

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



T E S I S

Análisis del comportamiento estructural de vigas con distancias mayores a 10m en edificaciones de estructura metálica y concreto armado, Pasco 2023

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Bach. Brayam Rusbel HURTADO DAGA

Bach. Darwin Yoel ROJAS SANTIAGO

Asesor:

Dr. Hildebrando Anival CONDOR GARCÍA

Cerro de Pasco - Perú – 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



T E S I S

Análisis del comportamiento estructural de vigas con distancias mayores a 10m en edificaciones de estructura metálica y concreto armado, Pasco 2023

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Marco Antonio SURICHAQUI HIDALGO

PRESIDENTE

Dr. Eleuterio Andrés ZAVALETA SANCHEZ

MIEMBRO

Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL

MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ingeniería

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 093-2024-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

Análisis del comportamiento estructural de vigas con distancias mayores a 10m en edificaciones de estructura metálica y concreto armado, Pasco 2023

Apellidos y nombres de los tesistas:

Bach. HURTADO DAGA, Brayam Rusbel

Bach. ROJAS SANTIAGO, Darwin Yoel

Apellidos y nombres del Asesor:

Dr, CONDOR GARCÍA Hildebrando Anival

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería Civil

Índice de Similitud

24 %

APROBADO

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 07 de marzo del 2024


UNDA - UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
Luis Villa Requis Carbajal
DOCTOR EN CIENCIAS - DIRECTOR

DEDICATORIA

Brayam Rusbel HURTADO DAGA y Darwin

Yoel ROJAS SANTIAGO

Esta tesis lo dedicamos a nuestros padres. Este logro es un testimonio de su inmenso amor y dedicación. Valoramos mucho las lecciones de vida que nos han impartido y por el cariño que siempre nos han brindado. Nuestra gratitud hacia ellos es imposible de expresar completamente. Esta tesis es un tributo a sus legados y a la eterna admiración que sentimos por ellos.

AGRADECIMIENTO

Primero, queremos expresar nuestros agradecimientos a nuestros padres, quienes siempre nos han ofrecido su apoyo incondicional, permitiéndonos alcanzar nuestras metas personales y académicas. Con su amor, nos han motivado constantemente a perseguir nuestros objetivos y a no rendirnos ante las dificultades. Además, ellos nos han proporcionado el respaldo material y económico necesario para que pudiéramos enfocarnos en nuestros estudios sin tener que abandonarlos.

Expreso nuestro más profundo agradecimiento a nuestro tutor el Dr. Hildebrando Anival CONDOR GARCIA por su dedicación y paciencia. Sin sus precisas palabras y correcciones, no habríamos alcanzado este tan esperado momento. Apreciamos su guía y todos sus consejos, que permanecerán grabados en nuestra memoria a lo largo de nuestra carrera profesional.

Finalmente, queremos agradecer a la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión que, aunque nos ha exigido mucho, nos ha permitido obtener el tan anhelado título. Agradecemos a cada directivo por su labor y gestión, ya que sin su trabajo no existirían las bases ni las condiciones necesarias para adquirir conocimientos.

RESUMEN

El propósito de esta tesis fue llevar a cabo una comparación entre dos estructuras de diferentes materiales, una viga de concreto armado y otra de viga metálica, con el fin de determinar cuál es más adecuada para edificaciones de cuatro pisos más una azotea. Este estudio se clasifica como una investigación aplicada de enfoque cuantitativo no experimental de nivel transversal explicativo

Las estructuras fueron diseñadas cumpliendo con el Reglamento Nacional de Edificaciones. Se aplicó el método de resistencia para el diseño de concreto armado y el método LRFD para el diseño de acero. Los resultados mostraron que la viga de concreto armado experimentó menos deflexión que la viga metálica. En términos de presupuesto, la estructura de la viga de concreto armado fue un 5% menos costosa que la viga metálica. En conclusión, se determinó que la viga de concreto armado es más adecuada para el diseño de edificios de cuatro niveles más azotea en la ciudad de Pasco.

Palabras clave: diseño estructural, viga de concreto armado, viga metálica, deflexión.

ABSTRACT

The purpose of this thesis was to carry out a comparison between two structures of different materials, a reinforced concrete beam and a steel beam, in order to determine which one is more suitable for four-story buildings. This study is classified as an applied research with a non-experimental quantitative approach at a descriptive cross-sectional level.

The structures were designed in compliance with the National Building Regulations. The resistance method was applied for the reinforced concrete design and the LRFD method for the steel design. The results showed that the reinforced concrete beam experienced less deflection than the steel beam. In terms of budget, the reinforced concrete beam structure was 5% less expensive than the steel beam. In conclusion, it was determined that the reinforced concrete beam is more suitable for the design of four-story buildings in Pasco City.

Keywords: structural design, reinforced concrete beam, steel beam, deflection.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el acero estructural se está utilizando ampliamente en diversas estructuras debido a sus ventajas, como su ductilidad y la prefabricación de sus elementos, lo que resulta en un ahorro de tiempo durante la construcción. Esto lo convierte en una competencia significativa para el concreto armado, que también posee cualidades destacables.

(Ramos Villalobos & Ayala Tolosa, 2016) mencionaron: El acero estructural es un elemento importante en el mundo de la construcción por sus características que tiene, lo cual beneficia considerablemente en la disminución de costos globales, por lo que es muy usado en edificios, centros comerciales, coliseos y puentes, por lo que se quiere que este elemento también sea aplicable para la construcción de viviendas.

En el Perú, el crecimiento de la población y las diversas disparidades sociales y económicas ejercen una gran influencia en el desarrollo de infraestructuras, las cuales tienen un impacto directo en el nivel de calidad de vida de la población. Por este motivo, actualmente se están explorando nuevas alternativas de construcción para satisfacer esta necesidad, y se busca optimizar al máximo el tiempo de ejecución en la construcción mediante el uso de elementos prefabricados.

Además, ha surgido la demanda de viviendas, lo que ha llevado a la construcción de estructuras de concreto armado y albañilería confinada, que son los métodos más comunes en el país. Sin embargo, se pasa por alto la posibilidad de utilizar acero estructural para estos tipos de construcciones debido a la falta de proyectos y procesos estandarizados para este material en este tipo de estructuras, lo que impide experimentar con este nuevo enfoque de diseño.

Yanacancha experimenta un notable incremento poblacional, lo que conlleva a un significativo aumento en la construcción de viviendas para satisfacer las necesidades

de sus habitantes. Este aumento se debe al crecimiento de las familias y su necesidad de más espacio habitable. Actualmente, se están llevando a cabo construcciones de edificaciones multifamiliares en el distrito utilizando elementos de concreto armado, ya que este material es ampliamente utilizado en construcciones modernas y no requiere un extenso acabado final. Por otro lado, se ha dejado de lado la albañilería confinada debido a que este sistema no permite la construcción de edificios de varios niveles.

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE

INDICE DE TABLAS

INDICE DE FIGURAS

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema.	1
1.2.	Delimitación de la investigación.	3
1.3.	Formulación del problema.	4
	1.3.1. Problema general.	4
	1.3.2. Problemas Específicos.	4
1.4.	Formulación de objetivos.	4
	1.4.1. Objetivo general.	4
	1.4.2. Objetivos específicos.	4
1.5.	Justificación de la investigación.	5
	1.5.1. Justificación Teórica.	5
	1.5.2. Justificación Práctica.	5
	1.5.3. Justificación Económica.	6
	1.5.4. Justificación Metodológica.	6

1.5.5.	Justificación Investigativa.	7
1.5.6.	Justificación con el Medio Ambiente.	7
1.6.	Limitaciones de la investigación.	8
1.6.1.	Limitaciones de tiempo y recursos.	8
1.6.2.	Limitaciones climatológicas.	9
1.6.3.	Limitaciones en la disponibilidad de datos.	9
1.6.4.	Limitaciones en la representatividad de la muestra.	9
1.6.5.	Limitaciones en las condiciones de carga simuladas.	9
1.6.6.	Limitaciones en la generalización de los resultados.	10
1.6.7.	Limitaciones en la interpretación de los resultados.	10

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio.	11
2.1.1.	Antecedentes Internacionales.	11
2.1.2.	Antecedentes Nacionales.	13
2.2.	Bases teóricas – científicas.	15
2.2.1.	Losa Aligerada.	15
2.2.2.	Sistema de Losas Aligeradas Utilizadas en la Construcción.	17
2.2.3.	Funciones de las Losas Aligeradas.	17
2.2.4.	Comportamiento Estructural.	17
2.2.5.	Propiedades Dinámicas.	18
2.2.6.	Cargas.	19
2.2.7.	Carga Viva.	19
2.2.8.	Carga Muerta.	20
2.2.9.	Fuerzas Internas En Los Elementos Estructurales.	21

2.2.10.	Estructura de concreto armado.	23
2.2.11.	Estructuras Metálicas.....	24
2.3.	Definición de términos básicos	26
2.3.1.	Resistencia a la Compresión.....	26
2.3.2.	Ensayo no destructivo.....	26
2.3.3.	Comportamiento Estructural	26
2.3.4.	Losa Aligerada.....	27
2.3.5.	Carga.....	27
2.3.6.	Carga Muerta	27
2.3.7.	Carga Viva.....	27
2.3.8.	Control de Calidad.....	27
2.4.	Formulación de hipótesis.....	28
2.4.1.	Hipótesis general.	28
2.4.2.	Hipótesis específicas.	28
2.5.	Identificación de las variables	28
2.5.1.	Variables independientes.....	28
2.5.2.	Variables dependientes.....	28
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores.	29

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación.	30
3.2.	Nivel de investigación.	30
3.3.	Métodos de investigación.....	31
3.4.	Diseño de investigación.....	31
3.5.	Población y muestra.	31

3.5.1.	Población	31
3.5.2.	Muestra	31
3.5.3.	Muestreo	31
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	32
3.6.1.	Técnicas de recolección de datos.	32
3.6.2.	Instrumentos de recolección de datos.....	32
3.7.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	32
3.8.	Tratamiento estadístico.....	32
3.9.	Orientación ética filosófica y epistémica	33

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1.	Descripción del trabajo de campo	34
4.1.1.	Descripción de la Estructura.....	34
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	37
4.2.1.	Predimensionamiento para la viga.....	37
4.2.2.	Diseño de Viga de Concreto Armado.....	42
4.2.3.	Diseño de Viga Metálica.	46
4.3.	Prueba de Hipótesis	52
4.3.1.	Análisis de la Deflexión de la Viga.....	52
4.3.2.	Análisis del Costo Unitario de la Viga.	53
4.4.	Discusión de resultados	56

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cargas vivas mínimas repartidas (E.020, 2020)	19
Tabla 2. Pesos unitarios (E.020,2020)	21
Tabla 3. Operacionalización de variables independientes	29
Tabla 4. Operacionalización de variables dependientes	29
Tabla 5. Cargas para las losas Aligeradas	37
Tabla 6. Eje X - 1	39
Tabla 7. Eje X - 2	39
Tabla 8. Eje Y - 1	39
Tabla 9. Eje Y - 2	39
Tabla 10. Carga Muerta para el Nivel 2 y 3	40
Tabla 11. Peso propio para el Nivel 2 y 3	40
Tabla 12. Carga de Servicio	40
Tabla 13. Carga Última ($W_u = 1.4 C_m + 1.7 C_v$)	40
Tabla 14. Carga muerta y Peso propio en la Columna 2 – A y 2 – B	41
Tabla 15. Carga Viva (C/S) para Columna Lateral	41
Tabla 16. Carga muerta y Peso propio en la Columna 1 – A	42
Tabla 17. Carga Viva (C/S) para Columna Esquinera	42
Tabla 18. Sección de la Viga	44
Tabla 19. Área de Acero (A_s)	45
Tabla 20. Carga Muerta de la Viga Metálica	46
Tabla 21. Carga Viva de la Viga Metálica	46
Tabla 22. Carga de la Viga Total ($1.2 C_m + 1.6 C_v$)	46
Tabla 23. Selección de la Viga	48

Tabla 24. Selección de la Sección	49
Tabla 25. Compacidad de la Sección de la Viga Principal.....	49
Tabla 26. Cálculo del Esbeltez	49
Tabla 27. Esfuerzo Permisible a Flexión.....	50
Tabla 28. Momento Máximo de Sección.....	51
Tabla 29. Factor de Seguridad (n)	51
Tabla 30. Presupuesto de la Viga de Concreto Armado.....	54
Tabla 31. Presupuesto de la Viga Metálica	56

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Planta típica. Columnas, Vigas y losas	15
Figura 2. Forma de losas aligeradas	16
Figura 3. Losa de concreto	16
Figura 4. Losa aligerada convencional.....	17
Figura 5. Comportamiento estructural.....	18
Figura 6. Losa aligerada convencional.....	21
Figura 7. Planta Típica de Estructura	35
Figura 8. Viga V 101 entre A y B	43
Figura 9. Diagrama de momentos	43
Figura 10. Detalle de la Viga.....	45
Figura 11. Sección extrema y central de la viga.....	45
Figura 12. Diagrama de carga de la Viga Metálica	47
Figura 13. Diagrama de Momentos de la Viga Metálica.....	47

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema.

En Perú, el uso de estructuras metálicas es común en la edificación de grandes almacenes, centros comerciales y universidades. Sin embargo, su aplicación en la construcción de viviendas no es frecuente, a pesar de sus ventajas. Las constructoras y los compradores de viviendas buscan minimizar los costos de construcción y adquisición, asegurándose al mismo tiempo de que las viviendas sean seguras y habitables.

Existen escasas investigaciones sobre el empleo de estructuras metálicas en la edificación de viviendas, su desempeño y las ventajas que ofrecen. Esto limita la posibilidad de realizar una comparación efectiva con las estructuras de concreto armado, en términos de cómo afectan la rentabilidad en el diseño de las viviendas.

Actualmente, en las universidades de nuestro país no es común la instrucción en diseño con acero, lo que explica su escasa aplicación. El diseño de estructuras metálicas exige cálculos estructurales minuciosos para definir las

dimensiones de los componentes estructurales. La elección correcta de estas dimensiones tiene un impacto considerable en los costos de realización de los proyectos.

En contraste con el diseño en acero, los cálculos estructurales para el concreto armado son ampliamente conocidos, lo cual hace que su aplicación sea más frecuente. Aquí también, las dimensiones de los elementos estructurales influyen en los costos de construcción. Un desafío común en los proyectos es el tiempo prolongado que toma construir con concreto armado comparado con el uso de elementos metálicos, lo que podría resultar en una estructura más rentable debido al ahorro de tiempo. Por tanto, esta investigación busca establecer la rentabilidad de emplear estructuras metálicas y concreto armado en la construcción de edificaciones, utilizando como caso de estudio el distrito de Yanacancha ubicado en Pasco a través de un análisis estructural.

