



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Evaluación de diseño-costo de estructura tridilosa y losa dos direcciones
para edificaciones de grandes luces en Tarapoto - 2017”

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

AUTOR:

Bach. Norbil Gustavo Becerra Cruzado

ASESOR:

Mg. Andrés Pinedo Delgado

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

TARAPOTO – PERÚ

2019

Página del jurado

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	---------------------------------------	---

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a)
 ...NORBIL GUSTAVO BECERRA CRUZADO..... cuyo título es:

...EVALUACIÓN DE DISEÑO COSTO DE ESTRUCTURA TRAVILASA Y LOSA DOS DIRECCIONES PARA EDIFICACIONES DE GRAMPAS LUCAS EN TARPOTO 2017...

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 14, CATORCE.

Tarpoto, 12 de 12 de 2017



VICTOR EDUARDO SAMAMÉ ZATTA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 38935
 REG. CONSULTOR C 6455

PRESIDENTE



SECRETARIO

Ing. Benjamin López Cahuaza
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 73385



Mg. ANDRÉS PINEDO DELGADO
 Reg. CIP N° 129022

VOCAL



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

Dedicatoria

La presente tesis la dedico a mi familia, en especial a mi madre por acompañarme en cada decisión que tomo y por ser la persona que estuvo conmigo alentándome a salir adelante.

Agradecimiento

Agradezco a mis docentes por sus enseñanzas, para ser mejores profesionales, así como a mis compañeros de estudio quienes me apoyaron en cada paso académico.

Declaratoria de autenticidad

Yo, NORBIL GUSTAVO BECERRA CRUZADO estudiante de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° 48335798, con la tesis titulada “Evaluación de diseño-costo de estructura tridilosa y losa dos direcciones para edificaciones de grandes luces en Tarapoto - 2017”, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, declaro bajo juramento que:

- Toda la documentación que acompaño es auténtica.
- Se ha aplicado los reglamentos internacionales de citas y referencias para la información consultada.
- Los resultados encontrados en la presente tesis son reales.

En tal sentido acato la responsabilidad que corresponda ante cualquier impostura, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me acojo a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Tarapoto, diciembre de 2017.



.....
Norbil Gustavo Becerra Cruzado

DNI N° 48335798

Presentación

Señores miembros del Jurado, la presente tesis que lleva como título “Evaluación de diseño-costo de estructura tridilosa y losa dos direcciones para edificaciones de grandes luces en Tarapoto - 2017”, fue elaborada con el objetivo de promover aspectos técnicos, y aumentar la facilidad de elegir estructuras sismorresistentes de grandes luces de una manera económica. Asimismo, el presente estudio servirá de material de consulta de gestión para tomar criterios técnicos en una consultoría de obra.

La presente tesis consta de siete capítulos de los cuales se presentan propuestas de diseño de losas de grandes luces.

Capítulo I: Hace referencia a la realidad problemática del tema a investigar, los antecedentes, la justificación del proyecto, objetivos e hipótesis de la investigación.

Capítulo II: describe el proceso de investigación, indicando el tipo de estudio, identificando las variables.

Capítulo III: Se presentan los resultados obtenidos de la recolección de datos, así como los modelamientos estructurales realizados en referencia al hospital N.º 02 de Tarapoto, presentando los datos de dicho análisis, apoyado de sus respectivas tablas y gráficos.

Capítulo IV: Se describen dichos resultados, interpretándolos y analizándolos.

Capítulo V: Se responde a las interrogantes presentadas en el proyecto de investigación.

Capítulo VI: Se realizan las sugerencias y recomendaciones del proyecto de investigación.

Capítulo VII: Se muestran las diferentes referencias bibliográficas.

Índice

Página del jurado	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Presentación	vi
Resumen	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad problemática	13
1.2. Trabajos previos.....	14
1.3. Teorías relacionadas al tema	15
1.4. Formulación del problema.....	22
1.5. Justificación del estudio	23
1.6. Hipótesis	23
1.7. Objetivos:	23
1.7.1. Objetivo General	23
1.7.2. Objetivos Específicos.....	24
II. MÉTODO	25
2.1. Diseño de investigación.....	25
2.1.1. Investigación Descriptiva - Comparativa	25
2.2. Variables, operacionalización.....	26
2.2.1. Variables	26
2.2.2. Operacionalización de variables	27
2.3. Población y muestra	28
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	30
2.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	30
2.4.2. Validez y confiabilidad	30
2.5. Método de análisis de datos	30
2.6. Aspectos éticos	30
III. RESULTADOS	31
IV. DISCUSIÓN	38
V. CONCLUSIONES	42
VI. RECOMENDACIONES	43
VII. REFERENCIAS	44

Anexos

- Matriz de consistencia de la investigación

- Instrumentos de investigación
- Criterios de diseño
- MODELAMIENTO, ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE TRIDILOSA 5.00M X 5.00M
- MODELAMIENTO, ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE TRIDILOSA 7.50M X 5.00M
- MODELAMIENTO, ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE TRIDILOSA 10.00M X 7.50M
- MODELAMIENTO, ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE TRIDILOSA 12.50M X 10.00M
- MODELAMIENTO, ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE TRIDILOSA 15.00M X 12.50M
- MODELAMIENTO, ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOSA EN DOS DIRECCIONES DE 5.00M X 5.00M
- MODELAMIENTO, ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOSA EN DOS DIRECCIONES DE 7.50M X 5.00M
- MODELAMIENTO, ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOSA EN DOS DIRECCIONES DE 10.00M X 7.50M

Índice de tablas

Tabla 1: Cargas vivas mínimas repartidas.....	19
Tabla 2: Operacionalización de variables.....	26
Tabla 3: técnicas e instrumentos.....	29
Tabla 4: Metrado de tridilosa 5.00x5.00.....	30
Tabla 5: Metrado de tridilosa 7.50x5.00.....	31
Tabla 6: Metrado de tridilosa 10.00x7.50.....	32
Tabla 7: Metrado de tridilosa 12.50x10.00.....	32
Tabla 8: Metrado de tridilosa 15.00x12.50.....	33
Tabla 9: Metrado de losa dos direcciones 5.00x5.00.....	34
Tabla 10: Metrado de losa dos direcciones 7.50x5.00.....	34
Tabla 11: Metrado de losa dos direcciones 10.00x7.50.....	35
Tabla 12: Comparación de costos.....	37
Tabla 13: Comparación de pesos.....	38

Índice de figuras

Figura 1: Losa en una dirección.....	16
Figura 2: Losa dos direcciones.....	17
Figura 3: Comparación Diseño - Costo.....	36
Figura 4: Comparación Diseño – Peso propio.....	38

Resumen

El presente trabajo de investigación se resume en los resultados obtenidos durante su desarrollo. Está titulado “Evaluación de diseño-costo de estructura tridilosa y losa dos direcciones para edificaciones de grandes luces en Tarapoto - 2017”. El tipo de investigación realizada es Descriptivo – Comparativo, ya que se analizan similitudes y disimilitudes entre tipos de estructuras como losa en dos direcciones y tridilosas, para revelar algunos datos o condiciones que aportan a la aparición de algunas situaciones. Recopilando datos existentes en la realidad, sin cambiarlos, usando el método de la observación, donde se interpretan las variables. El presente trabajo tiene como finalidad primordial determinar un cuadro comparativo con el que se pueda elegir un tipo de estructura entre tipos de losas según el tipo de luz deseado, comparando losas en dos direcciones y tridilosa teniendo en cuenta su uso y cargas del hospital número 02 de la ciudad de Tarapoto, por medio del software Sap2000 V.19, la cual es realizada con la norma E-030 Diseño sismo resistentes.

Palabras claves. Diseño, costo, tridilosas, losa.

ABSTRACT

The present research project is summarized in the results obtained during the development of this project entitled "Evaluation of design-cost of tridilosa structure and two addresses for buildings of large lights in Tarapoto - 2017". The type of research carried out is Descriptive - Comparative, since it analyzes similarities and dissimilarities between types of structures like slab in two directions and tridilosas, to reveal some data or conditions that contribute to the appearance of some situations. Collecting existing data in reality, without changing them, using the method of observation, where the variables are interpreted. The present project has as main objective to determine a comparative table with which a type of structure can be chosen between types of slabs according to the type of light desired, comparing slabs in two directions and tridilosa taking into account their use and loads of the hospital number 02 of the city of Tarapoto by means of the software Sap2000 V.19, which is realized with the standard E-030 Design earthquake resistant.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

A lo largo de los años en la ciudad de Tarapoto se han realizado construcciones con estructuras comunes muy costosas, tanto en materiales, flete y mano de obra; ya que en diseños de grandes luces se usan las losas presforzadas dos direcciones y estas necesitan de este tipo de trabajo.

La información con la que se cuenta en la ciudad de Tarapoto sobre el diseño, costo y proceso constructivo con otros sistemas estructurales en techos es muy pobre ya que nos encontramos en una zona en la que traer procedimientos constructivos nuevos son escasos, debido al temor de factibilidad, falta de experiencia y a la falta de mano de obra especializada; además la población desconoce que existen sistemas constructivos en los que cuyo peso por m² en techos es menor, y viviendas con el problema de aumentar niveles pueden optar por sistemas de entrepisos más ligeros.

Existen otros tipos de estructuras para losas de grandes luces que no han sido estudiados ni realizados en la ciudad de Tarapoto, debido a la poca demanda, dejando la indecisión de los profesionales al no tener valores sobre el tipo de diseño, generando dificultades para los cálculos.

En la década de los setenta (70) se desarrolló un sistema estructural llamado Tridilosa, sistema elaborado por el ingeniero mexicano Heberto Castillo Martínez, el cual tiene los mismos principios de una estructura losa reforzada común, pero con la ventaja de que este nuevo instrumento estructural es prefabricado, mucho más liviano y más económico, con lo que el diseño de losas sería más eficiente con menos carga, ya que la carga muerta es menor y con menos personal obrero.

Nacionalmente los diseños con Tridilosas en edificaciones son nuevos, por ende, son pocos que lo se han desarrollado, motivo por el cual existe desconocimiento de sistemas estructurales económicos.

Sirve para separar ambientes cortos y se puede jugar gracias a su ligera carga y produce una aceleración del plazo por su rápido proceso constructivo

En la ciudad de Tarapoto, Provincia de San Martín, que cuenta con una población de 73,015 habitantes, 2 de cada 15 edificaciones son de grandes luces. Estas edificaciones tienen una infraestructura de entrepisos como losas dos (02) direcciones, losas macizas nervadas pres forzadas, etc. La mayoría de estas estructuras se van realizando entre los últimos 10 años en la ciudad de Tarapoto y se han diseñado, proyectado y construido con sistemas estructurales comunes, donde afecta la economía del propietario de la edificación que se realiza y no cuentan con un sustento financieramente factible.

Al no contar con estructuraciones más económicas y que al mismo tiempo sean resistentes, eficientes y viables, se plantea que en edificaciones con grandes luces se utilice el material estructural “TRIDILOSA” cuyo diseño y evaluación sea determinadamente factible en la ciudad de Tarapoto.

1.2. Trabajos previos

A nivel internacional

MONTEMAYO, Jesús. En su investigación titulada *Estudio comparativo de métodos de análisis de losas en dos direcciones (Tesis de Pregrado)* Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ingeniería Civil. Diciembre 1998 concluyó en:

- Que el tema de estudio de losas en dos direcciones toma el método del American Concrete Institute (A.C.I.) como el mejor de análisis para este tipo de estructuras, por lo que la presente labor está orientado a dar una alternativa nueva para los cálculos a la sociedad por medio del método de la “Extensión al Marco Equivalente” realizado por Vanderbilt, este método es poco conocido; por lo cual se le despliega en forma detallada por el método de las ecuaciones de pendiente deflexión.

A nivel nacional

- CORREA, Félix. En su investigación titulada *Diseño estructural de un auditorio de estructura metálica (Tesis de pregrado)* Universidad de Piura, facultad de Ingeniería Civil, Piura – Perú 2003, concluye que:

- En la evaluación económica del proyecto, al realizar el diseño de estructura de grandes luces se describe un proyecto estructural de un auditorio con una capacidad de aforo de 1000 personas, ubicado en UDEP. Se ha dividido en ocho partes. La primera es un capítulo donde se explica el área de arquitectura del proyecto. La segunda parte se describe la metodología que se usara para el diseño estructural. La tercera parte describe el pre dimensionamiento de las partes de la estructura. La cuarta parte trata de diversos tipos de cargas que actúan en el auditorio. La quinta parte describe la modelación en software Sap2000 de la estructura. La sexta parte trata del diseño detallada de cada parte del proyecto y de la cimentación. En la séptima parte se describe el metrado y el presupuesto respectivo. En la octava parte se menciona la conclusión que, en estructuras livianas, las cargas de viento cobran mucha influencia que el sismo y que los resultados de la modelación realizado por el programa estructural sap2000 guardan correlación con los obtenidos de forma manual.
- RAMOS, Maritza. En su investigación titulada *Análisis técnico y económico de losas de entrepiso* (tesis de pregrado) Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Piura, septiembre 2002, concluye que:
 - El sistema de techos más eficiente son las losas aligeradas, que es el método constructivo más usado en el área de la construcción, y se realizó el proyecto de tesis denominado “Análisis técnico y económico de losas de entrepiso”. Uno de los objetivos de la tesis es poder determinar las disimilitudes entre las losas tipo compuestas con las placas colaborantes, y también del tipo de losas aligeradas en una y dos direcciones, determinando las distancias de luces que se cubren con estos sistemas. También se realizan diseños para losas de dos paños, que permiten establecer el sistema de entrepiso más adecuado.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Losa:

Para Arthur H. Nilson:

Las losas son estructuras planas y horizontales donde las secciones en planta son grandes comparando con la sección vertical y las cargas son

perpendiculares a su plano. Las losas dividen de forma horizontal el área vertical formando diferentes niveles, el piso o el techo según como corresponda. La losa es el elemento estructural más importante para las personas por que cumple la función de sostén para cargas vivas o muertas y se puedan realizar con seguridad las actividades y a hasta de veces de cooperar con la estabilidad de edificaciones. Además, este elemento recibe la carga de manera directa. Las losas que funcionan como entrepisos y techos cumplen con otras actividades tales como: seguridad e instalaciones, pisos. Por lo tanto, la losa está conformada por la estructura, capa aislante, o cielo raso.

1.3.2. Comportamiento de una losa

Arthur H. Nilson sostiene que:

La losa es un elemento estructural horizontal plano donde la carga que se aplica es relativamente perpendicular al plano, donde la deflexión se asemeja al de una viga con la disimilitud de poseer curvatura en las losas de ambas direcciones.

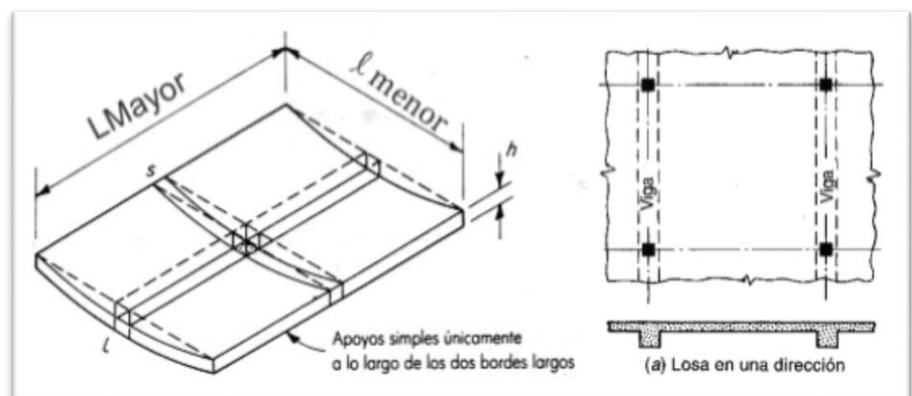


Figura 01. Losa en una dirección

Fuente: Sistemas estructurales, facultad de arquitectura y diseño de universidad de los ángeles, Venezuela, profesor Jorge Medina.

Para el autor, las losas, cuya relación de sus luces perpendiculares es superior a dos ($L_{\text{MAYOR}}/l_{\text{menor}} > 2$), se comporta como un elemento estructural tipo viga, y su curvatura se encuentra ubicado

en el sentido de la luz menor (Figura 01). Las losas con relación de luces perpendiculares inferior o igual a dos, su curvatura es en ambas direcciones (Figura 02).

Las fuerzas de corte en losas es escasa por lo tanto no se necesita acero en la parte transversal, ya que las fuerzas cortantes lo puede soportar el concreto, el acero que se coloca tiene la función de resistir las fuerzas flexionantes y el tamaño se debe a criterios de rigidez.

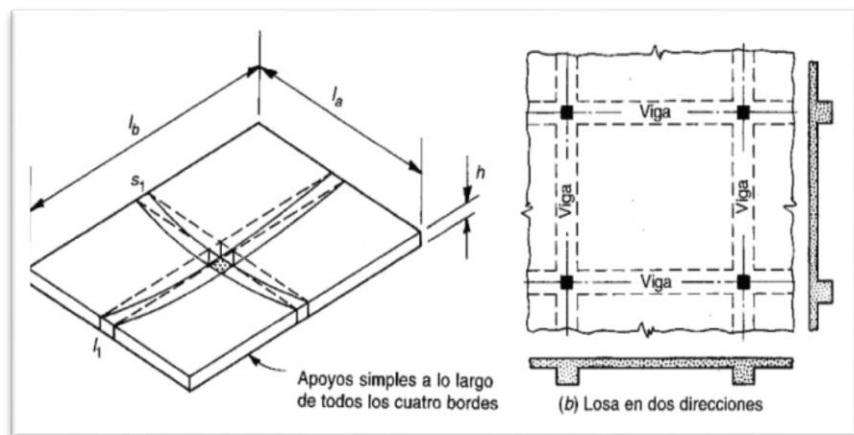


Figura 02. Losa en dos direcciones

Fuente: Sistemas estructurales, facultad de arquitectura y diseño de universidad de los ángeles, Venezuela, profesor Arthur H. Nilson.

1.3.3. Losas según su tipo

Para Arthur H. Nilson las losas se clasifican según criterios de distribución del refuerzo, de su forma estructural, de su composición, según sus apoyos y su construcción.

Según la distribución del refuerzo:

- Losa en una dirección
- Losas en dos direcciones

Según su estructura:

- Losa plana

- Losa reticular
- Losa nervada
- Losas vigas profundas

Según su composición:

- Losa maciza
- Losa nervada
- Losa aligerada

Según los apoyos

- Losas sobre muros
- Losas sobre columnas

Según su construcción

- Losas fabricadas “in situ”
- Losas prefabricadas:
 - Losa TT
 - Vigas T
 - Vigueta

1.3.4. Análisis de Carga

En el REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES se afirma que:

Los datos que permiten calcular y estimar el peso que actúan en la estructura son el tipo y espesor de la losa, este cálculo que se realiza se le conoce como “análisis de carga” y este análisis es el primer paso para obtener datos de una estructura. Este análisis se desarrolla según las cargas de los materiales y elementos constructivos a emplear en la edificación y cargas vivas. El valor de la carga permanente es la sumatoria de los factores siguientes:

- Peso del entrapiso y contrapiso de techo.
- Peso de las losas.
- Peso de la cerámicas, tabiquerías y acabados en general.

En el mismo REGLAMENTO, se señala el método para calcular las cargas existentes.

Tabla 1

Cargas vivas mínimas repartidas

OCUPACIÓN O USO	CARGAS REPARTIDAS kPa (kgf/m ²)
Almacenaje	5,0 (500) Ver 6.4
Baños	Igual a la carga principal del resto del área, sin que sea necesario que exceda de 3,0 (300)
Bibliotecas	Ver 6.4
Salas de lectura	3,0 (300)
Salas de almacenaje con estantes fijos (no apilables)	7,5 (750)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Centros de Educación	
Aulas	2,5 (250)
Talleres	3,5 (350) Ver 6.4
Auditorios, gimnasios, etc.	De acuerdo a lugares de asambleas
Laboratorios	3,0 (300) Ver 6.4
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Garajes	
Para parqueo exclusivo de vehículos de pasajeros, con altura de entrada menor que 2,40 m	2,5 (250)
Para otros vehículos	Ver 9.3
Hospitales	
Salas de operación, laboratorios y zonas de servicio	3,0 (300)
Cuartos	2,0 (200)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Hoteles	
Cuartos	2,0 (200)
Salas públicas	De acuerdo a lugares de asamblea
Almacenaje y servicios	5,0 (500)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Industria	Ver 6.4
Instituciones Penales	
Celdas y zona de habitación	2,0 (200)
Zonas públicas	De acuerdo a lugares de asamblea
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Lugares de Asamblea	
Con asientos fijos	3,0 (300)
Con asientos móviles	4,0 (400)
Salones de baile, restaurantes, museos, gimnasios y vestíbulos de teatros y cines.	4,0 (400)
Graderías y tribunas	5,0 (500)
Corredores y escaleras	5,0 (500)
Oficinas (*)	
Exceptuando salas de archivo y computación	2,5 (250)
Salas de archivo	5,0 (500)
Salas de computación	2,5 (250) Ver 6.4
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Teatros	
Vestidores	2,0 (200)
Cuarto de proyección	3,0 (300) Ver 6.4
Escenario	7,5 (750)
Zonas públicas	De acuerdo a lugares de asamblea
Tiendas	5,0 (500) Ver 6.4
Corredores y escaleras	5,0 (500)
Viviendas	2,0 (200)
Corredores y escaleras	2,0 (200)

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones, E020 – Cargas

1.3.5. Tridilosa.

El ingeniero Heberto Castillo menciona una estructura que puede ser mixta entre concreto y acero o simplemente acero, y ésta se crea por elementos tubulares soldados u atornillados, tanto en la parte superior e inferior donde mayormente son capas de concreto. Este método constructivo reemplaza losas de concreto armado de grandes luces.

A disimilitud de las estructuras habituales en las que mayormente el concreto trabaja un 33% en compresión, la tridilosa logra una eficiencia de hasta un 90% de este material. Este tipo de sistema en losas permite la construcción de estructuras más livianas, económicas y sobre todo resistentes, ejecutándose en periodos menores a los sistemas convencionales.

Este sistema de estructuración se ha utilizado en la construcción de 200 puentes en el país de México, en el World Trade Center, en la Torre Chapultepec, en el centro médico Siglo XXI, Plaza Cuauhtémoc, Plaza Tabasco 2000, Hotel Morelia Misión y en el edificio Biosfera 2 en Estados Unidos; la tridilosa fue descubierta en el año 1966 por Heberto Castillo Martínez un ingeniero mexicano con especialidad en estructuras.

Una propiedad muy relevante de las tridilosas consiste en que se puede ahorrar un 66% de concreto y hasta un 40% de acero requerido, debido a que no necesita ser rellenado de concreto en el área en tracción, solo en la parte superior que trabaja a compresión. La tridilosa muy aparte de ser utilizada en techos y puentes muy livianos se utilizan también muelles flotantes. Por ejemplo, en Nicaragua se construyó un puente para tránsito de vehículos pesados y que se puede levantar por 2 hombres en cada extremo del puente.

