

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

“Análisis comparativo del diseño sismorresistente de un sistema estructural de acero y madera y el sistema de concreto armado para las casetas turísticas-Amarilis-Huánuco-2024”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

AUTORA: Morales Trinidad, Edith Nory

ASESOR: Tuanama Lavi, Jose Wicley

HUÁNUCO – PERÚ

2026



U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Estructuras
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería estructural y municipal

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título
Profesional de Ingeniera Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 70827255

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 05860064

Grado/Título: Maestro en gerencia pública

Código ORCID: 0000-0002-5148-6384

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johnny Prudencio	Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible	40895876	0000-0001-7920-1304
2	Suarez Landauero, Reynaldo Favio	Maestro en gestión pública	22498065	0000-0002-4641-3797
3	Jara Trujillo, Alberto Carlos	Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	41891649	0000-0001-8392-1769

D

H



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 16:00 horas del día **miércoles 29 de abril de 2026**, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los **Jurados Calificadores** integrado por los docentes:

- | | |
|--------------------------------------|------------|
| ❖ DR. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS | PRESIDENTE |
| ❖ MG. REYNALDO FAVIO SUAREZ LANDAURO | SECRETARIO |
| ❖ MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO | VOCAL |

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 0658-2026-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UN SISTEMA ESTRUCTURAL DE ACERO Y MADERA Y EL SISTEMA DE CONCRETO ARMADO PARA LAS CASETAS TURÍSTICAS DEL DISTRITO DE AMARILIS-HUÁNUCO-2024", presentado por el (la) Bachiller. Bach: Edith Nory MORALES TRINIDAD, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.


Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) Aprobada por Unanimitad con el calificativo cuantitativo de 2 y cualitativo de Suficiente (Art. 47).

Siendo las 17:00 horas del día **29 del mes de abril** del año 2026, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


DR. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS
DNI: 40895876
ORCID: 0000-0001-7920-1304
PRESIDENTE


MG. REYNALDO FAVIO SUAREZ LANDAURO
DNI: 22498065
ORCID: 0000-0002-4641-3797
SECRETARIO (A)


MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO
DNI: 41891649
ORCID: 0000-0001-8392-1769
VOCAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: EDITH NORRY MORALES TRINIDAD, de la investigación titulada "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UN SISTEMA ESTRUCTURAL DE ACERO Y MADERA Y EL SISTEMA DE CONCRETO ARMADO PARA LAS CASETAS TURÍSTICAS DEL DISTRITO DE AMARILIS-HUÁNUCO-2024", con asesor(a) JOSE WICLEY TUANAMA LAVI, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1940-2024-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 25 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 27 de febrero de 2026



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

Jr. Hermilio Valdizán N° 871 - Jr. Progreso N° 650 - Teléfonos: (062) 511-113
Telefax: (062) 513-154
Huánuco - Perú

104. EDITH NORY MORALES TRINIDAD.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
2	es.slideshare.net Fuente de Internet	2%
3	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

DEDICATORIA

Agradezco en primer lugar a Dios, por darme la vida, la fortaleza y la sabiduría para seguir adelante incluso en los momentos más difíciles.

Dedico esta tesis a mis amados padres, Nicolosa y Crisanto, quienes con su amor, sacrificio y apoyo incondicional me han impulsado a alcanzar mis metas. Su ejemplo y sabiduría han sido mi guía en este camino.

A mis hermanos, Ever, Limber, Gilmer, Eduardo, Mirla y a la memoria de mi hermanita Nidia, quien desde el cielo sigue iluminando mi camino, les agradezco por su amor, apoyo y compañía en cada momento. Su presencia en mi vida es un regalo invaluable.

Gracias a todos por ser mi fuente de inspiración y motivación. Esta tesis es fruto de nuestro amor y esfuerzo compartido. Los amo con todo mi corazón

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a la UDH, institución que me formó no solo como profesional, sino también como persona. Durante estos años me brindó las herramientas necesarias para alcanzar mis metas, despertando en mí un compromiso constante con el conocimiento y la excelencia.

A mis docentes, gracias por su entrega, dedicación y por compartir su experiencia y sabiduría con generosidad. Cada enseñanza dejó una huella que valoro profundamente.

A mis compañeros de estudio, con quienes compartí aprendizajes, desafíos y momentos inolvidables, gracias por el apoyo mutuo y por caminar juntos en este camino académico.

Finalmente, a toda mi familia, mi pilar más firme, por su gran amor, comprensión y aliento en cada etapa de esta travesía. Sin su respaldo, este logro no hubiera sido posible.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XIII
CAPITULO I.....	15
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	15
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA BASE	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	16
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	16
1.3. OBJETIVOS	17
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	17
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	17
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	18
1.4.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL	18
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
CAPITULO II.....	20
MARCO TEÓRICO	20
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	20

2.1.1.	ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	20
2.1.2.	ANTECEDENTES NACIONALES	21
2.1.3.	ANTECEDENTES LOCALES.....	23
2.2.	BASES TEÓRICAS	24
2.2.1.	SISTEMA ESTRUCTURAL DE ACERO.....	24
2.2.2.	SISTEMA ESTRUCTURAL DE MADERA.....	26
2.2.3.	SISTEMA ESTRUCTURAL DE CONCRETO ARMADO	30
2.2.4.	DISEÑO SISMORRESISTENTE	34
2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	40
2.4.	HIPÓTESIS	41
2.4.1.	HIPÓTESIS GENERAL	41
2.4.2.	HIPÓTESIS ESPECIFICA	42
2.5.	VARIABLES.....	42
2.5.1.	VARIABLE DEPENDIENTE	42
2.5.2.	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	42
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	43
CAPITULO III.....		45
METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN.....		45
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	45
3.1.1.	ENFOQUE.....	45
3.1.2.	ALCANCE O NIVEL	45
3.1.3.	DISEÑO.....	45
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	46
3.2.1.	POBLACIÓN	46
3.2.2.	MUESTRA.....	46
3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	48
3.3.1.	PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	48