El concreto armado y la estructura metálica son los materiales más utilizados en la industria de la construcción debido a sus significativas ventajas sobre otros materiales. Sin embargo, en situaciones donde se requiere abarcar grandes espacios o 'luces', el concreto armado presenta la limitación de una menor resistencia por unidad de peso en comparación con el acero, lo que resulta en elementos más pesados y robustos. Esta diferencia se hace evidente al comparar los módulos de elasticidad de ambos materiales.

La elección del material de construcción para vigas de grandes luces en edificios es un aspecto crítico en la planificación y diseño de proyectos de construcción. En Pasco, en el año 2023, se presenta un desafío significativo para los ingenieros y arquitectos al decidir entre estructuras metálicas y de concreto armado. Ambas opciones tienen ventajas y desventajas que deben ser evaluadas

cuidadosamente para garantizar la seguridad, eficiencia y economía en la construcción.

1.2. Delimitación de la investigación.

La investigación se centra en el distrito de Yanacancha del distrito de Pasco y región Pasco, Perú, durante el año 2023. La cual este situado a una altitud de 4350 m.s.n.m. y con un área de 15600 hectáreas, con coordenadas geográficas: Latitud 10° 40' 13" Sur y Longitud 76° 15' 14" Oeste; además se limita con los distritos: Por el Norte con el Distrito de Yarusyacan, Por el Sur con el Distrito de Chaupimarca, Por el Este con el Distrito de Ninacaca y Por el Oeste con el Distrito de Simón Bolívar. Esto implica que se tendrán en cuenta las condiciones específicas de construcción y reglamentación vigentes en ese lugar y año. Como también implica los resultados debido a factores climáticos, geológicos y de normativa local.

La investigación se enfocará en edificios de grandes luces, lo que sugiere que se analizarán estructuras de varios pisos con luces de gran envergadura. Esto excluye otros tipos de estructuras, como puentes, casas unifamiliares, residencias, comerciales, industriales etc.

La investigación comparará específicamente las estructuras de concreto armado y estructuras metálicas en relación con las vigas de los edificios. Otros materiales o elementos de construcción pueden quedar fuera del alcance de la investigación. También se concentra en el comportamiento estructural, posiblemente excluyendo otros factores como costos, estética, sostenibilidad, entre otros. En el caso de los métodos de análisis dependerá de las técnicas y herramientas utilizadas para el análisis, esto podría delimitar la aplicabilidad o precisión de los resultados.

1.3. Formulación del problema.

1.3.1. Problema general.

¿Como es el comportamiento en el análisis comparativo de estructura metálica y concreto armado para vigas a grandes luces en edificios, Pasco 2023?

1.3.2. Problemas Específicos.

- ¿Como es el comportamiento en el análisis de estructura metálica para vigas a grandes luces en edificios, Pasco 2023?
- ¿Como es el comportamiento en el análisis de estructura de concreto armado para vigas a grandes luces en edificios, Pasco 2023?
- ¿Cuál será la diferencia de costos en el análisis comparativo de estructura metálica y concreto armado para vigas a grandes luces en edificios, Pasco 2023?

1.4. Formulación de objetivos.

1.4.1. Objetivo general.

Determinar el comportamiento en el análisis comparativo de estructura metálica y concreto armado para vigas a grandes luces en edificios, Pasco 2023

1.4.2. Objetivos específicos.

- Determinar el comportamiento en el análisis de estructura metálica para vigas a grandes luces en edificios, Pasco 2023
- Determinar el comportamiento en el análisis de estructura de concreto armado para vigas a grandes luces en edificios, Pasco 2023
- Determinar la diferencia de costos en el análisis comparativo de estructura metálica y concreto armado para vigas a grandes luces en edificios, Pasco 2023

1.5. Justificación de la investigación.

La investigación propuesta aborda una necesidad específica dentro del campo de la ingeniería estructural, tiene aplicabilidad local, contribuye al avance del conocimiento, promueve la seguridad estructural y puede tener implicaciones positivas para el desarrollo sostenible. Estas justificaciones respaldan la importancia y relevancia de llevar a cabo el estudio propuesto. Las justificaciones de la investigación de la tesis "Análisis del comportamiento estructural de vigas con distancias mayores a 10m en edificaciones de estructura metálica y concreto armado, Pasco 2023" pueden incluir varios aspectos importantes que respaldan la necesidad y relevancia de llevar a cabo este estudio. Algunas posibles justificaciones podrían ser:

1.5.1. Justificación Teórica.

Este estudio contribuirá al avance del conocimiento en el campo de la ingeniería civil y la construcción al proporcionar una comparación detallada y actualizada entre dos tecnologías de construcción ampliamente utilizadas: estructuras metálicas y concreto armado. Los resultados de esta investigación pueden ayudar a los profesionales a tomar decisiones más informadas en futuros proyectos de edificación.

1.5.2. Justificación Práctica.

La elección de la tecnología de construcción adecuada puede ayudar a optimizar el uso de recursos, como el acero, el concreto y otros materiales de construcción. Esto es esencial para reducir costos y minimizar el desperdicio de recursos, lo que beneficia tanto a los constructores como a la sociedad en general.

La justificación práctica de esta investigación se basa en su capacidad para proporcionar información que puede mejorar la toma de decisiones en proyectos

de construcción, optimizar el uso de recursos, garantizar la seguridad estructural, impulsar la economía local, acelerar el tiempo de construcción y promover la sostenibilidad. Estos beneficios prácticos respaldan la importancia de llevar a cabo un análisis comparativo en el contexto de Pasco en 2023.

1.5.3. Justificación Económica.

La justificación económica de esta investigación se basa en su capacidad para identificar oportunidades de ahorro de costos, fomentar la economía local, mejorar la competitividad en el mercado de la construcción, atraer inversiones y garantizar el cumplimiento de regulaciones económicas. Estos factores económicos respaldan la importancia de llevar a cabo un análisis comparativo de estructura metálica y concreto armado en el contexto de Pasco en 2023.

La elección de la tecnología de construcción adecuada puede tener un impacto significativo en los costos de construcción. Un análisis comparativo puede identificar cuál de las dos tecnologías, estructuras metálicas o concreto armado, es más económica en términos de materiales, mano de obra y otros gastos asociados a la construcción.

La elección de una tecnología de construcción puede afectar directamente a la economía local de Pasco. Por ejemplo, si una tecnología requiere más trabajadores locales o proveedores, puede generar más empleo y fomentar el crecimiento económico en la región.

1.5.4. Justificación Metodológica.

La justificación metodológica es esencial para garantizar que la metodología seleccionada sea apropiada, efectiva y ética para abordar la investigación. Esto asegura que los resultados obtenidos sean confiables y

relevantes para la comparación de estructuras metálicas y de concreto armado en edificios en Pasco en 2023.

Un análisis comparativo requiere de una metodología sólida para garantizar que los resultados sean confiables y científicamente válidos. La justificación metodológica debe explicar cómo la metodología elegida garantizará un análisis riguroso y objetivo.

1.5.5. Justificación Investigativa.

La justificación investigativa de este estudio se basa en su capacidad para llenar una brecha en el conocimiento, su relevancia local y temporal, su impacto en la toma de decisiones, su contribución a la sostenibilidad, la seguridad y la eficiencia, su potencial para mejorar las prácticas de construcción y su contribución a la academia. Estas razones respaldan la importancia de llevar a cabo este análisis comparativo en Pasco en 2023.

La comparación entre estructura metálica y concreto armado en vigas a grandes luces es un tema que puede no haber sido completamente explorado en el contexto de Pasco o en el año 2023. La investigación puede llenar una brecha en el conocimiento existente.

Los resultados de esta investigación pueden tener un impacto directo en la toma de decisiones de ingenieros, arquitectos, constructores, inversores y desarrolladores en proyectos de construcción en Pasco. Al proporcionar información precisa y actualizada, la investigación contribuye a decisiones informadas.

1.5.6. Justificación con el Medio Ambiente.

La justificación ambiental de esta investigación se basa en su capacidad para evaluar y comparar el impacto ambiental de las tecnologías de construcción,

promover prácticas más sostenibles en la industria de la construcción y contribuir a la conservación del medio ambiente en Pasco en 2023. Esto respalda la importancia de llevar a cabo un análisis comparativo de estructura metálica y concreto armado en edificios desde una perspectiva ambiental.

La construcción y operación de edificios pueden tener un impacto significativo en el medio ambiente, incluyendo la emisión de gases de efecto invernadero, el consumo de recursos naturales y la generación de residuos. El análisis comparativo puede ayudar a determinar cuál de las dos tecnologías, estructuras metálicas o concreto armado, es más sostenible y tiene un menor impacto ambiental.

1.6. Limitaciones de la investigación.

Es importante reconocer que estas limitaciones y abordarlas de manera transparente en la investigación para garantizar la validez y la fiabilidad de los resultados, así como para proporcionar recomendaciones adecuadas para futuras investigaciones o aplicaciones prácticas. Las limitaciones de la investigación de la tesis "Análisis del comportamiento estructural de vigas con distancias mayores a 10m en edificaciones de estructura metálica y concreto armado, Pasco 2023" pueden incluir aspectos que podrían afectar la validez, alcance o generalización de los resultados obtenidos. Algunas posibles limitaciones podrían ser:

1.6.1. Limitaciones de tiempo y recursos.

La disponibilidad limitada de tiempo y recursos puede afectar la profundidad y amplitud del estudio. Esto podría limitar el número de estructuras analizadas, el alcance de las pruebas de carga o la cantidad de datos recopilados y analizados.

1.6.2. Limitaciones climatológicas.

Puede ser difícil acceder a información detallada sobre proyectos de construcción específicos o sobre el desempeño a largo plazo de edificios contruidos con estas tecnologías en Pasco.

Las condiciones climáticas y geográficas específicas de Pasco pueden influir en la elección de tecnologías de construcción. Estas condiciones pueden variar significativamente dentro de la región y deben ser tenidas en cuenta en la investigación.

1.6.3. Limitaciones en la disponibilidad de datos.

La investigación puede enfrentar desafíos relacionados con la disponibilidad y accesibilidad de datos relevantes, como planos estructurales detallados, registros de construcción o datos de carga en condiciones reales. La falta de datos precisos podría limitar la precisión de los análisis y conclusiones.

1.6.4. Limitaciones en la representatividad de la muestra.

La selección de las estructuras de estudio podría verse limitada por factores como la disponibilidad de edificaciones con luces mayores a 10 metros en la región de Pasco durante el año 2023, así como la accesibilidad a dichas estructuras para realizar pruebas y mediciones.

1.6.5. Limitaciones en las condiciones de carga simuladas.

La simulación de condiciones de carga en un entorno controlado puede no reflejar completamente las condiciones reales a las que están expuestas las edificaciones en su entorno operativo. Esto podría afectar la precisión de los resultados y su aplicabilidad práctica.

1.6.6. Limitaciones en la generalización de los resultados.

Los resultados obtenidos de la investigación pueden ser específicos para las condiciones particulares de las estructuras estudiadas en la región de Pasco durante el año 2023, lo que podría limitar su generalización a otras ubicaciones geográficas o períodos de tiempo diferentes.

1.6.7. Limitaciones en la interpretación de los resultados.

La interpretación de los resultados puede verse afectada por la complejidad de los modelos estructurales utilizados, las suposiciones realizadas durante el análisis y la variabilidad inherente en el comportamiento estructural.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio.

2.1.1. Antecedentes Internacionales.

- Según el autor (Pazmiño Licango, 2015), en su tesis **“Diseño comparativo para edificios en estructura de acero con diversos tipos de arriostramiento lateral: Caso Muros de Corte”**. El presente estudio tiene como objetivo principal generar un documento con el análisis estructural estático y un análisis no lineal PUSHOVER de cuatro edificaciones propuestas. Los proyectos a analizarse son edificaciones de 7, 9, 13 y 14 plantas con 3 plantas de subsuelo cada uno. La estructura será conformada de pórticos de acero estructural resistentes a momento, muros de corte de hormigón armado, y losas tipo deck. El diseño estático se efectuará bajo la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 15, normativa vigente en el país, y las normas ANSI/AISC para diseño en acero. Se determinarán las cargas de servicio y sísmica que deberá aplicarse al proyecto según la

tipología estructural de cada edificación. Como resultado de este análisis se obtendrán las secciones de los elementos vigas, columnas, y muros estructurales que satisfacen los esfuerzos producidos por las cargas actuantes.

- Una vez realizada la optimización de la estructura, se procederá a realizar un análisis no lineal PUSHOVER, que con base en los manuales FEMA, se determinaran las curvas Corte basal vs Desplazamiento lateral de cada proyecto estructural. Se compararán los resultados del análisis estático y Pushover, para determinar las ventajas del uso de cada análisis. Finalmente se realiza un presupuesto referencial de cada estructura para estimar un costo aproximado por metro cuadrado de construcción, en base a los costos de materiales y mano de obra vigentes a la fecha.
- En la tesis **“Análisis Comparativos entre las Estructuras de Hormigón Armado y Acero Estructural (aporticadas y cubiertas)”** de (Perozo Cedeño & Almánzar Luciano, 2016), concluyen lo siguiente: Las estructuras metálicas suelen ser más económicas que las de hormigón armado, especialmente cuando el tiempo de ejecución es menor. Esta ventaja se amplifica si consideramos el uso previsto de la estructura y su productividad, lo que puede compensar ampliamente la diferencia de costo. Sin embargo, al comparar criterios como luces y solicitaciones, determinamos que para estructuras de hormigón armado resulta más rentable trabajar con luces cortas y cargas de medianas a grandes, en contraste con las estructuras metálicas.

2.1.2. Antecedentes Nacionales.

- (Julcarima Navas & Mejia Tomás, 2020), en su investigación titulada **“Análisis comparativo entre estructura de concreto armado y estructura de acero para diseño de vivienda multifamiliar, Villa el Salvador, 2020”** menciona que La presente tesis tuvo como objetivo realizar un análisis comparativo entre dos estructuras de distintos materiales una de concreto armado y otra de acero estructural para determinar que estructura es más conveniente para una vivienda multifamiliar de cinco niveles en Villa el Salvador. La presente tesis es de tipo aplicada, de enfoque cuantitativo no experimental de nivel transversal descriptivo. Las estructuras fueron diseñadas respetando el Reglamento Nacional de Edificaciones, se empleó el método de resistencia para el diseño concreto armado y el método LRFD para el diseño de acero, se realizó el análisis sísmico por análisis estático y dinámico para ambas estructuras teniendo como resultados, la estructura de concreto tiene mayores fuerzas laterales, la estructura de acero es más ligera en un 30% que la estructura de concreto armado, la estructura de acero tiene menores distorsiones o derivas de entrepisos en comparación a la estructura de concreto armado, en presupuesto la estructura de acero presenta un 5% menos que la estructura de concreto armado. Concluyendo que la estructura de acero es más conveniente para el diseño de una vivienda multifamiliar de cinco niveles en villa el salvador.
- Según la opinión del tesista (Arriaga Feril & Lazaro Dulanto, 2020) en su tesis **“Análisis comparativo entre sistemas de concreto**

armado y estructuras de acero en el diseño de un entrepiso industrial, San Juan de Lurigancho 2020”, se concluyó que hay diferencias entre los elementos estructurales de ambos diseños de entrepisos, destacándose el espacio ganado en planta como uno de los factores más importantes. Este factor es crucial al decidir cuál sistema es más adecuado para la construcción de un entrepiso industrial. Además, se debe considerar que la diferencia de peso entre ambas estructuras equivale al 56% del peso total de la estructura de concreto armado. En cuanto al costo presupuestado entre los dos sistemas estructurales, se determinó que el concreto armado es más caro que el acero estructural, existiendo una diferencia del 12% en los costos. También concluimos que el tiempo de ejecución varía en 64 días entre ambas estructuras. Por lo tanto, la estructura de acero es más conveniente para su comercialización e inversión tanto a corto como a largo plazo, ya que es más fácil de transportar de un lugar a otro.

