

UAP

**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“ANÁLISIS y DISEÑO ESTRUCTURAL DEL TECHO METÁLICO EN LA
LOSA DEPORTIVA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 16042 DEL
SECTOR LINDEROS, JAÉN – CAJAMARCA, 2023”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR
POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

PRESENTADO POR

Bach. PERALTA GARCIA EUNER
<código ORCID 0009-0003-1097-3869>

ASESOR

MG. ZAPATA CHIROQUE JULIO EDGAR
<código ORCID 0000-0001-5701-708X>

**JAÉN - PERÚ
2023**



PERALTA GARCIA EUNER

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	4%
2	Submitted to Universidad Alas Peruanas Trabajo del estudiante	3%
3	kupdf.net Fuente de Internet	2%
4	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unamba.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	es.scribd.com Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Natonal Institute of Technology Calicut Trabajo del estudiante	<1%
8	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	

<1 %

10

vsip.info

Fuente de Internet

<1 %

11

www.buenastareas.com

Fuente de Internet

<1 %

12

Submitted to Universidad San Francisco de Quito

Trabajo del estudiante

<1 %

Excluir citas

Activo

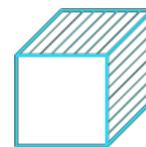
Excluir coincidencias < 20 words

Excluir bibliografía

Apagado

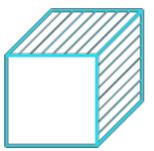


EN LA UAP
TÚ ERES PARTE
DEL CAMBIO



PÁGINA DE JURADO



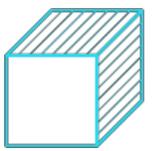


DEDICATORIA

Va dedicado este proyecto de investigación con mucho Cariño y agradecimiento a mis padres que son para mí ejemplos de sencillez, perseverancia y por siempre apoyarme moralmente y económicamente. A mis hermanos por el apoyo mutuo que nos brindamos.

Euner Peralta.



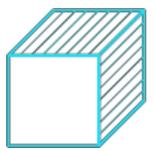


AGRADECIMIENTO

El más sincero agradecimiento a la Universidad Alas Peruanas y a los docentes de la escuela profesional de Ingeniería Civil quienes con sus enseñanzas compartidas nos brindado una valiosa aportación a nuestro desarrollo profesional, tanto en conocimientos y ético.

el autor.



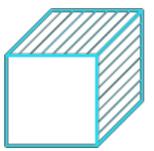


RESUMEN

La investigación buscó *Realizar el análisis y diseño estructural para el techo metálico en la losa deportiva de la institución educativa N° 16042 del sector Linderos, Jaén – Cajamarca, 2023*. La investigación es de corte cualitativo para lo cual se utilizó un expediente técnico el que se sometió a verificación considerando los resultados del estudio de mecánica de suelos, análisis y modelamiento con el SAP2000 y el diseño estructural. La población estuvo determinada por toda la infraestructura de la I.E “Francisco Bolognesi Cervantes”. La muestra corresponde al bloque xv (losa deportiva) de la infraestructura. Los resultados permiten constatar que el diseño estructural cumple con los criterios técnicos precisados en el R.N.E. En el que se logró llegar a las conclusiones siguientes, el diseño estructural garantiza la eficiencia en rigidez, resistencia, estabilidad, funcionalidad y un buen comportamiento frente a eventos sísmicos y eventos que presenta la naturaleza.

Palabras clave: *diseño estructural; análisis sísmico; sistema estructural, mecánica de suelos.*





ABSTRACT

The investigation sought to carry out the analysis and structural design for the metal roof in the sports slab of the educational institution no. which was submitted to verification considering the studies of soil mechanics, analysis and modeling with SAP2000 and the structural design. The population was determined by the entire infrastructure of the I.E "Francisco Bolognesi Cervantes". The sample corresponds to block xv (sports slab) of the infrastructure. The results allow us to verify that the structural design complies with the technical criteria specified in the R.N.E. In which the following conclusions were reached, the structural design guarantees efficiency in rigidity, strength, stability, functionality and good behavior against seismic events and events presented by nature.

Keywords: structural design; seismic analysis; structural system, soil mechanics.





INTRODUCCIÓN

Este proyecto de investigación titulado “ANÁLISIS y DISEÑO ESTRUCTURAL DEL TECHO METÁLICO EN LA LOSA DEPORTIVA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N.º 16042 DEL SECTOR LINDEROS, JAÉN – CAJAMARCA, 2023” se realiza como respuesta a la situación problemática que se presenta en la realidad peruana, en donde podemos apreciar que la mayoría de coberturas metálicas se construyen sin ningún tipo de estudio, ni diseño. En consecuencia, de esto presentan muchos riesgos para todos los que utilizan dichas infraestructuras exponiéndolos a peligros como el desplome de la estructura debido a los malos cálculos o deficiencia de diseño estructural.

Basándose en lo previamente expuesto, se llevó a cabo la presente investigación la tiene como objetivo realizar el análisis y diseño estructural para el techo metálico en la losa deportiva de la institución educativa N° 16042 del sector Linderos, Jaén – Cajamarca, 2023.

Consta de ocho capítulos los cuales pasaremos a detallar a continuación:

Capítulo I, contiene todo lo referente a las generalidades, Antecedentes, Perfil, Actividades actuales de la entidad.

Capítulo II, Nos muestra la descripción de nuestra Problemática, cuyo contenido es la formulación del Problema y la realización de los objetivos del proyecto.





Capítulo III, Está conformado por la descripción y diseño del Proceso desarrollado, de donde se obtienen las conclusiones y recomendaciones según nuestros resultados finales.

Capítulo IV, Nos da a conocer el método y tipo de investigación que utiliza en este proyecto.

Capítulo V, comprende nuestras fuentes consultadas en el transcurso de la investigación, desarrollado de forma física y electrónica.

Capítulo VI, Contiene el glosario de los términos referenciales, para mayor entendimiento del lector.

Capítulo VII, Comprende el Índice de la Investigación, que está conformado por Figuras, Tablas.

Capítulo VIII, Muestra el costo total de la Investigación y Las diapositivas utilizadas para su presentación.



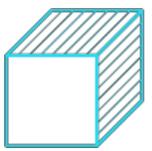
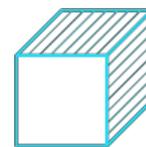


TABLA DE CONTENIDOS

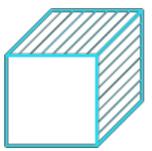
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO	IV
RESUMEN.....	V
ABSTRACT.....	VI
INTRODUCCIÓN.....	VII
TABLA DE CONTENIDOS.....	IX
CAPÍTULO I: GENERALIDADES DE LA ENTIDAD	2
1.1. Antecedentes de la entidad	2
1.2. Perfil de la entidad	3
1.3. Actividades de la entidad.....	3
1.3.1. Misión	3
1.3.2. Visión	4
1.3.3. Objetivo	4
CAPÍTULO II: REALIDAD PROBLEMÁTICA	5
2.1 Descripción de la Realidad Problemática	5
2.2 Formulación del Problema	8
2.2.1 Problema General	8
2.2.2 Problemas Específicos	9
2.3 Objetivos del Proyecto.....	9
2.3.1 Objetivo General.....	9
2.3.2 Objetivos Específicos	9
2.4 Justificación	10
2.5 Limitantes de la Investigación.....	10





CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL PROYECTO	11
3.1 Descripción y Diseño del Proceso Desarrollado.....	11
3.1.1 Requerimientos	12
3.1.2. Cálculos	14
3.1.3 Dimensionamiento	60
3.1.4 Equipos utilizados	60
3.1.5 Conceptos Básicos para el Diseño del Piloto	61
3.1.6 Estructura	63
3.1.7. Elementos y funciones.....	64
3.1.8. Planificación del Proyecto	64
3.1.9. Servicios y Aplicaciones	65
3.1. Conclusiones	68
3.2. Recomendaciones	70
CAPITULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO.....	71
4.1 Tipo y diseño de Investigación	71
4.2 Método de Investigación	71
4.3 Población y Muestra	72
4.4 Lugar de Estudio	72
4.5 Técnica e Instrumentos para la recolección de la información	73
4.6 Análisis y Procesamiento de datos.....	73
CAPITULO V: REFERENCIAS	74
5.1. Libros	74
CAPITULO VI: GLOSARIO DE TERMINOS.....	76
6.1. Glosario de Términos	76
CAPITULO VII: INDICE.....	79
7.1. Índice de Tablas.....	79
7.2. Índice de Figuras.....	79
CAPÍTULO VIII	81



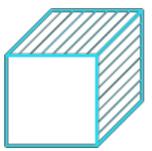


ANEXO 1 – Costo Total de la Investigación e Instalación del Proyecto Piloto81

ANEXO 2 – Diapositivas utilizadas en la sustentación81

ANEXO 3 – Panel Fotográfico92





CAPÍTULO I

GENERALIDADES DE LA ENTIDAD

1.1. Antecedentes de la entidad

El gobierno municipal de Jaén se funda el 02 de enero del año 1857 con el propósito de atender las necesidades sociales, culturales y económicas de la provincia de Jaén.

Obras ejecutadas:

- Construcción de techo metálico en losa deportiva, en el C.P Cochalan distrito de San José del alto, provincia de Jaén, departamento de Cajamarca-2022.

CIU: 2537236

- Ejecución de la obra construcción de techo metálico en losa deportiva, en la I.E. N° 17001 en la provincia de Jaén, departamento de Cajamarca-2022.

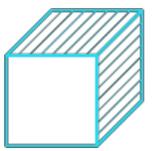
CIU: 2475810

- Ejecución de la obra construcción de cobertura de instalaciones deportivas, en el caserío vista alegre de Zonanga del distrito de Jaén, provincia de Jaén, departamento de cajamarca-2022.

CUI:2505486

- Construcción de aulas de educación inicial y techo metálico en losa deportiva de la I.E. N° 034 en la provincia de Jaén, departamento de cajamarca-2022.

CUI: 2473823



1.2. Perfil de la entidad

Tabla 1

Datos generales de la entidad

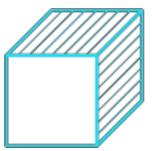
DATOS	ENTIDAD
Nombre de Entidad	: Municipalidad Provincial de Jaén
R.U.C.	: 20201987297
Sede	: Ciudad de Jaén
Dirección	: JR. San Martín Nro. 1371
Referencia	: Parque Central Jaén
Alcalde	: José Lizardo Tapia Díaz

Nota. Datos tomados de la Municipalidad Provincial de Jaén (2023).

1.3. Actividades de la entidad

1.3.1. Misión

La Municipalidad Provincial de Jaén (2023), La misión de la entidad es mejorar el desarrollo integral de la comunidad al identificar y aprovechar las oportunidades de inversión que surgen a partir del conocimiento de las necesidades y potencialidades de la provincia. Todo esto con el objetivo final de aumentar la calidad de vida de la población, asegurando su bienestar y generando confianza en la gestión municipal mediante la entrega de servicios y obras públicas eficaces y oportunas.



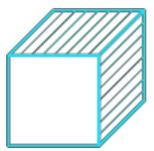
1.3.2. Visión

La visión de la Municipalidad es ser líder en la promoción del crecimiento integral de la provincia de Jaén mediante una gestión eficiente, participativa y transparente. De este modo, se busca posicionar la ciudad de Jaén como un lugar ordenado, inclusivo, saludable, seguro, moderno. Municipalidad Provincial de Jaén (2023)

1.3.3. Objetivo

La municipalidad provincial de Jaén, cuenta con los siguientes objetivos:

- “Impulsar la equidad, la calidad en la educación y la cultura emprendedor de la provincia de Jaén”.
- “Elevar el acceso a la salud integral preventiva de las personas, con calidad y calidez del servicio”.
- “Crear las condiciones para la vida digna y el Buen Vivir de las personas.”.
- “Promover el liderazgo democrático, la equidad de género e igualdad de oportunidades”.
- “Desarrollar los recursos naturales y ambientales en forma sustentable y sostenible”.
- “Mejorar y ampliar la infraestructura de soporte para la producción”.
- “Promover el Ejercicio digno de ciudadanía y Liderazgo para el Buen Vivir en los pobladores de la provincia de Jaén.”.
- “Reducir la vulnerabilidad territorial ante el riesgo de desastres”.



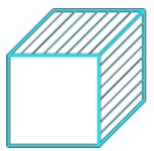
CAPÍTULO II

REALIDAD PROBLEMÁTICA

2.1 Descripción de la Realidad Problemática

La Institución Educativa “Francisco Bolognesi Cervantes”, al no contar con los ambientes que cumplen con las condiciones técnicas, se ve en la necesidad de construir nueva infraestructura. Es por ello que planteo el siguiente objetivo “realizar el análisis y diseño estructural para la construcción del techo metálico en la losa deportiva de la institución educativa N.º 16042 del sector Linderos, Jaén – Cajamarca, 2023”, considerando que la provincia de Jaén, se encuentra ubicada en la zona 3 establecida en la norma sismorresistente E.030, por lo tanto toda edificación debe ser diseñada estructuralmente para soportar sismos, vientos de grades magnitudes y más considerando que esta edificación es de categoría esencial, debe respetar los requisitos mínimos citados en la Norma Técnica E.030.

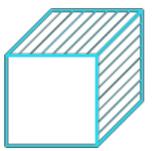
Por ello, el presente trabajo de investigación nos dará a conocer el análisis y diseño estructural del techo metálico de la losa deportiva en la Institución Educativa “Francisco Bolognesi Cervantes” y que esta cumpla con los requisitos mínimos que nos indica el Reglamento Nacional de Edificaciones.



Antecedentes Internacionales

Estévez (2008) en su investigación para adquirir el grado académico de Ingeniero Mecánico, titulada “Diseño Estructural de Cubierta Metálica para dos canchas de Ecuavoley” en la Escuela Politécnica Nacional de Quito (Ecuador), el objetivo de este proyecto es proponer una solución para mejorar la eficiencia de la práctica del ecuavoley en los escenarios deportivos mediante la implementación de una cubierta o techo metálico. Actualmente, la mayoría de los escenarios deportivos carecen de cubiertas, lo que dificulta la práctica de esta disciplina en condiciones climáticas adversas. Es importante comprender el diseño y la elaboración de esta clase de cubiertas para poder implementarlas en otros entornos que requieran ambientes cerrados, además estas cubiertas son más económicas y estéticas que otras alternativas. En conclusión, este proyecto tiene como objetivo elaborar una posibilidad de diseño de cubiertas metálicas que sean eficaz, seguras y tengan una larga vida útil.

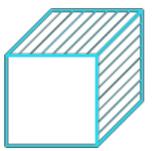
Valderrama (2018) en su investigación realizado para adquirir el grado académico de Ingeniero Civil, titulado “Estudio preliminar y diseño estructural académico de un elemento de una cubierta metálica para una cancha deportiva en el colegio Santa Isabel de Hungría” en la Universidad Pontificia Bolivariana, nos muestra como objetivo principal la realización del estudio inicial y diseño estructural de un elemento de una cubierta metálica, para conseguir lo propuesto tuvo que realizar todos sus requerimientos estipulados en su norma técnica NSR-10 capítulo A, se realizó estudio topográfico para una mejor visualización del área a trabajar, seguidamente se extrajeron muestras del suelo para luego ser llevadas



al laboratorio y determinar sus propiedades de acuerdo a las normas técnicas colombianas I. N.V.E sección 100-suelos, luego de esto se procedió a realizar el diseño preliminar utilizando en el software AutoCAD seguidamente se importó al SAP2000 para definir sus cargas y los diferentes perfiles a utilizar y así proseguir con el diseño de estructural.

Antecedentes nacionales

Quinto (2012) en su investigación desarrollada para obtener el grado académico de Ingeniero Mecánico, titulado “Diseño Estructural de Acero del Techo Parabólico del Coliseo Polideportivo Ciudad Universitaria De Paturpampa Universidad Nacional De Huancavelica” en la Universidad Nacional del Centro, muestra como objetivo principal diseñar un techo parabólico con acero, teniendo en cuenta los factores de carga y resistencia (LFRD). Este estudio se llevó a cabo porque en la región donde se ejecuta, las instalaciones deportivas enfrentan muchos obstáculos, especialmente en infraestructura, por ser región parte Sierra presenta lluvias durante casi en su totalidad del año. Los campos deportivos que se encuentran dentro del coliseo que está siendo evaluado carecen de una cubierta que les genere protección, debido a esto es limitado la práctica del deporte y otras actividades culturales de los estudiantes para abordar esta problemática, el autor propone el uso de una estructura con forma de arco parabólico este por su diseño nos facilita techar áreas más amplias con grandes luces y extensiones, además la resistencia es mayor en los diferentes tipos de cargas.

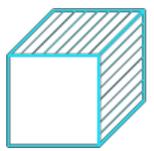


Dávila y Orihuela (2016) en su Proyecto Profesional para la Obtención del grado académico de Ingeniero Civil, Titulada “Cálculo y Diseño Estructural de una Nave Industrial Aplicando La Normativa AISC en la Ciudad de Juliaca, Provincia De San Román” en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, el objetivo principal es la creación de un diseño de una nave industrial utilizando con materiales de acero aplicándoles diferentes tipos de carga, se llegó a la conclusión de que la metodología adecuada debe incluir diseños para compresión, tensión, corte, torsión, flexión, deflexión de los elementos de acero, concreto y pernos de anclaje. La construcción de naves industriales con acero es más fácil y rápida, se utilizan materiales prefabricados y resistentes que mantienen su consistencia ante diferentes condiciones climáticas y son reciclables, sin embargo, es importante tomar precauciones y efectuar estudios para garantizar una respuesta positiva ante posibles situaciones en las que el material sea expuesto, se aconseja realizar una revisión detallada en el diseño de los elementos del cimiento que van soportarán la nave industrial.

2.2 Formulación del Problema

2.2.1 Problema General

- ¿De qué manera el análisis y diseño estructural contribuye en techo metálico en la losa deportiva de la institución educativa N.º 16042 del sector Linderos, Jaén – Cajamarca, 2023?



2.2.2 Problemas Específicos

- ¿Cómo la realización del estudio de mecánica de suelos aporta en el techo metálico en la losa deportiva de la institución educativa N.º 16042 del sector Linderos, Jaén – Cajamarca, 2023?
- ¿De qué manera el análisis y modelamiento contribuye en el techo metálico en la losa deportiva de la institución educativa N.º 16042 del sector Linderos, Jaén – Cajamarca, 2023?
- ¿De qué manera el diseño estructural contribuye en el techo metálico en la losa deportiva de la institución educativa N° 16042 del sector Linderos, Jaén – Cajamarca, 2023?

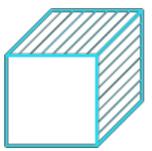
2.3 Objetivos del Proyecto

2.3.1 Objetivo General

- Realizar el análisis y diseño estructural para el techo metálico en la losa deportiva de la institución educativa N° 16042 del sector Linderos, Jaén – Cajamarca, 2023.

2.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar el estudio de mecánica de suelos para el techo metálico en la losa deportiva de la institución educativa N° 16042 del sector Linderos, Jaén – Cajamarca, 2023.
- Realizar el análisis y modelamiento para el techo metálico en la losa deportiva de la institución educativa N° 16042 del sector Linderos, Jaén – Cajamarca, 2023.



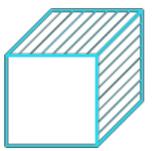
- Desarrollar el diseño estructural para el techo metálico en la losa deportiva de la institución educativa N° 16042 del sector Linderos, Jaén – Cajamarca, 2023.

2.4 Justificación

Este proyecto se realizó con el fin de obtener resultados que nos ayuden en el análisis y diseño estructural para la construcción del techo metálico en el bloque XV (losa deportiva) en el mejoramiento y ampliación de los servicios de educación, primaria y secundaria de la I.E. N° 16042 “Francisco Bolognesi” del sector Linderos del distrito de Jaén –Cajamarca, 2023.

2.5 Limitantes de la Investigación

En la elaboración de este proyecto, no se encontró ninguna limitación.



CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Descripción y Diseño del Proceso Desarrollado

Para el desarrollo de esta investigación se consideró seguir los siguientes procedimientos que a continuación se detallan:

- **PRIMERA ETAPA: ANALISIS DE SUELOS**

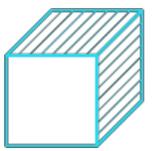
En esta fase se establecen las características de suelo donde se llevará a cabo la edificación. Para ello, se consideran las especificaciones de las Norma E.050.

- **SEGUNDA ETAPA: CARGAS**

En esta fase se establecerán las cargas que afectan a la edificación, las cuales incluyen el peso propio de la estructura, la carga muerta generada por los acabados y la tabiquería, y la carga viva. Estos cálculos se realizarán de acuerdo con lo establecido en la Norma E.020.

- **TERCERA ETAPA: ANÁLISIS SÍSMICO**

Durante esta fase se llevará a cabo la evaluación sísmica de la estructura. En primer lugar, se calculará la cantidad aproximada del peso total de la edificación. Posteriormente, se efectuará el análisis estático y finalmente, se realizará el análisis dinámico utilizando el espectro de respuesta. Se seguirán las directrices de la Norma E.030 para realizar el análisis sísmico de manera adecuada.



- **CUARTA ETAPA: MODELADO DE LA ESTRUCTURA**

Durante esta fase se establece la estructuración de la edificación, se lleva a cabo el dimensionamiento de todos los elementos que forman parte de la estructura y se realiza el modelado matemático de la edificación utilizando el software SAP2000. Para realizar estos procesos se toman en cuenta las Normas E.020, E.030, E.060 y E.090.

- **QUINTA ETAPA: DISEÑO DE LA ESTRUCTURA**

En este paso se comienza a desarrollar el diseño estructural de cada uno de los elementos propuestos en relación a los requisitos mínimos establecidos en las Normas E.020, E.030, E.060 y E.090. Para hacerlo, se considera lo analizado en las etapas anteriores (análisis de suelos, evaluación de cargas, análisis sísmico, modelado estructural). Se empezará a diseñar cada elemento estructural que conlleve la edificación.

3.1.1 Requerimientos

Las normas técnicas que se utilizarán para este proyecto de investigación son las siguientes.

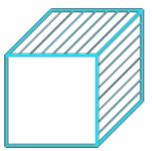


Tabla 2

Requerimientos y normatividad aplicada a la investigación

NORMATIVA Y/O REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
Norma Técnica E.020	: Cargas – Reglamento Nacional de Edificaciones.
Norma Técnico E.030	: Diseño sismorresistente – Reglamento Nacional de Edificaciones.
Norma Técnica E.050	: Suelos y Cimentaciones – Reglamento Nacional de Edificaciones.
Norma Técnica E.060	: Concreto Armado – Reglamento Nacional de Edificaciones.
Norma Técnica E.070	: Albañilería – Reglamento Nacional de Edificaciones.
Norma Técnica E.090	: Estructuras metálicas – Reglamento Nacional de Edificaciones.
ACI 318-14	: American Concrete Institute
Capacidad Portante del Suelo	: Expediente Técnico
Plano de Arquitectura	: Expediente Técnico



3.1.2. Cálculos

3.1.2.1. Estudio de mecánica de suelos

El Estudio de Mecánica de Suelos (EMS), ha sido realizado por el laboratorio LABSUC Laboratorio de Suelos y Pavimentos. (Av. "A" N° 750 – JAÉN – CAJAMARCA)

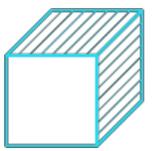
Conforme al Estudio de Mecánica de Suelos, el suelo de fundación muestra un solo estrato según la ubicación de las estructuras (bloques) a diseñar, pero principalmente por, ML Y SM, con una capacidad portante entre 0.74 kg/cm^2 y 0.99 kg/cm^2 (zapatas continuas a 1.50m de profundidad y de ancho 2.0m, correspondientes a las calicatas C2, C3, C4, C5, C6, C7 y C8), por lo que recomienda cimentar a una profundidad mínima de -1.00 m. sobre el suelo sólido (zapatas rectangulares, continuas o cuadradas).

A continuación, se presentan extractos del informe de mecánica de suelos (EMS)

ENSAYOS ESTANDAR

En la identificación del tipo de suelo se realizaron los siguientes ensayos según la norma:

- ✓ 08 estudios de Análisis Granulométrico. ASTM – D6913
- ✓ 08 estudios de limite Líquido, Plástico e índice de Plasticidad de Suelos. ASTM – D4318
- ✓ 08 estudios de Contenido de Humedad. ASTM – D2216
- ✓ 08 estudios de Densidad Natural. ASTM – D2937



- Las muestras han sido clasificadas utilizando el sistema de clasificación de suelos (SUCS) y la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estables y Transporte (AASHTO).