Tridilosa: doble losa, es una Estructura para Techos constituida por dos lositas de concreto armado, cuyas mallas se sueldan a diagonales. Las diagonales pueden ser de fierro liso, fierro corrugado de construcción, perfiles o tubos de acero.

1.3.6. Diferencias de la tridilosa con otros entrepisos

Para el ingeniero Heberto Castillo, la tridilosa es un entrepiso como cualquier otro, con piso y cielo raso, aunque se puede prescindir de la losita baja. En caso de prescindir de la losita baja la estructura deberá contar con el mantenimiento propio de una estructura metálica convencional.

1.3.7. Tamaño del peralte de la tridilosa

Al respecto el ingeniero Heberto Castillo sostiene que el peralte varia teniendo en cuenta los espacios a cubrir, sin embargo, el peso propio se mantiene casi constante (similar al de un aligerado de veinte centímetros de espesor).

1.3.8. Distribución de esfuerzos

El ingeniero Heberto Castillo sostiene que las diagonales por su forma y ubicación distribuyen los esfuerzos en diferentes direcciones, lo que permite una reserva de resistencia para afrontar acciones fortuitas como los sismos.

Actúa íntimamente ligada con los elementos de borde y de apoyo (vigas y columnas), haciendo un todo que da una mayor seguridad y estabilidad a la estructura.

1.3.9. Ventajas

Gran resistencia a la acción de los sismos, menor cantidad de vigas, columnas y zapatas; que, en igual área con techado tradicional, menor cantidad de concreto y por consiguiente menor peso propio por m². de área techada rapidez, limpieza y menor tiempo en la ejecución de la obra.

1.3.10. Costo

- **Cimentación**

Se puede reducir costos en con tridilosas ya que su peso es hasta un 60% menos que otros sistemas, donde ya no sería necesario una estructuración con pilotes o pilas. Además, la cimentación es más económica debido a que las cargas son menores.

- **Columnas**

Ya que tienen menor carga vertical y el efecto sísmico sería menor ya que el sismo es proporcional al peso de la estructura, cuando hay menos peso existe menor efecto sísmico.

1.3.11. La tridilosa, facilita las instalaciones sanitarias y eléctricas

La tridilosa facilita las instalaciones eléctricas y/o sanitarias según competan ser colocadas por la losa, se ubican en cualquier dirección, existiendo un solo obstáculo siendo las barras en diagonal; además existen aberturas por donde es posible trazar los ductos. En este sistema, se pueden abrir zanjas en las losas para agregar otros sistemas de drenaje, u otro tipo de instalaciones eléctricas, etc. Porque es fácil romper una parte del lecho superior sin que se origine el colapso de la estructura.

También existen nuevas construcciones de edificios en hostales o de departamentos, en donde se necesitan instalaciones especiales como la instalación de aire acondicionado, donde en losas típicas se ponen plafones para la instalación de los sus ductos; además se tiene que tener en cuenta que si se aumenta el peralte de la tridilosa, estas instalaciones especiales quedarían adentro de la losa o sea, en otras palabras se pueden proyectar conjuntamente con la estructura.

1.4. Formulación del problema

¿De qué manera la evaluación diseño-costo de estructura tridilosa con losa dos direcciones ayudarán a la elección del tipo de estructura resistente y económica para la construcción de edificaciones de grandes luces para los pobladores en la ciudad de Tarapoto?

1.5. Justificación del estudio

En la ciudad de Tarapoto, departamento de San Martín, actualmente la tasa de crecimiento de la población va incrementándose de forma acelerada, y por ende la necesidad de construir; por ello, la presente investigación se justifica porque los ciudadanos empresarios que desean construir su local comercial, edificación u obras con grandes luces, tienen el problema económico para ejecutar dichas obras; esto se debe al tipo de estructuración que se realiza, ya que tanto el precio en materiales como mano de obra se ha incrementado.

Este tipo de estructuraciones comunes en la ciudad de Tarapoto, tanto en entresijos como en techos, son las losas dos direcciones, estructuras metálicas, etc.

Por otra parte, lo que se busca es optimizar los recursos a través de diseños nuevos y cómodos, que a su vez garanticen el correcto funcionamiento estructural y sísmico resistente para poder lograr el objetivo del proyecto.

1.6. Hipótesis

Es posible evaluar la eficacia del diseño y costo entre una tridilosa y una losa dos direcciones en edificaciones de grandes luces en la ciudad de Tarapoto.

1.7. Objetivos:

1.7.1. Objetivo General

Diseñar una estructura con entresijo tipo tridilosa y tipo losa 2 direcciones para evaluar su funcionamiento tanto en diseño y en costo en la ciudad de Tarapoto.

1.7.2. Objetivos Específicos

- Realizar el modelamiento análisis y diseño de estructura tridilosa.
- Realizar el modelamiento análisis y diseño de estructura losa en dos direcciones.
- Realizar el metrado y presupuesto del proyecto con Losa dos direcciones.
- Realizar el metrado y presupuesto del proyecto con tridilosa.
- Evaluar y comparar el diseño y costo de estructuras losa dos direcciones y tridilosa.
- Realizar una evaluación con respecto al peso propio de estructuras losa dos direcciones con tridilosa.
- Dar a conocer a los profesionales, nuevos tipos de estructuración a elegir según la luz necesitada.

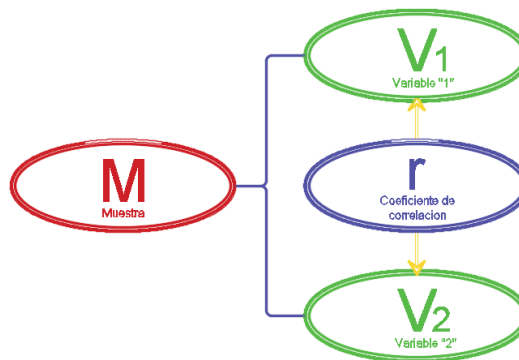
II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

2.1.1. Investigación Descriptiva - Comparativa

Se dice comparativa cuando se analizan similitudes y disimilitudes que se encuentren entre fenómenos, para revelar algunos datos o condiciones que parecen aportar a la aparición de algunas situaciones. Y descriptiva cuando la persona encargada de la investigación recopila datos existentes en la realidad, sin cambiarlos, usando el método de la observación, donde se usan métodos de análisis e interpretación.

El esquema utilizado es el siguiente:



Fuente: Elaboración propia

Donde:

- M: Muestra
- V1: Evaluación De Diseño-Costo.
- V2: Estructura Tridilosa Y Losa Dos Direcciones.
- r: Coeficiente de Correlación.

2.2. Variables, operacionalización

2.2.1. Variables

- ✓ *Variable dependiente:* Evaluación de Diseño-Costo
- ✓ *Variable independiente:* Estructura tridilosa y losa dos direcciones

2.2.2. Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIONES CONCEPTUALES	DEFINICIONES OPERACIONALES	INDICADORES	ESCALAS DE MEDICIÓN
<i>Evaluación de Diseño-Costo</i>	La Evaluación Diseño - Costo, se refiere a un sistema comparativo entre la eficiencia en cuanto al diseño y a la posibilidad de economizar en cuanto al costo de las estructuras.	En la evaluación de los sistemas estructurales se dependerá bastante los diseños de las losas en la cual se analizaran el comportamiento del sistema Tridilosa y Losa dos direcciones, generando así una comparación estructural.	Características Económicas Características estructurales	NOMINAL
<i>Estructura Tridilosa Y Losa Dos Direcciones</i>	Diseñar y analizar diferentes entrepisos con losa dos direcciones y tridilosa con luces mayores o iguales a 5 mts.	Diseñar y analizar un entrepiso con tridilosa.	Resistencia de los elementos que la componen y de las uniones entre estos y seguridad Modelamiento Matemático estructural Sap2000 V.19	NOMINAL

Fuente: Elaboración propia

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

Está determinada por las edificaciones con grandes luces en la ciudad de Tarapoto con cualquier tipo de estructura en la ciudad.

2.3.1.1. Criterios de elección de la muestra

- Edificaciones con estructuras metálicas.
- Edificaciones con losas dos direcciones.
- Edificaciones con sistema estructural con grandes luces en general.

2.3.1.2. Clasificación de estructuras de grandes luces en Tarapoto

Mini coliseo Santa Rosa

Hospital II

Almacén Romero

2.3.2. Muestra

La muestra es 01 edificio (Hospital II, ya que es una infraestructura que consta del diseño de losas dos direcciones cuyas características estructurales es indispensable para la evaluación del presente proyecto de investigación); calculados mediante la fórmula del muestreo aleatoria – estratificado.

Dado que la población a estudiar se determinó de manera cuantitativa, la magnitud de la muestra se encuentra usando fórmulas estadísticas con el fin de determinar las muestras correspondientes.

2.3.3. Muestreo

Consiste en elegir la muestra a partir de un área de población seleccionada. Dadas por las siguientes fórmulas.

$$n_o = \left(\frac{z}{e}\right)^2 * p * q \rightarrow n = \frac{n_o}{1 + \frac{n_o}{N}}$$

Dónde:

n_o = Cantidad teórica de la muestra

n = Cantidad real de elementos de la muestra a partir de la población seleccionada

N = Número total de elementos que conforman la población=7

z = Nivel de confianza = 95%. = 1.96

e = Error permitido.= Para $3 \leq N \leq 10 = 0.1$ (un error del 10 %)

q = Probabilidad de la población que no presenta las características

Para $3 \leq N \leq 19 = q = 0,01$ (un 1 %)

p = Probabilidad de la población que presenta las características.

$(1-q) = 0.99$

$$n_o = \left(\frac{1.96}{0.1}\right)^2 * 0.99 * 0.01 = 3.8 \rightarrow n = \frac{3.80}{1 + \frac{3.80}{7}} = 1.31 = 1$$

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

2.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos usados en la recolección de datos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3

Técnicas e instrumentos

Técnicas	Instrumentos	Fuentes o informantes
Observación	Cuestionario	Ingenieros
Modelación matemático estructural	Programa computarizado Software Sap2000 V19	Especialista Estructural

Fuente: Elaboración propia

2.4.2. Validez y confiabilidad

La validación se realizó con 03 Ingenieros Civiles, categorizados de acuerdo a la escuela profesional; colegiados y habilitados.

2.5. Método de análisis de datos

Para los análisis de los datos, se empleó gráficos de barras, cuadros de Microsoft Excel, hojas de cálculo con PTC Mathcad Prime 3.1, programas especializados para este caso, tales como AutoCAD, S10 (costos y presupuestos), modelamiento matemático Sap2000 V.19 que permitan su análisis e interpretación rápida para la obtención de las conclusiones.

2.6. Aspectos éticos

Se tuvo que respetar la información, ya que no se le pondrá nombres a ningún instrumento, estos han sido cifrados para poder registrarse de manera discreta y se manejó exclusivamente los datos para el investigador, teniéndose como incógnita la información.

III. RESULTADOS

Para poder realizar la comparación en diseño y costo de una estructura tridilosa y losa en dos direcciones es necesario realizar un modelamiento estructural de las cuales se tomaron como datos losas estructurales con dimensiones de 5.00m x 5.00m, 7.50m x 5.00m, 10.00m x 7.50m, 12.50m x 10.00m, 15.00m x 12.50m en tridilosas y de 5.00m x 5.00m, 7.50m x 5.00m, 10.00m x 7.50m para losa dos direcciones, cuyas cargas actuantes se utilizaron con referencia al RNE E.020 Cargas (ver Anexo 05 criterios de diseño).

Tridilosa 5.00m X 5.00m

- La tridilosa tiene una luz de 5.0m x 5.0m con un peso propio de 7,184.24 kg-F. Con un peralte de 20cm.
- La tridilosa tiene una luz de 5.0m x 5.0m con un metrado.

Tabla 4

Metrados tridilosa 5.00mx5.00 m.

Tridilosa 5 x 5 m			
Part.	descripción	Unid	Total
N°			
01	<u>Tridilosa 5 x 5 m</u>		
1.01	<u>Obras de concreto armado</u>		
01.01.01	concreto f'c=210 kg/cm2 en losa de tridilosa	m ³	1.25
01.01.02	encofrado y desencofrado en losa de tridilosa	m ²	26.00
01.01.03	acero barra redondda lisa astm a-36	Kg	1660.09

Fuente: Elaboración propia

- El monto presupuestado de la tridilosa 5.0m x 5.0m luz es de S./ 17,347.83 (Diecisiete Mil Trescientos Cuarenta Y Siete Y 83/100 Soles)

Tridilosa 7.50m X 5.00m

- La tridilosa tiene una luz de 7.50m x 5.0m con un peso propio de 15,073.26 kg. Con un peralte de 30cm.
- La tridilosa tiene una luz de 7.50m x 5.0m con un metrado:

Tabla 5

Metrados tridilosa 7.50mx5.00 m.

Tridilosa 7.5 x 5 m			
Part. N°	Descripción	Unid	Total
01	<u>Tridilosa 7.5 x 5 m</u>		
1.01	<u>Obras de concreto armado</u>		
01.01.01	Concreto f'c=210 kg/cm ² en losa de tridilosa	m ³	2.81
01.01.02	Encofrado y desencofrado en losa de tridilosa	m ²	39.38
01.01.03	Acero barra redonda lisa astm a-36	Kg	4484.99

Fuente: Elaboración propia

- El monto presupuestado de la tridilosa 7.50m x 5.0m luz es de S./ 44,051.66 (Cuarenta y cuatro Mil Cincuenta y uno Y 66/100 Soles).

Tridilosa 10.00m X 7.50m

- La tridilosa tiene una luz de 10.0m x 7.5m con un peso propio de 34,764.83 kg. Con un peralte de 40cm.
- La tridilosa tiene una luz de 10.0m x 7.5m con un metrado:

Tabla 6*Metrados tridilosa 10.00mx7.50 m.*

Tridilosa 10 x 7.5 m			
Part. N°	Descripción	Unid	Total
01	<u>Tridilosa 10 x 7.5 m</u>		
1.01	<u>Obras de concreto armado</u>		
01.01.01	Concreto f'c=210 kg/cm2 en losa de tridilosa	m ³	5.63
01.01.02	Encofrado y desencofrado en losa de tridilosa	m ²	77.63
01.01.03	Acero barra redondda lisa astm a-36	Kg	13632.99

Fuente: Elaboración propia

- El monto presupuestado de la tridilosa 10.0m x 7.5m luz es de S./ 129,324.98 (Ciento Veintinueve Mil Trescientos Veinticuatro Y 98/100 Soles).

Tridilosa 12.50m X 10.00m

- La tridilosa tiene una luz de 12.50m x 10.0m con un peso propio de 58,548.62 kg. Con un peralte de 60cm.
- La tridilosa tiene una luz de 12.50m x 10.0m con un metrado:

Tabla 7*Metrados tridilosa 12.5mx10.00 m.*

Tridilosa 12.5 x 10 m			
Part. N°	Descripción	Unid	Total
01	<u>Tridilosa 12.5 x 10 m</u>		
1.01	<u>Obras de concreto armado</u>		
01.01.01	Concreto f'c=210 kg/cm2 en losa de tridilosa	m ³	9.38
01.01.02	Encofrado y desencofrado en losa de tridilosa	m ²	128.38
01.01.03	Acero barra redondda lisa astm a-36	Kg	30212.14

Fuente: Elaboración propia

- El monto presupuestado de la tridilosa 12.50m x 10.0m luz es de S./ 281,820.96 (Doscientos Ochenta Y Un Mil Ochocientos Veinte Y 96/100 Soles).

Tridilosa 15.00m X 12.50m

- La tridilosa tiene una luz de 15.0m x 12.5m con un peso propio de 85,653.56 kg. Con un peralte de 60cm
- La tridilosa tiene una luz de 15.0m x 12.5m con un metrado:

Tabla 8

Metrados tridilosa 15.00mx12.50 m.

Tridilosa 15 x 12.5 m			
Part. N°	Descripción	Unid	Total
01	<u>Tridilosa 15 x 12.5 m</u>		
1.01	<u>Obras de concreto armado</u>		
01.01.01	Concreto f'c=210 kg/cm2 en losa de tridilosa	m ³	14.06
01.01.02	Encofrado y desencofrado en losa de tridilosa	m ²	191.63
01.01.03	Acero barra redonda lisa astm a-36	Kg	32326.72

Fuente: Elaboración propia

- El monto presupuestado de la tridilosa 12.50m x 10.0m luz es de S./ 307,543.49 (Trescientos Siete Mil Quinientos Cuarenta Y Tres Y 49/100 Soles).

Losa dos direcciones 5.00m X 5.00 m

- La losa dos direcciones tiene una luz de 5.0m x 5.0m con un peso propio de 12,591.64kg-f. Con un peralte de 20cm.
- La losa en dos direcciones tiene una luz de 5.0m x 5.0m con un metrado:

Tabla 9

Metrados losa dos direcciones 5.00mx5.00 m.

Losa de dos direcciones 5 x 5 m			
Part. N°	Descripción	Unid	Total
01	<u>Losa de dos direcciones 5 x 5 m</u>		
1.01	<u>Obras de concreto armado</u>		
	Concreto f'c=210 kg/cm ² en losa de 02		
01.01.01	direcciones	m ³	2.32
	Encofrado y desencofrado en losa en 02		
01.01.02	direcciones	m ²	22.44
	ACERO Fy=4200 KG/CM ² EN LOSA		
01.01.03	EN DOS DIRECCIONES	Kg	247.88

Fuente: Elaboración propia

- El monto presupuestado de la losa en dos direcciones de 5.0m x 5.0m de luz es de S./ 4,954.36 (Cuatro Mil Novecientos Cincuenta Y Cuatro Y 36/100 Soles).

Losa dos direcciones 7.50m X 5.00m

- La tridilosa tiene una luz de 7.50m x 5.0m con un peso propio de 19,668.36kg-f. Con un peralte de 27.5cm.
- La losa en dos direcciones tiene una luz de 7.50m x 5.0m con un metrado de:

Tabla 10*Metrados losa dos direcciones 7.50mx5.00 m*

Losa de dos direcciones 7.5 x 5 m			
Part. N°	Descripción	Unid	Total
01	<u>Losa de dos direcciones 7.5 x 5 m</u>		
1.01	<u>Obras de concreto armado</u>		
	Concreto f'c=210 kg/cm ² en losade 02		
01.01.01	direcciones	m ³	4.40
	Encofrado y desencofrado en losa en 02		
01.01.02	direcciones	m ²	40.85
	Acero fy=4200 kg/cm ² en losa en dos		
01.01.03	direcciones	Kg	441.96

Fuente: Elaboración propia

- El monto presupuestado de la losa en dos direcciones de 7.50m x 5.0m de luz es de S./ 9,055.13 (Nueve Mil Cincuenta Y Cinco Y 13/100 Soles).

Losa dos direcciones 10.00m X 7.50 m

- La tridilosa tiene una luz de 10.0m x 7.5m con un peso propio de 49,736.18kg-f. Con un peralte de 37.5cm.
- La losa en dos direcciones tiene una luz de 10.00m x 7.50m con un metrado de:

Tabla 11*Metrados losa dos direcciones 10.00mx7.50 m*

Losa de dos direcciones 10 x 7.5 m			
Part. N°	Descripción	Unid	Total
01	<u>Losa de dos direcciones 10 x 7.5 m</u>		
01.01	<u>Obras de concreto armado</u>		
	Concreto f'c=210 kg/cm ² en losade 02		
01.01.01	direcciones	m ³	10.84
	Encofrado y desencofrado en losa en 02		
01.01.02	direcciones	m ²	85.50
	Acero fy=4200 kg/cm ² en losa en dos		
01.01.03	direcciones	Kg	1074.87

Fuente: Elaboración propia

- El monto presupuestado de la losa en dos direcciones de 7.50m x 5.0m de luz es de S./ 20,327.48 (Veinte Mil Trescientos Veintisiete Y 48/100 Soles).

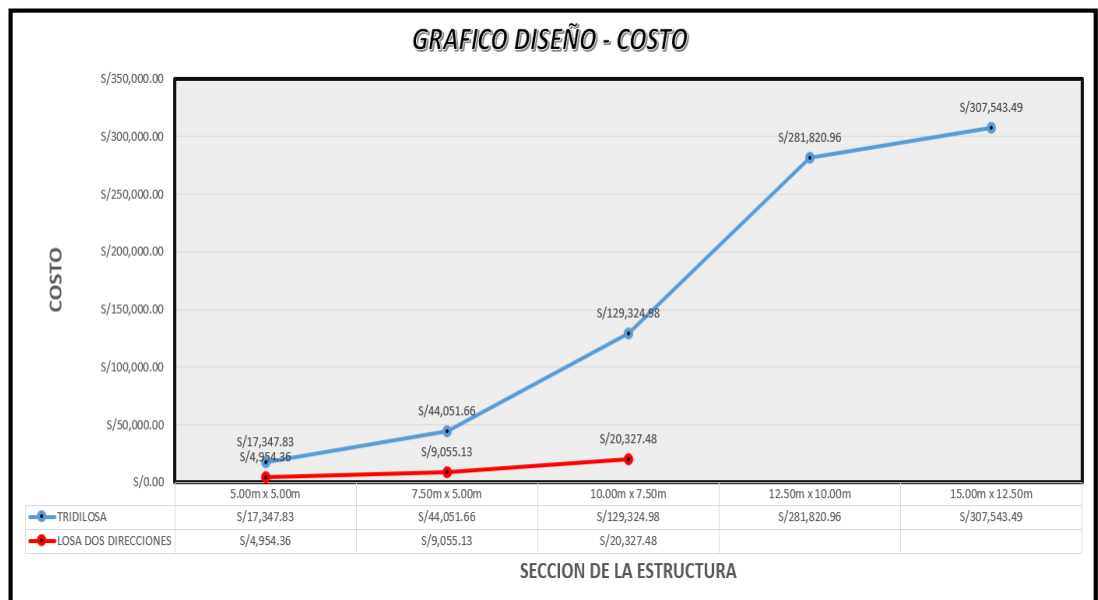
IV. DISCUSIÓN

Se presentan y se explican los resultados de la presente investigación, es decir, los resultados de los cálculos, metrados y presupuestos de cada estructura por medio de gráficos y sus respectivas descripciones.

Precios por estructuras

En el Gráfico N° 01 se observa en resumen el costo de las estructuras tridilosa y losa dos direcciones según las dimensiones de losas estructurales de 5.00 m x 5.00 m, 7.50m x 5.00 m, 10.00m x 7.50m, 12.50 m x 10.00 m, 15.00 m x 12.50 m siendo la línea azul las tridilosas y la línea roja las losas en dos direcciones.