- Según el tesista (Untiveros Acuña, 2020) en su tesis **“Análisis comparativo técnico y económico entre una edificación comercial empleando acero estructural y concreto armado en la ciudad de Huancayo – 2017”**, indica lo siguiente: Se concluye que las dimensiones de los diseños en concreto armado son mayores que las de acero. La estimación de peso muestra que la estructura mixta es más liviana que la de concreto. Por esta razón, en el modelado se decidió analizar únicamente la estructura de acero a partir del nivel 01, utilizando la de concreto como estructura rígida. Los costos indican que la construcción en acero es más viable que en concreto.

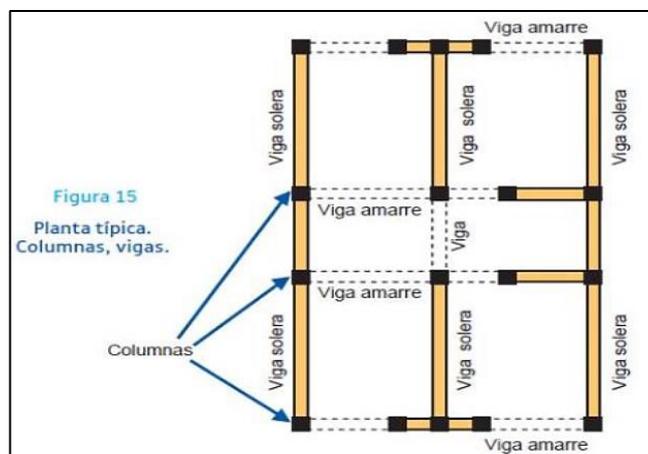
El análisis de ventajas y desventajas sugiere que no se deben descartar los materiales correspondientes a las estructuras, sino considerarlos como una opción viable en la construcción. En cuanto a los plazos de ejecución, la construcción en acero es más factible, requiriendo aproximadamente 300 días, lo cual es un periodo corto.

2.2. Bases teóricas – científicas.

2.2.1. Losa Aligerada.

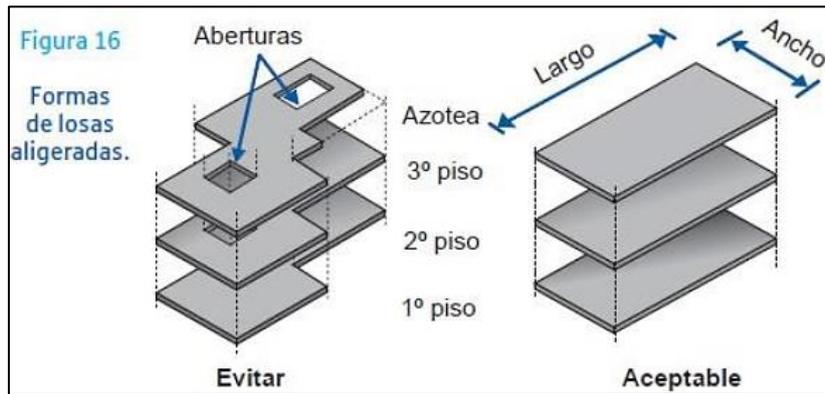
Es un estilo de construcción liviano, en donde el concreto u hormigón es reemplazado por otra clase de materiales como poliestireno, cajones de madera y esferas, en el caso de las construcciones de hogares con dos plantas, la losa aligerada, suplanta el concreto con bloques o ladrillos, de esta manera el peso de la losa se aligera, pudiendo cubrir el mismo espacio de manera más práctica y económica (Hoyos Guevara, 2020). Los techos son un elemento muy importante en la construcción de una casa. Es el elemento estructural de la vivienda que se encarga de darle una cubierta resistente a nuestro proyecto uniendo monóticamente vigas, muros y castillos los cuales en conjunto transmiten las cargas hasta sus cimientos. (Gonzales Chávez, 2021).

Figura 1. *Planta típica. Columnas, Vigas y losas*



Fuente: Elaboración propia

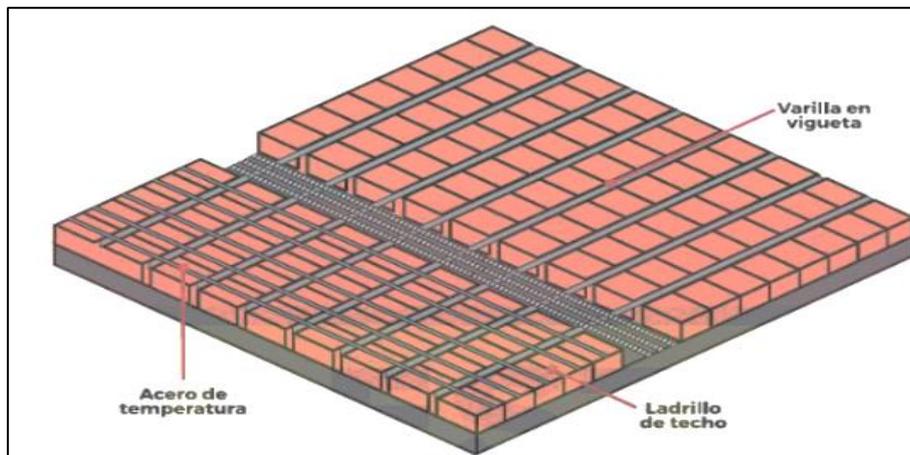
Figura 2. Forma de losas aligeradas



Fuente: Elaboración propia

La losa aligerada, es un techo de concreto armado, compuesto de piedra chancada, arena gruesa, agua y reforzado con varillas de acero, que para aligerar o alivianar su peso se le debe colocar ladrillos caracterizados por ser huecos (Bernabé Huapaya & Torres Champac, 2020)

Figura 3. Losa de concreto

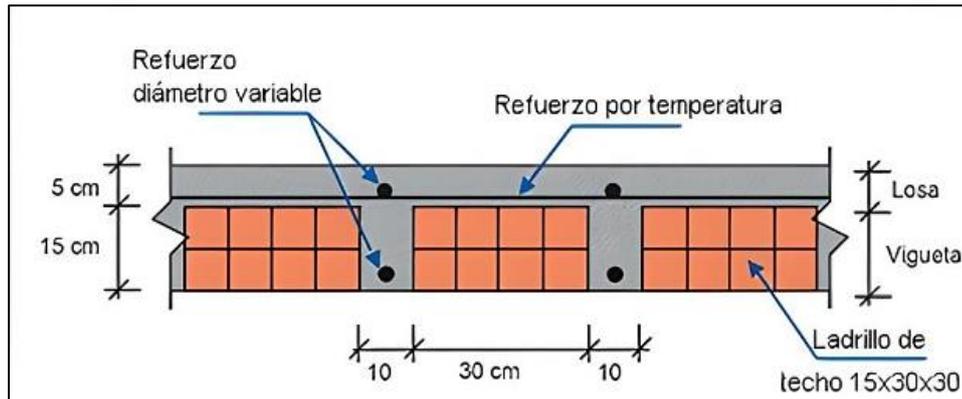


Fuente: Elaboración propia

2.2.2. Sistema de Losas Aligeradas Utilizadas en la Construcción

Losa aligerada convencional: Son las losas más utilizadas en la industria de la construcción peruana con espesores de 20 cm y 25cm, viguetas de 10cm y espesor de losa armada de 5cm. (Morales Verde, 2019).

Figura 4. *Losa aligerada convencional*



Fuente: Elaboración propia

2.2.3. Funciones de las Losas Aligeradas

Se sostiene que, desde el punto de vista estructural, las losas aligeradas cumplen tres funciones específicas:

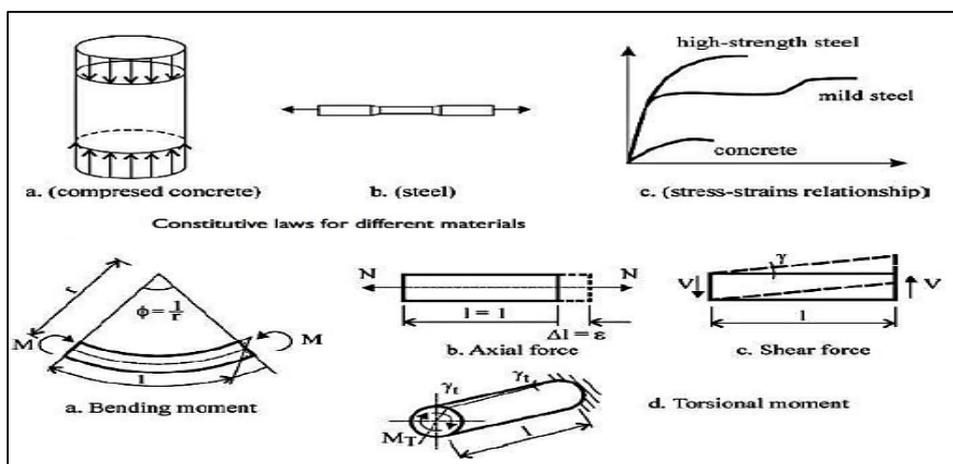
- Transmiten hacia los muros o vigas el peso de los acabados, su mismo peso, el peso de los objetos, el de las personas, etc.
- Dirigen hacia los muros las fuerzas que producen los terremotos.
- Unen los otros elementos estructurales, tales como columnas, vigas y muros para que toda la estructura funcione en conjunto, como si fuera una sola unidad. Las losas aligeradas aparecen como una variante a las losas macizas las cuales están formadas únicamente de concreto armado (Cervera, 2018).

2.2.4. Comportamiento Estructural

La carga de una viga de hormigón armado, se presenta de diferentes fases de comportamiento de la vida, donde dichas fases se caracterizan por su

comportamiento elástico, plástico, agrietado o no agrietado. (Rodríguez Gómez, 2014).

Figura 5. Comportamiento estructural



Fuente: Elaboración propia

2.2.5. Propiedades Dinámicas.

Las cargas dinámicas están asociadas a las propiedades dinámicas del suelo que son la velocidad de onda cortante (V_s), módulo de cortante (G), factor de amortiguamiento (D) y el coeficiente de Poisson (ν), la medición de estos parámetros presenta diferentes aplicaciones. (Rodríguez Gómez, 2014).

- **Velocidad de onda cortante:** es el parámetro más empleado en geofísica para la caracterización del suelo, se emplea con el propósito de calcular las demás propiedades dinámicas en el rango elástico, donde su utilidad se debe a que la partícula de movimiento se desplaza perpendicular a la dirección de propagación de la onda lo cual permite medir las propiedades de corte del esqueleto del suelo y no los líquidos que no resisten esfuerzos cortantes. (Borda Riveros & Ninatanta Vargas, 2021)
- **Módulo cortante:** es un parámetro calculado en base a la V_s mediante la simple relación elástica $G_{max} = \rho V_s^2$ donde ρ es la densidad de masa del

suelo, mientras que el módulo de corte se emplea para realizar un modelado más avanzando del suelo, y la respuesta dinámica de las interacciones suelo estructura.

2.2.6. Cargas.

Las edificaciones y todas sus partes deberán ser capaces de resistir las cargas que se les imponga como consecuencia de uso previsto, donde actuarán en las combinaciones prescritas y no deben causar esfuerzos ni deformaciones que excedan los señalados para cada material estructural en su norma de diseño específica. En dichos casos, las cargas empleadas en el diseño serán menores que los valores mínimos establecidos en esta Norma E.020, por su parte las cargas mínimas establecidas en esta Norma están dadas en condiciones de servicios, que se complementa con la NTE E.030 Diseño Sismorresistente y con las Normas propias de diseño de los diversos materiales estructurales.

2.2.7. Carga Viva.

Se empleará como mínimo los valores que se establecen en la tabla de cargas vivas mínimas repartidas, donde se establecen los diferentes tipos de ocupación o uso, valores que incluyen un margen para condiciones ordinarias de impacto.

Tabla 1. Cargas vivas mínimas repartidas (E.020, 2020)

Ocupación o Uso	Cargas repartidas KPa(kgf/m ²)
Centros educativos	
Aulas	2,5 (250)
Sala de cómputo	2,5 (250)
Laboratorios	3,0 (300)
Corredores y Escaleras	4,0 (400)

Fuente:

(Norma E.020, s. f.)

2.2.8. Carga Muerta.

Las cargas muertas en una estructura representan el peso de todos los elementos que participan en su construcción y los que se añaden posteriormente, para que estos queden fijos a ella. Por lo consiguiente, los elementos permanentes, entre los incluyen las cargas de los muros, el techo, los vidrios, las ventanas, las columnas, la plomería, los tanques, el sistema eléctrico, los aires acondicionados y demás.

- **Tabiques:** El peso de todos los tabiques, usando los pesos realizados en las ubicaciones que indican los planos, cuando exista tabiquería móvil.
- **Dispositivos de servicio y equipos:** El peso de todos los dispositivos de servicio de la edificación, incluyendo las tuberías, ductos, equipos de calefacción aire acondicionado, instalaciones eléctricas, ascensores, maquinaria para ascensores, así como otros dispositivos fijos similares, donde el peso de todo este material se incluirá en la carga muerta.
- **Materiales:** El peso real de los materiales que conforman, así como los que deberá soportar la edificación, calculados en base a los pesos unitarios que aparecen en la tabla, pudiéndose emplear pesos unitarios menores cuando se justifique debidamente. El peso real se podrá determinar por medio de análisis o usando los datos indicados en los diseños y catálogos de los fabricantes.