Tabla 3

Ensayos estandar de clasificacion de suelos

CALICATA	MUESTRA	PROF. (m):	GRANULOMETRIA (%)			LIMITES DE ATEMBERG			C. H. (%)	CLASIFICACION
			grava	arena	finos	L.L	L.P	IP		
C - 1	M - 1	0.50 – 2.00	2.79	58.72	38.49	NP	NP	NP	14.00	A – 4(0)
C - 2	M - 1	0.20 – 3.00	15.77	25.20	59.03	46	33	12	14.60	ML
C - 3	M - 1	0.50 – 2.00	0.14	52.13	47.72	26	16	10	15.40	A – 4(2)
C - 4	M - 1	0.20 – 3.00	6.26	26.50	67.23	46	33	12	14.40	ML
C - 5	M - 1	0.50 – 3.00	5.35	45.92	48.73	27	18	10	12.41	SM
C - 6	M - 1	0.50 – 3.00	23.30	51.35	25.35	29	16	13	9.10	SM
C - 7	M - 1	0.20 – 3.00	12.17	61.50	26.33	26	15	10	10.30	SM
C - 8	M - 1	0.30 – 3.00	12.12	59.94	27.94	25	12	13	11.45	SM

Donde:

L.L: Limite Liquido

L.P: Limite Pastico

C.H: Contenido de Humedad

ENSAYOS ESPECIALES

Se llevaron a cabo las siguientes pruebas especiales de campo:

- El ensayo de Corte en Suelos se llevó a cabo utilizando la muestra obtenida de la calicata, (A. S. T. M. D. 3080)

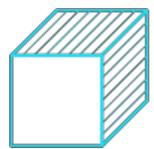


Tabla 4

Resumen de los ensayos especiales Corte Directo

CALICATA	PROF. (m):	CORTE DIRECTO		CLASIFICACIÓN
		C(kg/cm ²)	Θ (°)	
C - 2	0.20 – 3.00	0.19	17.9	ML
C - 4	0.20 – 3.00	0.21	16.49	ML
C - 5	0.50 – 3.00	0.12	21.11	SM
C - 6	0.50 – 3.00	0.15	19.75	SM
C - 7	0.20 – 3.00	0.16	19.65	SM
C - 8	0.30 – 3.00	0.15	19.7	SM

ELECCIÓN DEL TIPO DE PERFIL DE SUELO

Tabla 5

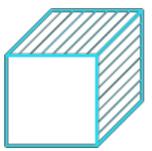
Parámetros para elección del perfil del suelo

CALICATA	EXTRACTO	PROFUNDIDAD	TIPO DE SUELO	PARAMETROS DEL SUELO			PERFIL DE SUELO
				C.H. (%)	IP (%)	Resistencia Kg/cm ²	
C - 2	E - 1	0.20 – 3.00	ML	14.60	12	0.87	S2
C - 4	E - 1	0.20 – 3.00	ML	14.40	12	0.74	S2
C - 5	E - 1	0.50 – 3.00	SM	12.41	10	0.99	S2
C - 6	E - 1	0.50 – 3.00	SM	9.10	13	0.98	S2
C - 7	E - 1	0.20 – 3.00	SM	10.30	10	0.88	S2
C - 8	E - 1	0.30 – 3.00	SM	11.45	13	0.99	S2

- Se considera un perfil de suelo S2 para las calicatas C – 2, C – 4, C – 5, C – 6, C – 7, C – 8, que corresponden a un suelo intermedio, debido a que los suelos cuentan con una resistencia al corte entre (0.74 kg/cm² – 0.99 kg/cm²).

ASPECTOS RELACIONADOS CON LA NAPA FREÁTICA

En las excavaciones realizadas a cielo abierto no se encontró napa freática en las calicatas estudiadas.



3.1.2.2. Análisis y diseño estructural

3.1.2.2.1. Metrado de cargas

A continuación, se presentará el metrado de cargas que se incluirá en el análisis estructural que se desarrollará mediante un modelo en el programa SAP2000, para ello se considera el peso propio de los elementos incluidos en el modelo (columnas y vigas). Por esto a continuación se metran las cargas a las que estarán sujetas el techo metálico, que luego transmitirá directamente a las vigas principales (VP).

a. CARGA MUERTA

Figura 1

Características del Aluzinc

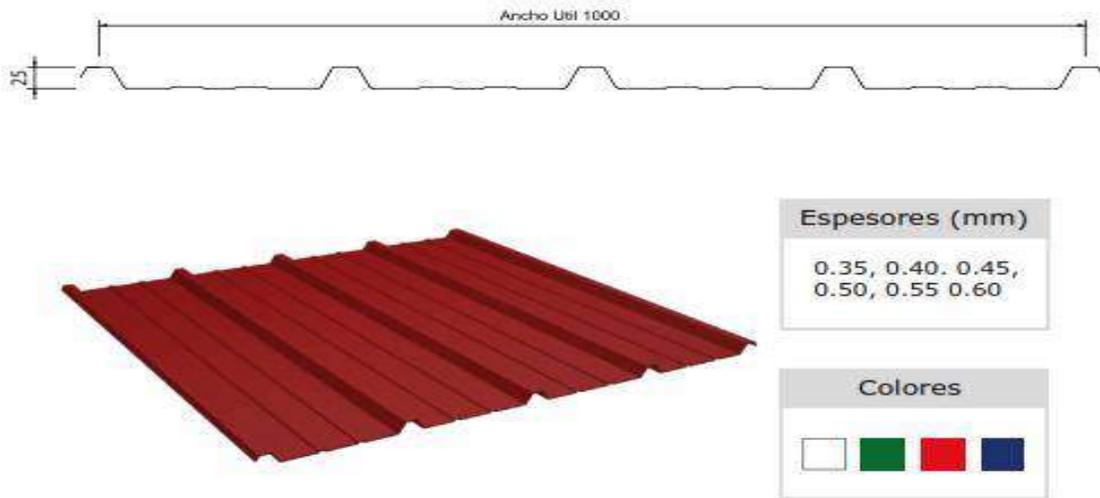
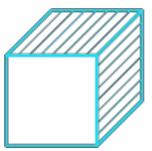


Tabla de Cargas

DISTRIBUCIÓN DE CARGAS					
ESPESOR (mm)	PESO PANEL (kg/m)	LONGITUD ENTRE APOYOS (mts)			
		1.00	1.50	2.00	2.50
0.35 - 0.40	3.35	334.00	146.00	-	-
0.45 - 0.50	4.3	429.00	186.00	104.00	-
0.55 - 0.60	5.26	525.00	230.00	127.00	-

Nota. Esta figura se extrajo de NaveCon (2020)



b. CARGA VIVA

La carga viva está distribuida de acuerdo al tipo de uso de cada ambiente en concordancia con la norma técnica E-020 del R.N.E. las sobrecargas que se tienen son:

- TECHOS: SC = 30 kgf/m²

c. CARGA DE VIENTO

Está acorde a lo estipulado en la norma técnica E-020, tomando en cuenta los coeficientes para barlovento y sotavento.

CARGA DE VIENTO

$$V_{viento} := 75 \frac{km}{hr}$$

$$h := 10.95 \text{ m}$$

velocidad de diseño: $V_h := V_{viento} \cdot \left(\frac{h}{10 \text{ m}}\right)^{0.22} = 76.512 \frac{km}{hr}$

carga exterior de viento:

- BARLOVENTO

$$C_{presion} := 0.8$$

$$C_{sucion} := -0.8$$

$$P_{h_presion} := 0.005 \frac{kgf}{m^2} \cdot C_{presion} \cdot \left(\frac{V_h}{\frac{km}{hr}}\right)^2 = 23.417 \frac{kgf}{m^2}$$

$$P_{h_sucion} := 0.005 \frac{kgf}{m^2} \cdot C_{sucion} \cdot \left(\frac{V_h}{\frac{km}{hr}}\right)^2 = -23.417 \frac{kgf}{m^2}$$

- SOTAVENTO

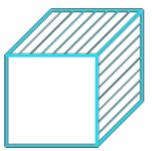
$$C_{sucion} := -0.5$$

$$P_{h_sucion} := 0.005 \frac{kgf}{m^2} \cdot C_{sucion} \cdot \left(\frac{V_h}{\frac{km}{hr}}\right)^2 = -14.635 \frac{kgf}{m^2}$$

TABLA 4
FACTORES DE FORMA (C) *

CONSTRUCCIÓN	BARLOVENTO	SOTAVENTO
Superficies verticales de edificios	+0,8	-0,6
Anuncios, muros aislados, elementos con una 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 un 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 ó inclinadas (planas ó curvas) paralelas a la dirección del viento	-0,7	-0,7

* El signo positivo indica presión y el negativo succión.



3.1.2.2.2. ASIGNACION DE CARGAS

a. CARGA MUERTA

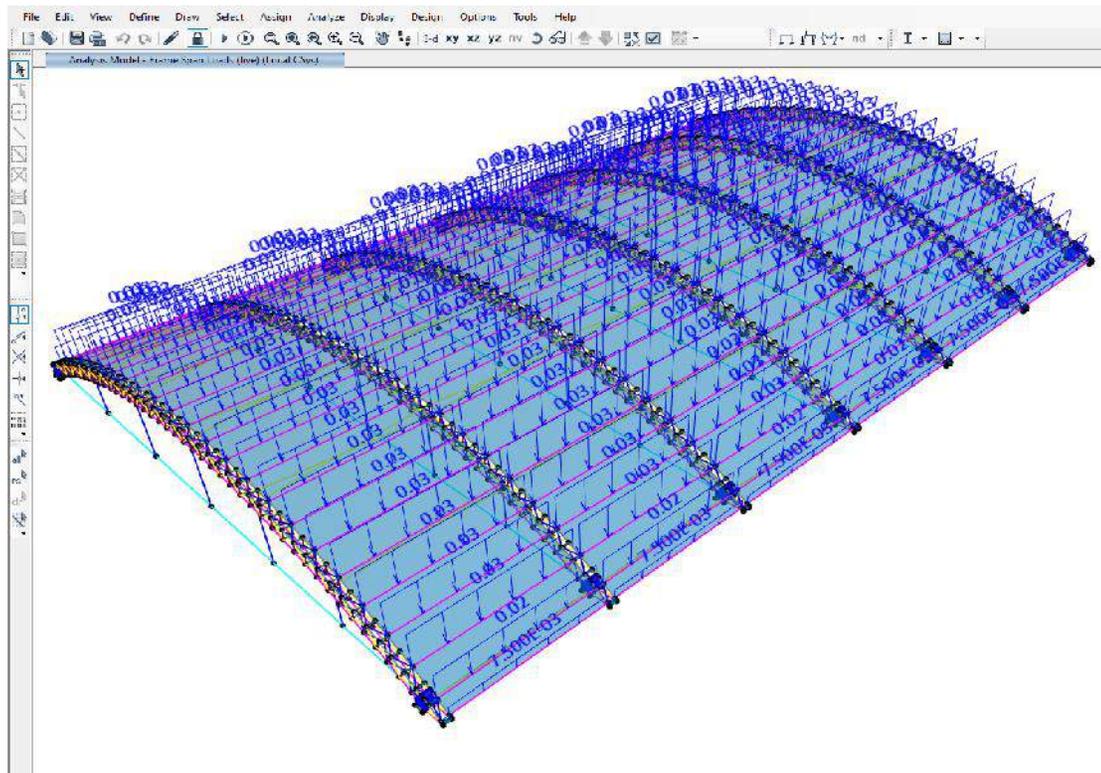
En el caso de la cobertura se distribuye uniformemente de acuerdo al metrado de cargas, solo se asignan las cargas que el programa no cuantifica por sí solo.

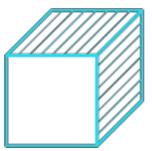
b. CARGA VIVA

Se asignará a las losas en forma uniformemente distribuida, para el caso del análisis no es necesario hacer la alternancia de cargas, en la etapa de diseño se hará la alternancia de cargas para determinar los esfuerzos máximos en las losas.

Figura 2

Cargas Vivas en Cobertura

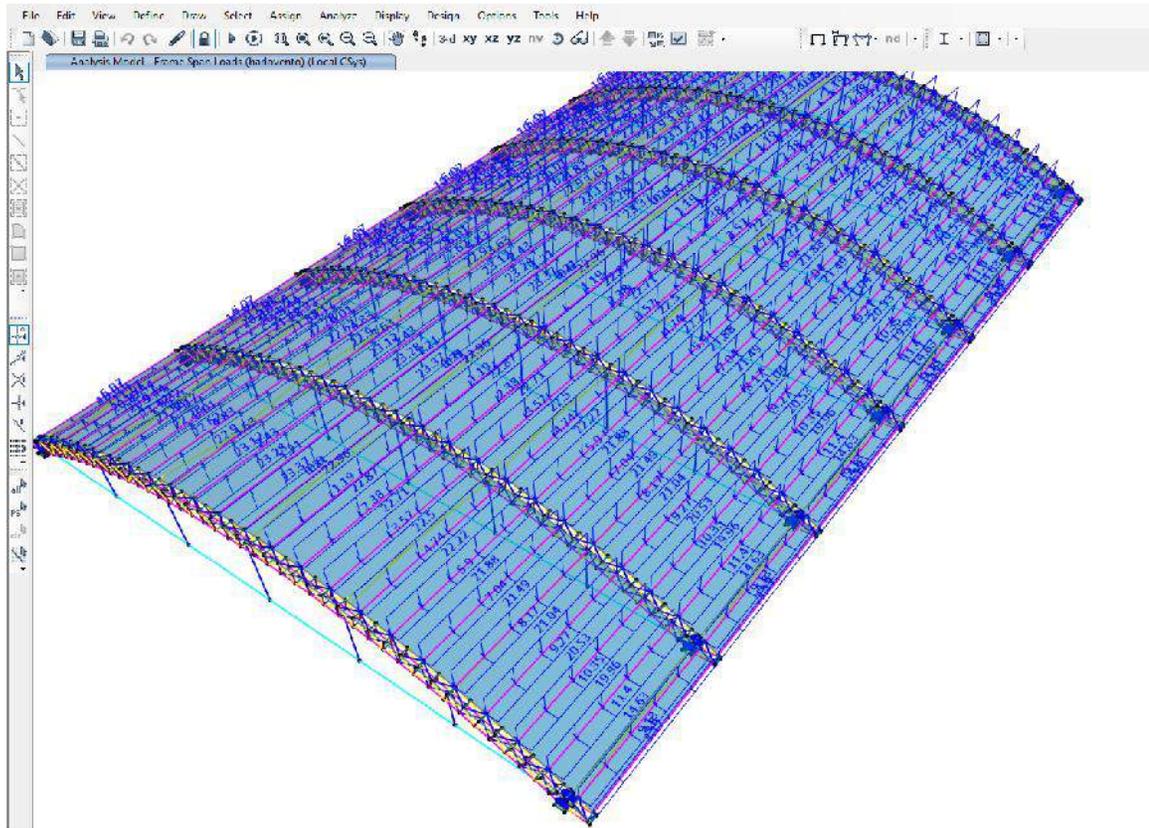




C. CARGA DE VIENTO

Figura 3

Carga por Barlovento



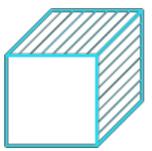
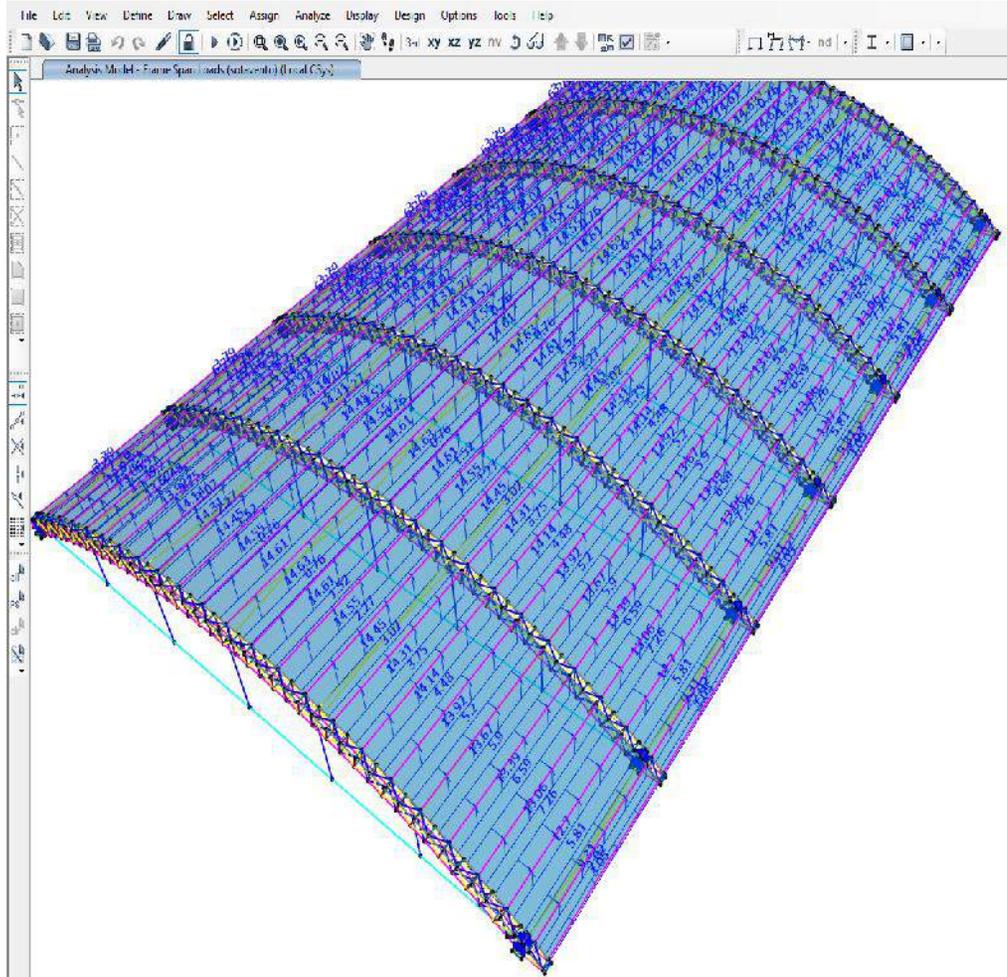
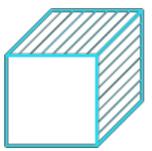


Figura 4

Carga por Sotavento





3.1.2.2.3. ANALISIS SISMORRESISTENTE

El sistema estructural propuesto, compuesto por muros estructurales de concreto armado en la dirección más larga y muros de albañilería en la dirección más corta, asegura la estabilidad sísmica en todas las direcciones. Esta estructura presenta rigidez y capacidad de soportar deformaciones necesarias para resistir las cargas que se le apliquen, dentro de los límites estipulados por el R.N.E

El Análisis Sísmico se llevó a cabo utilizando el Método Dinámico, en conformidad con la norma técnica E.030 del R.N.E. para ello se aplicó el método de Combinación Modal Espectral.

A. ACELERACION ESPECTRAL

Se ha empleado un espectro inelástico de pseudo - aceleraciones para cada una de las orientaciones horizontales evaluadas. Este espectro ha sido determinado por:

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} \cdot g$$

En el que:

Z= Factor de Zona

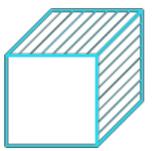
U= Factor de Uso

C= Coeficiente de Amplificación Sísmica

S= Factor de Suelo

R= Factor de Reducción Sísmica

g= Aceleración de la gravedad



En cuanto al análisis realizado en la dirección vertical, se utilizó un espectro que presentaba valores equivalentes a dos tercios del espectro aplicado en las direcciones horizontales. Este espectro se modificó según las disposiciones de la norma técnica E-030 para periodos cortos.

B. FUENTE DE MASA SISMICA

4.3 Estimación del Peso (P)

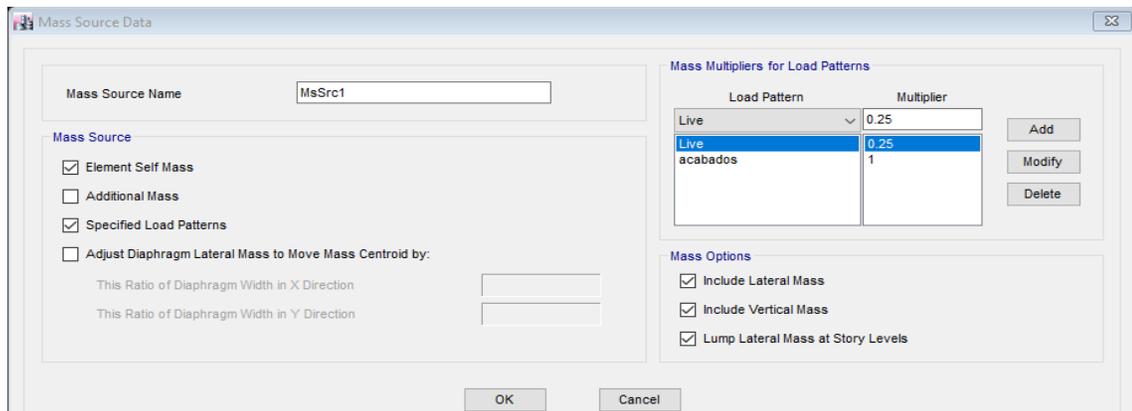
El peso (*P*), se calculará adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determinará de la siguiente manera:

- a. En edificaciones de las categorías A y B, se tomará el 50 % de la carga viva.
- b. En edificaciones de la categoría C, se tomará el 25 % de la carga viva.
- c. En depósitos, el 80 % del peso total que es posible almacenar.
- d. En azoteas y techos en general se tomará el 25 % de la carga viva.
- e. En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considerará el 100 % de la carga que puede contener.

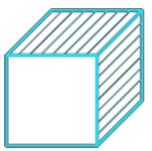
Fuente: Norma E - 030

Figura 5

Estimación del Peso



Se incluye la masa vertical para tener en cuenta los efectos de la componente del sismo en esa dirección.



C. CRITERIOS DE COMBINACION MODAL

Se ha calculado la respuesta mayor esperada (r) que se produce cuando se combinan los efectos de los distintos modos de vibración utilizados (r_i), empleando la técnica de Combinación Cuadrática Completa (CCC). Este cálculo se realizó usando el programa de Análisis y Diseño de Estructuras SAP2000.

Figura 6

Espectro cqc – combinación cuadrática completa

Load Case Data - Response Spectrum

Load Case Name: SXDIN [Set Def Name] [Modify/Show...]

Notes: [Modify/Show...]

Load Case Type: Response Spectrum [Design...]

Modal Combination

CQC
 SRSS
 Absolute
 GMC
 NRC 10 Percent
 Double Sum

GMC f1: 1.
 GMC f2: 0.
 Periodic + Rigid Type: SRSS

Directional Combination

SRSS
 CQC3
 Absolute
 Scale Factor: []

Mass Source

Previous (MSSSRC1)

Diaphragm Eccentricity

Eccentricity Ratio: 0.05
 Override Eccentricities: [Override...]

Modal Load Case

Use Modes from this Modal Load Case: MODAL

Standard - Acceleration Loading
 Advanced - Displacement Inertia Loading

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U1	R8	9.81
Accel	U1	R8	9.81

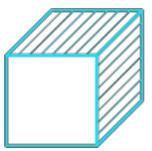
[Add] [Modify] [Delete]

Show Advanced Load Parameters

Other Parameters

Modal Damping: Constant at 0.05 [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]



D. ANALISIS MODAL

Mediante el uso del software SAP2000, se han obtenido los valores con la frecuencia propia y los modos de vibración. Se empleó la técnica de los Eigen valores junto con la C. C. C.

1. MODOS DE VIBRACION

Figura 7

Modos de Vibración en Cobertura

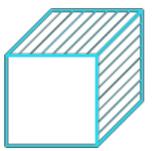
S Modal Periods And Frequencies

File View Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Modal Periods And Frequencies

Filter:

	OutputCase	StepType Text	StepNum Unitless	Period Sec	Frequency Cyc/sec	CircFreq rad/sec	Eigenvalue rad2/sec2
▶	MODAL	Mode	1	0.558525	1.79043155...	11.2496132...	126.553797...
	MODAL	Mode	2	0.558441	1.79069852...	11.2512906...	126.591541...
	MODAL	Mode	3	0.537464	1.86059146...	11.6904409...	136.666409...
	MODAL	Mode	4	0.526181	1.90048696...	11.94111179...	142.590151...
	MODAL	Mode	5	0.513018	1.94925010...	12.2474996...	150.001247...
	MODAL	Mode	6	0.491236	2.03568087...	12.7905601...	163.598429...
	MODAL	Mode	7	0.487995	2.04920323...	12.8755236...	165.779109...
	MODAL	Mode	8	0.466924	2.14167642...	13.4565498...	181.078734...
	MODAL	Mode	9	0.464125	2.15459326...	13.5377087...	183.269558...
	MODAL	Mode	10	0.463747	2.15634949...	13.5487434...	183.568449...
	MODAL	Mode	11	0.455438	2.19569055...	13.7959306...	190.327702...
	MODAL	Mode	12	0.450346	2.22051528...	13.9519090...	194.655765...



