este tipo de instalaciones deportivas.

La comparación de los resultados del análisis estructural entre el sistema de cobertura metálica con estructura parabólica convencional y el de tridilosa es vital para determinar su eficacia y desempeño en términos de resistencia sísmica y capacidad de absorción de cargas de viento. Ambos sistemas han demostrado cumplir con los lineamientos de la normativa E.090 y E.030, pero presentan diferencias significativas en sus características estructurales. A pesar de las diferencias, se garantiza la seguridad y estabilidad estructural de ambos tipos de cobertura en términos generales.

Sin embargo, al analizar en detalle los resultados obtenidos, se observa que el sistema de tridilosas presenta una mayor resistencia a esfuerzos, menor peso y menores derivas y desplazamientos en comparación con el sistema de cobertura metálica con estructura parabólica convencional. Esto indica que el sistema de tridilosas podría ser más eficaz y tener un mejor desempeño en situaciones de carga, como por ejemplo resistencia sísmica y capacidad de absorción de cargas de viento.

Estos hallazgos, son respaldados por el estudio de Nazar-Beutelspacher et al. (2019) sobre el efecto de la excentricidad en nudos en superestructuras de armaduras espaciales mixtas de puentes (tridilosas) podría brindar información adicional sobre la resistencia estructural de este tipo de sistema.

Además, la tesis de Becerra (2019) que evalúa el diseño-costo de estructura tridilosa y losa de dos direcciones para edificaciones de grandes luces en Tarapoto ha proporcionado datos relevantes sobre la eficacia y desempeño de la tridilosa en comparación con otras opciones de cobertura, llegando a resultados similares a los estimados en la investigación.

También ha sido relevante comparar los resultados con estudios que abordan temas específicos relacionados con la construcción de estadios y estructuras metálicas, como el análisis sísmico (Rivero, 2019; Sánchez, 2023), la evaluación de la presión del viento (Pari et al., 2023), o la comparación de diferentes sistemas de cobertura metálica (Jara & Vilca, 2023; Salas, 2023). Pero en todos, los casos se han llegado a conclusiones similares, en las que se resalta los beneficios en el comportamiento estructural de las tridilosas, al lograr un sistema más resistente con menor peso.

Por tanto, los resultados del análisis estructural comparativo entre el sistema de cobertura metálica con estructura parabólica convencional y el de tridilosa sugieren que este último podría ser una opción más eficaz y resistente en términos de resistencia a esfuerzos, peso, derivas y desplazamientos. Estos hallazgos podrían tener importantes implicaciones para el diseño y la construcción de estructuras con cobertura metálica en diversas aplicaciones, como estadios deportivos, edificaciones industriales y otros tipos de estructuras.

La comparación de los costos de implementación entre el sistema de cobertura metálica con estructura parabólica convencional y el sistema con tridilosas es esencial para evaluar la viabilidad económica y determinar posibles ventajas o desventajas financieras entre ambos sistemas constructivos en la construcción del Estadio Municipal de Chota, donde se ha determinado costos de

construcción, similares a los determinados por Becerra (2019), que compara el diseño-costo de estructuras tridilosa y losa de dos direcciones, o el de Castro & Maza (2022), que se centra en el diseño estructural de techos de estructura metálica.

En el estadio municipal de Chota se ha determinado que, el costo de instalación de las tridilosas es mayor al costo de instalación del sistema convencional. A pesar de que el sistema con tridilosas tiene un costo de implementación 278% más alto que el sistema convencional, es importante considerar que este último solo cubre una fracción del espacio que la tridilosa puede abarcar. Este resultado plantea un importante dilema en términos de viabilidad económica, ya que, si bien el sistema con tridilosas permite cubrir una mayor área, su costo es considerablemente más alto.

En este sentido, los estudios de Feng et al. (2023), Terenzi et al. (2024), Sherzod & Davlatova (2023) optan por un sistema de tridilosas, debido a que, si bien el sistema con tridilosas tiene un costo inicial significativamente más alto, su capacidad para cubrir el doble de espacio puede traducirse en un mayor retorno de inversión a largo plazo, especialmente si se tiene en cuenta la funcionalidad y versatilidad adicional que proporciona al estadio.

La durabilidad y resistencia a largo plazo de la tridilosa pueden contribuir a reducir los costos de mantenimiento y reparación en comparación con el sistema convencional, lo que podría compensar en parte el costo inicial más elevado (Nazar-Beutelspacher et al., 2019).

Por tanto, si bien el sistema con tridilosas representa una inversión inicial más alta, su capacidad para cubrir un mayor espacio y potencialmente reducir los costos a largo plazo debe considerarse al evaluar su viabilidad económica en

comparación con el sistema convencional para la construcción del Estadio Municipal de Chota.

Pero, es importante, tal como resalta Becerra (2019) que en futuras investigaciones se evalué detalladamente los costos totales a lo largo del ciclo de vida de ambos sistemas, incluyendo no solo los costos de implementación, sino también los costos de operación, mantenimiento y posibles mejoras futuras.

Al analizar y comparar el alcance de ambas propuestas, el sistema de cobertura metálica con estructura parabólica convencional y el sistema con tridilosas, para cubrir grandes luces en la construcción del Estadio Municipal de Chota, es importante considerar aspectos importantes (capacidad estructural, costo de implementación, antecedentes y estudios comparativos, consideraciones adicionales) que influyen en la selección del sistema más adecuado para la construcción del estadio.

Se ha comprobado que el sistema con tridilosas presenta una mayor capacidad estructural en comparación con el sistema convencional. Esta mayor resistencia a los esfuerzos es un factor determinante en áreas sísmicas o sujetas a fuertes vientos, lo que garantizaría la seguridad y estabilidad del estadio a lo largo del tiempo, tal como, lo han demostrado Feng et al. (2023) y Salas (2023).

A pesar de su mayor capacidad estructural, el sistema con tridilosas tiene un costo de implementación 278% más alto que el sistema convencional. Esto plantea un desafío económico importante que debe ser considerado al evaluar la viabilidad financiera de ambas opciones, tal como, resalta Becerra (2019).

Es importante destacar que el sistema con tridilosas tiene la capacidad de cubrir el doble de espacio que el sistema convencional. Esto puede ser un factor clave en la selección del sistema adecuado, especialmente si se considera la

necesidad de cubrir áreas extensas como las de un estadio, según resalta Terenzi et al. (2024) y Sherzod & Davlatova (2023).

Así mismo, otros factores a tener en cuenta en futuras investigación según recalca Torres (2023) incluyen el mantenimiento y los costos operativos a lo largo del ciclo de vida de ambos sistemas, así como su adaptabilidad a posibles cambios futuros en las necesidades del estadio.

Por tanto, si bien el sistema con tridilosas presenta ventajas significativas en términos de capacidad estructural y capacidad de cubrir grandes espacios, su mayor costo de implementación plantea desafíos financieros que deben ser cuidadosamente evaluados. La selección del sistema más adecuado para la construcción del Estadio Municipal de Chota queda derivada a la decisión de las autoridades locales.

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Luego de comparar el comportamiento sismorresistente del sistema de cobertura metálica con estructura parabólica convencional y con tridilosas para cubrir grandes luces en el Estadio Municipal, Chota, se ha llegado a concluir:

- 1) El suelo del Estadio Municipal de Chota se clasifica como MH (limos inorgánicos de alta plasticidad) con una capacidad portante de 1.29 kg/cm² para cimentaciones corridas y 1.49 kg/cm² para cimentaciones cuadradas, siendo un perfil tipo S2 (suelos intermedios).
- 2) El análisis del planteamiento arquitectónico del Estadio Municipal de Chota, realizado mediante la metodología BIM, permitió identificar que el diseño abarca un área total de 36,080 m², con una cancha de fútbol de 105 m de largo por 68 m de ancho y ambientes complementarios diseñados conforme a la norma A.100, garantizando funcionalidad y accesibilidad. No obstante, el modelo BIM evidenció que la cobertura metálica propuesta solo abarca las dos graderías, dejando otras áreas sin protección, lo que limita el uso integral de la infraestructura.
- 3) El sistema de cobertura metálica con estructura parabólica convencional en el Estadio Municipal de Chota cubre los palcos de este y oeste, siendo dos tribunas techadas en un área de 2,544 m², conformado por cinco tipos de tijerales parabólicos, con diagonales de fierro de 2"x3/16" de acero ASTM A36 tiene la capacidad estructural para resistir fuerzas externas, siendo los desplazamientos menores a 530.55 mm, con deformaciones unitarias de 0.00214 y esfuerzos máximos de 1.87x10⁸ N/m².

- 4) El sistema de cobertura con tridilosa en el Estadio Municipal de Chota cubre en su totalidad el área de 27,065.57 m², con una abertura central del área de la cancha de futbol, está integrada por dos arcos principales, dos arcos secundarios, cinco semi arcos y una cercha tensora de acero ASTM A36, siendo la longitud de los arcos tipo 1, 2 y 3, respectivamente 219.50 m, 158.05 m y 187.80 m, y de los semi arcos tipo 4, 5, 6, y 8 sus longitudes respectivas son 160.50 m, 160.50 m, 77 m, 49 m y 108.50 m, mientras que, la cercha tensora tiene una longitud total de 286.60 m, en un área no techada de 80.43 m x 62.87 m. El comportamiento estructural de este sistema ha confirmado su capacidad para resistir esfuerzos y mantener la estabilidad del estadio, siendo los desplazamientos menores a 54.23 mm, con deformaciones unitarias de 0.00092, y esfuerzos máximos de 2.98×10^8 N/m².
- 5) La comparación estructural entre el sistema de cobertura metálica con estructura parabólica convencional y el de tridilosa ha revelado que, el sistema con tridilosas alcanza mayor resistencia a esfuerzos, menor peso y menores derivas y desplazamientos que, la cobertura metálica con estructura parabólica convencional, a pesar de que su área es mayor en 964%.
- 6) Los costos de implementación entre el sistema de cobertura metálica con estructura parabólica convencional (S/. 1,324,569.30) y el de tridilosas (S/. 5,004,949.24) tienen una diferencia de 278%, lo que significa que el sistema con tridilosas es considerablemente más costoso que, el sistema convencional, aunque se debe tomar en cuenta que también cubre 10.6 veces el área que cubre el sistema convencional.
- 7) Considerando factores como capacidad estructural, alcance y viabilidad económica, se ha determinado que la cobertura con tridilosa tiene mayores beneficios que, la cobertura metálica con estructura parabólica convencional, no

obstante, cabe recalcar que, la cobertura metálica con estructura parabólica convencional también cumple con los objetivos de diseño estructural, aunque arquitectónicamente no cubre todo el espacio necesario para garantizar la comodidad y confort de los usuarios del estadio municipal de Chota.

5.2. Recomendaciones y/o sugerencias

- 1) Se recomienda considerar las características del suelo, clasificado en este caso como tipo S2 (suelos intermedios), en el diseño estructural de las coberturas metálicas, debido a que, este factor influye en la formulación del espectro de diseño sísmico.
- 2) Se sugiere utilizar la información recopilada durante el análisis BIM para llevar a cabo reuniones interdisciplinarias con el equipo de diseño y construcción. Esto facilitará la resolución temprana de posibles conflictos y la optimización del diseño antes de la fase de construcción del estadio municipal de Chota, considerando que ahora gracias al presente estudio, se cuenta con un modelo BIM de todo el proyecto de construcción y no solo de la etapa I que ya se ha ejecutado.
- 3) Se recomienda que en caso se desee continuar con la construcción del estadio municipal de acuerdo al perfil técnico planteado y se opte por utilizar la cobertura metálica convencional, se realice un seguimiento continuo del comportamiento estructural del sistema de cobertura metálica con estructura parabólica convencional durante la fase de construcción, mediante la implementación de sensores de monitoreo. Esto permitirá detectar y abordar cualquier desviación o anomalía en tiempo real.
- 4) Se recomienda realizar pruebas físicas adicionales en modelos a escala del sistema de cobertura con tridilosa para validar los resultados obtenidos mediante análisis

estructural computacional. Esto garantizará una mayor confiabilidad en la predicción del comportamiento estructural en condiciones reales.

- 5) Se sugiere implementar el sistema de cobertura con tridilosas en la construcción del techo del estadio municipal de Chota, considerando que, en la comparación técnica este sistema presenta mayores ventajas en el comportamiento estructural y cubre mayor espacio del estadio dejando libre la cancha de fútbol, por lo que también se asegura la iluminación y visibilidad durante los encuentros deportivos.
- 6) Se recomienda realizar análisis de costos a largo plazo que consideren no solo los costos iniciales de implementación, sino también los costos de mantenimiento y operación a lo largo del ciclo de vida del estadio. Esto proporcionará una evaluación más completa de la viabilidad económica de cada sistema de cobertura.
- 7) Se sugiere involucrar a todas las partes interesadas, incluidos los usuarios finales y la comunidad local, en el proceso de selección del sistema de cobertura. Esto garantizará que se tengan en cuenta todas las perspectivas y necesidades relevantes al tomar una decisión final.

CAPÍTULO VI.

REFERENCIAS

- Acuache, L. (2005). *Construcción de estructuras espaciales compuestas de grandes luces*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Ingeniería].
- Acuache, L. (2005). *Construcción de estructuras espaciales compuestas de grandes luces*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Ingeniería].
- Alegre , V., Ródenas , V., & Villalba , S. (2012). Colapso de la cubierta metálica de un polideportivo; patologías singulares y recurrentes. *Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción*, 2(1), 38-47. <https://www.redalyc.org/pdf/4276/427639586006.pdf>
- Alvarez, D. A. (2023). *Teoría de la elasticidad usando Matlab y Maxima*. Universidad Nacional de Colombia. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj9zbLBnvaCAxVzr5UCHa1uDRA4MhAWegQIAxAB&url=https%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Fpublication%2F373923409_Teoria_de_la_elasticidad_usando_Matlab_y_Maxima_Volumen_1_Fund
- Arcux, A. (2020). *La Arquitectura de la Copa América 2020 – Conoce los posibles estadios*. Arcux: <https://arcux.net/blog/arquitectura-de-la-copa-america-2020/>
- Arias , C. P., & Calle , L. G. (2023). *Diseño de una cubierta de estructura metálica con conexiones empernadas para el área de almacenamiento de combustibles en la industria papelera*. Tesis de maestría en Ingeniería Metálica , Universidad Politécnica Salesiana . <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/24323/1/UPS-CT010342.pdf>
- Asadi, E., Li, Y., & Hero, Y. (2018). Seismic Performance Assessment and Loss Estimation of Steel Diagrid Structures. *Journal of Structural Engineering*, 144(10), 1-15. <https://n9.cl/ykq>
- Asociación del fútbol argentino. (2011). *Reglamento General*. https://www.afa.com.ar/upload/torneo/Reglamento_General_AFA.pdf
- Ávila , F., Puertas , E., Martínez , A., & Gallego , R. (2021). *Cálculo matricial de estructuras*. Universidad de Granada. <https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/67070/CalculoMatricialdeEstructuras2021?sequence=5>

- Bargerzadeh, M. R., Mehdi, R., Sadeghi, V., & Agabalaie, M. (2016). Seismic Behavior of Steel structure with buckling-restrained braces (BRB). *Jordan journal of civil engineering*, 10(1), 1-17.
- Becerra, N. G. (2019). *Evaluación de diseño-costo de estructura tridilosa y losa dos direcciones para edificaciones de grandes luces en Tarapoto - 2017*. Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo .
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/30135>
- Bolaños , F. G. (2018). *Análisis y diseño estructural comparativo entre estructura portante de celosía y techo de membrana autoportante para el coliseo municipal de Miguel Grau, distrito de Paucarpata, Arequipa*. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil , Universidad Alas Peruanas .
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj0h5i0w6WDAxWbjJUCHWVqAII4ChAWegQICRAB&url=https%3A%2F%2Frepositorio.uap.edu.pe%2Fbitstream%2Fhandle%2F20.500.12990%2F5204%2FTesis_An%25C3%25A1lisis_Techo_Coliseo_com
- Borja , R. S., & Morocho , P. S. (2017). *Análisis estructural mediante el método de elementos finitos del chasis del vehículo formula SAE eléctrico de la Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca 2017*. Tesis de maestría en Métodos Matemáticos y Simulación Numérica en Ingeniería, Universidad Politécnica Salesiana.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15081/1/UPS-CT007439.pdf>
- Cabrera , R. X. (2016). *Diseño sismoresistente del edificio de oficinas con sistema mixto (acero y hormigón)*. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil , Universidad Politécnica Salesiana . <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/13036>
- CAPECO. (2023). *Tabla salarios y beneficios sociales para el régimen de construcción civil. Expediente N° 235-2023-MTPE/2.14-NEC del 01.06.2023 al 31.05.2024*. Cámara peruana de la construcción (CAPECO).
<https://doi.org/https://www.ftccperu.com/images/TABLAS%20SALARIALES%20PDF/Tabla%20salarial%20%202023-2024.pdf>
- Carrasco , C. A. (2011). *Metodología para el análisis estático y dinámico de estructuras metálicas aplicando el método de elementos finitos*. Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico , Pontificia Universidad Católica del Perú.
https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/1009/CARRASCO_ANGULO_CRISTIAN_ESTRUCTURAS_METALICAS_ELEMENTO_S_FINITOS.pdf?sequence=1

- Carrillo , J., Cárdenas , J., & Aperador , W. (2017). Propiedades mecánicas a flexión del concreto reforzado con fibras de acero bajo ambientes corrosivos. *Revista Ingeniería de Construcción*, 32(2), 59-72. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732017000200005>
- Castro , R., & Maza, C. (2022). *Diseño estructural de techo de estructura metálica en la losa deportiva Jiménez- Malingas-Piura,2022* . [Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejos].
- Corporación Mexicana de Casetas. (2019). *Que son las cubiertas metálicas autoportantes*. <https://comeca.com.mx/que-son-las-cubiertas-metalicas-autoportantes/>
- Cruz , C., Figueroa, P. R., & Hernández, C. L. (2012). *Estructuración, análisis y diseño estructural de elementos de techos con perfiles metálicos utilizand el método RLFD*. Tesis de grado, Universidad de El Salvador . https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55134087/Estructuracion_analisis_y_dise%C3%B1o_estructural_de_elementos_de_techo_con_perfiles_metalilcos_utilizando_el_metodo_LRFD-libre.pdf?1511875247=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DEstructuracion_anal
- Das, B. M. (2015). *Fundamentos de ingeniería geotécnica (Cuarta edición ed.)*. Cengage Learning.
- Delgado, S. (2021). *Instalaciones en cubiertas de estadios: Entresijos y posibilidades*. ETSAM. https://oa.upm.es/66143/1/TFG_Ene21_Delgado_deSantos_Sergio.pdf
- Domínguez, M. L. (2013). Aspectos éticos en la investigación cualitativa. *Revista de enfermería neurológica*, 12(3), 118-121. <https://doi.org/https://doi.org/10.51422/ren.v12i3.167>
- Este , P., & Sáenz, L. A. (2004). Evaluación de la resistencia a fatiga y límite de fatiga de aceros de medio y bajo carbono. *Revista Ingeniería UC*, 11(1), 69-75. <https://www.redalyc.org/pdf/707/70711110.pdf>
- Félix , J. L., Alvarado , R., Mota , C. I., & Esteva , L. (2018). Análisis estructural de integridad en puente por carga lateral sísmica. *Acta Nova*, 8(4), 593-603. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892018000200007
- Feng, Y., Qiu, T., Wang, L., Zhang, Y., & Xiang, X. A. (2023). The roof structure design of the professional football stadium of Chengdu phoenix mountain sports center. *Proceedings of IASS Annual Symposia*, 2023(3), 1-10.

<https://doi.org/https://www.ingentaconnect.com/contentone/iass/piass/2023/00002023/00000003/art00006#>

- Fuentes , S., González , L., Calderín , F., & Sánchez , Y. (2018). Consideraciones acerca del diseño sismorresistente de edificios de acero en cuba. *Ciencia en su PC*, 1(4), 11-26. <https://www.redalyc.org/journal/1813/181358509002/html/>
- Futbol Peruano. Com. (2023). *Top 7 mejores estadios de fútbol de América Latina para visitar* . <https://www.futbolperuano.com/top/top-7-mejores-estadios-de-futbol-de-america-latina-para-visitar-425237>
- Gálvez , V. (2021). *Desarrollo de modelos en elementos finitos para metrizados de paneles tipo sandwich con núcleos ultralivianos para predecir Band Gaps*. Tesis de grado , Universidad de Chile . https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Teoria+de+losa+sandwich&btnG=
- García , R., García , C., Juárez, S., & Lubin , C. (2018). Desarrollo de una aplicación para métodos de cálculo matricial de estructuras. *Academia Journals*, 10(3), 1178-1342. <https://static1.squarespace.com/static/55564587e4b0d1d3fb1eda6b/t/5e4abf1450a0f57054a85554/1581956927920/Memorias+Academia+Journals+Morelia+2018+-+Tomo+08.pdf>
- Gonzales, E. (2016). *Estructuras de retícula triangular transformaciones constructivas de las edificaciones*. [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid].
- Grajales, T. (2000). *Tipos de investigación*. Efaind. <chrome-extension://efaidnbmninnibpcajpcgclclefindmkaj/https://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1RM1F0L42-VZ46F4-319H/871.pdf>
- Herrero, M. (2012). *Diseño y cálculo estructural de un estadio de futbol*. [Tesis de grado, Universidad Pública de Navarra]. <https://academica-e.unavarra.es/handle/2454/6264>
- Idehen, A., Idiata, D. J., & Omorogbe, E. I. (2024). Roofing Economics: Analysing the Impact of Design and Materials on Construction Costs. *African Journal of Business and Economic Development*, 4(1), 44-56. <https://doi.org/https://www.openjournals.ijaar.org/index.php/ajbed/article/view/397>

- INACAL. (2017). *NTP 339.171 SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas. 1ª Ed.* Instituto Nacional de Calidad (INACAL).
- INACAL. (2019). *NTP 339.127 SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1ª Ed.* Instituto Nacional de Calidad (INACAL).
- INACAL. (2019). *NTP 339.128 SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico. 1ª Ed.* Instituto Nacional de Calidad (INACAL).
- INACAL. (2019). *NTP 339.129 SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 1ª Ed.* Instituto Nacional de Calidad (INACAL).
- Instituto de la Construcción y la Gerencia. (2006). *Norma E.20.* https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2006_E_020.pdf
- Jara, G. E., & Vilca, J. F. (2023). *Evaluación de dos soluciones de sistemas de coberturas metálicas para la construcción de edificaciones industriales de luz de 30 metros en Lima Metropolitana.* [Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <http://hdl.handle.net/10757/672286>
- Jorgič, B. (2023). Overview of Sports Infrastructure in City of Bratislava: Challenges, Opportunities, and Research Agenda. *Modern Economy and Management*, 2(11), 1-7. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.53964/mem.2023011>
- Laín, S., & Hidalgo, M. Á. (2012). *El método de los elementos finitos y sus aplicaciones en la ingeniería.* Universidad Autónoma de Occidente. <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/9121/L0036.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- León, F. A. (2016). *Ampliación y remodelación del estadio municipal de Santa Cruz de Quiché, el Quiché.* Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala. <https://core.ac.uk/download/pdf/84773815.pdf>
- Mendoza, M., Piñas, J. M., Horn, M., & Gómez, M. (2021). Conductividad térmica de compuestos tipo sándwich usados en la industria de la construcción. *Tecnia*, 31(1), 42-50. <https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.21754/tecnia.v21i1.1198>
- Meza, A., Ortiz, J. Á., Peralta, L., Pacheco, J., Soto, J. J., Rangel, S., . . . Alvarado, J. (2014). Estudio experimental de caracterización mecánica del concreto reforzado con fibras de acero y de polipropileno. *Revista Técnica de la Ingeniería*

- de la Universidad de Zulia, 37(2), 106-115.
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0254-07702014000200002
- Morales , C. C. (2020). Diseño de cubiertas plegables bajo factores de carga de viento y de sismo. *Procesos urbanos*, 7(2), e.502. <https://doi.org/DOI:10.21892/2422085X.502>
- MPCH. (2018). *Plan de desarrollo urbano PDU 2017-2027 Chota*. Municipalidad Provincial de Chota (MPCH).
- MVCS. (2006). E.020 Cargas. En M. d. (MVCS), *Reglamento Nacional de Edificaciones* (págs. 1-8). Instituto de la Construcción y Gerencia. https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2006_E_020.pdf
- MVCS. (2006). Norma E.090 Estructuras metálicas. En C. y. Ministerio de Vivienda, *Reglamento Nacional de Edificaciones* (págs. 1-52 pp.). Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG). https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2006_E_090.pdf
- MVCS. (2018). Norma E.030 Diseño sismorresistente. En C. y. Ministerio de Vivienda, *Reglamento Nacional de Edificaciones* (págs. 1-32 pp.). Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG). https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/2018_E030_RM-355-2018-VIVIENDA_Peruano.pdf
- Nazar-Beutelspacher, M., Alonso-Farrera, F. A., Castellanos-Castellanos, J. E., & Suárez-Gómez, R. G. (2019). Efecto de la excentricidad en nudos en superestructuras de armaduras espaciales mixtas de puentes (tridilosas). *Revista UIS Ingenierías*, 18(4), 99-104.
- Paico , S. A. (2013). El “método matricial” en la enseñanza del análisis estructural: ¡una realidad. *Revista de Investigación y Cultura*, 2(1), 151-160. <https://www.redalyc.org/pdf/5217/521752180019.pdf>
- Papavasileiou, G., Charmpis, D., & Lagaros, N. (2020). Optimized seismic retrofit of Steel-concrete composite buildings. *Engineering Structures*, 213(1), 110-115. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.110573>
- Pari, H. D., Itusaca, D. R., Choquehuanca, E. R., & Montesinos, R. S. (2023). Evaluación de la presión del viento en edificios de poca altura con techos metálicos a gran

- escala en la ciudad de Juliaca. *Revista Ingeniería de Construcción*, 38(3), 397-405. <https://doi.org/10.7764/RIC.00077.21>
- Ponce, S. A. (2005). *Consideraciones en el análisis y diseño de tridilosas*. Tesis de grado . <http://132.248.9.195/pd2005/0601431/0601431.pdf>
- Rivera, J. (2019). *Comportamiento sísmico de estructuras metálicas de techo mediante métodos convencionales, coliseo de Cañete, región Lima, en el 2018* . [Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo].
- Rodas, H. (2014). *Estructuras I: Apuntes de clase*. Universidad de Cuenca . <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=693803>
- Rubio, A. (2019). *Las mallas especiales en las cubiertas de los estadios en España*. Tesis de grado , Universidad Politécnica de Madrid . https://oa.upm.es/57364/1/TFG_Rubio_Galiana_Alfonso.pdf
- Ruiz, D. A. (2019). *Factores que influyen en la determinación del módulo de elasticidad del concreto*. Tesis de grado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/4044/1/TIB_RuizSanchezDiego.pdf
- Sade, N. E. (2005). *Diseños de losas de doble panel en ferrocemento mediante fundamentos teóricos de placas ortotrópicas*. Tesis de grado , Universidad Austral de Chile . <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/bmfcis125d/doc/bmfcis125d.pdf>
- Salas, C. I. (2023). *Análisis comparativo de estructura metálica de alma llena de sección variable y estructura parabólica para la cobertura de 2000 m² para los hornos de una empresa ladrillera*. [Tesis de grado para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico, Universidad Católica de Santa María]. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/12718>
- Salazar, A. N. (2022). *Análisis comparativo de una estructura habitacional con diagonales excéntricas y una estructura sin diagonales excéntricas, ante una sollicitación sísmica*. Tesis de Maestría en Ingeniería Civil con Mención en Estructuras Metálicas, Universidad Técnica de Abanto. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/36396>
- Sánchez, G. (2023). *Análisis comparativo del factor de reducción de respuesta sísmica (R) entre la norma E.030 y el código ASCE/SEI 7-16, en techos con coberturas a base de estructuras metálicas apoyadas en columnas de concreto armado*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca].

- <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/6289/TESIS%20-SANCHEZ%20PEREZ%20GERMAN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Segura, S. (2018). Referente sobre el diseño sismorresistente de estructuras ligeras de acero conformado en frío. *Ciencia en su PC*, 1(4), 55-67. <https://www.redalyc.org/journal/1813/181358509005/html/>
- Sherzod, S. T., & Davlatova, R. (2023). A method of covering the roof of a large polyot football stadium using a steel frame. *International Bulletin of Engineering and Technology*, 3(5), 161-166. <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.7956502>
- Son, N. (2023). A study on the probabilistic safety assessment of the truss structure designed by the LRFD code. *Journal of Science and Technology in Civil Engineering*, 17(1), 111-124. [https://doi.org/https://doi.org/10.31814/stce.nuce2023-17\(1\)-09](https://doi.org/https://doi.org/10.31814/stce.nuce2023-17(1)-09)
- Sonda, D., Bothara, J., Chesi, C., Sumini, V., Tonna, S., & Planas, B. (2017). Analysis of the seismic performance of a strengthened Pagoda Temple during Gorka Earthquake. *16th World Conference on Earthquake*, 1-12.
- Stanković, M., Charalambides, Y., & Misić, V. (2023). Sports stadiums and modern infrastructure. *Sporticopedia-SMB*, 1(1), 285-297. <https://doi.org/https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=1215085>
- Tapia, M., Botello, S., Caudillo, L. A., Hernández, H., Munguía, I., Salazar, J. E., . . . Yáñez, M. (2012). Diseño óptico de estructuras tridimensionales para techos. *Acta Universitaria*, 22(7), 25-31. <https://www.redalyc.org/pdf/416/41624511003.pdf>
- Terenzi, G., Fuso, E., & Sorace, S. (2024). Structural performance study and improvement of Artemio Franchi Stadium in Florence. *Engineering Structures*, 298(2024), 1-20. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2023.117068>
- Torres, E. K. (2023). *Estudio comparativo de diseños de estructuras de acero de un techo*. [Tesis de grado, Universidad Peruana Los Andes]. <https://hdl.handle.net/20.500.12848/6913>
- Tuhkanen, N. (2023). Responsible management in the constructions of sports facilities: case city of Jyväskylä. *JYX-julkaisuarkisto*, 1(1), 1-10. <https://doi.org/http://urn.fi/URN:NBN:fi:jyu-202312118236>
- Uribe, J. (2002). *Análisis de estructuras*. Escuela Colombiana de Ingeniería. <https://repositorio.escuelaing.edu.co/bitstream/handle/001/1796/AnalisisdeEstructurasJairoUribe.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

- Vera, A. V. (2016). *Diseño de un edificio multifamiliar de 4 pisos en estructuras de acero y entrepisos de concreto*. Tesis de grado , Pontificia Universidad Católica del Perú . <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/7283>
- Villareal , W. V. (2014). *Optimización de formas de estructuras reticulares planas*. Tesis de Maestría en Ingeniería Estructural y de Construcción . <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/23132>
- Zapata, L. F. (1997). *Diseño estructural en acero*. Lima: Zapata Baglieto.
- Zeferino , D. (2016). *Análisis matricial de estructuras reticulares*. Universidad Rafael Urdaneta. <https://docplayer.es/34480212-Analisis-matricial-de-estructuras-reticulares.html>

CAPÍTULO VII. ANEXOS

Anexo A. Matriz de consistencia

Tesis: Comportamiento sismorresistente de cobertura metálica con estructura parabólica y tridilosas para cubrir grandes luces en el Estadio Municipal, Chota, 2022

Tesista: Bach. Neiser Antoni Sánchez Cayatopa

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variabes	Dimensiones	Indicadores	Metodología
¿Cuál es la diferencia en el comportamiento sismorresistente entre una cobertura metálica con estructura parabólica y una con tridilosas para cubrir grandes luces en el Estadio Municipal de Chota?	<p>Objetivo general Comparar el comportamiento sismorresistente de la cobertura metálica con estructura parabólica y tridilosas para cubrir grandes luces en el Estadio Municipal, Chota.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> – Caracterizar las propiedades mecánicas del suelo en el área de construcción del Estadio Municipal de Chota. – Analizar el planteamiento arquitectónico propuesto para el Estadio Municipal de Chota en el expediente técnico, mediante la metodología Building Information Modeling (BIM), para identificar sus características técnicas y especificaciones estructurales. – Evaluar el comportamiento estructural del sistema de cobertura metálica parabólica en el Estadio Municipal de Chota mediante análisis estructural computacional, considerando carga de viento y condiciones de sismo. – Evaluar el comportamiento estructural del sistema de cobertura metálica con tridilosa en el Estadio Municipal de Chota mediante análisis estructural computacional, considerando carga de viento y condiciones de sismo. – Comparar los desempeño estructural del sistema de cobertura metálica parabólica y tridilosa considerando la resistencia sísmica y capacidad de absorción de cargas de viento. – Comparar los costos de implementación del sistema de cobertura metálica parabólica y con tridilosas para cubrir grandes luces en la construcción del Estadio Municipal, Chota, con el fin de determinar las posibles ventajas o desventajas financieras entre ambos sistemas constructivos. – Evaluar el alcance técnico y funcional de ambas propuestas estructurales, tanto del sistema de cobertura metálica parabólica como del sistema con tridilosas, para recomendar el sistema más adecuado para cubrir grandes luces en la construcción del Estadio Municipal de Chota. 	<p>H1: El comportamiento sismorresistente de la cobertura metálica con tridilosas es diferente que la cobertura metálica parabólica convencional para cubrir grandes luces en el Estadio Municipal, Chota.</p> <p>H0: El comportamiento sismorresistente de la cobertura metálica con tridilosas no es diferente que la cobertura metálica parabólica convencional para cubrir grandes luces en el Estadio Municipal, Chota.</p>	<p>Variable independiente</p> <p>Cobertura metálica con estructura parabólica y con tridilosas</p> <p>Variable dependiente</p> <p>Comportamiento sismorresistente</p>	<p>Cobertura metálica con estructura parabólica convencional</p> <p>Sistema con tridilosas</p> <p>Parámetros de diseño sismorresistente</p> <p>Análisis de cargas</p> <p>Análisis estructural</p> <p>Verificación normativa</p> <p>Costos de implementación</p>	<p>Brida superior</p> <p>Brida inferior</p> <p>Diagonales</p> <p>Correas</p> <p>Tijeral lateral</p> <p>Brida superior</p> <p>Brida inferior</p> <p>Diagonales</p> <p>Correas</p> <p>Tijeral lateral</p> <p>Zonificación</p> <p>Perfiles del suelo</p> <p>Categorización</p> <p>Sistemas estructurales</p> <p>Irregularidades</p> <p>Carga viva</p> <p>Carga muerta</p> <p>Carga de viento</p> <p>Carga sísmica</p> <p>Periodo fundamental de vibración</p> <p>Esfuerzos</p> <p>Peso de la cobertura</p> <p>Desplazamientos laterales</p> <p>Derivas</p> <p>Mano de obra</p> <p>Materiales</p> <p>Equipos y/o materiales</p>	<p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Tipo: Aplicada</p> <p>Nivel: Descriptivo comparativo</p> <p>Diseño: No experimental, descriptivo comparativo</p> <p>La muestra incluyó el sistema de cobertura metálica con estructura parabólica convencional de estructura volada y el sistema de cobertura con tridilosas para el techo del estadio municipal de la ciudad de Chota, departamento de Cajamarca.</p> <p>a) Sistema de cobertura metálica con estructura parabólica convencional: Estructura volada</p> <p>b) Sistema de cobertura no convencional con tridilosas</p>

Anexo B. Panel fotográfico

Fotografía 1. Excavación de la calicata en el estadio municipal de Chota



Fotografía 2. Vista de la ubicación de la calicata en el estadio municipal de Chota



Fotografía 3. Recolección de muestras de suelo inalterado de la calicata en el estadio municipal de Chota



Fotografía 3. Realización del ensayo de límite líquido en la copa Casagrande con una muestra de suelo que pasa el tamiz N° 40



Fotografía 3. Realización del ensayo de corte directo en las muestras inalteradas de suelo del estadio municipal de Chota. En la fotográfica se nota el proceso de registro de los datos obtenidos en la aplicación de la carga tangencial.