Tabla 2. Pesos unitarios (E.020,2020)

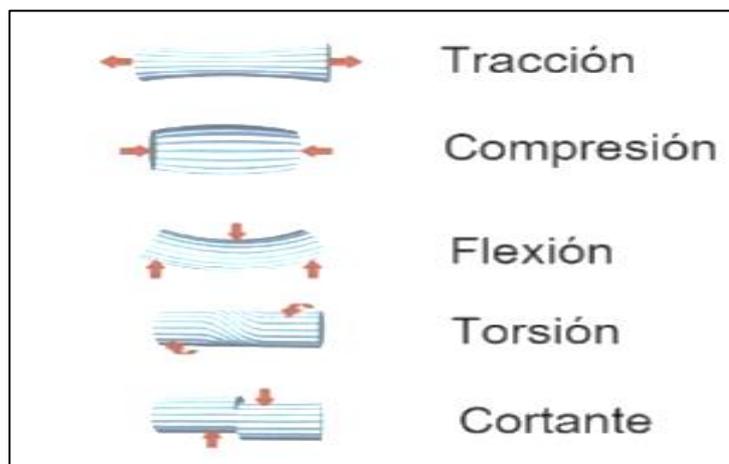
MATERIALES	PESO (KN/m3) Kgf/m3	
Albañilería de:		
Unidades de arcilla cocida solidas	18,0 (1800)	
Unidades de arcilla cocida huecas	13,5 (1350)	
Concreto simple de:		
Cascote de ladrillo	18,0 (1800)	
Grava	23,0 (2300)	
Concreto armado	Añadir 1,0 (100) al peso del concreto simple	
Losas aligeradas armadas en una sola dirección de concreto Armado		
Con vigueta 0,10m de ancho y 0,40m entre ejes.		
Espesor del aligerado en (m)	Espesor de losa superior en metros	Peso propio KPa (kgf/m2)
0,17	0,05	2,8 (280)
0,20	0,05	3,0 (300)
0,25	0,05	3,5 (350)
0,30	0,05	4,2 (420)

Fuente: (Norma E.020, s. f.)

2.2.9. Fuerzas Internas En Los Elementos Estructurales.

Las fuerzas internas que se generan en una estructura producto del peso propio, sobrecarga o fuerza sísmica, dependerán del sentido o dirección que son fuerza axial, corte, flexión y torsión.

Figura 6. Losa aligerada convencional



Fuente: Elaboración propia

Momento flector en vigas: Se genera cuando las vigas se flexionan o se curvan, producto de una fuerza aplicada en dicho elemento, donde las fuerzas de flexión se basan en la cantidad de acero longitudinal en las vigas, que dependerá del diagrama de momentos. (Becerra Diaz & Pino Carhuanchu, 2017). En dicha sección, las vigas producto de la flexión, son generados por medio de dos áreas, una sometida a compresión, mientras que la otra por tracción que son separadas por un eje neutro, donde las vigas pretensadas el eje neutro se traslada a la base de la viga, generando que toda la sección transversal trabaje a compresión.

- **Fuerza cortante en vigas:** Son fuerzas de deslizamiento de una parte del cuerpo con respecto a otra, donde las vigas los diagramas de fuerza cortante conceptualizan el confinamiento de los estribos.

Un diagrama de fuerza cortante, representa la variación de la magnitud de fuerza en un elemento estructural, basándose en el espaciamiento de los estribos.

- **Fuerza axial en vigas:** La fuerza de tracción o compresión en la dirección del eje longitudinal que experimenta las estructuras sometidas a una fuerza externa, donde sus partículas internas sufren una alteración. A la vez, comprenden en una fuerza que actúa directamente sobre el centro axial de un objeto en la dirección del eje longitudinal. Estas fuerzas pueden ser de compresión o de tensión, dependiendo del sentido en el que se ejerza la fuerza.
- **Esfuerzo de torsión:** La torsión es presentada cuando el cuerpo es sometido a giro, generándose un esfuerzo torsional. También, es la sollicitación (reacción interna) que se presenta cuando se aplica un momento sobre el eje longitudinal de un elemento constructivo o prisma mecánico, como pueden

ser ejes o elementos donde una dimensión predomina sobre las otras dos, aunque es posible encontrarla en situaciones diversas.

2.2.10. Estructura de concreto armado.

Una estructura de concreto armado es un tipo de construcción en la que se utiliza concreto reforzado con barras de acero para mejorar su resistencia y durabilidad. Estas estructuras son ampliamente utilizadas en la construcción de edificios, puentes, presas, cimientos, entre otros proyectos de ingeniería. Aquí se describe la estructura básica de una construcción de concreto armado:

- **Cimiento:** La base de una estructura de concreto armado es el cimiento, que se coloca en el suelo para proporcionar estabilidad y soporte. Los cimientos pueden variar en forma y tamaño según el tipo de edificio o estructura que se esté construyendo.
- **Columnas:** Las columnas son elementos verticales que soportan la carga de la estructura y la transmiten hacia el suelo. Están hechas de concreto armado y se refuerzan con barras de acero para proporcionar resistencia a la compresión y flexión.
- **Vigas:** Las vigas son elementos horizontales que se conectan a las columnas y distribuyen la carga de la estructura. Al igual que las columnas, las vigas están hechas de concreto armado y se refuerzan con barras de acero para resistir las fuerzas de flexión y corte.
- **Losas:** Las losas son superficies planas y delgadas que forman el techo o el piso de una estructura. Pueden ser de diferentes grosores y se utilizan para cubrir los espacios entre las vigas y las columnas.

- **Muros:** En algunos casos, se utilizan muros de concreto armado para proporcionar estabilidad lateral a la estructura y actuar como elementos de carga. Los muros también pueden ser reforzados con barras de acero.
- **Refuerzo de acero:** El acero de refuerzo, generalmente en forma de barras o mallas de acero, se coloca dentro del concreto en áreas específicas, como columnas, vigas y losas. Este refuerzo proporciona resistencia adicional a las fuerzas de tracción y compresión.
- **Juntas de expansión:** Para permitir la expansión y contracción del concreto debido a cambios de temperatura, se utilizan juntas de expansión en lugares estratégicos de la estructura.
- **Recubrimiento de concreto:** Para proteger el acero de refuerzo contra la corrosión y proporcionar una superficie resistente, se aplica una capa de concreto sobre las barras de acero.
- **Acabados:** Finalmente, se aplican los acabados a la estructura, como revestimientos exteriores, pintura, azulejos, o cualquier otro material que cumpla con los requisitos de diseño y estéticos del proyecto.

2.2.11. Estructuras Metálicas

Una estructura metálica es una construcción que utiliza miembros y componentes hechos principalmente de acero u otros materiales metálicos para soportar cargas y mantener la integridad de una edificación o estructura. Estas estructuras son ampliamente utilizadas en la construcción de edificios, puentes, almacenes, naves industriales, torres de telecomunicaciones y muchas otras aplicaciones. Aquí se describe la estructura básica de una construcción de estructura metálica:

- **Columnas:** Las columnas son elementos verticales que soportan la carga de la estructura y la transmiten hacia el suelo. Están hechas de perfiles de acero, como vigas en forma de "I", y pueden variar en tamaño y forma según las necesidades del proyecto.
- **Vigas:** Las vigas son elementos horizontales que conectan las columnas y distribuyen la carga de la estructura. Al igual que las columnas, las vigas están hechas de perfiles de acero y pueden variar en tamaño y forma.
- **Armazón:** En muchas estructuras metálicas, se utiliza un armazón de acero para proporcionar soporte estructural. El armazón puede incluir columnas, vigas y travesaños, y se utiliza para crear una estructura resistente y rígida.
- **Cubierta:** La cubierta es la superficie que cierra la estructura metálica. Puede ser de diferentes materiales, como paneles de acero, láminas metálicas o materiales compuestos, y sirve para proteger el interior de la estructura de los elementos climáticos.
- **Recubrimiento protector:** Para proteger el acero contra la corrosión, se aplica un recubrimiento protector, generalmente pintura, que evita que el metal se oxide con el tiempo.
- **Refuerzo adicional:** En algunas aplicaciones, como estructuras de puentes o torres de telecomunicaciones, se pueden utilizar cables de acero adicionales para proporcionar refuerzo y resistencia a las cargas.
- **Juntas y conexiones:** Las juntas y conexiones entre los miembros de la estructura metálica son esenciales para garantizar la estabilidad y resistencia de la construcción. Estas conexiones se realizan mediante soldadura, pernos u otros métodos de fijación.

- **Cimentación:** Al igual que en las estructuras de concreto armado, las estructuras metálicas requieren una cimentación adecuada para proporcionar estabilidad y soporte. Esto puede incluir zapatas, pilotes o placas de cimentación.

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Resistencia a la Compresión

La más común de todas las pruebas sobre el concreto es la prueba de la resistencia a compresión ($f'c$), en parte porque muchas de las características del concreto están relacionadas con su resistencia, pero fundamentalmente por la importancia en su diseño estructural.

2.3.2. Ensayo no destructivo

Este ensayo se desarrolla en base a la ASTM C805 (Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete) y la UNE-EN-12504-2 (Ensayos de hormigón en estructuras. Parte 2: Ensayos no destructivos. Determinación del índice de rebote). Ambas normas requieren de una superficie lisa y seca con un espesor mayor a los 100 mm, con el esclerómetro en posición perpendicular a la superficie de ensayo y distanciando los puntos de ensayo un mínimo de 25 mm. Usando la ASTM C805 se necesita un número de 10 lecturas y usando la UNE se necesita de 9 lecturas.

2.3.3. Comportamiento Estructural

Corresponde en la forma como responde toda una estructura en términos de desplazamientos y deformaciones, ante la aplicación de fuerzas externas, donde las relaciones matemáticas existentes entre las fuerzas generalizadas y los desplazamientos generalizados son conocidas usualmente como relaciones.

2.3.4. Losa Aligerada

Elemento estructural de espesor reducido respecto a sus otras dimensiones usado como techo o piso, generalmente horizontal y armado en una o dos direcciones según el tipo de apoyo existente en su contorno. (Norma E.060, s. f.).

2.3.5. Carga

Son acciones que resulten del peso de los materiales de construcción, ocupantes y sus pertenencias, efectos del medio ambiente, movimientos diferenciales y cambios dimensionales restringidos. (Norma E.020, s. f.)

2.3.6. Carga Muerta

Es el peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques y otros elementos soportados por la edificación, incluyendo su peso propio, que se propone sean permanentes o con una variación en su magnitud, pequeña en el tiempo. (Norma E.020, s. f.)

2.3.7. Carga Viva

Es el peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, muebles y otros elementos movibles soportados por la edificación. (Norma E.020, s. f.)

2.3.8. Control de Calidad

Una parte de la gestión de la calidad que se enfoca en cumplir con los requisitos de calidad, prueba, observación y funciones relacionadas realizadas durante la construcción de la instalación para garantizar que se lleven a cabo, se implementen de acuerdo con los planes, se aprueben en detalle y se desarrollen de acuerdo con los procesos apropiados.

2.4. Formulación de hipótesis.

2.4.1. Hipótesis general.

Se obtendrá un buen análisis del comparativo de estructura metálica y concreto armado para vigas a grandes luces en edificios, Pasco 2023.

2.4.2. Hipótesis específicas.

- El análisis de estructura metálica será el mejor para vigas a grandes luces en edificios, Pasco 2023.
- El análisis de estructura de concreto armado será el mejor para vigas a grandes luces en edificios, Pasco 2023.
- Se tendrá un costo óptimo en el análisis comparativo de estructura metálica y concreto armado para vigas a grandes luces en edificios, Pasco 2023.

2.5. Identificación de las variables

2.5.1. Variables independientes.

- Análisis comparativo de estructura metálica y concreto armado

2.5.2. Variables dependientes.

- Vigas grandes luces en edificios.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores.

Tabla 3. Operacionalización de variables independientes

Fuente: Elaboración propia.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Análisis comparativo de estructura metálica y concreto armado	Busca examinar las ventajas, desventajas, costos, impacto ambiental, eficiencia y otros aspectos de estos dos enfoques de construcción.	Comparar estas dos tecnologías de construcción	D1: predimensionamiento	Dimensiones de vigas

Tabla 4.

Operacionalización de variables dependientes

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
Vigas a grandes luces en edificios	Se refieren a elementos estructurales horizontales utilizados en la construcción de edificios que tienen una longitud considerable en comparación con su altura o grosor.	Análisis estructural	Cargas vivas y cargas muertas	desplazamientos	Modelamiento estructural
				deformaciones	Modelamiento estructural

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación.

Con base en el marco, objetivos e hipótesis, decidimos que el tipo de investigación será aplicada.

De acuerdo a los propósitos que se persigue:

El Tipo de Investigación será aplicada.

De acuerdo a los datos manipulados en el experimento:

La investigación es de enfoque Descriptivo.

De acuerdo a la Metodología para demostrar la hipótesis:

Esta investigación, se tiene un diseño no experimental.

3.2. Nivel de investigación.

El nivel de investigación es explicativo, porque se caracteriza por la búsqueda de la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos en la investigación científica para resolver problemas y necesidades específicas en situaciones específicas. El propósito de este caso es analizar el comportamiento estructural de vigas con distancias mayores a 10 m en edificaciones de estructura

metálica y concreto armado en Pasco 2023 específicamente en el distrito de Yanacancha.

3.3. Métodos de investigación.

Los métodos cuantitativos se refieren a un enfoque de investigación que se basa en la recopilación y el análisis de datos numéricos o cuantitativos para obtener información objetiva y respaldar conclusiones basadas en evidencia.

3.4. Diseño de investigación.

La investigación será de tipo no experimental ya que, tiene un enfoque de investigación en el cual el investigador no manipula las variables independientes ni asigna aleatoriamente a los sujetos a diferentes condiciones o grupos. En lugar de ello, se observa y analiza las variables tal como ocurren en su entorno natural. Este tipo de diseño es útil cuando la manipulación de variables no es posible o ético, y permite estudiar fenómenos en contextos reales.

3.5. Población y muestra.

3.5.1. Población

La población está determinada por un edificio de 4 niveles más azotea de uso administrativo con epicentro de las vigas a grandes luces construido en el distrito de Yanacancha, provincia y departamento de Pasco.

3.5.2. Muestra

La muestra es un edificio con entrepiso de vigas de grandes luces en edificios en el distrito de Yanacancha, provincia y departamento de Pasco.

3.5.3. Muestreo

Adicionalmente se evaluará los desplazamientos máximos y las deformaciones de las vigas a grandes luces.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.6.1. Técnicas de recolección de datos.

Con el propósito de obtener información, se realizará un estudio estadístico descriptivo, ya que se recolectará, ordenará, analizará y se representará gráficamente, considerando los siguientes aspectos:

- Revisión bibliográfica, se realizará para conocer las teorías y normas que tratan este tipo de proyectos.
- Datos de campo, se usa para constatar las dimensiones de los elementos estructurales acorde a sus respectivos planos.
- Diseño estructural.