Figura 3. Comparación Diseño – Costo



Fuente: Elaboración propia

Tabla 12*Comparación de costos*

Precios				
	Tridilosa	Losa Dos Direcciones	Diferencia De Precios	Porcentaje De Incidencia
5.00m x 5.00m	S/17,347.83	S/4,954.36	S/12,393.47	28.56%
7.50m x 5.00m	S/44,051.66	S/9,055.13	S/34,996.53	20.56%
10.00m x 7.50m	S/129,324.98	S/20,327.48	S/108,997.50	15.72%
12.50m x 10.00m	S/281,820.96			
15.00m x 12.50m	S/307,543.49			

Fuente: Elaboración propia

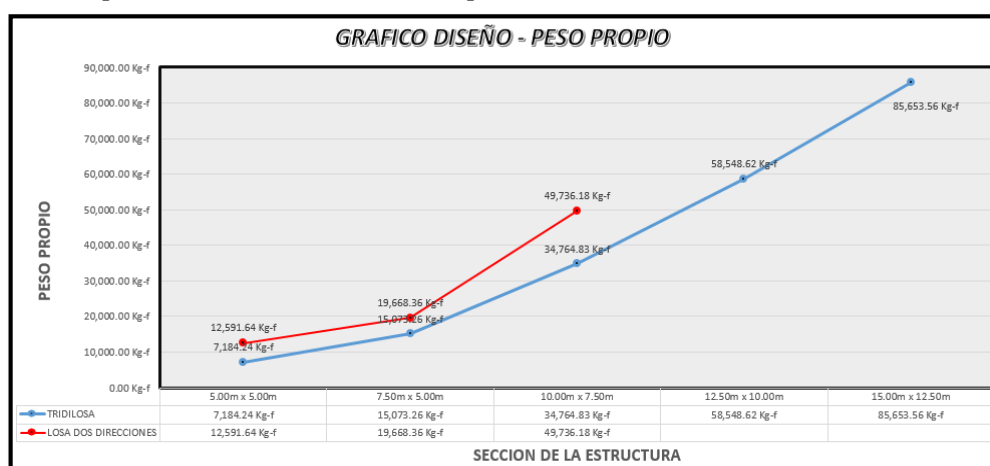
En el presente cuadro se muestran los precios de cada estructura y sus porcentajes de incidencia según su luz.

- Para la losa de 5.00 m x 5.00 m de luz:
 - ✓ Se puede notar que la estructura tridilosa tiene un precio de S/. 17,347.83 y la losa dos direcciones tiene un precio de S/. 4,954.36 es decir, el monto de la tridilosa es S/. 12,393.47 más elevado que la losa en dos direcciones, y el precio de la losa en dos direcciones representa al 28.56% del precio de la tridilosa.
- Para la losa de 7.50 m x 5.00 m de luz:
 - ✓ Se puede notar que la estructura tridilosa tiene un precio de S/. 44,051.66 y la losa dos direcciones tiene un precio de S/. 9,055.13, es decir, el monto de la tridilosa es S/. 34,996.53 más elevado que la losa en dos direcciones, y el precio de la losa en dos direcciones representa al 20.56% del precio de la tridilosa.

- Para la losa de 10.00 m x 7.50 m de luz:
 - ✓ Se puede notar que la estructura tridilosa tiene un precio de S/. 129,324.98 y la losa dos direcciones tiene un precio de S/. 20,327.48, es decir, el monto de la tridilosa es S/. 108,997.50 más elevado que la losa en dos direcciones, y el precio de la losa en dos direcciones representa al 15.72% del precio de la tridilosa.

Pesos por estructuras

Figura 4: Comparación Diseño – Peso Propio



Fuente: Elaboración propia

Tabla 13

Comparación de pesos

	Peso Propio De Estructura			
	Losa Dos Direcciones	Tridilosa	Diferencia De Pesos	Porcentaje De Diferencia
5.00m x 5.00m	12,591.64 Kg-f	7,184.24 Kg-f	5,407.40 Kg-f	57.06%
7.50m x 5.00m	19,668.36 Kg-f	15,073.26 Kg-f	4,595.10 Kg-f	76.64%
10.00m x 7.50m	49,736.18 Kg-f	34,764.83 Kg-f	14,971.35 Kg-f	69.90%
12.50m x 10.00m		58,548.62 Kg-f		
15.00m x 12.50m		85,653.56 Kg-f		

Fuente: Elaboración propia

En el presente cuadro se muestran los precios de cada estructura y sus porcentajes de incidencia según su luz.

- Para la losa de 5.00 m x 5.00 m de luz:
 - ✓ Se puede notar que la estructura tridilosa tiene un peso de 7,184.24 Kg-f y la losa dos direcciones tiene un peso de 12,591.64 Kg-f, es decir, el peso propio de la losa dos direcciones es 5,407.40 Kg-f más elevado que la tridilosa, donde el peso propio de la tridilosa representa al 57.06% del peso de la losa dos direcciones.

- Para la losa de 7.50 m x 5.00 m de luz:
 - ✓ Se puede notar que la estructura tridilosa tiene un peso de 19,668.36 Kg-f y la losa dos direcciones tiene un peso de 15,073.26 Kg-f, es decir, el peso propio de la losa dos direcciones es 4,595.10 Kg-f más elevado que la tridilosa, donde el peso propio de la tridilosa representa al 76.64% del peso de la losa dos direcciones.

- Para la losa de 10.00m x 7.50m de luz:
 - ✓ Se puede notar que la estructura tridilosa tiene un peso de 49,736.18 Kg-f y la losa dos direcciones tiene un peso de 34,764.83 Kg-f, es decir, el peso propio de la losa dos direcciones es 14,971.35 Kg-f más elevado que la tridilosa, donde el peso propio de la tridilosa representa al 69.90% del peso de la losa dos direcciones.

V. CONCLUSIONES

- 5.1 Se realizó el modelamiento de la estructura tridilosa en el software SAP2000 V.19 donde se utilizó la norma E-090 (Estructuras Metálicas) y AISC 2010 para criterios de pre dimensionamiento, combinaciones de cargas y diseño.
- 5.2 Se realizó el modelamiento de la estructura losa en dos direcciones en el software SAP2000 V.19 donde se utilizó la norma E-060 (concreto armado) para criterios de pre dimensionamiento, combinaciones de cargas y diseño.
- 5.3 Se conocieron partidas y sus cantidades a usar mediante el metrado de las losas en dos direcciones, así como su respectivo presupuesto mediante el software S10 costos y presupuestos.
- 5.4 Se conocieron partidas y sus cantidades a usar mediante el metrado de la estructura tridilosa, así como su respectivo presupuesto mediante el software S10 costos y presupuestos.
- 5.5 Se evaluaron las estructuras tridilosa y losa en dos direcciones con respecto a la eficiencia de su diseño y en la variación de costo, cuyo resultado dio que las estructuras tridilosas son más elevadas de las losas en dos direcciones.
- 5.6 Se evaluaron las estructuras en cuanto a su carga muerta (peso propio) donde la losa en dos direcciones tiene un peso considerablemente mayor al de las tridilosas.
- 5.7 Una estructura losa dos direcciones es más económica hasta una luz de 10 metros, donde la estructura tridilosa llega a ser más económica a luces mayores de 15 mts.

VI. RECOMENDACIONES

- 6.1 Para la ejecución de una tridilosa se recomienda usar el acero ASTM A36 por ser un material que cumple con características técnicas necesarias.
- 6.2 Se recomienda usar losa dos direcciones en estructuras cuya luz tiene hasta 10 metros.
- 6.3 Para optar con estas estructuras se debe tener en cuenta que la tridilosa es más eficiente para losas con mayor luz.

VII. REFERENCIAS

CORREA, Félix. *Diseño estructural de un auditorio de estructura metálica*. Universidad de Piura. Piura – Perú 2003.

EL PERUANO. *Diseño Sismorresistente Norma Técnica E.030*. Diario Oficial (2016. 02 de enero) recuperado de: <http://busquedas.elperuano.com.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-modifica-la-norma-tecnica-e030-diseno-decreto-supremo-n-003-2016-vivienda-1337531-1/>.

ESPINOZA, Vlasev. *Edificio de Concreto Armado con Etabs*, [En línea]. [fecha de consulta 07 de mayo de 2018] recuperado de: <http://www.cingcivil.com/?p=853>.

HIBBELER. *Análisis Estructural*. 8ª. Ed. Mexino: Pearson Educacion, 2012, 120p. (2016, 19 de mayo). Recuperado de: <http://es.slideshare.net/andressantanachaves20/anlisis-estructural-8va-edicin-rc-hibbeler>. ISBN:978-607-32-1632I

MENA, Ulises. *Evaluación de riesgo sísmico en zonas urbanas*. España. Universidad Politécnica de Cataluña. 2002.

MONTEMAYO, Jesús. *Estudio comparativo de métodos de análisis de losas en dos direcciones*. Universidad Autónoma de Nuevo León. 1998.

MORAGUEZ, Arabel. *Modelo Educativo para la escuela Politécnica Holguinera. ¿Cómo seleccionar el tamaño de una muestra para una investigación educacional?* Holguín-Cuba. 2006.

MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. RNE. E-030: *Diseño Sismo resistente*. Lima: Instituto de la Construcción y Gerencia. 2006.

NILSON, Arthur. *Diseño de estructuras de Concreto*. Universidad Cornell. New York. 2001.

NILSON, Arthur. *Diseño de estructuras de Concreto Pre- esforzado*. Universidad Cornell. New York. 2005.

RAMOS, Maritza. *Análisis técnico y económico de losas de entrepiso*. Universidad de Piura. Piura – Perú. 2002.

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. Norma a.080 *oficinas*, para servicios administrativos, Lima, junio 2006.

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. Norma técnica e.020, para cargas. Lima, junio 2006.

VARGA, Andera. *Ingeniería Estructural*, [En línea], [fecha de consulta 10 de mayo de 2018], disponible en: <http://ingestructuralesty.galeon.com>.

ANEXOS

- **Matriz de consistencia de la investigación**

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables E Indicadores					
Problema General	Objetivo General	Hipótesis general:	Variable: Dependiente: Evaluación De Diseño-Costo.					
¿De qué manera la evaluación diseño-costo de estructura tridilosa con losa dos direcciones mejorará el financiamiento para construcciones de edificaciones de grandes luces para los pobladores en la ciudad de Tarapoto?	<p>Diseñar una estructura con entepiso tipo tridilosa y tipo losa 2 direcciones para evaluar su funcionamiento tanto en diseño y en costo en la ciudad de Tarapoto</p> <p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar diseño Losa dos direcciones y tridilosa. • Realizar el metrado del proyecto con Losa dos direcciones y tridilosa • Realizar Presupuesto de proyecto con losa dos direcciones. • Realizar presupuesto de proyecto con tridilosa. 	<p>Es posible evaluar la eficacia del diseño y costo entre una tridilosa y una losa dos direcciones en edificaciones de grandes luces en la ciudad de Tarapoto.</p>	Operacional	Indicadores	Escala de medición			
			En la evaluación de los sistemas estructurales se dependerá bastante del diseño de la infraestructura en la cual se analizaran el comportamiento del sistema Tridilosa y Losa dos direcciones, generando así una comparación estructural.	Características Económicas.	Nominal			
				Características Estructurales.				
				Características Constructivas.	Nominal			
			Variable: Independiente: Estructura Tridilosa Y Losa Dos Direcciones			Operacional	Indicadores	Escala de medición
			Diseñar y analizar un edificio con tridilosa, con grandes luces.	Resistencia de los elementos que la componen y de las uniones entre estos y seguridad. Modelamiento Matemático estructural Sap	Nominal			

Método Y Diseño	Población	Técnicas E Instrumentos	Método De Análisis De Datos
Enfoque: Cuantitativo	Población		El método de la presente tesis de investigación es :
Tipo: Aplicada - Comparativa	La población está determinada por 03 edificaciones con los siguientes sistemas: Tijerales, serchas y losas dos direcciones; en la Tarapoto.	Las técnicas e instrumentos de recolección de datos utilizados en la investigación son las siguientes:	Forma de Tratamiento de los Datos.
<p>Tipo de estudio.</p> <p>Aplicada Comparativa</p> <p>M: V_1 r V_2</p> <p>Dónde:</p> <p>M: Corresponde al grupo muestral.</p> <p>V1: es la Variable 1</p> <p>V2: es la Variable 2</p> <p>r: es el coeficiente de relación.</p> <p>Método de estudio</p> <p>Cuantitativo</p>	<p>Muestra: Es no pro balístico: exclusión e inclusión, la muestra, 01 edificio con losas dos direcciones, mediante la fórmula del muestreo. (Hospital II).</p>	<p>Técnicas:</p> <p>Observación</p> <p>Consultas</p> <p>Modelación matemático estructural</p> <p>Revisión de documentos</p> <p>Trabajos en gabinete</p> <hr/> <p>Instrumentos:</p> <p>Fichas de recolección de Datos</p> <hr/> <p>Programa computarizado Sap2000 V.19</p>	<p>La información recogida se procesó con procesador Windows 2010 – se usará tablas de Excel, hojas de cálculo, programas especializados para este caso tales como AutoCAD, S10(costos y presupuestos), modelo matemático Etabs 2015.</p> <hr/> <p>Forma de Análisis de la Información.</p> <p>A través de grafico de barras y descripción de los resultados de la aplicación.</p>

- **Instrumentos de investigación**

Cuestionario

Fecha ____/____/____

Datos del Profesional

- Nombres y Apellidos:
- Profesión:
- N.º de colegiatura
- Cargo o especialidad:

Datos sobre Proyectos de Grandes Luces

1. ¿Ejecutó o diseñó algún proyecto de losas con grandes luces?
2. ¿Qué tipo de proyecto fue?
3. ¿En dónde queda ubicado el proyecto?
4. ¿Cuántos metros de luz tenía la estructura?
5. ¿Qué tipo de estructura se utilizó?
6. ¿Se tuvo problemas al momento de la ejecución del proyecto con respecto a mano de obra especializada?
7. ¿Qué tipo de estructuras con grandes luces utiliza en sus proyectos?
8. ¿Conoce la estructura Tridilosa?
9. ¿Cómo elige el tipo de estructura para losas a utilizar según la luz del proyecto?
10. ¿Conoce alguna bibliografía que le ayude a determinar el tipo de estructura eficiente y económica para losas de grandes luces?

Fecha: 26 / 09 / 2017

Datos del Profesional

- Nombres y Apellidos: Danilo Díaz Baca
- Profesión: Ingeniero Civil
- Cargo o especialidad: Consultor de obra

Datos sobre Proyectos de Grandes Luces

¿Ejecutó o diseñó algún proyecto de losas con grandes luces?

- Sí

¿Qué tipo de proyecto fue?

- Diseño del techo de un anfiteatro de un colegio que se encuentra debajo de una losa deportiva

¿En dónde queda ubicado el proyecto?

- Sisa

¿Cuántos metros de luz tenía la estructura?

- La máxima luz de la estructura fue de 9 metros.

¿Qué tipo de estructura se utilizó?

- Se utilizó losa aligerada en una dirección con vigas acarteladas

¿Se tuvo problemas al momento de la ejecución del proyecto con respecto a mano de obra especializada?

- No se tuvo este tipo de problema por necesitar solo operarios.

¿Qué tipo de estructuras con grandes luces utiliza en sus proyectos?

- Para techos utilizo coberturas livianas para entrepisos losa en dos direcciones

¿Conoce la estructura Tridilosa?

- No.

¿Cómo elige el tipo de estructura para losas a utilizar según la luz del proyecto?

- Del criterio técnico que tengo y el basándome en el reglamento nacional de edificaciones

¿Conoce alguna bibliografía que le ayude a determinar el tipo de estructura eficiente y económica para losas de grandes luces?

- Solo al Reglamento nacional de edificaciones.

Fecha: 27 / 09 / 2017

Datos del Profesional

- Nombres y Apellidos: Evin Chinchay Acosta
- Profesión: Ingeniero Civil
- Cargo o especialidad: Consultor de obra

Datos sobre Proyectos de Grandes Luces

¿Ejecutó o diseñó algún proyecto de losas con grandes luces?

- Sí.

¿Qué tipo de proyecto fue?

- La consultoría de un colegio inicial.

¿En dónde queda ubicado el proyecto?

- Lima

¿Cuántos metros de luz tenía la estructura?

- La estructura fue de 10 metros.

¿Qué tipo de estructura se utilizó?

- Se utilizó losa en dos direcciones

¿Se tuvo problemas al momento de la ejecución del proyecto con respecto a mano de obra especializada?

- No se tuvo este tipo de problema ya que teníamos operarios y maestro de obra calificado.

¿Qué tipo de estructuras con grandes luces utiliza en sus proyectos?

- Para techos utilizo losas en 2 direcciones.

¿Conoce la estructura Tridilosa?

- No.

¿Cómo elige el tipo de estructura para losas a utilizar según la luz del proyecto?

- Del criterio técnico que tengo.

¿Conoce alguna bibliografía que le ayude a determinar el tipo de estructura eficiente y económica para losas de grandes luces?

- Solo al reglamento nacional de edificaciones.

- Criterios de diseño

Hipótesis del diseño

El análisis de cada estructura se realizó utilizando el software SAP2000 (Versión 19). Los diversos modelos fueron analizados mediante modelos tridimensionales. En el análisis se supuso comportamiento lineal y elástico. El modelo se analizó considerando sólo los elementos estructurales, sin embargo, los elementos no estructurales han sido ingresados como solicitaciones de carga debido a que aquellos no son importantes en la contribución de la rigidez y resistencia de las estructuras proyectadas.

Normas aplicables

- Norma Técnica de Edificación E.020: Cargas
Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)
- Norma Técnica de Edificación E.030: Diseño Sismorresistente
Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)
- Norma Técnica de Edificación E.060: Concreto Armado
Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)
- Norma Técnica de Edificación E.090: Estructura metálicas
Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)

Parámetros de diseño

Características de los materiales:

Para efectos del análisis realizado a las edificaciones se han adoptado para los elementos estructurales los valores indicados a continuación:

- Concreto armado : $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ($E = 217\,370.5 \text{ Kg/cm}^2$)
- Acero de refuerzo G-60 : $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Acero estructural : ASTM A36

Carga de diseño

Las cargas se asignaron conforme a la Norma de Estructuras E.020 Cargas.

Cargas Muertas (D):

Los pesos de los elementos no estructurales se estimaron a partir de sus dimensiones reales con su correspondiente peso específico. A continuación, se detallan las cargas muertas consideradas en el análisis:

- Concreto:
Peso propio : Calculado por SAP2000 (Pe C°A°=2400 Kg/m3)
Peso de Acabados: 100 Kg/m2

Cargas Vivas (L)

La carga viva se ha adoptado para las condiciones de estructura importantes A1.

- S/C : 400 kgf/m2

Parámetros sísmicos

En análisis sísmico de las estructuras se realizó siguiendo los criterios de la Norma de diseño sismorresistente E.030 mediante el procedimiento de superposición modal espectral. La respuesta máxima elástica esperada (r) de los diferentes modos de vibración (i) se determinó mediante la combinación cuadrática completa de los valores calculados para cada modo.

$$r = 0.25 \sum |r_i| + 0.75 \sqrt{\sum r_i^2}$$

Los parámetros sísmicos se determinaron teniendo en cuenta lo dispuesto por la norma técnica peruana E.030 vigente. Considerándose una edificación esencial y las condiciones del suelo de fundación predominante en la zona son los siguientes.

- Factor de zona $Z = 0.35$ (Zona 3)
- Factor de uso e importancia $U = 1.50$ (Categoría A)
- Factor de suelo $S = 1.20$ (Según Estudio de Suelos)
 $T_p=1.00$
 $T_L=1.60$

Para el caso de los factores de reducción sísmica se ha considerado una estructura del tipo especial del tipo arriostrada por lo que se ha tomado un $R=8$.

$$\frac{S_a}{g} = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R}$$

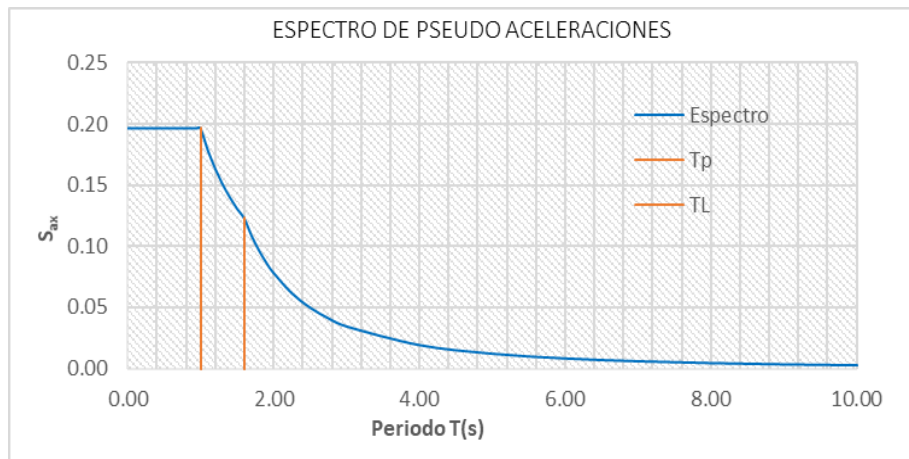


Figura 5. *Espectro de pseudo aceleraciones*

Fuente: Elaboración propia

Estimación del peso

Como el elemento estructural a analizar se ha categorizado dentro de las estructuras esenciales, para el peso involucrado en la acción sísmica se considerará el 100% del peso propio mas el 50% de la carga viva.

Fuerzas sísmicas verticales

Por tratarse de estructuras flexibles y de grandes luces se considera el efecto de la carga sísmica en la dirección vertical es los 2/3 del espectro calculado para la carga horizontal.

Combinación de cargas

Para la combinación de cargas se ha tenido en cuenta lo dispuesto por la norma técnica peruana E.060 y E.090. la cual establece las siguientes combinaciones de cargas

Para el diseño de estructuras de acero

$$U1=1.4D$$

$$U2=1.2D+1.6L$$

$$U3=1.2D\pm 1.0E+0.5L$$

$$U4=0.9D\pm 1.0E$$

Para el diseño de concreto armado

$$U1=1.4D+1.7L$$

$$U2=1.25D+1.25L\pm 1.0E$$

$$U3=0.9D\pm 1.0E$$

Donde:

- D: Carga muerta
- L: Carga Viva
- E: Carga por sismo.