Anexo C. Documentación

Documento 1: Solicitud del expediente técnico presentado a la Municipalidad Provincial de Chota.

“AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN Y LA IMPUNIDAD”

Chota, 29 de octubre de 2019.

SOLICITA: Expediente técnico Actualizado
del Estadio Municipal de Chota.

SEÑOR: Ing. FERNANDO BLAZ DÍAZ

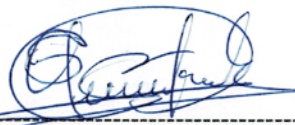
GERENTE DE INFRAESTRUCTURA DE LA MUNICIPALIDAD
PROVINCIAL DE CHOTA.

Yo, NEISER ANTONI SÁNCHEZ CAYATOPA, identificado con DNI. N° 46690055, estudiante de la Universidad Nacional Autónoma de Chota con código de estudiante N° 2014052184 de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil IX ciclo, con el debido respeto me presento ante usted y expongo:


Que, por motivos de estar llevando a cabo mi proyecto de tesis con fines de titulación y siendo un requisito indispensable para ello contar con el expediente técnico del Estadio Municipal de la Provincia de Chota, recurro al despacho de su digno cargo para pedirle que ordene a quien corresponda para que me proporcionen una copia del Expediente Técnico Actualizado de dicho estadio y de ese modo pueda realizar mi tesis adecuadamente.

Por lo expuesto, ruego a usted atender a mi petición, de lo que estaré eternamente agradecido.

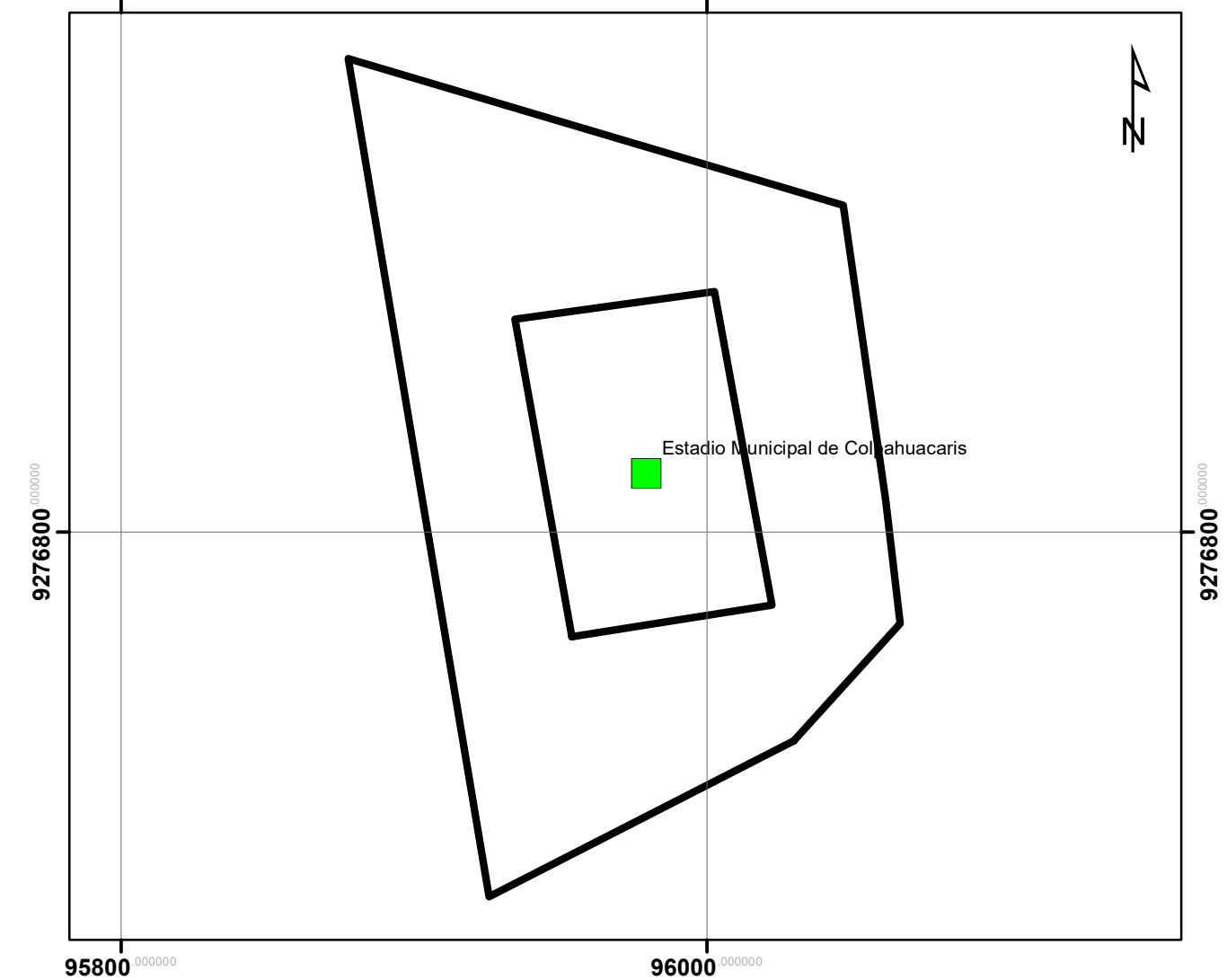
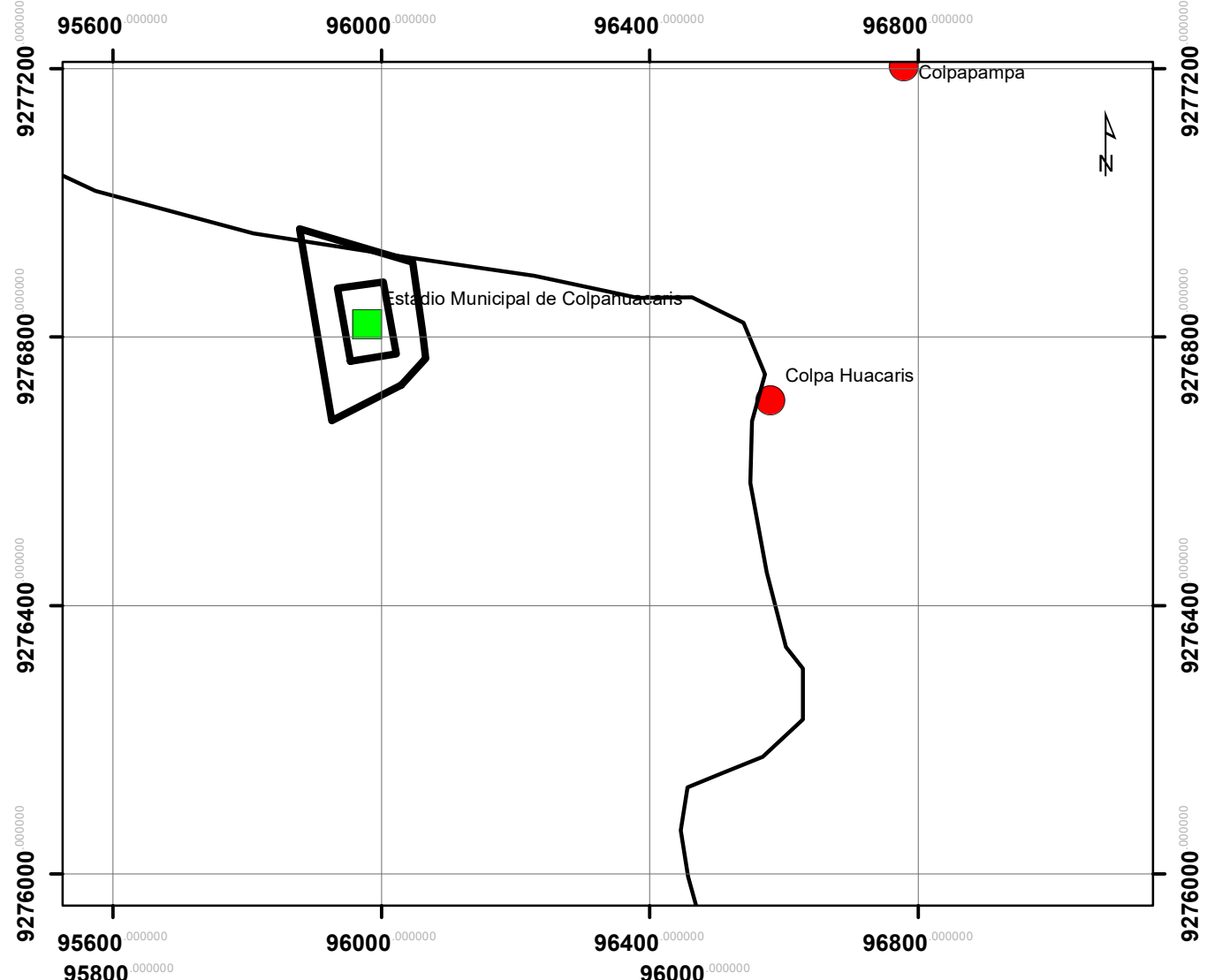
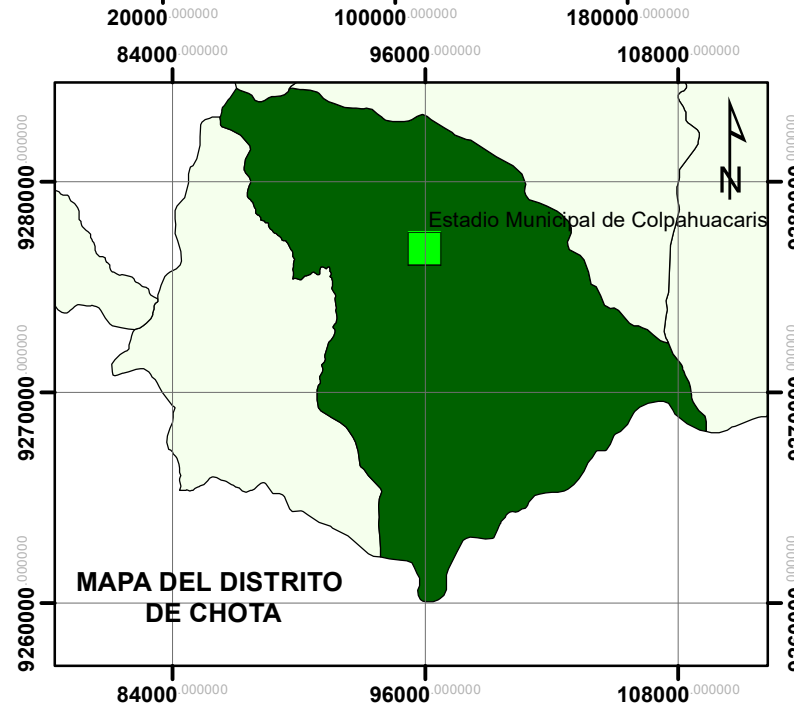
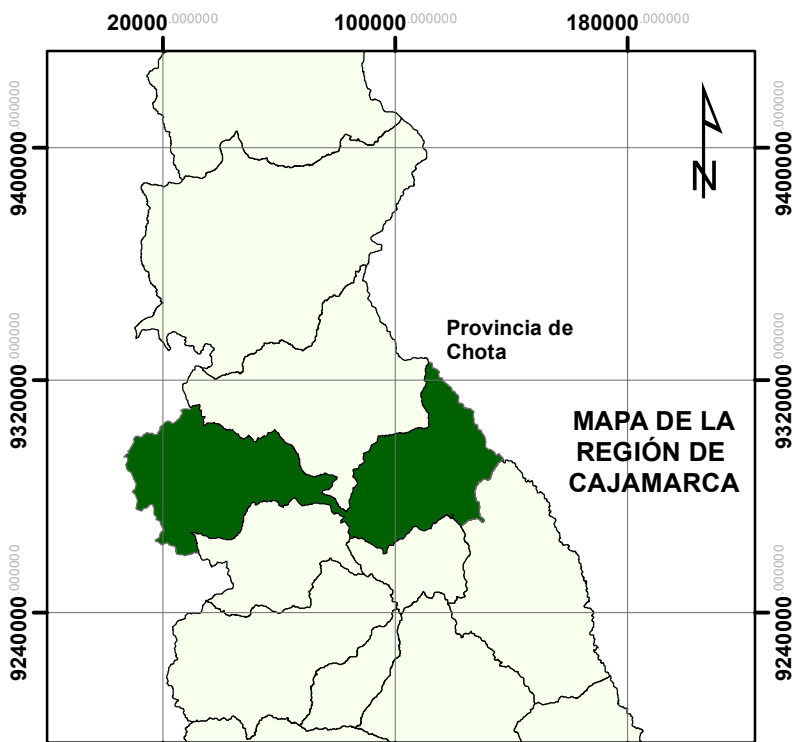
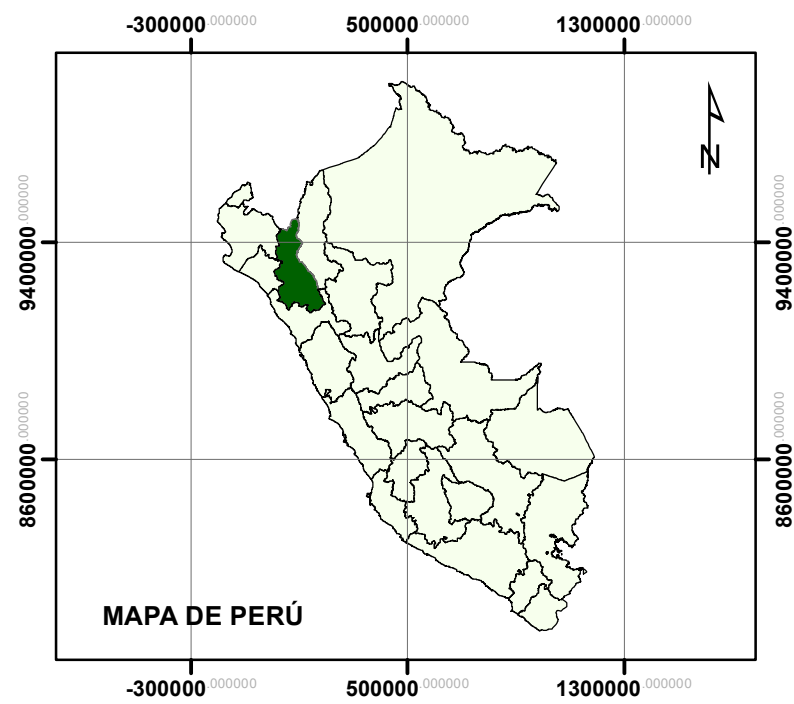
Atentamente:



NEISER ANTONI SÁNCHEZ CAYATOPA
DNI. N° 46690055

RECIBIDO	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA
	TRAMITE DOCUMENTARIO
FECHA: 29-10-19	HORA: 11:20
N° REG 12816	FOLIOS: 01
FIRMA:	

Anexo D. Mapas de ubicación



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
Creada por Ley N°29531, del 11 de mayo del 2010 Universidad Licenciada con Resolución N°160-2018-SUNEDU/CD

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Comportamiento sismorresistente de cobertura metálica con estructura parabólica y con tridilosas para cubrir grandes luces en el Estadio Municipal, Chota, 2022



MAPA DE UBICACIÓN Y ACCESO AL ESTADIO MUNICIPAL CHOTA DISTRITO DE CHOTA

Presentado por:
Bach. NEISER ANTONI SÁNCHEZ CAYATOPA

Asesor:
Mg. Ing. MIGUEL ÁNGEL SILVA TARRILLO

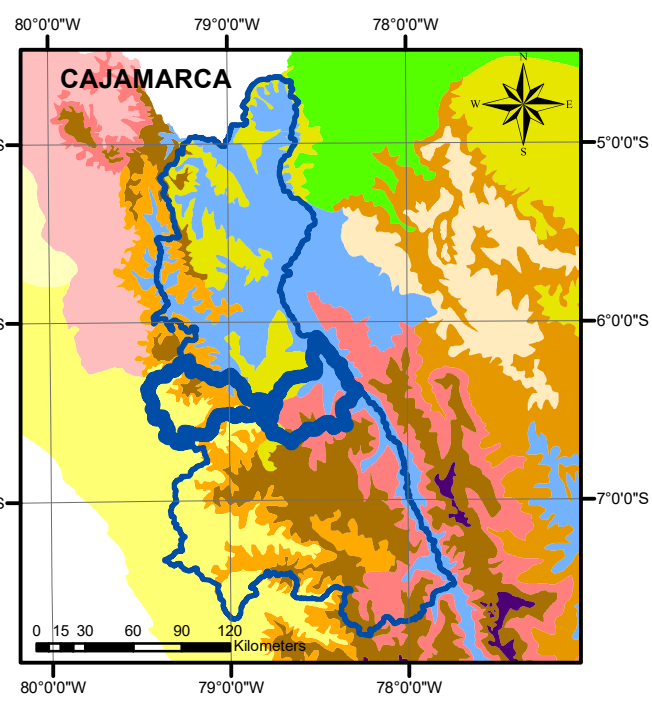
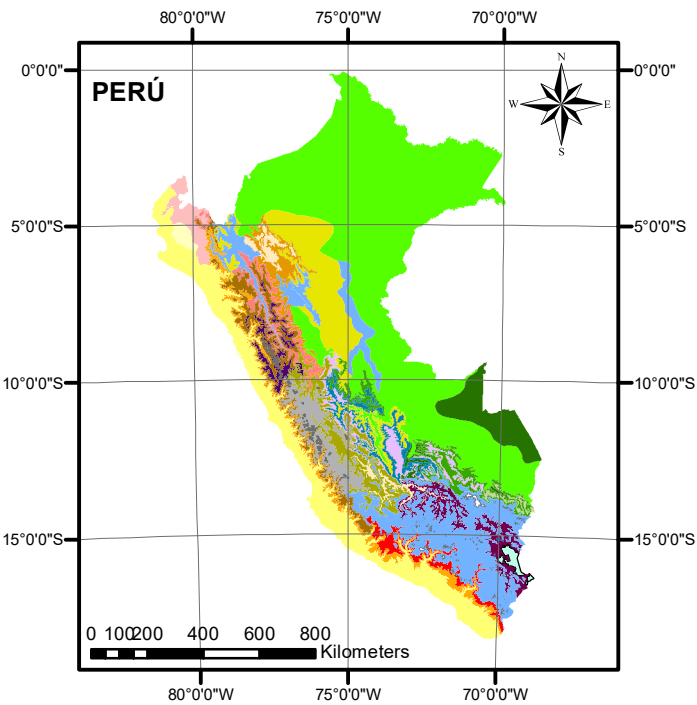
Datum WGS 84
Proyección UTM Zona 17 S

Formato de impresión:
A3

Fecha: Noviembre, 2023

Escala: 1:2,318 Escala gráfica

Mapa: **M-01**



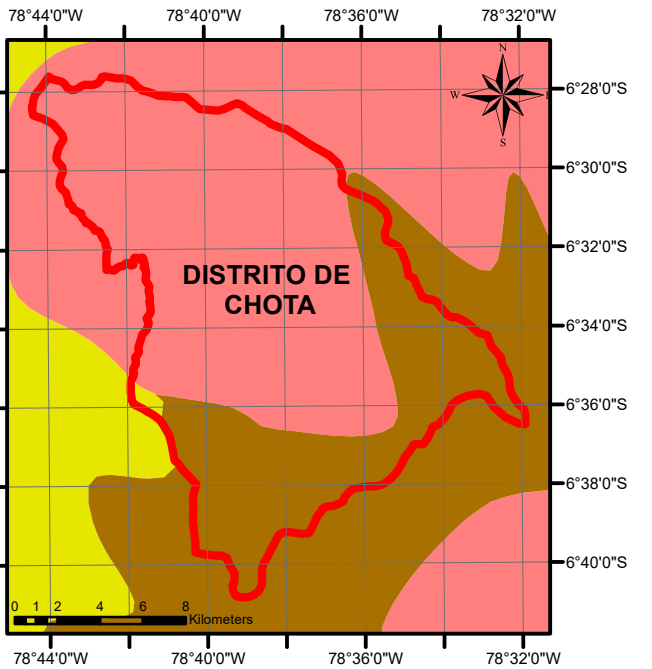
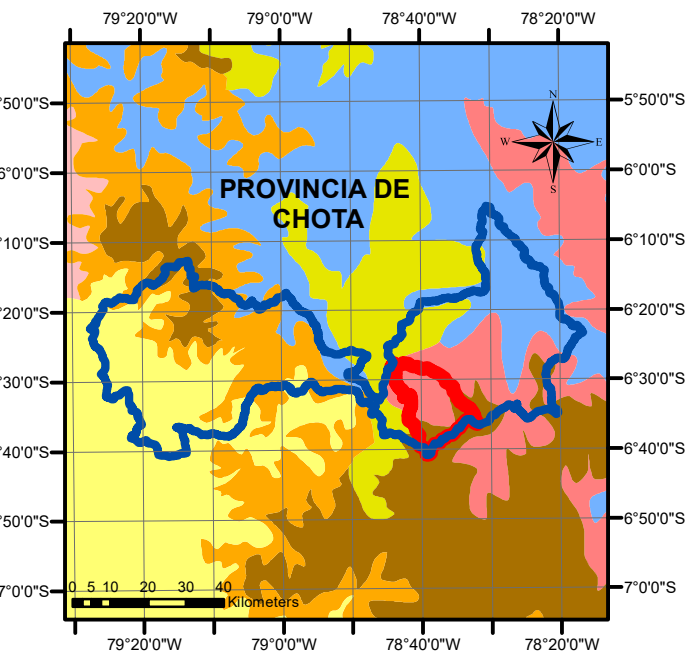

**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE CHOTA**
¡ UN SUEÑO HECHO REALIDAD !

PROYECTO: Comportamiento sismorresistente de cobertura metálica parabólica y con tridilosas para cubrir grandes luces en el Estadio Municipal, Chota, 2022

MAPA DE CLIMATOLÓGICA

ELABORADO: Neiser Antoni Sánchez Cayatopa

P-02



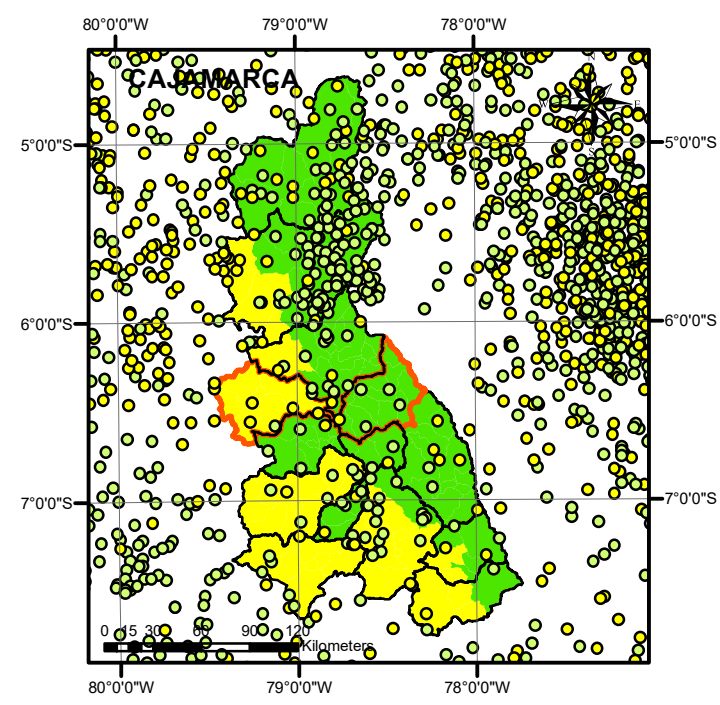
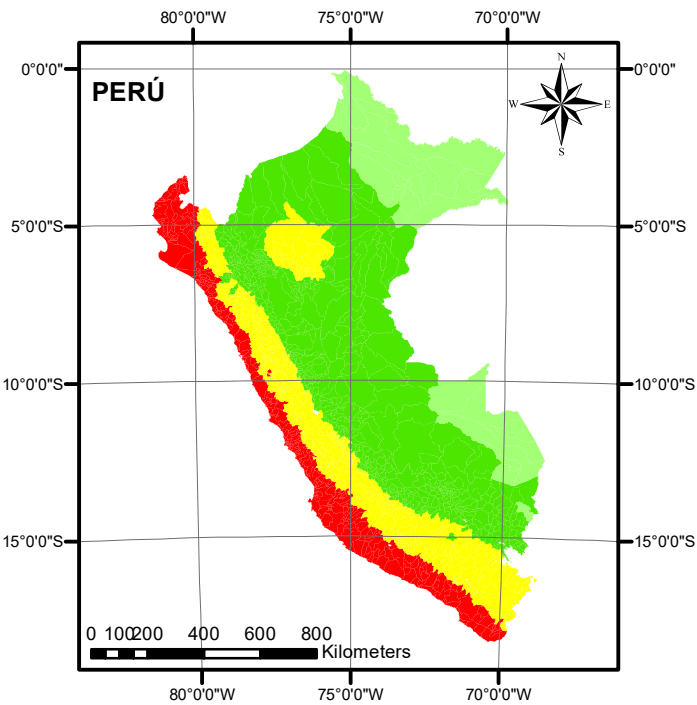
Legenda

Clasificación climática (SENAMHI)

<all other values>	B(o,i) C' H3	C(o,i,p) B'2 H3
A(r) A' H4	B(r) A' H3	C(o,i,p) B'3 H3
A(r) B'1 H4	B(r) A' H4	C(o,i,p) C' H2
A(r) B'2 H3	B(r) B'1 H4	D(o,i,p) B'2 H2
B(i) A' H3	B(r) B'2 H3	E(d) A' H2
B(i) B'1 H3	B(r) C' H3	E(d) B'1 H3
B(i) B'2 H3	C(i) C' H3	L
B(i) D' H3	C(o,i) B'2 H3	Lago Titicaca
B(o,i) B'3 H3	C(o,i) C' H2	N
	C(o,i,p) A' H3	

CLIMAS

Precipitación efectiva	Eficiente de temperatura
A Muy lluvioso	A' Calido
B Lluvioso	B'1 Semicalido
C Semiseco	B'2 Templado
D Semiarido	B'3 Semifrio
E Arido	C' Frio
	D' Semifrigido
	E' Frigido
	F' Polar
Distribución de la precipitación en el año	Humedad atmosférica
r Precipitación abundante en todas las estaciones	H1 Muy seco
i Invierno seco	H2 Seco
p Primavera seca	H3 Humedo
v Verano seco	H4 Muy humedo
o Otoño seco	
d Deficiencia de lluvias en todas las estaciones	

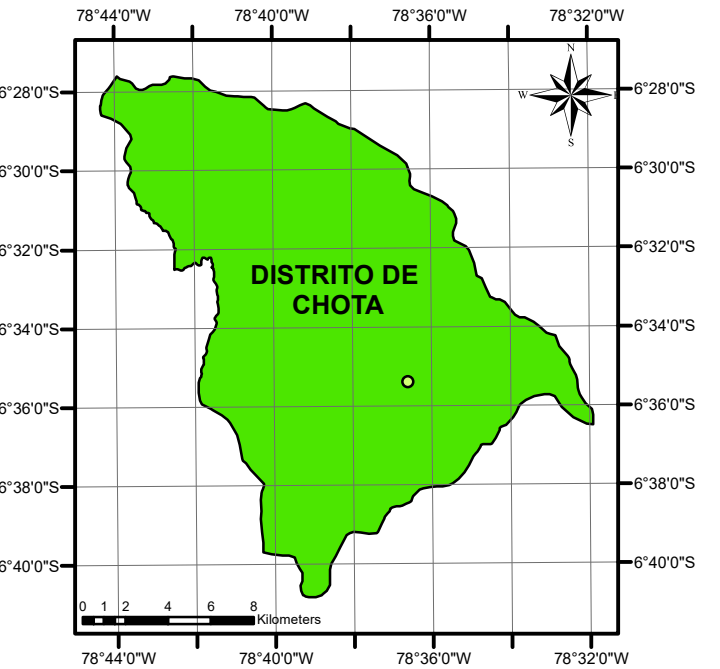
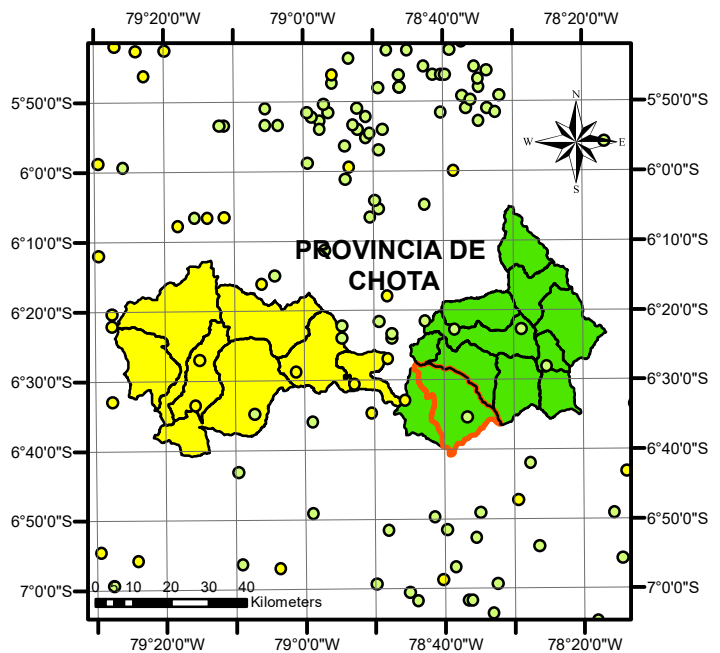


PROYECTO: Comportamiento sismorresistente de cobertura metálica con estructura parabólica y con tridillosas para cubrir grandes luces en el Estadio Municipal, Chota, 2022

MAPA: DE PELIGROSIDAD SÍSMICA

ELABORADO POR: Neiser Antoni Sánchez Cayatopa

P-01



Leyenda

Intensidades de sismos 1471- 2019

tipo

- Intermedio
- Profundo
- Superficial

Zonas sísmicas (E.030)

ZONA

- 1
- 2
- 3
- 4

Tabla N° 1.
Factores de zona

Zona	Z
1	0.10
2	0.25
3	0.35
4	0.45

Anexo E. Resultado de ensayos de laboratorio de mecánica de suelos



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

CALICATA N°01

PARABOLICA Y TRIDILOSA

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC

Iván Cieza Díaz
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC

Geremías Rimarachín Rimarachín
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 267870

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com

REGISTRO DE EXCAVACIÓN DE CALICATA

NORMA : ASTM - D 2488



PROYECTO: "COMPORTAMIENTO SISMO RESISTENTE DE COBERTURA METALICA CON ESTRUCTURA PARABOLICA Y TRIDILOSA, PARA CUBRIR GRANDES LUCES EN EL ESTADIO MUNICIPAL DE CHOTA 2022."