3.6.2. Instrumentos de recolección de datos.

El investigador mediante la selección estadística decide los instrumentos que intervendrán en la recolección de datos, usando como instrumento los siguientes:

- Guía de observación, para el registro de los datos.
- Software, programas como AUTOCAD para diseño estructural y Microsoft Excel para el análisis de los datos.

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

Para el análisis estadístico se utilizará el explicativo y para la prueba de hipótesis se utilizará la estadística diferencial utilizando los programas de Excel.

3.8. Tratamiento estadístico.

Los datos serán valorados en forma estadística con el uso únicamente de valores promedio, desviación estándar, valores máximos y mínimos ya que la normativa peruana así lo exige para el caso de este tipo de estudios.

3.9. Orientación ética filosófica y epistémica.

La investigación tiene que respetar las normas éticas dadas por el Vicerrectorado de investigación y las instituciones encargadas de la probidad de las investigaciones.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Descripción del trabajo de campo

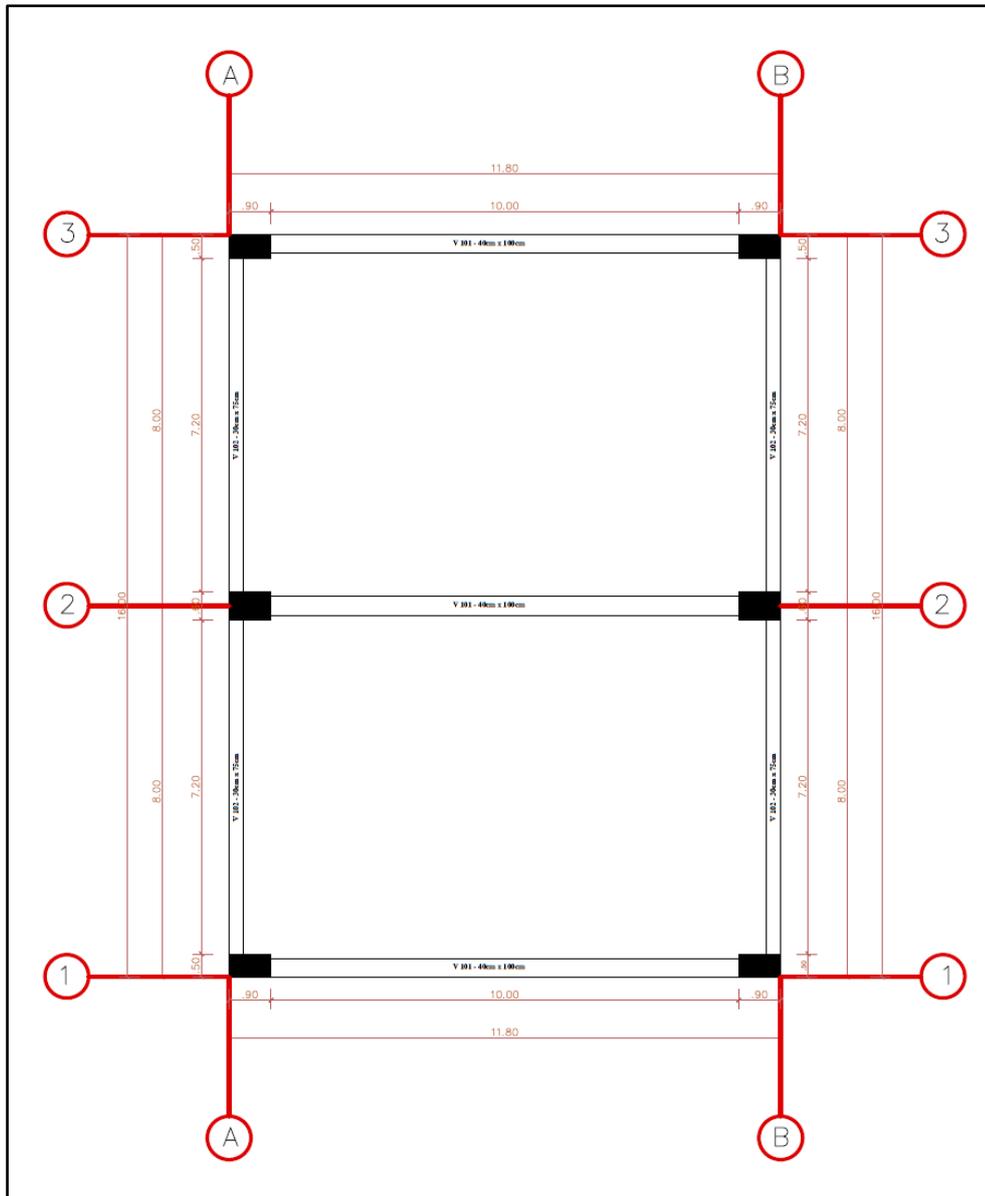
4.1.1. Descripción de la Estructura.

El área total del terreno donde se erigirá el edificio mencionado es de 188.80 metros cuadrados y tiene forma rectangular, con acceso a una calle, la cual se encuentra ubicado en el Distrito de Yanacancha, Pasco. Estará rodeado por viviendas familiares en sus lados.

El edificio constará de cuatro niveles más azotea, con el primer nivel designado para garaje, el segundo para restaurant y los dos últimos niveles destinados a galerías. Los niveles estarán dispuestos simétricamente en el eje "Y". Cada piso tendrá un área techada total de 188.80 metros cuadrados.

Como se puede apreciar, del primero al cuarto piso, hay una disposición simétrica según se muestra en el plano estructural con vigas que miden 40 cm x 100 cm y 30 cm x 75 cm. La altura entre pisos es de 3.20 metros.

Figura 7. Planta Típica de Estructura



Fuente: Elaborado en software AUTOCAD 2021.

En la construcción tanto del edificio de concreto como del edificio de acero se aplicaron los principios de diseño estructural delineados por el ingeniero Antonio Blanco Blasco en su libro Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado: Simplicidad y simetría, resistencia y ductibilidad, hiperestaticidad y monolitismo, uniformidad y continuidad de la estructura, rigidez lateral. (Blanco Blasco, 1991).

La estructura debe ser lo más sencilla y clara posible para permitir un análisis sísmico que se asemeje al comportamiento real de la estructura. En el diseño estructural presentado, se consideraron los siguientes aspectos: simplicidad y simetría, resistencia y capacidad de deformación, uniformidad y continuidad, y se trató la losa como un diafragma rígido.

Estructuración de edificio con viga de concreto armado:

Los ejes del edificio fueron establecidos, designando el eje "X" a la dirección paralela a la fachada y el eje "Y" a la dirección perpendicular al mismo.

En el edificio en cuestión, se decidió utilizar un sistema de muros estructurales y pórticos tanto en la dirección horizontal (X) como en la dirección vertical (Y). La disposición de las columnas se determinó según la arquitectura del edificio, ya que esta última influyó en la colocación de las columnas.

En cuanto a las losas, se utilizaron losas aligeradas con un espesor de 30 cm y reforzamiento dispuesto en paralelo al eje X. Las vigas fueron diseñadas con dimensiones peraltadas de 40 cm x 100 cm (V 101) y 30 cm x 70 cm (V 102), de acuerdo con los requisitos de resistencia ante cargas sísmicas.

Estructuración de edificio con viga metálica:

El diseño del edificio de estructura metálica serán con perfiles carrileras en las vigas. La disposición de estos elementos es similar a la del edificio de concreto mencionado anteriormente. En cuanto a la losa, se permanecerá igual que la estructura con vigas de concreto armado. Los ejes fueron establecidos de la misma manera que en el edificio de concreto.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Predimensionamiento para la viga.

En el proceso de predefinición, se utilizaron los métodos conocidos descritos por el Ing. Antonio Blanco Blasco en su libro "Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado", lo que resultó en las siguientes dimensiones:

Predimensionamiento de Losa:

Como la luz libre según el plano es de 7.25 m, la altura de la losa será 0.29 m, pero se usará una altura de 0.30 m.

$H = L / 25 = 7.25 / 25 = 0.29$ m, pero se usará 0.30 m, entonces el peso propio será 420 kg/m² según la tabla siguiente:

Tabla 5. Cargas para las losas Aligeradas

Según indica la Norma E.020 (Cargas) del RNE		
Losas aligeradas armadas en una sola dirección de Concreto Armado con vigueta 0.10m de ancho y 0.40m entre ejes		
Espesor del aligerado (m)	Espesor de losa sup. (m)	Peso propio (kgf/m ²)
0.17	0.05	280 Kg/m ²
0.20	0.05	300 Kg/m ²
0.25	0.05	350 Kg/m ²
0.30	0.05	420 Kg/m ²

Fuente: Elaboración Propia

Predimensionamiento de Viga:

Cargas de Diseño:

Para determinar las cargas de diseño tomamos como base la norma E.020 (Cargas), los tipos de cargas a las que estará sometida las estructuras son las siguientes:

Carga Muerta (wd): Que viene a ser el peso propio de los elementos estructurales y el peso de los acabados.

Carga viva (wl): Que viene a ser el peso de la sobrecarga. Carga de Sismo: Que viene a ser la fuerza sísmica y que ha sido calculada según la norma E.030.

Las cargas vivas a considerar son las siguientes:

Nivel 1 = Cochera

Nivel 2 = Restaurant = 400 kg/m²

Nivel 3 y 4 = Galerías – Tiendas = 500 kg/m²

Nivel 5 = Azotea = 100 kg/m²

Las cargas muertas a considerar son las siguientes:

Acabado = 100 kg/m²

Tabiquería = 120 kg/m²

Losa = 420 kg/m²

Por lo tanto, mi carga muerta total (Wd) será = 640 kg/m²

Entonces utilizando la fórmula siguiente se determina la carga para cada piso de la estructura:

$$W_n = 1.7 \times Wl + 1.4 \times Wd$$

$$W_{1n} = 1.7 (400) + 1.4 (640) = 1576 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{2n} = 1.7 (500) + 1.4 (640) = 1746 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{3n} = 1.7 (100) + 1.4 (640) = 1066 \text{ kg/m}^2$$

La cual estas cargas nos ayudaran a obtener la sobrecarga para obtener la altura y el ancho de la viga. De estos cálculos del predimensionamiento se comprobaron las siguientes dimensiones:

En el eje X la V101 = 40 cm x 100 cm

En el eje Y la V102 = 30 cm x 70 cm

Tabla 6. Eje X - 1

EJE	S/C	β	B (m)	L (m)	Predimensionamiento Basico		
					h (m)	b (m)	b min.
N°1 V101	400	10.00	7.8	10	1.00	0.39	0.25
N°2 y 3° V201 y 301	500	10.00	7.8	10	1.00	0.39	0.25
N°4 V401	100	12.00	7.8	10	0.84	0.39	0.25

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7. Eje X - 2

EJE	USAR		Comprobación de dimensiones				
	h	b	L \geq 4h			b \geq 0.3h	
			4h	L	Verificación	0.3h	Verificación
N°1 V101	1.00 m	0.40 m	4	10	OK!!	0.3	OK!!
N°2 y 3° V201 y 301	1.00 m	0.40 m	4	10	OK!!	0.3	OK!!
N°4 V401	0.85 m	0.40 m	3.36	10	OK!!	0.255	OK!!

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8. Eje Y - 1

Fuente: Elaboración Propia

EJE	S/C	β	B (m)	L (m)	Predimensionamiento Basico		
					h (m)	b (m)	b min.
N°1 V102	400	10.00	5.00	7.2	0.72	0.25	0.25
N°2 y 3° V202 y 302	500	10.00	5.00	7.2	0.72	0.25	0.25
N°4 V402	100	12.00	5.00	7.2	0.6	0.25	0.25

Tabla 9. Eje Y - 2

EJE	USAR		Comprobación de dimensiones				
	h	b	L \geq 4h			b \geq 0.3h	
			4h	L	Verificación	0.3h	Verificación
N°1 V102	0.75 m	0.30 m	2.88	7.2	OK!!	0.225	OK!!
N°2 y 3° V202 y 302	0.75 m	0.30 m	2.88	7.2	OK!!	0.225	OK!!
N°4 V402	0.60 m	0.30 m	2.4	7.2	OK!!	0.18	OK!!

Fuente: Elaboración Propia

Medrado de Cargas:

Tabla 10. Carga Muerta para el Nivel 2 y 3

VIGA	B Trib.	Losa A.	Acabados	Tabiques	W cm
	m	Kg/m ²	Kg/m ²	Kg/m ²	Kg/m
B-B	7.80	420	100	120	4992

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11. Peso propio para el Nivel 2 y 3

VIGA	ANCHO	ALTO	PESO	W pp
	m	m	Kg/m ³	Kg/m
B-B	0.40	1.00	2400	960

Fuente:

Elaboración Propia

Tabla 12. Carga de Servicio

S/C	CS
Kg/m ²	Kg/m
500	3900

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13. Carga Última ($W_u = 1.4 C_m + 1.7 C_v$)

VIGA	W cm	W pp	CS
	Kg/m	Kg/m	Kg/m
B-B	4992	960	3900

WU
Kg/m
14962.8

Fuente: Elaboración Propia

Predimensionamiento de Columnas:

Para el predimensionamiento de la columna, consideraremos una resistencia de concreto de $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con un peso unitario de 2400 kg/m^3

para hallar el área de la columna y posteriormente las dimensiones correspondientes.