- **MODELAMIENTO, ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE TRIDILOSA 5.00M X 5.00M.**

TRIDILOSA DE 5.0m X 5.0m

Predimensionamiento de la tridilosa

$$L := 5.0 \text{ m}$$

$$B := 5.0 \text{ m}$$

Peralte

$$h := \text{Ceil} \left(\frac{L}{25}, 0.5 \text{ cm} \right)$$

$$h = 20 \text{ cm}$$

Longitud de cuerda

Para el cálculo de longitud de cuerda para el peralte requerido se adoptará un sistema de celdas triangulares

$$L_e := \text{Ceil} \left(\frac{h}{0.816}, 0.5 \text{ cm} \right)$$

$$L_e = 25 \text{ cm}$$

Predimensionamiento de las bridas superiores e inferiores

Predimensionamiento por cargas de servicio

Carga Muerta

Peso de losa de concreto $e_l := 5 \text{ cm}$

Peso de acabados $w_a := 100 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$ $w_l := e_l \cdot \rho_c + w_a$ $w_l = 310 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$

Carga Viva

Sobre carga de servicio $w_{sc} := 400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$

Carga actuante

$w := w_l + w_{sc}$ $w = 710 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$

$M := \frac{w \cdot L^2}{8} \cdot m$ $M = 2218.75 \text{ kgf} \cdot \text{m}$

Fuerza de compresión $C := \frac{M}{h}$ $C = 11093.75 \text{ kgf}$

Fuerza de tracción $T := \frac{M}{h}$ $T = 11093.75 \text{ kgf}$

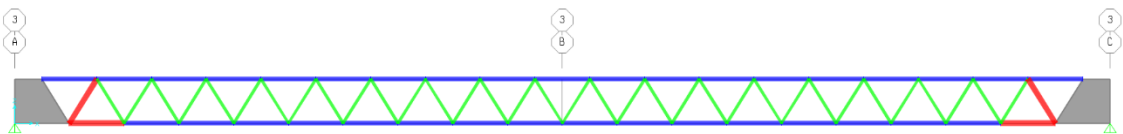
Predimensionamiento por tracción

$T = f_s \cdot \frac{\pi \cdot \phi^2}{4}$ $\phi := \sqrt{\frac{4 \cdot T}{f_s \cdot \pi}}$ $\phi = 0.93 \text{ in}$ $\phi_b := 1 \text{ in}$

Modelo matemático.

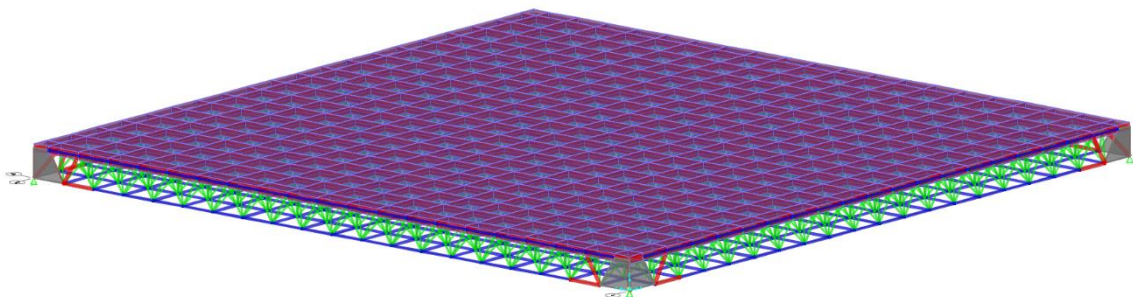
Partiendo del análisis preliminar realizado anteriormente se re realizó el modelo para poder realizar el análisis estructura.

Figura 6. Vista lateral de la tridilosa de 5.0x5.0m



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 7. VISTA 3D DEL MODELO MATEMÁTICO DE UNA LOSA DE 5.0x5.0M



Fuente: Elaboración propia

Resultado del análisis estructural

Del análisis estructural se ha determinado lo siguiente.

Tabla 14

Peso total de la estructura

Reacción total en la base	
Descripción	Kgf
Peso propio (D)	7,184.24
Carga de Servicio (L)	10,000.00

Fuente: Elaboración propia

El peso total de la estructura es de 7.18 toneladas.

- Análisis modal.

Para el análisis modal se ha establecido evaluar un total de 15 formas de modo, esto con la finalidad de lograr obtener una participación de masa acumulada superior al 90%

Tabla 15

Análisis modal

Modo	Period Sec	UX Unitless	UY Unitless	UZ Unitless	SumUX Unitless	SumUY Unitless	SumUZ Unitless
1	0.18050	0.01196	0.00000	0.91000	0.01	0.00	0.91
2	0.12002	0.00000	0.11000	0.00000	0.01	0.11	0.91
3	0.10300	0.01943	0.00000	0.01051	0.03	0.11	0.92
4	0.06411	0.00000	0.63000	0.00000	0.03	0.74	0.92
5	0.05566	0.12000	0.00000	0.00160	0.15	0.74	0.93
6	0.04635	0.50000	0.00000	0.00018	0.65	0.74	0.93
7	0.03737	0.28000	0.00000	0.02697	0.93	0.74	0.95
8	0.03706	0.00000	0.03431	0.00000	0.93	0.77	0.95
9	0.02773	0.00000	0.03290	0.00000	0.93	0.81	0.95
10	0.02604	0.04911	0.00000	0.00090	0.98	0.81	0.95
11	0.02452	0.00000	0.15000	0.00000	0.98	0.95	0.95
12	0.02103	0.00000	0.00589	0.00000	0.98	0.96	0.95

13	0.02098	0.00289	0.00000	0.00001	0.98	0.96	0.95
14	0.02049	0.00000	0.01961	0.00000	0.98	0.98	0.95
15	0.01622	0.00702	0.00000	0.02373	0.99	0.98	0.98

Fuente: Elaboración propia

Por tratarse de una estructura liviana se ha verificado que la estructura sea lo suficientemente rígida para evitar la sensación de inseguridad por parte del usuario al desplazarse por sobre la tridilosa.

Tabla 16

Periodos y frecuencias de vibración

Modo	Period Sec	Frequency Cyc/sec	CircFreq rad/sec	Eigenvalue rad2/sec2
1	0.180502	5.540114642	34.80956692	1211.705949
2	0.120024	8.331635008	52.34920666	2740.439438
3	0.102998	9.708957992	61.0031822	3721.388239
4	0.064109	15.59852593	98.00842893	9605.652142
5	0.055656	17.96742256	112.8926454	12744.74939
6	0.04635	21.57501404	135.5598112	18376.46242
7	0.037367	26.76162893	168.1482737	28273.84195
8	0.037058	26.9846626	169.5496356	28747.07893
9	0.027732	36.05972801	226.5699532	51333.9437
10	0.02604	38.40251453	241.2901151	58220.91963
11	0.024515	40.79163621	256.3014093	65690.41239
12	0.021025	47.5615326	298.8379228	89304.10411
13	0.020975	47.67651601	299.5603849	89736.4242
14	0.020489	48.80768403	306.6677232	94045.09245
15	0.016217	61.66257332	387.4373747	150107.7193

Fuente: Elaboración propia

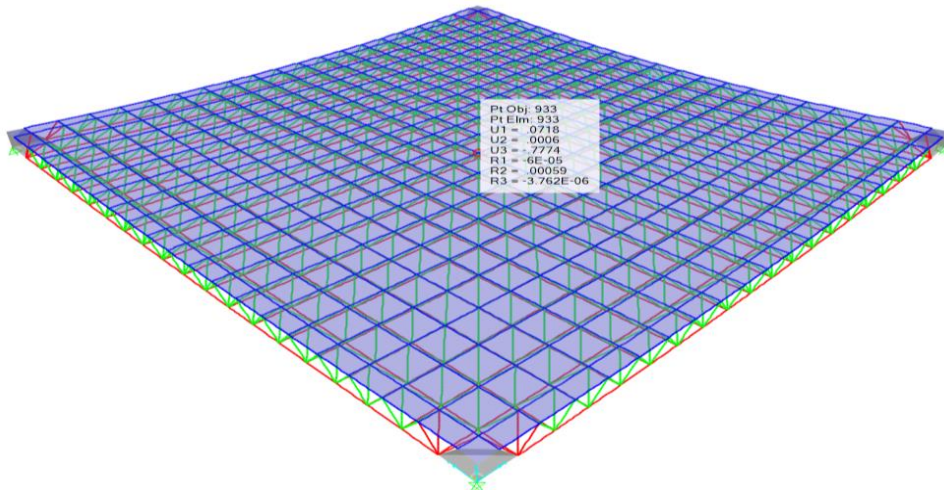
Del cuadro anterior se puede ver que la menor frecuencia de vibración es de 5.54hz siendo este mayor que 3hz. El cuál es el mínimo recomendado para estructuras del tipo livianas y flexibles.

- *Control de deflexión máxima.*

$$\delta = \frac{L}{300} = \frac{500}{300} = 1.67 \text{ cm}$$

- *Deflexión calculada*

Figura 8. Vista de reflexión de máxima por carga viva (L)



Fuente: *Elaboración propia*

Se tiene una deflexión de 0.7774cm < 1.67cm, por lo que cumple por deflexión

- *Evaluación demanda capacidad de los miembros de la armadura tridimensional.*

Para el análisis se ha identificado los elementos más cargados con la finalidad de verificar el cumplimiento teniendo en cuenta lo dispuesto por la normativa vigente.

- *Barras de Ø 1" sometida a flexo compresión.*

Materiales

$$f_y := 2531 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$E_s := 2038901.9 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Acero ASTM A36

Dimensiones

$$\phi := 1 \text{ in}$$

$$L_t := 25.0 \text{ cm}$$

$$K := 1.0$$

Parámetros geométricos

$$A_g = 5.067 \text{ cm}^2$$

$$I_x = 2.043 \text{ cm}^4 \quad S_x = 1.609 \text{ cm}^3 \quad Z_x = 2.731 \text{ cm}^3 \quad r_x = 0.635 \text{ cm}$$

$$I_y = 2.043 \text{ cm}^4 \quad S_y = 1.609 \text{ cm}^3 \quad Z_y = 2.731 \text{ cm}^3 \quad r_y = 0.635 \text{ cm}$$

$$\frac{K \cdot L_t}{r_x} = 39.37 < 200 \quad \therefore = \text{"OK"}$$

Capacidad

Para uniones soldadas $\phi_c := 0.90$ $\phi_f := 0.90$

$$P_n := F_{cr} \cdot A_g \quad P_r := \phi_c \cdot P_n \quad P_r = 10637.87 \text{ kgf}$$

$$M_n = 69.126 \text{ kgf} \cdot \text{m} \quad M_{rx} := \phi_f \cdot M_n \quad M_{rx} = 62.213 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$M_{ry} = 62.213 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Cargas actuantes

$$P_u := 5618.67 \text{ kgf} \quad M_{ux} := 1704.19 \text{ kgf} \cdot \text{cm} \quad M_{uy} := 170.80 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

Verificación

$$\frac{P_u}{P_r} < 0.20 \quad r := \frac{P_u}{2 P_r} + \frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \quad (E01) \quad +$$

$$\frac{P_u}{P_r} > 0.20 \quad r := \frac{P_u}{P_r} + \frac{8}{9} \frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{8}{9} \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \quad (E02)$$

$$r = 0.796 < 0.90 \text{ Ok}$$

○ Barras de $\varnothing 1''$ sometida a flexo tracción.

Materiales

$$f_y := 2531 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad E_s := 2038901.9 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \text{Acero ASTM A36}$$

Dimensiones

$$\phi := 1 \text{ in} \quad L_t := 25.0 \text{ cm}$$

Parámetros geométricos

$$A_g = 5.067 \text{ cm}^2$$

$$I_x = 2.043 \text{ cm}^4 \quad S_x = 1.609 \text{ cm}^3 \quad Z_x = 2.731 \text{ cm}^3 \quad r_x = 0.635 \text{ cm}$$

$$I_y = 2.043 \text{ cm}^4 \quad S_y = 1.609 \text{ cm}^3 \quad Z_y = 2.731 \text{ cm}^3 \quad r_y = 0.635 \text{ cm}$$

$$\frac{L_t}{r_x} = 39.37 < 300 \quad \therefore = \text{"OK"}$$

Capacidad

Para uniones soldadas $\phi_t := 0.90$ $\phi_f := 0.90$

$$\begin{aligned} P_n &:= f_y \cdot A_g & P_r &:= \phi_t \cdot P_n & P_r &= 11542.29 \text{ kgf} \\ M_n &= 69.126 \text{ kgf} \cdot \text{m} & M_{rx} &:= \phi_f \cdot M_n & M_{rx} &= 62.213 \text{ kgf} \cdot \text{m} \\ & & & & M_{ry} &= 62.213 \text{ kgf} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

Cargas actuantes

$$P_u = 8133.84 \text{ kgf} \quad M_{ux} := 216.58 \text{ kgf} \cdot \text{cm} \quad M_{uy} := 31.23 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

Verificación

$$\frac{P_u}{P_r} < 0.20 \quad r := \frac{P_u}{2 P_r} + \frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \quad (E01) \quad +$$

$$\frac{P_u}{P_r} > 0.20 \quad r := \frac{P_u}{P_r} + \frac{8}{9} \frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{8}{9} \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \quad (E02)$$

$$r = 0.74 < 0.90 \text{ Ok}$$

- Barras de $\varnothing 5/8$ " sometida a flexo compresión.

Materiales

$$f_y := 2531 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad E_s := 2038901.9 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \text{Acero ASTM A36}$$

Dimensiones

$$\phi := \frac{5}{8} \text{ in} \quad L_t := 25.0 \text{ cm} \quad K := 1.0$$

Parámetros geométricos

$$\begin{aligned} A_g &= 1.979 \text{ cm}^2 \\ I_x &= 0.312 \text{ cm}^4 & S_x &= 0.393 \text{ cm}^3 & Z_x &= 0.667 \text{ cm}^3 & r_x &= 0.397 \text{ cm} \\ I_y &= 0.312 \text{ cm}^4 & S_y &= 0.393 \text{ cm}^3 & Z_y &= 0.667 \text{ cm}^3 & r_y &= 0.397 \text{ cm} \\ \frac{K \cdot L_t}{r_x} &= 62.992 < 200 & \therefore &= \text{"OK"} & & & & + \end{aligned}$$

Capacidad

Para uniones soldadas $\phi_c := 0.90$ $\phi_f := 0.90$

$$\begin{aligned} P_n &:= F_{cr} \cdot A_g & P_r &:= \phi_c \cdot P_n & P_r &= 3658.748 \text{ kgf} \\ M_n &= 16.876 \text{ kgf} \cdot \text{m} & M_{rx} &:= \phi_f \cdot M_n & M_{rx} &= 15.189 \text{ kgf} \cdot \text{m} \\ & & & & M_{ry} &= 15.189 \text{ kgf} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

Cargas actuantes

$$P_u := 1835.04 \text{ kgf} \quad M_{ux} := 155.77 \text{ kgf} \cdot \text{cm} \quad M_{uy} := 71.33 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

Verificación

$$\frac{P_u}{P_r} < 0.20 \quad r := \frac{P_u}{2 P_r} + \frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \quad (E01)$$

$$\frac{P_u}{P_r} > 0.20 \quad r := \frac{P_u}{P_r} + \frac{8}{9} \frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{8}{9} \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \quad (E02)$$

$$r = 0.634 < 0.90 \text{ Ok}$$

○ Barras de $\varnothing 1/2''$ sometida a flexo compresión.

Materiales

$$f_y := 2531 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad E_s := 2038901.9 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \text{Acero ASTM A36}$$

Dimensiones

$$\phi := \frac{1}{2} \text{ in} \quad L_t := 23.585 \text{ cm} \quad K := 1.0$$

Parámetros geométricos

$$A_g = 1.267 \text{ cm}^2$$

$$I_x = 0.128 \text{ cm}^4 \quad S_x = 0.201 \text{ cm}^3 \quad Z_x = 0.341 \text{ cm}^3 \quad r_x = 0.318 \text{ cm}$$

$$I_y = 0.128 \text{ cm}^4 \quad S_y = 0.201 \text{ cm}^3 \quad Z_y = 0.341 \text{ cm}^3 \quad r_y = 0.318 \text{ cm}$$

$$\frac{K \cdot L_t}{r_x} = 74.283 < 200 \quad \therefore \text{“OK”}$$

Capacidad

Para uniones soldadas $\phi_c := 0.90$ $\phi_f := 0.90$

$$P_n := F_{cr} \cdot A_g \quad P_r := \phi_c \cdot P_n \quad P_r = 2158.115 \text{ kgf}$$

$$M_n = 8.641 \text{ kgf} \cdot \text{m} \quad M_{rx} := \phi_f \cdot M_n \quad M_{rx} = 7.777 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$M_{ry} = 7.777 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Cargas actuantes

$$P_u := 1544.61 \text{ kgf} \quad M_{ux} := 97.54 \text{ kgf} \cdot \text{cm} \quad M_{uy} := 28.87 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

Verificación

$$\frac{P_u}{P_r} < 0.20 \quad r := \frac{P_u}{2 P_r} + \frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \quad (E01) \quad +$$

$$\frac{P_u}{P_r} > 0.20 \quad r := \frac{P_u}{P_r} + \frac{8}{9} \frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{8}{9} \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \quad (E02)$$

$$r = 0.86 < 0.90 \text{ Ok}$$

○ Barras de $\varnothing 1/2''$ sometida a flexo tracción

Materiales

$$f_y := 2531 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad E_s := 2038901.9 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \text{Acero ASTM A36}$$

Dimensiones

$$\phi := \frac{1}{2} \text{ in} \quad L_t := 23.585 \text{ cm}$$

Parámetros geométricos

$$A_g = 1.267 \text{ cm}^2$$

$$I_x = 0.128 \text{ cm}^4 \quad S_x = 0.201 \text{ cm}^3 \quad Z_x = 0.341 \text{ cm}^3 \quad r_x = 0.318 \text{ cm}$$

$$I_y = 0.128 \text{ cm}^4 \quad S_y = 0.201 \text{ cm}^3 \quad Z_y = 0.341 \text{ cm}^3 \quad r_y = 0.318 \text{ cm}$$

$$\frac{L_t}{r_x} = 74.283 < 300 \quad \therefore = \text{"OK"}$$

Capacidad

Para uniones soldadas $\phi_t := 0.90 \quad \phi_f := 0.90$

$$P_n := f_y \cdot A_g \quad P_r := \phi_t \cdot P_n \quad P_r = 2885.572 \text{ kgf}$$

$$M_n = 8.641 \text{ kgf} \cdot \text{m} \quad M_{rx} := \phi_f \cdot M_n \quad M_{rx} = 7.777 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$M_{ry} = 7.777 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Cargas actuantes

$$P_u := 1979.30 \text{ kgf} \quad M_{ux} := 29.15 \text{ kgf} \cdot \text{cm} \quad M_{uy} := 73.35 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

Verificación

$$\frac{P_u}{P_r} < 0.20 \quad r := \frac{P_u}{2 P_r} + \frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \quad (E01)$$

$$\frac{P_u}{P_r} > 0.20 \quad r := \frac{P_u}{P_r} + \frac{8}{9} \frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{8}{9} \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \quad (E02)$$

$$r = 0.803 < 0.90 \text{ Ok}$$

Resumen:

- La tridilosa tiene una luz de 5.0m x 5.0m con un peso propio de 7,184.24 kg. Con un peralte de 20cm.
- Tiene la rigidez suficiente para garantizar la sensación de seguridad del usuario. Esto significa que la losa no entrará en efecto resonante ante el paso peatonal.
- Todo el elemento presenta ratios demanda capacidad por debajo de 0.90

- MODELAMIENTO, ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE TRIDILOSA 7.50M X 5.00M.

TRIDILOSA DE 7.50 X 5.00m

Predimensionamiento de la tridilosa

$$L := 7.50 \text{ m} \qquad B := 5.0 \text{ m}$$

Peralte

$$h := \frac{L}{25} \qquad h = 30 \text{ cm}$$

Longitud de cuerda

Para el cálculo de longitud de cuerda para el peralte requerido se adoptará un sistema de celdas triangulares

$$L_e := \frac{h}{0.816} \qquad L_e = 36.765 \text{ cm} \qquad L_e := 35 \text{ cm}$$

Predimensionamiento de las bridas superiores e inferiores

Predimensionamiento por cargas de servicio

Carga Muerta

Peso de losa de concreto $e_l := 7.5 \text{ cm}$

Peso de acabados $w_a := 100 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$ $w_l := e_l \cdot \rho_c + w_a$ $w_l = 415 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$

Carga Viva

Sobre carga de servicio $w_{sc} := 400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$

Carga actuante

$$w := (w_l + w_{sc}) \cdot 1 \text{ m} \qquad w = 815 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$M := \frac{w \cdot L^2}{8} \qquad M = 5730.469 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Fuerza de compresión $C := \frac{M}{h} \qquad C = 19101.563 \text{ kgf}$

Fuerza de tracción $T := \frac{M}{h} \qquad T = 19101.563 \text{ kgf}$

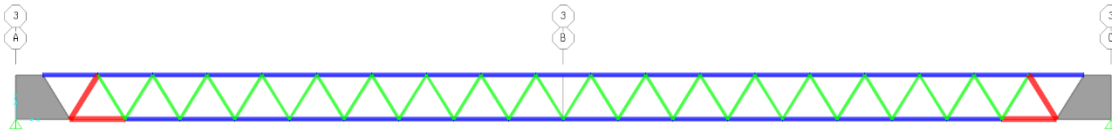
Predimensionamiento por tracción

$$T = f_s \cdot \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} \qquad \phi := \sqrt{\frac{4 \cdot T}{f_s \cdot \pi}} \qquad \phi = 1.22 \text{ in} \qquad \phi_b := 1 \cdot \frac{1}{4} \text{ in}$$

Modelo matemático.

Partiendo del análisis preliminar realizado anteriormente se re realizó el modelo para poder realizar el análisis estructura.

Figura 9. Vista lateral de tridilosa de 7.50x5.00 m



Fuente: Elaboración propia

ILUSTRACIÓN 0-1: VISTA 3D DEL MODELO MATEMÁTICO DE UNA LOSA DE 5.0x5.0M

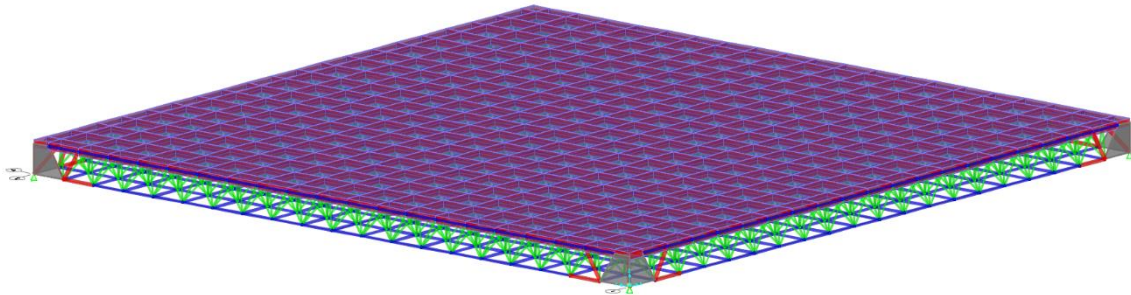


Figura 10. Vista 3D del modelo matemático de una losa de 5.0x5.0 m

Fuente: Elaboración propia

Resultado del análisis estructural.

Del análisis estructural se ha determinado lo siguiente.

Tabla 17

Peso total de la estructura

Reacción total en la base	
Descripción	Kgf
Peso propio (D)	15,073.26
Carga de Servicio (L)	15,000.00

Fuente: Elaboración propia

El peso total de la estructura es de 15.07 toneladas.

- Análisis modal.