CALICATA N° 1 ESTADIO MUNICIPAL DE CHOTA

PERFORACION AL TIPO CIELO ABIERTO

FECHA 11/06/2023

	MUESTRA	CONT.HUM. W(%)	LIMITES DE CONSISTENCIA			SIMBOLOGIA / CLASIFICACION SUCS	DESCRIPCION
			LL	LP	IP		
PROFUNDIDAD (m) 0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90 1.00 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50 1.60 1.70 1.80 1.90 2.00 2.10 2.20 2.30 2.40 2.50 2.60 2.70 2.80 2.90 3.00	MH	12.71	50.41	30.30	20.11	MH	Profundidad de 0.00 - 3.00m. Estrato clasificado en el Sistema "SUCS", como un suelo, "MH", Limos inorganicos de alta plasticidad, identificado en el sistema AASTHO, como A-7-5 (14), suelos arcillosas con gravas aisladas de "4"@"6" pulgadas aproximadamente, de color beige claro, con un alto contenido de humedad natural y alto índice de plasticidad.
	MATERIAL CONSOLIDADO	MATERIAL CONSOLIDADO	MATERIAL CONSOLIDADO	MATERIAL CONSOLIDADO	MATERIAL CONSOLIDADO	MATERIAL CONSOLIDADO	MATERIAL CONSOLIDADO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Iván Cieza Díaz
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremías Rimarachin Rimarachin
 JEFE DE LABORATORIO
 INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 267870

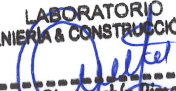


"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

ENSAYO DE CLASIFICACION

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC

Iván Cieza Díaz
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC

Geremías Rimarachín Rimarachín
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 267870

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



INFORME

LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

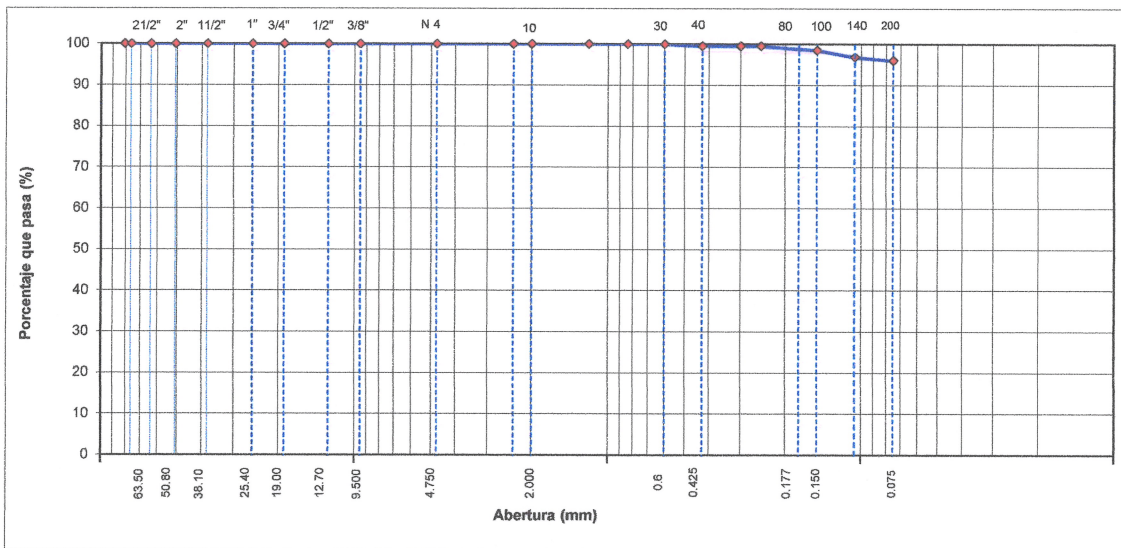
PROYECTO : "COMPORTAMIENTO SISMO RESISTENTE DE COBERTURA METALICA CON ESTRUCTURA PARABOLICA Y TRIDILOSA, PARA CUBRIR GRANDES LUCES EN EL ESTADIO MUNICIPAL DE CHOTA 2022."
 UBICACIÓN : ESTADIO MUNICIPAL DE CHOTA
 SOLICITANTE : TESISISTA NEISER ANTONI SÁNCHEZ CAYATOPA
 CALICATA : CIELO ABIERTO
 ESTRUCTURA : PARABOLICA Y TRIDILOSA
 MATERIAL : TERRENO NATURAL
 REALIZADO POR: I.C.D
 APROBADO POR: G.R.R
 FECHA DE MUESTREO: 11/06/2023
 FECHA DE ENSAYO: 13/06/2023

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-01 PROF. (m): 2.50 m.
 MUESTRA : M-01 COORDENADAS: N: 9277615 E: 759654 Z: 2422
 Peso Total de la Muestra (gr.): 600.0
 Fracción Material < N°4 (gr.): 600.0

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	RETENIDO	PORCENTAJE	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES A	FAJA DE TRABAJO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3 1/2"	80.89							
3"	76.200							
2 1/2"	63.500							%Peso Material >4: 0.0%
2"	50.800							% Peso Material <4 100%
1 1/2"	38.100							Límite Líquido (LL) : 50.4
1"	25.400							Límite Plástico (LP) : 30.3
3/4"	19.000							Índice Plástico (IP) : 20.1
1/2"	12.700							Clasificación(SUCS) : MH
3/8"	9.500							Clasific.(AASHTO) : A-7-5 (14)
N° 4	4.750							
N° 8	2.360							
N° 10	2.000				100.0			Contenido de Humedad (%) : 12.71
N° 16	1.190							Materia Orgánica :
N° 20	0.840							Índice de Consistencia :
N° 30	0.600							Índice de Líquidez :
N° 40	0.425	2.8	0.5	0.5	99.5			Descripción del (IC) :
N° 50	0.300							
N° 60	0.250							
N° 100	0.150	6.0	1.0	1.5	98.5			OBSERVACIONES :
N° 140	0.106	10.0	1.7	3.1	96.9			
N° 200	0.075	5.0	0.8	4.0	96.0			
< N° 200	FONDO	576.20	96.0	100.0				

CURVA GRANULOMETRICA




Observaciones:

LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.

GSE LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
 Iván Cieza Díaz
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

GSE LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
 Geremías Rimarachín Rimarachín
 JEFE DE LABORATORIO
 INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 287870

	LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS
	"COMPORTAMIENTO SISMO RESISTENTE DE COBERTURA METALICA CON ESTRUCTURA PARABOLICA Y TRIDILOSA, PARA CUBRIR GRANDES LUCES EN EL ESTADIO MUNICIPAL DE CHOTA 2022."

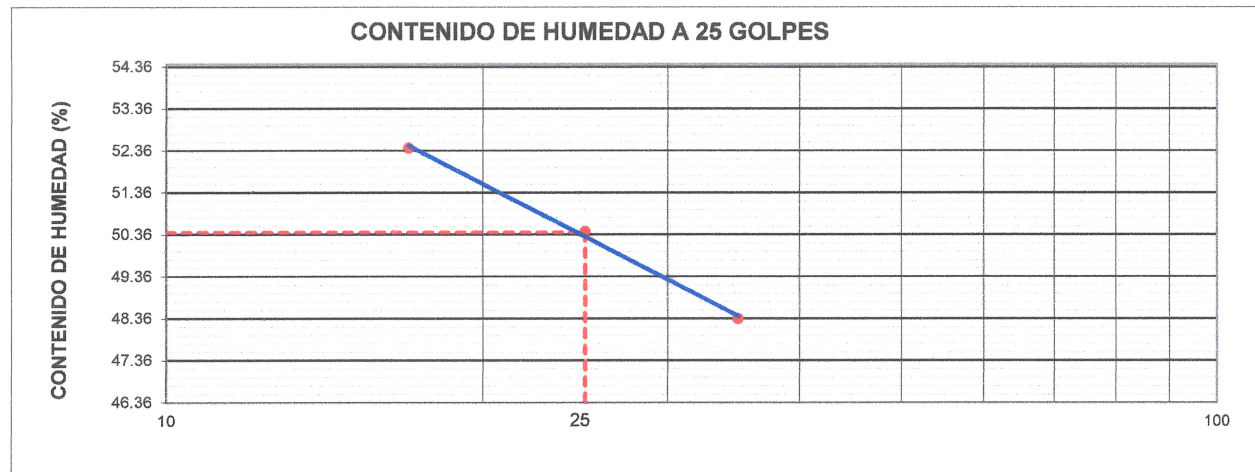
LIMITES DE CONSISTENCIA
(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T89; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T90)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
ESTRUCTURA :	PARABOLICA Y TRIDILOSA	HECHO POR :	I.C.D
SOLICITANTE :	TESISTA NEISER ANTONI SÁNCHEZ CAYATOPA	ING. RESP. :	G.R.R
MUESTRA :	M- 1	FECHA :	13-jun.-23

DATOS DE LA MUESTRA			
MATERIAL :	TERRENO NATURAL	COORDENADAS :	N: 9277615 E: 759654 Z: 2422
CALICATA :	C- 1	PROFUNDIDAD :	2.5
UBICACIÓN :	ESTADIO MUNICIPAL DE CHOTA		

LIMITE LIQUIDO				
Nº TARRO		1	2	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	47.30	47.86	48.59
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	36.85	36.96	37.25
PESO DE AGUA	(g)	10.45	10.90	11.34
PESO DEL TARRO	(g)	15.24	15.35	15.62
PESO DEL SUELO SECO	(g)	21.61	21.61	21.63
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	48.36	50.44	52.43
NUMERO DE GOLPES		35	25	17
				50.41
				25.67


LIMITE PLASTICO				
Nº TARRO		1	2	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	18.15	17.82	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	15.85	15.62	
PESO DE AGUA	(g)	2.30	2.20	
PESO DEL TARRO	(g)	8.25	8.36	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	7.60	7.26	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	30.26	30.30	30.28




CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	50.4
LIMITE PLASTICO	30.3
INDICE DE PLASTICIDAD	20.1

Observaciones:

LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN CONJUNTO CON EL SOLICITANTE.


LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Iván Cieza Díaz
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremías Rimarachín Rimarachín
 JEFE DE LABORATORIO
 INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 267870



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC

Iván Cieza Díaz
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC

Geremías Rimarachín Rimarachín
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 287870

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



FORMATO		Código	AE-FO-020
ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080		Versión	01
		Fecha	
		Página	1 de 3

Proyecto : "COMPORTAMIENTO SISMO RESISTENTE DE COBERTURA METALICA CON ESTRUCTURA PARABOLICA Y TRIDILOSA, PARA CUBRIR GRANDES LUCES EN EL ESTADIO MUNICIPAL DE CHOTA 2022."

Solicitante : TESISTA NEISER ANTONI SÁNCHEZ CAYATOPA Muestreado por : SOLICITANTE

Atencion : TESISTA NEISER ANTONI SÁNCHEZ CAYATOPA Ensayado por : I.C.D

Ubicación de Proyecto : ESTADIO MUNICIPAL DE CHOTA Fecha de Ensayo: 13/06/2023

Material : LIMOS INORGANICOS DE ALTA PLASTICIDAD Turno: DIA

Código de Muestra : 001 Profundidad: 2.50 m

Sondaje / Calicata : 01 Norte: 9277615

N° de Muestra : M-1 Este: 759654

Estructura : PARABOLICA Y TRIDILOSA Cota: 2422 ms.n.m.

DATOS DEL ESPECIMEN	I	II	III
Altura de la muestra (mm)	24.12	24.13	24.10
Diámetro (mm)	60.80	60.81	60.82
Area inicial (cm2)	29.03	29.04	29.05
Volumen de la muestra (cm3)	70.03	70.08	70.02

DATOS DEL ESPECIMEN	I	II	III
Peso humedo de la muestra + Peso del anillo (g)	216.30	216.20	216.40
Peso del anillo (g)	84.5	84.5	84.5
Peso de la muestra humeda (g)	131.80	131.7	131.9
Peso de la muestra seca (g)	117.30	117.30	117.60
Contenido de humedad (%)	12.36	12.28	12.16
Densidad húmeda (g/cm3)	1.882	1.881	1.884
Densidad seca (g/cm3)	1.675	1.675	1.679

	ESPECIMEN 1		ESPECIMEN 2		ESPECIMEN 3	
<i>Altura Inicial:</i>	24.1	mm	24.1	mm	24.1	mm
<i>Diámetro de muestra :</i>	60.8	mm	60.8	mm	60.8	mm
<i>Area Inicial:</i>	29.0	cm ²	29.0	cm ²	29.0	cm ²
<i>Densidad Seca:</i>	1.675	g/cm ³	1.675	g/cm ³	1.679	g/cm ³
<i>Humedad:</i>	12.4	%	12.3	%	12.2	%
<i>Peso Normal :</i>	1.452	kg	2.910	kg	4.355	kg
<i>Esfuerzo Normal :</i>	0.50	kg/cm ²	1.00	kg/cm ²	1.50	kg/cm ²
Deformación horizontal (mm)						
Deformación vertical (mm)						
Carga (kgf)						
0.00		0.00		0.00		0.00
0.25		0.85		1.85		3.85
0.50		1.21		2.52		4.52
0.75		1.52		2.85		5.68
1.00		1.95		3.52		6.52
1.50		2.32		4.35		7.52
2.00		2.52		4.85		8.25
2.50		2.85		5.52		8.85
3.00		3.52		5.96		9.85
3.50		3.85		6.35		10.32
4.00		4.25		6.85		10.85
4.50		4.89		7.65		11.52
5.00		5.32		8.52		12.65
5.50		5.96		9.35		13.52
6.00		6.65		9.85		14.65
6.50		7.52		10.35		15.75
7.00		8.25		11.65		16.25
7.50		8.85		12.52		17.58
8.00		9.65		13.54		18.32
8.50		10.52		14.58		19.52
9.00		11.52		15.68		20.52
9.50		12.52		16.52		21.65
10.00		13.12		17.85		22.48

OBSERVACIONES:

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC

Iván Cieza Díaz
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC

Geremías Rimarachin
 JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 267870

	INFORME	Código	AE-FO-020
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
		Fecha	
		Página	2 de 3

Proyecto : "COMPORTAMIENTO SISMO RESISTENTE DE COBERTURA METALICA CON ESTRUCTURA PARABOLICA Y TRIDILOSA, PARA CUBRIR GRANDES LUCES EN EL ESTADIO MUNICIPAL DE CHOTA 2022."

Solicitante : TESISTA NEISER ANTONI SÁNCHEZ CAYATOPA Muestreado por : SOLICITANTE
 Atención : TESISTA NEISER ANTONI SÁNCHEZ CAYATOPA Ensayado por : I.C.D
 Ubicación de Proyecto : ESTADIO MUNICIPAL DE CHOTA Fecha de Ensayo: 13/06/2023
 Material : LIMOS INORGANICOS DE ALTA PLASTICIDAD Turno: DIA

Código de Muestra : 001 Profundidad: 2.50 m
 Sondaje / Calicata : 01 Norte: 9277615
 N° de Muestra : M-1 Este: 759654
 Estructura : PARABOLICA Y TRIDILOSA Cota: 2422 ms.n.m.

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min

ESPECIMEN 1

Altura Inicial: 24.1 mm
 Lado de caja : 60.8 mm
 Area Inicial: 29.0 cm²
 Densidad Seca: 1.675 gr/cm³
 Humedad Inic: 12.4 %
 Esf. Normal : 0.50 kg/cm²
 Esf. Corte: 0.45 kg/cm²

ESPECIMEN 2

Altura Inicial: 24.1 mm
 Lado de caja : 60.8 mm
 Area Inicial: 29.0 cm²
 Densidad Seca: 1.675 gr/cm³
 Humedad Inic: 12.4 %
 Esf. Normal : 1.00 kg/cm²
 Esf. Corte: 0.61 kg/cm²



ESPECIMEN 3

Altura Inicial: 24.1 mm
 Lado de caja : 60.8 mm
 Area Inicial: 29.0 cm²
 Densidad Seca: 1.679 gr/cm³
 Humedad Inic: 12.2 %
 Esf. Normal : 1.50 kg/cm²
 Esf. Corte: 0.77 kg/cm²

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (σ/σ)	Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (σ/σ)	Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (σ/σ)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	0.03	0.07	0.41	0.06	0.08	0.41	0.13	0.11
0.82	0.04	0.11	0.82	0.09	0.11	0.82	0.16	0.13
1.23	0.05	0.13	1.23	0.10	0.12	1.23	0.20	0.16
1.64	0.07	0.17	1.64	0.12	0.15	1.64	0.22	0.19
2.47	0.08	0.20	2.47	0.15	0.19	2.47	0.26	0.21
3.29	0.09	0.21	3.29	0.17	0.21	3.29	0.28	0.23
4.11	0.10	0.24	4.11	0.19	0.23	4.11	0.30	0.25
4.93	0.12	0.29	4.93	0.21	0.25	4.93	0.34	0.27
5.76	0.13	0.32	5.76	0.22	0.26	5.76	0.36	0.28
6.58	0.15	0.35	6.58	0.24	0.28	6.58	0.37	0.30
7.40	0.17	0.40	7.40	0.26	0.31	7.40	0.40	0.31
8.22	0.18	0.43	8.22	0.29	0.34	8.22	0.44	0.34
9.05	0.21	0.48	9.05	0.32	0.37	9.05	0.47	0.36
9.87	0.23	0.53	9.87	0.34	0.39	9.87	0.50	0.39
10.69	0.26	0.59	10.69	0.36	0.40	10.69	0.54	0.41
11.51	0.28	0.64	11.51	0.40	0.45	11.51	0.56	0.42
12.34	0.30	0.68	12.34	0.43	0.48	12.34	0.61	0.45
13.16	0.33	0.73	13.16	0.47	0.51	13.16	0.63	0.47
13.98	0.36	0.79	13.98	0.50	0.55	13.98	0.67	0.49
14.80	0.40	0.86	14.80	0.54	0.58	14.80	0.71	0.51
15.63	0.43	0.93	15.63	0.57	0.61	15.63	0.75	0.53
16.45	0.45	0.96	16.45	0.61	0.65	16.45	0.77	0.55

OBSERVACIONES:

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	QCC - LEM
Nombre y firma:  Iván Cieza Díaz LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:	Nombre y firma:  Geremías Rimarachin Rimarachin JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL REG. C.I.P. N° 267870

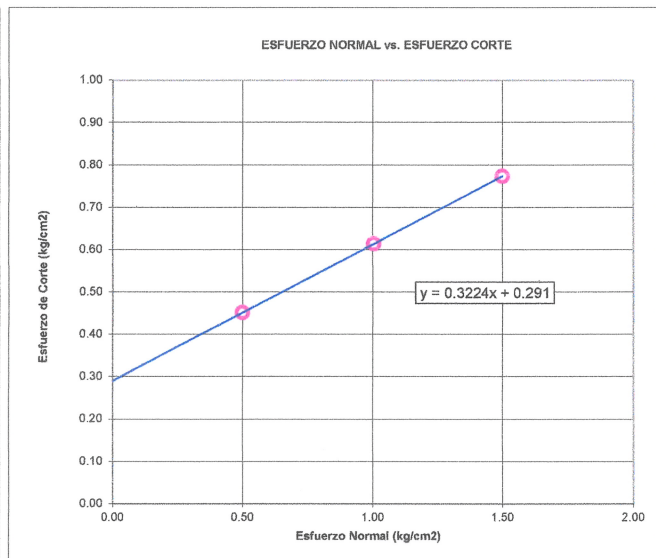
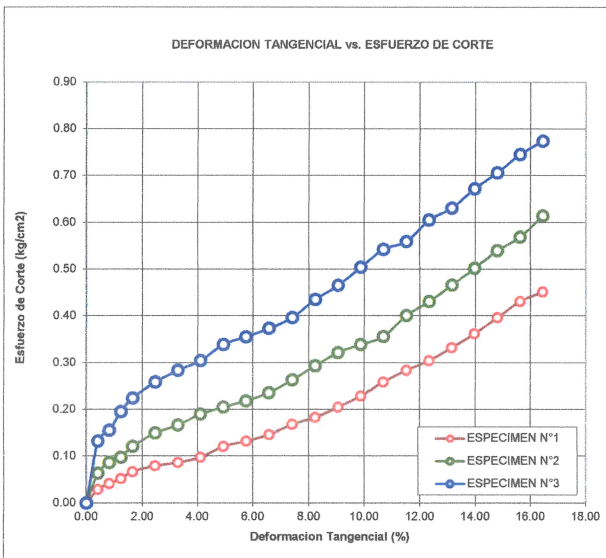


INFORME		Código	AE-FO-020
ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080		Versión	01
		Fecha	
		Página	3 de 3

Proyecto	"COMPORTAMIENTO SISMO RESISTENTE DE COBERTURA METALICA CON ESTRUCTURA PARABOLICA Y TRIDILOSA, PARA CUBRIR GRANDES LUCES EN EL ESTADIO MUNICIPAL DE CHOTA, 2022."		
Solicitante	: TESISTA NEISER ANTONI SÁNCHEZ CAYATOPA	Muestreado por :	SOLICITANTE
Atención	: TESISTA NEISER ANTONI SÁNCHEZ CAYATOPA	Ensayado por :	I.C.D
Ubicación de Proyecto	: ESTADIO MUNICIPAL DE CHOTA	Fecha de Ensayo:	13/06/2023
Material	: LIMOS INORGANICOS DE ALTA PLASTICIDAD	Turno:	DIA
Código de Muestra	: 001	Profundidad:	2.50 m
Sondaje / Calicata	: 01	Norte:	9277615
Nº de Muestra	: M-1	Este:	759654
Estructura	: PARABOLICA Y TRIDILOSA	Cota:	2422 ms.n.m.

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080**

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min



Resultados:
Cohesión (c) : 0.29 kg/cm²
Angulo de fricción (φ) : 17.9°

OBSERVACIONES:

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: Iván Cieza Díaz LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma: Geremías Rimarachin Rimarachin JEFE DE LABORATORIO INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 267870	



ENSAYO DE LABORATORIO SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC
RUC: 20605442235
DIRECCION: JR. ANAXIMANDRO VEGA #865 CHOTA - CAJAMARCA
CORREO: gselaboratorio2019@gmail.com, CEL. 930866995

(Norma NTP 339.171)

Proyecto : "COMPORTAMIENTO SISMO RESISTENTE DE COBERTURA METALICA CON ESTRUCTURA PARABOLICA Y TRIDILOSA, PARA CUBRIR GRANDES LUCES EN EL ESTADIO MUNICIPAL DE CHOTA 2022."
UBICACIÓN : ESTADIO MUNICIPAL DE CHOTA
EXPLORACION : 01
MUESTRA : M-1
PROFUNDIDAD : 2.50
COORDENADAS : NORTE: 9277615 ESTE: 759654 2422 ms.n.m.
SOLICITANTE : TESISTA NEISER ANTONI SÁNCHEZ CAYATOPIA

RESP. DE LAB : G.R.R
FECHA : 13/06/2023
ESTADO : REMOLDEADA

Densidad Húmeda gr/cm³ = 1.88
Cohesion del Suelo ,kg/cm² = 0.29
Angulo de Friccion, f, ° = 17.87

Profundidad de Cimentacion, Df = 2.50 m
Ancho de Cimentacion, B, m = 1.50 m

SEGÚN FORMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Formulas de capacidad de Carga

	Para falla General	Para falla Local
Cimentacion corrida	$q_u = c'N_c + gDN_q + 0.5gBN_g$	$q_u = 2/3 c'N'_c + gDN'_q + 0.5gBN'_g$
Cimentacion cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.4gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.4gBN'_g$
Cimentacion circular	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.3gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.3gBN'_g$

Factores de Capacidad de Carga Factor de Seguridad = 3

	General	Local
Nc =	15.39	10.85
Nq =	5.96	3.33
Ng =	3.26	1.43

Capacidad de Carga

	Falla Local (kg/cm ²)	
	q _u	q _{adm}
Cimentacion corrida	3.88	1.29
Cimentacion cuadrada	4.47	1.49

Observaciones



LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Iván Cieza Díaz
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO



LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremías Rimarachín-Rimarachín
JEFE DE LABORATORIO
INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 267870

*Anexo F. Diseño estructural de la cobertura metálica con estructura parabólica
convencional*

MEMORÍA DE CÁLCULO COBERTURA METÁLICA PARA TRIBUNAS

OBJETO

El objeto de este documento es presentar el pre dimensionamiento y los criterios de diseño para el desarrollo de la **ingeniería de básica** de la estructura metálica que cubrirá las tribunas del Estadio Municipal de Chota.

ALCANCE

Establecer las dimensiones mínimas de los elementos estructurales y no estructurales, teniendo en cuenta los criterios de resistencia y rigidez que deberá proveer la estructura ante las cargas estáticas y dinámicas. El refuerzo considerado corresponde a las cuantías mínimas y ratios referenciales.

ESPECIFICACIONES DE MATERIALES

ACERO

El acero es acero estructural ASTM A36.

SOLDADURA

El material de aporte para las uniones soldadas tendrá resistencias de 60KPSI y 70KPSI según los diseños de juntas soldadas.

CRITERIOS DE DISEÑO

La estructura de cobertura de los graderíos brindará protección contra aguas de lluvia y contra la radiación solar.

Esta estructura se sustentará sobre la estructura de hormigón a la cual se anclará.

CRITERIOS DE DISEÑO

La estructura de cobertura de los graderíos brindará protección contra aguas de lluvia y contra la radiación solar.

Esta estructura se sustentará sobre la estructura de hormigón a la cual se anclará.

PARÁMETROS SÍSMICOS

El Estadio Municipal se encuentra en el Distrito de Chota, Provincia de Chota, Departamento de Cajamarca.

En el anexo 01 de la norma E0.30 se tiene un cuadro de zonificación sísmica por departamentos y distritos donde podemos verificar que el Distrito de Chota e encuentra en zona sísmica 2 y los parámetros sísmicos son los siguientes:

Chota

Factor de zonificación Sísmica.	$Z_s := 0.30$	Zona 3
Perfil de tipo de suelo:	$S_s := 1.2$	Suelo tipo S2
Factor de uso e importancia:	$U_s := 1.2$	Edificaciones categoría B

En el cálculo de la masa de la edificación para obtener las fuerzas sísmicas, se considera el peso de la estructura más un 50% de la carga viva.

COMBINACIONES DE CARGA

Para nuestro estadio tenemos 02 tribunas techadas, Este y Oeste. Para nuestro modelo y la aplicación del método LRFD se tienen aplicadas las siguientes cargas y las siguientes combinaciones de cargas y factores de seguridad, basados en el Reglamento Nacional de Edificaciones E.090 Estructuras metálicas. 10jun06:

- (1) 1.4 Dm
- (2) 1.2 Dm + 1.6 Lv + 0.5 (Lr ó Sn ó Rg)
- (3) 1.2 Dm + 1.6 (Lr ó Sn ó Rg) + (0.5 Lv ó 0.8 Wv)
- (4) 1.2 Dm + 1.3 Wv + 0.5 Lv + 0.5 (Lr ó Sn ó Rg)
- (5) 1.2 Dm ± 1.0 Es + 0.5 Lv + 0.2 Sn
- (6) 0.9 Dm ± (1.3 Wv ó 1.0 Es)

Donde:

- Dm = Carga muerta
- Lv = Carga viva
- Lr = Carga viva en las azoteas
- Wv = Carga de viento
- Sn = Carga de nieve
- Es = Carga de sismo, según NTE E.030 Diseño sismo resistente
- Rg = Carga de lluvia o granizo.

Para nuestra situación, las cargas que desestimamos son las siguientes:

$$Lv_1 := 0N \quad Lr_1 := 0N \quad Sn_1 := 0N$$

Entonces nuestras fórmulas toman las formas:

- (1) 1.4 Dm
- (2) 1.2 Dm + 0.5 (Rg)
- (3) 1.2 Dm + 1.6 (Rg) + (0.8 Wv)

$$(4) \quad 1.2 Dm + 1.3 Wv + 0.5 (Rg)$$

$$(5) \quad 1.2 Dm + 1.0 Es$$

$$1.2 Dm - 1.0 Es$$

$$(6) \quad 0.9 Dm + (1.3 Wv)$$

$$0.9 Dm - (1.3 Wv)$$

En total 10 cálculos.

La carga Muerta.

La carga muerta está compuesta por el peso de la estructura del acero 11149,53Kg y el peso de la cobertura impermeable 1249.75 Kg.

Para la estructura de oriente y occidente:

Los pesos muertos son la suma del peso de la estructura mas el peso de los paneles protectores.

$$Dm_1 := 13052.5kg + 1249.7kg = 14302.2kg$$

La carga de lluvia o granizo es:

Área mojada:

$$Am_1 := 1326.9m^2$$

Peso del agua sobre la cobertura: Espesor de película de agua.

$$e_{H_2O} := 0.25mm$$

$$Rg_1 := 1000 \frac{kg}{m^3} \cdot Am_1 \cdot e_{H_2O} = 331.7kg$$

La carga del viento es:

La velocidad del viento a la altura de la cobertura, en función de la velocidad de viento medida a 10m sobre el nivel del suelo es:

La altura de la cobertura es:

$$h_e := 25r$$

Velocidad del viento a 10m sobre el nivel del suelo.

$$V_{10} = 75 \frac{km}{hr}$$

La velocidad del viento a la altura de la cobertura.

$$V_h := \frac{V_{10}}{\frac{km}{hr}} \cdot \left(\frac{h_e}{10} \right)^{0.22} \cdot \frac{km}{hr} = 91.75 \cdot \frac{km}{hr}$$

La carga exterior del viento se supone estática y perpendicular a la superficie sobre la que actúa. Su valor se estima mediante:

El coeficiente adimensional de forma para la superficie inclinada entre aproximadamente 15° de la horizontal es:

$$C_{fe} := 0.7$$

$$P_{he} := 0.005 \cdot C_{fe} \cdot \left(\frac{V_h}{\frac{\text{km}}{\text{hr}}} \right)^2 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 29.46 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

La carga de viento a aplicar sobre la estructura es:

$$W_{v1} := A_{m1} \cdot P_{he} = 39095.69 \text{ kg}$$

Carga Sísmica.