3.3.2.	PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	49
3.3.3.	PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS	50
CAPITULO IV.....		51
RESULTADOS.....		51
4.1.	PROCESAMIENTO DE DATOS.....	51
4.1.1.	DESCRIPCION DE LA EDIFICACIÓN.....	51
4.1.2.	PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO ESTRUCTURAL.....	52
4.1.3.	SOFTWARE DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL UTILIZADO.....	53
4.1.4.	CRITERIO DE EVALUACIÓN ESTRUCTURAL (HIPÓTESIS DE ANÁLISIS).....	54
4.1.5.	DEFINICIÓN DE MATERIALES.....	56
4.1.6.	METRADO DE CARGAS	60
4.1.7.	RECUBRIMIENTO PARA LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES 64	
4.1.8.	CONSIDERACIONES SÍSMICAS	64
4.2.	CONTRASTACIÓN Y PRUEBA DE HIPÓTESIS	66
4.2.1.	HIPÓTESIS GENERAL.....	66
4.2.2.	HIPÓTESIS ESPECIFICA 1.....	79
4.2.3.	HIPÓTESIS ESPECIFICA 2.....	100
4.2.4.	HIPÓTESIS ESPECIFICA 3	113
CAPITULO V.....		119
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		119
CONCLUSIONES		123
RECOMENDACIONES.....		126
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		127
ANEXOS.....		130

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Combinaciones de carga	26
Tabla 2 Combinaciones de carga	31
Tabla 3 Perfiles del suelo.....	31
Tabla 4 Factor S	32
Tabla 5 Factor T_p y T_I	32
Tabla 6 Factor zona del Perú.....	35
Tabla 7 Clasificación de los Perfiles de suelo	35
Tabla 8 Factor de Suelo “S” según zona	36
Tabla 9 Períodos “ T_p ” y T_I ”	36
Tabla 10 Categoría de las Edificaciones y factor “U”	36
Tabla 11 Coeficientes de reducción según sistemas Estructurales	36
Tabla 12 Operacionalización de variables	43
Tabla 13 Límites máximos de las derivas	53
Tabla 14 Propiedades de los materiales	57
Tabla 15 Cargas del sistema de concreto armado.....	62
Tabla 16 Cargas del sistema de acero y madera.....	62
Tabla 17 Cargas por viento.....	63
Tabla 18 Aplicación de cargas por viento	69
Tabla 19 Cortantes basales con el sistema de acero y madera	73
Tabla 20 Fuerzas sísmicas con el sistema de acero y madera	74
Tabla 21 Derivas con el sistema de acero y madera	74
Tabla 22 Cortantes basales con el sistema de concreto armado	76
Tabla 23 Fuerzas sísmicas con el sistema de concreto armado.....	76
Tabla 24 Derivas con el sistema de concreto armado	77
Tabla 25 Rango de datos de ambos sistemas.....	78
Tabla 26 Valor de U de ambos sistemas	78
Tabla 27 Prueba de Mann-Whitney U.....	78
Tabla 28 Predimensionamiento de la losa	80
Tabla 29 Cargas muertas del sistema de acero y madera.....	81
Tabla 30 Carga viva del sistema de acero y madera	81
Tabla 31 Cargas por piso del sistema de acero y madera.....	81
Tabla 32 Módulo de elasticidad del sistema de acero y madera	82
Tabla 33 Cargas de soporte de vigas	82
Tabla 34 Módulo de elasticidad para vigas.....	82
Tabla 35 Deformación en secciones de vigas	83
Tabla 36 Cargas a soportar de columna	83
Tabla 37 Valores de diseño de columna.....	84
Tabla 38 Secciones de diseño de columnas.....	84
Tabla 39 Valores del esfuerzo admisible	84
Tabla 40 Cortantes basales con el sistema de acero y madera	92
Tabla 41 Fuerzas sísmicas con el sistema de acero y madera	92

Tabla 42 Cortantes basales con el sistema de concreto armado	97
Tabla 43 Fuerzas sísmicas con el sistema de concreto armado.....	98
Tabla 44 Rango de datos de ambos sistemas	98
Tabla 58 Valor de U de ambos sistemas	99
Tabla 46 Prueba de Mann-Whitney U.....	99
Tabla 47 Coeficientes de reducción para el sistema de acero y madera...	101
Tabla 48 Desplazamientos máximos para el sistema de acero y madera .	104
Tabla 49 Derivas máximas obtenidas del sistema de acero y madera	104
Tabla 50 Irregularidades en X del sistema de acero y madera	104
Tabla 51 Irregularidades en Y del sistema de acero y madera	105
Tabla 52 Irregularidades en X en planta del sistema de acero y madera ..	105
Tabla 53 Irregularidades en X en planta del sistema de acero y madera ..	105
Tabla 54 Irregularidad en Y en planta del sistema de acero y madera	105
Tabla 55 Irregularidad en Y en planta del sistema de acero y madera	105
Tabla 56 Coeficientes de reducción para el sistema de concreto armado .	107
Tabla 57 Desplazamientos máximos del sistema de concreto armado	109
Tabla 58 Derivas máximas obtenidas del sistema de concreto armado	110
Tabla 59 Irregularidades en X del sistema de concreto armado	110
Tabla 60 Irregularidades en Y del sistema de concreto armado	110
Tabla 61 Irregularidades en X en planta del sistema de concreto armado	111
Tabla 62 Irregularidades en X en planta del sistema de concreto armado	111
Tabla 63 Irregularidades en Y en planta del sistema de concreto armado	111
Tabla 64 Irregularidades en Y en planta del sistema de concreto armado	111
Tabla 65 Rango de datos de ambos sistemas	112
Tabla 58 Valor de U de ambos sistemas	112
Tabla 67 Prueba de Mann-Whitney U.....	112
Tabla 68 Presupuesto con el sistema de acero y madera	113
Tabla 69 Presupuesto con el sistema de concreto armado	115
Tabla 70 Rango de datos de ambos sistemas	117
Tabla 71 Valor de U de ambos sistemas	117
Tabla 72 Prueba de Mann-Whitney U.....	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Estabilidad de vigas de madera 1	28
Figura 2	Estabilidad de vigas de madera 2	29
Figura 3	Estabilidad de vigas de madera 3	29
Figura 4	Estabilidad de vigas de madera 4	30
Figura 5	Mapa territorial dividido en cuatro zonas.	35
Figura 6	Planta de la caseta turística	51
Figura 7	Propiedades del concreto	58
Figura 8	Propiedades del acero corrugado	59
Figura 9	Propiedades del acero estructural	59
Figura 10	Propiedades del acero estructural	60
Figura 11	Modelación de las secciones del sistema de acero y madera	66
Figura 12	Carga muerta en el segundo piso del sistema de acero y madera	67
Figura 13	Carga viva en el segundo piso del sistema de acero y madera ..	67
Figura 14	Carga muerta en el primer piso del sistema de acero y madera.	68
Figura 15	Carga viva en el primer piso del sistema de acero y madera	68
Figura 16	Carga de viento en X-X positivo	70
Figura 17	Carga de viento en X-X negativo	70
Figura 18	Carga de viento en Y-Y positivo	71
Figura 19	Carga de viento en Y-Y negativo	71
Figura 20	Fuerzas axiales últimos del sistema de acero y madera.....	72
Figura 21	Momentos últimos del sistema de acero y madera.....	72
Figura 22	Cortantes últimos del sistema de acero y madera	73
Figura 23	Sección de los elementos metálicos con el sistema de acero y madera.....	74
Figura 24	Momentos últimos del sistema de concreto armado	75
Figura 25	Cortantes últimos del sistema de concreto armado	76
Figura 26	Elementos estructurales diseñadas con el sistema de concreto armado.....	77
Figura 27	Dirección de losa maciza	80
Figura 28	Predimensionamiento de perfiles de acero.....	86
Figura 29	Predimensionamiento de perfiles de acero.....	86
Figura 30	Predimensionamiento de perfiles de acero.....	87
Figura 31	Predimensionamiento de perfiles de acero.....	87
Figura 32	Predimensionamiento de perfiles de acero.....	88
Figura 33	Predimensionamiento de perfiles de acero.....	88
Figura 34	Perfil de acero de diseño	89
Figura 35	Vista 3D de la caseta turística	89
Figura 36	Asignación de secciones en el segundo nivel con el sistema de acero y madera	90