Para el análisis modal se ha establecido evaluar un total de 15 formas de modo, esto con la finalidad de lograr obtener una participación de masa acumulada superior al 90%

Tabla 18*Análisis modal*

Modo	Period Sec	UX Unitless	UY Unitless	UZ Unitless	SumUX Unitless	SumUY Unitless	SumUZ Unitless
1	0.21606	0.02191	0.00000	0.87000	0.022	0.000	0.870
2	0.16644	0.00000	0.26000	0.00000	0.022	0.260	0.870
3	0.09684	0.00000	0.46000	0.00000	0.022	0.720	0.870
4	0.08572	0.07664	0.00000	0.00153	0.099	0.720	0.870
5	0.05651	0.47000	0.00000	0.00948	0.570	0.720	0.880
6	0.05014	0.33000	0.00000	0.06414	0.900	0.720	0.940
7	0.04299	0.00000	0.01189	0.00000	0.900	0.730	0.940
8	0.03520	0.03261	0.00000	0.01309	0.930	0.730	0.950
9	0.03218	0.03254	0.00000	0.00061	0.970	0.730	0.950
10	0.03170	0.00000	0.22000	0.00000	0.970	0.950	0.950
11	0.02400	0.01352	0.00000	0.00046	0.980	0.950	0.960
12	0.02388	0.00000	0.01663	0.00000	0.980	0.970	0.960
13	0.01854	0.00565	0.00000	0.01015	0.990	0.970	0.970
14	0.01843	0.00000	0.01068	0.00000	0.990	0.980	0.970
15	0.01586	0.00000	0.00003	0.00000	0.990	0.980	0.970

Fuente: Elaboración propia

Por tratarse de una estructura liviana se ha verificado que la estructura sea lo suficientemente rígida para evitar la sensación de inseguridad por parte del usuario al despasarse por sobre la tridilosa.

Tabla 19*Periodos y frecuencias de vibración*

Modo	Period Sec	Frequency Cyc/sec	CircFreq rad/sec	Eigenvalue rad2/sec2
1	0.22	4.63	29.08	845.70
2	0.17	6.01	37.75	1425.05

3	0.10	10.33	64.88	4209.92
4	0.09	11.67	73.30	5373.29
5	0.06	17.70	111.19	12364.17
6	0.05	19.94	125.32	15704.02
7	0.04	23.26	146.14	21357.85
8	0.04	28.41	178.48	31856.32
9	0.03	31.07	195.24	38116.87
10	0.03	31.55	198.24	39298.25
11	0.02	41.67	261.82	68550.88
12	0.02	41.87	263.09	69218.43
13	0.02	53.95	338.97	114898.38
14	0.02	54.27	340.96	116252.61
15	0.02	63.06	396.24	157009.95

Fuente: Elaboración propia

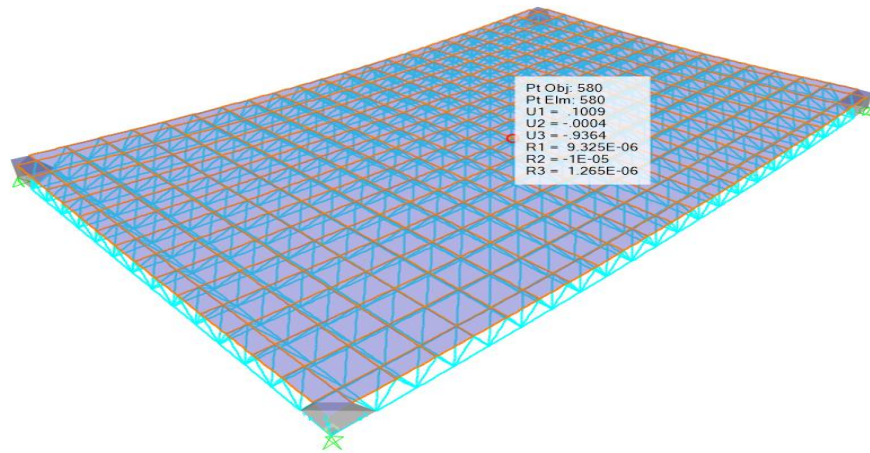
Del cuadro anterior se puede ver que la menor frecuencia de vibración es de 4.63hz siendo este mayor que 3hz. El cuál es el mínimo recomendado para estructuras del tipo livianas y flexibles.

- *Control de deflexión máxima.*

$$\delta = \frac{L}{300} = \frac{750}{300} = 2.50\text{cm}$$

- *Deflexión calculada*

Figura 11. Vista de la deflexión de máxima por calga vial (L)



Fuente: Elaboración propia

Se tiene una deflexión de $0.9364\text{cm} < 2.50\text{cm}$, por lo que cumple por deflexión

- Evaluación demanda capacidad de los miembros de la armadura tridimensional.

Para el análisis se ha identificado los elementos más cargados con la finalidad de verificar el cumplimiento teniendo en cuenta lo dispuesto por la normativa vigente.

- Barras de $\varnothing 1\ 1/8''$ sometida a flexo tracción.

Materiales			
$f_y := 2531 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	$E_s := 2038901.9 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	Acero ASTM A36	
Dimensiones			
$\phi := 1.125 \text{ in}$	$L_t := 33.33 \text{ cm}$		
Parámetros geométricos			
$A_g = 6.413 \text{ cm}^2$			
$I_x = 3.273 \text{ cm}^4$	$S_x = 2.291 \text{ cm}^3$	$Z_x = 3.889 \text{ cm}^3$	$r_x = 0.714 \text{ cm}$
$I_y = 3.273 \text{ cm}^4$	$S_y = 2.291 \text{ cm}^3$	$Z_y = 3.889 \text{ cm}^3$	$r_y = 0.714 \text{ cm}$
$\frac{L_t}{r_x} = 46.656 < 300$	∴ = "OK"		

Capacidad

Para uniones soldadas $\phi_t := 0.90$ $\phi_f := 0.90$

$$\begin{aligned} P_n &:= f_y \cdot A_g & P_r &:= \phi_t \cdot P_n & P_r &= 14608.21 \text{ kgf} \\ M_n &= 98.424 \text{ kgf} \cdot \text{m} & M_{rx} &:= \phi_f \cdot M_n & M_{rx} &= 88.581 \text{ kgf} \cdot \text{m} \\ & & & & M_{ry} &= 88.581 \text{ kgf} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

Cargas actuantes

$$P_u := 10703.45 \text{ kgf} \quad M_{ux} := 224.55 \text{ kgf} \cdot \text{cm} \quad M_{uy} := 10.39 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

Verificación

$$\frac{P_u}{P_r} < 0.20 \quad r := \frac{P_u}{2 P_r} + \frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \quad (E01)$$

$$\frac{P_u}{P_r} > 0.20 \quad r := \frac{P_u}{P_r} + \frac{8}{9} \frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{8}{9} \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \quad (E02)$$

$$r = 0.756 < 0.90 \text{ Ok}$$

- Barras de $\varnothing 1 \frac{1}{8}$ " sometida a flexo compresión.

Materiales

$$f_y := 2531 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad E_s := 2038901.9 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \text{Acero ASTM A36}$$

Dimensiones

$$\phi := 1.125 \text{ in} \quad L_t := 33.33 \text{ cm} \quad K := 1.0$$

Parámetros geométricos

$$\begin{aligned} A_g &= 6.413 \text{ cm}^2 \\ I_x &= 3.273 \text{ cm}^4 & S_x &= 2.291 \text{ cm}^3 & Z_x &= 3.889 \text{ cm}^3 & r_x &= 0.714 \text{ cm} \\ I_y &= 3.273 \text{ cm}^4 & S_y &= 2.291 \text{ cm}^3 & Z_y &= 3.889 \text{ cm}^3 & r_y &= 0.714 \text{ cm} \\ \frac{K \cdot L_t}{r_x} &= 46.656 < 200 & \therefore &= \text{"OK"} \end{aligned}$$

Capacidad

Para uniones soldadas $\phi_c := 0.90$ $\phi_f := 0.90$

$$\begin{aligned} P_n &:= F_{cr} \cdot A_g & P_r &:= \phi_c \cdot P_n & P_r &= 13026.552 \text{ kgf} \\ M_n &= 98.424 \text{ kgf} \cdot \text{m} & M_{rx} &:= \phi_f \cdot M_n & M_{rx} &= 88.581 \text{ kgf} \cdot \text{m} \\ & & & & M_{ry} &= 88.581 \text{ kgf} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

Cargas actuantes

$$P_u := 6352.90 \text{ kgf} \quad M_{ux} := 1951.84 \text{ kgf} \cdot \text{cm} \quad M_{uy} := 168.04 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

Verificación

$$\frac{P_u}{P_r} < 0.20 \quad r := \frac{P_u}{2 P_r} + \frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \quad (E01)$$

$$\frac{P_u}{P_r} > 0.20 \quad r := \frac{P_u}{P_r} + \frac{8}{9} \frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{8}{9} \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \quad (E02)$$

$$r = 0.7 < 0.90 \text{ Ok}$$

- Barras de $\varnothing 3/4''$ sometida a flexo compresión.

Materiales

$$f_y := 2531 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad E_s := 2038901.9 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \text{Acero ASTM A36}$$

Dimensiones

$$\phi := 0.75 \text{ in} \quad L_t := 33.33 \text{ cm} \quad K := 1.0$$

Parámetros geométricos

$$A_g = 2.85 \text{ cm}^2$$

$$I_x = 0.646 \text{ cm}^4 \quad S_x = 0.679 \text{ cm}^3 \quad Z_x = 1.152 \text{ cm}^3 \quad r_x = 0.476 \text{ cm}$$

$$I_y = 0.646 \text{ cm}^4 \quad S_y = 0.679 \text{ cm}^3 \quad Z_y = 1.152 \text{ cm}^3 \quad r_y = 0.476 \text{ cm}$$

$$\frac{K \cdot L_t}{r_x} = 69.984 < 200 \quad \therefore \text{“OK”}$$

Capacidad

Para uniones soldadas $\phi_c := 0.90$ $\phi_f := 0.90$

$$P_n := F_{cr} \cdot A_g \quad P_r := \phi_c \cdot P_n \quad P_r = 5016.924 \text{ kgf}$$

$$M_n = 29.163 \text{ kgf} \cdot \text{m} \quad M_{rx} := \phi_f \cdot M_n \quad M_{rx} = 26.246 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$M_{ry} = 26.246 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Cargas actuantes

$$P_u := 1927.11 \text{ kgf} \quad M_{ux} := 126.02 \text{ kgf} \cdot \text{cm} \quad M_{uy} := 79.76 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

Verificación

$$\frac{P_u}{P_r} < 0.20 \quad r := \frac{P_u}{2 P_r} + \frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \quad (E01)$$

$$\frac{P_u}{P_r} > 0.20 \quad r := \frac{P_u}{P_r} + \frac{8}{9} \frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{8}{9} \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \quad (E02)$$

$$r = 0.454 < 0.90 \text{ Ok}$$

Resumen:

- La tridilosa tiene una luz de 7.50m x 5.0m con un peso propio de 15,073.26 kg. Con un peralte de 30cm.

- Tiene la rigidez suficiente para garantizar la sensación de seguridad del usuario. Esto significa que la losa no entrará en efecto resonante ante el paso peatonal.
- Todo el elemento presenta ratios demanda capacidad por debajo de 0.90.

MODELAMIENTO, ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE TRIDILOSA 10.00M X 7.50M.

TRIDILOSA DE 10.00 X 7.50m

Predimensionamiento de la tridilosa

$$L := 10.0 \text{ m} \qquad B := 7.50 \text{ m}$$

Peralte

$$h := \frac{L}{25} \qquad h = 40 \text{ cm}$$

Longitud de cuerda

Para el cálculo de longitud de cuerda para el peralte requerido se adoptará un sistema de celdas triangulares

$$L_e := \frac{h}{0.816} \qquad L_e = 49.02 \text{ cm} \qquad L_e := 50 \text{ cm}$$

Predimensionamiento de las bridas superiores e inferiores

Predimensionamiento por cargas de servicio

Carga Muerta

Peso de losa de concreto $e_t := 7.5 \text{ cm}$

Peso de acabados $w_a := 100 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$ $w_l := e_t \cdot \rho_c + w_a$ $w_l = 415 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$

Carga Viva

Sobre carga de servicio $w_{sc} := 400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$

Carga actuante

$$w := (w_l + w_{sc}) \cdot 1 \text{ m} \qquad w = 815 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$M := \frac{w \cdot L^2}{8} \qquad M = 10187.5 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Fuerza de compresión $C := \frac{M}{h}$ $C = 25468.75 \text{ kgf}$

Fuerza de tracción $T := \frac{M}{h}$ $T = 25468.75 \text{ kgf}$

Predimensionamiento por tracción

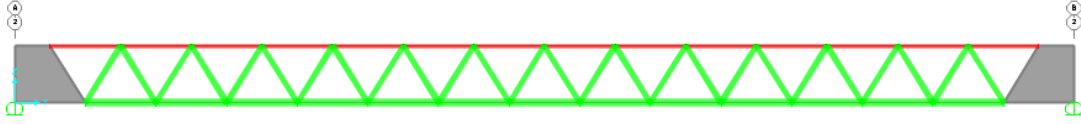
$$T = f_s \cdot \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} \qquad \phi := \sqrt{\frac{4 \cdot T}{f_s \cdot \pi}} \qquad \phi = 1.409 \text{ in} \qquad \phi_b := 1 \cdot \frac{3}{8} \text{ in}$$

Modelo matemático.

Partiendo del análisis preliminar realizado anteriormente se re realizó el modelo para poder realizar el análisis estructura.

ILUSTRACIÓN 0-1: VISTA LATERAL DE LA TRIDILOSA DE 10.0M X 7.50M

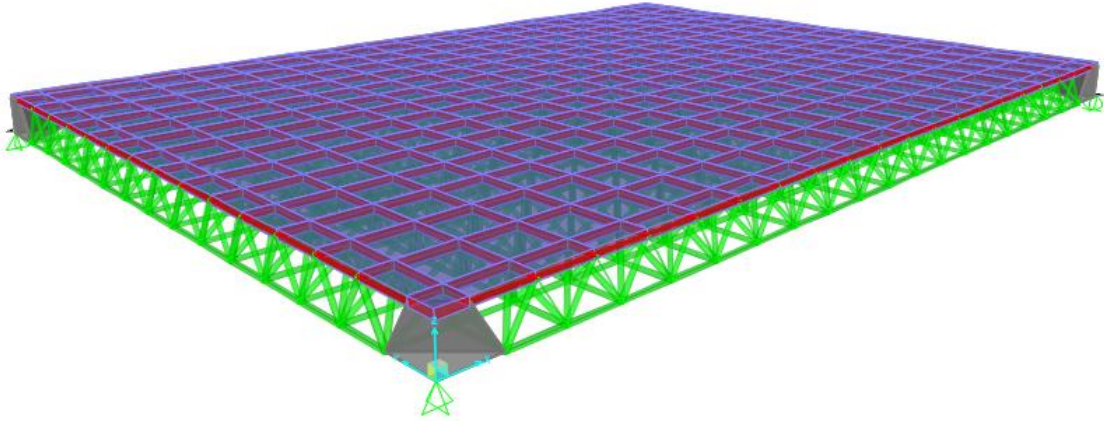
Figura 12. Vista lateral de tridilosa de 10.0x7.50.00 m



Fuente: Elaboración propia

ILUSTRACIÓN 0-2: VISTA 3D DEL MODELO MATEMÁTICO DE UNA LOSA DE 10.0M X 7.50M

Figura 13. Vista 3D del modelo matemático de una losa de 10.0x7.50.00 m



Resultado del análisis estructural.

Del análisis estructural se ha determinado lo siguiente.

Tabla 20

Peso total de la estructura

Reacción total en la base	
Descripción	Kgf
Peso propio (D)	34,764.83
Carga de Servicio (L)	30,000.00

Fuente: Elaboración propia

El peso total de la estructura es de 34.76 toneladas.

- Análisis modal.

Para el análisis modal se ha establecido evaluar un total de 15 formas de modo, esto con la finalidad de lograr obtener una participación de masa acumulada superior al 90%.

Tabla 21

Análisis modal

Modo	Period Sec	UX Unitless	UY Unitless	UZ Unitless	SumUX Unitless	SumUY Unitless	SumUZ Unitless
1	0.26793	0.01715	0.00000	0.89000	0.017	0.000	0.890
2	0.19415	0.00001	0.19000	0.00003	0.017	0.190	0.890
3	0.11789	0.04288	0.00078	0.00002	0.060	0.190	0.890
4	0.11602	0.00003	0.54000	0.00000	0.060	0.730	0.890
5	0.07364	0.11000	0.00000	0.02744	0.170	0.730	0.910
6	0.06890	0.70000	0.00000	0.02010	0.880	0.730	0.930
7	0.05377	0.00000	0.00933	0.00000	0.880	0.740	0.930
8	0.04865	0.06635	0.00002	0.01967	0.940	0.740	0.950
9	0.04068	0.03207	0.00111	0.00075	0.970	0.740	0.950
10	0.04017	0.00024	0.21000	0.00001	0.970	0.950	0.950
11	0.03156	0.00000	0.01975	0.00000	0.970	0.970	0.950
12	0.03081	0.00852	0.00001	0.00021	0.980	0.970	0.960
13	0.02552	0.00000	0.01056	0.00000	0.980	0.980	0.960
14	0.02289	0.00443	0.00000	0.01525	0.990	0.980	0.970
15	0.02232	0.00001	0.00007	0.00005	0.990	0.980	0.970

Fuente: Elaboración propia

Por tratarse de una estructura liviana se ha verificado que la estructura sea lo suficientemente rígida para evitar la sensación de inseguridad por parte del usuario al despasarse por sobre la tridilosa.

Tabla 22*Periodos y frecuencias de vibración*

Modo	Period Sec	Frequency Cyc/sec	CircFreq rad/sec	Eigenvalue rad2/sec2
1	0.27	3.73	23.45	549.96
2	0.19	5.15	32.36	1047.32
3	0.12	8.48	53.30	2840.57
4	0.12	8.62	54.16	2933.03
5	0.07	13.58	85.32	7279.63
6	0.07	14.51	91.19	8315.88
7	0.05	18.60	116.85	13653.44
8	0.05	20.55	129.14	16677.16
9	0.04	24.58	154.45	23855.51
10	0.04	24.90	156.43	24471.48
11	0.03	31.69	199.11	39646.68
12	0.03	32.46	203.97	41602.09
13	0.03	39.19	246.25	60636.91
14	0.02	43.69	274.50	75348.16
15	0.02	44.80	281.50	79244.03

Fuente: Elaboración propia

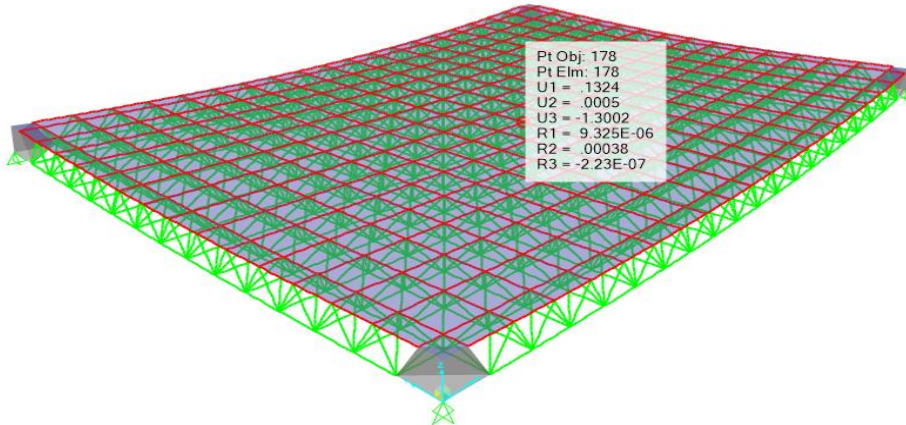
Del cuadro anterior se puede ver que la menor frecuencia de vibración es de 3.73hz siendo este mayor que 3hz. El cuál es el mínimo recomendado para estructuras del tipo livianas y flexibles.

- *Control de deflexión máxima.*

$$\delta = \frac{L}{300} = \frac{1,000}{300} = 3.33\text{cm}$$

- *Deflexión calculada*

Figura 14. Vista de la deflexión de máxima por carga viva (L)



Fuente: Elaboración propia

Se tiene una deflexión de $1.3002\text{cm} < 3.333\text{cm}$, por lo que cumple por deflexión

- Evaluación demanda capacidad de los miembros de la armadura tridimensional.

Para el análisis se ha identificado los elementos más cargados con la finalidad de verificar el cumplimiento teniendo en cuenta lo dispuesto por la normativa vigente.

- Barras de $\varnothing 1\ 3/4''$ sometida a flexo tracción.

Materiales

$$f_y := 2531 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad E_s := 2038901.9 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \text{Acero ASTM A36}$$

Dimensiones

$$\phi := 1.75 \text{ in} \quad L_t := 50.00 \text{ cm}$$

Parámetros geométricos

$$A_g = 15.518 \text{ cm}^2$$

$$I_x = 19.163 \text{ cm}^4 \quad S_x = 8.622 \text{ cm}^3 \quad Z_x = 14.637 \text{ cm}^3 \quad r_x = 1.111 \text{ cm}$$

$$I_y = 19.163 \text{ cm}^4 \quad S_y = 8.622 \text{ cm}^3 \quad Z_y = 14.637 \text{ cm}^3 \quad r_y = 1.111 \text{ cm}$$

$$\frac{L_t}{r_x} = 44.994 < 300 \quad \therefore = \text{"OK"}$$

Capacidad

Para uniones soldadas $\phi_t := 0.90$ $\phi_f := 0.90$

$$\begin{aligned} P_n &:= f_y \cdot A_g & P_r &:= \phi_t \cdot P_n & P_r &= 35348.262 \text{ kgf} \\ M_n &= 370.473 \text{ kgf} \cdot \text{m} & M_{rx} &:= \phi_f \cdot M_n & M_{rx} &= 333.425 \text{ kgf} \cdot \text{m} \\ & & & & M_{ry} &= 333.425 \text{ kgf} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

Cargas actuantes

$$P_u := 25670.59 \text{ kgf} \quad M_{ux} := 1069.59 \text{ kgf} \cdot \text{cm} \quad M_{uy} := 27.70 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

Verificación

$$\frac{P_u}{P_r} < 0.20 \quad r := \frac{P_u}{2 P_r} + \frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \quad (E01)$$

$$\frac{P_u}{P_r} > 0.20 \quad r := \frac{P_u}{P_r} + \frac{8}{9} \frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{8}{9} \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \quad (E02)$$

$$r = 0.755 < 0.90 \text{ Ok}$$

- Barras de $\varnothing 1 \frac{3}{4}$ " sometida a flexo compresión.