Se calcula la carga de sismo aplicada horizontalmente prescrita en forma empírica representada por la expresión:

Factor de zonificación Sísmica.

$$Z_s := 0.3 \quad \text{Zona 3}$$

Perfil de tipo de suelo:

$$S_s := 1.2 \quad \text{Suelo tipo S2}$$

Factor de uso e importancia:

$$U_s := 1.2 \quad \text{Edificaciones categoría B}$$

Coefficiente sísmico:

Periodo fundamental de vibración de la estructura:

$$T_f := 2.85$$

Periodo predominante de vibración del suelo:

$$T_s := 0.6$$

Coefficiente Sísmico:

$$C_s := \frac{0.8}{\frac{T_f}{T_s + 1s}} = 0.449$$

Carga permanente sobre la estructura:

Factor de carga viva:

$$\alpha_s := 0.5$$

Edificación tipo B

$$W_{s1} := D_{m1} + \alpha_s \cdot L_{v1} = 14302.3 \text{ kg}$$

Factor de reducción de ductilidad:

$$R_d := 0.8$$

$$E_{s_1} := \frac{Z_s \cdot U_s \cdot S_s \cdot C_s}{R_d} \cdot W_{s_1} = 3666.08 \text{ kg}$$

Cálculo de la carga total sobre la estructura.

$$EqA_1 := 1.4 Dm_1 = 20023.2 \text{ kg}$$

$$EqB_1 := 1.2 Dm_1 + 0.5 Rg_1 = 17328.62 \text{ kg}$$

$$EqC_1 := 1.2 Dm_1 + 1.6 Rg_1 + 0.8 Wv_1 = 19917.63 \text{ kg}$$

$$EqD_1 := 1.2 Dm_1 + 1.3 Wv_1 + 0.5 Rg_1 = 20942.80 \text{ kg}$$

$$EqE_1 := 1.2 Dm_1 + 1.0 E_{s_1} = 20828.84 \text{ kg}$$

$$EqF_1 := 1.2 Dm_1 - 1.0 E_{s_1} = 13496.67 \text{ kg}$$

$$EqG_1 := 0.9 Dm_1 + 1.3 Wv_1 = 16486.2 \text{ kg}$$

$$EqH_1 := 0.9 Dm_1 - 1.3 Wv_1 = 9257.8 \text{ kg}$$

La carga mayor se da en

$$EqD_1 := 1.2 Dm_1 + 1.3 Wv_1 + 0.5 Rg_1 = 20942.80 \text{ kg}$$

Para la cobertura Oriente

La suma de cargas verticales en cada uno de los 3 paneles:

$$\frac{\left[(1.2 Dm)_1 + 0.5 Rg_1 \right] \cdot g}{3 \cdot \left(\frac{7.97m + 2 \cdot 11.54m}{7.97m + 11.54m} \right)} = 35592.55 \text{ N}$$

Las cargas verticales para cada una de las 2 vigas centrales de cada uno de los 3 paneles, repartidas entre los puntos de apoyo de los tijerales en arco.

$$\frac{\left[(1.2 \cdot Dm)_1 + 0.5 \cdot Rg_1 \right] \cdot g}{3 \cdot \left(\frac{7.97m + 2 \cdot 11.54m}{7.97m + 11.54m} \right)} = 2966.04 \text{ N}$$

12

(01)

La suma de las cargas horizontales en cada uno de los 3 paneles:

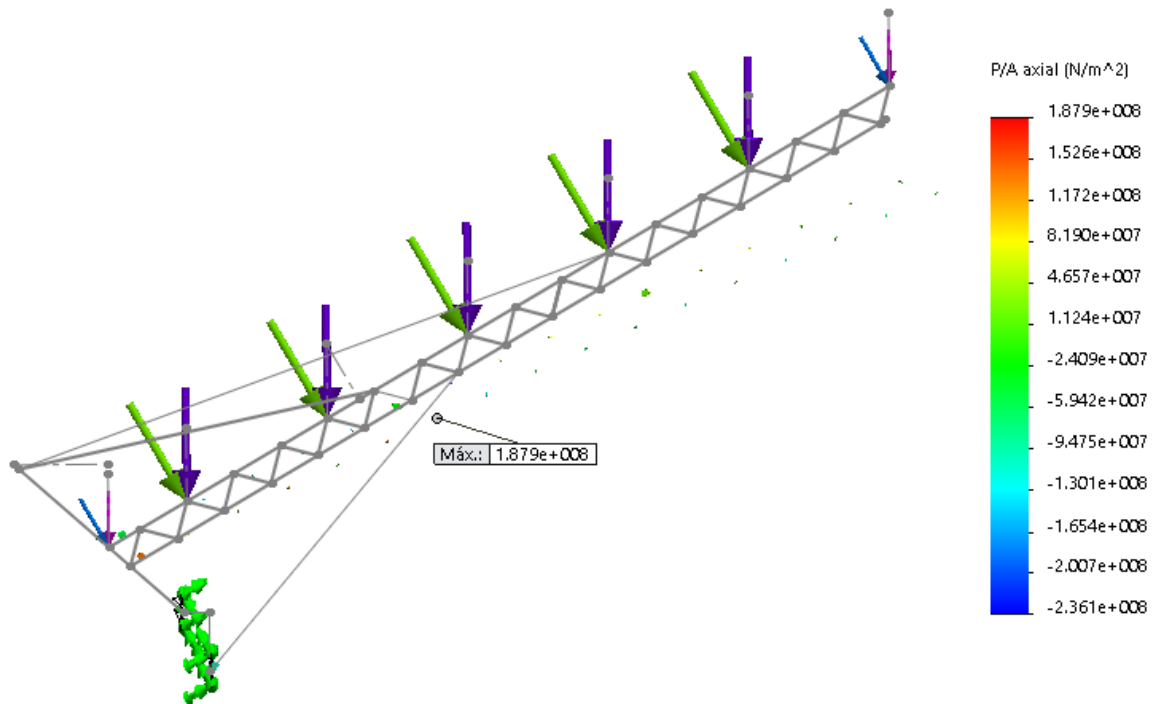
$$\frac{(1.3 W_{v1} \cdot g)}{3 \cdot \left(\frac{7.97m + 2 \cdot 11.54m}{7.97m + 11.54m} \right)} = 7423.43N$$

Las cargas Horizontales para cada una de las 2 vigas centrales de cada uno de los 3 paneles, repartidas entre los untos de apoyo de los tijerales en arco.

$$\frac{(1.3 \cdot W_{v1} \cdot g)}{3 \cdot \left(\frac{7.97m + 2 \cdot 11.54m}{7.97m + 11.54m} \right) \cdot 12} = 618.61N \quad (02)$$

Con estos datos procedemos a simular en un programa de análisis por elementos finitos, los niveles de esfuerzo para las estructuras.

87



Para la viga principal.

Se tienen las fuerzas Verticales en tonos de morado y lila, y las fuerzas horizontales en tonos verde y celeste, donde las cargas de los nodos extremos son la mitad de las cargas en los nodos intermedios. El mayor esfuerzo sobre la estructura se da cuando la componente vertical de la fuerza del viento se suma a las cargas horizontales.

Propiedades de Estudio.

Propiedad	Característica
Tipo de análisis	Análisis estático

Tipo de malla

Malla mixta

Tipo de solver

Direct sparse solver

Efecto de rigidización por tensión (Inplane):

Desactivar

Muelle blando:

Desactivar

Desahogo inercial:

Desactivar

Opciones de unión rígida incompatibles

Automático

Gran desplazamiento

Desactivar

Calcular fuerzas de cuerpo libre

Activar

Fricción

Desactivar

Utilizar método adaptativo:

Desactivar

<i>Parámetro</i>	<i>Característica</i>
<i>Sistema de unidades:</i>	Métrico (MKS)
<i>Longitud/Desplazamiento</i>	mm
<i>Temperatura</i>	Kelvin
<i>Velocidad angular</i>	Rad/seg
<i>Presión/Tensión</i>	N/m ²

<i>Nombre:</i>	ASTM A36 Acero
<i>Tipo de modelo:</i>	Isotrópico elástico lineal
<i>Límite elástico:</i>	2.5e+008 N/m ²
<i>Límite de tracción:</i>	4e+008 N/m ²
<i>Módulo elástico:</i>	2e+011 N/m ²
<i>Coefficiente de Poisson:</i>	0.26
<i>Densidad:</i>	7850 kg/m ³
<i>Módulo cortante:</i>	7.93e+010 N/m ²

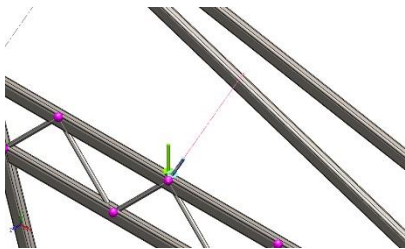
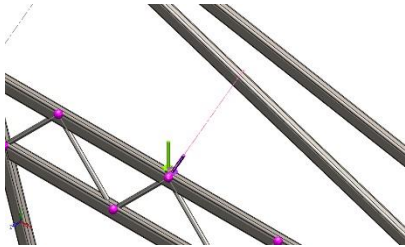
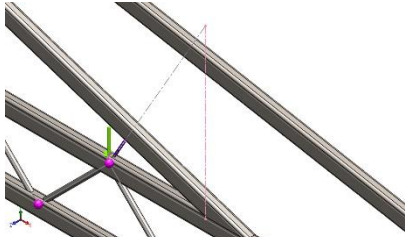
Cargas y Sujeciones.

NOMBRE DE SUJECIÓN	IMAGEN DE SUJECIÓN	DETALLES DE SUJECIÓN
FIJO-2		Entidades: 2 cara(s) Tipo: Geometría fija

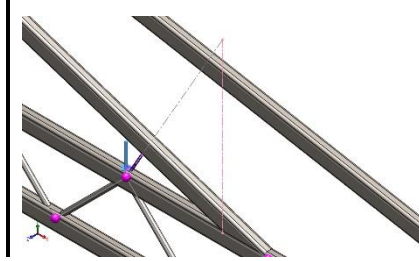
Fuerzas Resultantes.

Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	17802.5	46746.1	0	50021.3
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	1e-033

Cargas Aplicadas.

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-5		Entidades: 5 Juntas Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -5934 N Momentos: ---, ---, --- N.m
Fuerza-6		Entidades: 2 Juntas Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -2967 N Momentos: ---, ---, --- N.m
Fuerza-7		Entidades: 2 Juntas Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -1326 N Momentos: ---, ---, --- N.m

Fuerza-8



Entidades:

5 Juntas

Tipo:

Aplicar fuerza

Valores:

---, ---, -2652 N

Momentos:

---, ---, --- N.m

Información de Malla.

Tipo de malla	Malla mixta
Mallador utilizado:	Malla basada en curvatura
Puntos jacobianos	4 Puntos
Verificación jacobiana para el vaciado	Activar
Tamaño máximo de elemento	0 mm
Tamaño mínimo del elemento	0 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Número total de nodos

18835

Número total de elementos

10957

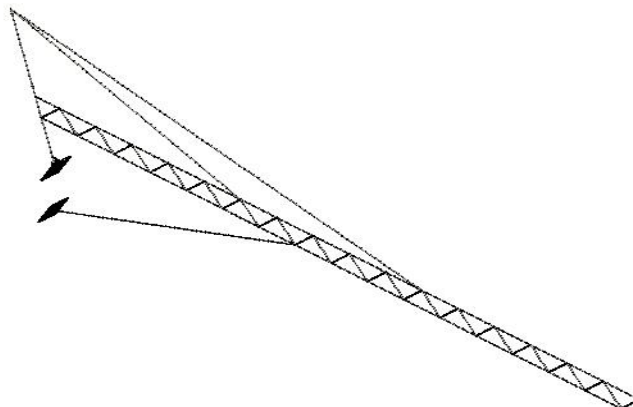
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):

00:00:12

Nombre de computadora:

KANKU

Nombre del modelo: P07 Z-3Q2. Tijeral V03. Tijeral recto para techo de tribunas V03
Nombre de estudio: Barlovento-(Predeterminado-<Como mecanizada>-)
Tipo de malla: Malla mixta



Fuerzas resultantes

Fuerzas de reacción.

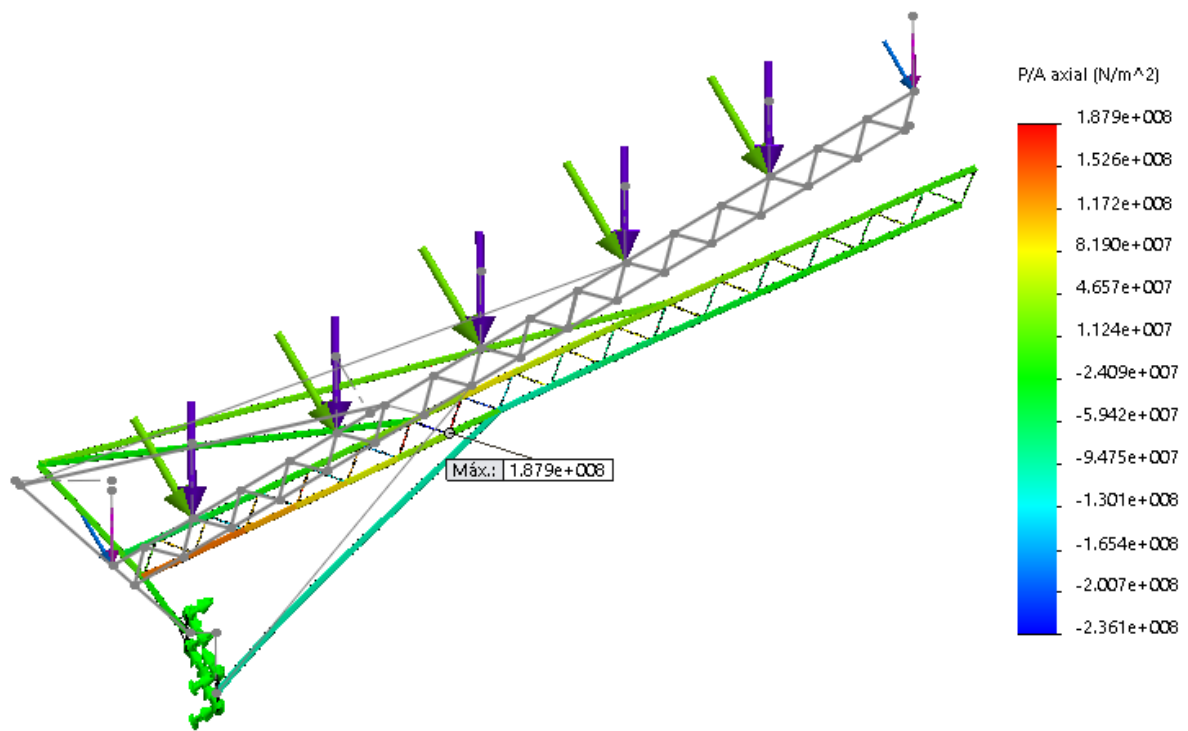
Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	17802.5	46746.1	-0.00184415	50021.3

Momentos de reacción.

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0

Resultados del Estudio.

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Esfuerzos	SX: Tensión normal de X	-2.36076e+008 N/m ² Elemento: 10402	1.87898e+008 N/m ² Elemento: 10713
Desplazamientos	URES: Desplazamientos resultantes	0 mm Nodo: 524	530.549 mm Nodo: 18079
Deformaciones unitarias	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	0 Elemento: 10074	0.00214174 Elemento: 8290



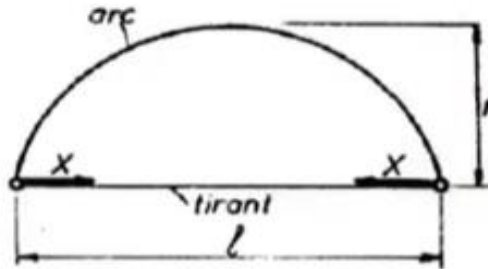
Esfuerzos en la viga.

Anexo G. Predimensionamiento de la cobertura con sistema de tridilosa

DIMENSIONAMIENTO DE LA FLECHA DE ARCO

ARCO

Fuente : Pórtico y Aceros, Valerian Leontovich (1961)



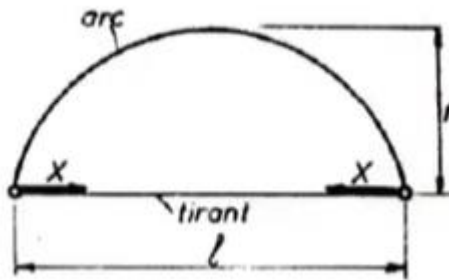
Relación recomendada (flecha /luz)

$$\frac{f}{L} = \frac{1}{6} \text{ a } \frac{1}{5}$$

L : Luz libre entre apoyos

f: Arco es la (flecha)

Fuente : Sanchez (2023) en el curso Análisis y diseño en estructuras metálicas dictado en la Cooperación S Ingenieros



Relación recomendada (flecha /luz)

$$\frac{f}{L} = \frac{1}{7} \text{ a } \frac{1}{4}$$

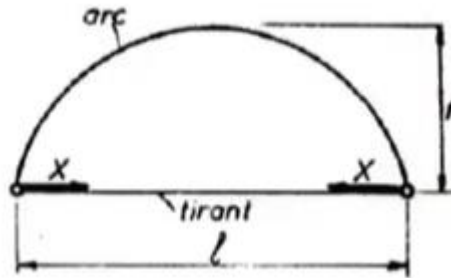
L : Luz libre entre apoyos

f: Arco es la (flecha)

DIMENSIONAMIENTO DE LA FLECHA DE ARCO

ARCO TIPO 01

Fuente : Sanchez (2023) en el curso Análisis y diseño en estructuras metálicas dictado en la Cooperación S Ingenieros



Arco es la (flecha)

Relación recomendada (flecha /luz)

$$\frac{f}{L} = \frac{1}{7} \text{ a } \frac{1}{4}$$

Longitud: L 219.5 m

f = 31 m 37 m **43.90 m** 55 m

Asumiendo : f: **43.90 m**

Montante del Arco:

Peralte de la Montante

$$\frac{H}{L} = \frac{1}{40}$$

Longitud: L 219.5 m

H = 5.49 m

Asumiendo : H: **5.5 m**

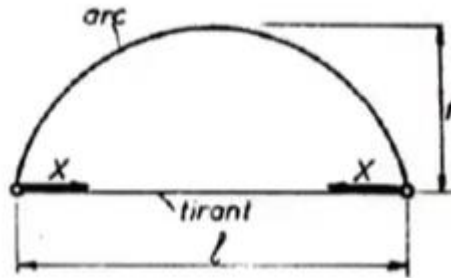
ARCO TIPO 01

H: 5.5 m
L: 219.5 m
f: 43.90 m

DIMENSIONAMIENTO DE LA FLECHA DE ARCO

ARCO TIPO 02

Fuente : Sanchez (2023) en el curso Análisis y diseño en estructuras metálicas dictado en la Cooperación S Ingenieros



Arco es la (flecha)

Relación recomendada (flecha /luz)

$$\frac{f}{L} = \frac{1}{7} \text{ a } \frac{1}{4}$$

Longitud: L 158.1 m

$f =$ 23 m 24.58 m 31.6 m 40 m

Asumiendo : $f:$ **31.6 m**

Montante:

Peralte de la Montante

$$\frac{H}{L} = \frac{1}{40}$$

Longitud: L 158.1 m

H = 3.95 m

Asumiendo : $H:$ **4.0 m**

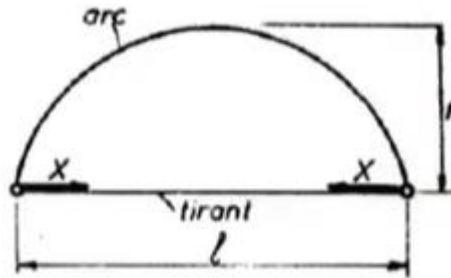
ARCO TIPO 02

H: 4.0 m
L: 158.1 m
 f : 31.6 m

DIMENSIONAMIENTO DE LA FLECHA DE ARCO

ARCO TIPO 03

Fuente : Sanchez (2023) en el curso Análisis y diseño en estructuras metálicas dictado en la Cooperación S Ingenieros



Arco es la (flecha)

Relación recomendada (flecha /luz)

$$\frac{f}{L} = \frac{1}{7} \text{ a } \frac{1}{4}$$

Longitud: L 187.8 m

$f =$ 27 m 31 m 37.6 m 47 m

Asumiendo : $f:$ **27 m**

Montante:

Peralte de la Montante

$$\frac{H}{L} = \frac{1}{40}$$

Longitud: L 187.8 m

H = 4.70 m

Asumiendo : $H:$ **4.7 m**

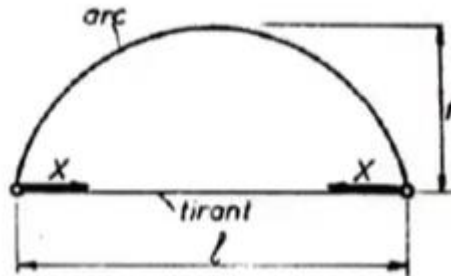
ARCO TIPO 03

H: 4.7 m
L: 187.8 m
f: 27 m

DIMENSIONAMIENTO DE LA FLECHA DE ARCO

SEMI ARCO TIPO 04

Fuente : Sanchez (2023) en el curso Análisis y diseño en estructuras metálicas dictado en la Cooperación S Ingenieros



Arco es la (flecha)

Relación recomendada (flecha /luz)

$$\frac{f}{L} = \frac{1}{7} \text{ a } \frac{1}{4}$$

Longitud: L 160.5 m

$f =$ 23 m 27 m 34.22 m 40 m

Asumiendo : $f:$ **34.22 m**

Montante:

Peralte de la Montante

$$\frac{H}{L} = \frac{1}{40}$$

Longitud: L 160.5 m

H = 4.01 m

Asumiendo : $H:$ **4.0 m**

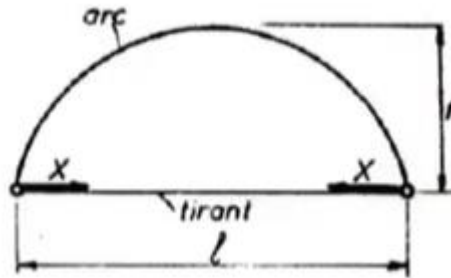
ARCO TIPO 04

H: 4.0 m
L: 160.5 m
 f : 34.22 m

DIMENSIONAMIENTO DE LA FLECHA DE ARCO

SEMI ARCO TIPO 05

Fuente : Sanchez (2023) en el curso Análisis y diseño en estructuras metálicas dictado en la Cooperación S Ingenieros



Arco es la (flecha)

Relación recomendada (flecha /luz)

$$\frac{f}{L} = \frac{1}{7} \text{ a } \frac{1}{4}$$

Longitud: L **160.5 m**

$f =$ 23 m 24.96 m 32.0 m 40 m

Asumiendo : $f:$ **32.0 m**

Montante:

Peralte de la Montante

$$\frac{H}{L} = \frac{1}{40}$$

Longitud: L 160.5 m

H = 4.01 m

Asumiendo : $H:$ **4.0 m**

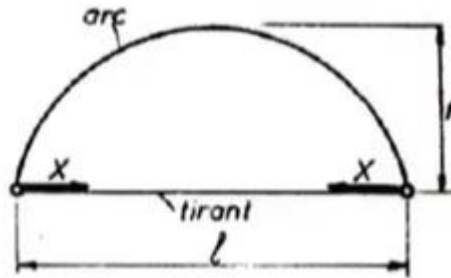
ARCO TIPO 05

H: 4.0 m
L: 160.5 m
 f : 32.0 m

DIMENSIONAMIENTO DE LA FLECHA DE ARCO

SEMI ARCO TIPO 06

Fuente : Sanchez (2023) en el curso Análisis y diseño en estructuras metálicas dictado en la Cooperación S Ingenieros



Arco es la (flecha)

Relación recomendada (flecha /luz)

$$\frac{f}{L} = \frac{1}{7} \text{ a } \frac{1}{4}$$

Longitud: L 77.0 m

$f =$ 11 m 13 m 15.4 m 19 m

Asumiendo : $f:$ **11 m**

Montante:

Peralte de la Montante

$$\frac{H}{L} = \frac{1}{40}$$

Longitud: L 77.0 m

H = 1.93 m

Asumiendo : $H:$ **1.9 m**

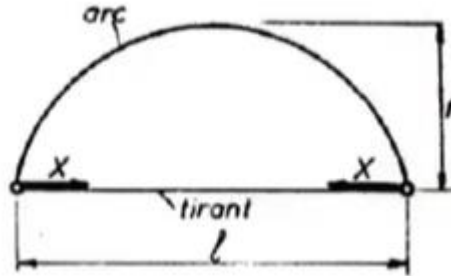
ARCO TIPO 06

H: 1.9 m
L: 77.0 m
 $f:$ 11 m

DIMENSIONAMIENTO DE LA FLECHA DE ARCO

SEMI ARCO TIPO 07

Fuente : Sanchez (2023) en el curso Análisis y diseño en estructuras metálicas dictado en la Cooperación S Ingenieros



Arco es la (flecha)

Relación recomendada (flecha /luz)

$$\frac{f}{L} = \frac{1}{7} \text{ a } \frac{1}{4}$$

Longitud: L **49.0 m**

$f =$ 7 m 8 m 10.45 m 12 m

Asumiendo : $f:$ **10.45 m**

Montante:

Peralte de la Montante

$$\frac{H}{L} = \frac{1}{40}$$

Longitud: L 49.0 m

H = 1.23 m

Asumiendo : $H:$ **1.2 m**

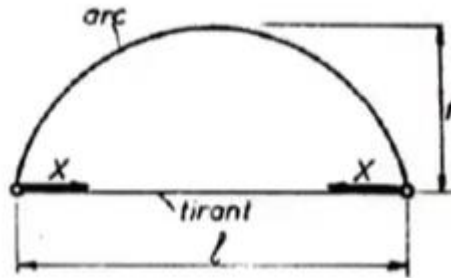
ARCO TIPO 07

H: 1.2 m
L: 49.0 m
 $f:$ 10.45 m

DIMENSIONAMIENTO DE LA FLECHA DE ARCO

SEMI ARCO TIPO 08

Fuente : Sanchez (2023) en el curso Análisis y diseño en estructuras metálicas dictado en la Cooperación S Ingenieros



Arco es la (flecha)

Relación recomendada (flecha /luz)

$$\frac{f}{L} = \frac{1}{7} \text{ a } \frac{1}{4}$$

Longitud: L **108.5 m**

$f =$ 16 m 16.87 m 21.6 m 27 m

Asumiendo : $f:$ **21.6 m**

Montante:

Peralte de la Montante

$$\frac{H}{L} = \frac{1}{40}$$

Longitud: L 108.5 m

H = 2.71 m

Asumiendo : $H:$ **2.7 m**

ARCO TIPO 08

H: 2.7 m
L: 108.5 m
 $f:$ 21.6 m

Arco Tipo 01

L_horizontal	219.50		
Peralte	5.49	5.50	
Flecha	54.88	43.90	31.36
	43.90		
L_Arco	236.50		

L_Segmento	Ratio Br/Mo	# Segmentos
3.5	64%	67.57
3.6	65%	65.69
3.7	67%	63.92
3.8	69%	62.24
3.9	71%	60.64
4	73%	59.13
4.1	75%	57.68
4.2	76%	56.31
4.3	78%	55.00
4.4	80%	53.75
4.5	82%	52.56
4.6	84%	51.41
4.7	85%	50.32
4.8	87%	49.27
4.9	89%	48.27
5	91%	47.30
5.1	93%	46.37
5.2	95%	45.48
5.3	96%	44.62
5.4	98%	43.80
5.5	100%	43.00

Semi ArcoTipo 06 Y 07

L_horizontal	76.85		48.7582
Peralte	1.92	3.00	
Flecha	19.21	15.37	10.98
L_Arco	82.03		53.5885
			2.977138889
L_Segmento	Ratio Br/Mo	# Segmentos	
2.50	63%	32.81	21.44
2.55	64%	32.17	21.02
2.6	65%	31.55	20.61
2.65	66%	30.95	20.22
2.7	68%	30.38	19.85
2.75	69%	29.83	19.49
2.8	70%	29.30	19.14
2.85	71%	28.78	18.80
2.9	73%	28.29	18.48
2.95	74%	27.81	18.17
3	75%	27.34	17.86
3.05	76%	26.90	17.57
3.1	77%	26.46	17.29
3.15	79%	26.04	17.01
3.2	80%	25.63	16.75
3.25	81%	25.24	16.49
3.3	82%	24.86	16.24
3.35	84%	24.49	16.00
3.4	85%	24.13	15.76
3.45	86%	23.78	15.53
3.5	87%	23.44	15.31

Arco Tipo 02

L_horizontal	158.05		
Peralte	3.95	4.00	
Flecha	39.51	31.61	22.58
	24.60		
L_Arco	156.80		3.92

L_Segmento	Ratio Br/Mo	# Segmentos
3.5	88%	44.80
3.55	89%	44.17
3.6	90%	43.56
3.65	91%	42.96
3.7	93%	42.38
3.75	94%	41.81
3.8	95%	41.26
3.85	96%	40.73
3.9	98%	40.21
3.95	99%	39.70
4	100%	39.20
4.05	101%	38.72
4.1	103%	38.24
4.15	104%	37.78
4.2	105%	37.33
4.25	106%	36.89
4.3	108%	36.47
4.35	109%	36.05
4.4	110%	35.64
4.45	111%	35.24
4.5	113%	34.84

ArcoTipo 08

L_horizontal	108.31	133.68
Peralte	2.71	3.00
Flecha	33.42	26.74
	16.00	19.10
L_Arco	106.16	
	2.948777778	
L_Segmento	Ratio Br/Mo	# Segmentos
2.50	63%	42.46
2.55	64%	41.63
2.6	65%	40.83
2.65	66%	40.06
2.7	68%	39.32
2.75	69%	38.60
2.8	70%	37.91
2.85	71%	37.25
2.9	73%	36.61
2.95	74%	35.99
3	75%	35.39
3.05	76%	34.81
3.1	77%	34.24
3.15	79%	33.70
3.2	80%	33.17
3.25	81%	32.66
3.3	82%	32.17
3.35	84%	31.69
3.4	85%	31.22
3.45	86%	30.77
3.5	87%	30.33

Arco Tipo 03

L_horizontal	187.80		
Peralte	4.70	4.70	
Flecha	46.95	37.56	26.83
L_Arco	27.00		
	186.22		

L_Segmento	Ratio Br/Mo	# Segmentos
4	85%	46.55
4.05	86%	45.98
4.1	87%	45.42
4.15	88%	44.87
4.2	89%	44.34
4.25	90%	43.82
4.3	91%	43.31
4.35	93%	42.81
4.4	94%	42.32
4.45	95%	41.85
4.5	96%	41.38
4.55	97%	40.93
4.6	98%	40.48
4.65	99%	40.05
4.7	100%	39.62
4.75	101%	39.20
4.8	102%	38.80
4.85	103%	38.40
4.9	104%	38.00
4.95	105%	37.62
5	106%	37.24

CERCHA TENSOR

L_horizontal	80.43	62.8652	
Peralte	2.01	2.00	
Flecha			
L_Arco	80.43	62.8652	
	2.010635	1.9645375	
L_Segmento	Ratio Br/Mo	# Segmentos	
1.50	38%	53.62	41.91
1.55	39%	51.89	40.56
1.6	40%	50.27	39.29
1.65	41%	48.74	38.10
1.7	43%	47.31	36.98
1.75	44%	45.96	35.92
1.8	45%	44.68	34.93
1.85	46%	43.47	33.98
1.9	48%	42.33	33.09
1.95	49%	41.24	32.24
2	50%	40.21	31.43
2.05	51%	39.23	30.67
2.1	53%	38.30	29.94
2.15	54%	37.41	29.24
2.2	55%	36.56	28.58
2.25	56%	35.74	27.94
2.3	58%	34.97	27.33
2.35	59%	34.22	26.75
2.4	60%	33.51	26.19
2.45	61%	32.83	25.66
2.5	63%	32.17	25.15

Semi ArcoTipo 04

L_horizontal	160.50		
Peralte	4.01	4.00	
Flecha	40.13	32.10	22.93
	20.87		
L_Arco	180.08		

L_Segmento	Ratio Br/Mo	# Segmentos
3.50	88%	51.45
3.55	89%	50.73
3.6	90%	50.02
3.65	91%	49.34
3.7	93%	48.67
3.75	94%	48.02
3.8	95%	47.39
3.85	96%	46.77
3.9	98%	46.17
3.95	99%	45.59
4	100%	45.02
4.05	101%	44.46
4.1	103%	43.92
4.15	104%	43.39
4.2	105%	42.88
4.25	106%	42.37
4.3	108%	41.88
4.35	109%	41.40
4.4	110%	40.93
4.45	111%	40.47
4.5	113%	40.02

Semi ArcoTipo 05

L_horizontal	148.00		
Peralte	3.70	4.00	
Flecha	37.00	29.60	21.14
L_Arco	39.11		

L_Segmento	Ratio Br/Mo	# Segmentos
3.50	88%	51.45
3.55	89%	50.73
3.6	90%	50.02
3.65	91%	49.34
3.7	93%	48.67
3.75	94%	48.02
3.8	95%	47.39
3.85	96%	46.77
3.9	98%	46.17
3.95	99%	45.59
4	100%	45.02
4.05	101%	44.46
4.1	103%	43.92
4.15	104%	43.39
4.2	105%	42.88
4.25	106%	42.37
4.3	108%	41.88
4.35	109%	41.40
4.4	110%	40.93
4.45	111%	40.47
4.5	113%	40.02

Anexo H. Diseño estructural de la cobertura con sistema de tridilosa

H.1. Análisis de cargas

H.2. Verificación de elementos a compresión, flexión y tracción

H.3. Análisis estático y dinámico

ESTRUCTURA METALICA - CARGAS

Carga Viva: Son todas las cargas gravitacionales probables u ocasionales que son resultado del uso de la estructura, cuya manifestación es temporal, variable en intensidad y cambiante por su ubicación.

$$CV = 30.00 \text{ kg/m}^2$$

Carga Muerta: Es el peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques y otros elementos soportados por la estructura

Peso de Cubierta ligera = 8.00 kg/m²
 Peso de instalaciones = 12.00 kg/m²
 CM = 20.00 kg/m²

Carga de Viento: La estructura, los elementos de cierre y los componentes exteriores de todas las edificaciones expuestas a la acción del viento, serán diseñados para resistir las cargas (presiones y succiones) exteriores e interiores debidas al viento, suponiendo que éste actúa en dos direcciones horizontales perpendiculares entre sí. En la estructura la ocurrencia de presiones y succiones exteriores serán consideradas simultáneamente.

Clasificación de la Edificación : Tipo 1

Edificaciones poco sensibles a las ráfagas y a los efectos dinámicos del viento, tales como edificios de poca altura o esbeltez y edificaciones cerradas con cobertura capaz de soportar las cargas sin variar su geometría. Para este tipo de edificaciones se aplicará lo dispuesto en los Artículos 12 (12.3) y 12 (12.4).