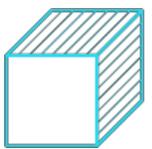
2. MASA PARTICIPATIVA EN CADA DIRECCION

Figura 8

Masa Participativa en Cada Dirección de Cobertura

S Modal Load Participation Ratios					
File View Edit Format-Filter-Sort Select Options					
Units: As Noted					
Filter:					
	OutputCase	ItemType Text	Item Text	Static Percent	Dynamic Percent
▶	MODAL	Acceleration	UX	99.9996	92.1608
	MODAL	Acceleration	UY	99.9999	93.9281
	MODAL	Acceleration	UZ	97.9924	62.4411

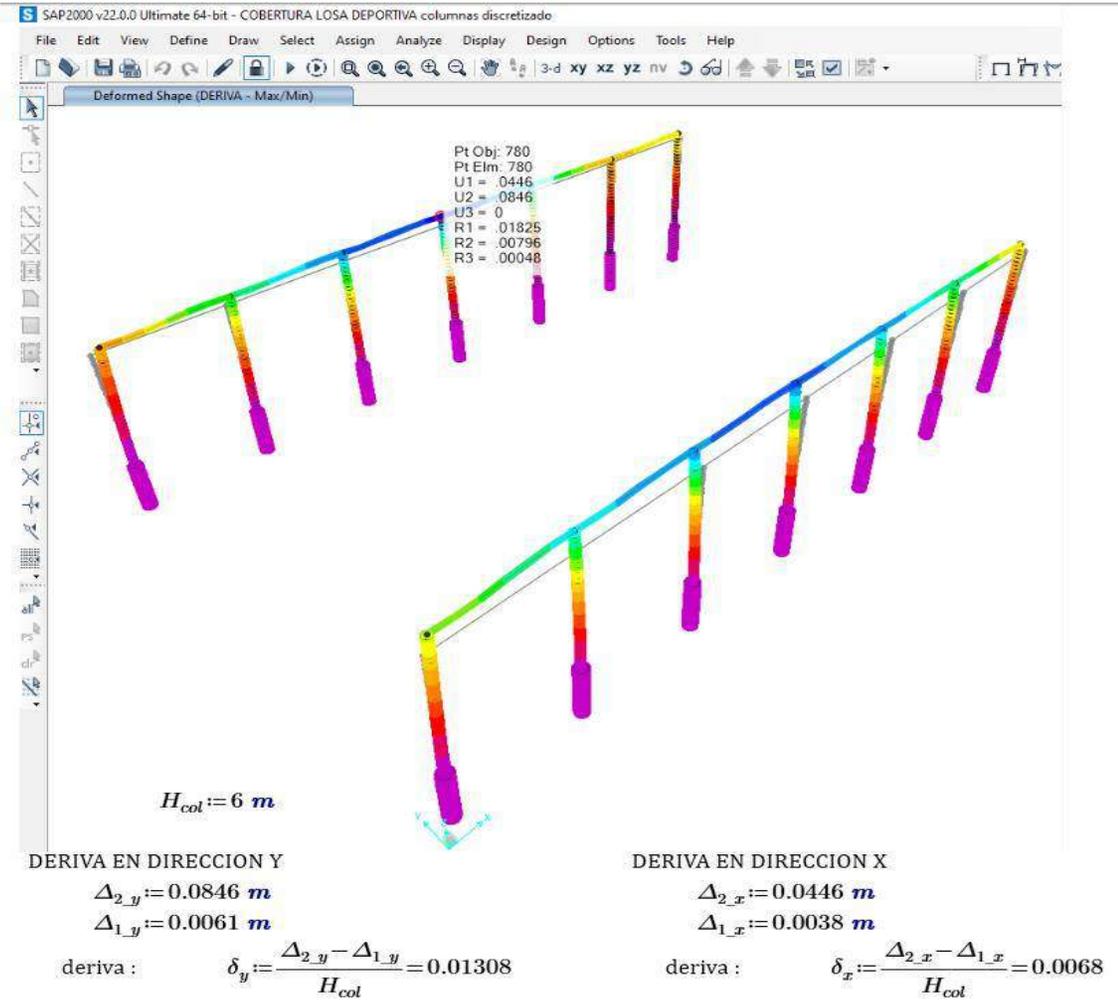
La Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente (2017), nos dice que se requiere que la combinación modal en cada dirección de análisis tenga una participación mínima del 90% de la masa dinámica. En el caso de la estructura en cuestión, se ha determinado que el porcentaje de masa participativa en todas las direcciones de análisis es mayor al 90%, lo que significa que si satisface con lo establecido por el código de construcción.



E. DESPLAZAMIENTOS Y DERIVAS

Figura 9

Derivas por Sismo



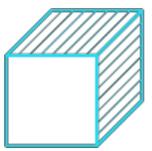
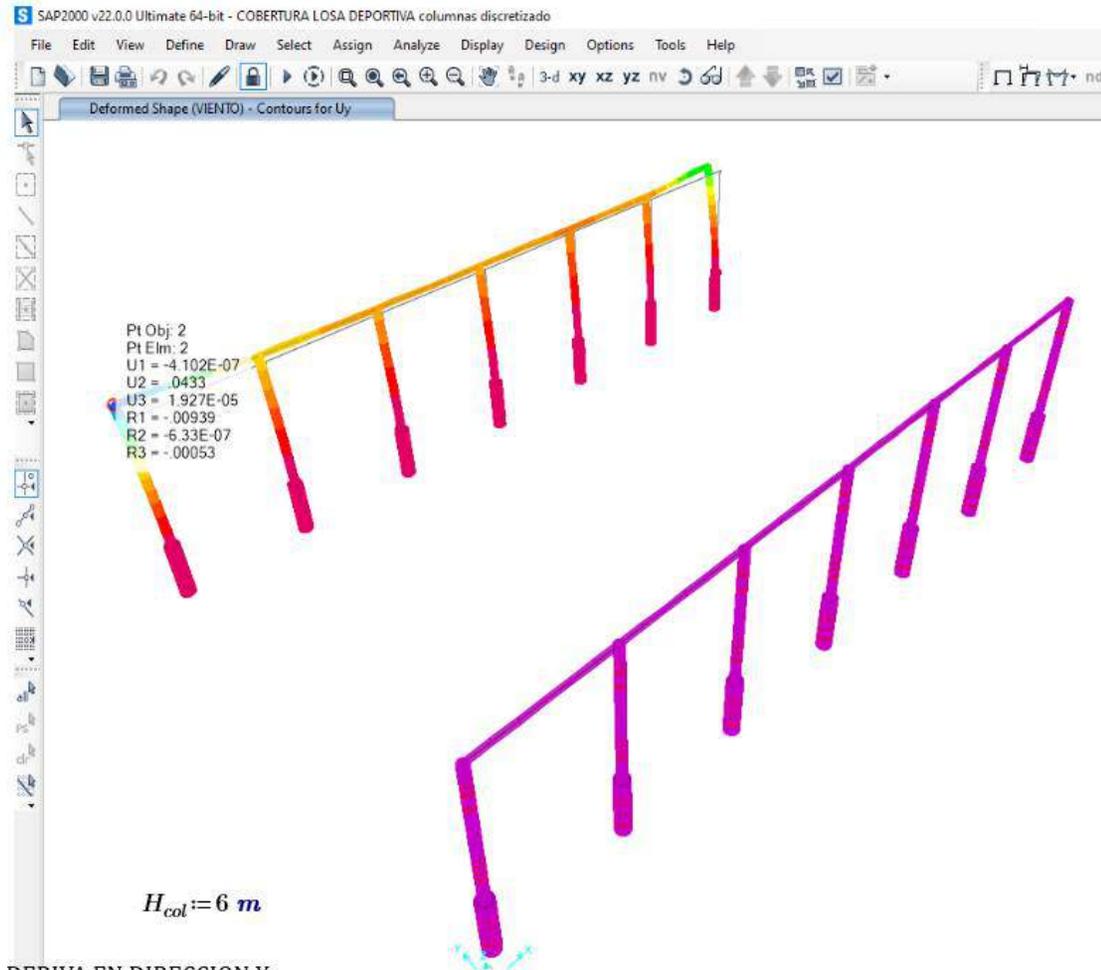


Figura 10

Derivas por Viento



DERIVA EN DIRECCION Y

$$\Delta_{2_y} := 0.0433 \text{ m}$$

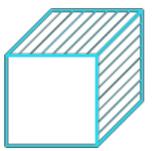
$$\Delta_{1_y} := 0.0019 \text{ m}$$

deriva :
$$\delta_y := \frac{\Delta_{2_y} - \Delta_{1_y}}{H_{col}} = 0.0069$$

Norma técnica E-030, A continuación, se presentan los límites permitidos para los desplazamientos laterales de los entrepisos.

Dirección X – Acero: 0.01

Dirección Y – Acero: 0.01



5.2 Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según el numeral 5.1, no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso (distorsión) que se indica en la Tabla N° 11.

Tabla N° 11 LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material Predominante	(Δ_i / h_{ei})
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Nota: Los límites de la distorsión (deriva) para estructuras de uso industrial serán establecidos por el proyectista, pero en ningún caso excederán el doble de los valores de esta Tabla.

El diseño estructural propuesto para la edificación cumple con los requerimientos de desplazamientos lateral y con máximas derivas, estipuladas en la norma técnica E.030 del R.N.E.

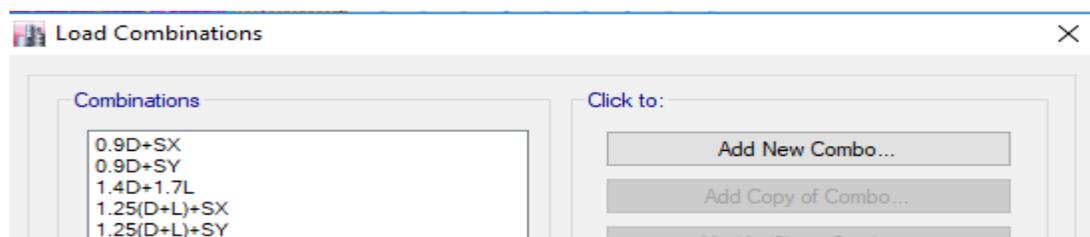
3.1.2.2.4. DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONCRETO ARMADO

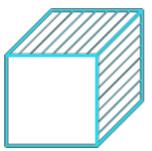
A. COMBINACIONES DE CARGA

Se ha utilizado la metodología establecida en el Artículo 9.2 de la NTE E.060 del R.N.E. para determinar la Carga Última. Esta metodología contempla la combinación de cargas como la carga muerta, carga viva y carga de sismo.

Figura 11

Combinaciones de Carga





B. DISEÑO DE PEDESTALES

Se ha llevado a cabo el diseño de Columnas por Flexo-Compresión apoyado en la norma técnica E.060 (Concreto Armado) del R.N.E.

Factor de Reducción en Columnas

- Columnas Zunchadas: $\Phi = 0.75$
- Columnas Estribadas: $\Phi = 0.70$

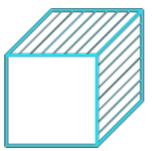
Refuerzo Máximo y Mínimo en Columnas.

- Refuerzo Máximo: $0.06A_g$
- Refuerzo Mínimo: $0.01A_g$

De acuerdo con las normas establecidas, se requiere por lo menos de cuatro barras longitudinales en componentes estructurales sujetos a compresión para aquellas que se encuentren en el interior de estribos de forma circular o rectangulares, mientras que para las que se encuentran dentro de estribos rectangulares se requiere un mínimo de tres barras, en el caso de las barras rodeadas por espirales, se exige un mínimo de seis barras.

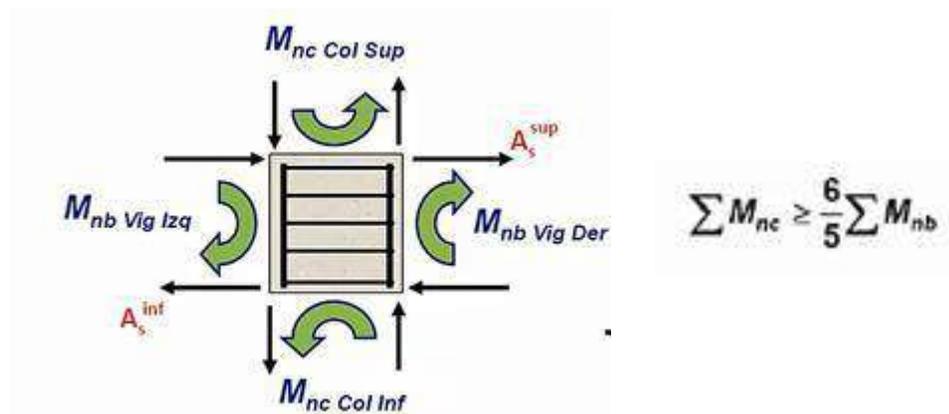
Verificaciones en Columnas.

Se ha realizado la verificación de la capacidad de carga de cada columna (P M_2 M_2) y se ha representado en la figura P-M-M Interacción Ratios para pórticos y columnas, garantizando que dicho factor no exceda el valor de 1.00 (en nuestro caso utilizaremos 0.95 por seguridad).



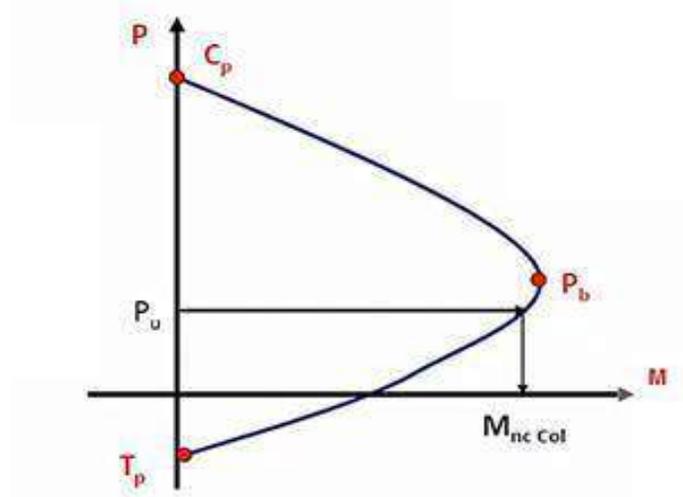
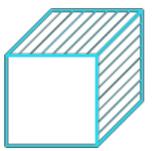
Asimismo, se ha comprobado la capacidad de cada columna a flexión en las caras de sus nudos, asegurándose así que la suma de los momentos nominales de flexión de las columnas conectadas al nudo sea al menos igual a los momentos nominales de flexión de las vigas que llegan al mismo nudo, evaluados en la superficie del nudo. Esta verificación se muestra en las figuras siguientes.

Es necesario asegurarse de que cumpla con el requisito de "columna fuerte-viga débil" usando la evaluación de la suma de los posibles momentos máximos que ocurren en la cara del nudo.



En el caso de las columnas, se emplea la fuerza axial final "Pu" que se obtiene de las funciones de carga que afectan en las acciones sísmica y que resulten en la menor resistencia a la flexión de las mismas.

En el caso de las vigas, se asume que el refuerzo longitudinal obtiene su tensión cedente f_y sin que se la disminución de su resistencia. ($\phi = 1.0$).



DEMANDA DE ACERO DE REFUERZO POR CORTE EN COLUMNAS

Los momentos máximos probables (M_{pr}) se consiguen al considerar el valor más bajo entre:

- La capacidad a flexión de las columnas se determina a partir del diagrama de interacción. Se emplea la fuerza axial final " P_u " que se obtiene de las funciones de carga que afectan en las acciones sísmica y que resulten en la mayor resistencia a la flexión de la columna.
- Se evalúan los mayores momentos posibles que las vigas pueden transmitir a las columnas a través de los nudos, teniendo en cuenta la incursión inelástica y la presencia de su acero longitudinal real.

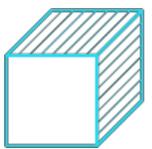
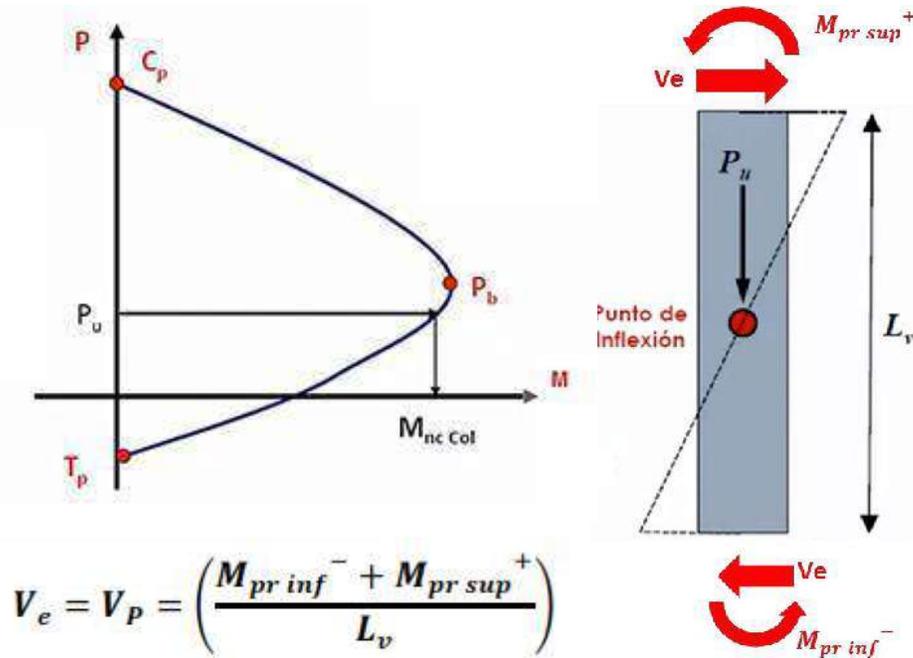


Figura 12

Demanda de Acero de Refuerzo por Corte en Columnas



DEMANDA DE ACERO DE REFUERZO POR CONFINAMIENTO EN COLUMNAS

Tabla 18.7.5.4 — Refuerzo transversal para columnas en pórticos especiales resistentes a momento

Refuerzo transversal	Condición	Expresiones aplicables	
A_{ch}/sb_c para estribos cerrados de confinamiento rectilíneos	$P_u \leq 0.3A_g f'_c$ y $f'_c \leq 10,000$ lb./pulg. ²	Mayor de (a) y (b)	$0.3 \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_{yt}}$ (a)
			$0.09 \frac{f'_c}{f_{yt}}$ (b)
	$P_u > 0.3A_g f'_c$ ó $f'_c > 10,000$ lb./pulg. ²	Mayor de (a), (b) y (c)	$0.2k_f k_n \frac{P_u}{f_{yt} A_{ch}}$ (c)
ρ_t para espirales o estribos cerrados de confinamiento circulares	$P_u \leq 0.3A_g f'_c$ y $f'_c \leq 10,000$ lb./pulg. ²	Mayor de (d) y (e)	$0.45 \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_{yt}}$ (d)
			$0.12 \frac{f'_c}{f_{yt}}$ (e)
	$P_u > 0.3A_g f'_c$ ó $f'_c > 10,000$ lb./pulg. ²	Mayor de (d), (e) y (f)	$0.35k_f \frac{P_u}{f_{yt} A_{ch}}$ (f)

f'_c en MPa

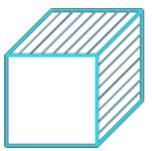
Los factores de resistencia del concreto, k_f , y de efectividad del confinamiento, k_n , deben calcularse de acuerdo con las ecuaciones (18.7.5.4a) y (18.7.5.4b), respectivamente:

$$(a) \quad k_f = \frac{f'_c}{25,000} + 0.6 \geq 1.0 \quad (18.7.5.4a)$$

$$(b) \quad k_n = \frac{n_\ell}{n_\ell - 2} \quad (18.7.5.4b)$$

donde n_ℓ es el número de barras longitudinales, o paquetes de barras, alrededor del perímetro del núcleo de una columna con estribos cerrados de confinamiento que están soportadas lateralmente por una esquina del estribo cerrado de confinamiento o con ganchos sísmicos.

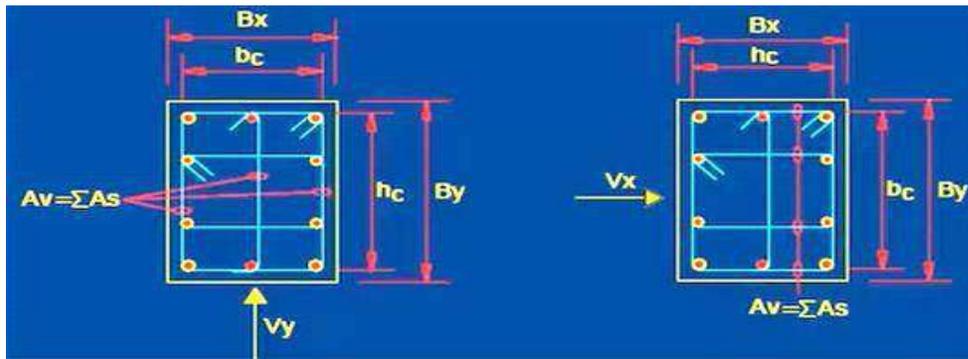
Nota. ACI 318-14



- **A_g** : Área gruesa de la sección
- **A_{ch}** : Área confinada. Se obtiene multiplicando B_c por H_c
- **B_c** : distancia de centro a centro de las barras extremas del refuerzo de confinamiento perpendicular a la dirección de análisis.
- **H_c** : distancia de centro a centro de las barras extremas del refuerzo de confinamiento en la dirección de análisis.
- **A_{sh}** : Área total del refuerzo horizontal en la dirección de análisis.
- **S** : espaciamiento del refuerzo transversal.

Figura 13

Demanda de Acero de Refuerzo por Confinamiento en Columnas



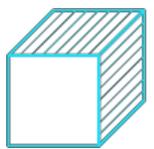
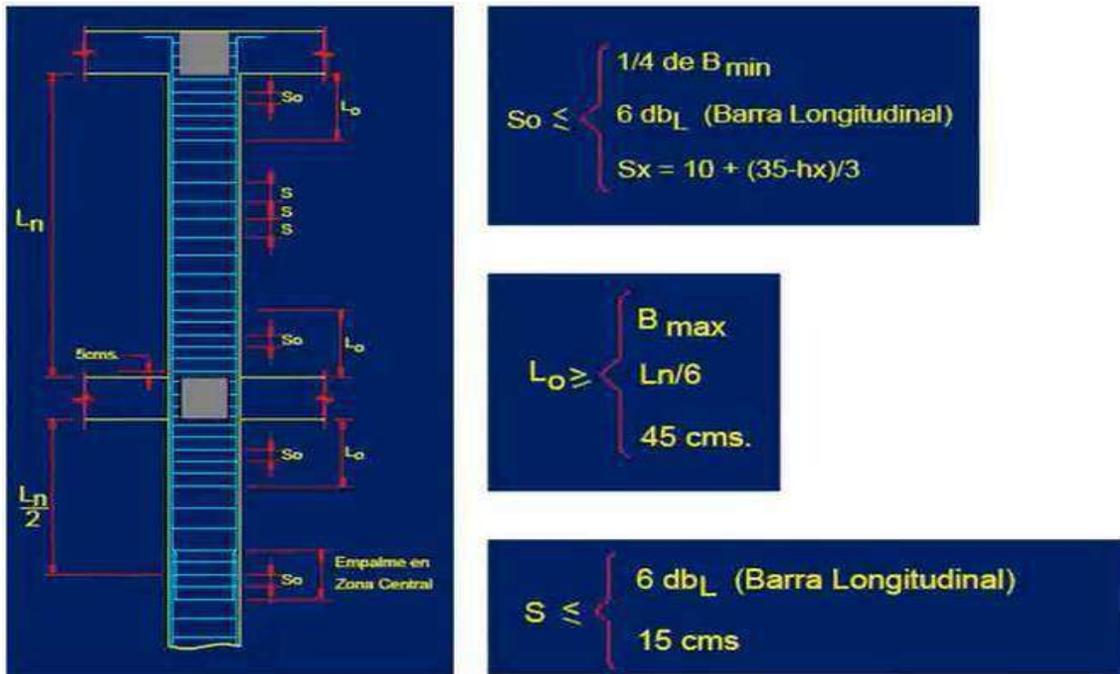
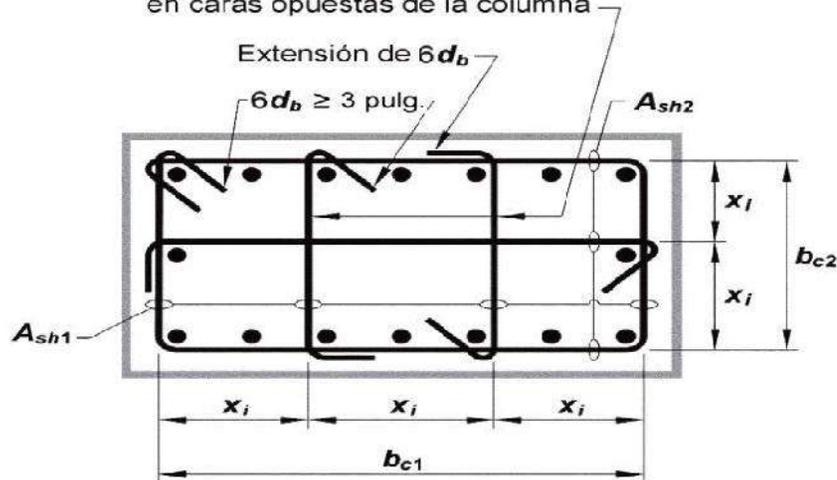


Figura 14

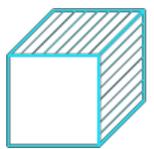
Disposición del Refuerzo Transversal por Corte y Confinamiento en las Columnas



Ganchos suplementarios consecutivos que abrazan la misma barra longitudinal deben tener sus ganchos de 90° alternados en caras opuestas de la columna



La dimensión x_i centro a centro entre las ramas de estribo no debe exceder 14 pulg. El término h_x usado en la ecuación (18.7.5.3) se toma como el mayor valor de x_i .