Materiales

$$f_y := 2531 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad E_s := 2038901.9 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \text{Acero ASTM A36}$$

Dimensiones

$$\phi := 1.75 \text{ in} \quad L_t := 50.0 \text{ cm} \quad K := 1.0$$

Parámetros geométricos

$$\begin{aligned} A_g &= 15.518 \text{ cm}^2 \\ I_x &= 19.163 \text{ cm}^4 & S_x &= 8.622 \text{ cm}^3 & Z_x &= 14.637 \text{ cm}^3 & r_x &= 1.111 \text{ cm} \\ I_y &= 19.163 \text{ cm}^4 & S_y &= 8.622 \text{ cm}^3 & Z_y &= 14.637 \text{ cm}^3 & r_y &= 1.111 \text{ cm} \\ \frac{K \cdot L_t}{r_x} &= 44.994 < 200 & \therefore &= \text{"OK"} \end{aligned}$$

Capacidad

Para uniones soldadas $\phi_c := 0.90$ $\phi_f := 0.90$

$$\begin{aligned} P_n &:= F_{cr} \cdot A_g & P_r &:= \phi_c \cdot P_n & P_r &= 31774.784 \text{ kgf} \\ M_n &= 370.473 \text{ kgf} \cdot \text{m} & M_{rx} &:= \phi_f \cdot M_n & M_{rx} &= 333.425 \text{ kgf} \cdot \text{m} \\ & & & & M_{ry} &= 333.425 \text{ kgf} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

Cargas actuantes

$$P_u := 14164.33 \text{ kgf} \quad M_{ux} := 10042.53 \text{ kgf} \cdot \text{cm} \quad M_{uy} := 678.81 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

Verificación

$$\frac{P_u}{P_r} < 0.20 \quad r := \frac{P_u}{2 P_r} + \frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \quad (E01)$$

$$\frac{P_u}{P_r} > 0.20 \quad r := \frac{P_u}{P_r} + \frac{8}{9} \frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{8}{9} \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \quad (E02)$$

$$r = 0.732 < 0.90 \text{ Ok}$$

- Barras de Ø 1" sometida a flexo compresión.

Materiales

$$f_y := 2531 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad E_s := 2038901.9 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \text{Acero ASTM A36}$$

Dimensiones

$$\phi := 1.0 \text{ in} \quad L_t := 50.0 \text{ cm} \quad K := 1.0$$

Parámetros geométricos

$$A_g = 5.067 \text{ cm}^2$$

$$I_x = 2.043 \text{ cm}^4 \quad S_x = 1.609 \text{ cm}^3 \quad Z_x = 2.731 \text{ cm}^3 \quad r_x = 0.635 \text{ cm}$$

$$I_y = 2.043 \text{ cm}^4 \quad S_y = 1.609 \text{ cm}^3 \quad Z_y = 2.731 \text{ cm}^3 \quad r_y = 0.635 \text{ cm}$$

$$\frac{K \cdot L_t}{r_x} = 78.74 < 200 \quad \therefore \text{"OK"}$$

Capacidad

Para uniones soldadas $\phi_c := 0.90$ $\phi_f := 0.90$

$$P_n := F_{cr} \cdot A_g \quad P_r := \phi_c \cdot P_n \quad P_r = 8328.039 \text{ kgf}$$

$$M_n = 69.126 \text{ kgf} \cdot \text{m} \quad M_{rx} := \phi_f \cdot M_n \quad M_{rx} = 62.213 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$M_{ry} = 62.213 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Cargas actuantes

$$P_u := 4566.39 \text{ kgf} \quad M_{ux} := 657.89 \text{ kgf} \cdot \text{cm} \quad M_{uy} := 245.99 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

Verificación

$$\frac{P_u}{P_r} < 0.20 \quad r := \frac{P_u}{2 P_r} + \frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \quad (E01)$$

$$\frac{P_u}{P_r} > 0.20 \quad r := \frac{P_u}{P_r} + \frac{8}{9} \frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{8}{9} \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \quad (E02)$$

$$r = 0.677 < 0.90 \text{ Ok}$$

Resumen:

- La tridilosa tiene una luz de 10.0m x 7.5m con un peso propio de 34,764.83 kg. Con un peralte de 40cm.
- Tiene la rigidez suficiente para garantizar la sensación de seguridad del usuario. Esto significa que la losa no entrará en efecto resonante ante el paso peatonal.
- Todo el elemento presenta ratios demanda capacidad por debajo de 0.90.

- MODELAMIENTO, ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE TRIDILOSA 12.50M X 10.00M.

TRIDILOSA DE 12.5 X 10.0m

Predimensionamiento de la tridilosa

$$L := 12.5 \text{ m}$$

$$B := 10.0 \text{ m}$$

Peralte

$$h := \frac{L}{20}$$

$$h = 62.5 \text{ cm}$$

$$h := 60 \text{ cm}$$

Longitud de cuerda

Para el cálculo de longitud de cuerda para el peralte requerido se adoptará un sistema de celdas triangulares

$$L_e := \frac{h}{0.816}$$

$$L_e = 73.529 \text{ cm}$$

$$L_e := 62.5 \text{ cm}$$

Se utilizará una longitud de 62.5cm con la finalidad de ganar rigidez.

Predimensionamiento de las bridas superiores e inferiores

Predimensionamiento por cargas de servicio

Carga Muerta

Peso de losa de concreto $e_l := 7.5 \text{ cm}$

Peso de acabados $w_a := 100 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$ $w_l := e_l \cdot \rho_c + w_a$ $w_l = 415 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$

Carga Viva

Sobre carga de servicio $w_{sc} := 400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$

Carga actuante

$$w := (w_l + w_{sc}) \cdot 1 \text{ m}$$

$$w = 815 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$M := \frac{w \cdot L^2}{8}$$

$$M = 15917.969 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Fuerza de compresión $C := \frac{M}{h}$ $C = 26529.948 \text{ kgf}$

Fuerza de tracción $T := \frac{M}{h}$ $T = 26529.948 \text{ kgf}$

Predimensionamiento por tracción

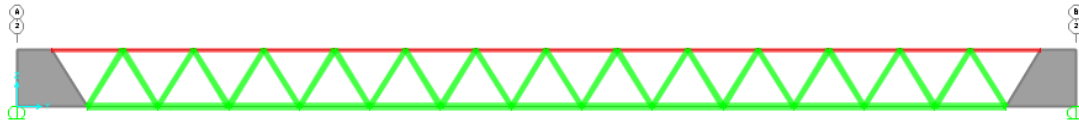
$$T = f_s \cdot \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} \quad \phi := \sqrt{\frac{4 \cdot T}{f_s \cdot \pi}} \quad \phi = 1.438 \text{ in} \quad \phi_b := 1 \cdot \frac{1}{2} \text{ in}$$

Modelo matemático.

Partiendo del análisis preliminar realizado anteriormente se re realizado el modelo para poder realizar el análisis estructura.

ILUSTRACIÓN 0-1: VISTA LATERAL DE LA TRIDILOSA DE 12.5M X 10.0M

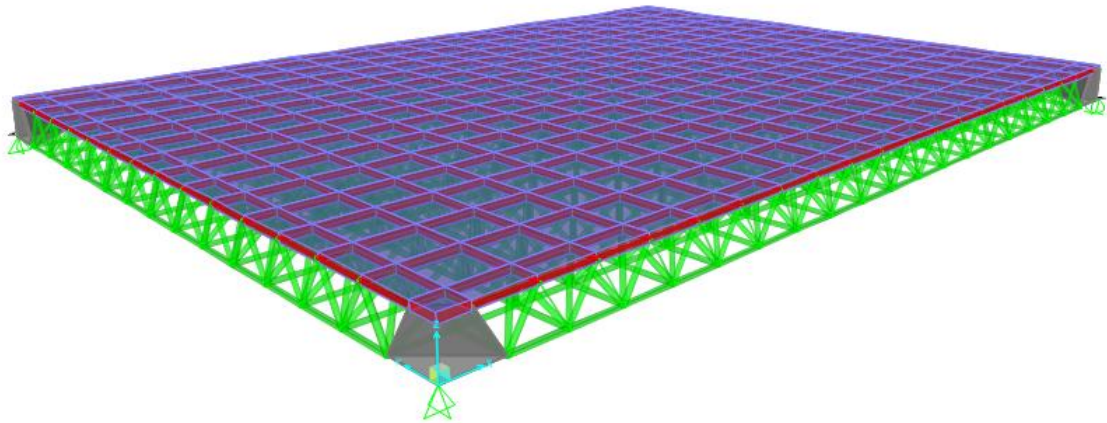
Figura 15. Vista lateral de la tridilosa de 12.5m x 10.0m



Fuente: Elaboración propia

ILUSTRACIÓN 0-2: VISTA 3D DEL MODELO MATEMÁTICO DE UNA LOSA DE 12.5M X 10.0M

Figura 16. Vista 3D del modelado de una losa de 12.5m x 10.0m



Fuente: Elaboración propia

Resultado del análisis estructural.

Del análisis estructural se ha determinado lo siguiente.

Tabla 23

Peso total de la estructura

Reacción total en la base	
Descripción	Kgf
Peso propio (D)	58,548.62
Carga de Servicio (L)	50,000.00

Fuente: Elaboración propia

El peso total de la estructura es de 58.55 toneladas.

- Análisis modal.

Para el análisis modal se ha establecido evaluar un total de 15 formas de modo, esto con la finalidad de lograr obtener una participación de masa acumulada superior al 90%.

Tabla 24

Análisis modal

Modo	Period Sec	UX Unitless	UY Unitless	UZ Unitless	SumUX Unitless	SumUY Unitless	SumUZ Unitless
1	0.309826	0.02892	5.85E-06	0.88	0.02892	5.85E-06	0.88
2	0.243308	5.43E-06	0.29	2.59E-06	0.02892	0.29	0.88
3	0.144131	0.07344	0.005918	2.22E-06	0.1	0.3	0.88
4	0.142479	0.001913	0.45	2.16E-06	0.1	0.75	0.88
5	0.092858	0.79	4.85E-05	0.01337	0.89	0.75	0.9
6	0.085196	1.37E-05	3.11E-06	0.03211	0.89	0.75	0.93
7	0.061589	0.008191	0.008208	0.003251	0.9	0.75	0.93
8	0.061326	0.04925	0.001439	0.01822	0.95	0.76	0.95
9	0.053786	7.32E-06	0.2	1.44E-06	0.95	0.95	0.95
10	0.046159	0.02765	3.34E-06	0.0005914	0.98	0.95	0.95
11	0.038235	2.32E-07	0.01739	1.46E-07	0.98	0.97	0.95
12	0.037305	0.006536	6.47E-05	0.0002373	0.98	0.97	0.95
13	0.031159	2.01E-06	0.009886	3.97E-07	0.98	0.98	0.95
14	0.028515	3.17E-08	4.49E-05	2.17E-07	0.98	0.98	0.95
15	0.026469	0.005189	3.02E-06	0.01979	0.99	0.98	0.97

Fuente: Elaboración propia

Por tratarse de una estructura liviana se ha verificado que la estructura sea lo suficientemente rígida para evitar la sensación de inseguridad por parte del usuario al despasarse por sobre la tridilosa.

Tabla 24*Periodos y frecuencias de vibración*

Modo	Period Sec	Frequency Cyc/sec	CircFreq rad/sec	Eigenvalue rad2/sec2
1	0.31	3.23	20.28	411.27
2	0.24	4.11	25.82	666.88
3	0.14	6.94	43.59	1900.40
4	0.14	7.02	44.10	1944.73
5	0.09	10.77	67.66	4578.48
6	0.09	11.74	73.75	5438.99
7	0.06	16.24	102.02	10407.81
8	0.06	16.31	102.46	10497.06
9	0.05	18.59	116.82	13646.32
10	0.05	21.66	136.12	18528.82
11	0.04	26.15	164.33	27004.25
12	0.04	26.81	168.43	28367.96
13	0.03	32.09	201.65	40661.75
14	0.03	35.07	220.35	48553.25
15	0.03	37.78	237.38	56348.73

Fuente: Elaboración propia

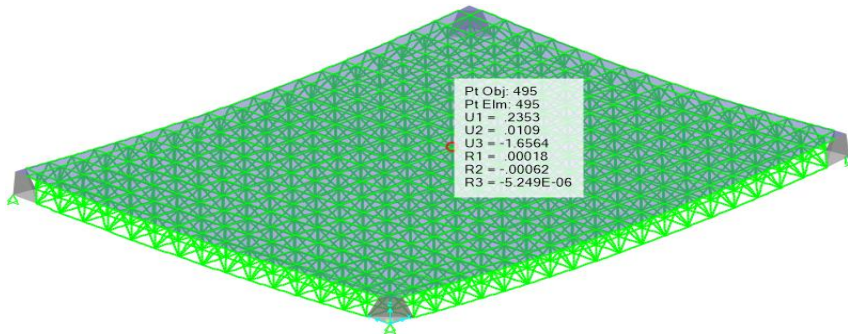
Del cuadro anterior se puede ver que la menor frecuencia de vibración es de 3.23hz siendo este mayor que 3hz. El cual es el mínimo recomendado para estructuras del tipo livianas y flexibles.

- *Control de deflexión máxima.*

$$\delta = \frac{L}{300} = \frac{12,50}{300} = 4.17\text{cm}$$

- *Deflexión calculada*

Figura 17. Vista de la deflexión de la máxima por carga viva (L)



Fuente: Elaboración propia

Se tiene una deflexión de $1.70\text{cm} < 4.17\text{cm}$, por lo que cumple por deflexión

- Evaluación demanda capacidad de los miembros de la armadura tridimensional.

Para el análisis se ha identificado los elementos más cargados con la finalidad de verificar el cumplimiento teniendo en cuenta lo dispuesto por la normativa vigente.

- Barras de $\varnothing 2''$ sometida a flexo tracción.

Materiales			
$f_y := 2531 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	$E_s := 2038901.9 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	Acero ASTM A36	
Dimensiones			
$\phi := 2 \text{ in}$	$L_t := 62.50 \text{ cm}$		
Parámetros geométricos			
$A_g = 20.268 \text{ cm}^2$			
$I_x = 32.691 \text{ cm}^4$	$S_x = 12.87 \text{ cm}^3$	$Z_x = 21.849 \text{ cm}^3$	$r_x = 1.27 \text{ cm}$
$I_y = 32.691 \text{ cm}^4$	$S_y = 12.87 \text{ cm}^3$	$Z_y = 21.849 \text{ cm}^3$	$r_y = 1.27 \text{ cm}$
$\frac{L_t}{r_x} = 49.213 < 300$	∴ = "OK"		
Capacidad			
Para uniones soldadas $\phi_t := 0.90$ $\phi_f := 0.90$			
$P_n := f_y \cdot A_g$	$P_r := \phi_t \cdot P_n$	$P_r = 46169.159 \text{ kgf}$	
$M_n := 553.009 \text{ kgf} \cdot \text{m}$	$M_{rx} := \phi_f \cdot M_n$	$M_{rx} = 497.708 \text{ kgf} \cdot \text{m}$	
		$M_{ry} = 497.708 \text{ kgf} \cdot \text{m}$	
Cargas actuantes			
$P_u := 37590.44 \text{ kgf}$	$M_{ux} := 995.60 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$	$M_{uy} := 262.46 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$	

Verificación

$$\frac{P_u}{P_r} < 0.20 \quad r := \frac{P_u}{2 P_r} + \frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \quad (E01)$$

$$\frac{P_u}{P_r} > 0.20 \quad r := \frac{P_u}{P_r} + \frac{8}{9} \frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{8}{9} \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \quad (E02)$$

$$r = 0.837 < 0.90 \text{ Ok}$$

- Barras de $\varnothing 2''$ sometida a flexo compresión.

Materiales

$$f_y := 2531 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad E_s := 2038901.9 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \text{Acero ASTM A36}$$

Dimensiones

$$\phi := 2 \text{ in} \quad L_t := 62.5 \text{ cm} \quad K := 1.0$$

Parámetros geométricos

$$A_g = 20.268 \text{ cm}^2$$

$$I_x = 32.691 \text{ cm}^4 \quad S_x = 12.87 \text{ cm}^3 \quad Z_x = 21.849 \text{ cm}^3 \quad r_x = 1.27 \text{ cm}$$

$$I_y = 32.691 \text{ cm}^4 \quad S_y = 12.87 \text{ cm}^3 \quad Z_y = 21.849 \text{ cm}^3 \quad r_y = 1.27 \text{ cm}$$

$$\frac{K \cdot L_t}{r_x} = 49.213 < 200 \quad \therefore \text{“OK”}$$

Capacidad

Para uniones soldadas $\phi_c := 0.90$ $\phi_f := 0.90$

$$P_n := F_{cr} \cdot A_g \quad P_r := \phi_c \cdot P_n \quad P_r = 40642.571 \text{ kgf}$$

$$M_n = 553.009 \text{ kgf} \cdot \text{m} \quad M_{rx} := \phi_f \cdot M_n \quad M_{rx} = 497.708 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$M_{ry} = 497.708 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Cargas actuantes

$$P_u := 23063.95 \text{ kgf} \quad M_{ux} := 15128.05 \text{ kgf} \cdot \text{cm} \quad M_{uy} := 62.14 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

Verificación

$$\frac{P_u}{P_r} < 0.20 \quad r := \frac{P_u}{2 P_r} + \frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \quad (E01)$$

$$\frac{P_u}{P_r} > 0.20 \quad r := \frac{P_u}{P_r} + \frac{8}{9} \frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{8}{9} \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \quad (E02)$$

$$r = 0.839 < 0.90 \text{ Ok}$$

Resumen:

- La tridilosa tiene una luz de 12.50m x 10.0m con un peso propio de 58,548.62 kg. Con un peralte de 60cm.

- Tiene la rigidez suficiente para garantizar la sensación de seguridad del usuario. Esto significa que la losa no entrará en efecto resonante ante el paso peatonal.
- Todo el elemento presenta ratios demanda capacidad por debajo de 0.90.

- **MODELAMIENTO, ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE TRIDILOSA 15.00M X 12.50M.**

TRIDILOSA DE 15.0 X 12.5m

Predimensionamiento de la tridilosa

$$L := 15.0 \text{ m} \qquad B := 12.50 \text{ m}$$

Peralte

$$h := \frac{L}{18} \qquad h = 83.333 \text{ cm} \qquad h := 85 \text{ cm}$$

Longitud de cuerda

Para el cálculo de longitud de cuerda para el peralte requerido se adoptará un sistema de celdas triangulares

$$L_e := \frac{h}{0.816} \qquad L_e = 104.167 \text{ cm} \qquad L_e := 90 \text{ cm}$$

Predimensionamiento de las bridas superiores e inferiores

Predimensionamiento por cargas de servicio

Carga Muerta $\frac{12.50}{.75} = 16.667$

Peso de losa de concreto $e_l := 7.5 \text{ cm}$

Peso de acabados $w_a := 100 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$ $w_l := e_l \cdot \rho_c + w_a$ $w_l = 415 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$

Carga Viva

Sobre carga de servicio $w_{sc} := 400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$

Carga actuante

$$w := (w_l + w_{sc}) \cdot 1 \text{ m} \qquad w = 815 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$M := \frac{w \cdot L^2}{8} \qquad M = 22921.875 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Fuerza de compresión $C := \frac{M}{h}$ $C = 26966.912 \text{ kgf}$

Fuerza de tracción $T := \frac{M}{h}$ $T = 26966.912 \text{ kgf}$

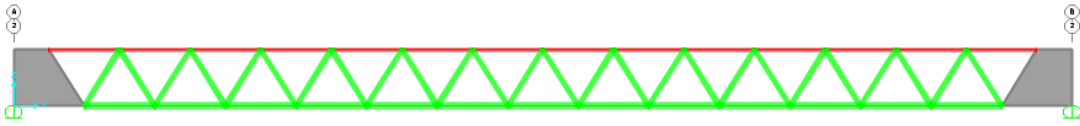
Predimensionamiento por tracción

$$T = f_s \cdot \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} \qquad \phi := \sqrt{\frac{4 \cdot T}{f_s \cdot \pi}} \qquad \phi = 1.45 \text{ in} \qquad \phi_b := 1 \cdot \frac{1}{2} \text{ in}$$

Modelo matemático.

Partiendo del análisis preliminar realizado anteriormente se re realizado el modelo para poder realizar el análisis estructura.

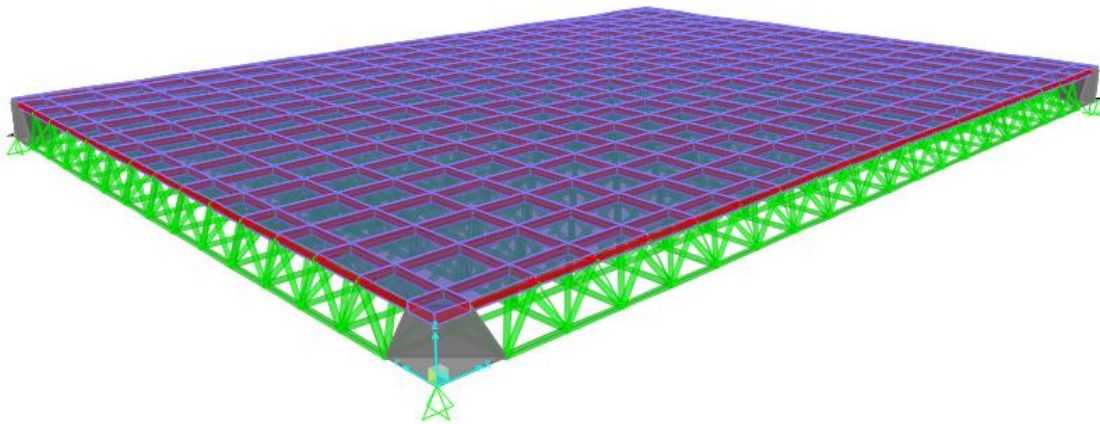
Figura 18. Vista lateral de la tridilosa de 15.0m x 12.5m



Fuente: Elaboración propia

ILUSTRACIÓN 0-1: VISTA 3D DEL MODELO MATEMÁTICO DE UNA LOSA DE 15.0M X 12.5M

Figura 19. Vista 3D del modelo matemático de una losa de 10.0m x 12.5m



Fuente: Elaboración propia

Resultado del análisis estructural.

Del análisis estructural se ha determinado lo siguiente.

Tabla 25

Peso total de la estructura

Reacción total en la base	
Descripción	Kgf
Peso propio (D)	85,653.56
Carga de Servicio (L)	75,000.00

Fuente: Elaboración propia

El peso total de la estructura es de 85.65 toneladas.

- Análisis modal.

Para el análisis modal se ha establecido evaluar un total de 15 formas de modo, esto con la finalidad de lograr obtener una participación de masa acumulada superior al 90%.

Tabla 26

Análisis modal

Modo	Period Sec	UX Unitless	UY Unitless	UZ Unitless	SumUX Unitless	SumUY Unitless	SumUZ Unitless
1	0.309947	0.036830	0.000016	0.880000	0.04	0.00	0.88
2	0.253991	0.000019	0.380000	0.000008	0.04	0.38	0.88
3	0.155139	0.000191	0.370000	0.000002	0.04	0.75	0.88
4	0.153396	0.110000	0.003443	0.000115	0.15	0.76	0.88
5	0.107068	0.780000	0.000121	0.024540	0.93	0.76	0.91
6	0.089119	0.003634	0.000001	0.020950	0.93	0.76	0.93
7	0.064520	0.036250	0.000035	0.022670	0.97	0.76	0.95
8	0.064136	0.001103	0.022220	0.000610	0.97	0.78	0.95
9	0.062122	0.000167	0.190000	0.000063	0.97	0.97	0.95
10	0.047839	0.014190	0.000004	0.000510	0.98	0.97	0.95
11	0.040940	0.000006	0.008231	0.000000	0.98	0.98	0.95
12	0.038608	0.003258	0.000010	0.000162	0.99	0.98	0.95
13	0.033969	0.000002	0.003379	0.000000	0.99	0.98	0.95
14	0.031410	0.000000	0.000053	0.000000	0.99	0.98	0.95
15	0.027784	0.002452	0.000000	0.019870	0.99	0.98	0.97

Fuente: Elaboración propia

Por tratarse de una estructura liviana se ha verificado que la estructura sea lo suficientemente rígida para evitar la sensación de inseguridad por parte del usuario al despasarse por sobre la tridilosa.