Figura 37	Asignación de secciones en el primer nivel con el sistema de acero y madera.....	90
Figura 38	Asignación de secciones de columnas con el sistema de acero y madera.....	91
Figura 39	Parámetros para el análisis modal del sistema de acero y madera.....	92
Figura 40	Sección de viga diseñada de concreto armado	93
Figura 41	Sección de viga diseñada de concreto armado	94
Figura 42	Sección de columna diseñada de concreto armado	94
Figura 43	Losas aligeradas en una sola dirección	95
Figura 44	Estructura de concreto armado de la caseta turística	95
Figura 45	Asignación de secciones con el sistema de concreto armado....	96
Figura 46	Asignación de secciones con el sistema de concreto armado....	96
Figura 47	Parámetros para el análisis modal con el sistema de concreto armado.....	97
Figura 48	Espectro de diseño con el sistema de acero y madera.....	100
Figura 49	Estimación de pesos y cargas	102
Figura 50	Estimación de pesos y cargas	102
Figura 51	Análisis estático dirección X para el sistema de acero y madera.....	103
Figura 52	Análisis estático dirección Y para el sistema de acero y madera.....	103
Figura 53	Espectro de diseño con el sistema de concreto armado.....	106
Figura 54	Estimación de pesos y cargas	107
Figura 55	Estimación de pesos y cargas	108
Figura 56	Análisis estático dirección X para el sistema de concreto armado.....	108
Figura 57	Análisis estático dirección Y para el sistema de concreto armado.....	109
Figura 58	Caseta turística.....	144
Figura 59	Diseño y modelado estructural	145
Figura 60	Diseño y modelado estructural	145
Figura 61	Diseño y modelado estructural	146
Figura 62	Diseño y modelado estructural	146

RESUMEN

Este trabajo de investigación analizó y comparó el diseño sismorresistente y económico de un sistema estructural de acero y madera y el sistema de concreto armado para las casetas turísticas en el distrito de Amarilis. Donde tuvo como principal objetivo determinar la diferencia del análisis comparativo del diseño sismorresistente de un sistema estructural de acero y madera y el sistema de concreto armado para las casetas turísticas. Donde para poder obtener estos resultados se tuvo que hacer estudios precisos y detallados como el ensayo para obtener la capacidad portante, el diseño estructural así como el modelado de esta y metrado de materiales así como los costos del proyecto por cada sistema estructural. Siendo estos resultados con el sistema estructural de acero y madera la fuerza cortante basal en la dirección X-X obtuvo el valor de 8.975 Tnf y en la dirección Y-Y obtuvo el valor de 8.832 Tnf, también las derivas en dirección X-X fue de 0.00595 como máximo y las derivas en dirección Y-Y fue de 0.00779 siendo inferiores a 0.010 como indica la norma E.060 (2019) y también las dimensiones de la sección de columna es de 300x300x12 mm y la dimensión de la sección de vigas es de 200x400x12 mm y donde por último el costo total del proyecto con este sistema fue de S/. 94,555.71; de la misma manera con el sistema estructural de concreto armado la fuerza cortante basal en la dirección X-X obtuvo el valor de 9.365 Tnf y en la dirección Y-Y obtuvo el valor de 9.365 Tnf, así mismo las derivas en dirección X-X fue de 0.00601 como máximo y las derivas en dirección Y-Y fue de 0.00601 siendo inferiores a 0.007 como indica la norma E.060 (2019) y por último el costo total del proyecto con este sistema fue de S/. 99,084.80. Concluyendo así que al aplicar el sistema de acero y madera se obtuvieron mejores resultados tanto en las cortantes basales y en los desplazamientos laterales demostrando que el diseño sismorresistente de un sistema estructural de acero y madera es óptimo con respecto al sistema de concreto armado para las casetas turísticas del distrito de Amarilis en Huánuco.

Palabras clave: Sistema estructural, acero, madera, perfiles, concreto armado, modelación estructural, sismos, desplazamientos laterales.