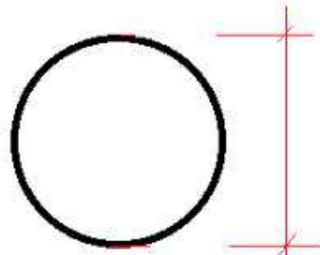
1. RATIOS DEMANDA VS CAPACIDAD C1

Figura 15

Cuadro de Pedestales



ACERO MINIMO EN COLUMNAS



$D = 0.70 \text{ m}$

cuantía mínima: $\rho_{min} = 1\%$

cuantía máxima: $\rho_{max} = 6\%$

Area gruesa de la seccion: $A_g = \pi \cdot \frac{D^2}{4} = 3848.451 \text{ cm}^2$

Area de acero minima: $A_{s_{min}} = \rho_{min} \cdot A_g = 38.485 \text{ cm}^2$

Area de acero maxima: $A_{s_{max}} = \rho_{max} \cdot A_g = 230.907 \text{ cm}^2$

- acero colocado: 14 $\phi 3/4"$: $A_s = 14 \cdot 2.85 \text{ cm}^2 = 39.9 \text{ cm}^2$

- cuantía colocada: $\rho = \frac{A_s}{A_g} = 1.037\%$

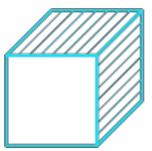
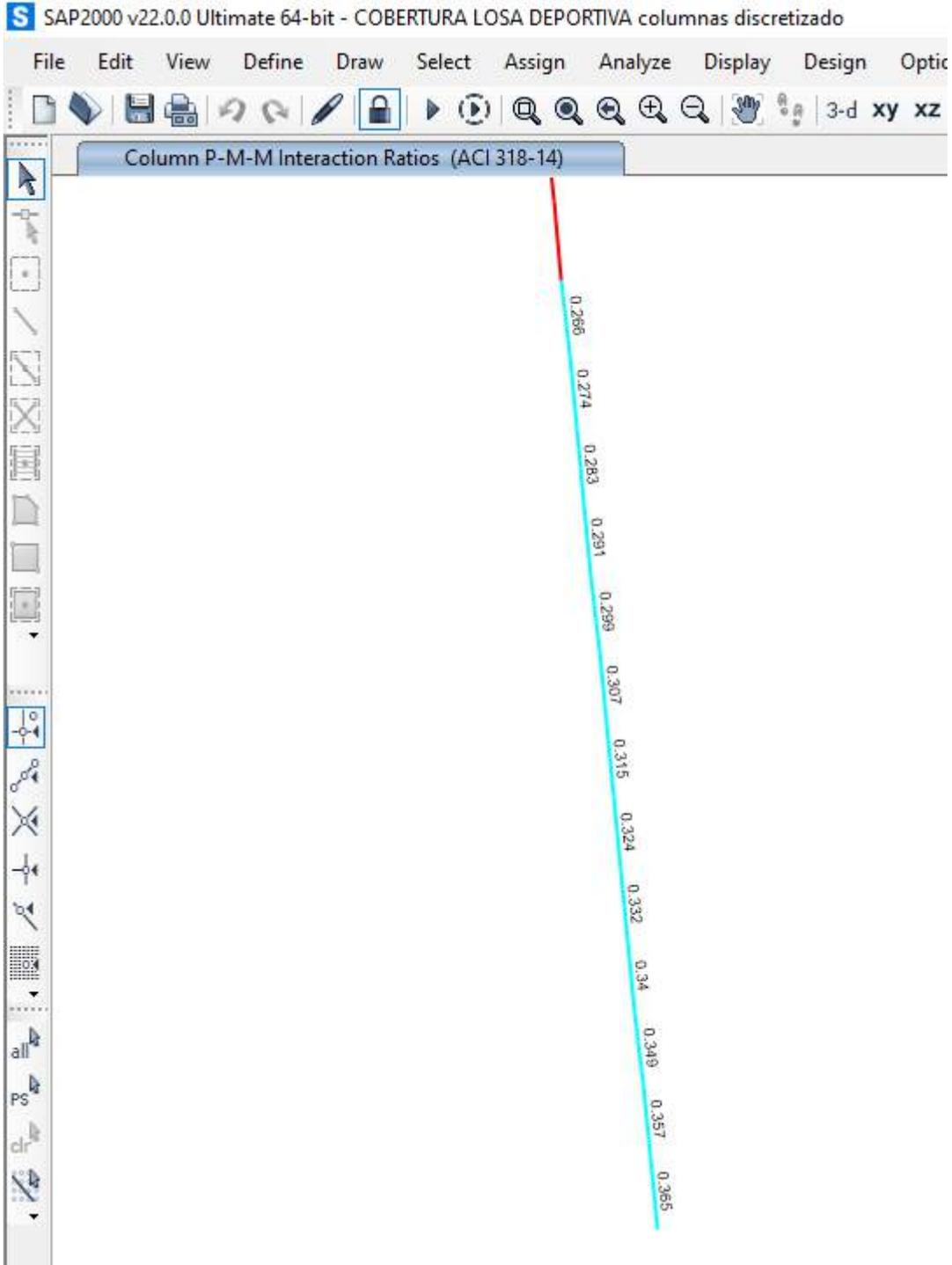
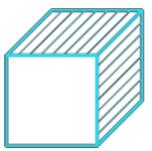


Figura 16

Ratio Demanda / Capacidad del Pedestal





C. DISEÑO DE CIMENTACION

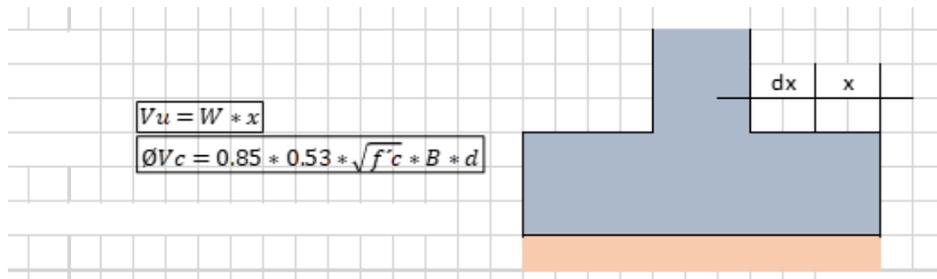
La cimentación es del tipo superficial, constituida por vigas continuas de cimentación del tipo “L” y “T” invertida que aseguran la correcta distribución de esfuerzos en el suelo y disminuyen los efectos de los hundimientos irregulares que afecten la superestructura y tabiquería de las edificaciones.

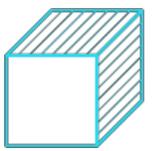
El proceso de diseño de cimentaciones consta de varias fases, las cuales son detalladas seguidamente:

- Cálculo de la carga neta del suelo y diseño de la zapata en función de ello.
- Verificación por Esfuerzo cortante.
- Verificación por peso de la zapata.
- Cálculo de la carga amplificada transmitida por el suelo.
- Verificación por aplastamiento.
- Diseño del Refuerzo
- Anclajes

Figura 17

Verificación por Cortante





VERIFICACIÓN POR APLASTAMIENTO

$$f_{aplast} = \frac{P_u}{S + t}$$

$$\frac{A_{columna}}{A_{zapata}} = \frac{S + t}{B + L}$$

Si $\frac{A_c}{A_z} < \frac{1}{3} \rightarrow f_{uap} = 0.71 \cdot f'c$

Si $\frac{A_c}{A_z} = 1 \rightarrow f_{uap} = 0.475 \cdot f'c$

Si $\frac{A_c}{A_z} > \frac{1}{3} \rightarrow f_{uap} = (0.475 \text{ a } 0.71) \cdot f'c$ **interpolar**

Verificación:

Si $f_{uap} > f_{aplast}$ entonces: **CORRECTO**

Si $f_{uap} < f_{aplast}$ entonces: **ESFUERZO REMANENTE ($A_{f_{ap}}$)**

$$A_{f_{remanente}} = f_{aplast} - f_{uap}$$

Fuerza a equilibrar = $A_{f_{remanente}} \cdot A_c$

Fuerza a equilibrar = $0.9 \cdot f_y \cdot A_s$

$$\rightarrow A_{s,ap} = \frac{\text{fuerza a equilibrar}}{0.9 \cdot f_y}$$

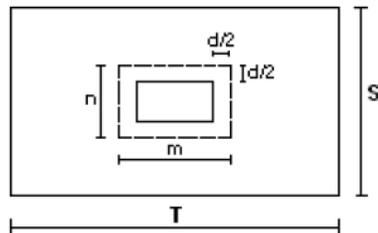
$a_{s,ap}$ Se compara con A_{sc} de la columna

Si $A_{s,ap} < A_{sc}$ entonces no se adiciona acero

Si $A_{s,ap} > A_{sc}$ entonces se adiciona de acero como dowels con una longitud igual a $2 \cdot l_d$

COMPROBACION POR PUNZONAMIENTO

La superficie ubicada bajo la línea punteada se considera responsable de soportar el punzonamiento, por lo que es necesario utilizar cargas amplificadas.



$$W_{nu} = \frac{P_u}{A_z}$$

$$V_{up} = P_u - W_{nu} \cdot m \cdot n$$

V_{up} = Cortante por punzonamiento actuante.

V_{cp} = Resistencia al cortante por punzonamiento en el

concreto.

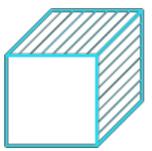
$$V_{cp} = \left(0.53 + \frac{1.1}{\beta_c} \right) \sqrt{f_c} \cdot c \cdot b \cdot d \leq 1.1 \sqrt{f_c} \cdot c \cdot b_o \cdot d \text{ (en kg y cm)}$$

$$\beta_c = \frac{D_{mayor}}{D_{menor}}, \quad \beta_c \leq 2 \rightarrow V_c = 1.1 \sqrt{f_c} \cdot c \cdot b_o \cdot d$$

$$b_o = 2m + 2n \text{ (perímetro de los planos de falla)}$$

Luego, se debe cumplir que:

$$\frac{V_{up}}{\phi} \leq V_{cp}$$



D. DISEÑO POR FLEXIÓN DE LA CIMENTACIÓN

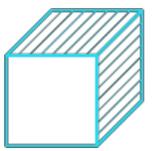
Para determinar el momento externo en cualquier sección de una zapata, es necesario trazar un plano vertical que atraviese la zapata y calcular el momento producido por las fuerzas que actúan sobre el área de la zapata que se quede a un lado de dicho plano vertical.

$$As = \frac{Mu}{\phi fy \left(d - \frac{a}{2}\right)} \quad a = \frac{As \cdot fy}{0.85 f'c \cdot b}$$

REFUERZO MÍNIMO

$$As_{min} = 0.0018b \cdot d \quad (\text{zapata, losa})$$

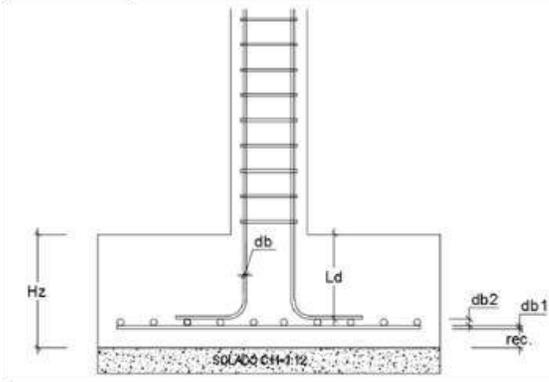
$$As_{min} = 0.70 \frac{\sqrt{f'c}}{fy} b \cdot d \quad (\text{viga})$$



1. PERALTE MINIMO DE CIMENTACION

DETERMINACION DEL PERALTE MINIMO DE LA CIMENTACION

El peralte mínimo de la cimentación de columnas y muros estructurales está en función de la longitud de desarrollo tanto en Tracción como en Compresión del acero de estos elementos.



H_z = Peralte de la cimentación
 $rec_{cim} := 7.5 \text{ cm}$ (recubrimiento)

$db_1 := \frac{5}{8} \text{ in}$ = diametro de malla inferior de la cimentación: X-X

$db_2 := \frac{5}{8} \text{ in}$ = diametro de malla inferior de la cimentación: Y-Y

$db := \frac{3}{4} \text{ in}$ = diametro de la mayor barra vertical del armado del muro o columna

L_d = Longitud de desarrollo (Tracción o Compresión)

MATERIALES Y PROPIEDADES DEL ACERO DE REFUERZO

$$f'_c := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

+

LONGITUD DE DESARROLLO EN TRACCION : L_{dh} (ACI 318-14 / 25.4.3)

$$\psi_e := 1 \quad \psi_c := 1.0 \quad \psi_r := 1 \quad \lambda := 1 \quad (\text{TABLA ACI 318-14 / 25.4.3.2})$$

$$\text{a) } L_{dh_{t1}} := \left(\frac{f_y \cdot \psi_e \cdot \psi_c \cdot \psi_r}{50 \frac{\text{lb} \cdot \text{ft}^2}{\text{in}} \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c}} \right) \cdot db = 16.396 \text{ in}$$

$$\text{b) } L_{dh_{t2}} := 8 \cdot db = 6 \text{ in}$$

$$\text{c) } L_{dh_{t3}} := 6 \text{ in}$$

LONGITUD DE DESARROLLO EN COMPRESION : L_{dh} (ACI 318-14 / 25.4.9)

$$\psi_e := 1 \quad \psi_c := 1 \quad \psi_r := 1 \quad \lambda := 1 \quad (\text{TABLA ACI 318-14 / 25.4.3.2})$$

$$\text{a) } L_{dh_{c1}} := \left(\frac{f_y \cdot \psi_r}{50 \frac{\text{lb} \cdot \text{ft}^2}{\text{in}} \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c}} \right) \cdot db = 16.396 \text{ in}$$

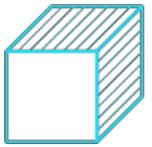
$$\text{b) } L_{dh_{c2}} := 0.0003 \frac{\text{in}^2}{\text{lb} \cdot \text{ft}} \cdot f_y \cdot \psi_r \cdot db = 13.441 \text{ in}$$

$$\text{c) } L_{dh_{c3}} := 8 \text{ in}$$

LA LONGITUD DE DESARROLLO SERA: $L_d := \max(L_{dh_{t1}}, L_{dh_{t2}}, L_{dh_{t3}}, L_{dh_{c1}}, L_{dh_{c2}}, L_{dh_{c3}}) = 41.645 \text{ cm}$

PERALTE MINIMO DE LA CIMENTACION: $H_z := L_d + rec_{cim} + db_1 + db_2 = 0.523 \text{ m}$

peralte minimo: $H_z := \text{Ceil}(H_z, 0.05 \text{ m}) = 0.55 \text{ m}$



2. CAPACIDAD DE CARGA DE LA CIMENTACION

CAPACIDAD PORTANTE DE CIMENTACION

- Peso específico del suelo: $\gamma_s := 18.7 \frac{kN}{m^3}$

- Angulo de friccion interna: $\phi_{suelo} := 16.49 \text{ deg}$

- cohesion: $c' := 0.21 \frac{kgf}{cm^2}$

El ancho y el largo se toman igual al diametro para cimentaciones circulares

- Factor de seguridad: $FS := 3$

- Profundidad de desplante: $D_f := 2.1 \text{ m}$

- Ancho de cimentacion: $B := 2 \text{ m}$

- Largo de cimentacion: $L := 2 \text{ m}$

FALLA LOCAL POR CORTE

Factores de capacidad de carga:

$$N_c = 10.258$$

$$N_q = 3.024$$

$$N_\gamma = 0.308$$

Cimentacion continua o corrida

$$q_u := \frac{2}{3} c' \cdot N_c + \gamma_s \cdot D_f \cdot N_q + \frac{1}{2} \gamma_s \cdot B \cdot N_\gamma = 2.706 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$q_{adm_CC2} := \frac{q_u}{FS} = 0.902 \frac{kgf}{cm^2}$$

Cimentacion cuadrada

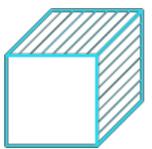
$$q_u := 1.3 \cdot \frac{2}{3} c' \cdot N_c + \gamma_s \cdot D_f \cdot N_q + 0.4 \gamma_s \cdot B \cdot N_\gamma = 3.125 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$q_{adm_CA2} := \frac{q_u}{FS} = 1.042 \frac{kgf}{cm^2}$$

Cimentacion circular

$$q_u := 1.3 \cdot \frac{2}{3} c' \cdot N_c + \gamma_s \cdot D_f \cdot N_q + 0.3 \gamma_s \cdot B \cdot N_\gamma = 3.113 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$q_{adm_CI2} := \frac{q_u}{FS} = 1.038 \frac{kgf}{cm^2}$$

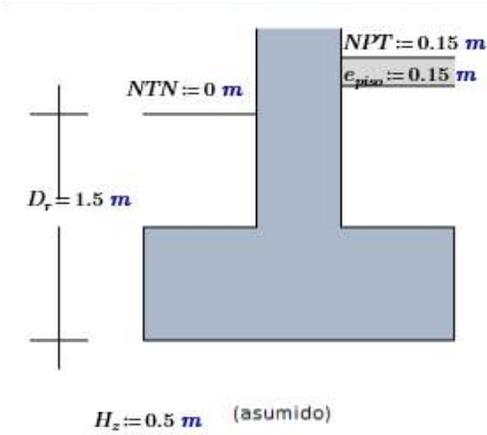


Terzaghi descubrió que la FALLA GENERAL, se produce en ARCILLAS DURAS y ARENAS DENSAS, y el CORTE LOCAL, se produce en ARCILLAS SENSIBLES o BLANDAS y ARENAS SUeltas.

TIPO DE CIMENTACION: *tipo* := "CIMENTACION CUADRADA"



por lo tanto se toma : $q_{adm} = 1.042 \frac{kgf}{cm^2}$ $D_r := 1.50 \text{ m}$



sobrecarga: $sc := 250 \frac{kgf}{m^2}$
 Peso específico de concreto simple: $\gamma_{CS} := 2.3 \frac{tonnef}{m^3}$

- Capacidad neta

- Cargas de gravedad:

$$q_{neta} := q_{adm} - sc - e_{piso} \cdot \gamma_{CS} - (D_r + NPT - H_z - e_{piso}) \cdot \gamma_s = 7.915 \frac{tonnef}{m^2}$$

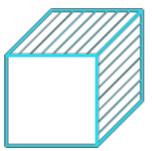
- Cargas de gravedad + sismo:

$$q_{neta} := 1.3 q_{adm} - sc - e_{piso} \cdot \gamma_{CS} - (D_r + NPT - H_z - e_{piso}) \cdot \gamma_s = 11.04 \frac{tonnef}{m^2}$$

CALCULO DEL MODULO DE REACCION

- Modulo de reaccion de Winkler, de la tabla extraida de la tesis de maestria: "INTERACCIÓN SUELO - ESTRUCTURAS: SEMI-ESPACIO DE WINKLER", UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CATALUÑA, BARCELONA - ESPAÑA. 1993 (AUTOR. NELSON MORRINSON)

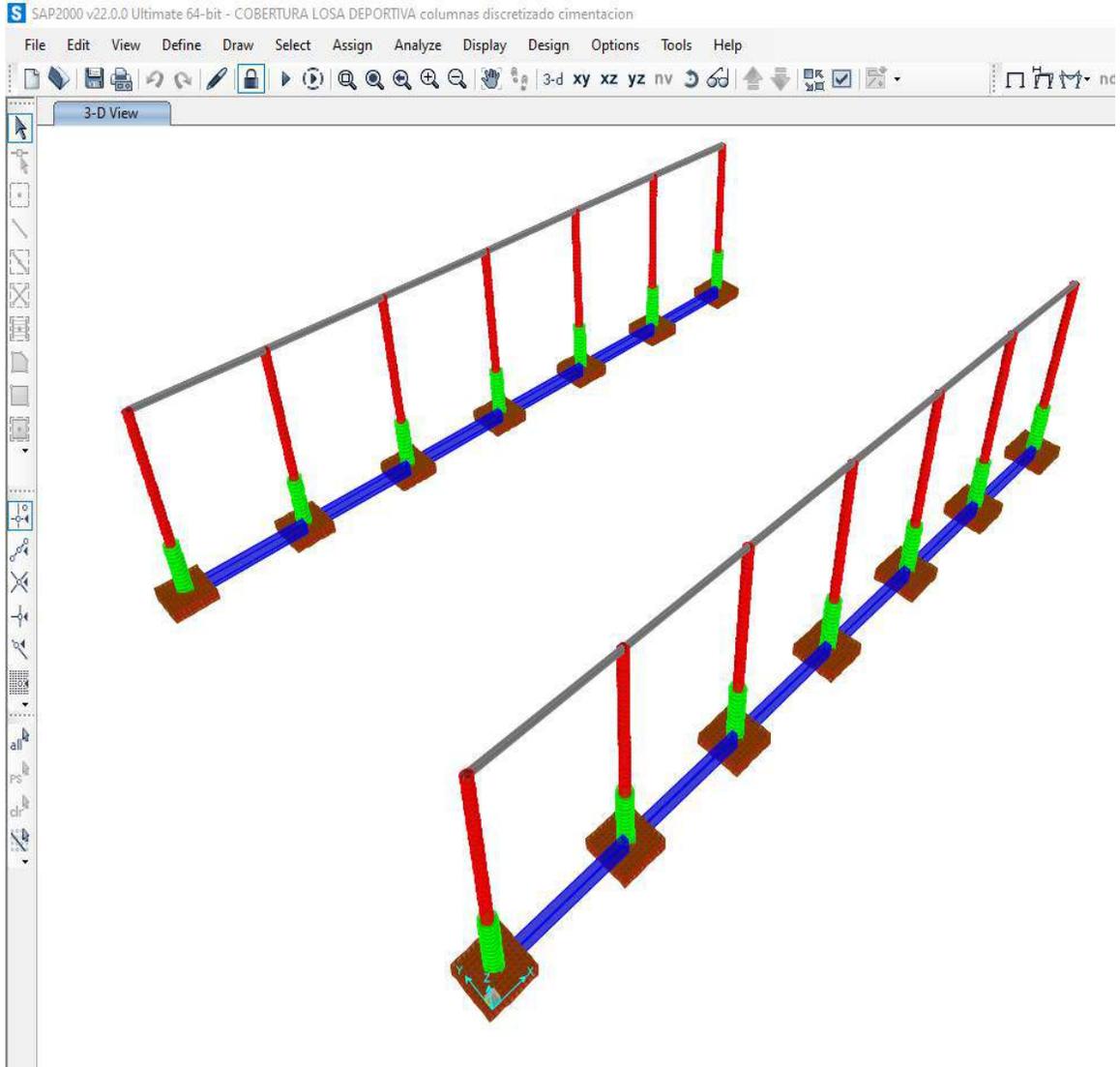
$$K_{winkler} = 2275.071 \frac{tonnef}{m^3}$$



3. CIMENTACION COBERTURA LOSA DEPORTIVA

Figura 18

Cimentación Cobertura losa Deportiva



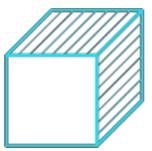
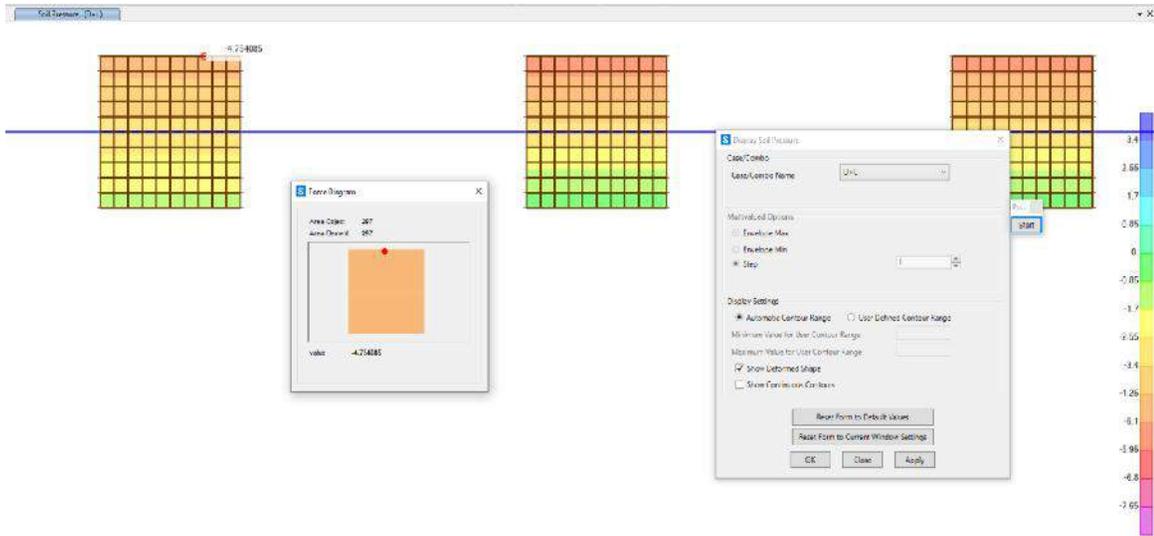