Metrado de Cargas para columna lateral:

Tabla 14. *Carga muerta y Peso propio en la Columna 2 – A y 2 – B*

TIPO DE ELEMENTO	DIMENSIONES			CARGA	PISOS	PESO a*b*L*CARGA
	a	b	L			
LOSA ALIGERADA	7.35	5.55		420 Kg/m ²	4	68531.4 Kg
V 101, 201, 301	1	0.4	5.000	2400 Kg/m ³	3	14400 Kg
V 401	0.85	0.4	5.000	2400 Kg/m ³	1	4080 Kg
V 102, 202, 302	0.75	0.3	7.200	2400 Kg/m ³	3	11664 Kg
V 402	0.6	0.3	7.200	2400 Kg/m ³	1	3110.4 Kg
ACAVADOS	7.8	5.9		100 Kg/m ²	4	18408 Kg
TABQUERIA	7.8	5.9		120 Kg/m ²	3	16567.2 Kg
COLUMNA	0.9	0.6	17.9	2400 Kg/m ³	1	23198.4 Kg
					PD =	159959.4 Kg

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15. *Carga Viva (C/S) para Columna Lateral*

TIPO DE ELEMENTO	DIMENSIONES			CARGA	PISOS	PESO a*b*L*CARGA
	a	b	L			
NIVEL 1	7.75	5.55		400 Kg/m ²	1	17205 Kg
NIVEL 2	7.75	5.55		500 Kg/m ²	1	21506.25 Kg
NIVEL 3	7.75	5.55		500 Kg/m ²	1	21506.25 Kg
NIVEL 4	7.75	5.55		100 Kg/m ²	1	4301.25 Kg
					PL =	64518.75 Kg

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto, el peso total a considerar es: $PL + PD = 224478.15$ kg;

entonces para hallar el área de la columna se utiliza la siguiente formula:

$$A = P / (n \times f^2 c) = (1.25 \times 224478.15) / (0.25 \times 280) = 4009 \text{ cm}^2$$

Entonces: a = 90 cm y b = 60 cm

Metrado de Cargas para columna esquinera:

Tabla 16. Carga muerta y Peso propio en la Columna I – A

TIPO DE ELEMENTO	DIMENSIONES			CARGA	PISOS	PESO a*b*L*CARGA
	a	b	L			
LOSA ALIGERADA	3.725	5.55		300 Kg/m ²	4	24808.5 Kg
V 101, 201, 301	1	0.4	5.000	2400 Kg/m ³	3	14400 Kg
V 401	0.85	0.4	5.000	2400 Kg/m ³	1	4080 Kg
V 102, 202, 302	0.75	0.3	3.600	2400 Kg/m ³	3	5832 Kg
V 402	0.6	0.3	3.600	2400 Kg/m ³	1	1555.2 Kg
ACAVADOS	4.125	5.85		100 Kg/m ²	4	9652.5 Kg
TABQUERIA	4.125	5.85		100 Kg/m ²	3	7239.375 Kg
COLUMNA	0.9	0.5	17.9	2400 Kg/m ³	1	19332 Kg
					PD =	86899.575 Kg

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17. Carga Viva (C/S) para Columna Esquinera

TIPO DE ELEMENTO	DIMENSIONES			CARGA	PISOS	PESO a*b*L*CARGA
	a	b	L			
NIVEL 1	4.125	5.85		400 Kg/m ²	1	9652.5 Kg
NIVEL 2	4.125	5.85		500 Kg/m ²	1	12065.625 Kg
NIVEL 3	4.125	5.85		500 Kg/m ²	1	12065.625 Kg
NIVEL 4	4.125	5.85		100 Kg/m ²	1	2413.125 Kg
					PL =	36196.875 Kg

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto, el peso total a considerar es: $PL + PD = 123096.45$ kg;
entonces para hallar el área de la columna se utiliza la siguiente formula:

$$A = P / (n \times f'c) = (1.50 \times 123096.45) / (0.20 \times 280) = 3297 \text{ cm}^2$$

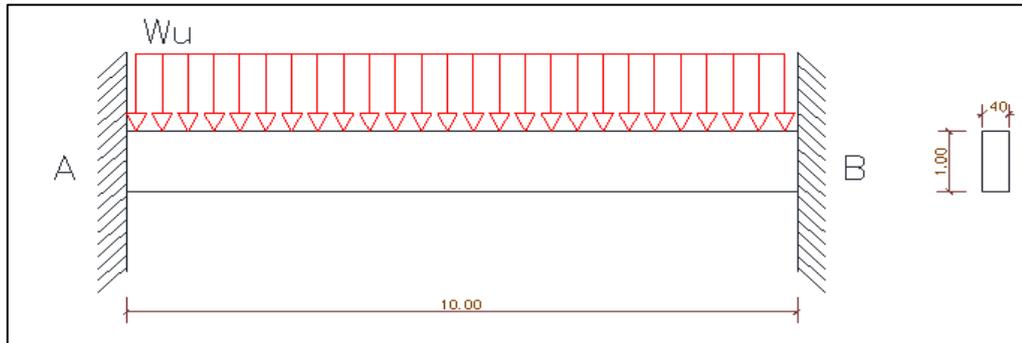
Entonces: $a = 90$ cm y $b = 50$ cm

4.2.2. Diseño de Viga de Concreto Armado

Diseño de Viga de Concreto Armado por Flexión:

Primeramente, hallaremos los momentos máximos en la viga más cargada que en nuestro diseño ser el eje B – B, la cual tiene una carga última de 14962.8 kg/m.

Figura 8. Viga V 101 entre A y B



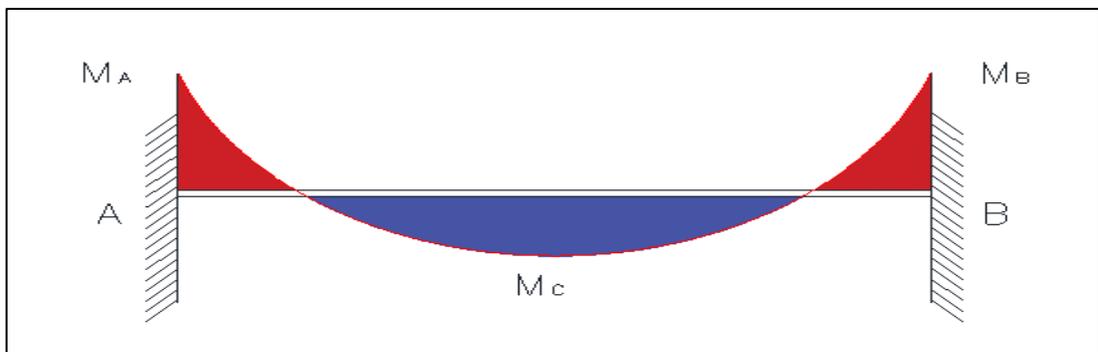
Fuente: Elaboración Propia

Entonces los momentos máximos en los extremos y en el centro de la viga son los siguientes:

Para la viga extrema $M_A = M_B = (W_u \times L^2) / 12 = 124690 \text{ kg.m}$

Para la viga del centro $M_C = (W_u \times L^2) / 8 - (W_u \times L^2) / 12 = 62345 \text{ kg.m}$

Figura 9. Diagrama de momentos



Fuente: Elaboración Propia

Para calcular el área de acero se utilizarán las siguientes formulas:

$$A_s = \frac{M_u}{0.85 \cdot f_y \cdot (d - \frac{a}{2})}$$

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

Las dos ecuaciones se unen y se obtiene esta última ecuación para el cálculo del acero (As):

$$As = \frac{\phi * fy * d \pm \sqrt{\phi^2 * fy^2 d^2 - \left(\frac{4 * 10^5 * Mu * \phi * fy^2}{2 * 0.85 * f'c * b}\right)}}{\left(\frac{2 * \phi * fy^2}{(2 * 0.85 * f'c * b)}\right)}$$

Tabla 18. Sección de la Viga

b	h	Parámetro	Símbolo	Valor	Unidad
0.4	1.00	Resistencia a la compresión del concreto	fc	280.00	Kg/cm2
		Esfuerzo de fluencia del acero	fy	4200.00	Kg/cm2
		Peralte efectivo viga	d	94.00	cm

Fuente: Elaboración Propia

Para las cuantías:

Cuantía Balanceada

$$\rho = \frac{0.85 * \beta * F'c}{Fy} * \frac{6000}{Fy + 6000}$$

$$\rho = 0.0283$$

Cuantía Máxima y Área de acero máximo

$$\rho \text{ máx} = 0.75 * \rho$$

$$As \text{ max} = 0.75 * \rho * b * d$$

Cuantía Mínima y Área de acero mínimo

$$\rho \text{ min} = \frac{0.7 * \sqrt{F'c}}{Fy}$$

$$\rho \text{ min} = \frac{14}{Fy}$$

$$As \text{ min} = \frac{0.7 * \sqrt{F'c}}{Fy} * b * d$$

$$As \text{ min} = \frac{14}{Fy} * b * d$$

Se tuvieron los siguientes resultados:

Tabla 19. Área de Acero (As)

Nivel	Tramo	Mu	Base	As	As Mín.	As Máx.	Barras Colocadas				As Col.	Verifi c.
		(Tn.m)	(cm)	(cm ²)	(cm ²)	(cm ²)					(cm ²)	
Calculo Área de acero (As) Positivos												
		62.35	40.00	18.34	10.49	79.90	7	Ø	3/4	pulg	19.94	OK
				Minimo			4	Ø	3/4	pulg	11.40	
				Bastones			3	Ø	3/4	pulg	8.55	
Calculo Área de acero (As) Negativos												
		124.69	40.00	38.59	10.49	79.90	14	Ø	3/4	pulg	39.88	OK
				Minimo			4	Ø	3/4	pulg	11.40	
				Bastones			10	Ø	3/4	pulg	28.49	

Fuente: Elaboración Propia

Detalles de la viga:

Figura 10. Detalle de la Viga

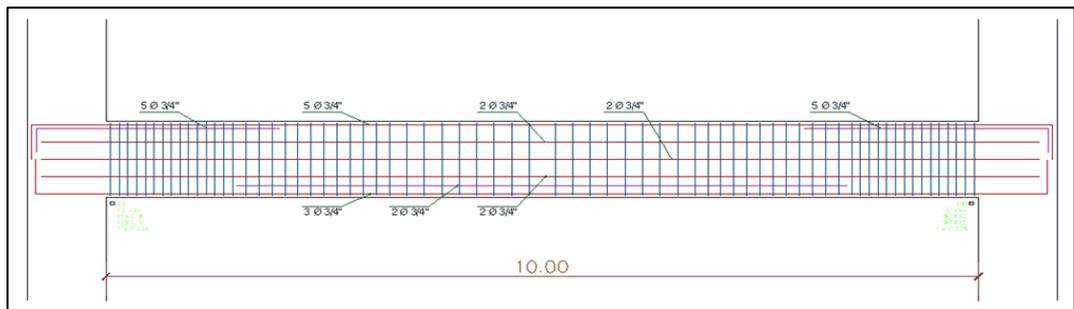
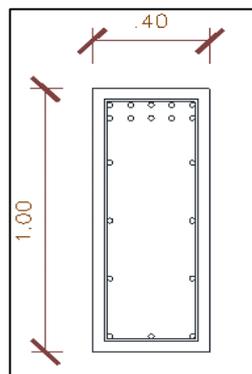


Figura 11. Sección extrema y central de la viga



Fuente: Elaboración Propia

Deflexión Máxima:

$$\Delta = \frac{WL^4}{384 * E * I}$$

La deflexión máxima hallada fue de $\Delta_{\text{máx}} = 2 \text{ cm}$

4.2.3. Diseño de Viga Metálica.

Tomaremos la longitud de la viga $L_r = 10.00 \text{ m}$ y la cantidad de tramos que será solo 1.00 m y las cargas siguientes:

Cargas:

Tabla 20. Carga Muerta de la Viga Metálica

VIGA	B Trib.	Losa A.	Acabados	Tabiques	D
	m	Kg/m ²	Kg/m ²	Kg/m ²	Kg/m
B-B	7.80	420	100	120	4992

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21. Carga Viva de la Viga Metálica

VIGA	B Trib.	S/C	CV
	m	Kg/m ²	Kg/m
B-B	7.80	500	3900

Fuente: Elaboración

Propia

Tabla 22. Carga de la Viga Total (1.2 Cm + 1.6 Cv)

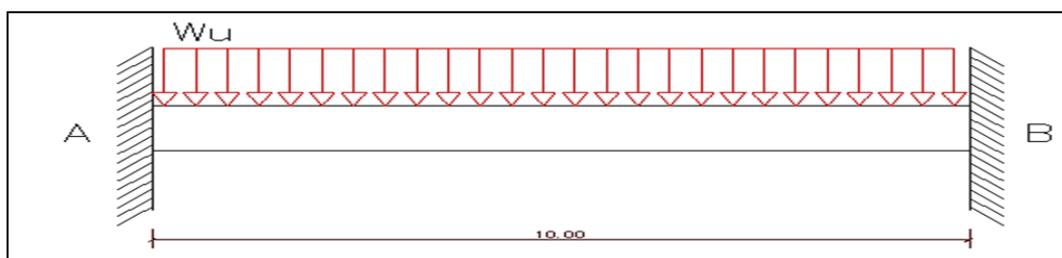
VIGA	WU
	Kg/m
B-B	12230.4

Fuente: Elaboración Propia

Selección de la Viga Principal:

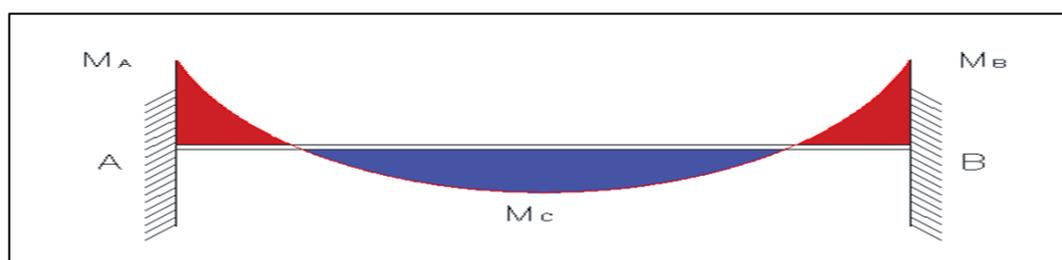
Se hallará el momento máximo con la carga factorizada se usará el metodo LRFD; a continuación, se observa el diagrama de cargas y el diagrama de momentos de la viga principal:

Figura 12. Diagrama de carga de la Viga Metálica



Fuente: Elaboración Propia

Figura 13. Diagrama de Momentos de la Viga Metálica



Fuente: Elaboración Propia

Entonces los momentos en los extremos y en el centro de la viga son los siguientes:

Para la viga extrema $M_A = M_B = (W_u \times L^2) / 12 = 101920 \text{ kg.m}$

Para la viga del centro $M_C = (W_u \times L^2) / 8 - (W_u \times L^2) / 12 = 50960 \text{ kg.m}$

Por lo tanto, el momento máximo es 101920 Kg.m, con este dato calcularemos el módulo plástico (Z_x) para seleccionar la viga metálica:

$$Z_x \geq \frac{FS * M_u}{\phi f_y}$$

Se tomo lo siguiente:

$$F_y = 3518.51 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi = 0.90$$

$$FS = 2$$

Entonces el $Z_x = 6437.1 \text{ cm}^3$.