ABSTRACT

This research analyzed and compared the seismic-resistant and cost-effective design of a steel and wood structural system and a reinforced concrete system for tourist booths in the Amarilis district. The main objective was to determine the differences in the comparative analysis of the seismic-resistant design of a steel and wood structural system and a reinforced concrete system for tourist booths. Obtaining these results required precise and detailed studies, such as load-bearing capacity testing, structural design, and material modeling and measurement, as well as project costs for each structural system. Being these results with the structural system of steel and wood the basal shear force in the X-X direction obtained the value of 8,975 Tnf and in the Y-Y direction it obtained the value of 8,832 Tnf, also the drifts in the X-X direction were 0.00595 maximum and the drifts in the Y-Y direction were 0.00779 being less than 0.010 as indicated by the E.060 standard (2019) and also the dimensions of the column section are 300x300x12 mm and the dimension of the beam section is 200x400x12 mm and where finally the total cost of the project with this system was S/. 94,555.71; In the same way with the reinforced concrete structural system, the basal shear force in the X-X direction obtained the value of 9.365 Tnf and in the Y-Y direction it obtained the value of 9.365 Tnf, likewise the drifts in the X-X direction were 0.00601 maximum and the drifts in the Y-Y direction were 0.00601 being less than 0.007 as indicated by standard E.060 (2019) and finally the total cost of the project with this system was S/. 99,084.80. Thus concluding that by applying the steel and wood system, better results were obtained both in the basal shears and in the lateral displacements, demonstrating that the earthquake-resistant design of a steel and wood structural system is optimal with respect to the reinforced concrete system for the tourist booths of the Amarilis district in Huánuco.

Keywords: Structural system, steel, wood, profiles, reinforced concrete, structural modeling, earthquakes, lateral displacements.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el sector turístico en el distrito de Amarilis de la región Huánuco, viene experimentando un crecimiento sostenido que exige nuevas infraestructuras capaces de responder tanto a las necesidades de los visitantes como a las condiciones geográficas y sísmicas propias de la región. Entre estas infraestructuras destacan las casetas turísticas, concebidas como espacios de apoyo y servicios básicos, cuya construcción requiere soluciones estructurales seguras, funcionales y económicamente viables. La problemática surge al analizar los sistemas constructivos más empleados en este tipo de edificaciones. Tradicionalmente, el concreto armado ha sido la opción predominante, debido a su durabilidad y resistencia. Sin embargo, este sistema presenta desventajas como elevados costos de ejecución, mayor tiempo constructivo, dificultad en el transporte de materiales y un peso considerable que incrementa las exigencias sísmicas.

Ante este panorama, se plantea la urgencia de explorar alternativas más eficientes y sostenibles que garanticen seguridad estructural y, al mismo tiempo, representen una solución más accesible para los proyectos turísticos locales. En este contexto, surge como opción el empleo de sistemas estructurales que combinan perfiles de acero y madera, materiales que ofrecen ventajas relevantes frente al concreto armado. El acero, gracias a su alta relación resistencia-peso, permite diseñar estructuras más livianas, flexibles y de rápida instalación, lo que resulta favorable en zonas de sismicidad frecuente como Huánuco. Por su parte, la madera, además de ser un recurso renovable, proporciona propiedades mecánicas adecuadas, aislamiento térmico y un acabado estético que armoniza con el entorno natural, potenciando la identidad turística del espacio.

El diseño sismorresistente es un aspecto central en esta comparación, dado que la región se encuentra en una zona de alto riesgo a movimientos telúricos. El concreto armado, aunque resistente, acumula gran rigidez y peso, lo que puede aumentar la vulnerabilidad estructural. En contraste, el sistema de acero y madera presenta un mejor desempeño dinámico al disipar energía sísmica con mayor eficiencia. Desde el punto de vista económico, los sistemas tradicionales de concreto armado generan altos gastos en cimentaciones,

encofrados, curado y mano de obra especializada, lo cual encarece el proyecto. En cambio, el uso de acero y madera permite reducir significativamente los tiempos de ejecución, optimizar la logística de transporte y disminuir desperdicios, generando un ahorro considerable en el presupuesto global. En el ámbito turístico, la apariencia estética y la integración al paisaje juegan un papel importante. Las casetas construidas con acero y madera no solo ofrecen seguridad y funcionalidad, sino también una imagen atractiva y acorde al entorno natural, lo cual mejora la percepción del visitante y eleva la competitividad del destino.

Los resultados esperados de este análisis comparativo indican que el sistema estructural de acero y madera puede superar al concreto armado en términos de eficiencia sismorresistente y rentabilidad económica, sin sacrificar la seguridad ni la vida útil de las casetas. De este modo, se consolida como una alternativa innovadora y viable para proyectos turísticos en la región. Asimismo, la versatilidad de este sistema facilita ampliaciones o adaptaciones futuras de las casetas turísticas, aspecto que en el concreto armado resulta más costoso y complejo. Esta flexibilidad en el diseño representa un valor agregado para los gestores de infraestructura turística. La investigación busca demostrar con análisis técnicos, cálculos estructurales y cuadros comparativos que la alternativa de acero y madera no solo es factible, sino preferible frente al concreto armado, siempre que se cumpla con los estándares de diseño sismorresistente vigentes en el país.

En conclusión, este trabajo plantea como hipótesis que el sistema estructural de acero y madera es más eficiente y beneficioso que el concreto armado en la construcción de casetas turísticas en Amarilis, Huánuco. De esta manera, se pretende contribuir con un estudio que respalde decisiones técnicas y económicas orientadas a mejorar la infraestructura turística de la región con criterios de seguridad, sostenibilidad y competitividad.

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA BASE

Internacionalmente, la industria de la construcción enfrenta el desafío de encontrar soluciones sostenibles y eficientes que respondan a la creciente demanda de edificaciones en un mundo que busca reducir su huella de carbono. La comparación entre construcciones de acero, madera y concreto armado se ha convertido en un tema crucial, ya que cada material ofrece ventajas y desventajas en términos de costos, impacto ambiental, durabilidad y tiempo de construcción. En países desarrollados y en vías de desarrollo, la elección del material constructivo se ve influenciada por factores como la disponibilidad de recursos, la normativa local, y las condiciones climáticas, lo que genera un debate constante sobre cuál es la opción más adecuada para diferentes tipos de edificaciones, así mismo Julcarima y Mejia (2020) demuestran al hacer una comparativa de una estructura de concreto armado y estructuras de acero, ambos cumplen con el diseño estructural pero la estructura con acero es más ligera 30% menos que el de concreto armado.