Figura 19

Esfuerzos en el Suelo por Cargas de Gravedad



Esfuerzo neto en el suelo:

$$\sigma_n = 7.915 \text{ ton/m}^2$$

Esfuerzo máximo en el suelo

$$\sigma_s = 4.75 \text{ ton/m}^2$$

CORRECTO

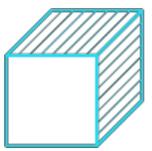
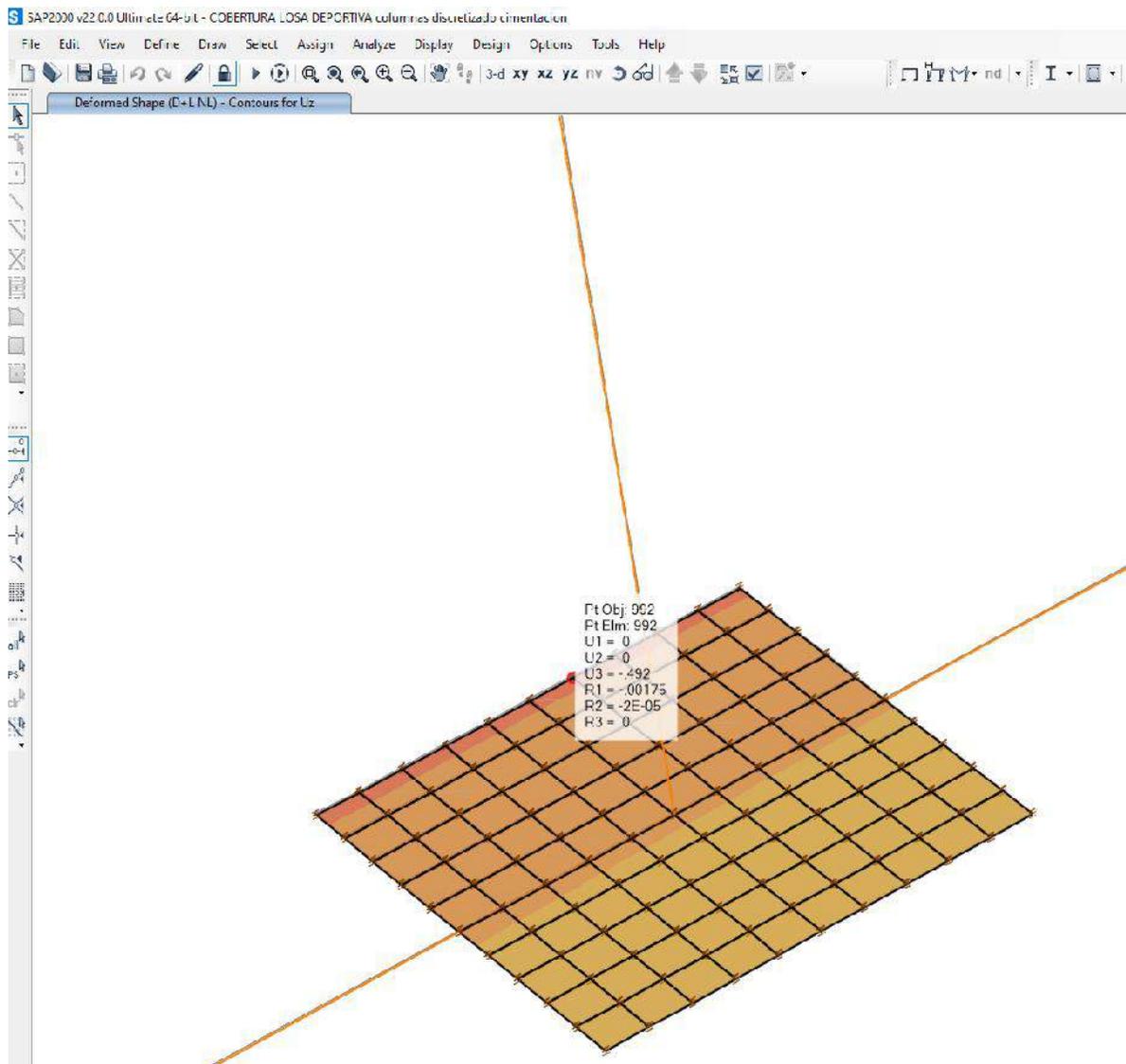


Figura 20

Asentamientos

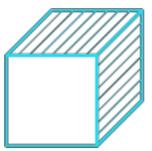


Asentamiento máximo según el E050:

$\Delta = 1.05 \text{ cm}$

El asentamiento máximo en la cimentación es de 0.492cm, por lo tanto, es menor que el asentamiento máximo permitido en el suelo.

CORRECTO



DISEÑO POR FLEXION EN CIMENTACION

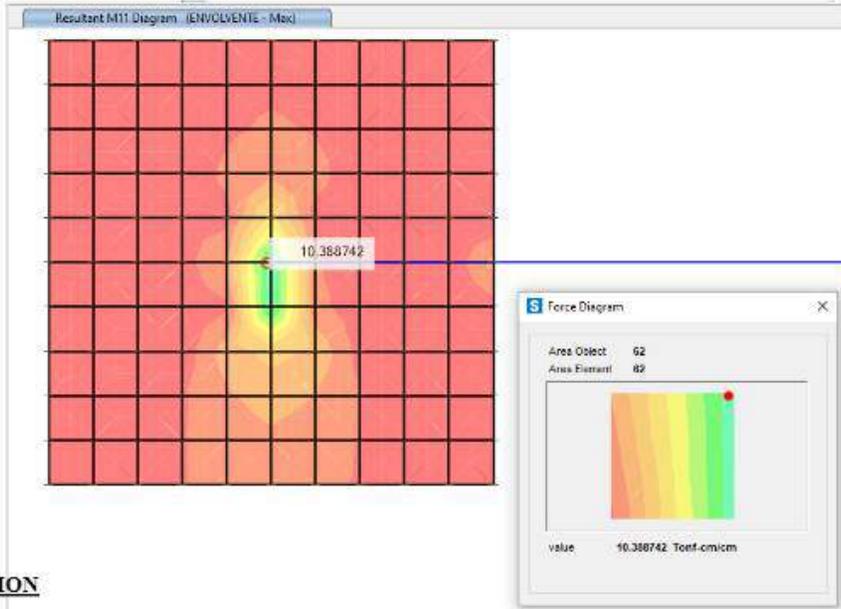
DISEÑO POR FLEXION

$$\phi_b := \frac{5}{8} \text{ in}$$

$$b := 1 \text{ m}$$

$$hz := 0.60 \text{ m}$$

$$d := hz - rec_{cim} - \frac{\phi_b}{2} = 51.706 \text{ cm}$$



DISEÑO POR FLEXION

$$M_u := 10.39 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$a := d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot M_u}{0.765 \cdot f'c \cdot b}} = 1.266 \text{ cm} \quad A_s := \frac{M_u}{0.9 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} = 5.382 \text{ cm}^2$$

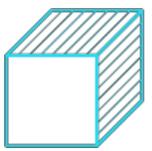
$$Asb := \text{Round} \left(\frac{\pi \cdot \phi_b^2}{4}, 0.01 \text{ cm}^2 \right) = 1.98 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{min} := 0.0018$$

$$As_{min} := \rho_{min} \cdot b \cdot hz = 10.8 \text{ cm}^2$$

$$A_s := \max(A_s, As_{min}) = 10.8 \text{ cm}^2$$

$$\text{espaciamiento: } S := \text{Floor} \left(\frac{Asb}{A_s} \cdot b, 2.5 \text{ cm} \right) = 0.175 \text{ m}$$



E. DISEÑO ESTRUCTURAL EN ACERO

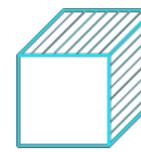
a) COMBINACIONES DE CARGA

Para calcular la Carga final, se emplearon las agrupaciones de Carga Muerta, Viva y Sismos, establecidas en el Artículo 9.2 de la Norma Técnica E.060 del R.N.E.

Figura 21

Combinaciones de Carga en el Diseño Estructural de Acero

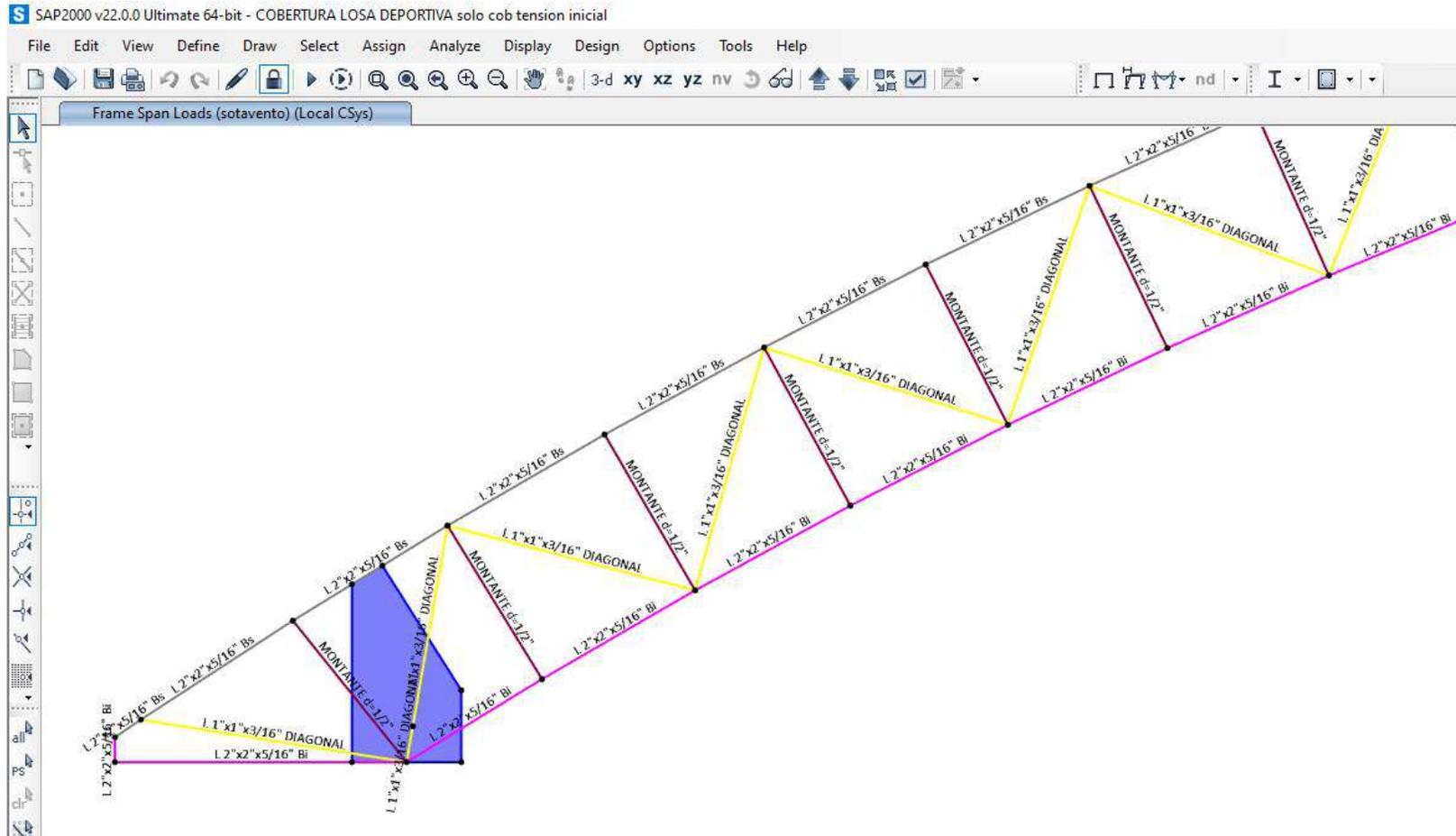
Define Combination of Load Case/Combo Results	
Load Name	Scale Factor
1.4D	1
1.2D+1.6L	1
1.2D+1.6L+0.8W	1
1.2D+0.5L+1.3W	1
0.9D+1.3W	1