Tabla 23. Selección de la Viga

	VIGA 1	VIGA 2	VIGA 3
TIPO	I W	I W	I W
DESIGNACIÓN	14X283	12 x 252	12 x 252
d (mm) =	424.18	391.16	391.16
bf (mm) =	408.94	330.20	330.20
tf (mm) =	52.58	57.15	57.15
hw (mm) =	254.00	231.78	231.78
tw (mm) =	32.77	35.56	35.56
r (mm) =			
Área bruta transversal.	Ag (cm ²) = 537.42	477.42	477.42
Peso por metro lineal de viga	P (Kg/m) = 421.25	375.11	375.11
Momento de Inercia	Ix (cm ⁴) = 159832.87	113214.95	113214.95
Módulo resistente elástico	Sx (cm ³) = 7521.66	5784.63	5784.63
Radio de giro	rx (cm) = 17.25	15.39	15.39
Módulo resistente elástico .	Qx (cm ³) =		
Módulo plástico	Zx (cm ³) = 8881.79	7013.66	7013.66
Momento de Inercia	Iy (cm ⁴) = 10.59	8.48	8.48
Módulo resistente elástico	Sy (cm ³) = 4490.06	3211.86	3211.86
Radio de giro	ry (cm) = 12.22	9.98	9.98
Módulo resistente elástico .	Qy (cm ³) =		
Módulo plástico	Zy (cm ³) = 4490.06	3211.86	3211.86

Fuente: Elaboración Propia

Verificación de la Viga Seleccionada:

A. *Teniendo en cuenta Zx se escoge la sección:*

$$M_{\text{máx}} = \frac{qL^2}{12}$$

$$M_n = \phi f_y Z_x \geq FS * M_u$$

$$q = 1.20 \text{ CM}$$

Tabla 24. Selección de la Sección

N°	TIPO	DESIGNACION	Zx (cm3)	Peso Kg/m	q Kg/m	M (CM)
1	I W	14X283	8881.788688	421.252459	505.5029508	4213 Kg.m

N°	TIPO	DESIGNACION	Mu	Mn
1	I W	14X283	212265 Kg.m	281256 Kg.m

Cumple

Fuente: Elaboración Propia

B. Verificación de la compacidad de la sección de la viga principal:

$$N = \frac{545}{\sqrt{F_y}} \geq \frac{bf}{2tf}$$

Tabla 25. Compacidad de la Sección de la Viga Principal

N°	TIPO	DESIGNACIÓN	bf (mm)	tf (mm)	N	bf/2tf
1	I W	14X283	408.94	52.578	9.19	3.89

Cumple

Fuente: Elaboración Propia

C. Cálculo de esbeltez del perfil de la viga principal:

$$Re = \frac{L}{rt}$$

rt = Radio de giro

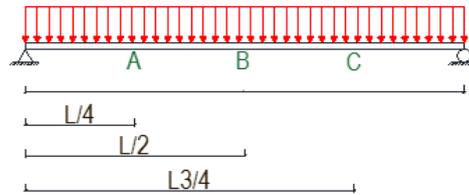
Tabla 26. Cálculo del Esbeltez

N°	TIPO	DESIGNACIÓN	rt (cm)	Re
1	I W	14X283	12.2174	81.85

Fuente: Elaboración Propia

D. Cálculo del esfuerzo permisible a flexión del perfil de la viga metálica:

L = 10.00 m
 L/4 = 2.50 m
 L/2 = 5.00 m
 L3/4 = 7.50 m



Cálculo de momento y cortante

Wu =	12735.9 Kg/m
R1 =	63679.51 Kg
R2 =	63679.51 Kg
Mmáx =	159199 Kg.m
MA =	119399 Kg.m
MB =	159199 Kg.m
MC =	119399 Kg.m

$$cb = \frac{12.5Mmáx}{2.5Mmáx + 3MA + 4MB + 3MC}$$

$$cb = 1.14$$

$$\sqrt{\frac{717 \cdot 10^4 Cb}{Fy}} \leq \frac{L}{rt} \leq \sqrt{\frac{3590 \cdot 10^4 Cb}{Fy}}$$

N°	TIPO	DESIGNACIÓN	Rango 1	Re = L/rt	Rango 2
1	I W	14X283	48.121	81.85	107.678

Cumple

Esfuerzo admisible por flexión

$$Fb = \left(\frac{2}{3} - \frac{Fy \left(\frac{L}{rt} \right)^2}{108.88 \cdot 10^6 Cb} \right) Fy \leq 0.6Fy$$

Tabla 27. Esfuerzo Permisible a Flexión

N°	TIPO	DESIGNACIÓN	Fb
1	I W	14X283	1480 Kg/cm ²

≤

0.6Fy
2346 Kg/cm ²

Cumple

Fuente: Elaboración Propia

E. Momento máximo de sección:

$$M_{x-x1} = (Fb)x(S_{x-x})$$

$$M_{x-x1} > Mmáx.$$

Tabla 28. Momento Máximo de Sección

N°	TIPO	DESIGNACIÓN	Sxx (cm3)	Mxx1		Mmáx	
1	I W	14X283	7521.662376	111324 Kg.m	>	106133 Kg.m	Cumple

Fuente: Elaboración Propia

F. Factor de seguridad (n):

$$fb \text{ perfil} = \frac{M \text{ total}}{Sx-x1} \qquad n = \frac{Fy}{fb \text{ perfil}}$$

Tabla 29. Factor de Seguridad (n)

N°	TIPO	DESIGNACIÓN	M total	Sx-x1	fb perfil	Fy	n
1	I W	14X283	106133 Kg.m	7521.662376	1411 Kg/cm2	3519 Kg/cm2	2.49

Fuente: Elaboración Propia

El factor n determina el número de veces la carga nominal del proyecto que la estructura puede aguantar.

G. Resistencia por corte:

$$Vu \leq \phi Vn$$

$$Vu = 63679.51 \text{ kg}$$

Requerimiento de Esfuerzo mínimo:

$$\frac{d-2t_f}{t_w} \leq \frac{3190}{\sqrt{Fy}}$$

$$t_f = 5.26 \text{ cm}$$

9.74	≤	53.77884533	Cumple
------	---	-------------	--------

Esfuerzo cortante permisible por el método LRFD nos da:

$$Fv = 0.60 \times Fy = 2111 \text{ kg/cm}^2$$

$$d = 42.42 \text{ cm}$$

$$t_w = 3.28 \text{ cm}$$

$$V_n = F_v \times A_w = F_v \times d \times t_w = 293416 \text{ kg}$$

$$\phi = 0.90$$

V_u	\leq	ϕV_n	Cumple
63679.51		264074.0912	

H. Deflexión:

Deflexión por carga última:

$$\Delta = \frac{WL^4}{384 * E * I}$$

$$W = 127.36 \text{ kg/cm}$$

$$L = 1000 \text{ cm}$$

$$E = 2043000 \text{ kg/cm}^2$$

$$I_{x-x} = 159833 \text{ cm}^4$$

$$\Delta = 1.0157 \text{ cm}$$

Por lo tanto, la deflexión máxima será:

$$L/240 = 4.1667 \text{ cm} = \Delta \text{ máx.}$$

Δ	\leq	$\Delta_{\text{máx}}$	Cumple
1.02 cm		4.17 cm	

4.3. Prueba de Hipótesis

4.3.1. Análisis de la Deflexión de la Viga.

Es crucial identificar el tipo de deflexión que podría afectar principalmente a las vigas y otros elementos estructurales, con el fin de implementar las correcciones necesarias y prevenir posibles fallas. Esto es especialmente importante dado que la presencia de deflexiones puede causar daños en elementos estructurales adyacentes, así como en elementos no estructurales como alicatados, solados y divisiones internas de los edificios.

Estas repercusiones pueden ser fácilmente perceptibles, como agrietamientos significativos en los acabados, lo que genera una sensación de inseguridad entre los ocupantes del edificio. Sin embargo, también pueden tener consecuencias más graves que van más allá de lo estético, ya que los agrietamientos pueden provocar filtraciones de agua o puentes térmicos, con consecuencias potencialmente catastróficas dependiendo de su ubicación.

En este proyecto observamos que la deflexión máxima de la viga de concreto armado es de $\Delta_{\text{máx.}} = 2 \text{ cm}$ y la deflexión máxima de la viga metálica es de $\Delta_{\text{máx.}} = 4.17 \text{ cm}$, esto quiere decir que la menor deflexión la tiene la viga de concreto y tiene menos posibilidad de causar daños a los elementos estructurales adyacentes.**Análisis del Costo Unitario de la Viga.**

Luego de completar el diseño de las vigas, se llevó a cabo un análisis de presupuesto para cada una de ellas. Este análisis se inició con la elaboración de los metrados y el estudio de los costos unitarios. Para el presupuesto de la estructura de concreto armado, se utilizó la información proporcionada por la revista Costos. A continuación, se presentan las tablas de presupuesto correspondientes a cada estructura.

Para la Viga de Concreto Armado:

Metrados:

Se ha llevado a cabo la estimación de las cantidades necesarias para la estructura de concreto diseñada, centrándose únicamente en las actividades preliminares, el movimiento de tierras, así como en el concreto simple y armado especificado en NORMA TECNICA DE METRADOS PARA OBRAS DE EDIFICACION Y HABILITACION URBANA. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2011).

Presupuesto:

Se ha preparado el presupuesto para el diseño de la viga de concreto armado, que totaliza un costo directo de S/. 11,999.21, abarcando exclusivamente a la viga (V 101) de 10 m. Se han desglosado las partidas correspondientes a concreto, acero, encofrado y desencofrado. En los Anexos se encontrará el presupuesto.

Tabla 30.

Presupuesto de la Viga de Concreto Armado

Ítem	Descripción	Precio
1	VIGA DE CONCRETO ARMADO	
1.1.	CONCRETO F'C=280KG/CM PARA VIGA	2,283.36
1.2.	ACERO CORRUGADO F'y= 4200 kg/cm ² GRADO 60	4,591.06
1.3.	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA VIGA	1,599.60
	COSTO DIRECTO	8,474.02
	GASTOS GENERALES 10%	847.40
	UTILIDAD 10%	847.40
	SUB TOTAL	10,168.82
	IGV 18%	1,830.39
	TOTAL PRESUPUESTO	11,999.21

Fuente: Elaboración Propia

Análisis de Costos Unitarios:

Se ha llevado a cabo la evaluación de los costos unitarios de las partidas específicas seleccionadas para la elaboración del presupuesto de obra del diseño de la viga de concreto armado.

Para la Viga Metálica:

Se ha efectuado la estimación de las cantidades necesarias para la estructura metálica, abordando exclusivamente las actividades preliminares, adquisición y montaje de la viga metálica especificados en la NORMA TECNICA DE METRADOS PARA OBRAS DE EDIFICACION Y HABILITACION URBANA. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2011).

Presupuesto:

Se ha preparado el presupuesto para el diseño de la viga metálica, que totaliza un costo directo de S/. 14,212.62, abarcando exclusivamente a la viga (V 101) de 10 m. Se han desglosado las partidas correspondientes a la adquisición y montaje de la viga metálica. En los Anexos se encontrará el presupuesto.

Tabla 31.

Presupuesto de la Viga Metálica

Ítem	Descripción	Precio
1	VIGA DE CONCRETO ARMADO	
1.1.	MONTAJE DE VIGA METALICA	1,037.15
1.2.	ADQUISICION DE VIGA METALICA	9,000.00
	COSTO DIRECTO	10,037.15
	GASTOS GENERALES 10%	1,003.72
	UTILIDAD 10%	1,003.72
	SUB TOTAL	12,044.59
	IGV 18%	2,168.03
	TOTAL PRESUPUESTO	14,212.62

Análisis de Costos Unitarios:

Se ha llevado a cabo la evaluación de los costos unitarios de las partidas específicas seleccionadas para la elaboración del presupuesto de obra del diseño de la viga metálica.

4.4. Discusión de resultados

De acuerdo con el objetivo general de determinar los resultados del análisis comparativo entre una viga de concreto armado y una viga metálica para decidir el diseño estructural más adecuado para una edificación de 4 niveles en Yanacancha – Pasco, los hallazgos de la etapa de diseño y análisis estructural

indican que la viga de concreto armado es más apropiada para este tipo de viviendas en dicho distrito. Estos resultados no coinciden con los hallazgos de (Zambrano Songora, 2017) en su tesis titulada "**Análisis comparativo económico de una vivienda de estructura de acero y una estructura convencional**", donde concluye que la vivienda de acero fue preferida debido a su análisis de costos y ventajas constructivas, que incluyen ahorros en tiempo y dinero durante la ejecución, así como la capacidad de obtener pórticos con mayores luces, optimizando así los espacios. En consecuencia, estos resultados respaldan la afirmación de que una estructura de acero es más ventajosa que una de concreto armado.

En contraste con el análisis de referencia nacional realizado por (Corzo Soldevilla & Saldaña Galvez, 2017) en su tesis "**Comparación de diseños estructurales de edificaciones metálicas con edificaciones de concreto armado para determinar el diseño más rentable en la construcción de viviendas multifamiliares**", se determina que los resultados obtenidos en este estudio presentan diferencias significativas. Mientras que el enfoque de su investigación se centra únicamente en evaluar la rentabilidad del uso de estructuras metálicas en términos de costos y presupuestos, no se lleva a cabo un análisis comparativo en cuanto al parámetro de diseño estructural.

CONCLUSIONES

- Tras comparar ambas estructuras, se concluyó que la estructura de acero exhibe una respuesta superior ante cargas, como el sismo. Por lo tanto, se considera que la estructura de acero es más adecuada que la de concreto armado para la estructura de cinco niveles en Yanacancha, según los resultados obtenidos.
- El análisis del comportamiento estructural de ambas edificaciones en términos de sus modos de vibración muestra que la estructura de acero exhibe períodos de vibración más prolongados que la estructura de concreto armado. Además, al evaluar las derivas de entrepisos, se observa que la estructura de acero presenta menores desplazamientos o deformaciones en comparación con la estructura de concreto armado, con respecto al límite de deriva establecido por la norma E.30. Esto se debe a las características diferenciales de los materiales utilizados, ya que el acero posee una mayor ductilidad, lo que contribuye a que las estructuras sean más resistentes ante eventos sísmicos.
- Los resultados del análisis comparativo de presupuestos entre las dos estructuras indican que el costo de la estructura de acero es un 5% más bajo que el costo de la estructura de concreto armado, considerando únicamente la parte correspondiente al diseño estructural.