Velocidad de Diseño:

$$V_h = V \left(\frac{h}{10} \right)^{0.22}$$

Descripción	h ₁
h: Altura sobre el terreno en metros	43.90
V: Velocidad de diseño hasta 10 m de altura en Km/h	75.00
V _h : Velocidad de diseño en la altura h en Km/h	103.85

Carga Exterior de Viento:

$$P_h = 0.005CV_h^2$$

Factores de Forma	Barlovento	Sotavento
Arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda 45°.	0.80 -0.80	-0.50
Superficies verticales o inclinadas (planas o curvas) paralelas a la dirección del viento.	-0.70	-0.70

Descripción	P _{nt}	
Barlovento - Dirección X		
V _h : Velocidad de diseño a la altura h, en Km/h.	103.85	103.85
C: Factor de forma adimensional indicado en la tabla 4.	0.80	-0.80
P _h : Presión o succión del viento a una altura h en kg/m ² .	43.14	-43.14
Sotavento - Dirección X		
V _h : Velocidad de diseño a la altura h, en Km/h.	103.85	
C: Factor de forma adimensional indicado en la tabla 4.	-0.50	
P _h : Presión o succión del viento a una altura h en kg/m ² .	-26.96	
Barlovento/Sotavento - Dirección Y		
V _h : Velocidad de diseño a la altura h, en Km/h.	103.85	
C: Factor de forma adimensional indicado en la tabla 4.	-0.70	
P _h : Presión o succión del viento a una altura h en kg/m ² .	-37.75	

Resistencia Requerida (LRFD)

$$P_u := 245.71 \text{ tonnef}$$

Resistencia a la fluencia (A572-Grado50):

$$F_y := 50 \text{ ksi}$$

Módulo Elástico (A572- Grado50)

$$E := 29000 \text{ ksi}$$

Coefficiente de Poisson (ASTM A572):

$$\nu := 0.30$$

Módulo de Elasticidad Cortante:

$$G := \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)} = 784.193 \frac{\text{tonnef}}{\text{cm}^2}$$

Longitud de columna:

$$L := 5.60 \text{ m}$$

Factor de longitud efectiva:

$$K := 1.00$$

Área Gruesa :

$$A_g := 116.5531 \text{ cm}^2$$

Constante Torsional:

$$J := 40135.35 \text{ cm}^4$$

Ancho - Espesor:

Patín: $D := 15 \text{ in}$

$$t := 10 \text{ mm}$$

Inercia:

$$I_x := 20067.674 \text{ cm}^4 \quad I_y := 20067.674 \text{ cm}^4$$

Radio de giro:

$$r_x := 13.1216 \text{ cm} \quad r_y := 13.1216 \text{ cm}$$

Constante de alabeo:

$$C_w := 1451808 \text{ cm}^6$$

S Property Data

Section Name

15" x 10mm

Properties

Cross-section (axial) area	116.5531	Section modulus about 3 axis (top)	1053.4212
Moment of Inertia about 3 axis	20067.674	Section modulus about 3 axis (bottom)	1053.4212
Moment of Inertia about 2 axis	20067.674	Section modulus about 2 axis (left)	1053.4212
Product of Inertia about 2-3	0.	Section modulus about 2 axis (right)	1053.4212
Torsional constant	40135.35	Warping Constant (Cw)	0.
Shear area in 2 direction	58.3048	Plastic modulus about 3 axis	1376.7433
Shear area in 3 direction	58.3048	Plastic modulus about 2 axis	1376.7433
CG offset in 3 direction	0.	Radius of Gyration about 3 axis	13.1216
CG offset in 2 direction	0.	Radius of Gyration about 2 axis	13.1216
Shear Center Offset (x3)*	0.		
Shear Center Offset (x2)*	0.		

* Value is not used in analysis

DISPONIBILIDAD DE SECCIONES, PLACAS Y VARILLAS DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES ASTM DE ACERO ESTRUCTURAL

Tipo de Acero	Designación ASTM	F _y (ksi)	Est. de tensión F _u ^a (ksi)	Perfiles					Placas y Varillas										
				Grupos ASTM A6					Hasta 1/2"	>1/2" ≤3/4"	>3/4" ≤1 1/4"	>1 1/4" ≤1 1/2"	>1 1/2" ≤2"	>2" ≤2 1/2"	>2 1/2" ≤4"	>4" ≤5"	>5" ≤6"	>6" ≤8"	>8"
				1 ^b	2	3	4	5											
Carbón	A36	32	58 - 80																
		36	58 - 80 ^c																
	A529	42	60 - 85																
Alta Resistencia y Baja Aleación	A441	40	60																
		42	63																
		46	67																
		50	70																
	A572-Grado 42	42	60																
	A572-Grado 50	50	65																
	A572-Grado 60	60	75																
	A572-Grado 65	65	80																
Alta Resistencia, Baja Aleación y Resistente a la Corrosión	A242	42	63																
		46	67																
		50	70																
	A588	42	63																
		46	67																
	A514 ^d	90	100 - 130																
		100	110 - 130																

^a Mínimo, a menos que se muestre un rango

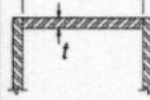

^b Incluye secciones de varillas

^c Para secciones mayores de 426 lb/pie, se aplica un mínimo de 58 ksi

^d Sólo placas

■ Disponible
□ No disponible

Relación límite Ancho - Espesor:

TABLA B4.1 (cont.) Relaciones Ancho-Espesor Límite para Elementos Comprimidos					
Case	Descripción del Elemento	λ Relación ancho-espesor	Relaciones Límite Ancho-Espesor		Ejemplo
			λ_p (compact)	λ_r (no compact)	
14	Compresión uniforme en demás elementos rigidizados	b/t	NA	$1.49\sqrt{E/F_y}$	
15	Secciones tubulares circulares En compresión uniforme	D/t	NA	$0.11E/F_y$	
	En flexión	D/t	$0.07E/F_y$	$0.31E/F_y$	

^(a) $k_c = \frac{4}{\sqrt{17}w}$, pero no será menor que 0.35 ni mayor que 0.76 para propósito de cálculo. (ver Casos 2 y 4)

^(b) $F_L = 0.7F_y$ para flexión sobre los ejes menor y mayor en secciones armadas tipo I de alma esbelta, y flexión sobre el eje mayor en secciones armadas tipo I de alma compacta y no compacta con $S_{xt}/S_{xc} \geq 0.7$; $F_L = F_y S_{xt}/S_{xc} \geq 0.5F_y$ para flexión sobre el eje mayor de secciones tipo I armadas de alma compacta y no compacta con $S_{xt}/S_{xc} < 0.7$.

Las secciones transversales de los miembros de acero estructural se clasifican como compactas o no compactas, dependiendo de las relaciones ancho-espesor.

a) **Sección compacta** ($\lambda \leq \lambda_p$)

Una sección es compacta si las alas están conectadas continuamente al alma y las relaciones ancho espesor de todos sus elementos a compresión no exceden la relación ancho-espesor límite de la Tabla B4.1

b) **Sección no compacta** ($\lambda_p < \lambda \leq \lambda_r$)

Si la relación ancho-espesor de por lo menos un elemento es mayor que λ_p , pero no excede λ_r , la sección es no compacta.

c) **Sección esbelta** ($\lambda_r < \lambda$)

Cuando la relación ancho-espesor de cualquier elemento excede λ_r .

Donde:

$\lambda = b/t =$ relación ancho-espesor

$\lambda_p =$ relación ancho-espesor límite para la sección compacta

$\lambda_r =$ relación ancho-espesor límite para el diseño de la columna

5. **ESBELTEZ** (Sección E2)

La relación de esbeltez límite KL/r en miembros comprimidos preferiblemente no debe exceder 200.

Relación Ancho-Espesor:
$$\lambda := \frac{D}{t} = 38.1$$

En compresión:
$$\lambda_{r_nc} := 0.11 \cdot \frac{E}{F_y} = 63.8$$

En flexión: $\lambda_{p_f} := 0.07 \cdot \frac{E}{F_y} = 40.6$ $\lambda_{r_{nc}} := 0.31 \cdot \frac{E}{F_y} = 179.8$

if ($\lambda \leq \lambda_{p_f}$, "Sección Compacta", "No Compacta o esbelta") = "Sección Compacta"

La sección analizada corresponde a una SECCIÓN COMPACTA

$\lambda \leq \lambda_r$ entonces $Q := 1$

Capacidad - Pandeo Flexional:

Se evaluó en los dos ejes del perfil, ya que la cercha tiene la disposición de su elementos en tres dimensiones

(a) Factor K para columnas con extremos que no corresponden a marcos (C2.2, Comentarios)

TABLA C-C2.2 Valores Aproximados del Factor de Longitud Efectiva, K						
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
La sección pandeada de columna es mostrada con línea discontinua						
Valor Teórico de K	0.5	0.70	1.0	1.0	2.0	2.0
Valor de diseño recomendado para condiciones ideales aproximadas	0.65	0.80	1.2	1.0	2.1	2.0
Simbología de condición de extremos						

Relación de esbeltez, Eje y-y: $\frac{K \cdot L}{r_y} = 42.678$ $\frac{K \cdot L}{r_y} \leq 200$

Dado que $\frac{K \cdot L}{r_y} \leq 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 113.432$ Pandeo Inelástico

Esfuerzo de pandeo crítico elástico: $F_{ey} := \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{K \cdot L}{r_y}\right)^2} = 11.048 \frac{\text{tonnef}}{\text{cm}^2}$

Relación de esbeltez, Eje x-x: $\frac{K \cdot L}{r_x} = 42.678$ $\frac{K \cdot L}{r_x} \leq 200$

Dado que $\frac{K \cdot L}{r_x} \leq 4.71 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 113.432$ Pandeo Inelástico

Esfuerzo de pandeo crítico elástico: $F_{ex} := \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{K \cdot L}{r_x}\right)^2} = 11.048 \frac{\text{tonnef}}{\text{cm}^2}$

Capacidad - Pandeo Torsional:

La sección evaluada es doblemente simétrica, además, se considera el coeficiente de luz efectiva en torsión como unión articulada, es decir $K_z := 1$, entonces:

Esfuerzo de pandeo elástico torsional:

$$F_{ez} := \left(\frac{\pi^2 \cdot E \cdot C_w}{(K_z \cdot L)^2} + G \cdot J \right) \cdot \frac{1}{I_x + I_y} = 786.514 \frac{\text{tonnef}}{\text{cm}^2}$$

El menor valor de pandeo crítico elástico será: $F_e := \min(F_{ex}, F_{ey}, F_{ez}) = 11.048 \frac{\text{tonnef}}{\text{cm}^2}$

Entonces, esfuerzo de pandeo flexional: $F_{cr} := \left(0.658 \frac{F_y}{F_e} \right) \cdot F_y = 3.077 \frac{\text{tonnef}}{\text{cm}^2}$

Resistencia nominal a compresión: $P_n := F_{cr} \cdot A_g = 358.637 \text{ tonnef}$

Elemento en compresión (ASD): $\Omega_c := 1.67$

Elemento en compresión (LRFD): $\phi_c := 0.90$

Resistencia admisible de diseño (ASD): $P_{c_ASD} := \frac{P_n}{\Omega_c} = 214.753 \text{ tonnef}$

Resistencia admisible de diseño (LRFD): $P_{c_LRFD} := \phi_c \cdot P_n = 322.773 \text{ tonnef}$

Verificación según LRFD:

$$P_u = 245.71 \text{ tonnef} \leq \phi_c \cdot P_n = 322.773 \text{ tonnef}$$

if ($P_u \leq \phi_c \cdot P_n$, "CORRECTO", "CAMBIAR") = "CORRECTO"

Ratio Demanda - Capacidad (LRFD): $\frac{P_u}{\phi_c \cdot P_n} = 0.761$

ANALISIS ESTADICO ESTADIO

I) ANALISIS ESTADICO

NOTA Rellenar todo de color azul

Periodo.

Hn= Desde el nivel 0+00
 Ctx= Pórticos Especiales de acero
 Cty= Pórticos Especiales de acero

Período Fundamental de Vibración

Hn= **43.14**
 Ctx= **35**
 Cty= **35**

Tx= **1.23 seg**
 Ty= **1.23 seg**

E-030

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$



Los parametros sísmicos

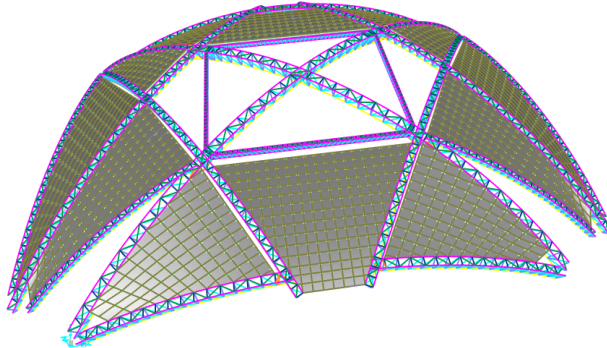


Tabla N° 1
FACTORES DE ZONA "Z"

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Z= **0.25**
 U= **1.30**
 S= **1.20**
 C=
 R=



	TP	T	TL
S2	0.6		2

Coeficiente de reducción "R"

Factor de Irregularidad en altura
 Factor de Irregularidad en planta

Ia= **1.00**
 Ip= **1.00**

Rx= **8.00**
 Ry= **8.00**

Pórticos Especiales de acero
 Pórticos Especiales de acero

Càlculo de amplificación sísmica "C"

Factor de Amplificación Sísmica (C)

$$T_p < T < T_L$$

$$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

Tx= 1.23

Ty= 1.23

TP= 0.60

Cx = 1.22

Cy = 1.22

Calculo del factor C "Coef. Cortante"

EN ETABS

Cx=ZUSCx/R = 0.0593

Cy=ZUSCy/R = 0.0593

El valor de C/R no debera considerarse menor que:

en el eje X C/R ≥ 0.11 0.152 OK

en el eje Y C/R ≥ 0.11 0.152 OK

Fuerza en la base.

Fuerza cortante en la base de la estructura.

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

Masa y pesos d ela estructura

Nª	Masa (Kgf-s2/m)		peso (Kgf)	
	X	Y	X	Y
Piso 1	1662917.35	1662917.35	16307731.6	16307731.6

Peso en X= 16307731.58

Peso en y= 16307731.6

La fuerza cortante en X : Vx= 967491.90 967.49ton

La fuerza cortante en Y : Vy= 967491.90 967.49ton

Anexo I. Costo de implementación del sistema de tridilosa

I.1. Metrados

I.2. Presupuesto

I.3. Análisis de costos unitarios

HOJA DE METRADOS

TESIS : Comportamiento sismorresistente de cobertura metálica con estructura parabólica y con tridillosas para cubrir grandes luces en el Estadio Municipal, Chota

ELABORADO POR Bach. NEISER ANTONI SÁNCHEZ CAYATOPA

PROVINCIA : CHOTA

DISTRITO : CHOTA

LUGAR : CHOTA

FECHA : Abr-24

COD	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	MEDIDAS			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO		
1	COBERTURA METÁLICA							
1.1	OBRAS PROVISIONALES							
1.1.1.	CARTEL DE OBRA 3.60X2.40M UNA CARA	Und					1.00	1.00
1.1.2.	AMBIENTE PARA ALMACÉN Y OFICINA	Glb					1.00	1.00
1.1.3.	CERCO PROVISIONAL DE OBRA	m					500.00	500.00
1.1.4.	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	Glb					1.00	1.00
1.1.5.	SUMINISTRO DE AGUA PARA LA CONSTRUCCIÓN	Glb					1.00	1.00
1.2	SEGURIDAD Y SALUD							
1.2.1	SEÑALIZACION TEMPORAL Y SEGURIDAD	Glb					1.00	1.00
1.3	TRABAJOS PRELIMINARES							
1.3.1	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2						27,065.57
	Area Techada		1		27,065.57		27,065.57	
1.4	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
1.4.1.	EXCAVACIONES PARA ZAPATAS							
	Excavacion para Zapatas	m3						3,477.83
	Z - 1		9	14.50	6.15	3.00	2,407.73	
	Z - 2		4	14.50	6.15	3.00	1,070.10	
1.4.2.	NIVELACION Y COMPACTADO DE FONDO DE CIMEN	m2						1,159.28
	Z - 1		9	14.50	6.15		802.58	
	Z - 2		4	14.50	6.15		356.70	
1.4.3.	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3						235.85
	Relleno Debajo del N.T.N. - Zapatas y Cimientos							
	Z - 1		9	2.95	6.15	1.00	163.28	
	Z - 2		4	2.95	6.15	1.00	72.57	
1.4.4.	ACARREO DE MAT. EXCEDENTE EN CARRETILLA (D	m3						4,052.47
	Volumen Excavacion Total de Zapatas, Cimiento						3,477.83	
	Volumen del Relleno Total con Material Propio						235.85	
	Factor de Esponjamiento	%					1.25	
1.4.5.	ELIMINACION DEL MATERIAL EXCEDENTE C/VOLQU	m3						4,052.47
	Volumen Excavacion Total de Zapatas, Cimiento						3,477.83	
	Volumen del Relleno Total con Material Propio						235.85	
	Factor de Esponjamiento	%					1.25	
1.5	OBRAS DE CONCRETO							
1.5.1	SOLADO MEZCLA 1:10 CEMENTO - HORMIGÓN	m3.						115.93
	Z - 1		9	14.50	6.15	0.10	80.26	
	Z - 2		4	14.50	6.15	0.10	35.67	
1.6.	CONCRETO ARMADO							
1.6.1	ZAPATAS							
1.6.1.1	CONCRETO EN ZAPATAS f'c = 210kg/cm2	m3						2,318.55
	Z - 1		9	14.50	6.15	2.00	1,605.15	
	Z - 2		4	14.50	6.15	2.00	713.40	
1.6.1.2.	ACERO EN ZAPATAS f'y = 4200kg/cm2	kg						48,144.58
								VER METRADO ACERO
1.06.02.	PEDESTAL							
1.6.2.1.	CONCRETO EN COLUMNAS f'c = 210kg/cm2	m3						3,105.29

HOJA DE METRADOS

TESIS : Comportamiento sismorresistente de cobertura metálica con estructura parabólica y con tridillosas para cubrir grandes luces en el Estadio Municipal, Chota

ELABORADO POR Bach. NEISER ANTONI SÁNCHEZ CAYATOPA

PROVINCIA : CHOTA

DISTRITO : CHOTA

LUGAR : CHOTA

FECHA : Abr-24

COD	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	MEDIDAS			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO		
	C - 1		9	área	46.80	6.15	2,590.38	
	C - 2						514.91	
			4	área	15.73	1.80	113.23	
			4	área	15.73	1.80	113.26	
			4	área	11.56	1.80	83.23	
			4	área	25.65	2.00	205.20	
1.6.2.2.	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS	m2						1,903.67
	C - 1		18	Perimetro	30.50	1.00	549.00	
			18	Perimetro	1.00	12.30	221.40	
	C - 2		8	Perimetro	6.50	5.71	296.92	
			8	Perimetro	6.50	9.35	486.20	
			8	Perimetro	21.88	2.00	350.15	
1.6.2.3.	ARMADURA DE ACERO EN COLUMNAS f'y = 4200kg/	kg		VER METRADO ACERO				29,200.89
1.7	CARPINTERIA METALICA							
1.7.2.	ARMADURA METALICA TIPO ARCO (LUZ = 22 M)	Und						99.20
	Arco tipo 1	m	2	219.50			439.00	
	Arco tipo 2	m	1	158.05			158.05	
	Arco tipo 3	m	1	187.80			187.80	
	Semi arco tipo 4	m	2	160.50			321.00	
	Semi arco tipo 5	m	2	160.50			321.00	
	Semi arco tipo 6	m	2	77.00			154.00	
	Semi arco tipo 7	m	2	49.00			98.00	
	Semi arco tipo 8	m	2	108.50			217.00	
	Cercha tensor	m	1	286.60			286.60	
1.7.4.	CORREAS DE TUBO RECTANGULAR 2"X4"X 2.50 MM							20,826.25
		m	40	134.11			5,364.40	
		m	30	119.28			3,578.25	
		m	60	99.03			5,941.80	
		m	60	99.03			5,941.80	
1.7.8.	IZAMIENTO DE ARMADURAS METÁLICAS	glb					1.00	1.00
1.7.9.	COBERTURA ALUZINC CURVO OPACO DE 0.40 M	m2						10,566.02
			0.5	134.11		41.96	2,813.63	
			0.5	119.28		30.36	1,810.59	
			0.5	99.03		60.00	2,970.90	
			0.5	99.03		60.00	2,970.90	
1.7.10.	COBERTURA POLICARBONATO TRASLUCIDO DE	m2						10,566.02
			0.5	134.11		41.96	2,813.63	
			0.5	119.28		30.36	1,810.59	
			0.5	99.03		60.00	2,970.90	
			0.5	99.03		60.00	2,970.90	
1.8	PINTURA							
	PINTURA LATEX EN PEDESTALES	m2						1,903.67
	C - 1		18	Perimetro	30.50	1.00	549.00	

HOJA DE METRADOS

TESIS : Comportamiento sismorresistente de cobertura metálica con estructura parabólica y con tridillosas para cubrir grandes luces en el Estadio Municipal, Chota

ELABORADO POR Bach. NEISER ANTONI SÁNCHEZ CAYATOPA

PROVINCIA : CHOTA

DISTRITO : CHOTA

LUGAR : CHOTA

FECHA : Abr-24

COD	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	MEDIDAS			PARCIAL	TOTAL
				LARGO	ANCHO	ALTO		
			18	Perimetro	1.00	12.30	221.40	
	C - 2		8	Perimetro	6.50	5.71	296.92	
			8	Perimetro	6.50	9.35	486.20	
			8	Perimetro	21.88	2.00	350.15	
1.9	CANALIZACIÓN							
1.9.1.	CANAleta DE ALUZINC 15 CM X 20 CM	m	616.29					616.29
1.9.2.	TUBERIA DE PVC SAP 4"							
	Tubería	m	1	80.00			80.00	80.00
1.9.3.	CODO DE PVC SAP DE 4"X90°							
	Accesorio Curva PVC-SAP 35 mm	Und	8				8.00	8.00
1.10.	INSTALACIONES ELECTRICAS							
1.10.01	SALIDA PARA TECHO							48.00
	Salida para Alumbrado	Pto	22				22.00	22.00
	Salida para Interruptor Simple	Pto	22				22.00	22.00
	Salida para Interruptor de Conmutacion	Pto	4				4.00	4.00
1.10.02	TUBERÍAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS SAP 20 MM							
		m	2	616.29			1,232.58	1,232.58
1.10.03	CABLE ELECTRICO NH-80 2.5 MM2							
	Conductor Electrico	m	3	616.29			1,848.87	1,848.87
1.10.04	ALIMENTADOR GENERAL - CABRE N2XH							
		glb	1				1.00	1.00
1.10.05	TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN DE PVC CON 8 POLOS							
	Tablero Empotrable 4 Polos - Esafe	Und	1				1.00	1.00
1.10.06	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 2X15A							
	Interruptor	Und	22				22.00	22.00
1.10.07	CAJA DE PASE 10X10X5CM							
	Caja de pase	Und	8				8.00	8.00
01.11.	ILUMINACIÓN INTERIOR							
01.11.01.	REFLECTORES LED DE 200 W							
		Und	22				22.00	22.00
01.12.	FLETE							
01.11.01.	FLETE TERRESTRE							
	Flete terrestre	glb	1				1.00	1.00

HOJA DE METRADO DE ACERO

OBRA :

ELABORADO POR :

PROVINCIA :

DISTRITO :

LUGAR :

FECHA :

COD	DESCRIPCION	Ø	CANT	ELEM.	Long.	1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
2.3.2.3	ACERO EN ZAPATAS										
	Z-1	3/4	18.00	22.00	17.10					6771.60	
	Z-1	3/4	18.00	48.00	9.10					7862.40	
	Burritos	3/4	9.00	14.00	3.20					403.20	
	Z-2	3/4	8.00	22.00	17.10					3009.60	
	Z-2	3/4	8.00	48.00	9.10					3494.40	
	Burritos	3/4	4.00	14.00	3.20					179.20	
	Longitud Total de Ø en Metros Lineales					0.00	0.00	0.00	0.00	21541.20	0.00
	Peso en Kilogramos por metro Lineal					0.25	0.56	0.994	1.552	2.235	3.973
	Total en Kilogramos por Ø					0	0	0.00	0.00	48144.58	0.00
TOTAL EN KG:						48144.58 Kg					

HOJA DE METRADO DE ACERO

OBRA :

ELABORADO POR :

PROVINCIA :

DISTRITO :

LUGAR :

FECHA :

COD	DESCRIPCION	Ø	CANT	ELEM.	Long.	1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"	
2.3.7.3	COLUMNAS											
	C-1	3/4	9.00	40.00	14.62					5263.20		
		3/4	9.00	30.00	8.60					2322.00		
	ESTRIBOS	1/2	9.00	40.00	6.15		2214.00					
	ESTRIBOS	1/2	9.00	33.00	6.15		1826.55					
	C-2	1	4.00	36.00	7.00						1008.00	
		3/4	4.00	28.00	7.00					784.00		
	ESTRIBOS	3/8	4.00	40.00	7.00		1120.00					
		3/4	8.00	19.00	10.60					1611.20		
	Longitud Total de Ø en Metros Lineales						0.00	5160.55	0.00	0.00	9980.40	1008.00
	Peso en Kilogramos por metro Lineal						0.25	0.56	0.994	1.552	2.235	3.973
	Total en Kilogramos por Ø						0.00	2889.91	0.00	0.00	22306.19	4004.78

TOTAL EN KG:	29200.89 Kg
---------------------	--------------------

Presupuesto

Presupuesto	0203014	COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE COBERTURA METÁLICA CON ESTRUCTURA PARABÓLICA Y CON TRIDILOSAS PARA CUBRIR GRANDES LUCES EN EL ESTADIO MUNICIPAL, CHOTA, 2022		
Subpresupuesto	001	COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DEL SISTEMA DE COBERTURA METÁLICA CON TRIDILOSA		
Cliente	SÁNCHEZ CAYATOPA, NEISER ANTONI		Costo al	01/04/2024
Lugar	CAJAMARCA - CHOTA - CHOTA			

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	COBERTURA METALICA				5,004,949.24
01.01	OBRAS PROVISIONALES				6,090.88
01.01.01	CARTEL DE OBRA 3.60X2.40M UNA CARA	und	1.00	737.38	737.38
01.01.02	AMBIENTE PARA ALMACÉN Y OFICINA	glb	1.00	375.00	375.00
01.01.03	CERCO PROVISIONAL DE OBRA	m	500.00	6.67	3,335.00
01.01.04	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	glb	1.00	1,512.00	1,512.00
01.01.05	SUMINISTRO DE AGUA PARA LA CONSTRUCCIÓN	glb	1.00	131.50	131.50
01.02	SEGURIDAD, SALUD				128.56
01.02.01	SEÑALIZACION TEMPORAL Y SEGURIDAD	glb	1.00	128.56	128.56
01.03	TRABAJOS PRELIMINARES				30,313.44
01.03.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO	m2	27,065.57	1.12	30,313.44
01.04	MOVIMIENTO DE TIERRAS				387,762.44
01.04.01	EXCAVACION PARA ZAPATAS	m3	3,477.83	36.35	126,419.12
01.04.02	NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE FONDO DE CIMENTACIÓN	m2	1,159.28	3.21	3,721.29
01.04.03	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3	235.85	42.64	10,056.64
01.04.04	ACARREO DE MAT. EXCEDENTE EN CARRETILLA (DIST. PROM. 50 M)	m3	4,052.47	21.21	85,952.89
01.04.05	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE C/VOLQUETE	m3	4,052.47	39.88	161,612.50
01.05	OBRAS DE CONCRETO				24,054.32
01.05.01	SOLADO MEZCLA 1:10 CEMENTO - HORMIGÓN	m3	115.93	207.49	24,054.32
01.06	CONCRETO ARMADO				2,505,586.14
01.06.01	CONCRETO EN ZAPATAS				977,440.48
01.06.01.01	CONCRETO PARA ZAPATAS F'C=210 KG/CM2	m2	2,318.55	329.17	763,197.10
01.06.01.02	ACERO PARA ZAPATAS FY=4200 KG/CM2	kg	48,144.58	4.45	214,243.38
01.06.02	PEDESTAL				1,528,145.66
01.06.02.01	CONCRETO PARA PEDESTAL FC=210 KG/CM2	m3	3,105.29	393.48	1,221,869.51
01.06.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PEDESTAL	m2	1,903.67	90.48	172,244.06
01.06.02.03	ACERO FY=4200 KG/CM2 PARA PEDESTAL	kg	29,200.89	4.59	134,032.09
01.07	CARPINTERIA METALICA				1,962,552.54
01.07.02	ARMADURA METALICA TIPO ARCO (LUZ = 22 M)	und	99.20	2,808.24	278,577.41
01.07.04	CORREAS DE TUBO RECTANGULAR 2"X4"X 2.50 MM	m	20,826.25	24.79	516,282.74
01.07.08	IZAMIENTO DE ARMADURAS METÁLICAS	glb	1.00	3,000.00	3,000.00
01.07.09	COBERTURA ALUZINC CURVO OPACO DE 0.40 MM	m2	10,566.02	31.92	337,267.36
01.07.10	COBERTURA POLICARBONATO TRASLUCIDO DE 1 MM	m2	10,566.02	78.31	827,425.03
01.08	PINTURA				21,073.63
01.08.01	PINTURA LATEX EN PEDESTALES	m2	1,903.67	11.07	21,073.63
01.09	CANALIZACION				24,551.08
01.09.01	CANALETA DE ALUZINC 15 CM X 20 CM	m	616.29	33.79	20,824.44
01.09.02	TUBERIA DE PVC SAP 4"	m	80.00	43.77	3,501.60
01.09.03	CODO DE PVC SAP DE 4" X 90°	und	8.00	28.13	225.04
01.10	INSTALACIONES ELECTRICAS				25,985.03
01.10.01	SALIDA DE TECHO	Pto	48.00	38.60	1,852.80
01.10.02	TUBERIAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS SAP 20 MM (3/4")	m	1,232.58	11.48	14,150.02
01.10.03	CABLE ELECTRICO NH-80 - 2.5 MM2	m	1,848.87	4.26	7,876.19
01.10.04	ALIMENTADOR GENERAL - CABLE N2XH - 4 MM2	glb	1.00	580.00	580.00
01.10.05	TABLEROS DE DISTRIBUCION DE PVC CON 8 POLOS	und	1.00	214.12	214.12
01.10.06	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 2 X 15 A	und	22.00	48.53	1,067.66
01.10.07	CAJA DE PASE DE 10X10X5 CM	und	8.00	30.53	244.24
01.11	ILUMINACION INTERIOR				10,467.38
01.11.01	REFLECTORES LED DE 200 W	und	22.00	475.79	10,467.38
01.12	FLETE				6,383.80
01.12.01	FLETE TERRESTRE	glb	1.00	6,383.80	6,383.80

Presupuesto

Presupuesto 0203014 COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE COBERTURA METÁLICA CON ESTRUCTURA PARABÓLICA Y CON TRIDILOSAS PARA CUBRIR GRANDES LUCES EN EL ESTADIO MUNICIPAL, CHOTA, 2022

Subpresupuesto 001 COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DEL SISTEMA DE COBERTURA METÁLICA CON TRIDILOSAS

Cliente SÁNCHEZ CAYATOPA, NEISER ANTONI Costo al 01/04/2024

Lugar CAJAMARCA - CHOTA - CHOTA

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
	Costo Directo				5,004,949.24

SON : CINCO MILLONES CUATRO MIL NOVECIENTOS CUARENTINUEVE Y 24/100 NUEVOS SOLES

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0203014 COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE COBERTURA METÁLICA CON ESTRUCTURA PARABÓLICA Y CON TRIDILOSAS PARA CUBRIR GRANDES LUCES EN EL ESTADIO MUNICIPAL, CHOTA, 2022

Subpresupuesto 001 COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DEL SISTEMA DE COBERTURA METÁLICA CON TRIDILOSAS Fecha presupuesto 01/04/2024

Partida 01.01.01 CARTEL DE OBRA 3.60X2.40M UNA CARA

Rendimiento und/DIA MO. 2.0000 EQ. 2.0000 Costo unitario directo por : und **737.38**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	4.0000	21.60	86.40
0101010005	PEON	hh	1.0000	4.0000	15.44	61.76
						148.16
Materiales						
02041200010006	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3 1/2"	kg		1.0500	3.75	3.94
02070100050002	PIEDRA MEDIANA DE 6"	m3		0.9760	59.50	58.07
0207030001	HORMIGON	m3		0.3600	42.40	15.26
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		1.0000	20.35	20.35
0218010003	PERNOS 1/4" X 7"	und		15.0000	3.00	45.00
02311900010003	MADERA DE EUCALIPTO 3" X 2.50 m	und		12.0000	8.48	101.76
0238010001	LIJA PARA MADERA	plg		3.0000	1.30	3.90
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		0.4320	38.20	16.50
0292040005	GIGANTOGRAFÍA DIGITAL BANNER 3.60 X 2.40 m.	UND		1.0000	320.00	320.00
						584.78
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	148.16	4.44
						4.44

Partida 01.01.02 AMBIENTE PARA ALMACÉN Y OFICINA

Rendimiento glb/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : glb **375.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Equipos						
03013500010010	ALMANACEN	glb		1.5000	250.00	375.00
						375.00

Partida 01.01.03 CERCO PROVISIONAL DE OBRA

Rendimiento m/DIA MO. 500.0000 EQ. 500.0000 Costo unitario directo por : m **6.67**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0160	21.60	0.35
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0320	15.44	0.49
						0.84
Materiales						
02040100020002	ALAMBRE NEGRO # 16	kg		0.1000	3.56	0.36
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1000	3.75	0.38
02311900010003	MADERA DE EUCALIPTO 3" X 2.50 m	und		0.3330	8.48	2.82
0267100020	MANTA DE NYLON POR 2 DE ALTO	m		1.0200	2.20	2.24
						5.80
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.84	0.03
						0.03

Partida 01.01.04 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS

Rendimiento glb/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : glb **1,512.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
02902400010029	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	glb		1.0000	1,512.00	1,512.00
						1,512.00

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203014	COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE COBERTURA METÁLICA CON ESTRUCTURA PARABÓLICA Y CON TRIDILOSAS PARA CUBRIR GRANDES LUCES EN EL ESTADIO MUNICIPAL, CHOTA, 2022	
Subpresupuesto	001	COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DEL SISTEMA DE COBERTURA METÁLICA CON TRIDILOSAS	Fecha presupuesto 01/04/2024