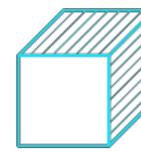


b) DISEÑO DE ARCO METALICO TIPO: AM-01

Figura 22

Diseño de Arco Metálico Tipo: AM-01

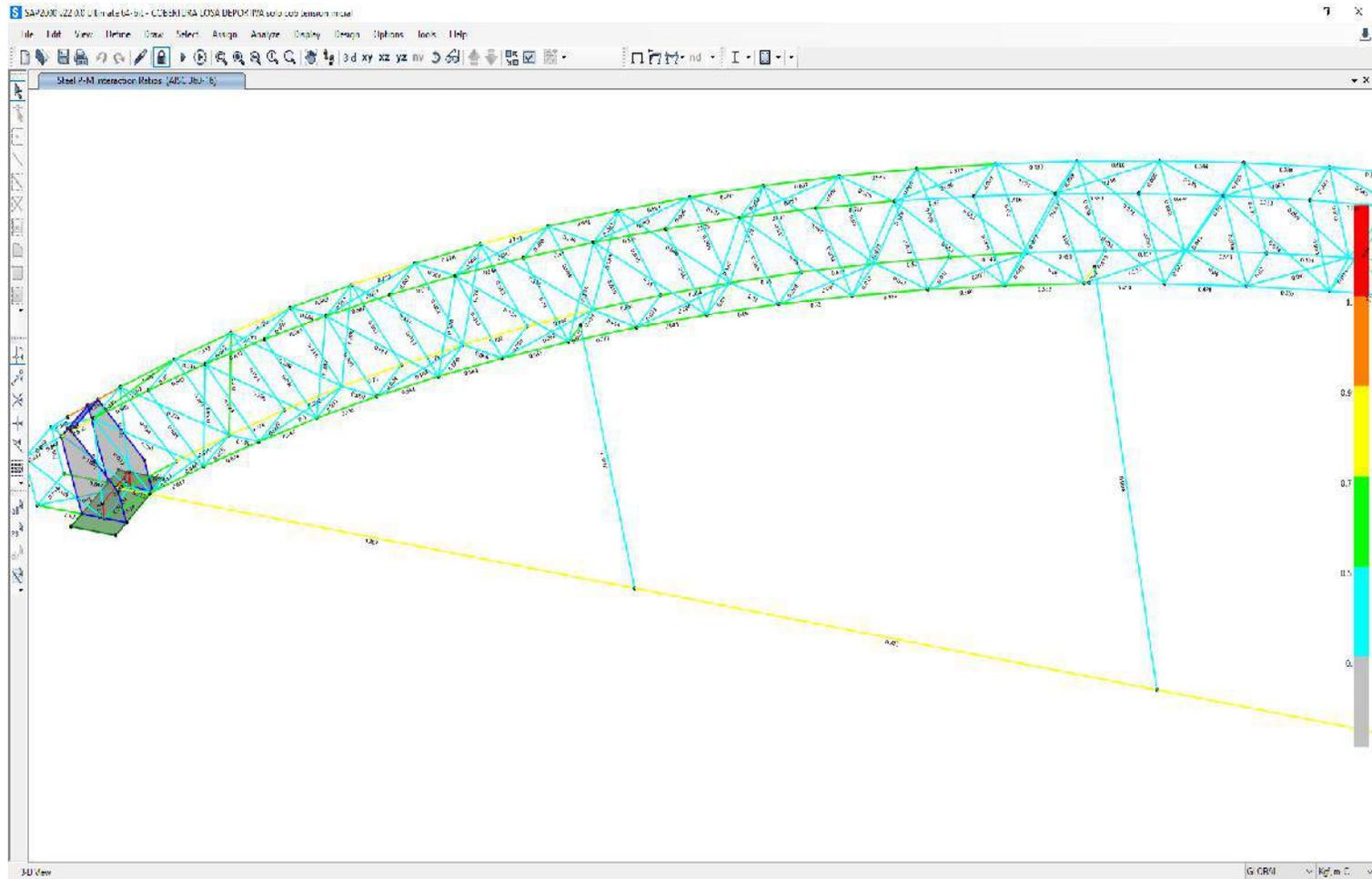


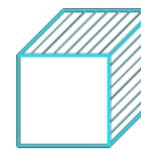


RATIO DEMANDA / CAPACIDAD DE LOS ELEMENTOS DE ACERO DEL ARCO METALICO AM-01

Figura 23

Capacidad de los Elementos de Acero del Arco Metálico AM-01

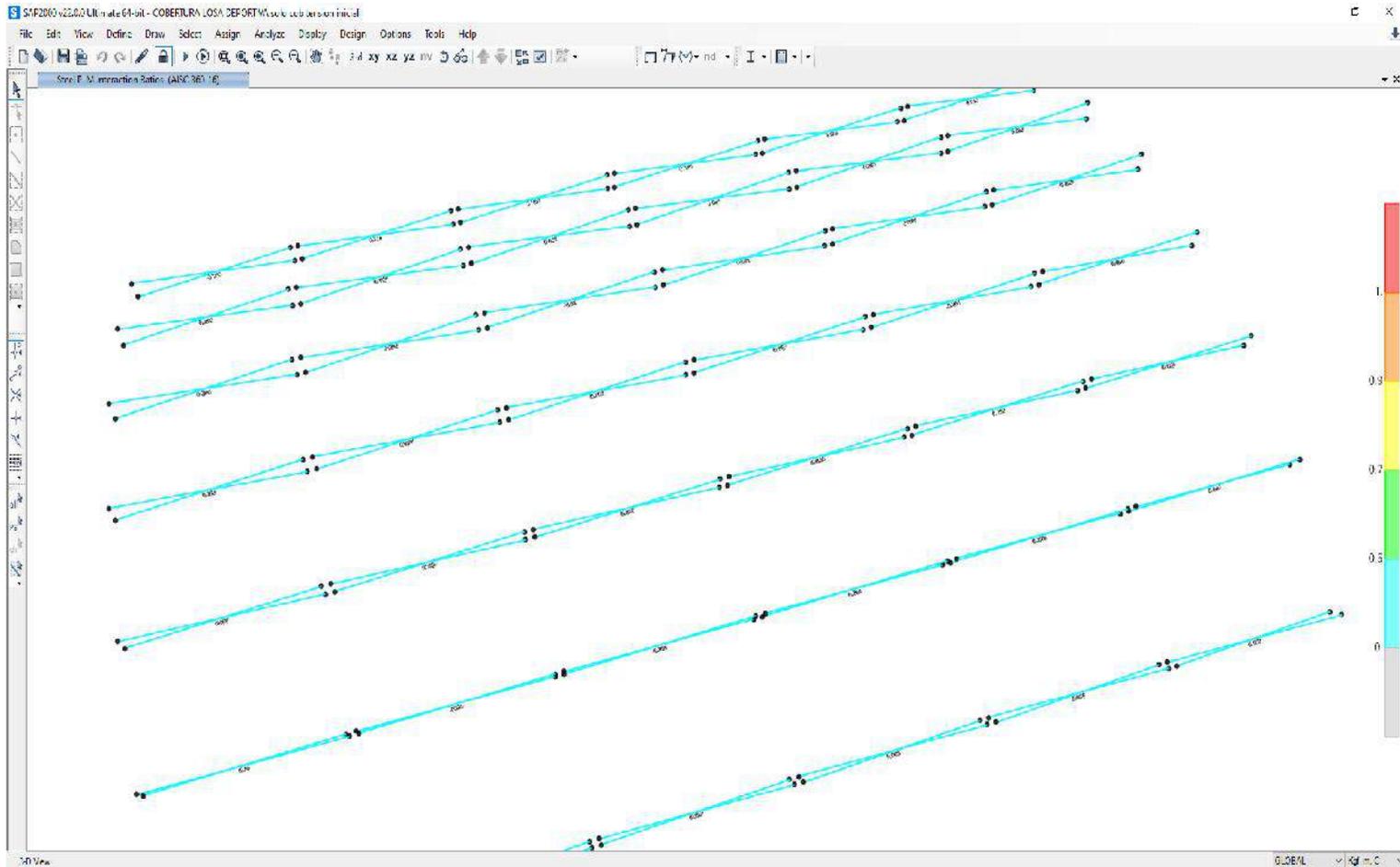


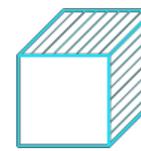


RATIO DEMANDA / CAPACIDAD DE LOS ELEMENTOS DE ACERO DE LA CRUZ DE SAN ANDRES

Figura 24

Capacidad de los Elementos de Acero de la Cruz de San Andrés

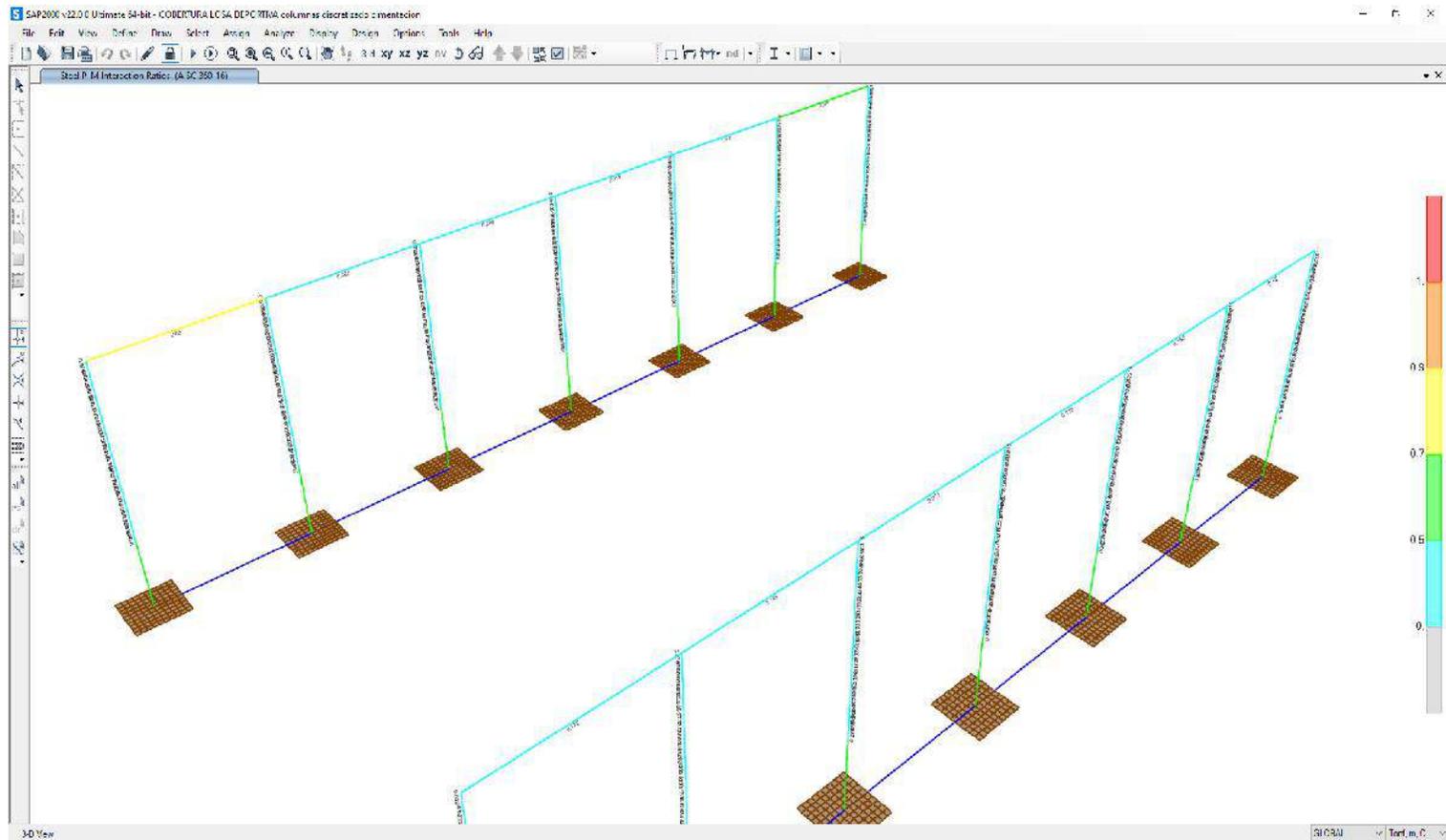


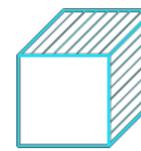


RATIO DEMANDA / CAPACIDAD DE VIGAS Y COLUMNAS

Figura 25

Capacidad de Vigas y Columnas

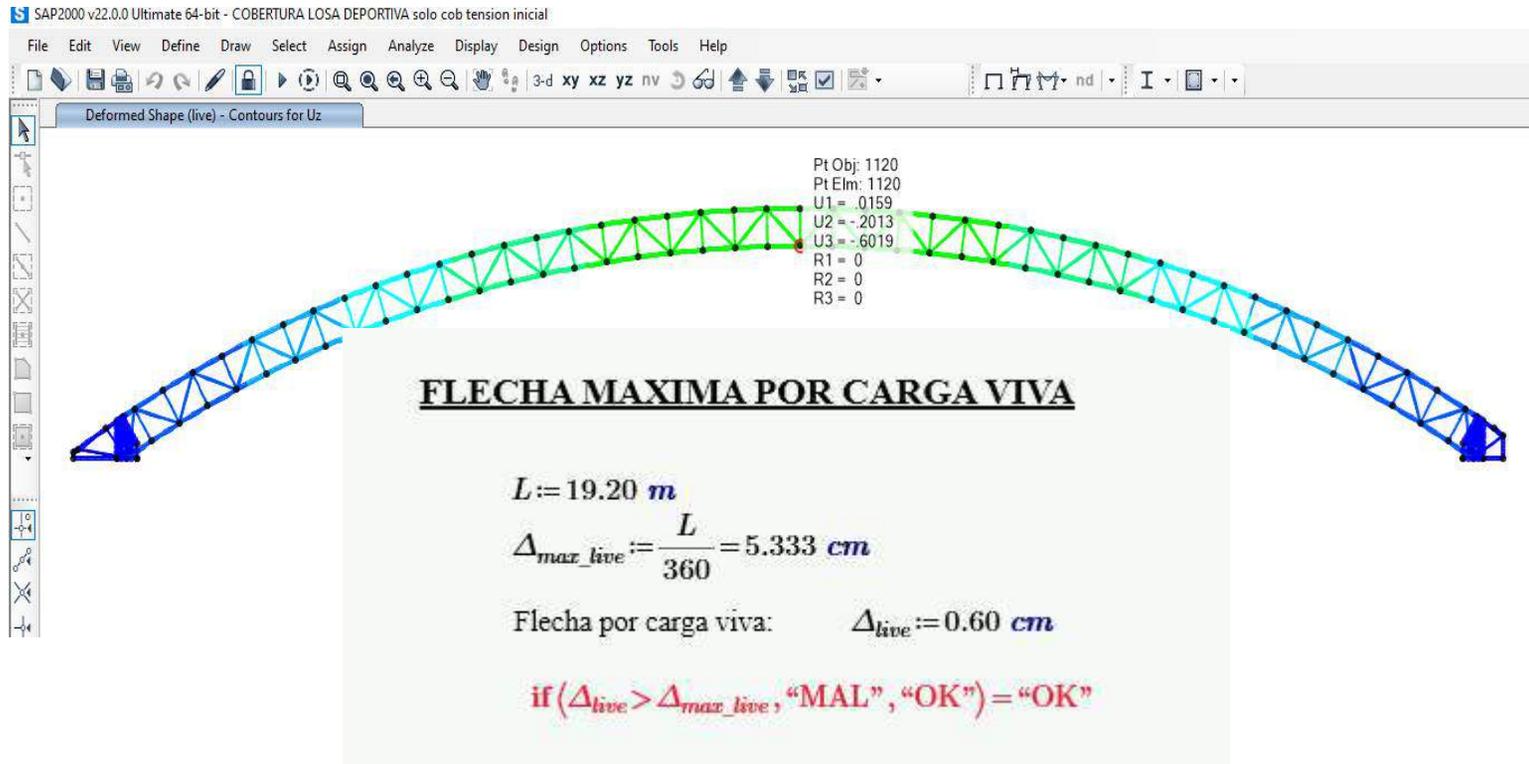


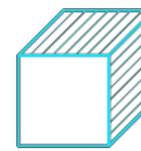


FLECHA EN TIJERAL POR CARGA VIVA: AM-01

Figura 26

Flecha en Tijeral por Carga Viva: AM-01

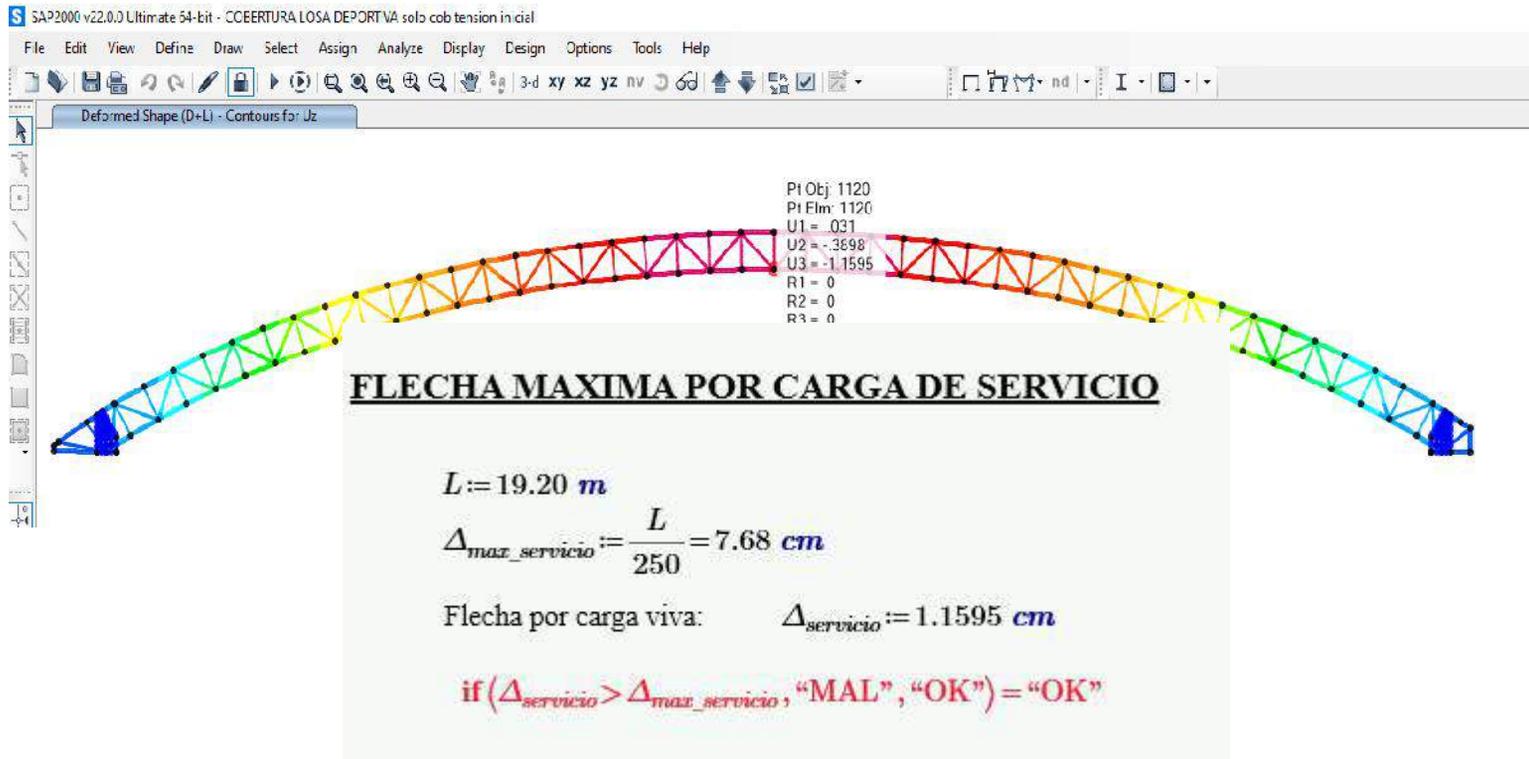


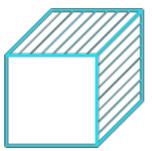


FLECHA EN TIJERAL POR CARGA DE SERVICIO: AM-01

Figura 27

Flecha en Tijeral por Carga de Servicio: AM-01





c) DISEÑO DE CORREAS METALICAS

DISEÑO DE ELEMENTOS TUBULARES RECTANGULARES A FLEXION Y CORTE

CORREAS O VIGUETAS

1) PROPIEDADES DEL MATERIAL

ACERO A500 GrB

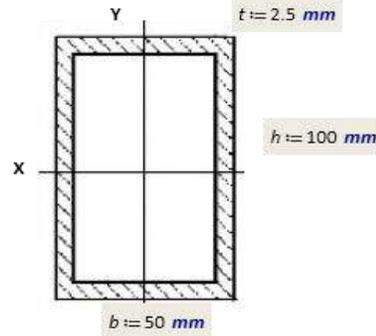
- $f_y := 46 \text{ ksi} = 3234.12 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
- $F_u := 58 \text{ ksi} = 4077.804 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
- $E_s := 29000 \text{ ksi} = 2038901.781 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
- $\nu := 0.3$
- $\gamma_s := 7.849 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$

$$Z_x := 2 \cdot \left(t \cdot \left(\frac{h}{2} - t \right)^2 \right) + b \cdot t \cdot \left(\frac{h-t}{2} \right) = 23.469 \text{ cm}^3$$

$$P_p := A \cdot \gamma_s = 5.691 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$S_x := \frac{I_{gx}}{0.5 h} = 19.03 \text{ cm}^3$$

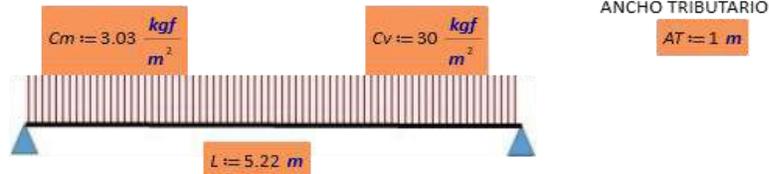
2) PROPIEDADES DE LA SECCION PROPUESTA



$$A := b \cdot h - (b - 2 \cdot t) \cdot (h - 2 \cdot t) = 7.25 \text{ cm}^2$$

$$I_{gx} := b \cdot \frac{h^3}{12} - (b - 2 \cdot t) \cdot \frac{(h - 2 \cdot t)^3}{12} = 95.151 \text{ cm}^4$$

3) CARGAS



3.1 CARGA DISTRIBUIDA EN LA VIGA POR UNIDAD DE LONGITUD

$$WD := AT \cdot Cm + P_p = 8.721 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$WL := AT \cdot Cv = 30 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

3.2 CARGA ULTIMA

$$W_u := \max(1.4 WD, 1.2 WD + 1.6 WL) = 58.465 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

3.3 CARGA EN SERVICIO

$$W_s := WD + WL = 38.721 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

4) FLECHA MAXIMA PARA ELEMENTOS SIMPLEMENTE APOYADOS POR CARGA VIVA

$$\Delta_{lim} := \frac{L}{360} = 1.45 \text{ cm}$$

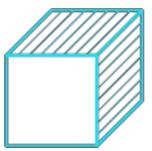
$$\Delta_{max} := \frac{(5 \cdot WL \cdot 0.8 \cdot L^4)}{384 \cdot E_s \cdot I_{gx}} = 1.196 \text{ cm}$$

if ($\Delta_{lim} < \Delta_{max}$, "AUMENTAR SECCION", "SECCION CORRECTA") = "SECCION CORRECTA"

5) INERCIA MINIMA DE LA SECCION

$$I_{min} := \frac{(5 \cdot WL \cdot L^4)}{384 \cdot E_s \cdot \Delta_{lim}} = 98.102 \text{ cm}^4$$

if ($I_{min} > I_{gx}$, "AUMENTAR SECCION", "SECCION CORRECTA") = "AUMENTAR SECCION"



6) VERIFICACION A FLEXION DEL TUBO RECTANGULAR

6.1 PANDEO LOCAL

Se revisa la esbeltez del ala y alma con el fin de determinar si la seccion es esbelta o compacta

a) PARA LAS ALAS, SE TIENE

$$\lambda_{ala} := \frac{b}{t} = 20 \quad \text{Esbeltez del ala de la seccion}$$

$$\lambda_{p_ala} := 1.12 \cdot \sqrt{\frac{E_s}{f_y}} = 28.121 \quad \text{Limite entre alas compactas y no compactas}$$

$$\lambda_{r_ala} := 1.40 \cdot \sqrt{\frac{E_s}{f_y}} = 35.152 \quad \text{Limite entre alas no compactas y esbeltas}$$

BAJO ESTOS PARAMETROS SE CLASIFICA LA SECCION COMO:

if ($\lambda_{ala} < \lambda_{p_ala}$, "SECCION COMPACTA", **if** ($\lambda_{ala} < \lambda_{r_ala}$, "SECCION NO COMPACTA", "SECCION ESBELTA")) = "SECCION COMPACTA"

a) PARA LAS ALMAS, SE TIENE

$$\lambda_{alma} := \frac{h}{t} = 40 \quad \text{Esbeltez del alma de la seccion}$$

$$\lambda_{p_alma} := 2.42 \cdot \sqrt{\frac{E_s}{f_y}} = 60.762 \quad \text{Limite entre almas compactas y no compactas}$$

$$\lambda_{r_alma} := 5.70 \cdot \sqrt{\frac{E_s}{f_y}} = 143.118 \quad \text{Limite entre almas no compactas y esbeltas}$$

BAJO ESTOS PARAMETROS SE CLASIFICA LA SECCION COMO:

if ($\lambda_{alma} < \lambda_{p_alma}$, "SECCION COMPACTA", **if** ($\lambda_{alma} < \lambda_{r_alma}$, "SECCION NO COMPACTA", "SECCION ESBELTA")) = "SECCION COMPACTA"

6.2 RESISTENCIA A FLEXION DEL ELEMENTO TUBULAR

a) CALCULO DEL MOMENTO PLASTICO Y MODULO DE SECCION EFECTIVO

$$M_p := Z_x \cdot f_y = 759.008 \text{ kgf} \cdot \text{m} \quad \text{Momento plastico}$$

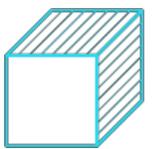
$$b_e := \min \left(b, 1.92 \cdot t \cdot \sqrt{\frac{E_s}{f_y}} \left(1 - \frac{0.38}{\frac{b}{t}} \cdot \sqrt{\frac{E_s}{f_y}} \right) \right) = 50 \text{ mm} \quad \text{Ancho efectivo del ala en compresion}$$

Para el calculo del modulo de seccion efectivo S_e debemos calcular la inercia efectiva I_e , para ello le restamos a la inercia de la seccion la inercia producida por el ancho no efectivo $b - b_e$ (solo aplica para secciones esbeltas)

$$b - b_e = 0 \text{ mm} \quad \text{Ancho no efectivo del ala en compresion}$$

$$I_e := I_{gx} - \left((b - b_e) \cdot \frac{t^3}{12} + (b - b_e) \cdot t \cdot \left(\frac{(h - t)}{2} \right)^2 \right) = 95.151 \text{ cm}^4 \quad \text{Inercia efectiva de la seccion}$$

$$S_e := \frac{I_e}{0.5 \cdot h} = 19.03 \text{ cm}^3 \quad \text{Modulo efectivo de la seccion}$$



b) CALCULO DE RESISTENCIA A FLEXION

Luego, en funcion a la esbeltez de la seccion se calcula la resistencia a flexion:

Si, $\lambda_{ala} < \lambda_{p_ala}$ y $\lambda_{alma} < \lambda_{p_alma}$ alas y almas compactas:

$$M_{n1} := M_p = 759.008 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Si, $\lambda_{p_ala} \leq \lambda_{ala} < \lambda_{r_ala}$ alas no compactas:

$$M_{n2} := \min \left(M_p, M_p - (M_p - f_y \cdot S_x) \cdot \left(3.57 \cdot \frac{b}{t} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{E_s}} - 4 \right) \right) = 759.008 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Si, $\lambda_{p_ala} \geq \lambda_{r_ala}$ alas esbeltas:

$$M_{n3} := \min (M_p, f_y \cdot S_x) = 615.46 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Si, $\lambda_{p_alma} \leq \lambda_{alma}$ almas no compactas o esbeltas:

$$M_{n4} := \min \left(M_p, M_p - (M_p - f_y \cdot S_x) \cdot \left(0.305 \cdot \frac{h}{t} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{E_s}} - 0.738 \right) \right) = 759.008 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Finalmente, se obtiene la resistencia nominal a flexion

$$M_n := \text{if} (\lambda_{ala} < \lambda_{p_ala}, \min (M_{n1}, M_{n4}), \text{if} (\lambda_{ala} < \lambda_{r_ala}, \min (M_{n2}, M_{n4}), \min (M_{n3}, M_{n4})))$$

$$M_n = 759.008 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Resistencia nominal a flexion

$$\phi_f = 0.9$$

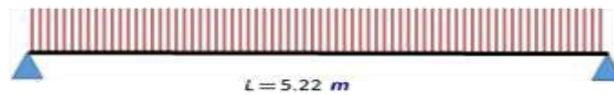
Factor de reduccion de esfuerzos a flexion

$$\phi_f \cdot M_n = 683.107 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Capacidad ultima de la seccion

c) RATIO DEMANDA / CAPACIDAD

$$Wu = 58.465 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$



Reacciones:

$$R1 := Wu \cdot \frac{L}{2} = 152.593 \text{ kgf}$$

Ecuacion del cortante:

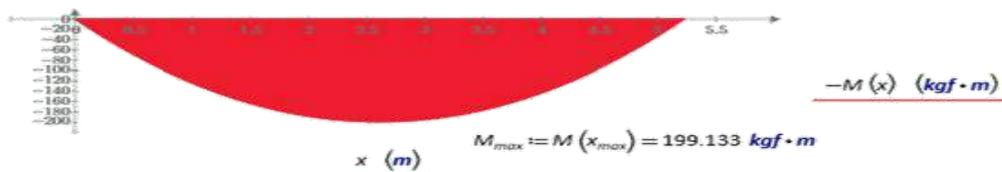
$$V(x) := R1 - Wu \cdot x$$

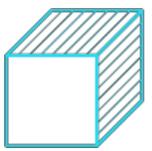
Ecuacion del momento:

$$M(x) := R1 \cdot x - Wu \cdot \frac{x^2}{2}$$

$$x_{max} := \frac{R1}{Wu} = 2.61 \text{ m}$$

$$x := 0, 0.01 \text{ m} \dots L$$





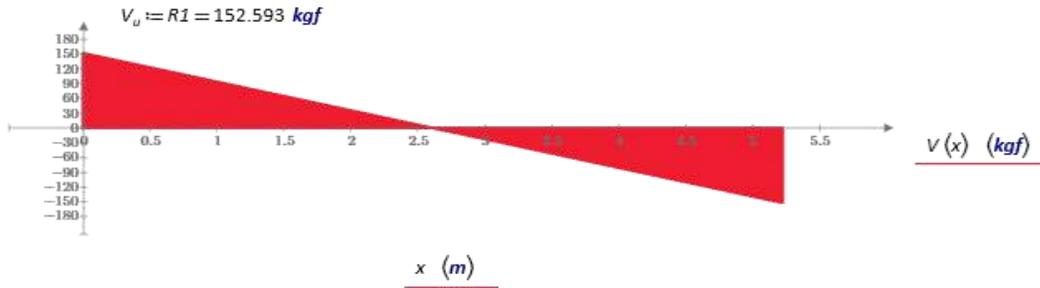
$$M_u := M_{max} = 199.133 \text{ kgf} \cdot m$$

$$ratio := \frac{M_u}{\phi_f \cdot M_n} = 0.292 \quad \text{Relacion demanda / capacidad}$$

if (ratio ≤ 1, "OK", "NO CUMPLE") = "OK"

+

7) VERIFICACION A CORTE DEL TUBO RECTANGULAR



$$A_w := 2 \cdot h \cdot t = 5 \text{ cm}^2$$

área del alma

$$k_v := 5.0$$

Perfiles tubulares cuadrados / rectangulares

Para obtener el valor del coeficiente C_v , es necesario revisar la esbeltez del alma

$$\lambda_{alma} := \frac{h}{t} = 40$$

$$C_v := \text{if} \left(\lambda_{alma} \leq 1.10 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E_s}{f_y}}, 1, \text{if} \left(\lambda_{alma} \leq 1.37 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E_s}{f_y}}, \frac{1.10 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E_s}{f_y}}}{\frac{h}{t}}, \frac{1.51 \cdot k_v \cdot E_s}{\left(\frac{h}{t}\right)^2 \cdot f_y} \right) \right) = 1$$

$$\phi_v := 0.9$$

factor de reduccion de esfuerzos por corte

$$V_n := 0.6 \cdot C_v \cdot A_w \cdot f_y = 9702.36 \text{ kgf}$$

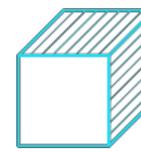
corte nominal

$$\phi_v \cdot V_n = 8732.124 \text{ kgf}$$

capacidad a corte de la seccion

$$ratio := \frac{V_u}{\phi_v \cdot V_n} = 0.017 \quad \text{Relacion demanda / capacidad}$$

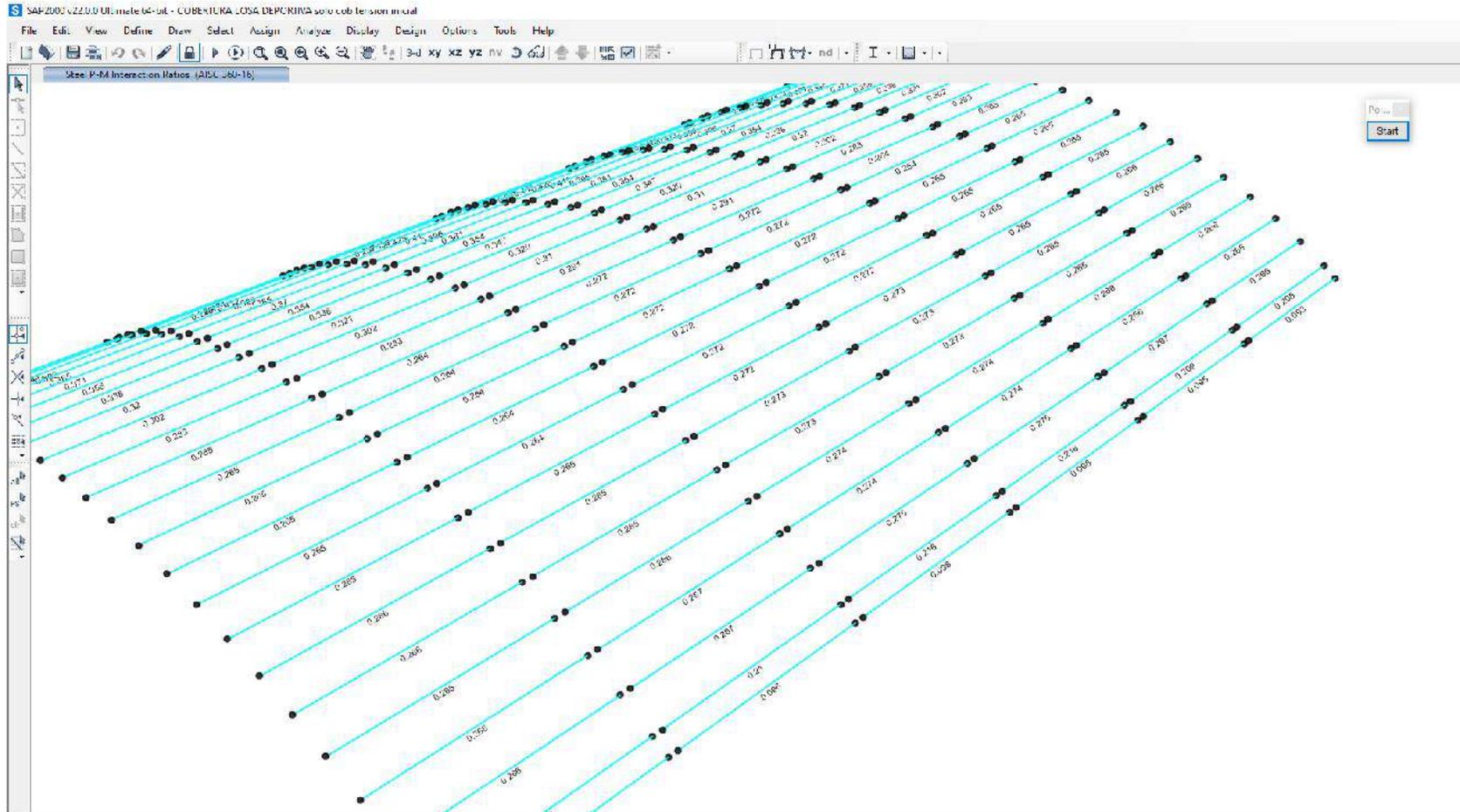
if (ratio ≤ 1, "OK", "NO CUMPLE") = "OK"



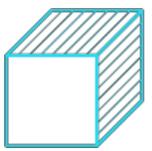
RATIOS DEMANDA / CAPACIDAD DE CORREAS METALICAS

Figura 28

Capacidad de Correas Metálicas



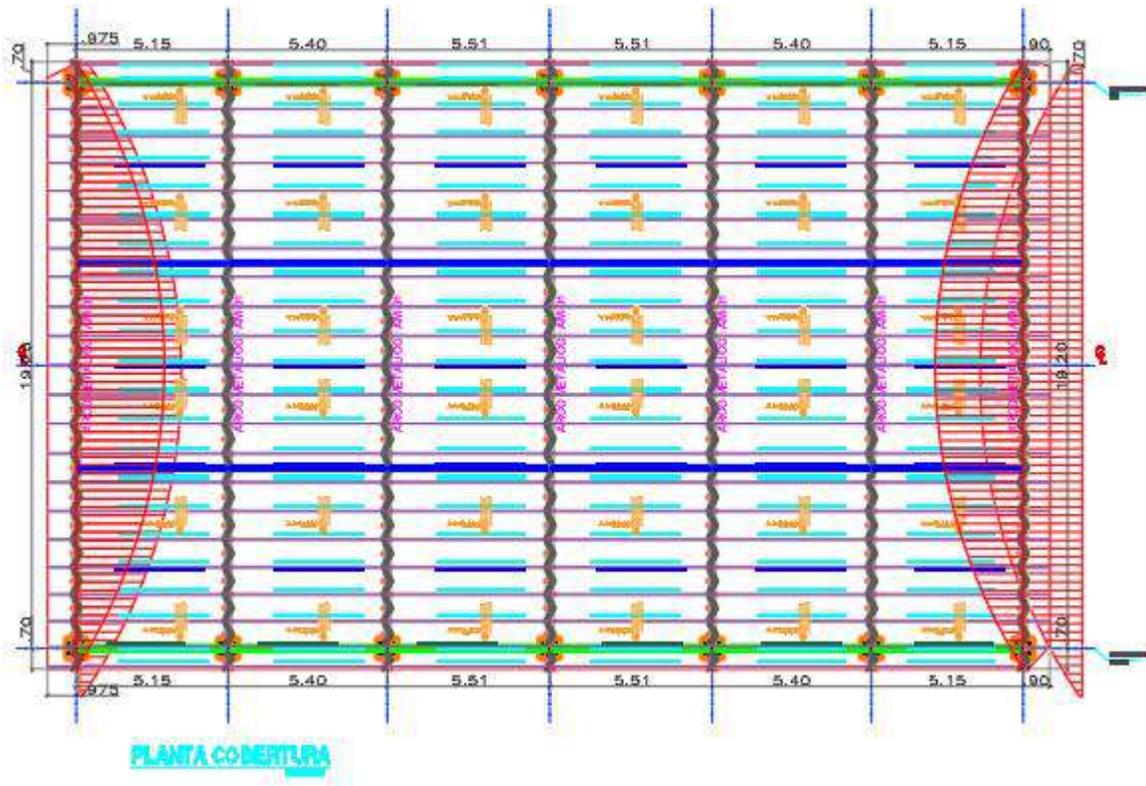
Las ratios son menores a 1, por lo tanto, la sección propuesta es correcta



3.1.3 Dimensionamiento

Figura 29

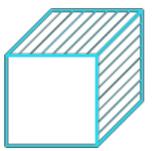
Plano de planta de techo de cobertura metálica.