En el Perú la actividad constructora enfrenta una transición hacia prácticas más sostenibles, donde se busca equilibrar la eficiencia estructural con la sostenibilidad ambiental. En este contexto, las construcciones de acero y madera han ganado terreno como alternativas al concreto armado, tradicionalmente dominante en el país. Sin embargo, existen preocupaciones sobre la adaptabilidad de estos materiales a las condiciones locales, la resistencia sísmica y la disponibilidad de recursos, lo que requiere una evaluación exhaustiva para determinar cuál material se adapta mejor a las necesidades y desafíos específicos del país. La comparación entre estos materiales es fundamental para informar futuras políticas y regulaciones en el sector de la construcción.

Em Huánuco las variaciones climáticas, la disponibilidad de materiales y los riesgos naturales, como los sismos, influyen significativamente en la elección del material constructivo. En regiones propensas a terremotos, por ejemplo, la resistencia del concreto armado ha sido tradicionalmente valorada,

pero la creciente conciencia sobre la sostenibilidad ha llevado a explorar el uso de acero y madera como alternativas viables. La comparación de estos materiales en el contexto regional es esencial como menciona Gamarra (2023) al plantear edificaciones destinadas para viviendas con acero estructural, los elementos con este material cumplen con el diseño sismorresistente pero también demuestra que son significativamente más rentables ya que sus secciones son menos robustas que una de concreto tradicional, por consiguiente resulta conveniente tomar en cuenta este sistema constructivo para desarrollar soluciones constructivas que no solo sean duraderas y seguras, sino que también respeten el entorno y respondan a las particularidades locales, fomentando un desarrollo más equilibrado y sostenible en la región.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál será el análisis comparativo del diseño sismorresistente de un sistema estructural de acero y madera y el sistema de concreto armado para las casetas turísticas-Amarilis-Huánuco-2024?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál será la diferencia del análisis estático entre un sistema estructural de acero y madera y el sistema de concreto armado para las casetas turísticas-Amarilis-Huánuco-2024?
- ¿Cómo será el análisis dinámico entre un sistema estructural de acero y madera y el sistema de concreto armado para las casetas turísticas-Amarilis-Huánuco-2024?
- ¿Cuánto será la diferencia del análisis económico entre un sistema estructural de acero y madera y el sistema de concreto armado para las casetas turísticas-Amarilis-Huánuco-2024?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la diferencia del análisis comparativo del diseño sismorresistente de un sistema estructural de acero y madera y el sistema de concreto armado para las casetas turísticas-Amarilis-Huánuco-2024.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la diferencia del análisis estático entre un sistema estructural de acero y madera y el sistema de concreto armado para las casetas turísticas-Amarilis-Huánuco-2024.
- Determinar la diferencia del análisis dinámico entre un sistema estructural de acero y madera y el sistema de concreto armado para las casetas turísticas-Amarilis-Huánuco-2024.
- Determinar la diferencia del análisis económico entre un sistema estructural de acero y madera y el sistema de concreto armado para las casetas turísticas-Amarilis-Huánuco-2024.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La valoración de construcciones hechas de acero, madera y concreto armado tiene una base teórica en el estudio de las propiedades mecánicas, térmicas y ambientales de estos materiales. Desde un enfoque teórico, este trabajo de investigación permite profundizar en el análisis de la resistencia, durabilidad y comportamiento de cada material bajo diferentes condiciones, como cargas estructurales, sismos y exposición a elementos naturales. Además, esta investigación contribuye al cuerpo de conocimiento existente en la ingeniería civil y arquitectura, proporcionando datos y modelos que pueden ser utilizados para optimizar el diseño estructural y mejorar la eficiencia energética de las edificaciones.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

El estudio es crucial para los profesionales de la construcción y el diseño, ya que ofrece una comparación directa de las ventajas y desventajas de utilizar acero, madera o concreto armado en diferentes tipos de edificaciones. El estudio puede ayudar a los ingenieros a tomar decisiones más informadas sobre la selección de materiales, considerando factores como costos, tiempo de construcción, mantenimiento y adaptabilidad a diferentes entornos. Además, esta investigación puede conducir al desarrollo de mejores prácticas y directrices que optimicen la seguridad, la sostenibilidad y la eficiencia de las construcciones, beneficiando así al sector de la construcción en general.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Desde una perspectiva social, la investigación tiene un impacto significativo al promover la construcción de viviendas e infraestructuras que sean seguras, asequibles y sostenibles. La elección del material constructivo influye directamente en la calidad de vida de las personas, ya que afecta la seguridad de las viviendas, el confort térmico, la durabilidad de las estructuras y el impacto ambiental. Al comparar las construcciones de acero, madera y concreto armado, esta investigación busca identificar las opciones que mejor satisfacen las necesidades de la población, teniendo en cuenta factores como la resistencia sísmica, la accesibilidad económica y la sostenibilidad a largo plazo. Así, el estudio no solo contribuye al bienestar de las comunidades, sino que también apoya el desarrollo de entornos más resilientes y equitativos.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- Se realizó el diseño estructural con ambos sistemas constructivos, pero teniendo en cuenta solo los parámetros del distrito de Amarilis.
- Las investigaciones relacionadas al diseño de acero y madera son escasas a nivel regional.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Viabilidad económica:

A nivel económico mi persona cubrió los gastos necesarios que requiere la investigación para obtener los estudios y resultados necesarios.

Viabilidad técnica:

Se tuvo el apoyo de la parte administrativa de la municipalidad e Amarilis que brindará la información necesaria del proyecto.

Viabilidad de recursos humanos:

Se tuvo el apoyo de profesionales y asesores externos que guiaran para realizar los análisis respectivos de los diseños.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Ruiz (2022) en su tesis titulada “Pruebas de carga estáticas y dinámicas en una plataforma de madera estructural” tuvo como objetivo hacer una evaluación modal experimental (EMA) para determinar los parámetros modales que diagnostiquen el comportamiento dinámico asociado al primer modo de la estructura, donde obtuvo como resultados: El ratio entre la masa cargada y la masa modal obtenida es igual a 0,855. La rigidez estática es 90929,34 N/m o 94190,27 N/m. Obteniéndose un valor promedio de la rigidez estática igual a 92559,81 N/m. Mientras que el valor de la rigidez dinámica en promedio es 112590,69 N/m. Por tanto, el ratio entre ambas rigideces es igual a 0,822. Concluyendo que la plataforma se comporta como se esperaba en un primer momento cumpliendo con las condiciones operativas para el estado de cargas.