Partida	01.01.05	SUMINISTRO DE AGUA PARA LA CONSTRUCCIÓN	
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000
			Costo unitario directo por : glb
			131.50
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla
	Materiales		
0254030002	MANGUERA REFORZADA PARA AGUA DE 3/4"	m	50.0000
0290130042	AGUA	mes	1.5000
			83.00
	Equipos		
0301060008	CILINDRO 55 GAL PARA AGUA	und	1.0000
			48.50
<hr/>			
Partida	01.02.01	SEÑALIZACION TEMPORAL Y SEGURIDAD	
Rendimiento	glb/DIA	MO.	EQ.
			Costo unitario directo por : glb
			128.56
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla
	Materiales		
0241050002	CINTA SEÑALIZACION 400 m (Rollo)	und	2.0000
0267100001	EXTINTOR DE POLVO QUIMICO SECO (PQS)	und	1.0000
			128.56
<hr/>			
Partida	01.03.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO	
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,000.0000	EQ. 1,000.0000
			Costo unitario directo por : m2
			1.12
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla
	Mano de Obra		
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000
0101010005	PEON	hh	1.0000
01010300000005	OPERARIO TOPOGRAFO	hh	1.0000
			0.48
	Materiales		
02041200010003	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2"	kg	0.0050
02130300010003	YESO BOLSA 5 kg	bol	0.1000
0231040002	ESTACAS DE MADERA	p2	0.0250
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal	0.0020
02760100100001	WINCHA METALICA DE 50 m	und	0.0005
			0.47
	Equipos		
0301000023	NIVEL TOPOGRAFICO	hh	1.0000
0301000024	ESTACION TOTAL	hh	1.0000
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	3.0000
			0.17
<hr/>			
Partida	01.04.01	EXCAVACION PARA ZAPATAS	
Rendimiento	m3/DIA	MO. 3.5000	EQ. 3.5000
			Costo unitario directo por : m3
			36.35
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla
	Mano de Obra		
0101010005	PEON	hh	1.0000
			35.29
	Equipos		
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	3.0000
			1.06

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0203014 COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE COBERTURA METÁLICA CON ESTRUCTURA PARABÓLICA Y CON TRIDILOSAS PARA CUBRIR GRANDES LUCES EN EL ESTADIO MUNICIPAL, CHOTA, 2022
 Subpresupuesto 001 COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DEL SISTEMA DE COBERTURA METÁLICA CON TRIDILOSAS Fecha presupuesto 01/04/2024

Partida	01.04.02		NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE FONDO DE CIMENTACIÓN			
Rendimiento	m2/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2		3.21
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0667	21.60	1.44
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0667	15.44	1.03
						2.47
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.47	0.07
03012900010007	PISON SALTARIN	hm	1.0000	0.0667	10.00	0.67
						0.74
Partida	01.04.03		RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO			
Rendimiento	m3/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m3		42.64
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	21.60	11.52
0101010005	PEON	hh	3.0000	1.6000	15.44	24.70
						36.22
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	36.22	1.09
03012900010007	PISON SALTARIN	hm	1.0000	0.5333	10.00	5.33
						6.42
Partida	01.04.04		ACARREO DE MAT. EXCEDENTE EN CARRETILLA (DIST. PROM. 50 M)			
Rendimiento	m3/DIA	MO. 6.0000	EQ. 6.0000	Costo unitario directo por : m3		21.21
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.3333	15.44	20.59
						20.59
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	20.59	0.62
						0.62
Partida	01.04.05		ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE C/VOLQUETE			
Rendimiento	m3/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m3		39.88
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	5.0000	1.3333	15.44	20.59
						20.59
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	20.59	0.62
0301220004	CAMION VOLQUETE	hm	1.0000	0.2667	70.00	18.67
						19.29

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0203014 COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE COBERTURA METÁLICA CON ESTRUCTURA PARABÓLICA Y CON TRIDILOSAS PARA CUBRIR GRANDES LUCES EN EL ESTADIO MUNICIPAL, CHOTA, 2022

Subpresupuesto 001 COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DEL SISTEMA DE COBERTURA METÁLICA CON TRIDILOSAS Fecha presupuesto 01/04/2024

Partida 01.05.01 SOLADO MEZCLA 1:10 CEMENTO - HORMIGÓN

Rendimiento m3/DIA MO. 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por : m3 207.49

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	21.60	17.28
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4000	17.09	6.84
0101010005	PEON	hh	6.0000	2.4000	15.44	37.06
61.18						
Materiales						
0207030001	HORMIGON	m3		1.2500	42.40	53.00
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		4.2000	20.35	85.47
138.47						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	61.18	1.84
03012900030004	MEZCLADORA DE TROMPO 9-11 P3	hm	1.0000	0.4000	15.00	6.00
7.84						

Partida 01.06.01.01 CONCRETO PARA ZAPATAS F´C=210 KG/CM2

Rendimiento m2/DIA MO. 25.0000 EQ. 25.0000 Costo unitario directo por : m2 329.17

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	21.60	13.82
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.6400	17.09	10.94
0101010005	PEON	hh	8.0000	2.5600	15.44	39.53
64.29						
Materiales						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.5300	55.10	29.20
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5200	59.50	30.94
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.7300	20.35	198.01
258.15						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	64.29	1.93
03012900030004	MEZCLADORA DE TROMPO 9-11 P3	hm	1.0000	0.3200	15.00	4.80
6.73						

Partida 01.06.01.02 ACERO PARA ZAPATAS FY=4200 KG/CM2

Rendimiento kg/DIA MO. 250.0000 EQ. 250.0000 Costo unitario directo por : kg 4.45

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	21.60	0.69
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.09	0.55
1.24						
Materiales						
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		0.0500	3.56	0.18
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0700	2.72	2.91
3.09						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.24	0.04
03013300020002	CIZALLA ELECTRICA DE FIERRO	hm	0.5000	0.0160	5.00	0.08
0.12						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203014	COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE COBERTURA METÁLICA CON ESTRUCTURA PARABÓLICA Y CON TRIDILOSAS PARA CUBRIR GRANDES LUCES EN EL ESTADIO MUNICIPAL, CHOTA, 2022	
Subpresupuesto	001	COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DEL SISTEMA DE COBERTURA METÁLICA CON TRIDILOSAS	Fecha presupuesto 01/04/2024

Partida	01.06.02.01		CONCRETO PARA PEDESTAL FC=210 KG/CM2				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m3			393.48
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.0667	21.60	23.04	
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.0667	17.09	18.23	
0101010005	PEON	hh	10.0000	5.3333	15.44	82.35	
							123.62
Materiales							
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.5300	55.10	29.20	
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5200	59.50	30.94	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.7300	20.35	198.01	
							258.15
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	123.62	3.71	
03012900030004	MEZCLADORA DE TROMPO 9-11 P3	hm	1.0000	0.5333	15.00	8.00	
							11.71
Partida	01.06.02.02		ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PEDESTAL				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 6.0000	EQ. 6.0000	Costo unitario directo por : m2			90.48
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.3333	21.60	28.80	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	1.3333	17.09	22.79	
							51.59
Materiales							
0204010008	ALAMBRE NEGRO # 8	kg		0.3000	3.56	1.07	
02041200010006	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3 1/2"	kg		0.1700	3.75	0.64	
02221500010023	ADITIVO DESMOLDADOR	gal		0.0700	122.00	8.54	
0231010002	MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADOS INCLUYE CORTE	p2		5.1600	5.25	27.09	
							37.34
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	51.59	1.55	
							1.55
Partida	01.06.02.03		ACERO FY=4200 KG/CM2 PARA PEDESTAL				
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : kg			4.59
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	21.60	0.69	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	17.09	0.55	
							1.24
Materiales							
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		0.0900	3.56	0.32	
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0700	2.72	2.91	
							3.23
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.24	0.04	
03013300020002	CIZALLA ELECTRICA DE FIERRO	hm	0.5000	0.0160	5.00	0.08	
							0.12

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0203014 COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE COBERTURA METÁLICA CON ESTRUCTURA PARABÓLICA Y CON TRIDILOSAS PARA CUBRIR GRANDES LUCES EN EL ESTADIO MUNICIPAL, CHOTA, 2022

Subpresupuesto 001 COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DEL SISTEMA DE COBERTURA METÁLICA CON TRIDILOSAS Fecha presupuesto 01/04/2024

Partida 01.07.02 ARMADURA METALICA TIPO ARCO (LUZ = 22 M)

Rendimiento und/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : und 2,808.24

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	16.0000	21.60	345.60
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	16.0000	17.09	273.44
0101010005	PEON	hh	1.0000	8.0000	15.44	123.52
						742.56
Materiales						
0238010002	LIJA PARA FIERRO	plg		7.0000	1.90	13.30
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		1.0000	38.20	38.20
0240070001	PINTURA ANTICORROSIVA	gal		1.0000	38.20	38.20
0240080012	THINNER	gal		2.0000	12.73	25.46
0255080015	SOLDADURA CELLOCORD	kg		6.0000	12.89	77.34
0272010090	TUBO LAC ASTM A36 2" X3"X 2.5MM	m		60.3200	15.28	921.69
0272010091	TUBO LAC ASTM A36 2" X2"X 2.5MM	m		66.2200	12.22	809.21
						1,923.40
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	742.56	22.28
0301030011	SOLDADORA ELECTRICA	hm	1.0000	8.0000	10.00	80.00
03012600010003	COMPRESORA ELECTRICA DE 600 P.C.M. INC. PISTOLA	hm	0.5000	4.0000	5.00	20.00
03013300020002	CIZALLA ELECTRICA DE FIERRO	hm	0.5000	4.0000	5.00	20.00
						142.28

Partida 01.07.04 CORREAS DE TUBO RECTANGULAR 2"X4"X 2.50 MM

Rendimiento m/DIA MO. 200.0000 EQ. 200.0000 Costo unitario directo por : m 24.79

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.0800	21.60	1.73
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0800	17.09	1.37
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0400	15.44	0.62
						3.72
Materiales						
0238010002	LIJA PARA FIERRO	plg		0.0250	1.90	0.05
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		0.0015	38.20	0.06
0240070001	PINTURA ANTICORROSIVA	gal		0.0015	38.20	0.06
0240080012	THINNER	gal		0.0030	12.73	0.04
0255080015	SOLDADURA CELLOCORD	kg		0.0210	12.89	0.27
0272010092	TUBO LAC ASTM A36 2" X4"X 2.5MM	m		1.0500	19.22	20.18
						20.66
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	3.72	0.11
0301030011	SOLDADORA ELECTRICA	hm	0.5000	0.0200	10.00	0.20
03012600010003	COMPRESORA ELECTRICA DE 600 P.C.M. INC. PISTOLA	hm	0.5000	0.0200	5.00	0.10
						0.41

Partida 01.07.08 IZAMIENTO DE ARMADURAS METÁLICAS

Rendimiento glb/DIA MO. EQ. Costo unitario directo por : glb 3,000.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Materiales						
02902400010030	IZADO DE ARMADURA METÁLICA	glb		1.0000	3,000.00	3,000.00
						3,000.00

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0203014 COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE COBERTURA METÁLICA CON ESTRUCTURA PARABÓLICA Y CON TRIDILOSAS PARA CUBRIR GRANDES LUCES EN EL ESTADIO MUNICIPAL, CHOTA, 2022

Subpresupuesto 001 COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DEL SISTEMA DE COBERTURA METÁLICA CON TRIDILOSAS Fecha presupuesto 01/04/2024

Partida 01.07.09 COBERTURA ALUZINC CURVO OPACO DE 0.40 MM

Rendimiento m2/DIA MO. 200.0000 EQ. 200.0000 Costo unitario directo por : m2 31.92

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.0800	21.60	1.73
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0800	17.09	1.37
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0800	15.44	1.24
4.34						
Materiales						
0228030002	COBERTURA DE ALUZINC 0.40 MM COLOR AZUL	m2		1.1300	22.50	25.43
0271050147	PERNO BROCA EXAGONAL DE 5/16" X1.5"	und		2.7500	0.27	0.74
26.17						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	4.34	0.13
03013400010002	ANDAMIO METALICO (1.50 m - 2.00 m)	hm	20.0000	0.8000	1.60	1.28
1.41						

Partida 01.07.10 COBERTURA POLICARBONATO TRASLUCIDO DE 1 MM

Rendimiento m2/DIA MO. 200.0000 EQ. 200.0000 Costo unitario directo por : m2 78.31

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.0800	21.60	1.73
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0800	17.09	1.37
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0800	15.44	1.24
4.34						
Materiales						
0228030003	COBERTURA DE POLICARBONATO 1 MM TRASLUCIDO	m2		1.1300	63.56	71.82
0271050147	PERNO BROCA EXAGONAL DE 5/16" X1.5"	und		2.7500	0.27	0.74
72.56						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	4.34	0.13
03013400010002	ANDAMIO METALICO (1.50 m - 2.00 m)	hm	20.0000	0.8000	1.60	1.28
1.41						

Partida 01.08.01 PINTURA LATEX EN PEDESTALES

Rendimiento m2/DIA MO. 30.0000 EQ. 30.0000 Costo unitario directo por : m2 11.07

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	21.60	5.76
5.76						
Materiales						
0238010004	LIJA PARA PARED	plg		0.1000	1.90	0.19
0240010001	PINTURA LATEX	gal		0.0460	46.70	2.15
0240020019	PINTURA IMPRIMANTE PARA MUROS	gal		0.1300	21.50	2.80
5.14						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	5.76	0.17
0.17						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0203014 COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE COBERTURA METÁLICA CON ESTRUCTURA PARABÓLICA Y CON TRIDILOSAS PARA CUBRIR GRANDES LUCES EN EL ESTADIO MUNICIPAL, CHOTA, 2022

Subpresupuesto 001 COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DEL SISTEMA DE COBERTURA METÁLICA CON TRIDILOSAS

Fecha presupuesto 01/04/2024

Partida							
01.09.01	CANALETA DE ALUZINC 15 CM X 20 CM						
Rendimiento	m/DIA	MO. 60.0000	EQ. 60.0000	Costo unitario directo por : m			33.79
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.1333	21.60	2.88
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.1333	17.09	2.28
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.1333	15.44	2.06
							7.22
Materiales							
0234080003	CANALETA DE ALUZINC SIERRA DES - 600 MM		m		1.0500	18.50	19.43
0246160002	GANCHO DE PLATINA DE 1" X 3/16"		und		0.7500	7.00	5.25
0271050147	PERNO BROCA EXAGONAL DE 5/16" X1.5"		und		3.0500	0.27	0.82
							25.50
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	7.22	0.22
03013400010002	ANDAMIO METALICO (1.50 m - 2.00 m)		hm	4.0000	0.5333	1.60	0.85
							1.07
01.09.02	TUBERIA DE PVC SAP 4"						
Rendimiento	m/DIA	MO. 40.0000	EQ. 40.0000	Costo unitario directo por : m			43.77
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.2000	21.60	4.32
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.4000	15.44	6.18
							10.50
Materiales							
0204240033	ABRAZADERA DE ALUMINIO INC. PERNOS		und		0.4200	27.00	11.34
02050700020033	TUBERIA PVC SAP 4" C10		m		1.0500	20.34	21.36
02150900010004	PEGAMENTO CPVC		gal		0.0030	82.20	0.25
							32.95
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	10.50	0.32
							0.32
01.09.03	CODO DE PVC SAP DE 4" X 90°						
Rendimiento	und/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : und			28.13
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.4000	21.60	8.64
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.4000	15.44	6.18
							14.82
Materiales							
0205090005	CODO PVC SAL 4" X 90°		pza		1.0000	12.00	12.00
02150900010004	PEGAMENTO CPVC		gal		0.0106	82.20	0.87
							12.87
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	14.82	0.44
							0.44

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0203014 COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE COBERTURA METÁLICA CON ESTRUCTURA PARABÓLICA Y CON TRIDILOSAS PARA CUBRIR GRANDES LUCES EN EL ESTADIO MUNICIPAL, CHOTA, 2022

Subpresupuesto 001 COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DEL SISTEMA DE COBERTURA METÁLICA CON TRIDILOSAS Fecha presupuesto 01/04/2024

Partida 01.10.01 SALIDA DE TECHO							
Rendimiento	Pto/DIA	MO. 8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : Pto			38.60
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	21.60	21.60	
0101010005	PEON	hh	0.7500	0.7500	15.44	11.58	
							33.18
Materiales							
02051600010002	CURVA PVC-SAP DE 3/4" X 90°	und		2.0000	1.10	2.20	
0241020001	CINTA AISLANTE	rl		0.1000	2.20	0.22	
02680100010006	CAJA OCTOGONAL DE PVC DE 3 1/2" X 3 1/2" X 1 1/2"	und		1.0000	2.00	2.00	
							4.42
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	33.18	1.00	
							1.00
Partida 01.10.02 TUBERIAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS SAP 20 MM (3/4")							
Rendimiento	m/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m			11.48
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	21.60	5.76	
0101010005	PEON	hh	0.7500	0.2000	15.44	3.09	
							8.85
Materiales							
02050700020025	TUBERIA PVC SAP PARA INSTALACIONES ELECTRICAS DE 3/4" m	m		1.0500	1.98	2.08	
02051600010002	CURVA PVC-SAP DE 3/4" X 90°	und		0.1000	1.10	0.11	
							2.19
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	8.85	0.44	
							0.44
Partida 01.10.03 CABLE ELECTRICO NH-80 - 2.5 MM2							
Rendimiento	m/DIA	MO. 180.0000	EQ. 180.0000	Costo unitario directo por : m			4.26
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0444	21.60	0.96	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0444	17.09	0.76	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0444	15.44	0.69	
							2.41
Materiales							
0271010079	CABLE NH - 80 - 2.5 MM2	m		1.0500	1.65	1.73	
							1.73
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	2.41	0.12	
							0.12
Partida 01.10.04 ALIMENTADOR GENERAL - CABLE N2XH - 4 MM2							
Rendimiento	glb/DIA	MO. 180.0000	EQ. 180.0000	Costo unitario directo por : glb			580.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Materiales							
02902400010031	ALIMENTADOR GENERAL INC ACCESORIOS E INTALACION	glb		1.0000	580.00	580.00	
							580.00

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0203014 COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE COBERTURA METÁLICA CON ESTRUCTURA PARABÓLICA Y CON TRIDILOSAS PARA CUBRIR GRANDES LUCES EN EL ESTADIO MUNICIPAL, CHOTA, 2022

Subpresupuesto 001 COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DEL SISTEMA DE COBERTURA METÁLICA CON TRIDILOSAS

Fecha presupuesto 01/04/2024

Partida 01.10.05 TABLEROS DE DISTRIBUCION DE PVC CON 8 POLOS

Rendimiento und/DIA MO. 4.0000 EQ. 4.0000 Costo unitario directo por : und 214.12

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	2.0000	21.60	43.20
0101010005	PEON	hh	0.5000	1.0000	15.44	15.44
58.64						
Materiales						
0290250009	TABLERO ELECTRICO DE PVC 8 POLOS	und		1.0000	152.55	152.55
152.55						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	58.64	2.93
2.93						

Partida 01.10.06 INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 2 X 15 A

Rendimiento und/DIA MO. 12.0000 EQ. 12.0000 Costo unitario directo por : und 48.53

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	21.60	14.40
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.3333	15.44	5.15
19.55						
Materiales						
0262050008	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 2 X 15A X 240V	und		1.0000	28.00	28.00
28.00						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	19.55	0.98
0.98						

Partida 01.10.07 CAJA DE PASE DE 10X10X5 CM

Rendimiento und/DIA MO. 12.0000 EQ. 12.0000 Costo unitario directo por : und 30.53

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	21.60	14.40
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.3333	15.44	5.15
19.55						
Materiales						
02681000010031	CAJA CUADRADA DE FIERRO GALVANIZADO 300X300X150 mm	und		1.0000	10.00	10.00
10.00						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	19.55	0.98
0.98						

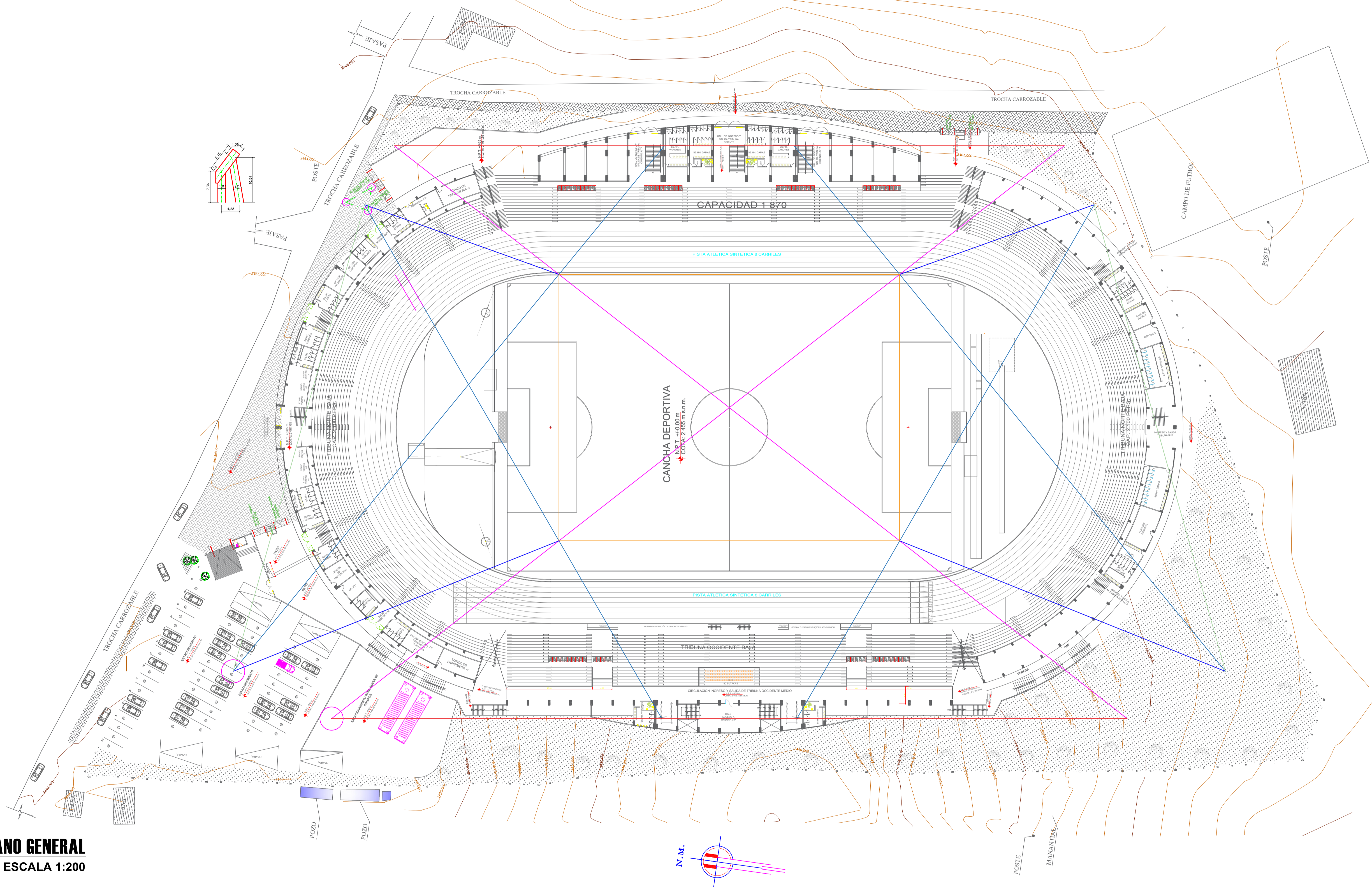
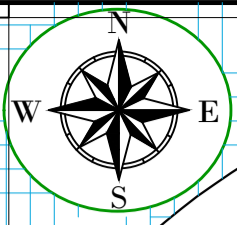
Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0203014 COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE COBERTURA METÁLICA CON ESTRUCTURA PARABÓLICA Y CON TRIDILOSAS PARA CUBRIR GRANDES LUCES EN EL ESTADIO MUNICIPAL, CHOTA, 2022

Subpresupuesto 001 COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DEL SISTEMA DE COBERTURA METÁLICA CON TRIDILOSAS Fecha presupuesto 01/04/2024

Partida 01.11.01 REFLECTORES LED DE 200 W							
Rendimiento	und/DIA	MO. 6.0000	EQ. 6.0000	Costo unitario directo por : und			475.79
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.3333	21.60	28.80	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	1.3333	17.09	22.79	
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.3333	15.44	20.59	
72.18							
Materiales							
0270110204	REFLECTOR DE 250 WATIOS DE VAPOR DE SODIO	und		1.0000	400.00	400.00	
400.00							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	72.18	3.61	
3.61							
Partida 01.12.01 FLETE TERRESTRE							
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			6,383.80
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Equipos							
0301520002	FLETE DE MATERIALES	und		1.0000	6,383.80	6,383.80	
6,383.80							

Anexo J. Planos arquitectónicos y estructurales del estadio municipal de Chota con el sistema de tridilosa



PLANO GENERAL
ESCALA 1:200



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE CHOTA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE COBERTURA METÁLICA PARABÓLICA Y CON TRIDILOSAS PARA CUBRIR GRANDES LUCES EN EL ESTADIO MUNICIPAL, CHOTA, 2022"

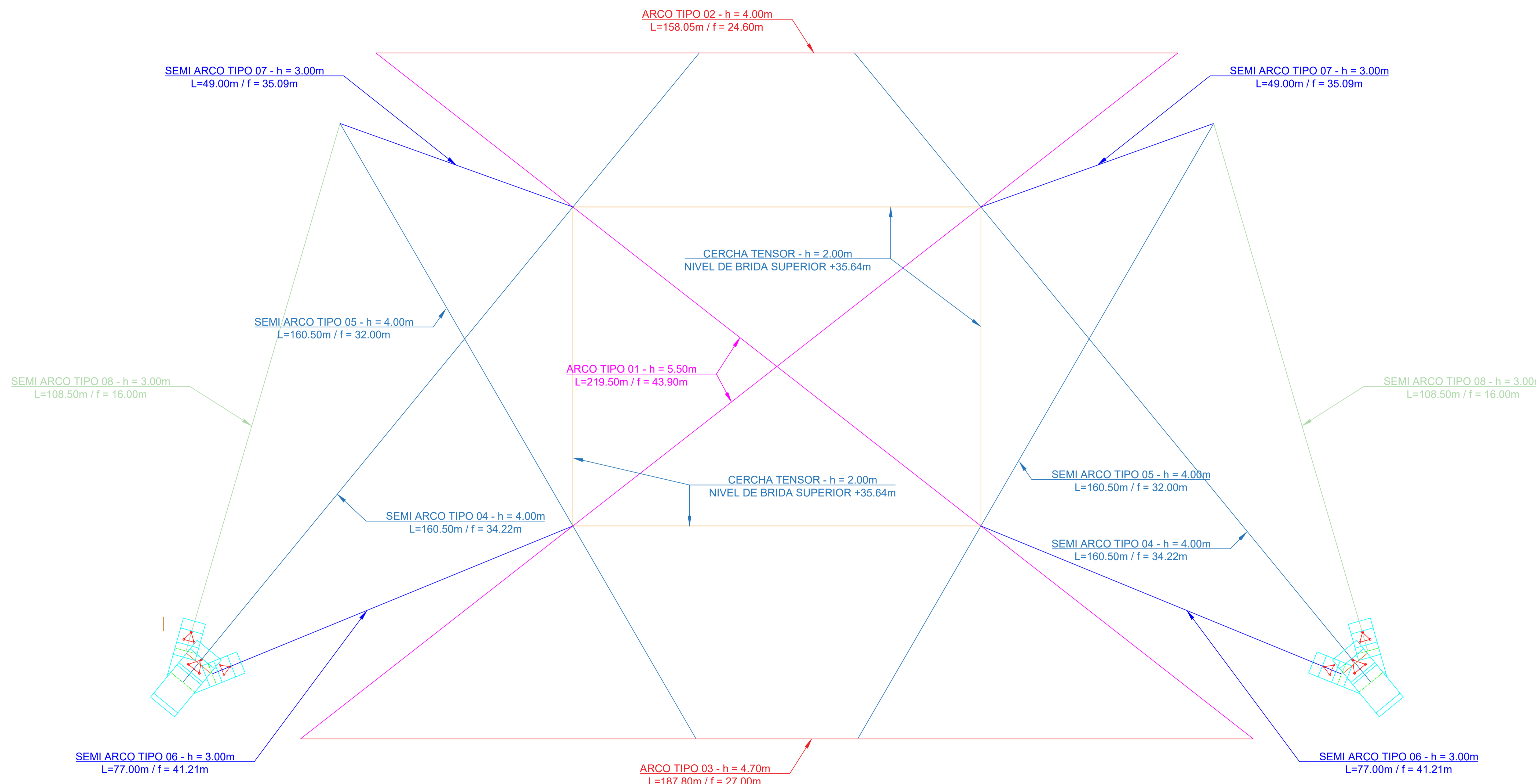
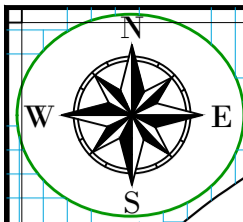
ASESOR:
MG. ING. MIGUEL ÁNGEL SILVA TARRILLO.

DIBUJO Y DISEÑO:
NEISER ANTONI SÁNCHEZ CAYATOPA

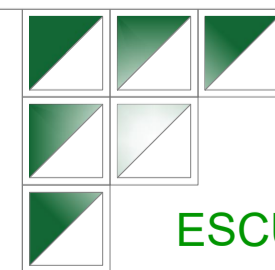
REVISÁ:
APRUEBA:

PLANO:
PLANTA GENERAL
REGION: CAJAMARCA
PROVINCIA: CHOTA
DISTRITO: CHOTA
ESCALA: 1/200
FECHA: CHOTA JULIO DEL 2024

LAMINA:
PG-01



PLANO ESTRUCTURA GENERAL
ESCALA 1:250



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE CHOTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE COBERTURA METÁLICA PARABÓLICA Y CON TRIDILOSAS PARA CUBRIR GRANDES LUCES EN EL ESTADIO MUNICIPAL, CHOTA, 2022"

ASESOR:
MG. ING. MIGUEL ÁNGEL SILVA TARRILLO.