3.1.4 Equipos utilizados

Para este proyecto de investigación se utilizarán los siguientes equipos:

- Software SAP2000.
- Hoja de Cálculo Excel.
- Hoja de Texto Microsoft Office Word.



3.1.5 Conceptos Básicos para el Diseño del Piloto

a) Diseño estructural

(Bowles, 2001) menciona que el diseño estructural es el proceso de seleccionar y combinar elementos estructurales y materiales para crear una estructura que satisfaga los requisitos de carga, estabilidad, seguridad, durabilidad y economía.

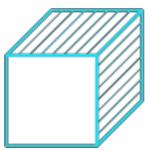
Este concepto destaca la importancia de seleccionar adecuadamente los elementos y materiales estructurales para crear una estructura segura y eficiente, cumpliendo con los requisitos de carga, estabilidad, seguridad, durabilidad y economía.

b) Análisis sísmico

Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente (2017) el análisis sísmico es el proceso de evaluar la respuesta dinámica de una estructura ante un evento sísmico, considerando las acciones sísmicas que se producirían en la estructura como resultado de la acción del terreno, así como la posible interacción entre las diferentes partes de la estructura.

Se debe tener en cuenta que:

- El diseño de una edificación debe garantizar que, en caso de un evento sísmico, la estructura no colapse, si bien puede presentar daños, estos no deben poner en riesgo la vida de las personas.
- Si se trata de edificaciones esenciales, su diseño estructural deberá ser capaz de resistir un terremoto de gran magnitud para garantizar que sigan siendo funcionales tras el evento sísmico.

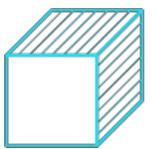


c) Sistema estructural

Conforme a la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente (2017) "el sistema estructural es el conjunto de elementos estructurales dispuestos de tal manera que forman una configuración capaz de resistir las cargas y fuerzas que actúan sobre la estructura y transmitirlas a los cimientos".

d) Mecánica de suelos

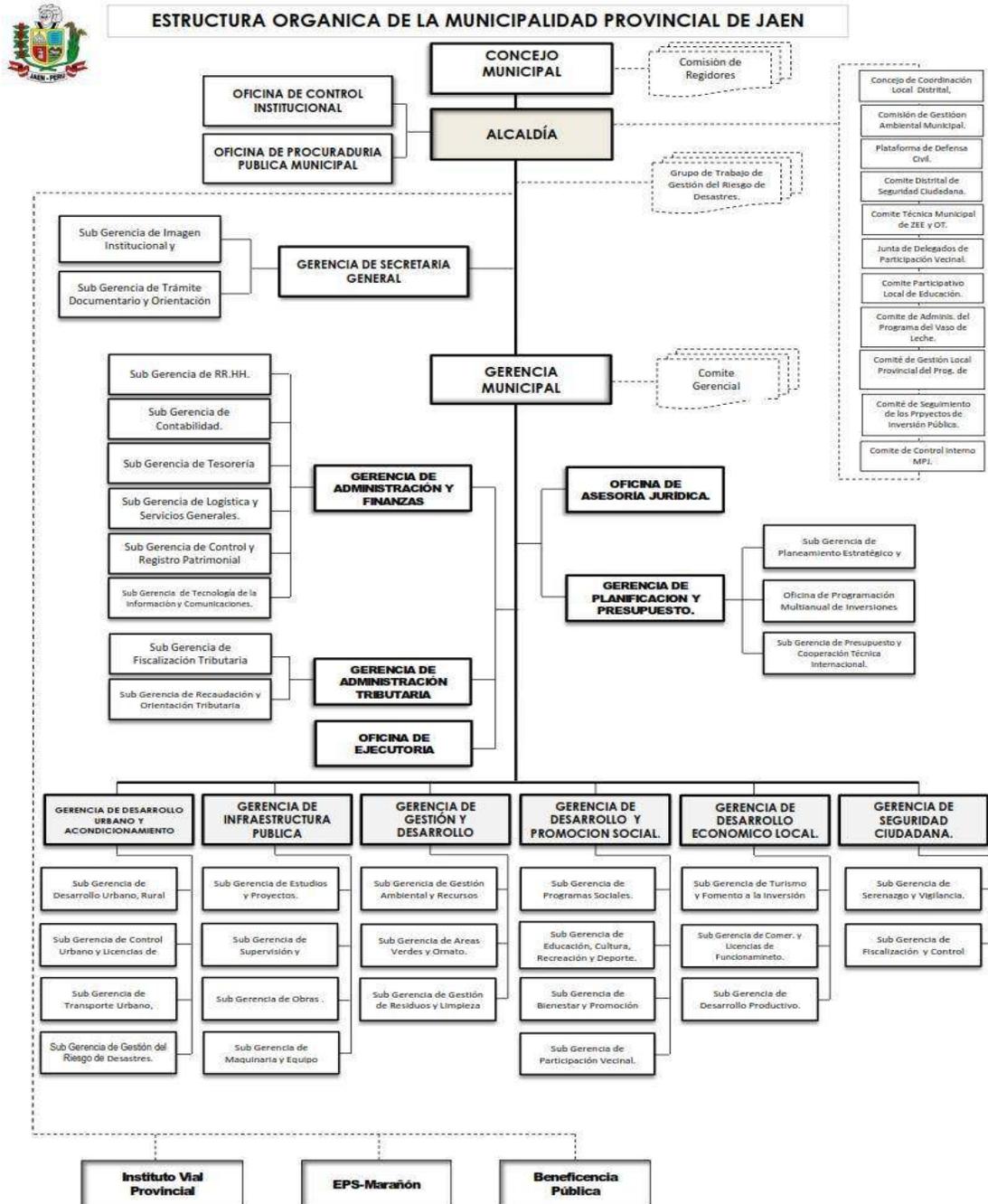
Según Nieto (1991) La Mecánica de Suelos se dedica al análisis de las propiedades de los distintos tipos de suelos en relación a diversos factores, como la carga y el tiempo. Proporciona al ingeniero las herramientas necesarias para evaluar su comportamiento y garantizar la estabilidad de las estructuras. En cualquier problema relacionado con la ingeniería, el suelo siempre ha sido un factor clave que debe ser considerado ya sea como base para las cimentaciones o como material de construcción.



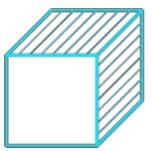
3.1.6 Estructura

Figura 30

Organigrama estructural del Municipalidad Provincial de Jaén



Nota. Se extrajo de la Municipalidad Provincial de Jaén (2023)



3.1.7. Elementos y funciones

a) Ingeniero Estructural

- Es el responsable de la parte estructural del proyecto.
- Coordina con los distintos especialistas que participan en el proyecto.
- Se encarga de realizar el diseño de la estructura de manera económica y que esta cumpla con lo establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

b) Ingeniero Geólogo

- Es el responsable de analizar las condiciones locales del suelo, para garantizar la seguridad e idoneidad del proyecto.
- investigan la probabilidad de que ocurra un terremoto en la zona, así mismo tratar de identificar fuerza y su impacto.

c) Técnico Cadista

- Es el encargado de elaborar los planos de detalle de las Especialidades.
- Realiza metrado de materiales para las especialidades según planos.
- Coordina con el ingeniero estructural para el apoyo con el plano de estructuras.

3.1.8. Planificación del Proyecto

Para desarrollar el siguiente trabajo de suficiencia profesional, se realizó según la programación mostrada a continuación:

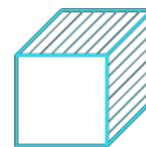
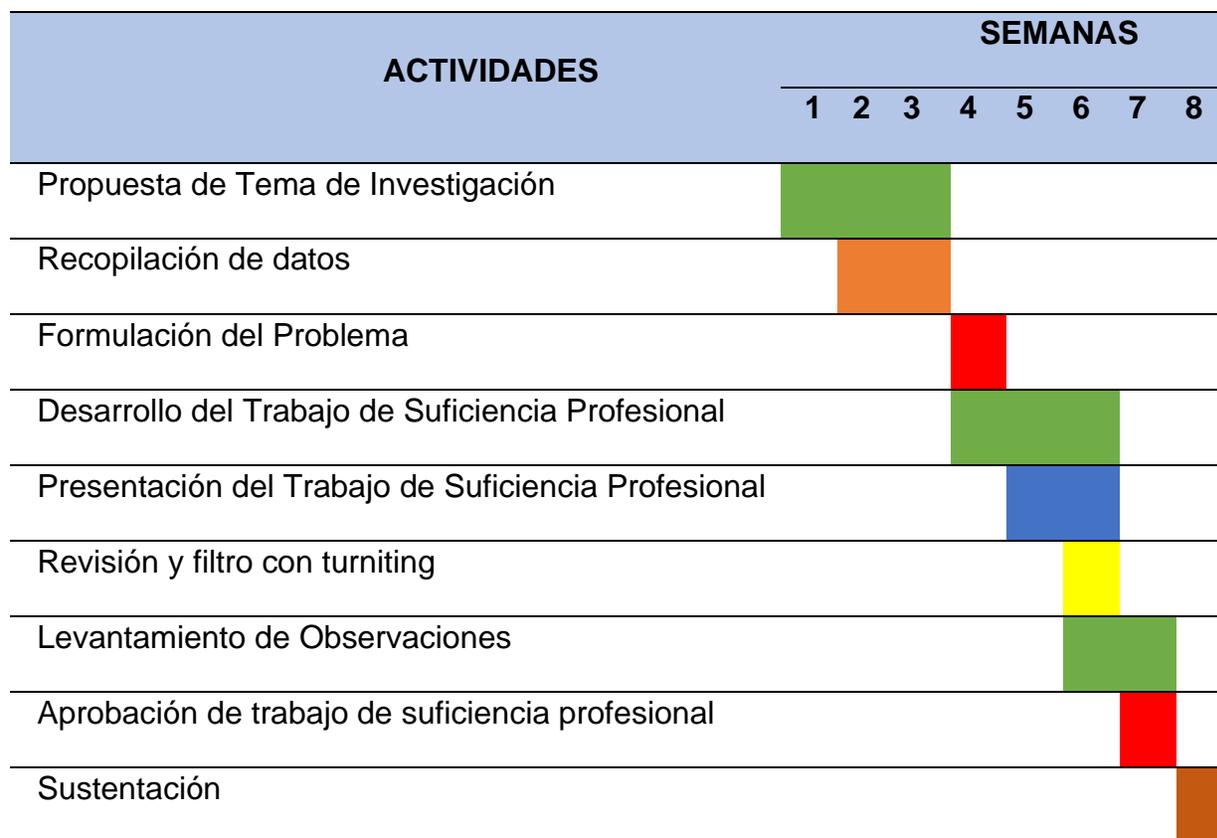


Tabla 6

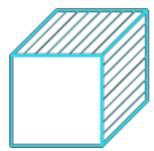
Diagrama de Gantt de actividades realizadas



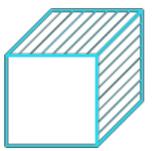
3.1.9. Servicios y Aplicaciones

A continuación, se describen las actividades realizadas durante el desarrollo del trabajo de suficiencia profesional, tomando como base la programación realizada en el diagrama Gantt:

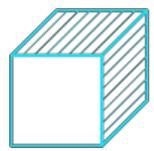
- **Propuesta del tema a investigar:** desde la semana 1 hasta semana 3, se revisó bibliografía referida a diferentes variables relacionadas con obras de construcción, específicamente en diseños estructurales de techos metálicos en losas deportivas.



- **Recopilación de datos:** se llevó acabo de la semana 2 hasta semana 3, se buscó recopilar la mayor información que sería de gran utilidad para desarrollar el trabajo de investigación.
- **Formulación del problema:** desarrollado en la semana 4, con la información necesaria se planteó el problema a investigar: ¿De qué manera el análisis y diseño estructural contribuye en techo metálico en la losa deportiva de la institución educativa N.º 16042 del sector Linderos, Jaén – Cajamarca, 2023?
- **Desarrollo del trabajo de suficiencia profesional:** se llevó acabo de la semana 4 hasta semana 6, con la revisión del expediente técnico, se empezó realizando la descripción y diseño del Proceso Desarrollado, Dando las conclusiones y recomendaciones necesarias según nuestros objetivos; Definimos el diseño metodológico, las referencias tomadas, el glosario de términos, los Índices y los anexos.
- **Presentación del trabajo de suficiencia profesional:** se llevó a cabo en la semana 5 y 6, se realizó la presentación progresiva del trabajo de suficiencia profesional, teniendo en cuenta el avance por capítulos.
- **Revisión y filtro con turniting:** se desarrolló la semana 6, de acuerdo a los avances por capítulos, el docente responsable revisaba y filtraba el trabajo de investigación, apoyándose, con el software del turniting, para identificar el porcentaje de similitud.
- **Levantamiento de observaciones:** semana 6 y 7, después de la revisión y filtrado, se proseguía el comunicado respectivo para realizar la mejora del trabajo.

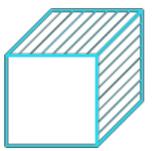


- **Aprobación de trabajo de suficiencia profesional:** En semana 7, se procedió a dar aprobación del trabajo de suficiencia profesional después de haber subsanado todas las observaciones.
- **Sustentación del trabajo de suficiencia profesional:** Durante la semana 8, se procedió a demostrar la capacidad profesional, con criterio técnico, demostrada en la presentación y argumentación del respectivo trabajo de suficiencia profesional ante un jurado designado por la universidad ALAS PERUANAS.

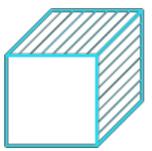


3.1. Conclusiones

- Se realizó el análisis y el diseño estructural para el techo metálico en la losa deportiva del proyecto “mejoramiento y ampliación de los servicios de educación, primaria y secundaria de la I.E. N° 16042 Francisco Bolognesi del sector Linderos – Jaén – Cajamarca” el cual contribuye a la modernización de la infraestructura educativa de la Provincia de Jaén, logrando cumplir con las normas técnicas E.020, E.050, E.030, E.060 y E.090 de reglamento nacional de edificaciones.
- De acuerdo a la investigación realizada para el estudio de mecánica de suelos para el techo metálico en la losa deportiva de la I.E. N° 16042 del sector Linderos, Jaén – Cajamarca, se consideró 8 calicatas de las cuales se determinó que el perfil de suelo S2 para las calicatas C – 2, C – 4, C – 5, C – 6, C – 7, C – 8, que corresponden a un suelo intermedio, debido a que los suelos cuentan con una resistencia al corte entre $(0.74 \text{ kg/cm}^2 - 0.99 \text{ kg/cm}^2)$. por lo que se requiere de una cimentación de zapatas continuas a 1.50m de profundidad y de 2.0 m de ancho.
- Se realizó el análisis y modelamiento para el techo metálico en la losa deportiva de la I.E. N° 16042 del sector Linderos, Jaén – Cajamarca, utilizando normas NTE E.030, E.020, E.090 y el programa SAP2000 para obtener la resistencia de la estructura y así mismo determinar si encuentra dentro de los rangos permitidos para su diseño.

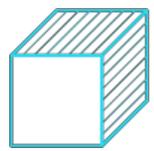


- A partir de los resultados obtenidos, se concluye que el diseño de las estructuras del techo parabólico de la losa deportiva ubicada en la institución educativa N° 16042 del sector Linderos, Jaén – Cajamarca, cumple con los requisitos establecidos por el R.N.E. en relación a las Normas técnica E.050 (Suelos y Cimentaciones), E.020 (Cargas), E.030 (Diseño Sismorresistente), E.060 (Concreto Armado) y E.090 (Estructuras Metálicas). Esto garantiza un comportamiento estructural adecuado de la edificación.



3.2. Recomendaciones

- Se sugiere seguir las pautas establecidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones al analizar y diseñar estructuras, ya que esto garantizará que la estructura tenga un diseño apropiado, además también contaremos con una mayor certeza que se logre cumplir con el periodo de diseño y desempeñarse de manera apropiada ante las diferentes cargas.
- Se recomienda que siempre los estudios de mecánica de suelos se realicen en laboratorios autorizados.
- Se recomienda que al momento de realizar el análisis y modelamiento de los elementos estructurales se tomen en consideración las Normas: E.020, E.050, E.030, E.060 y E.090.
- Se recomienda capacitación a los profesionales que participan en la elaboración del diseño estructural.



CAPITULO IV

DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Tipo y diseño de Investigación

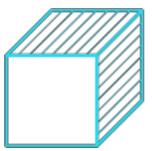
La metodología de investigación que se empleará será cualitativa, la cual se basará en el análisis de los resultados obtenidos a partir del software utilizado para realizar cálculos estructurales.

La presente investigación se enmarca dentro del tipo aplicado, su finalidad es proponer una solución concreta a un problema específico que consiste en el análisis y diseño estructural, utilizando los conocimientos previamente establecidos en la investigación básica.

El diseño de la presente investigación es de tipo no experimental, pues se enfocará únicamente en el análisis de cálculos estructurales relacionados con variables tanto independientes como dependientes, sin llevar a cabo la manipulación de las mismas.

4.2 Método de Investigación

Se utilizó el método descriptivo; pues este método se utilizó para describir y obtener los comportamientos de los elementos estructurales del bloque XV (losa deportiva) de la I.E. N° 16042 del sector Linderos, Jaén – Cajamarca, 2023.



4.3 Población y Muestra

Población:

Infraestructuras educativas de la I.E. N° 16042 “Francisco Bolognesi Cervantes”.

Muestra:

Bloque XV (losa deportiva) de la institución educativa Francisco Bolognesi Cervantes.

4.4 Lugar de Estudio

Políticamente, la institución educativa se ubica en:

Localidad: Sector Linderos

Distrito: Jaén

Provincia: Jaén

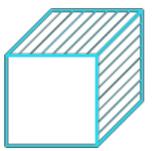
Región: Cajamarca

Figura 31

Ubicación del Proyecto



Nota. Esta figura se extrajo del Google Earth.



4.5 Técnica e Instrumentos para la recolección de la información

Tabla 7

Técnica e instrumentos

TÉCNICA	INSTRUMENTO
Análisis documental	Análisis de contenido
Bibliográfica	Fichas

4.6 Análisis y Procesamiento de datos

La data se procesó en:

Etapas

Etapas

Etapas

Se realizó los estudios de mecánica de suelos donde se definirá los parámetros que se necesitan para realizar el análisis y diseño estructural.

Etapas

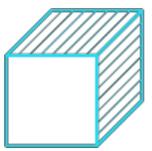
Etapas

Se realizó el análisis y el modelamiento de los elementos que participan en la edificación, respectivamente se modela la estructura en el software SAP2000.

Etapas

Etapas

Se desarrolla el diseño estructural de acuerdo a los requerimientos mínimos que pide la Norma E.020, E.050, E.030, E.060 y E.090.

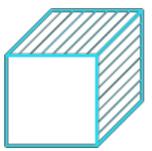


CAPITULO V

REFERENCIAS

5.1. Libros

- Bowles, J. (2001). *Structural steel design*. McGraw-Hill.
https://www.academia.edu/28111114/Dise%C3%B1o_de_acero_estructural_Joseph_E_Bowles_pdf
- Davila, R., & Orihuela, J. (2016). *Cálculo y diseño estructural de una nave industrial aplicando la normativa AISC en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román* [Tesis de Título, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].
https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/621640/DA_VILA%20-%20ORIHUELA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Estévez, S. (2008). *Diseño estructural de la cubierta metálica para dos canchas de ecuavoley* [Tesis de Título, Escuela Politécnica Nacional].
<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/651>
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2021). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Municipalidad Provincial de Jaén. (2023). *Información institucional*. Plataforma Digital Única Del Estado Peruano.
<https://www.gob.pe/institucion/munijaen/institucional>
- NaveCon. (2020). Coberturas Metálicas Aluzinc. In 2020. www.naveconperu.com
- Nieto, L. (1991). *Mecánica de suelos* (Quinta Edición). Universidad de Guayaquil.
<https://acortar.link/nKnXMO>



Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente. (2017). *Reglamento Nacional de Edificaciones.*

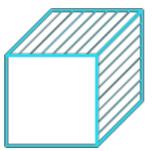
<https://ingenieriasismica.utpl.edu.ec/sites/default/files/publicaciones/UCG-ES-00185.pdf>

Quinto, C. (2012). *Diseño Estructural de Acero del Techo Parabólico del Coliseo Polideportivo Ciudad Universitaria De Paturpampa Universidad Nacional De Huancavelica* [Tesis de Título, Universidad Nacional del Centro de Perú].

<https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/170>

Valderrama, Y. (2018). *Estudio preliminar y diseño estructural académico de un elemento de una cubierta metálica para una cancha deportiva en el colegio Santa Isabel de Hungría.* [Tesis de Título, Universidad Pontificia Bolivariana].