Bello (2021) en su tesis titulada “Comportamiento estructural de pórticos de acero con uniones atornilladas con placa frontal rigidizada precalificadas para sismo” tuvo como objetivo principal de dar un diseño frente al sismo de la estructura planteada, realizándolo a través de un análisis estático no lineal, verificando su comportamiento por medio de un análisis global elástico, donde se obtuvo los siguientes resultados: Los periodos naturales por nivel fueron; periodo nudo rígido de 0,99; periodo nudo 8t de 1,19 y periodo nudo 12t de 1,13. Donde aumentando la flexibilidad de los entresijos también se da un aumento en los periodos de oscilación de la estructura. Concluyendo que la se debe tener bastante cuidado en las uniones de las piezas de acero ya que son zonas donde se dan discontinuidades, siendo las áreas en las que se debe tener mayor detalla durante su diseño.

Jurado (2020) en su tesis titulada “Diseño y evaluación del desempeño estructural de un edificio de acero con arriostramientos de pandeo restringido” tuvo como objetivo analizar las fuentes de no linealidad y su efecto en el funcionamiento de la estructura con el análisis pushover, obteniendo los resultados: Los 3 primeros modos de vibración fueron; modo 1 = 1.24; modo 2 = 1.19; modo 3 = 0.77; del modelo se verificó que las derivas de todos los pisos no superen el 1% de la altura del piso entre ejes. Concluyendo así que La estructura se mantiene en el rango elástico para cortantes basales menores al de diseño en los tres casos de no linealidad; El desplazamiento inelástico (obtenido del NSP) es menor al desplazamiento elástico (calculado en el análisis lineal) un 14% en dirección X y un 19% en dirección Y.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Julcarima y Mejia (2020) en su tesis titulada “Análisis comparativo entre estructuras de concreto armado y estructuras de acero para diseño de viviendas multifamiliares, Villa el Salvador, 2020” tuvo como objetivo específico comparar entre el presupuesto de la estructura de concreto armado y la estructura de acero evaluando cual es el más económico para la elaboración en la zona, donde se obtuvo los siguientes resultados: La cortante basal de concreto armado fue de 117.87 Tn y la cortante basal de acero fue de 62.10 Tn, lo que significa que la estructura de concreto armado tendrá mayores fuerzas laterales en comparación a la de acero que tiene mucho menos, la estructura de acero es más liviana en un 30% menos que el peso de la estructura de concreto armado.

Cruzado (2021) en su tesis titulada “Diseño estructural de un edificio de oficinas con estructuras de acero y losas colaborantes en la ciudad de Trujillo” tuvo como objetivo específico utilizar la normativa vigente del R.N.E. y las especificaciones AISC, en el diseño estructural de la construcción con acero estructural de dos niveles, donde se obtuvo los siguientes resultados: Ante cargas laterales como el sismo la edificación es confiable ya que la deriva máxima de la estructura tanto

para la dirección “X” como para la dirección “Y” es de 0.011 muy por debajo de lo estipulado en la norma para estructuras de acero que es de 0.0017, para lograr esta deriva se tuvo que agregar a la estructura arriostres en cada uno de las caras de la edificación que ayudan a reducir el desplazamiento sísmico que generaba.

Chicol (2022) en su tesis titulada “Diseño de estructura metálica del edificio comercial- multifamiliar utilizando aislación sísmica, Olmos, Lambayeque” tuvo como objetivo principal diseñar una estructura metálica de una edificación usando aislación sísmica, donde se obtuvo los siguientes resultados: la masa participativa del primer y el segundo modo representan el 82% y el 85%. También se observa que las estructuras de acero no tienen mayor peso a la estructura y por ende tiene una fuerza sísmica mínima. Donde se sugiere realizar el Para diseño por viento y no por resistencia, ya que el viento es un factor crítico para el diseño por servicio Concluyendo que la deriva máxima de entrepiso es de 0.0017 cumpliendo con la deriva límite establecido por la Norma E.030.

Melo (2023) en su tesis titulada “Análisis del diseño y comportamiento de una estructura aporricada de madera como sistema alternativo para un proyecto de edificación residencial y comercial de mediana altura en el norte de Quito, 2022” tuvo como objetivo principal plantear una estructura con perfiles de madera para una estructura, obteniendo los resultados de las derivas para los casos estáticos en $X = 0.003571$ piso 2 y en $Y = 0.005203$ piso 2; derivas para los casos dinámicos en $X = 0.00317$ piso 2 y en $Y = 0.003891$ piso 2. Concluyendo que se dar mayor rigidez aumentando las secciones de los elementos estructurales cuando no se cumple con los valores establecidos por las derivas, planteando diferentes alternativas como el uso de mallas o mejorar el tema de las uniones de las piezas siempre respetando el diseño de la arquitectura planteada inicialmente.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Gamarra (2023) en su tesis titulada “Rentabilidad en la construcción de viviendas multifamiliares diseñadas con acero estructural en la ciudad de Huánuco” tuvo como objetivo específico estimar los beneficios de una construcción con acero estructural, obteniendo resultados donde el análisis estático en X se tuvo una deriva de 0.0094, que al ser multiplicado por 0.75R, resulta 0.0282 y para el análisis estático en Y la deriva fue de 0.019518, al ser multiplicado por 0.75R nos da 0.058554. Por lo tanto para el estudio planteado de una estructura de 4 pisos con acero estructural cumple perfectamente con las condiciones de la normal. Concluyendo que se pueden construir estructuras con acero estructural sin necesidad de modificar sus dimensiones ni hacerlos más grandes ni sobredimensionadas.

Apolinario (2022) en su tesis titulada “Diseño estructural en concreto armado de un edificio multifamiliar de cinco pisos en la ciudad de Huánuco – 2021” tuvo como objetivo principal hacer un diseño sismorresistente de una vivienda multifamiliar de concreto armado de 05 niveles, obteniendo resultados: Los 6 primeros modos de vibración fueron; modo 1 = 0.447; modo 2 = 0.372; modo 3 = 0.283; modo 4 = 0.111; modo 5 = 0.097; modo 6 = 0.074. Se consideró hasta el modo 6 ya que la masa participativa acumulada en ambas direcciones cumple con el mínimo de 90%. Concluyendo que todo el proceso secuencial desde el predimensionamiento, distribución, diseño y verificación de los resultados debe hacerse con la aplicación de las normas vigentes en el Perú.