DIBUJO Y DISEÑO:
NEISER ANTONI SÁNCHEZ CAYATOPA

REVISIA:
APRUEBA:

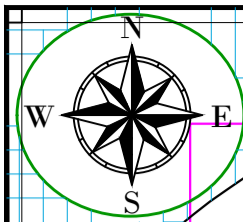
PLANO:

ESTRUCTURA GENERAL

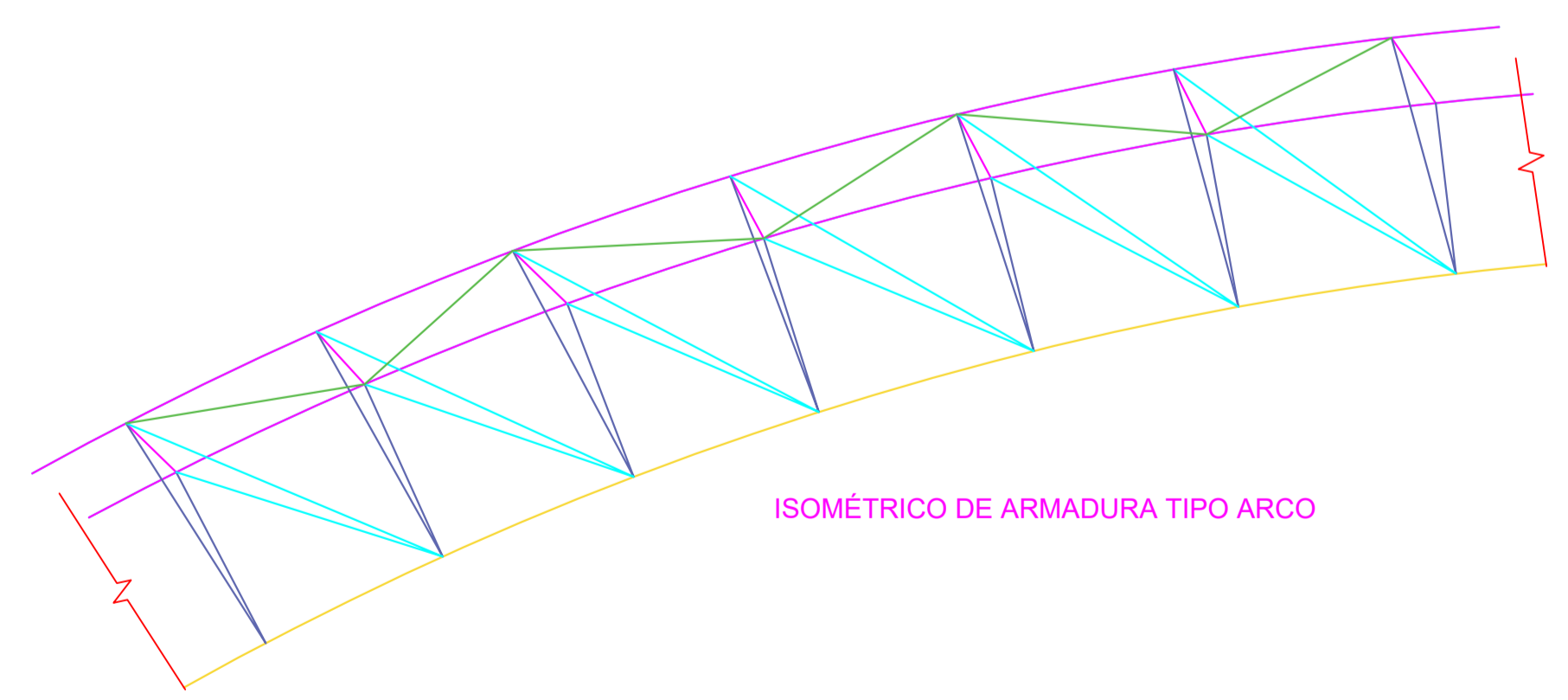
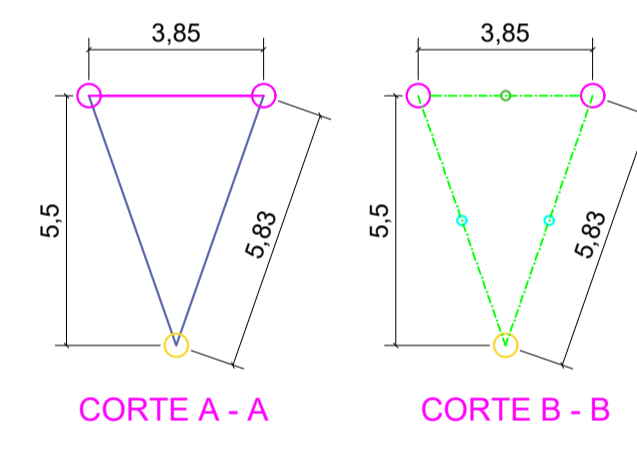
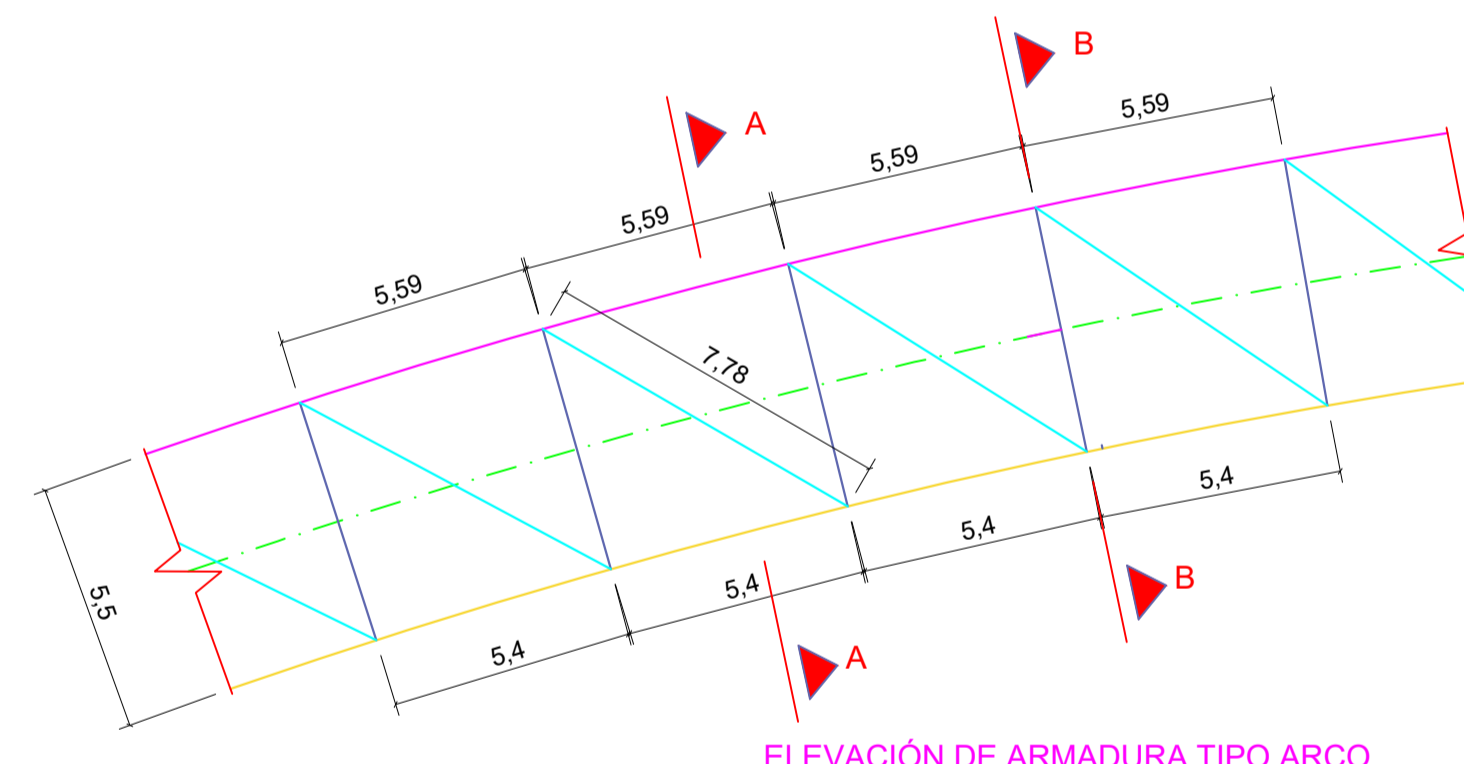
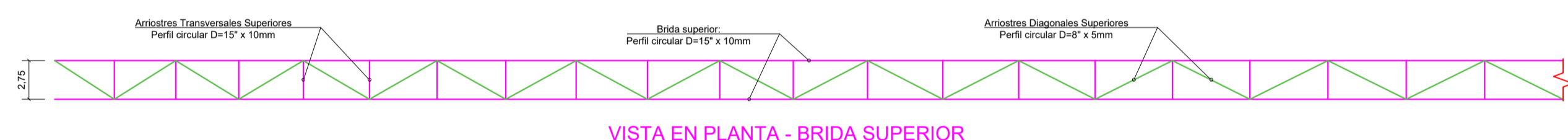
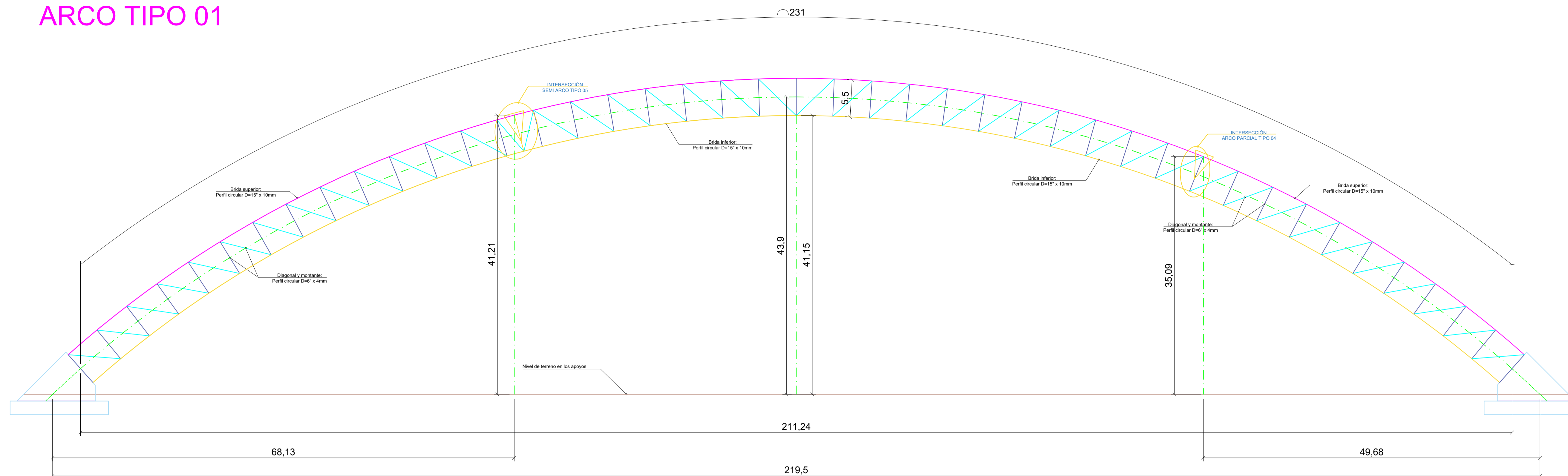
LAMINA:
EG-02

REGION: CAJAMARCA
PROVINCIA: CHOTA
DISTRITO: CHOTA

ESCALA: 1/250
FECHA: CHOTA AGOSTO DEL 2024



ARCO TIPO 01



ARCO TIPO 01
ESCALA 1:300

ARCO TIPO 01



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE CHOTA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE COBERTURA METÁLICA PARABÓLICA Y CON TRIDILOSAS PARA CUBRIR GRANDES LUCES EN EL ESTADIO MUNICIPAL, CHOTA, 2022"

ASESOR: MG. ING. MIGUEL ÁNGEL SILVA TARRILLO.

DIBUJO Y DISEÑO: NEISER ANTONI SÁNCHEZ CAYATOPA

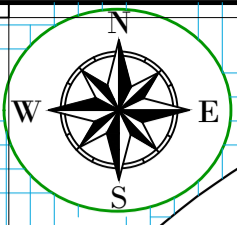
REVISIÓN: APRUEBA:

PLANO: ARCO TIPO 01

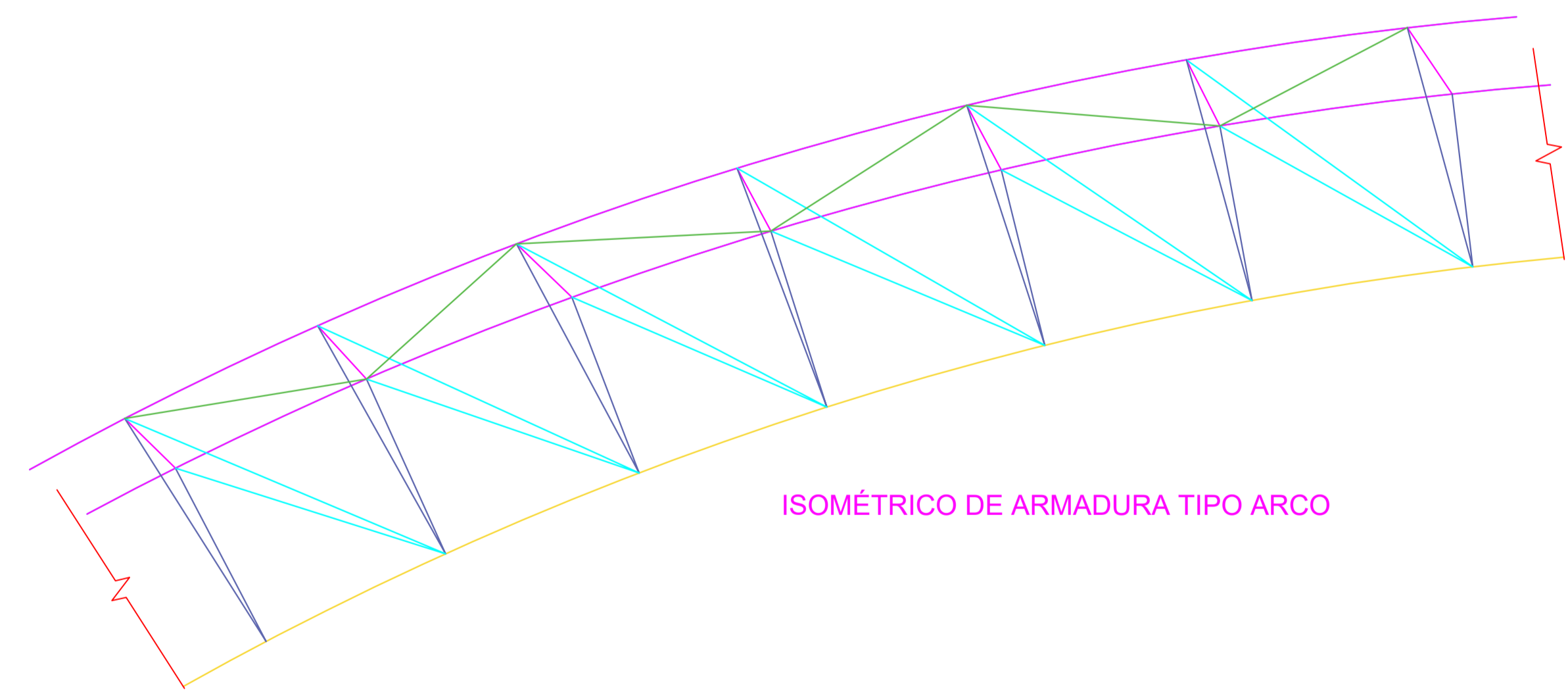
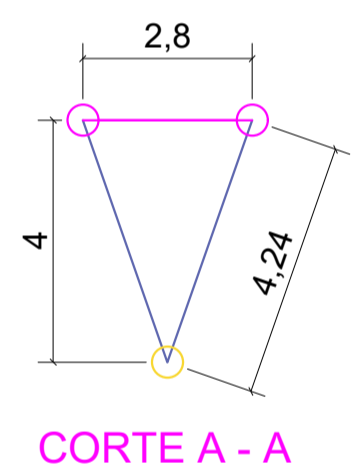
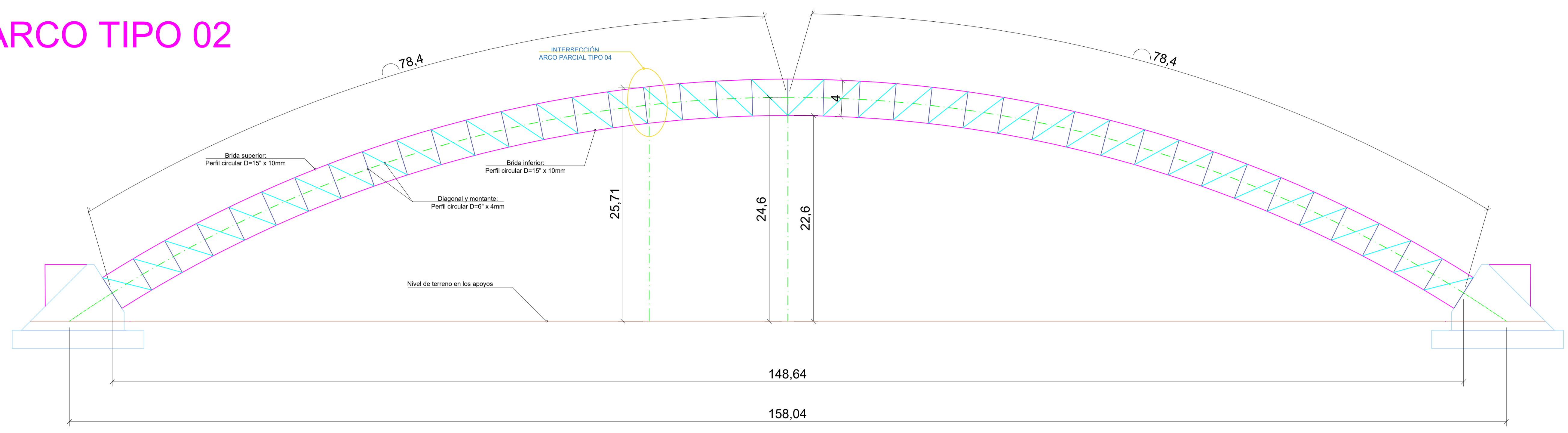
REGION: CAJAMARCA
PROVINCIA: CHOTA
DISTRITO: CHOTA

ESCALA: 1/300
FECHA: CHOTA AGOSTO DEL 2024

LAMINA: PA-01



ARCO TIPO 02



ARCO TIPO 02

ARCO TIPO 02
ESCALA 1:400



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE CHOTA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE COBERTURA METÁLICA PARABÓLICA Y CON TRIDILOSAS PARA CUBRIR GRANDES LUCES EN EL ESTADIO MUNICIPAL, CHOTA, 2022"

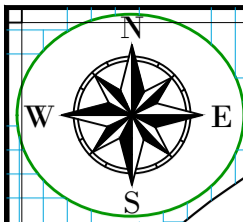
ASESOR:
MG. ING. MIGUEL ÁNGEL SILVA TARRILLO.

DIBUJO Y DISEÑO:
NEISER ANTONI SÁNCHEZ CAYATOPA

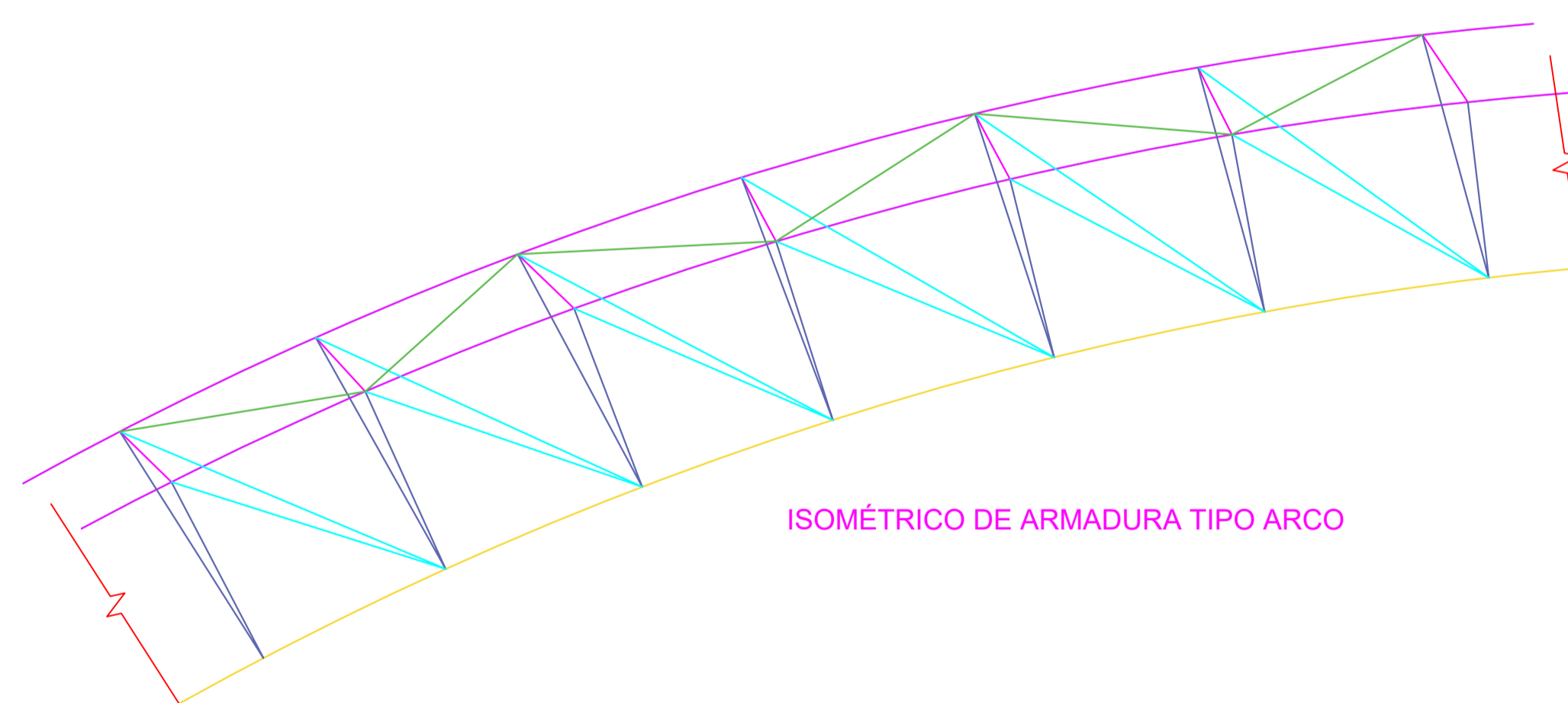
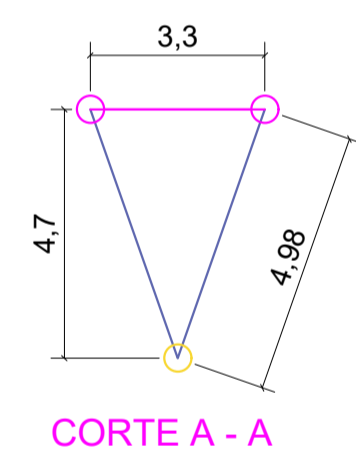
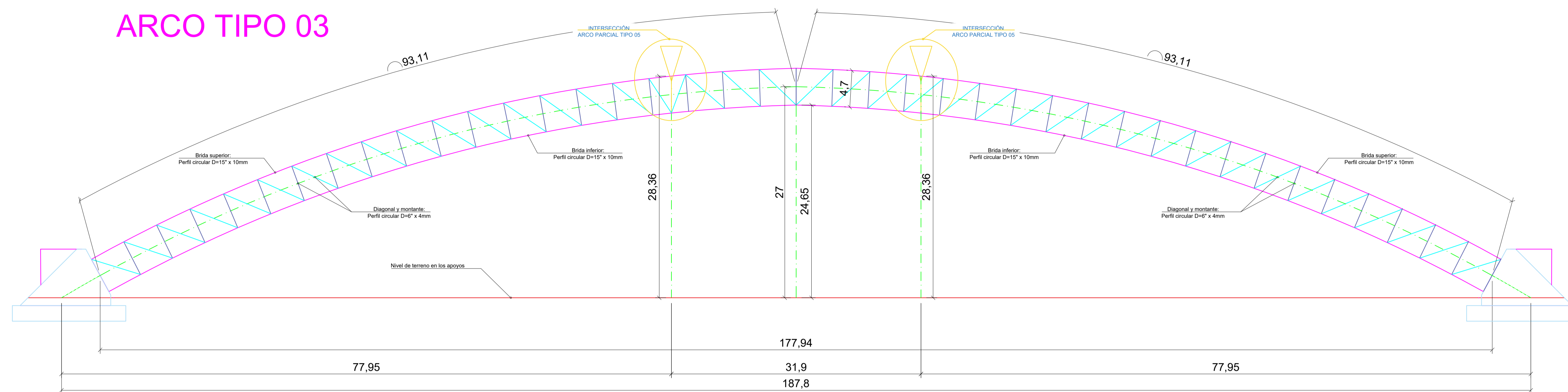
REVISÁ:
APRUEBA:

PLANO: ARCO TIPO 02	
REGION: CAJAMARCA	ESCALA: 1/400
PROVINCIA: CHOTA	FECHA: CHOTA JULIO DEL 2024
DISTRITO: CHOTA	

LAMINA:
PA-02



ARCO TIPO 03



ARCO TIPO 03

PLANO ARCO TIPO 03
ESCALA 1:350



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE CHOTA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE COBERTURA METÁLICA PARABÓLICA Y CON TRIDILOSAS PARA CUBRIR GRANDES LUCES EN EL ESTADIO MUNICIPAL, CHOTA, 2022"

ASESOR:
MG. ING. MIGUEL ÁNGEL SILVA TARRILLO.

DIBUJO Y DISEÑO:
NEISER ANTONI SÁNCHEZ CAYATOPA

REVISÁ:
APRUEBA:

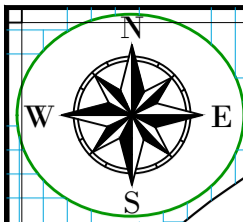
PLANO:

ARCO TIPO 03

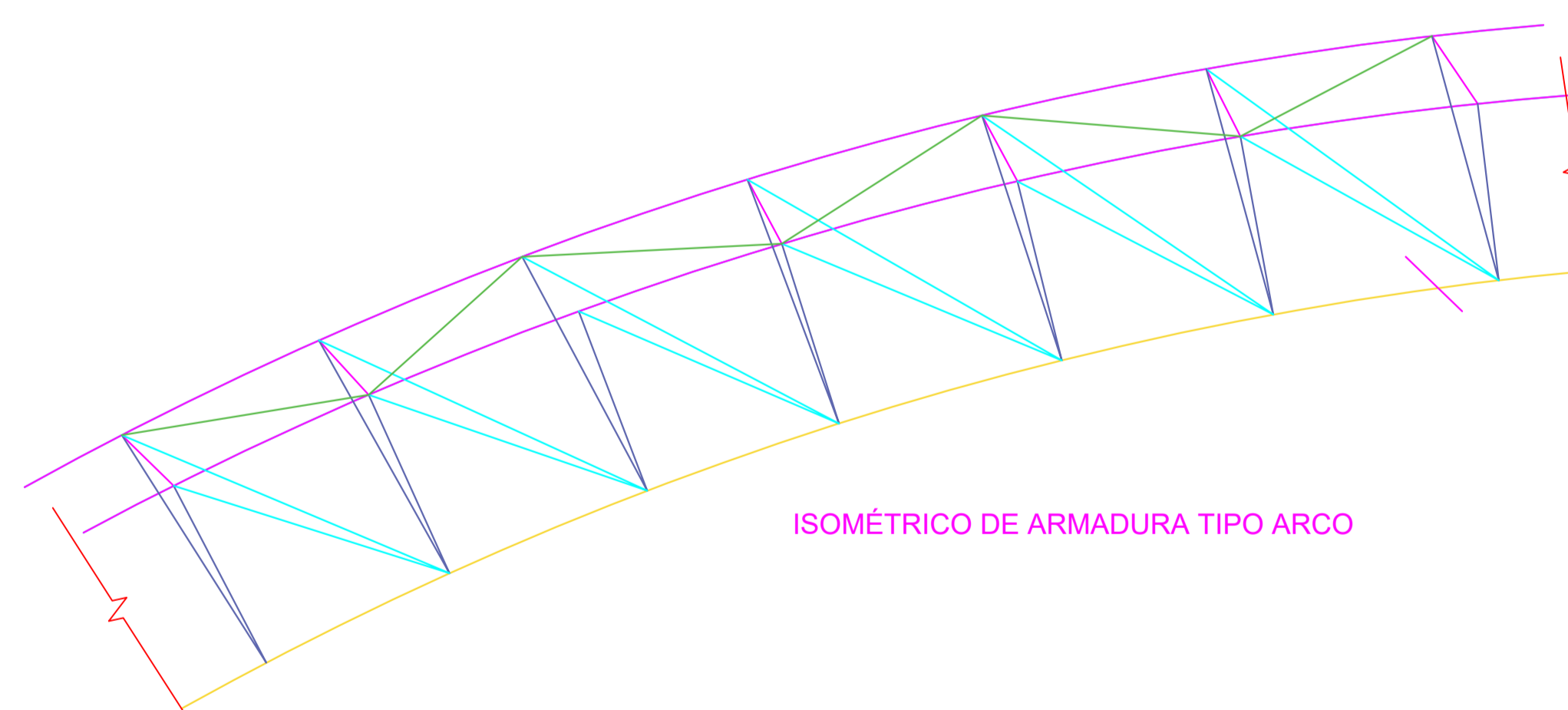
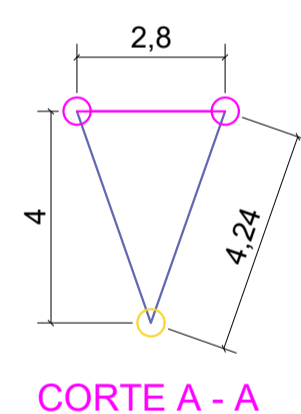
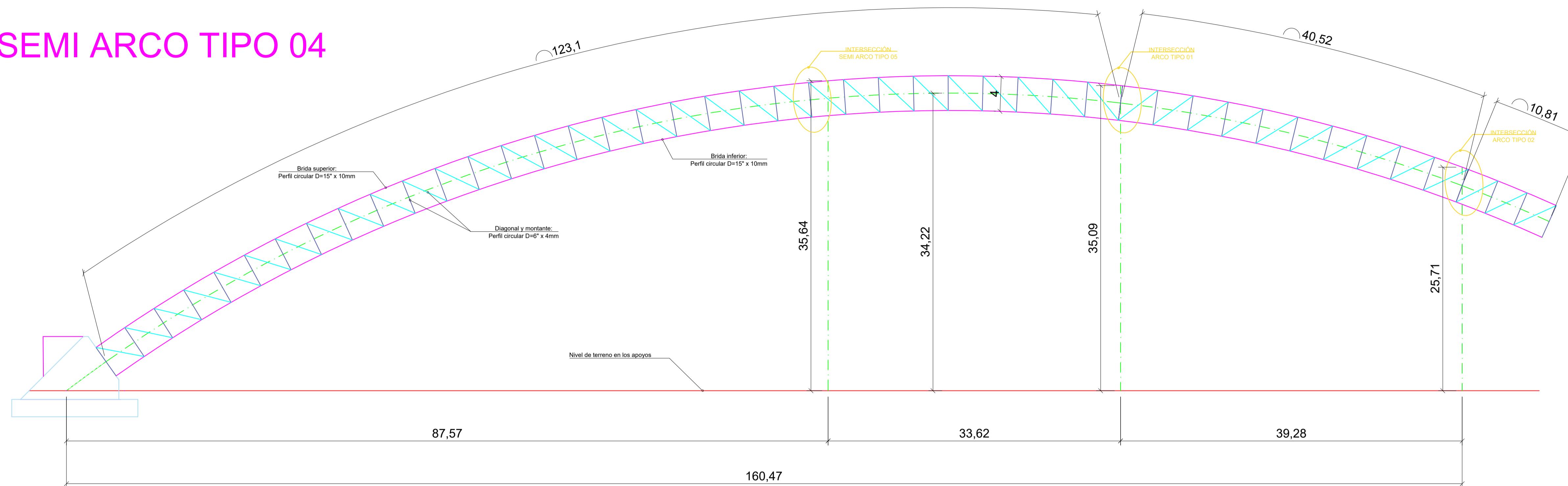
REGIÓN: CAJAMARCA
PROVINCIA: CHOTA
DISTRITO: CHOTA

ESCALA: 1/350
FECHA: CHOTA AGOSTO DEL 2024

LAMINA:
PA-03



SEMI ARCO TIPO 04



SEMI ARCO TIPO 04

SEMI ARCO TIPO 04
ESCALA 1:350



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE CHOTA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE COBERTURA METÁLICA PARABÓLICA Y CON TRIDILOSAS PARA CUBRIR GRANDES LUCES EN EL ESTADIO MUNICIPAL, CHOTA, 2022"

ASESOR:
MG. ING. MIGUEL ÁNGEL SILVA TARRILLO.