<https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/5613>



CAPITULO VI

GLOSARIO DE TERMINOS

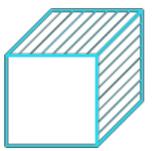
6.1. Glosario de Términos

Acero Estructural: Acero destinado a la construcción de elementos estructurales, tales como vigas, columnas, arcos, pórticos, cerchas, entre otros. Este acero debe cumplir con las normas técnicas de diseño y construcción y tener una resistencia mínima especificada para cada elemento estructural de acuerdo a las cargas a las que estará sometido. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2021)

Carga: Fuerza u otras acciones que resulten del peso de los materiales de construcción, ocupantes y sus pertenencias, efectos del medio ambiente, movimientos diferenciales y cambios dimensionales restringidos. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2021)

Carga Muerta: Es el peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques y otros elementos soportados por la edificación, incluyendo su peso propio que sean permanentes o con una variación en su magnitud, pequeña en el tiempo. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, (2021)

Carga Viva: Es el peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, muebles y otros elementos movibles soportados por la edificación. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2021)



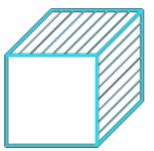
Columna: Elemento de concreto armado diseñado y construido con el propósito de transmitir cargas horizontales y verticales a la cimentación. La columna puede funcionar simultáneamente como arriostre o como confinamiento. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2021)

Cubierta: Es la parte superior del techo de un edificio que tiene como objetivo principal proteger el interior del mismo de las condiciones climáticas y garantizar su estanqueidad. Su diseño y materiales deben ser adecuados para soportar las cargas a las que estará sometida. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2021)

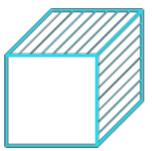
Elemento Estructural: Es una parte integrante de la estructura de un edificio o estructura que recibe y transmite cargas a otros elementos estructurales o al terreno de cimentación. Estos elementos pueden ser de diferentes tipos y deben ser diseñados y construidos de acuerdo a las normas técnicas y las cargas a las que estarán sometidos para garantizar su seguridad y resistencia. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2021)

Sismo: Un movimiento vibratorio de la corteza terrestre generado por la liberación de energía en el interior de la tierra que se propaga en forma de ondas sísmicas a través del terreno y puede ocasionar daños a las construcciones y afectar la seguridad de las personas. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2021)

Viga: Elemento estructural que trabaja fundamentalmente a flexión y cortante. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2021)



Zapata: Un elemento estructural de cimentación que transmite la carga de la columna o muro a través de su base a una superficie de apoyo del terreno, distribuyendo adecuadamente la carga y evitando asentamientos diferenciales excesivos. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2021)



CAPITULO VII

INDICE

7.1. Índice de Tablas

Tabla 1 Datos generales de la entidad..... 3

Tabla 2 Requerimientos y normatividad aplicada a la investigación 13

Tabla 3 Resumen de los ensayos estandar de clasificacion de suelos..... 15

Tabla 4 Resumen de los ensayos especiales Corte Directo 16

Tabla 5 Parámetros para elección del perfil del suelo..... 16

Tabla 6 Diagrama de Gantt de actividades realizadas..... 65

Tabla 7 Técnica e instrumentos 73

7.2. Índice de Figuras

Figura 1 Características del Aluzinc 17

Figura 2 Cargas Vivas en Cobertura 19

Figura 3 Carga por Barlovento..... 20

Figura 4 Carga por Sotavento..... 21

Figura 5 Estimación del Peso 23

Figura 6 Espectro cqc – combinación cuadrática completa 24

Figura 7 Modos de Vibración en Cobertura 25

Figura 8 Masa Participativa en Cada Dirección de Cobertura 26

Figura 9 Derivas por Sismo 27

Figura 10 Derivas por Viento 28

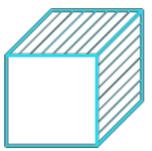


Figura 11 Combinaciones de Carga 29

Figura 12 Demanda de Acero de Refuerzo por Corte en Columnas 33

Figura 13 Demanda de Acero de Refuerzo por Confinamiento en Columnas ... 34

Figura 14 Disposición del Refuerzo Transversal por Corte y Confinamiento en las Columnas..... 35

Figura 15 Cuadro de Pedestales 36

Figura 16 Ratio Demanda / Capacidad del Pedestal 37

Figura 17 Verificación por Cortante 38

Figura 18 Cimentación Cobertura losa Deportiva 44

Figura 19 Esfuerzos en el Suelo por Cargas de Gravedad 45

Figura 20 Asentamientos 46

Figura 21 Combinaciones de Carga en el Diseño Estructural de Acero 48

Figura 22 Diseño de Arco Metálico Tipo: AM-01 49

Figura 23 Capacidad de los Elementos de Acero del Arco Metálico AM-01 50

Figura 24 Capacidad de los Elementos de Acero de la Cruz de San Andrés.... 51

Figura 25 Capacidad de Vigas y Columnas..... 52

Figura 26 Flecha en Tijeral por Carga Viva: AM-01 53

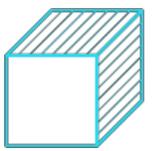
Figura 27 Flecha en Tijeral por Carga de Servicio: AM-01 54

Figura 28 Capacidad de Correas Metálicas..... 59

Figura 29 Plano de planta de techo de cobertura metálica..... 60

Figura 30 Organigrama estructural del Municipalidad Provincial de Jaén 63

Figura 31 Ubicación del Proyecto 72



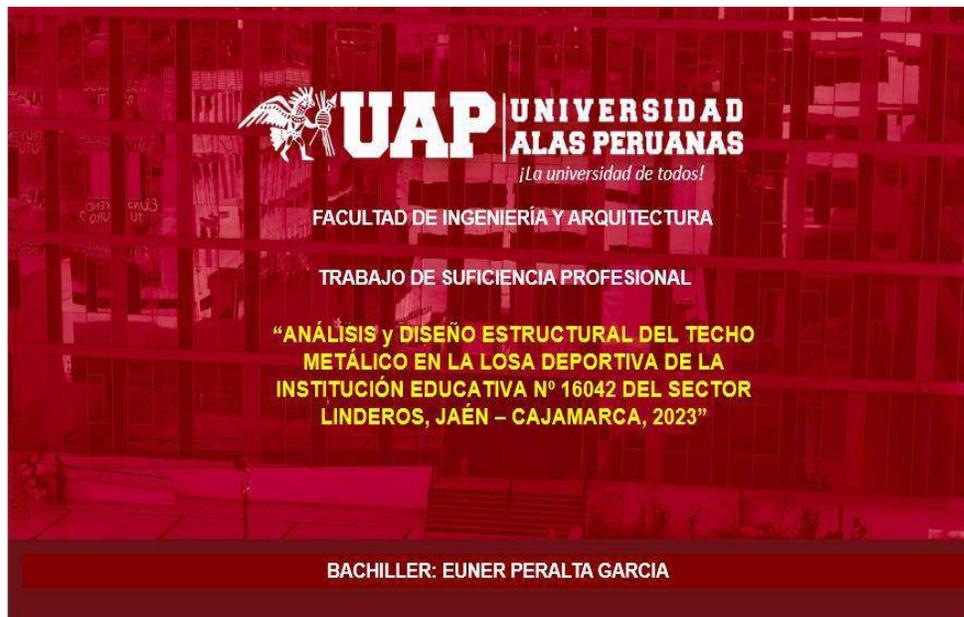
CAPÍTULO VIII

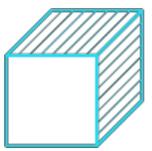
ANEXOS

ANEXO 1 – Costo Total de la Investigación e Instalación del Proyecto Piloto

El costo del proyecto ANÁLISIS y DISEÑO ESTRUCTURAL DEL TECHO METÁLICO EN LA LOSA DEPORTIVA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 16042 DEL SECTOR LINDEROS, JAÉN – CAJAMARCA, 2023; es de Cinco mil quinientos con 00/100 Soles.

ANEXO 2 – Diapositivas utilizadas en la sustentación





UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

FORMULACION DEL PROBLEMA

Problema General

¿De qué manera el análisis y diseño estructural contribuye en techo metálico en la losa deportiva de la institución educativa N° 16042 del sector Linderos, Jaén – Cajamarca, 2023?

Problemas Específicos

¿Cómo la realización del estudio de mecánica de suelos aporta en el techo metálico en la losa deportiva de la institución educativa N° 16042 del sector Linderos, Jaén – Cajamarca, 2023?

¿De qué manera el análisis y modelamiento contribuye en el techo metálico en la losa deportiva de la institución educativa N° 16042 del sector Linderos, Jaén – Cajamarca, 2023?

¿De qué manera el diseño estructural contribuye en el techo metálico en la losa deportiva de la institución educativa N° 16042 del sector Linderos, Jaén – Cajamarca, 2023?

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

OBJETIVOS DEL PROYECTO

Objetivo General

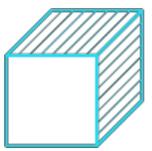
Realizar el análisis y diseño estructural para el techo metálico en la losa deportiva de la institución educativa N° 16042 del sector Linderos, Jaén – Cajamarca, 2023

Objetivos Específicos

Realizar el estudio de mecánica de suelos para el techo metálico en la losa deportiva de la institución educativa N° 16042 del sector Linderos, Jaén – Cajamarca, 2023.

Realizar el análisis y modelamiento para el techo metálico en la losa deportiva de la institución educativa N° 16042 del sector Linderos, Jaén – Cajamarca, 2023.

Desarrollar el diseño estructural para el techo metálico en la losa deportiva de la institución educativa N° 16042 del sector Linderos, Jaén – Cajamarca, 2023.



REQUERIMIENTOS

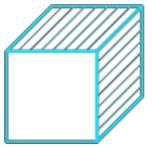
NORMATIVA Y/O REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
Norma Técnica E.020	: Cargas – Reglamento Nacional de Edificaciones.
Norma Técnico E.030	: Diseño sismorresistente – Reglamento Nacional de Edificaciones.
Norma Técnica E.050	: Suelos y Cimentaciones – Reglamento Nacional de Edificaciones.
Norma Técnica E.060	: Concreto Armado – Reglamento Nacional de Edificaciones.
Norma Técnica E.070	: Albañilería – Reglamento Nacional de Edificaciones.
Norma Técnica E.090	: Estructuras metálicas – Reglamento Nacional de Edificaciones.
ACI 318	
Capacidad Portante del Suelo	: Expediente Técnico
Plano de Arquitectura	: Expediente Técnico

DESARROLLO DEL PROYECTO

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

El Estudio de Mecánica de Suelos (EMS), ha sido realizado por el laboratorio LABSUC Laboratorio de Suelos y Pavimentos. (Av. "A" N° 750 – JAÉN – CAJAMARCA)

Conforme al Estudio de Mecánica de Suelos, el terreno de fundación muestra un solo estrato según la ubicación de las estructuras (bloques) a diseñar, con una capacidad portante entre 0.74 kg/cm² y 0.99 kg/cm² con un tipo de suelo S2. Por lo que recomienda cimentar a una profundidad mínima de -1.00 m. sobre el suelo sólido.



DESARROLLO DEL PROYECTO

ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

CÁLCULO DE CARGAS

A continuación, se presentará el metrado de cargas que se incluirá en el análisis estructural que se a desarrollado mediante un modelo en el programa SAP2000, para ello se considera el peso propio de los elementos incluidos en el modelo (columnas y vigas).

CARGA MUERTA

Esta dada por las características físicas del Aluzinc que a continuación se detallan:

DISTRIBUCION DE CARGAS	
ESPESOR (mm)	PESO PANEL (kg/m)
0.35-0.40	3.35
0.45-0.50	4.3
0.55-0.60	5.25

DESARROLLO DEL PROYECTO

CARGA VIVA

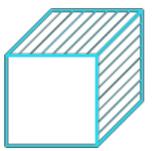
La carga viva está distribuida de acuerdo al tipo de uso de cada ambiente en concordancia con la norma técnica E-020 del R.N.E. las sobrecargas que se tienen son:

✓ TECHOS: $SC = 30 \frac{kgf}{cm^2}$

CARGA DE VIENTO

Está acorde a lo estipulado en la norma técnica E-020, tomando en cuenta los coeficientes para barlovento y sotavento.

- Barlovento
 - ✓ $+23.427 \frac{kgf}{m^2}$
 - ✓ $-23.427 \frac{kgf}{m^2}$
- Sotavento
 - ✓ $-14.635 \frac{kgf}{m^2}$



DESARROLLO DEL PROYECTO 

ASIGNACION DE CARGAS

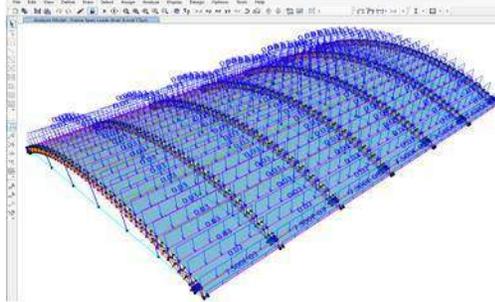
CARGA MUERTA

En el caso de la cobertura se distribuye uniformemente de acuerdo al metrado de cargas, solo se asignan las cargas que el programa no cuantifica por si solo.

CARGA VIVA

Se asignará a las losas en forma uniformemente distribuida, para el caso del análisis no es necesario hacer la alternancia de cargas.

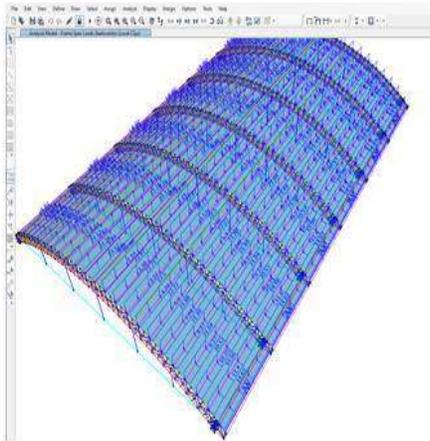
- Cargas vivas en cobertura



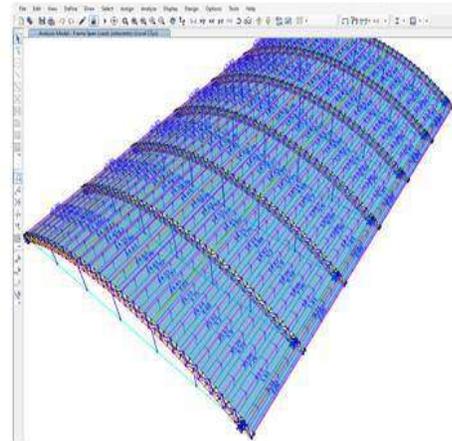
DESARROLLO DEL PROYECTO 

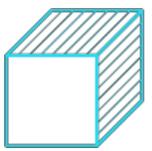
CARGA DE VIENTO

- Carga por Barlovento en cobertura



- Carga por Sotavento en cobertura





DESARROLLO DEL PROYECTO

ANALISIS SISMORRESISTENTE

El sistema estructural propuesto, compuesto por muros estructurales de concreto armado en la dirección más larga y muros de albañilería en la dirección más corta, esto asegura la estabilidad sísmica en todas las direcciones. Dicha estructura presenta la suficiente rigidez y ductilidad para soportar las cargas aplicadas, dentro de los límites estipulados por el R.N.E.

El Análisis Sísmico se llevó a cabo utilizando el Método Dinámico, en conformidad con la norma técnica E.030 del R.N.E. para ello se aplicó el procedimiento de Combinación Modal Espectral.

CRITERIOS DE COMBINACION MODAL

Se ha calculado la respuesta máxima esperada (r) que se produce cuando se combinan los efectos de los distintos modos de vibración utilizados (r_i), empleando la técnica de Combinación Cuadrática Completa (CQC). Este cálculo se realizó utilizando el software de Análisis y Diseño de Estructuras SAP2000.

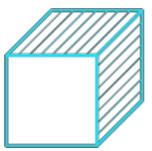
DESARROLLO DEL PROYECTO

ANALISIS MODAL

Mediante el uso del software SAP2000, se han obtenido los valores de los periodos naturales y los modos de vibración.

➤ Modos de Vibración en Cobertura

OutputCase	StepType Text	StepNum Unless	Period Sec	Frequency Cyc/Sec	CircFreq rad/Sec	Eigenvalue rad2/Sec2
MODAL	Mode	1	0.558525	1.79043155	11.2406132	126.553797
MODAL	Mode	2	0.558441	1.79058952	11.2512906	126.591541
MODAL	Mode	3	0.537484	1.86059146	11.8904405	136.666409
MODAL	Mode	4	0.528101	1.90048696	11.94111179	142.590151
MODAL	Mode	5	0.513018	1.94825010	12.2474996	150.001247
MODAL	Mode	6	0.481258	2.03688887	12.7905601	163.598429
MODAL	Mode	7	0.467995	2.04920323	12.8755236	165.779109
MODAL	Mode	8	0.466924	2.14187642	13.4565498	181.078734
MODAL	Mode	9	0.484125	2.15459326	13.5377087	183.269558
MODAL	Mode	10	0.463747	2.15834949	13.5487434	183.568449
MODAL	Mode	11	0.455438	2.19568955	13.7859206	190.327782
MODAL	Mode	12	0.450346	2.22951528	13.9518990	194.655785



DESARROLLO DEL PROYECTO

➤ Masa Participativa en Cada Dirección de Cobertura

OutputCase	ItemType	Item Text	Static Percent	Dynamic Percent
MODAL	Acceleration	UX	99.9999	92.1600
MODAL	Acceleration	UY	99.9999	93.9281
MODAL	Acceleration	UZ	97.9524	62.4411

La Norma Técnica E.030, nos dice que se requiere que la combinación modal en cada dirección de análisis tenga una participación mínima del 90% de la masa dinámica. En el caso de la estructura en cuestión, se ha determinado que el porcentaje de masa participativa en ambas direcciones de análisis es superior al 90%, lo que significa que se cumple con lo establecido por el código de construcción.

DESARROLLO DEL PROYECTO

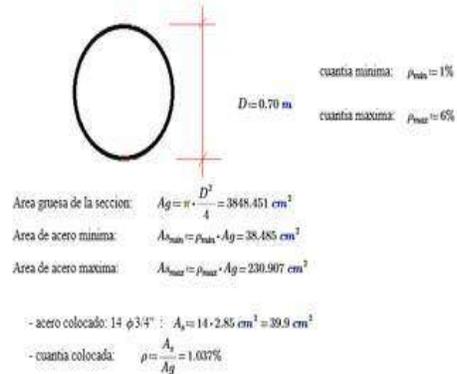
DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONCRETO ARMADO

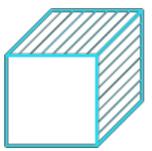
DISEÑO DE COLUMNAS

El Diseño de Columnas ha sido realizado por Flexo-Compresión basado en la norma técnica. E060 (Concreto Armado) del R.N.E.



ACERO MINIMO EN COLUMNAS



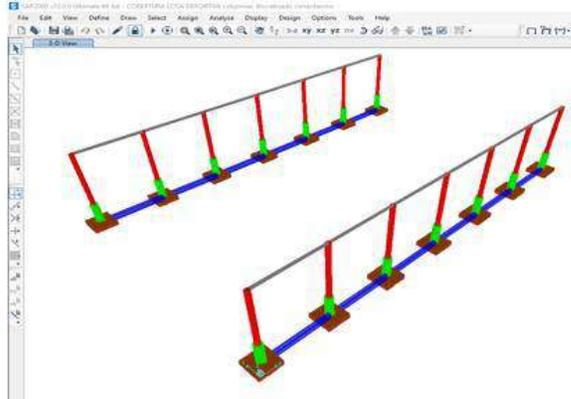


DESARROLLO DEL PROYECTO

DISEÑO DE CIMENTACION

La cimentación es del tipo superficial, constituida por vigas continuas de cimentación del tipo "L" y "T" invertida que aseguran la correcta distribución de esfuerzos en el suelo y disminuyen los efectos de los asentamientos diferenciales que afecten la estructura.

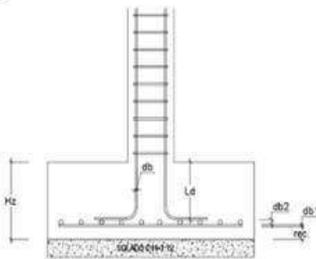
Cimentación Cobertura losa Deportiva



DESARROLLO DEL PROYECTO

DETERMINACION PERALTE MINIMO DE CIMENTACION

El peralte mínimo de la cimentación de columnas y muros estructurales esta en función a longitud de desarrollo tanto en tracción como en compresión del acero de estos elementos.



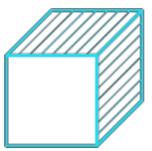
- H_2 = Peralte de la cimentación
- rec_{cim} = 7.5 cm (recubierto)
- $db_1 = \frac{5}{8}$ in = diámetro de malla inferior de la cimentación x-x
- $db_2 = \frac{5}{8}$ in = diámetro de malla inferior de la cimentación y-y
- $db = \frac{3}{4}$ in = diámetro de la mayor barra vertical del armado de muro o columna.
- L_d = longitud de desarrollo (Tracción o Compresión)

MATERIALES Y PROPIEDADES DEL ACERO DE REFUERZO

$f'c = 210 \frac{kgf}{cm^2}$ $f_y = 4200 \frac{kgf}{cm^2}$

- Longitud de desarrollo en tracción
 - a) $ld_{t1} = 16.396$ in
 - b) $ld_{t2} = 6$ in
 - c) $ld_{t3} = 6$ in
- Longitud de desarrollo en compresión
 - a) $ld_{c1} = 16.396$ in
 - b) $ld_{c2} = 13.441$ in
 - c) $ld_{c3} = 8$ in

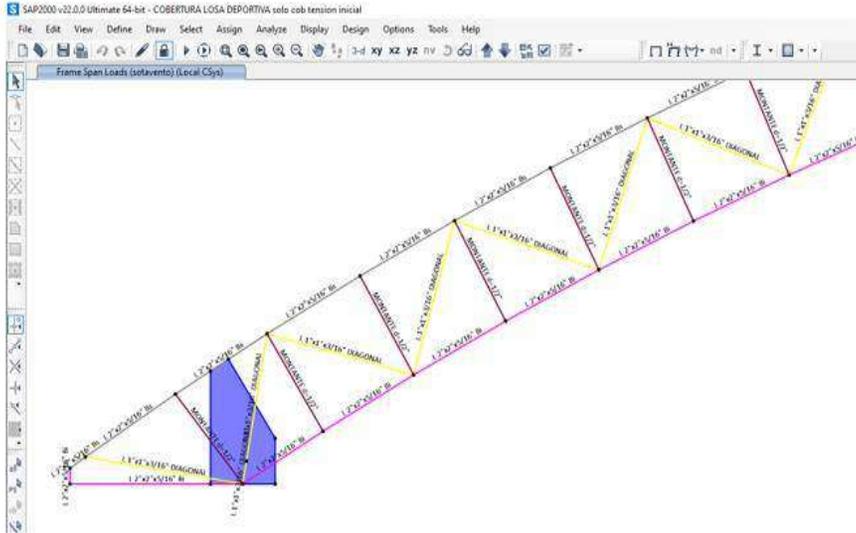
- Longitud total de la longitud de desarrollo será**
 $ld = 41.645$ cm
- Peralte mínimo** $H_2 = ld + rec_{cim} + db_1 + db_2$
 $H_2 = 0.55$ m



DESARROLLO DEL PROYECTO

DISEÑO ESTRUCTURAL EN ACERO

Diseño de Arco Metálico



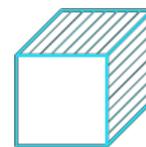
METODOLOGIA

Tipo y diseño de Investigación

La metodología de investigación que se empleará será cualitativa, este basará en el análisis de los resultados obtenidos a partir del software utilizado.

La presente investigación se enmarca dentro del tipo aplicado, su finalidad es proponer una solución concreta a un problema específico.

El diseño de la presente investigación es de tipo no experimental, pues se enfocará únicamente en el análisis de cálculos estructurales relacionados con variables tanto independientes como dependientes, sin llevar a cabo la manipulación de las mismas.



CONCLUSIONES

1

Se realizó el análisis y el diseño estructural para el techo metálico en la losa deportiva del proyecto "mejoramiento y ampliación de los servicios de educación, primaria y secundaria de la institución educativa N° 16042 Francisco Bolognesi del sector Linderos - Jaén - Cajamarca" el cual contribuye a la modernización de la infraestructura educativa de la Provincia de Jaén, logrando cumplir con las normas técnicas E.020, E.030, E.050, E.060 y E.090 de reglamento nacional de edificaciones.

2

De acuerdo a la investigación realizada para el estudio de mecánica de suelos del techo metálico en la losa deportiva de la institución educativa N° 16042 del sector Linderos, Jaén - Cajamarca, se consideró 8 calicatas de las cuales se determinó que el perfil de suelo es S2 para las calicatas C - 2, C - 4, C - 5, C - 6, C - 7, C - 8, que corresponden a un suelo intermedio, debido a que los suelos cuentan con una resistencia al corte entre $(0.74 \text{ kg/cm}^2 - 0.99 \text{ kg/cm}^2)$. por lo que se requiere de una cimentación de zapatas continuas a 1.50m de profundidad y de 2.0 m de ancho.

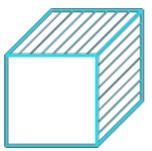
CONCLUSIONES

3

Se realizó el análisis y modelamiento para el techo metálico en la losa deportiva de la I.E N° 16042 del sector Linderos, Jaén - Cajamarca, utilizando normas NTE E.030, E.020, E.090 y el programa SAP2000 para obtener la resistencia de la estructura y así mismo determinar si encuentra dentro de los rangos permitidos para su diseño.

4

A partir de los resultados obtenidos, se concluye que el diseño de las estructuras del techo parabólico de la losa deportiva ubicada en la institución educativa N° 16042 del sector Linderos, Jaén - Cajamarca, cumple con los requisitos establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones en relación a las Normas E.050 (Suelos y Cimentaciones), E.020 (Cargas), E.030 (Diseño Sismorresistente), E.060 (Concreto Armado) y E.090 (Estructuras Metálicas). Esto garantiza un comportamiento estructural adecuado de la edificación.



RECOMENDACIONES

1

Se sugiere seguir las pautas establecidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones al analizar y diseñar estructuras, ya que esto garantizará que la estructura tenga un diseño apropiado, además también contaremos con una mayor certeza que se logre cumplir con el periodo de diseño y comportarse de manera adecuada ante las diferentes cargas.

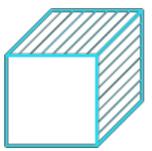
2

Se recomienda que siempre los estudios de mecánica de suelos se realicen en laboratorios autorizados y con profesionales altamente calificados.

3

Se recomienda que al momento de realizar el análisis y modelamiento de los elementos estructurales se tomen en consideración las Normas: E.020, E.050, E.030, E.060 y E.090.

GRACIAS



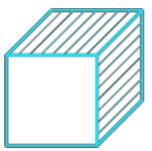
ANEXO 3 – Panel Fotográfico



Fotografía 1 Muestra La Vista Panorámica Del Ingreso Principal A La I.E. Francisco Bolognesi Del Sector Linderos, Distrito De Jaén, Provincia Jaén, Departamento De Cajamarca.



Fotografía 2 Vista De La Calicata C-01, Del Proyecto



Fotografía 3 *Muestra excavación de la calicata C-02, Del Proyecto*



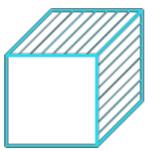
Fotografía 4 *Muestra excavación de la calicata C-03, Del Proyecto*



Fotografía 5 *Vista De La Calicata C-04, Del Proyecto*



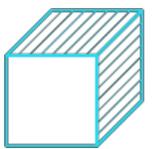
Fotografía 6 *Muestra excavación de la calicata C-05, Del Proyecto*



Fotografía 7 *Vista De La Calicata C-06, Del Proyecto*



Fotografía 8 *Muestra excavación de la calicata C-07, Del Proyecto*



Fotografía 9 *Vista De La Calicata C-08, Del Proyecto*