Tabla 26*Periodos de frecuencia de vibración*

Modo	Period Sec	Frequency Cyc/sec	CircFreq rad/sec	Eigenvalue rad2/sec2
1	0.31	3.23	20.27	410.95
2	0.25	3.94	24.74	611.96
3	0.16	6.45	40.50	1640.27
4	0.15	6.52	40.96	1677.77
5	0.11	9.34	58.68	3443.82
6	0.09	11.22	70.50	4970.74
7	0.06	15.50	97.38	9483.50
8	0.06	15.59	97.97	9597.45
9	0.06	16.10	101.14	10229.92
10	0.05	20.90	131.34	17250.21
11	0.04	24.43	153.47	23553.71
12	0.04	25.90	162.74	26484.97
13	0.03	29.44	184.97	34214.21
14	0.03	31.84	200.04	40014.10
15	0.03	35.99	226.14	51140.77

Fuente: Elaboración propia

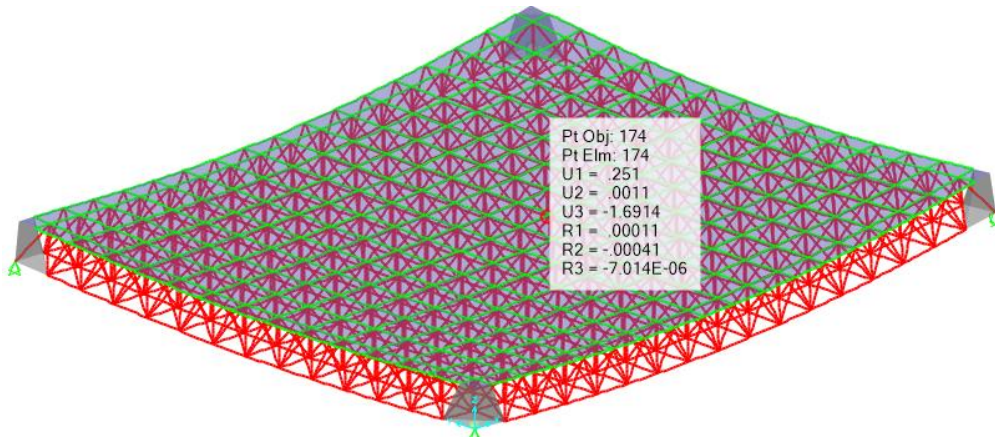
Del cuadro anterior se puede ver que la menor frecuencia de vibración es de 3.23hz siendo este mayor que 3hz. El cuál es el mínimo recomendado para estructuras del tipo livianas y flexibles.

- *Control de deflexión máxima.*

$$\delta = \frac{L}{300} = \frac{1,500}{300} = 5.0\text{cm}$$

- *Deflexión calculada*

Figura 20. Vista de la deflexión de máxima por carga viva (L)



Fuente: Elaboración propia

Se tiene una deflexión de $1.69\text{cm} < 4.17\text{cm}$, por lo que cumple por deflexión

- Evaluación demanda capacidad de los miembros de la armadura tridimensional.

Para el análisis se ha identificado los elementos más cargados con la finalidad de verificar el cumplimiento teniendo en cuenta lo dispuesto por la normativa vigente.

- Barras de $\varnothing 2 \frac{1}{4}$ " sometida a flexo tracción.

Materiales

$$f_y := 2531 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad E_s := 2038901.9 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \text{Acero ASTM A36}$$

Dimensiones

$$\phi := 2.25 \text{ in} \quad L_t := 89.286 \text{ cm}$$

Parámetros geométricos

$$A_g = 25.652 \text{ cm}^2$$

$$I_x = 52.364 \text{ cm}^4 \quad S_x = 18.325 \text{ cm}^3 \quad Z_x = 31.11 \text{ cm}^3 \quad r_x = 1.429 \text{ cm}$$

$$I_y = 52.364 \text{ cm}^4 \quad S_y = 18.325 \text{ cm}^3 \quad Z_y = 31.11 \text{ cm}^3 \quad r_y = 1.429 \text{ cm}$$

$$\frac{L_t}{r_x} = 62.492 < 300 \quad \therefore = \text{"OK"}$$

Capacidad

Para uniones soldadas $\phi_t := 0.90$ $\phi_f := 0.90$

$$P_n := f_y \cdot A_g \quad P_r := \phi_t \cdot P_n \quad P_r = 58432.841 \text{ kgf}$$

$$M_n := 787.389 \text{ kgf} \cdot \text{m} \quad M_{rx} := \phi_f \cdot M_n \quad M_{rx} = 708.651 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$M_{ry} = 708.651 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Cargas actuantes

$$P_u := 50946.39 \text{ kgf} \quad M_{ux} := 1842.82 \text{ kgf} \cdot \text{cm} \quad M_{uy} := 73.37 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

Verificación

$$\frac{P_u}{P_r} < 0.20 \quad r := \frac{P_u}{2 P_r} + \frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \quad (E01)$$

$$\frac{P_u}{P_r} > 0.20 \quad r := \frac{P_u}{P_r} + \frac{8}{9} \frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{8}{9} \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \quad (E02)$$

$$r = 0.896 < 0.90 \quad \text{Ok}$$

- Barras de $\phi 2 \frac{1}{4}$ " sometida a flexo compresión.

Materiales

$$f_y := 2531 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad E_s := 2038901.9 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \text{Acero ASTM A36}$$

Dimensiones

$$\phi := 2.25 \text{ in} \quad L_t := 89.286 \text{ cm} \quad K := 1.0$$

Parámetros geométricos

$$A_g = 25.652 \text{ cm}^2$$

$$I_x = 52.364 \text{ cm}^4 \quad S_x = 18.325 \text{ cm}^3 \quad Z_x = 31.11 \text{ cm}^3 \quad r_x = 1.429 \text{ cm}$$

$$I_y = 52.364 \text{ cm}^4 \quad S_y = 18.325 \text{ cm}^3 \quad Z_y = 31.11 \text{ cm}^3 \quad r_y = 1.429 \text{ cm}$$

$$\frac{K \cdot L_t}{r_x} = 62.492 < 200 \quad \therefore \text{"OK"}$$

Capacidad

Para uniones soldadas $\phi_c := 0.90$ $\phi_f := 0.90$

$$P_n := F_{cr} \cdot A_g \quad P_r := \phi_c \cdot P_n \quad P_r = 47574.17 \text{ kgf}$$

$$M_n = 787.389 \text{ kgf} \cdot \text{m} \quad M_{rx} := \phi_f \cdot M_n \quad M_{rx} = 708.651 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$M_{ry} = 708.651 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Cargas actuantes

$$P_u := 25025.01 \text{ kgf} \quad M_{ux} := 31506.14 \text{ kgf} \cdot \text{cm} \quad M_{uy} := 380.96 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

Verificación

$$\frac{P_u}{P_r} < 0.20 \quad r := \frac{P_u}{2 P_r} + \frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \quad (E01)$$

$$\frac{P_u}{P_r} > 0.20 \quad r := \frac{P_u}{P_r} + \frac{8}{9} \frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{8}{9} \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \quad (E02)$$

$$r = 0.926 < 0.90 \text{ Ok}$$

○ Barras de $\varnothing 2''$ sometida a flexo compresión

Materiales

$$f_y := 2531 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad E_s := 2038901.9 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \text{Acero ASTM A36}$$

Dimensiones

$$\phi := 2.0 \text{ in} \quad L_t := 96.01 \text{ cm} \quad K := 1.0$$

Parámetros geométricos

$$A_g = 20.268 \text{ cm}^2$$

$$I_x = 32.691 \text{ cm}^4 \quad S_x = 12.87 \text{ cm}^3 \quad Z_x = 21.849 \text{ cm}^3 \quad r_x = 1.27 \text{ cm}$$

$$I_y = 32.691 \text{ cm}^4 \quad S_y = 12.87 \text{ cm}^3 \quad Z_y = 21.849 \text{ cm}^3 \quad r_y = 1.27 \text{ cm}$$

$$\frac{K \cdot L_t}{r_x} = 75.598 < 200 \quad \therefore \text{"OK"}$$

Capacidad

Para uniones soldadas $\phi_c := 0.90$ $\phi_f := 0.90$

$$P_n := F_{cr} \cdot A_g \quad P_r := \phi_c \cdot P_n \quad P_r = 34173.438 \text{ kgf}$$

$$M_n = 553.009 \text{ kgf} \cdot \text{m} \quad M_{rx} := \phi_f \cdot M_n \quad M_{rx} = 497.708 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$M_{ry} = 497.708 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Cargas actuantes

$$P_u := 19450.02 \text{ kgf} \quad M_{ux} := 14608.73 \text{ kgf}\cdot\text{cm} \quad M_{uy} := 3853.22 \text{ kgf}\cdot\text{cm}$$

Verificación

$$\frac{P_u}{P_r} < 0.20 \quad r := \frac{P_u}{2 P_r} + \frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \quad (E01)$$

$$\frac{P_u}{P_r} > 0.20 \quad r := \frac{P_u}{P_r} + \frac{8}{9} \frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{8}{9} \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \quad (E02)$$

$$r = 0.899 < 0.90 \text{ Ok}$$

○ Barras de $\varnothing 1 \frac{3}{4}$ " sometida a flexo compresión

Dimensiones

$$\phi := 1.75 \text{ in} \quad L_l := 89.286 \text{ cm} \quad K := 1.0$$

Parámetros geométricos

$$A_g = 15.518 \text{ cm}^2$$

$$I_x = 19.163 \text{ cm}^4 \quad S_x = 8.622 \text{ cm}^3 \quad Z_x = 14.637 \text{ cm}^3 \quad r_x = 1.111 \text{ cm}$$

$$I_y = 19.163 \text{ cm}^4 \quad S_y = 8.622 \text{ cm}^3 \quad Z_y = 14.637 \text{ cm}^3 \quad r_y = 1.111 \text{ cm}$$

$$\frac{K \cdot L_l}{r_x} = 80.347 < 200 \quad \therefore = \text{"OK"}$$

Capacidad

$$\text{Para uniones soldadas } \phi_c := 0.90 \quad \phi_f := 0.90$$

$$P_n := F_{cr} \cdot A_g \quad P_r := \phi_c \cdot P_n \quad P_r = 25163.624 \text{ kgf}$$

$$M_n = 370.473 \text{ kgf}\cdot\text{m} \quad M_{rx} := \phi_f \cdot M_n \quad M_{rx} = 333.425 \text{ kgf}\cdot\text{m}$$

$$M_{ry} = 333.425 \text{ kgf}\cdot\text{m}$$

Cargas actuantes

$$P_u := 15276.63 \text{ kgf} \quad M_{ux} := 1738.28 \text{ kgf}\cdot\text{cm} \quad M_{uy} := 1648.59 \text{ kgf}\cdot\text{cm}$$

Verificación

$$\frac{P_u}{P_r} < 0.20 \quad r := \frac{P_u}{2 P_r} + \frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \quad (E01)$$

$$\frac{P_u}{P_r} > 0.20 \quad r := \frac{P_u}{P_r} + \frac{8}{9} \frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{8}{9} \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \quad (E02)$$

$$r = 0.697 < 0.90 \text{ Ok}$$

Resumen:

- La tridilosa tiene una luz de 15.0m x 12.5m con un peso propio de 85,653.56 kg. Con un peralte de 60cm.
- Tiene la rigidez suficiente para garantizar la sensación de seguridad del usuario. Esto significa que la losa no entrará en efecto resonante ante el paso peatonal.
- Todo el elemento presenta ratios demanda capacidad por debajo de 0.90.

- MODELAMIENTO, ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOSA EN DOS DIRECCIONES DE 5.00M X 5.00M

LOSA EN DOS DIRECCIONES 5.0m X 5.0m

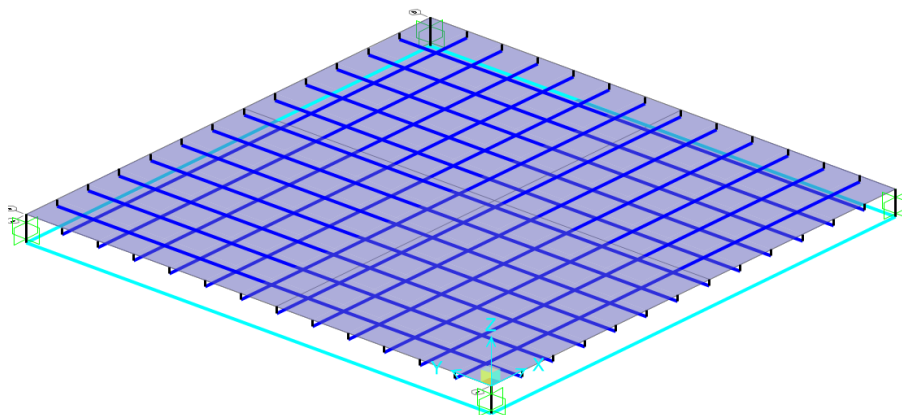
$L := 5.0 \text{ m}$	$B := 5.0 \text{ m}$			
Peralte mínimo				
$h = 20 \text{ cm}$				
Separación máxima entre viguetas				
$S = 2.5 h \leq 0.75 \text{ m}$	$S = 40 \text{ cm}$			
Espesor de las alas de las viguetas				
$h_f = \frac{S - b_w}{12} \geq 5 \text{ cm}$	$h_f = 5 \text{ cm}$			
Materiales				
$f'_c := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	$f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	$E_s := 2039432.426 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$		
Geometría de la Viga				
$b_w = 10 \text{ cm}$	$b = 40 \text{ cm}$	$h = 20 \text{ cm}$	$h_f = 5 \text{ cm}$	$d := h - 4.6 \text{ cm}$

Modelo matemático.

Partiendo del análisis preliminar realizado anteriormente se re realizado el modelo para poder realizar el análisis estructura.

ILUSTRACIÓN 0-1: VISTA 3D DEL MODELO MATEMÁTICO DE UNA LOSA NERVADA DE 5.0MX5.0M

Figura 21. Vista 3D del modelo matemático de una losa de 5.0m x 5.0m



Fuente: Elaboración propia

Resultado del análisis estructural.

Del análisis estructural se ha determinado lo siguiente.

Tabla 27

Peso de la estructura

Reacción total en la base	
Descripción	Kgf
Peso propio (D)	12,591.63
Carga de Servicio (L)	10,000.00

Fuente: Elaboración propia

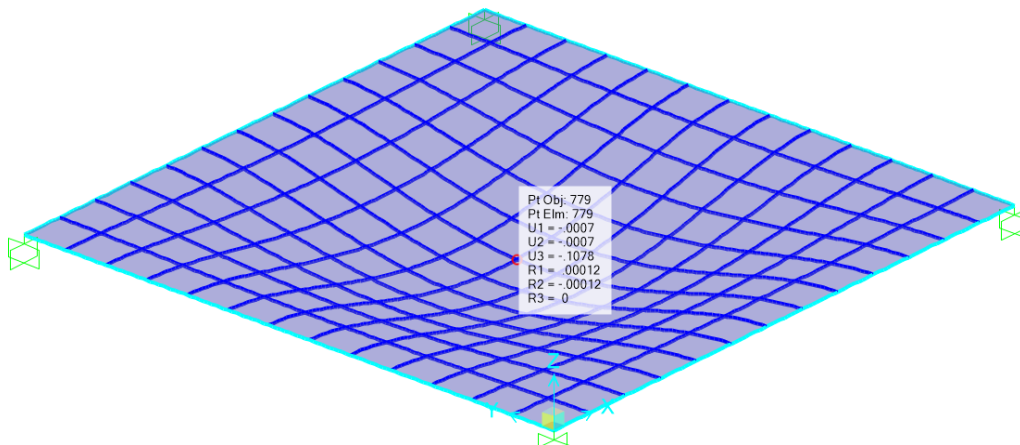
El peso total de la estructura es de 12.59 toneladas.

- *Control de deflexión máxima.*

$$\delta = \frac{L}{360} = \frac{500}{360} = 1.39\text{cm}$$

- *Deflexión calculada*

Figura 22. Vista de la deflexión de máxima por carga viva (L)



Fuente: Elaboración propia

Se tiene una deflexión de $0.089\text{cm} < 1.39\text{cm}$, por lo que cumple por deflexión

Diseño del acero de refuerzo en viguetas

Asumiendo sección de tensión controlada	$\phi := 0.90$
Factor de distribución	$\beta_1 = 0.85$
Cuantía mínima	$\rho_{min} = 0.0024$
Cuantía Balanceada (Tensión)	$\rho_b = 0.0214$
Cuantía máxima	
$\epsilon_{cu} := 0.003$ $\epsilon_{s,min} := 0.005$	
$\rho_{max} := 0.85 \cdot \beta_1 \cdot \frac{f'_c}{f_y} \cdot \frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu} + \epsilon_{s,min}}$	$\rho_{max} = 0.0135$

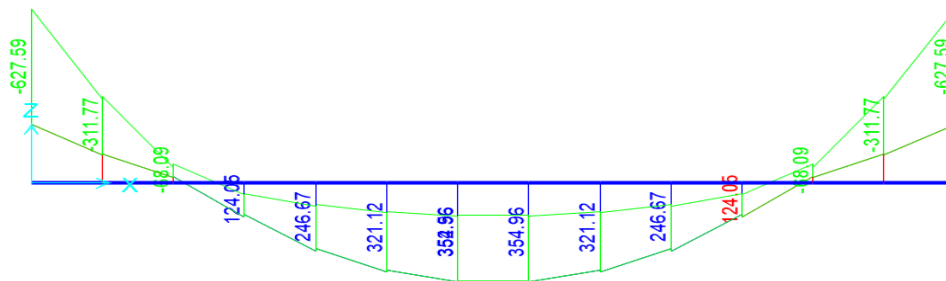


Figura 23. Diagrama de momentos para la condición de diseños

Fuente: Elaboración propia

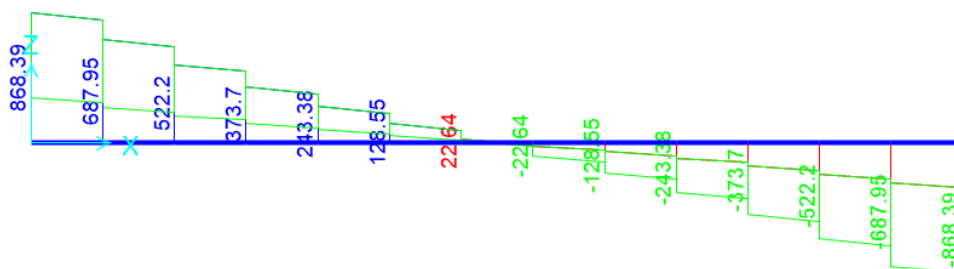


Figura 24. Diagrama de fuerzas cortantes de diseño

Fuente: Elaboración propia

Diseño del Refuerzo Superior

$$Mu := M_{max.2}$$

Se Adoptará una Viga Rectangular $b_w \times h$

$$\rho := 0.85 \cdot \frac{f'c}{fy} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot Mu}{0.85 \cdot \phi \cdot f'c \cdot b_w \cdot d^2}} \right)$$

$$\rho = 0.0077$$

$$\rho := \max(\rho, \rho_{min})$$

$$\rho = 0.0077$$

sección = "Suficiente"

$$A_{s,req} := \rho \cdot b_w \cdot d$$

$$A_{s,req} = 1.19 \text{ cm}^2$$

Aceros a utilizar

n	Ø	A _s	n A _s
1	1/2	1.27	1.27

$$A_s = 1.27 \text{ cm}^2$$

$$err = 7.13\%$$

Verificación del Reforzamiento

$$a := \frac{A_s \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b_w}$$

$$a = 2.988 \text{ cm}$$

$$a = \beta_1 \cdot c \quad c := \frac{a}{\beta_1}$$

$$c = 3.516 \text{ cm}$$

Factor de reducción de la fuerza

$$\epsilon_t := \left(\frac{d - c}{c} \right) \cdot \epsilon_{cu}$$

$$\epsilon_t = 0.0101$$

$$\epsilon_{ty} := \frac{fy}{E_s}$$

$$\epsilon_{ty} = 0.0021$$

$$\phi = 0.9$$

Momento Resistente

$$\phi Mn := \phi \cdot A_s \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$\phi Mn = 667.57 \text{ kgf} \cdot \text{m} > Mu = 627.59 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Diseño del Refuerzo Inferior

$$Mu := M_{max.1}$$

Se Adoptará una Viga Rectangular $b \times h$

$$\rho := 0.85 \cdot \frac{f'c}{fy} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot Mu}{0.85 \cdot \phi \cdot f'c \cdot b \cdot d^2}} \right)$$

$$\rho = 0.0011$$

$$\rho := \max(\rho, \rho_{min})$$

$$\rho = 0.0024$$

sección = "Suficiente"

$$A_{s,req} := \rho \cdot b \cdot d$$

$$A_{s,req} = 1.49 \text{ cm}^2$$

Aceros a utilizar

n	Ø	A _s	n.A _s
2	3/8	0.71	1.42

$$A_s = 1.42 \text{ cm}^2$$

$$err = -4.56\%$$

Verificación del Reforzamiento

$$a := \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$$

$$a = 0.835 \text{ cm}$$

$$a = \beta_1 \cdot c \quad c := \frac{a}{\beta_1}$$

$$c = 0.983 \text{ cm}$$

Factor de reducción de la fuerza

+

$$\epsilon_t := \left(\frac{d-c}{c} \right) \cdot \epsilon_{cu}$$

$$\epsilon_t = 0.044$$

$$\epsilon_{ty} := \frac{f_y}{E_s}$$

$$\epsilon_{ty} = 0.0021$$

$$\phi = 0.9$$

Momento Resistente

$$\phi Mn := \phi \cdot A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$\phi Mn = 804.19 \text{ kgf} \cdot \text{m} > Mu = 394.56 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Verificación por Corte $\phi_c := 0.85$

$$V_c = 0.53 \cdot \phi_c \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

$$V_c = 1005.368 \text{ kgf} \quad \therefore = \text{"Ok"}$$

- MODELAMIENTO, ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOSA EN DOS DIRECCIONES DE 7.50M X 5.00M

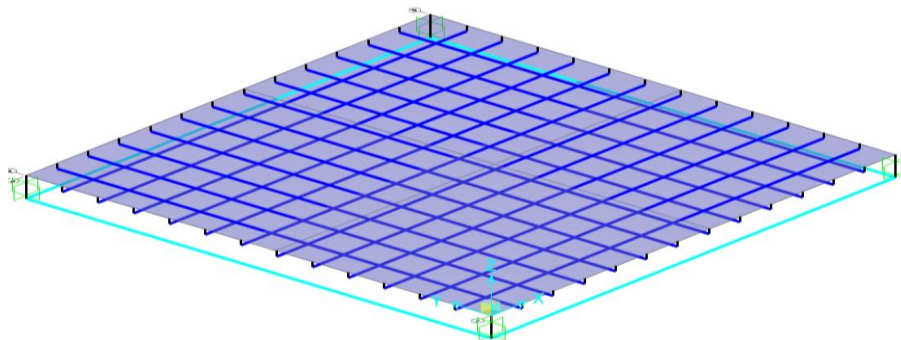
LOSA EN DOS DIRECCIONES 7.50m X 5.0m

$L := 7.50 \text{ m}$ $B := 5.0 \text{ m}$
 Peralte mínimo
 $h = 27.5 \text{ cm}$
 Separación máxima entre viguetas
 $S = 2.5 h \leq 0.75 \text{ m}$ $S = 55 \text{ cm}$
 Espesor de las alas de las viguetas
 $h_f = \frac{S - b_w}{12} \geq 5 \text{ cm}$ $h_f = 5 \text{ cm}$
 Materiales
 $f'_c := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ $f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ $E_s := 2039432.426 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
 Geometría de la Viga
 $b_w = 10 \text{ cm}$ $b = 55 \text{ cm}$ $h = 27.5 \text{ cm}$ $h_f = 5 \text{ cm}$ $d := h - 4.6 \text{ cm}$

Modelo matemático.