RECOMENDACIONES

- Se sugiere continuar analizando la estructura de acero, ya que existe la posibilidad de reducir ligeramente las derivas o deformaciones entre pisos gracias a la capacidad inherente de este material.
- Se sugiere que, al elaborar un presupuesto para estructuras de acero, se preste especial atención a los costos y disponibilidad de perfiles en el mercado, ya que estos pueden variar durante la ejecución del proyecto.
- En caso de llevar a cabo estos proyectos, se aconseja realizar un estudio de suelos antes de confirmar el análisis estructural de ambos diseños realizados.
- Se sugiere llevar a cabo un análisis estructural adicional utilizando perfiles tubulares en lugar de los perfiles W utilizados en este proyecto, con el fin de evaluar su comportamiento y su impacto en los costos.
- Se sugiere llevar a cabo un nuevo análisis estructural que emplee un sistema mixto de acero estructural y concreto armado, con el fin de evaluar su comportamiento estructural y su impacto en los costos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arriaga Feril, N., & Lazaro Dulanto, J. G. (2020). Análisis comparativo entre sistemas de concreto armado y estructuras de acero en el diseño de un entrepiso industrial, San Juan de Lurigancho 2020. Lima - Perú.
- Becerra Diaz, K., & Pino Carhuacho, L. F. (2017). Comparación de la influencia de las cargas de 3 tipos de tabiquería y losa aligerada en el diseño estructural de una vivienda multifamiliar de 06 pisos, en el distrito de Surco. Lima - Perú.
- Bernabé Huapaya, J. V., & Torres Champac, P. A. (2020). Análisis del comportamiento sísmico utilizando diferentes tipos de losas aligeradas en edificaciones multifamiliares, Distrito de Asia, Cañete – 2020. Lima - Perú.
- Blanco Blasco, A. (1991). Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado. Lima - Perú.
- Borda Riveros, F. B., & Ninatanta Vargas, J. S. (2021). Análisis comparativo del diseño estructural y económico de losas aligeradas y macizas de edificaciones educativas Trujillo, 2021. Trujillo – Perú.
- Corzo Soldevilla, D. R., & Saldaña Galvez, Y. E. (2017). Comparación de diseños estructurales de edificaciones metálicas con edificaciones de concreto armado para determinar el diseño más rentable en la construcción de viviendas multifamiliares. Lima - Perú.
- Gonzales Chávez, C. S. (2021). Rendimiento y productividad en la ejecución de obras de viviendas familiares en la ciudad de Cajamarca—2018. Cajamarca - Perú.
- Hoyos Guevara, S. (2020). Losa Aligerada—Diseño de Mezcla | Cemento | Procesos industriales. <https://es.scribd.com/document/505377872/LOSA-ALIGERADA-DISENO-DE-MEZCLA>.

- Julcarima Navas, F. E., & Mejia Tomás, Y. J. (2020). Análisis comparativo entre estructura de concreto armado y estructura de acero para diseño de vivienda multifamiliar, Villa el Salvador, 2020. Lima - Perú.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, V. (2011). Norma Técnica—Metrados para obras de edificación y habilitaciones urbanas. Lima - Perú.
- Morales Verde, K. D. (2019). Diseño y elaboración de bloque de concreto ligero alveolar para el uso en la losa aligerada – Lima 2019. Lima - Perú.
- Norma E.020. (s. f.). Norma E.020—Cargas, Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). RNE.
- Norma E.060. (s. f.). Norma E.60—Concreto Armado.
- Pazmiño Licango, H. P. (2015). Diseño comparativo para edificios en estructura de acero con diversos tipos de arriostramiento lateral: Caso Muros de Corte. Quito - Ecuador.
- Perozo Cedeño, J. A., & Almánzar Luciano, M. A. (2016). Análisis Comparativos entre las Estructuras de Hormigón Armado y Acero Estructural (aporticadas y cubiertas)". Santo Domingo D.N.
- Ramos Villalobos, Y. J., & Ayala Tolosa, L. A. (2016). Comparación financiera entre concreto reforzado y acero estructural como alternativa de vivienda de interés social (VIS) para casas de dos pisos en Bogotá D.C. Bogotá - Colombia.
- Rodríguez Gómez, H. (2014). Comportamiento sísmico de pórticos de concreto armado bajo la influencia de la porción fuerte en un suelo blando. Artículo de Investigación.
- Untiveros Acuña, E. (2020). Análisis comparativo técnico y económico entre una edificación comercial empleando acero estructural y concreto armado en la ciudad de Huancayo—2017. Huancayo - Perú.

Zambrano Songora, J. P. (2017, febrero). Análisis comparativo económico de una vivienda de estructura de acero y una de estructura convencional. Machala - Ecuador.

ANEXOS

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

PREDIMENSIONAMIENTO DE LOSA

Según indica la Norma E.020 (Cargas) del RNE
 Losas aligeradas armadas en una sola dirección de Concreto Armado con vigueta 0.10m de ancho y 0.40m entre ejes

Espesor del aligerado (m)	Espesor de losa sup. (m)	Peso propio (kgf/m ²)
0.17	0.05	280 Kg/m ²
0.20	0.05	300 Kg/m ²
0.25	0.05	350 Kg/m ²
0.30	0.05	420 Kg/m ²

$H = \frac{L}{25}$

ESPESOR DE LOSA L = Luz libre según plano

L = 7.25 m H = 0.29 m usar 0.3 m

PESO PROPIO = 420 Kg/m²

PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGA

S/C	Kg/m ²	250	500	750	1000
β		11	10	9	8

a. Predimensionamiento Básico

$$h = \frac{L}{\beta} \quad b = \frac{B}{20}$$

h: Altura peraltada de la viga
 b: Base de la viga
 L: Luz libre de la viga
 B: Ancho tributario

b. Comprobación de dimensiones - Norma ACI 318 - 05

La Norma ACI 318-05 recomienda en elementos a Flexión deben cumplir los siguientes requisitos:

$$L \geq 4h$$

$$b \geq 0.3h$$

$$b \geq 0.25$$

PREDIMENSIONAMIENTO VIGAS

$$W_d = 1.7 \cdot W_L + 1.4 \cdot W_D$$

W_L = Carga de servicio

Nivel 1 = Cochera

Nivel 2 = Restaurant 400 Kg/m²

Nivel 3 y 4 = Galerías - Tiendas 500 Kg/m²

W_D = Acabados + Tabiquería + Losa Aligerada

Acab = 100 Kg/m²

Tabia = 120 Kg/m²

Losa = 420 Kg/m²

Nivel 5 = Azota 100 Kg/m² WD = 640 Kg/m²

$$\beta = \frac{4}{\sqrt{Wn}}$$

Nivel 2 =
 Nivel 3 y 4 =
 Nivel 5 =

<u>Wn</u>	<u>Wn</u>	β
1576 Kg/m ²	0.16 Kg/cm ²	10.08
1746 Kg/m ²	0.17 Kg/cm ²	9.57
1066 Kg/m ²	0.11 Kg/cm ²	12.25

EJE X

					<u>Predimensionamiento Básico</u>		
EJE	S/C	β	B (m)	L (m)	h (m)	b (m)	b min.
N°1 <u>V101</u>	400	10.00	7.8	10	1.00	0.39	0.25
N°2 y 3° <u>V201 y 301</u>	500	10.00	7.8	10	1.00	0.39	0.25
N°4 <u>V401</u>	100	12.00	7.8	10	0.84	0.39	0.25

EJE	USAR		Comprobación de dimensiones				
	h	b	L \geq 4h			b \geq 0.3h	
			4h	L	Verificación	0.3h	Verificación
N°1 <u>V101</u>	1.00 m	0.40 m	4	10	<u>OK!!</u>	0.3	<u>OK!!</u>
N°2 y 3° <u>V201 y 301</u>	1.00 m	0.40 m	4	10	<u>OK!!</u>	0.3	<u>OK!!</u>
N°4 <u>V401</u>	0.85 m	0.40 m	3.36	10	<u>OK!!</u>	0.255	<u>OK!!</u>

EJE Y

					<u>Predimensionamiento Básico</u>		
EJE	S/C	β	B (m)	L (m)	h (m)	b (m)	b min.
N°1 <u>V102</u>	400	10.00	5.00	7.2	0.72	0.25	0.25
N°2 y 3° <u>V202 y 302</u>	500	10.00	5.00	7.2	0.72	0.25	0.25
N°4 <u>V402</u>	100	12.00	5.00	7.2	0.6	0.25	0.25

EJE	USAR		Comprobación de dimensiones				
	h	b	L \geq 4h			b \geq 0.3h	
			4h	L	Verificación	0.3h	Verificación
N°1 <u>V102</u>	0.75 m	0.30 m	2.88	7.2	<u>OK!!</u>	0.225	<u>OK!!</u>
N°2 y 3° <u>V202 y 302</u>	0.75 m	0.30 m	2.88	7.2	<u>OK!!</u>	0.225	<u>OK!!</u>
N°4 <u>V402</u>	0.60 m	0.30 m	2.4	7.2	<u>OK!!</u>	0.18	<u>OK!!</u>

El Reglamento Nacional de Edificaciones sugiere como ancho mínimo 25 cm, para que funcione correctamente como elemento de arrioste y estructural.

$$AREA DE COLUMNA = \frac{P}{nfc}$$

PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS

COLUMNA	P	n
COL. EXTERNA	1.25 Peso	0.25
COL. ESQUINA	1.5 Peso	0.2
COL. CENTRAL	1.1 Peso	0.3

$$f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\gamma_c = 2400 \text{ Kg/m}^3$$

PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS LATERALES

METRADO DE CARGAS COLUMNA 2-A y 2-B

Carga Muerta y Peso Propio

TIPO DE ELEMENTO	DIMENSIONES			CARGA	PISOS	PESO a*b*L*CARGA
	a	b	L			
<u>LOSA ALIGERADA</u>	7.35	5.55		420 <u>Kg/m</u> ²	4	68531.4 <u>Kg</u>
V 101, 201, 301	1	0.4	5.000	2400 <u>Kg/m</u> ³	3	14400 <u>Kg</u>
V 401	0.85	0.4	5.000	2400 <u>Kg/m</u> ³	1	4080 <u>Kg</u>
<u>V 102</u> , 202, 302	0.75	0.3	7.200	2400 <u>Kg/m</u> ³	3	11664 <u>Kg</u>
V 402	0.6	0.3	7.200	2400 <u>Kg/m</u> ³	1	3110.4 <u>Kg</u>
ACAVADOS	7.8	5.9		100 <u>Kg/m</u> ²	4	18408 <u>Kg</u>
TABIQUERIA	7.8	5.9		120 <u>Kg/m</u> ²	3	16567.2 <u>Kg</u>
COLUMNA	0.9	0.5	17.9	2400 <u>Kg/m</u> ³	1	19332 <u>Kg</u>
					PD =	156093 <u>Kg</u>

Carga Viva (C/S)

TIPO DE ELEMENTO	DIMENSIONES			CARGA	PISOS	PESO a*b*L*CARGA
	a	b	L			
NIVEL 1	7.75	5.55		400 <u>Kg/m</u> ²	1	17205 <u>Kg</u>
NIVEL 2	7.75	5.55		500 <u>Kg/m</u> ²	1	21506.25 <u>Kg</u>
NIVEL 3	7.75	5.55		500 <u>Kg/m</u> ²	1	21506.25 <u>Kg</u>
NIVEL 4	7.75	5.55		100 <u>Kg/m</u> ²	1	4301.25 <u>Kg</u>
					<u>PL</u> =	64518.75 <u>Kg</u>

$$\text{Peso Total} = \text{PL} + \text{PD}$$

$$\text{Peso Total} = 220611.75 \text{ Kg}$$

$$A = \frac{P}{nfc}$$

$$A = 3939 \text{ cm}^2$$

a = 90 cm

b = 43.77 cm

Usar columna mínimo de :

a = 90 cm

b = 45 cm

PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS ESQUINERAS

METRADO DE CARGAS

COLUMNA 1-A

Carga Muerta y Peso Propio

TIPO DE ELEMENTO	DIMENSIONES			CARGA	PISOS	PESO a*b*L*CARGA
	a	b	L			
<u>LOSA ALIGERADA</u>	3.725	5.55		300 Kg/m ²	4	24808.5 Kg
V 101, 201, 301	1	0.4	5.000	2400 Kg/m ³	3	14400 Kg
V 401	0.85	0.4	5.000	2400 Kg/m ³	1	4080 Kg
<u>V 102, 202, 302</u>	0.75	0.3	3.600	2400 Kg/m ³	3	5832 Kg
V 402	0.6	0.3	3.600	2400 Kg/m ³	1	1555.2 Kg
ACAVADOS	4.125	5.85		100 Kg/m ²	4	9652.5 Kg
TABIQUERIA	4.125	5.85		100 Kg/m ²	3	7239.375 Kg
COLUMNA	0.9	0.35	17.9	2400 Kg/m ³	1	13532.4 Kg
					PD =	81099.975 Kg

TIPO DE ELEMENTO	DIMENSIONES			CARGA	PISOS	PESO a*b*L*CARGA
	a	b	L			
NIVEL 1	4.125	5.85		400 Kg/m ²	1	9652.5 Kg
NIVEL 2	4.125	5.85		500 Kg/m ²	1	12065.625 Kg
NIVEL 3	4.125	5.85		500 Kg/m ²	1	12065.625 Kg
NIVEL 4	4.125	5.85		100 Kg/m ²	1	2413.125 Kg
					PL =	36196.875 Kg

Peso Total = PL + PD

Peso Total = 117296.85 Kg

$$A = \frac{P}{n f c}$$

|

$$A = 3142 \text{ cm}^2$$

$$\underline{a} = 90 \text{ cm}$$

$$\underline{b} = 34.91 \text{ cm}$$

Usar columna mínimo de :

$$\underline{a} = 90 \text{ cm}$$

$$\underline{b} = 35 \text{ cm}$$

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: Análisis del comportamiento estructural de vigas con distancias mayores a 10m en edificaciones de estructura metálica y concreto armado, Pasco 2023						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENCION	INDICADORES	METODOLOGIA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable D.	Cargas vivas y cargas muertas	Diseño estructural	METODO DE INVESTIGACION: Cuantificativo DISEÑO DE INVESTIGACION: No Experimental TIPO DE INVESTIGACION: Aplicada NIVEL DE INVESTIGACION: Explicativo
¿Como es el comportamiento en el análisis comparativo de estructura metálica y concreto armado para vigas a grandes luces en edificios, Pasco 2023?	Determinar el comportamiento en el análisis comparativo de estructura metálica y concreto armado para vigas a grandes luces en edificios, Pasco 2023	Se obtendrá un buen análisis del comparativo de estructura metálica y concreto armado para vigas a grandes luces en edificios, Pasco 2023	vigas a grandes luces en edificios		Diseño estructural	
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	Variable I.			
¿Como es el comportamiento en el análisis de estructura metálica para vigas a grandes luces en edificios, Pasco 2023?	Determinar el comportamiento en el análisis de estructura metálica para vigas a grandes luces en edificios, Pasco 2023	El análisis de estructura metálica será el mejor para vigas a grandes luces en edificios, Pasco 2023	Análisis comparativo de estructura metálica y concreto armado	predimensionamiento	Dimensiones de vigas	
¿Como es el comportamiento en el análisis de estructura de concreto armado para vigas a grandes luces en edificios, Pasco 2023?	Determinar el comportamiento en el análisis de estructura de concreto armado para vigas a grandes luces en edificios, Pasco 2023	El análisis de estructura de concreto armado será el mejor para vigas a grandes luces en edificios, Pasco 2023				
¿Cuál será la diferencia de costos en el análisis comparativo de estructura metálica y concreto armado para vigas a grandes luces en edificios, Pasco 2023?	Determinar la diferencia de costos en el análisis comparativo de estructura metálica y concreto armado para vigas a grandes luces en edificios, Pasco 2023	Se tendrá un costo optimo en el análisis comparativo de estructura metálica y concreto armado para vigas a grandes luces en edificios, Pasco 2023				

FUENTE: Elaboración Propia