Guerra (2022) en su tesis titulada “Análisis y diseño estructural con el software ETABS de un edificio comercial de 5 niveles de concreto armado, Huánuco - Huánuco -2022” tuvo como objetivo principal hacer un diseño sísmico con el software ETABS de una estructura comercial de 5 pisos de concreto armado, donde obtuvo los siguientes resultados: el periodo de vibración fue de 0.314 en X y 0.266 en Y. Las derivas

obtenidas fueron de 0.0038 en X y 0.0023 en Y, cumpliendo con la norma siendo inferior a 0.007. Concluyendo que el desplazamiento máximo se encuentra en el piso 5 siendo 0.31 cm en la dirección Y y 0.43 cm en X.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. SISTEMA ESTRUCTURAL DE ACERO

Según la NTP E.090 (2020) el término acero estructural se referirá a aquellos elementos de acero de sistemas estructurales de pórticos y reticulados que sean parte esencial para soportar las cargas de diseño. Para el diseño de secciones dobladas en frío o perfiles plegados se recomienda utilizar las Normas del American Iron and Steel Institute (AISI).

2.2.1.1. VENTAJAS DEL ACERO ESTRUCTURAL

McCormac y Csernak (2013) mencionan las ventajas que presenta el acero estructural:

- Alta resistencia
- Uniformidad
- Elasticidad
- Durabilidad
- Ductilidad
- Tenacidad
- Ampliaciones de estructuras existentes

2.2.1.2. DESVENTAJAS DEL ACERO ESTRUCTURAL

McCormac y Csernak (2013) mencionan también las desventajas que presenta el acero estructural:

- **Corrosión**

La mayor parte de los aceros son susceptibles a la corrosión al estar expuestos al aire y al agua y, por consiguiente, deben pintarse periódicamente. Sin embargo, el uso de aceros intemperizados para ciertas aplicaciones, tiende a eliminar este costo.

- **Costo de la protección contra el fuego**

Aunque los miembros estructurales son incombustibles, sus resistencias se reducen considerablemente en temperaturas comúnmente se alcanzan en incendios.

- **Susceptibilidad al pandeo**

Cuanto más largos y esbeltos sean los miembros a compresión, tanto mayor es el peligro de pandeo. En la mayoría de las estructuras, el uso de columnas de acero es muy económico debido a sus relaciones elevadas de resistencia al peso.

- **Fatiga**

Su resistencia se puede reducir si se somete a un gran número de inversiones del sentido del esfuerzo, o bien, a un gran número de cambios en la magnitud de esfuerzo de tensión.

- **Fractura frágil**

Bajo ciertas condiciones, el acero puede perder su ductilidad y la fractura frágil puede ocurrir en lugares de concentración de esfuerzos. Las cargas que producen fatiga y muy bajas temperaturas agravan la situación.

2.2.1.3. PARÁMETROS DE DISEÑO DEL SISTEMA ESTRUCTURAL DE ACERO

- **Bases de Diseño**

La NTP E.090 (2020) menciona que la resistencia que se requiere se tiene que obtener bajo un análisis estructural de tal manera que las cargas que actúen sobre la estructura según sus combinaciones ya dichas con anterioridad.

La resistencia de diseño se va calcular multiplicando la resistencia nominal por el factor de resistencia.

- **Requisitos de diseño**

Área total: La sección de un miembro se determina mediante la suma de los productos de su ancho total por cada elemento a sección, para ángulos el ancho total es la suma de los ganchos de lados menos el espesor.

Estabilidad: Se debe proveer una estabilidad conjunta para cada uno de los miembros.

- **Combinaciones de carga**

Se empleará E.020.

Tabla 1

Combinaciones de carga

COMBINACIÓN DE CARGA	
1	1,4D
2	1,2D+1,6L+0,5(LT ó S ó R)
3	1,2D+1,6(LT ó S ó R) + (0,5L ó 0,8W)
4	1,2D+1,3W+0,5L+0,5(LT ó S ó R)
5	1,2D+-1,0E+0,5L+0,2S
6	0,9D+-(1,3W ó 1,0E)

Nota: Valores de diseño. Fuente: E.020 (2020).

Donde:

- D: Carga muerta
- L: Carga viva
- LT: Carga viva en techo
- W: Carga viento
- S: Carga nieve
- E: Carga de sismo
- R: Carga de lluvia

2.2.2. SISTEMA ESTRUCTURAL DE MADERA

La norma E.010 (2020) nos dice que la madera debe tener un contenido de humedad en equilibrio con el ambiente donde va a ser instalada.

Según la E.030 indica que las construcciones de madera deben incluir estructuras arriostradas tipo poste y viga y sistemas entramados.

2.2.2.1 PARÁMETROS DE DISEÑO DEL SISTEMA ESTRUCTURAL DE MADERA

La E.010 (2020) nos menciona las consideraciones de diseño con madera que son:

- **Métodos de diseño**

Se tiene que aplicar la metodología de fuerzas admisibles aplicando las cargas de servicio, así mismo se utilizara elementos estructurales que estén considerados bajo el criterio de resistencia, rigidez y estabilidad.

- **Requisito de resistencia**

Los elementos estructurales se diseñan bajo cargas de servicio, considerando que los coeficientes aplicables sean iguales o menores a las resistencias permitidas del material empleado.

- **Requisitos de rigidez**

Se debe cumplir que para las cargas de servicio se deberá hacer una evaluación de deformaciones:

Los desplazamientos de los sistemas estructurales o elementos estructurales deben ser menor igual que los admisibles así mismo las deformaciones que se generan por las uniones, instantáneas como diferidas.

- **Criterios para la elaboración del proyecto**

Se debe realizar conforme a lo indicado en la N.T.P. E.020, E.030 y según las características específicas de la madera a usar.

- **Consideraciones para la ejecución:**

Considerar el grupo estructural y la humedad de la madera a emplear, como también se debe realizar criterios de coordinación modular, y considerar las propiedades su rigidez y resistencia.