DIBUJO Y DISEÑO:
NEISER ANTONI SÁNCHEZ CAYATOPA

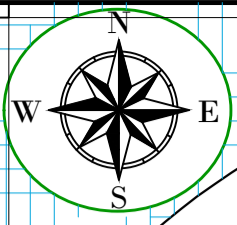
REVISÁ:
APRUEBA:

PLANO:

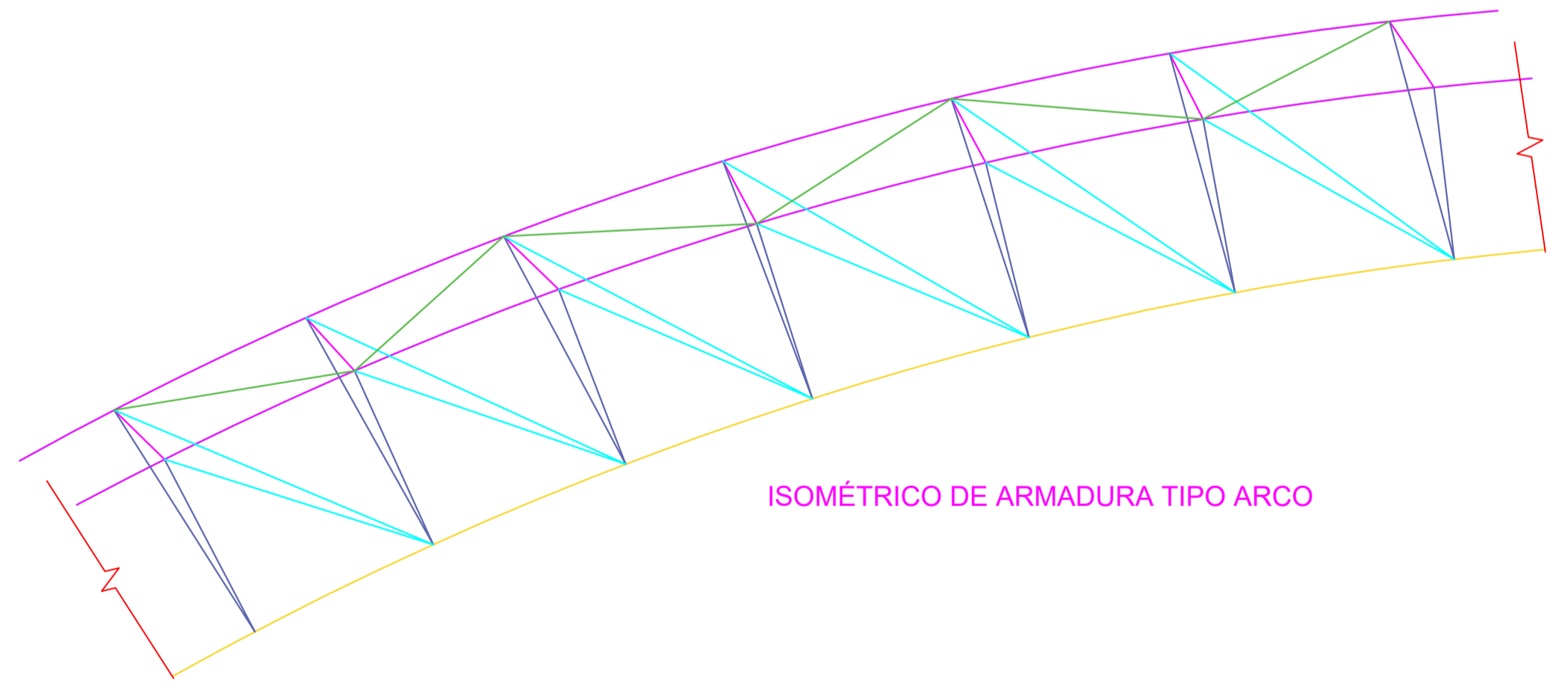
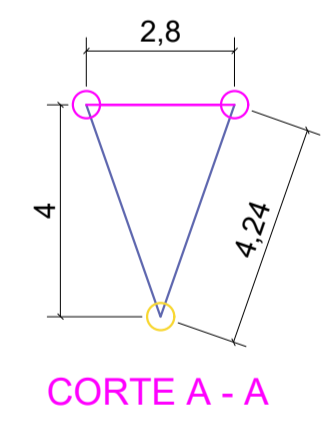
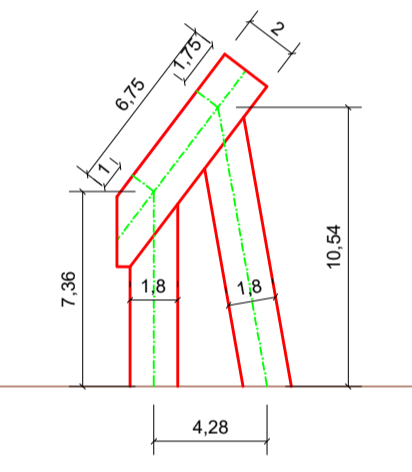
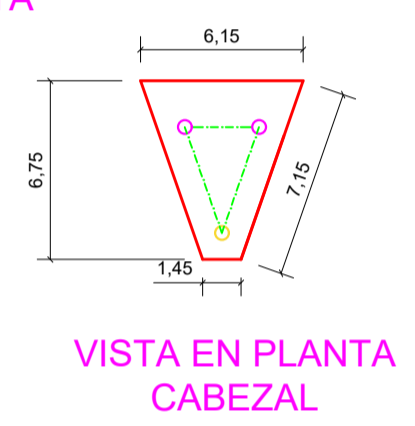
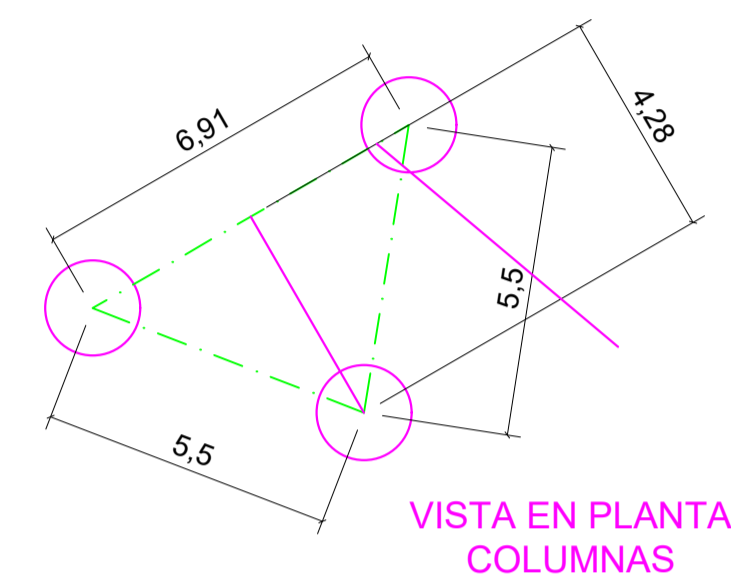
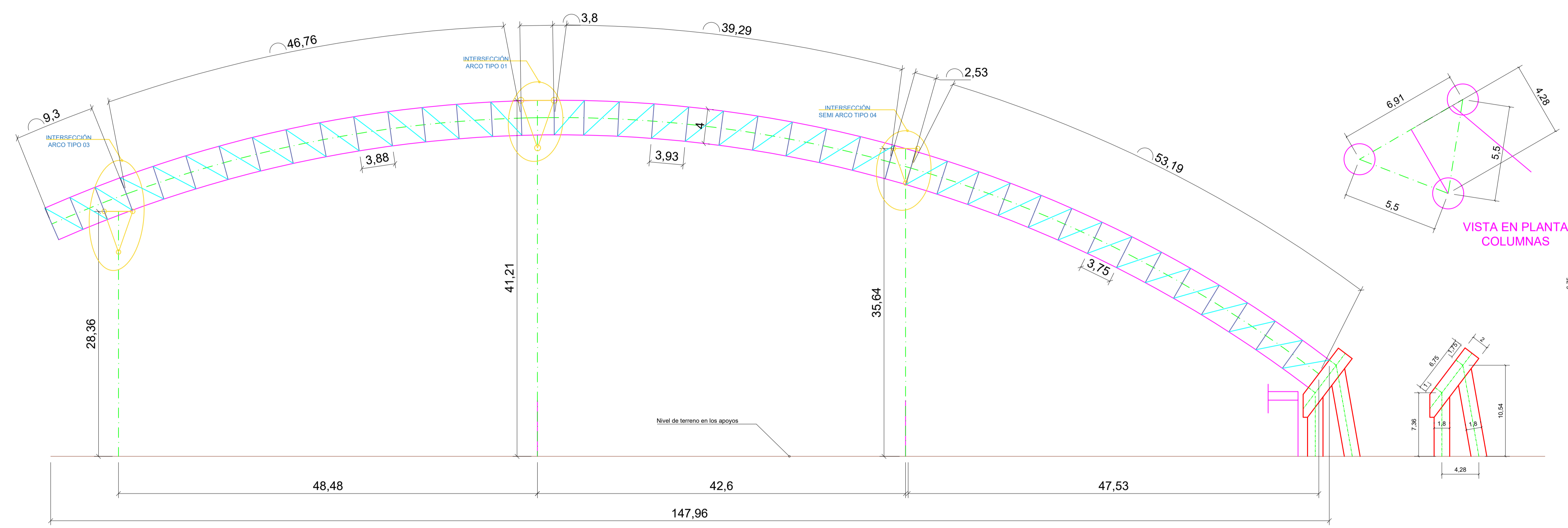
SEMI ARCO TIPO 04

REGION: CAJAMARCA
PROVINCIA: CHOTA
DISTRITO: CHOTA
ESCALA: 1/350
FECHA: CHOTA AGOSTO DEL 2024

LAMINA:
PA-04



SEMI ARCO TIPO 05



SEMI ARCO TIPO 05
ESCALA 1:350

SEMI ARCO TIPO 05



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE CHOTA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE COBERTURA METÁLICA PARABÓLICA Y CON TRIDILOSAS PARA CUBRIR GRANDES LUCES EN EL ESTADIO MUNICIPAL, CHOTA, 2022"

ASESOR:
MG. ING. MIGUEL ÁNGEL SILVA TARRILLO.

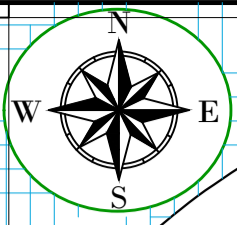
DIBUJO Y DISEÑO:
NEISER ANTONI SÁNCHEZ CAYATOPA

REVISÁ:
APRUEBA:

PLANO:
SEMI ARCO TIPO 05

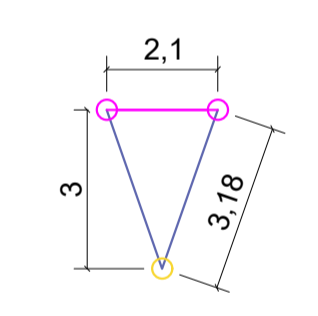
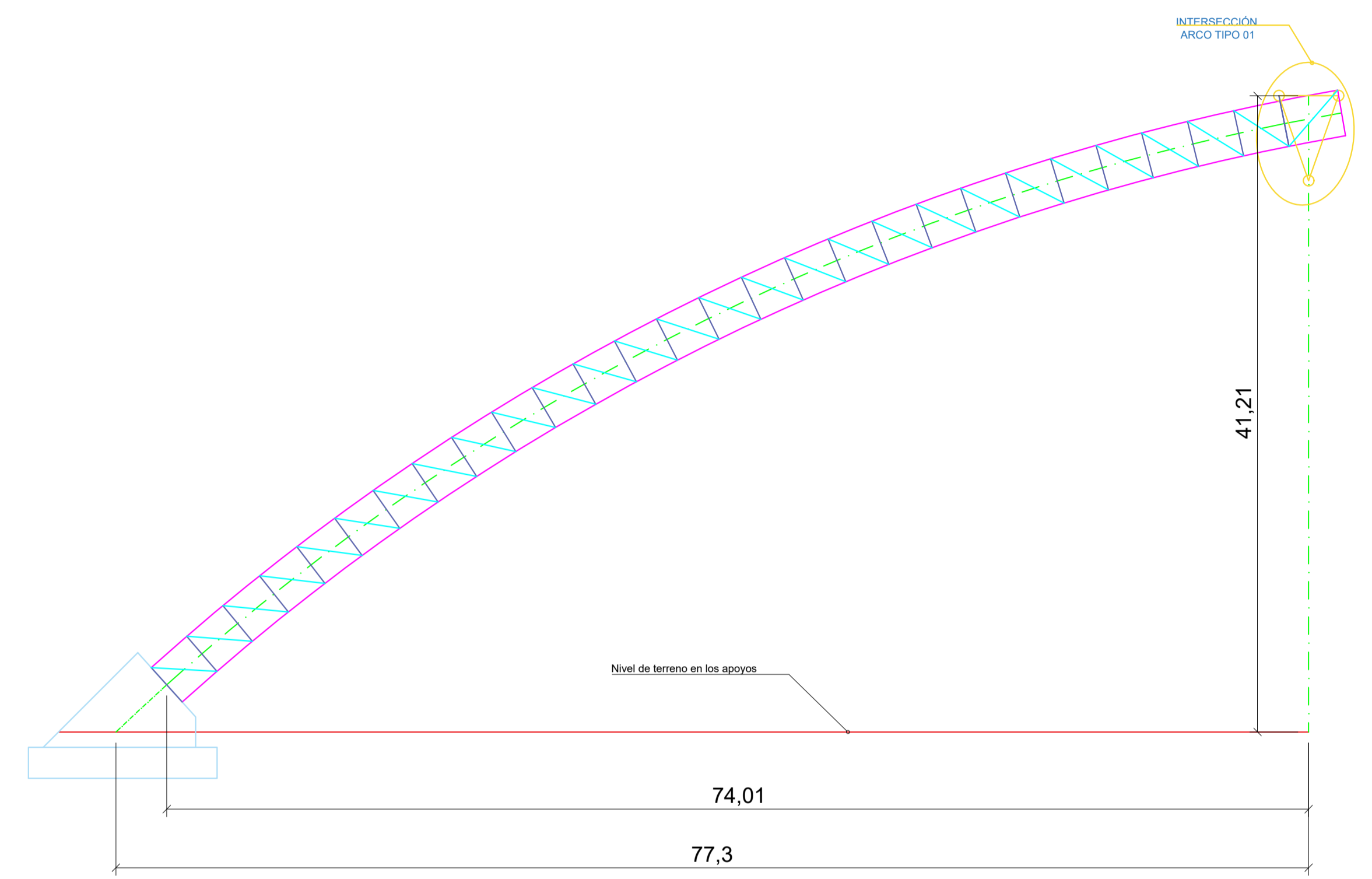
REGION:	CAJAMARCA	ESCALA:	1/350
PROVINCIA:	CHOTA	FECHA:	CHOTA AGOSTO DEL 2024
DISTRITO:	CHOTA		

LAMINA:
PA-05

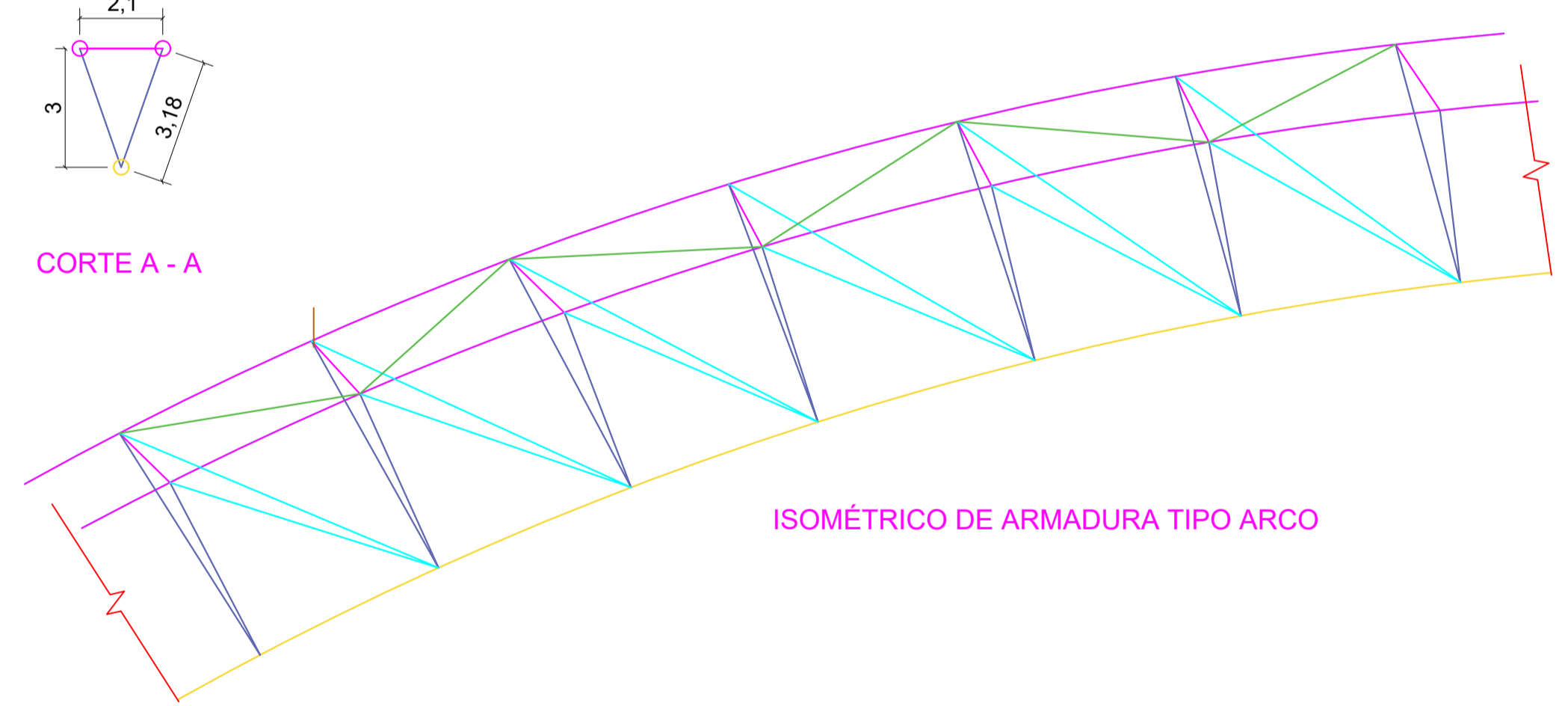


SEMI ARCO TIPO 06 ESC. 1/350

SEMI ARCO TIPO 06



CORTE A - A



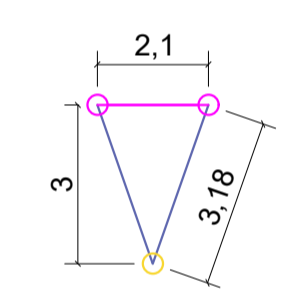
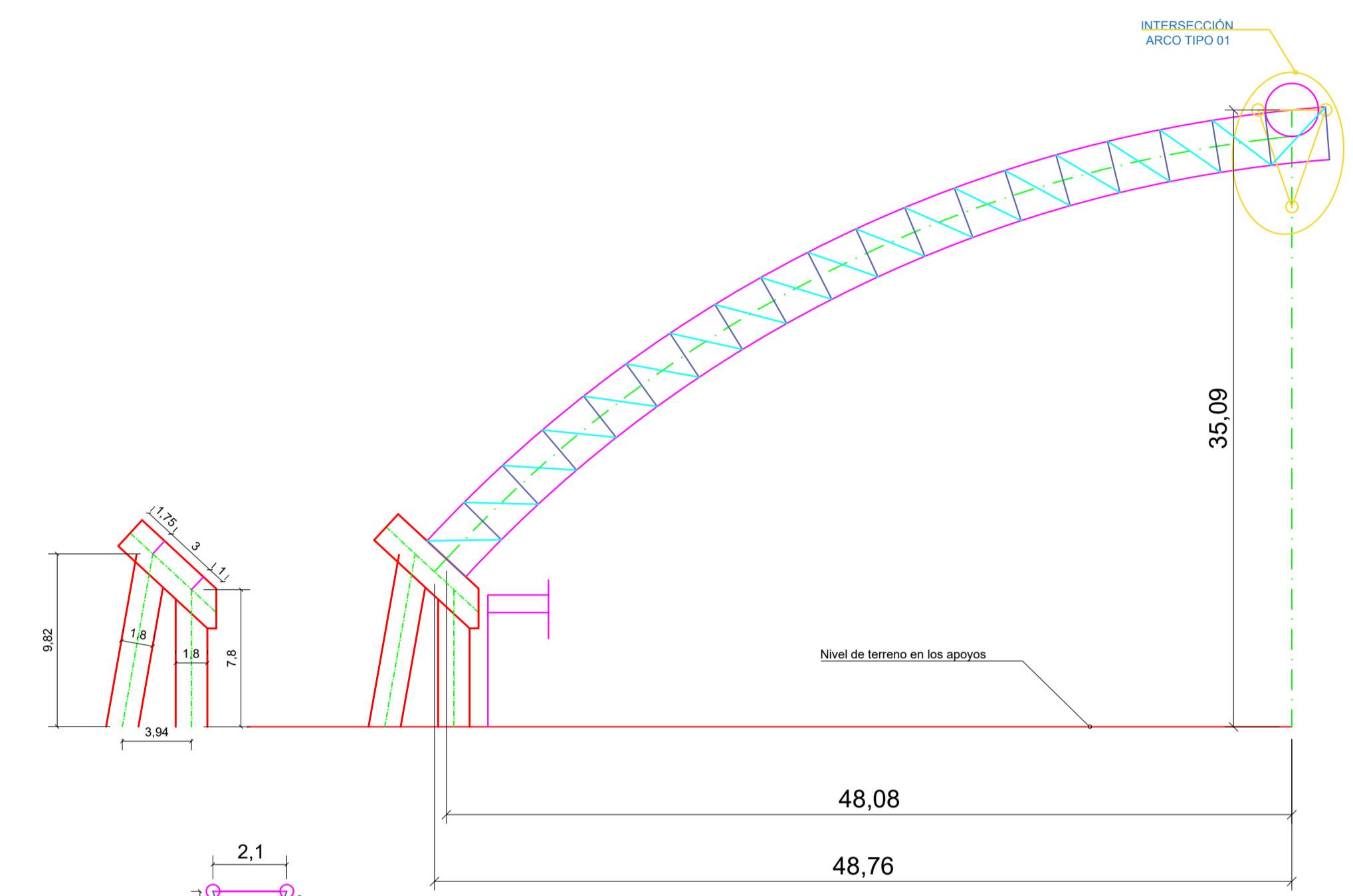
ISOMÉTRICO DE ARMADURA TIPO ARCO

SEMI ARCO TIPO 06

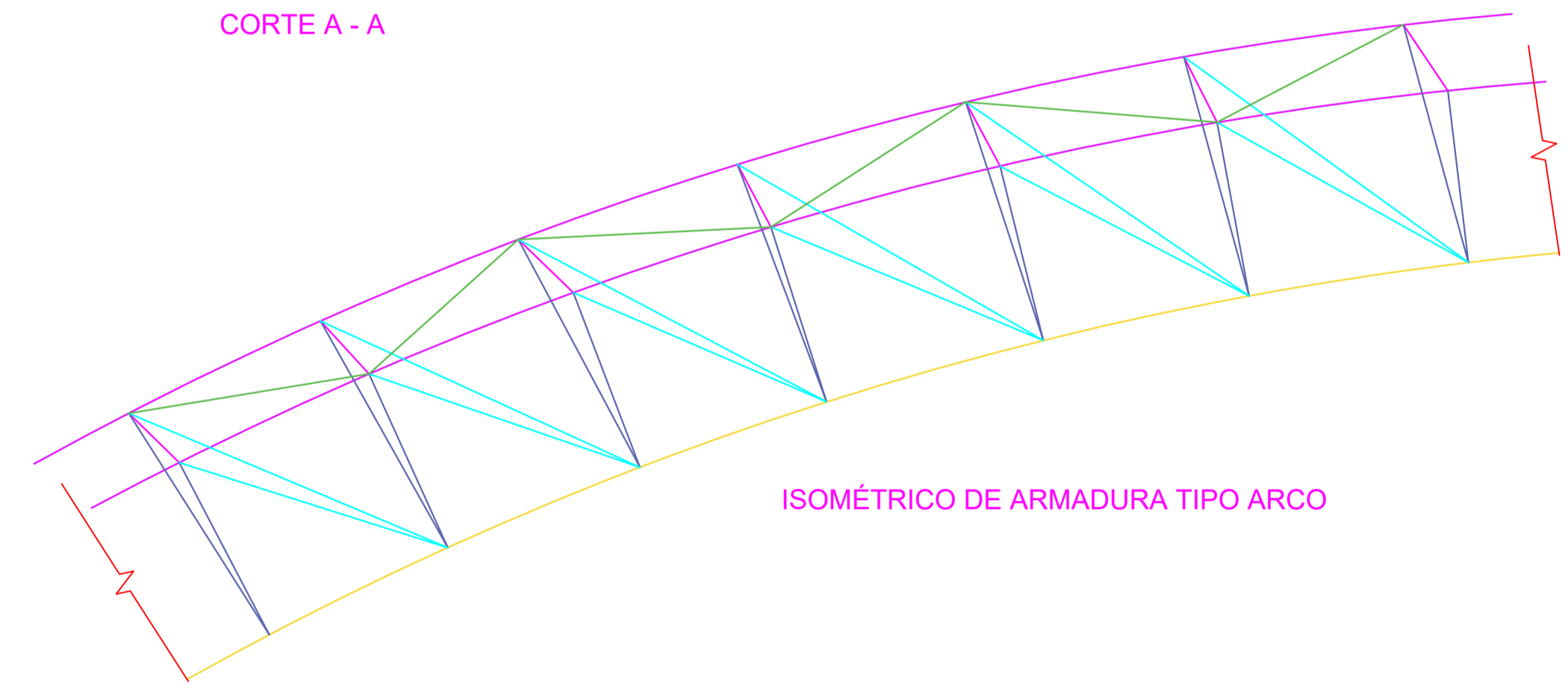
SEMI ARCO TIPO 06
ESCALA 1:350

SEMI ARCO TIPO 07 ESC. 1/350

SEMI ARCO TIPO 07



CORTE A - A



ISOMÉTRICO DE ARMADURA TIPO ARCO

SEMI ARCO TIPO 07

SEMI ARCO TIPO 07
ESCALA 1:350



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE CHOTA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE COBERTURA METÁLICA PARABÓLICA Y CON TRIDILOSAS PARA CUBRIR GRANDES LUCES EN EL ESTADIO MUNICIPAL, CHOTA, 2022"

ASESOR:
MG. ING. MIGUEL ÁNGEL SILVA TARRILLO.

DIBUJO Y DISEÑO:
NEISER ANTONI SÁNCHEZ CAYATOPA

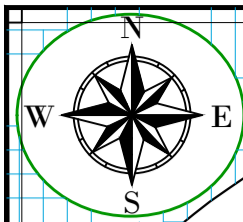
REVISÁ:
APRUEBA:

PLANO:
SEMI ARCO TIPO 6 y 7

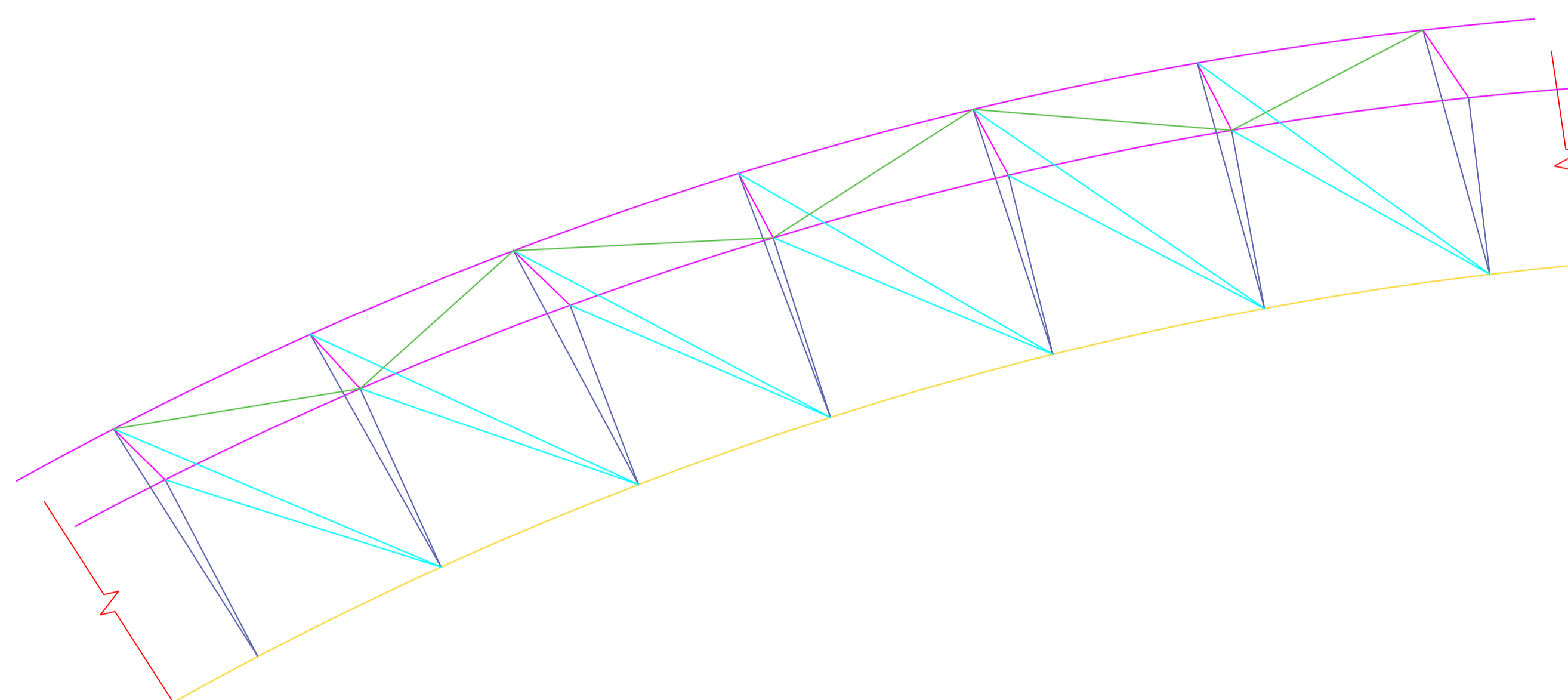
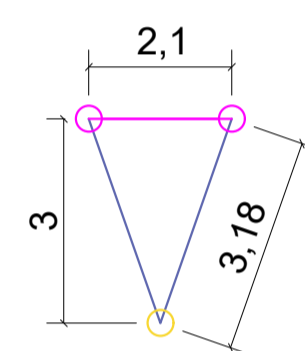
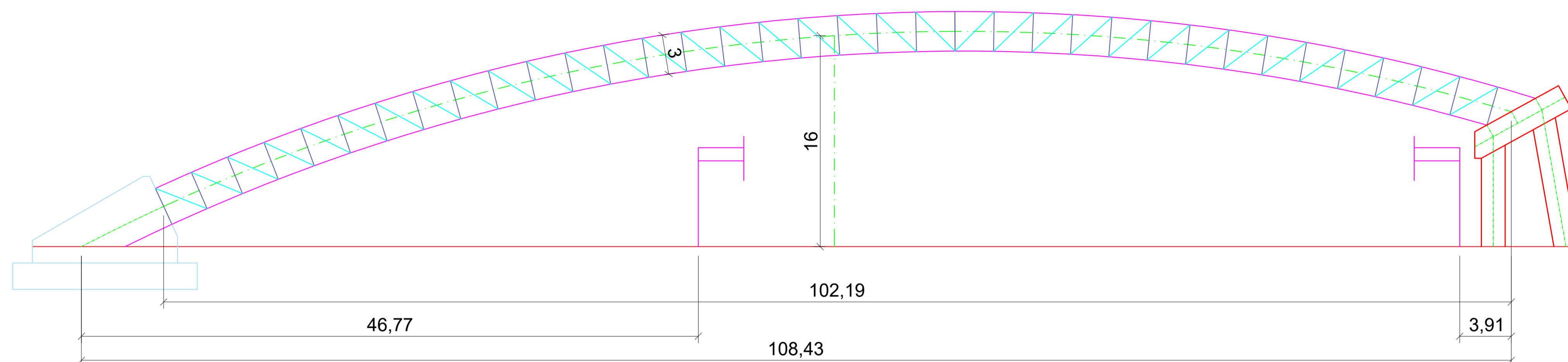
REGIÓN: CAJAMARCA
PROVINCIA: CHOTA
DISTRITO: CHOTA

ESCALA: 1/350
FECHA: CHOTA AGOSTO DEL 2024

LAMINA:
PA-06

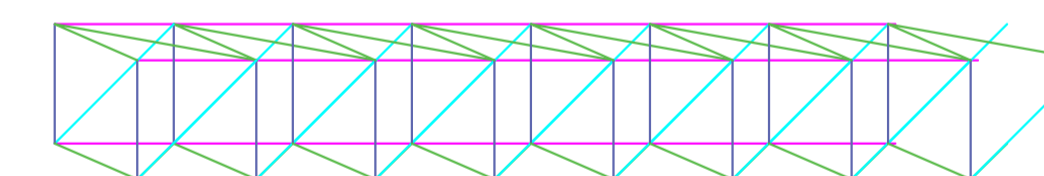


SEMI ARCO TIPO 08

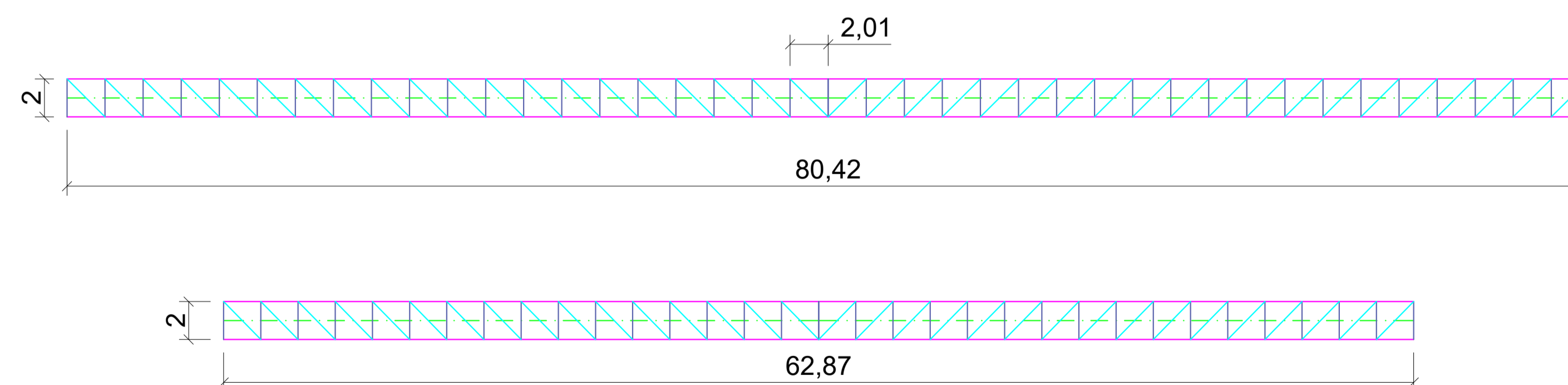


ISOMÉTRICO DE ARMADURA TIPO ARCO

ISOMÉTRICO DE CERCHA TENSOR



CERCHA TENSOR



SEMI ARCO TIPO 08
ESCALA 1:450



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE CHOTA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "COMPORTAMIENTO SISMORRESISTENTE DE COBERTURA METÁLICA PARABÓLICA Y CON TRIDILOSAS PARA CUBRIR GRANDES LUCES EN EL ESTADIO MUNICIPAL, CHOTA, 2022"

ASESOR:
MG. ING. MIGUEL ÁNGEL SILVA TARRILLO.

DIBUJO Y DISEÑO:
NEISER ANTONI SÁNCHEZ CAYATOPA

REVISÁ:
APRUEBA:

PLANO:
**SEMI ARCO TIPO 08
SERCHA TENSOR**

REGION: CAJAMARCA
PROVINCIA: CHOTA
DISTRITO: CHOTA
ESCALA: 1/450
FECHA: CHOTA AGOSTO DEL 2024

LAMINA:
PA-07