Partiendo del análisis preliminar realizado anteriormente se re realizado el modelo para poder realizar el análisis estructural.

Figura 25. Vista 3D del modelo de una losa nervada de 5.0mx5.0m



Fuente: Elaboración propia

Resultado del análisis estructural.

Del análisis estructural se ha determinado lo siguiente.

Tabla 28

Peso total de la estructura

Reacción total en la base	
Descripción	Kgf
Peso propio (D)	19,668.35
Carga de Servicio (L)	15,000.00

Fuente: *Elaboración propia*

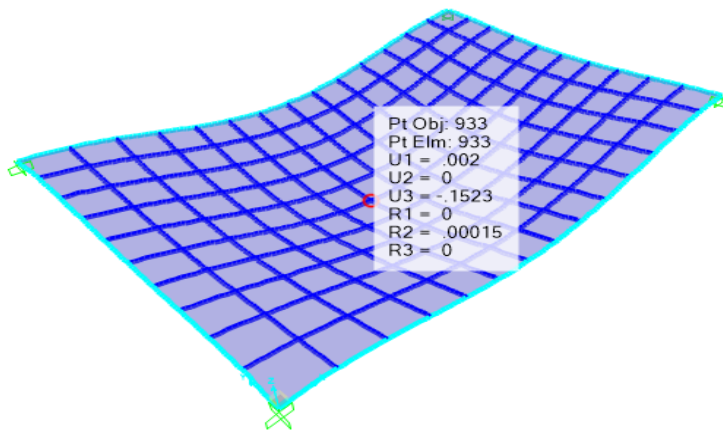
El peso total de la estructura es de 19.67 toneladas.

- *Control de deflexión máxima.*

$$\delta = \frac{L}{360} = \frac{750}{360} = 2.083\text{cm}$$

- *Deflexión calculada*

Figura 26. *Vista de la deflexión de máxima por carga vial (L)*



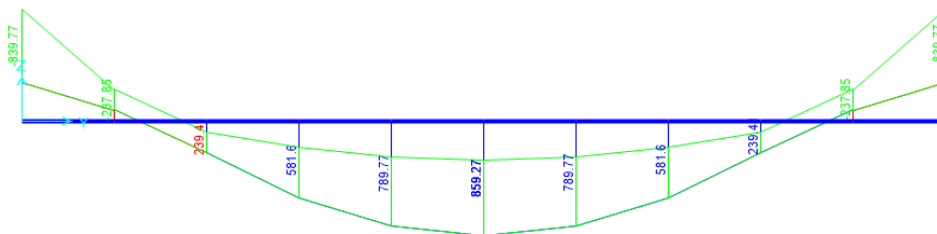
Fuente: *Elaboración propia*

Se tiene una deflexión de 0.152cm < 2.08cm, por lo que cumple por deflexión

Diseño del acero de refuerzo en viguetas

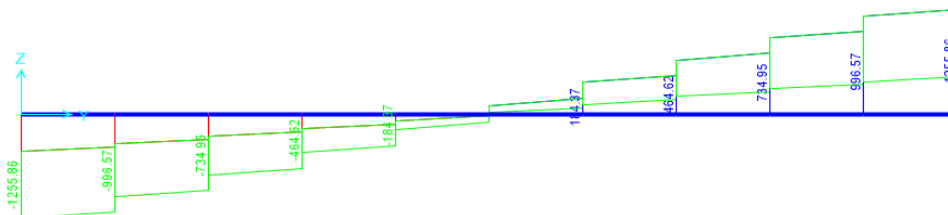
Asumiendo sección de tensión controlada	$\phi := 0.90$
Factor de distribución	$\beta_1 = 0.85$
Cuantía mínima	$\rho_{min} = 0.0024$
Cuantía Balanceada (Tensión)	$\rho_b = 0.0214$
Cuantía máxima	
$\epsilon_{cu} := 0.003$ $\epsilon_{s,min} := 0.005$	
$\rho_{max} := 0.85 \cdot \beta_1 \cdot \frac{f'_c}{f_y} \cdot \frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu} + \epsilon_{s,min}}$	$\rho_{max} = 0.0135$

Figura 26. Diagrama de momentos para la condición de diseño



Fuente: Elaboración propia

Figura 27. Diagrama de fuerzas cortantes de diseño



Fuente: Elaboración propia

$$M_{max.1} := 859.27 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$M_{max.2} := 839.77 \text{ kgf} \cdot \text{m} \quad V_u := 1255.86 \text{ kgf}$$

Diseño del Refuerzo Superior

$$Mu := M_{max.2}$$

Se Adoptará una Viga Rectangular $b_w x h$

$$\rho := 0.85 \cdot \frac{f'_c}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot Mu}{0.85 \cdot \phi \cdot f'_c \cdot b_w \cdot d^2}} \right)$$

$$\rho = 0.0045$$

$$\rho := \max(\rho, \rho_{min})$$

$$\rho = 0.0045$$

sección = "Suficiente"

$$A_{s,req} := \rho \cdot b_w \cdot d$$

$$A_{s,req} = 1.02 \text{ cm}^2$$

Aceros a utilizar

n	Ø	A _s	nA _s
1	1/2	1.27	1.27

$$A_s = 1.27 \text{ cm}^2$$

$$err = 24.02\%$$

Verificación del Reforzamiento

$$a := \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b_w}$$

$$a = 2.988 \text{ cm}$$

$$a = \beta_1 \cdot c \quad c := \frac{a}{\beta_1}$$

$$c = 3.516 \text{ cm}$$

Factor de reducción de la fuerza

$$\epsilon_t := \left(\frac{d-c}{c} \right) \cdot \epsilon_{cu}$$

$$\epsilon_t = 0.0165$$

$$\epsilon_{ty} := \frac{f_y}{E_s}$$

$$\epsilon_{ty} = 0.0021$$

$$\phi = 0.9$$

Momento Resistente

$$\phi Mn := \phi \cdot A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$\phi Mn = 1027.61 \text{ kgf} \cdot \text{m} \quad > \quad Mu = 839.77 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Diseño del Refuerzo Inferior

$$Mu := M_{max.1}$$

Se Adoptará una Viga Rectangular $b \times h$

$$\rho := 0.85 \cdot \frac{f'_c}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot Mu}{0.85 \cdot \phi \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2}} \right)$$

$$\rho = 0.0008$$

$$\rho := \max(\rho, \rho_{min})$$

$$\rho = 0.0024$$

sección = "Suficiente"

$$A_{s,req} := \rho \cdot b \cdot d$$

$$A_{s,req} = 3.04 \text{ cm}^2$$

Aceros a utilizar

n	Ø	A _s	n·A _s
1	5/8	1.98	1.98
1	1/2	1.27	1.27

$$A_s = 3.25 \text{ cm}^2$$

$$err = 6.84\%$$

Verificación del Reforzamiento

$$a := \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b}$$

$$a = 1.39 \text{ cm}$$

$$a = \beta_1 \cdot c \quad c := \frac{a}{\beta_1}$$

$$c = 1.636 \text{ cm}$$

Factor de reducción de la fuerza

$$\epsilon_t := \left(\frac{d-c}{c} \right) \cdot \epsilon_{cu}$$

$$\epsilon_t = 0.039$$

$$\epsilon_{ty} := \frac{f_y}{E_s}$$

$$\epsilon_{ty} = 0.0021$$

$$\phi = 0.9$$

Momento Resistente

$$\phi Mn := \phi \cdot A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$\phi Mn = 2727.86 \text{ kgf} \cdot \text{m} > Mu = 859.27 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Verificación por Corte $\phi_c := 0.85$

$$V_c = 0.53 \cdot \phi_c \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

$$V_c = 1494.996 \text{ kgf} \quad \therefore = \text{"Ok"}$$

- **MODELAMIENTO, ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOSA EN DOS DIRECCIONES DE 10.00M X 7.50M**

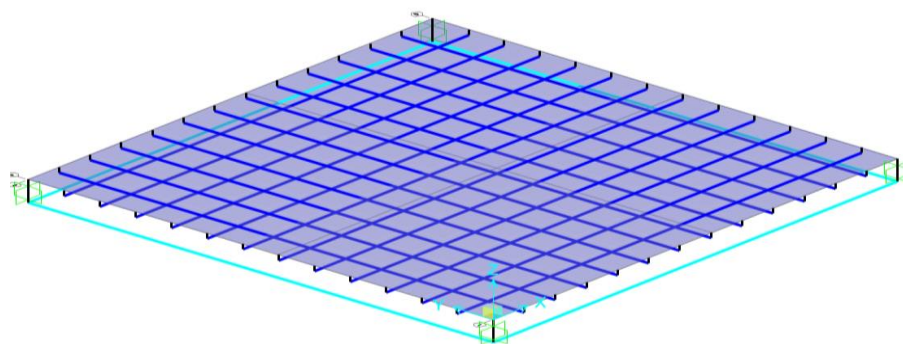
LOSA NERVADA EN DOS DIRECCIONES 10.0m X 7.5m

$L := 10.0 \text{ m}$	$B := 7.50 \text{ m}$			
Peralte mínimo				
$h = 37.5 \text{ cm}$				
Separación máxima entre viguetas				
$S = 2.5 h \leq 0.75 \text{ m}$	$S = 75 \text{ cm}$			
Espesor de las alas de las viguetas				
$h_f = \frac{S - b_w}{12} \geq 5 \text{ cm}$	$h_f = 7.5 \text{ cm}$			
Materiales				
$f'_c := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	$f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	$E_s := 2039432.426 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$		
Geometría de la Viga				
$b_w = 12.5 \text{ cm}$	$b = 75 \text{ cm}$	$h = 37.5 \text{ cm}$	$h_f = 7.5 \text{ cm}$	$d := h - 4.6 \text{ cm}$

Modelo matemático.

Partiendo del análisis preliminar realizado anteriormente se re realizado el modelo para poder realizar el análisis estructural.

Figura 28. Vista 3D del modelo matemático de una losa nervada de 5.0mx5.0m



Fuente: Elaboración propia

Resultado del análisis estructural.

Del análisis estructural se ha determinado lo siguiente.

Tabla 29

Peso total de la estructura

Reacción total en la base	
Descripción	Kgf
Peso propio (D)	49,736.19
Carga de Servicio (L)	30,000.00

Fuente: *Elaboración propia*

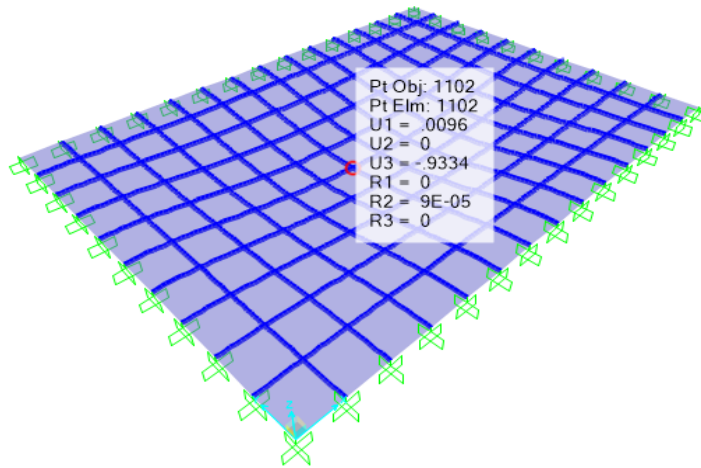
El peso total de la estructura es de 49.74 toneladas.

- *Control de deflexión máxima.*

$$\delta = \frac{L}{360} = \frac{1000}{360} = 2.778\text{cm}$$

- *Deflexión calculada*

Figura 29. *Vista de deflexión de máxima por carga viva (L)*



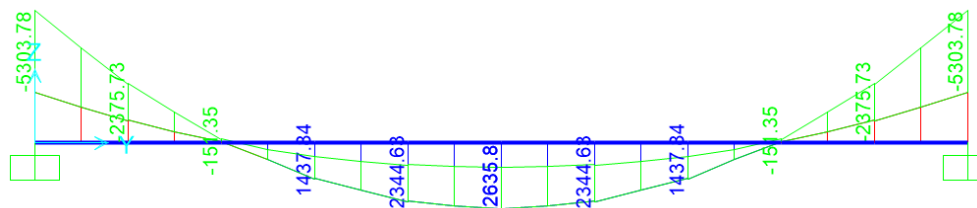
Fuente: *Elaboración propia*

Se tiene una deflexión de 0.93cm < 2.778cm, por lo que cumple por deflexión

Diseño del acero de refuerzo en viguetas

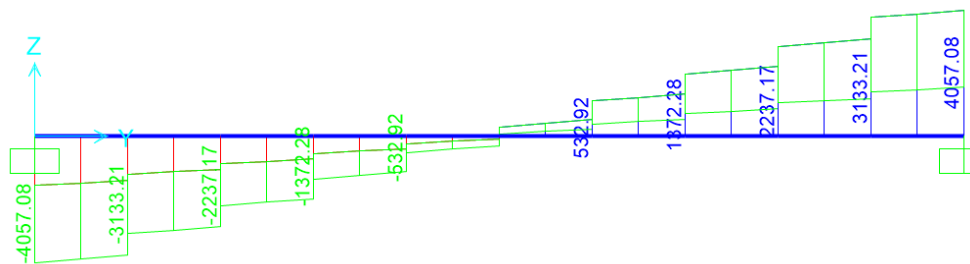
Asumiendo sección de tensión controlada	$\phi = 0.90$
Factor de distribución	$\beta_1 = 0.85$
Cuantía mínima	$\rho_{min} = 0.0024$
Cuantía Balanceada (Tensión)	$\rho_b = 0.0214$
Cuantía máxima	
$\epsilon_{cu} := 0.003$	$\epsilon_{s,min} := 0.005$
$\rho_{max} := 0.85 \cdot \beta_1 \cdot \frac{f'_c}{f_y} \cdot \frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu} + \epsilon_{s,min}}$	$\rho_{max} = 0.0135$

Figura 30. Diagrama de momentos para la condición de diseño



Fuente: Elaboración propia

Figura 31. Diagrama de fuerzas cortantes de diseño



Fuente: Elaboración propia

$$M_{max.1} := 2635.80 \text{ kgf} \cdot \text{m} \quad M_{max.2} := 5303.78 \text{ kgf} \cdot \text{m} \quad V_u := 4057.08 \text{ kgf}$$

Diseño del Refuerzo Superior

$$Mu := M_{max.2}$$

Se Adoptará una Viga Rectangular $b_w x h$

$$\rho := 0.85 \cdot \frac{f'c}{fy} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot Mu}{0.85 \cdot \phi \cdot f'c \cdot b_w \cdot d^2}} \right)$$

$$\rho = 0.0121$$

$$\rho := \max(\rho, \rho_{min})$$

$$\rho = 0.0121$$

sección = "Suficiente"

$$A_{s.req} := \rho \cdot b_w \cdot d$$

$$A_{s.req} = 4.97 \text{ cm}^2$$

Aceros a utilizar

n	Ø	A _s	n.A _s
4	1/2	1.27	5.08

$$A_s = 5.08 \text{ cm}^2$$

$$err = 2.17\%$$

Verificación del Reforzamiento

$$a := \frac{A_s \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b_w}$$

$$a = 9.562 \text{ cm}$$

$$a = \beta_1 \cdot c \quad c := \frac{a}{\beta_1}$$

$$c = 11.25 \text{ cm}$$

Factor de reducción de la fuerza

$$\epsilon_t := \left(\frac{d-c}{c} \right) \cdot \epsilon_{cu}$$

$$\epsilon_t = 0.0058$$

$$\epsilon_{ty} := \frac{fy}{E_s}$$

$$\epsilon_{ty} = 0.0021$$

$$\phi = 0.9$$

Momento Resistente

$$\phi Mn := \phi \cdot A_s \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$\phi Mn = 5399.49 \text{ kgf} \cdot \text{m} > Mu = 5303.78 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Se Adoptará una Viga Rectangular $b x h$

$$\rho := 0.85 \cdot \frac{f'c}{fy} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot Mu}{0.85 \cdot \phi \cdot f'c \cdot b \cdot d^2}} \right)$$

$$\rho = 0.0009$$

$$\rho := \max(\rho, \rho_{min})$$

$$\rho = 0.0024$$

sección = "Suficiente"

$$A_{s.req} := \rho \cdot b \cdot d$$

$$A_{s.req} = 5.96 \text{ cm}^2$$

Aceros a utilizar

n	Ø	A _s	n.A _s
3	5/8	1.98	5.94

$$A_s = 5.94 \text{ cm}^2$$

$$err = -0.33\%$$

Verificación del Reforzamiento

$$a := \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} \quad a = 1.864 \text{ cm}$$

$$a = \beta_1 \cdot c \quad c := \frac{a}{\beta_1} \quad c = 2.192 \text{ cm}$$

Factor de reducción de la fuerza

$$\varepsilon_t := \left(\frac{d - c}{c} \right) \cdot \varepsilon_{cu} \quad \varepsilon_t = 0.042$$

$$\varepsilon_{ty} := \frac{f_y}{E_s} \quad \varepsilon_{ty} = 0.0021$$

$$\phi = 0.9$$

Momento Resistente

$$\phi Mn := \phi \cdot A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$\phi Mn = 7177.89 \text{ kgf} \cdot \text{m} > Mu = 2635.8 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Verificación por Corte $\phi_c := 0.85$

$$V_c = 0.53 \cdot \phi_c \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \quad V_c = 2684.79 \text{ kgf} \quad \therefore = \text{"Incrementar sección"}$$

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: MARIA DE LOS ANGELES PINEDO ORBE
 Institución donde labora : CHINA RAILWAY INTERNATIONAL GROUP
 Especialidad : INGENIERO CIVIL
 Instrumento de evaluación : CUESTIONARIO A ESPECIALISTA
 Autor (s) del instrumento (s): NORBIL GUSTAVO BECARRA CRUZADO

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN
MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: ESTRUCTURA TRIDILOSA Y LOSA DOS DIRECCIONES en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: ESTRUCTURA TRIDILOSA Y LOSA DOS DIRECCIONES.				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: EVALUACION DISEÑO COSTO					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
PUNTAJE TOTAL						48



(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

SE CONSIDERA VIABLE

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 48

 Tarapoto, 10 de ENERO de 2018

Sello personal y firma

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: RIOS VARGAS CALEB
 Institución donde labora : _____
 Especialidad : Ing. Civil
 Instrumento de evaluación : CUESTIONARIO A ESPECIALISTA
 Autor (s) del instrumento (s): NORBIL BECERRA CRUZADO

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: ESTRUCTURA TRIDILOSA Y LOSA DOS DIRECCIONES en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: EVALUACION DISEÑO-COSTO				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: EVALUACION DISEÑO-COSTO					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
PUNTAJE TOTAL						48

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 48

Tarapoto, 10 de DICIEMBRE de 2017



M. Sc. Ing. Caleb Rios Vargas
INGENIERO CIVIL
 REG CIP N° 65035
 Sello personal y firma



INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: JAVIER EDILSONSO ASENCIO PETROCHE
 Institución donde labora : CHINA RAILWAY INTERNATIONAL GROUP
 Especialidad : INGENIERO CIVIL
 Instrumento de evaluación : PROGRAMA COMPUTARIZADO SAP 2000
 Autor (s) del instrumento (s): NORBIL GUSTAVO BECERRA CRUZADO

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: ESTRUCTURA TRIDILOSA Y LOSA DOS DIRECCIONES en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: ESTRUCTURA TRIDILOSA Y LOSA DOS DIRECCIONES.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: EVALUACION DISEÑO COSTO					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						47

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

CONSIDERAR LA VERSION ACTUAL DE SOFTWARE.

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 47

Tarapoto, 15 de ENERO de 2018

Sello personal y firma

Javier Edilsonso Asencio Petroche
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 111152



**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD
DE TESIS**

Código : F06-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo, Mg. Tania Arévalo Lazo, docente de la Facultad Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, filial Tarapoto, revisor (a) de la tesis titulada **"Evaluación de diseño-costo de estructura tridilosa y losa dos direcciones para edificaciones de grandes luces en Tarapoto - 2017"**, del (de la) estudiante Norbil Gustavo Becerra Cruzado, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 12% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

05 de marzo del 2019

Mg. Tania Arevalo Lazo
DNI: 44086934

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

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	---	---

Yo NORBI GUSTAVO BECARRA CRUZADO,
 identificado con DNI N° 48335798, egresado de la Escuela Profesional de
INGENIERIA CIVIL de la Universidad César Vallejo,
 autorizo (X) , No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo
 de investigación titulado
 " EVALUACIÓN DE DISEÑO-COSTO DE ESTRUCTURA TRIDIMENSIONAL Y
LOSA DOS DIRECCIONES PARA EDIFICACIONES DE GRANDES LUCES
EN TAPAPOTO - 2017 ";
 en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo
 estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art.
 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....



FIRMA

DNI: 48335798

FECHA: 25 de FEBRERO del 2019

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



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE:

Dra. Ana Noemí Sandoval Vergara

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Norbil Gustavo Becerra Cruzado

INFORME TITULADO:

“Evaluación de Diseño-Costo de Estructura de Tridilosa y Losa de dos direcciones para edificaciones de grandes luces en Tarapoto - 2017”

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Civil

SUSTENTADO EN FECHA: 12 de diciembre de 2017

NOTA O MENCIÓN: 14



Dra. Ana Noemí Sandoval Vergara
DIRECTORA DE INVESTIGACIÓN
UCV - TARAPOTO