- **Contenido de humedad:**

La madera que se instala en obra no debe tener mayor al 22% de contenido de humedad.

- **Módulo de elasticidad**

Se tiene que utilizar un módulo de elasticidad mínimo, para los elementos de madera que serán sometidos a flexión, tracción o compresión en la dirección paralela a las fibras.

2.2.2.2 LINEAMIENTOS ESPECÍFICOS PARA DISEÑO DEL SISTEMA ESTRUCTURAL DE MADERA

- **Deflexiones admisibles:**

Actúan en los casos siguientes; Cargas vivas de servicio actuando solas, combinación más desfavorable de las cargas vivas permanentes y de servicio.

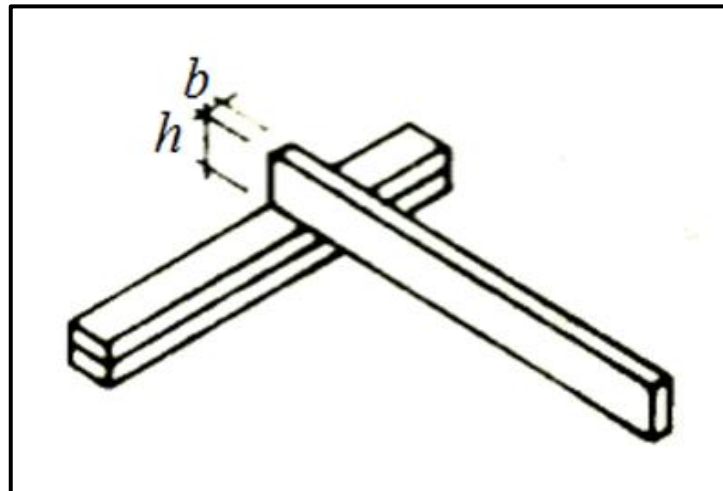
- **Estabilidad:**

Elementos estructurales como vigas o viguetas, etc. deben tener un arriostre adecuado para evitar pandeo. La longitud que no es arriostrada no debe exceder de 50 veces el espesor del elemento estructural.

- Relación $h/b=2$; no necesita apoyo.

Figura 1

Estabilidad de vigas de madera 1

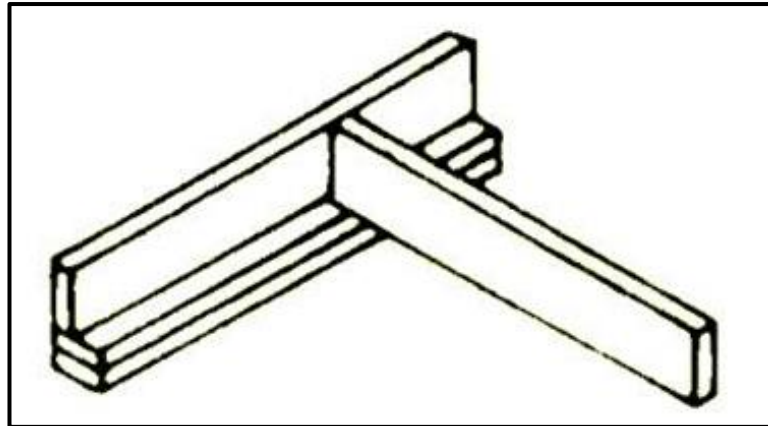


Nota: No necesita apoyo. Fuente: E.010 (2020).

- Relación $h/b=3$; se restringe el desplazamiento lateral de los apoyos.

Figura 2

Estabilidad de vigas de madera 2

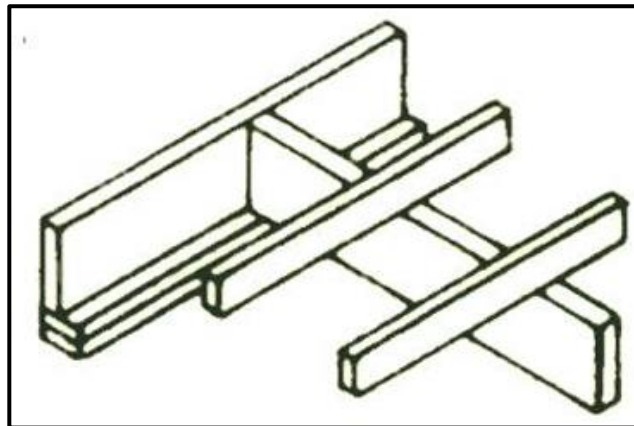


Nota: Se restringe el desplazamiento. Fuente: E.010 (2020).

- Relación $h/b=4$; se restringe el desplazamiento lateral de los apoyos además el borde en compresión no sea mayor a 60 cm.

Figura 3

Estabilidad de vigas de madera 3

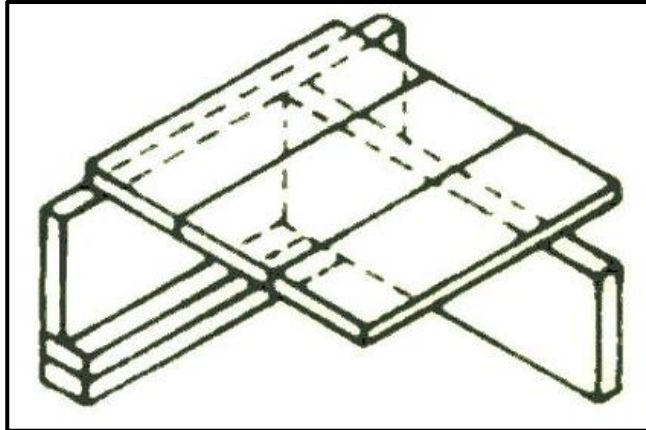


Nota: Se restringe el desplazamiento. Fuente: E.010 (2020).

- Relación $h/b=5$; se restringe desplazamiento lateral además el borde en compresión mediante un entablado continuo.

Figura 4

Estabilidad de vigas de madera 4



Nota: Se restringe el desplazamiento. Fuente: E.010 (2020).

- **Tipos de arriostramientos de elementos de madera**

Entrepisos y Techos: Debe tener un espesor mínimo de 18 mm

Los entablados se tienen que diseñar para resistir cargas uniformes y distribuidas, así mismo los tables destinados a entrepisos tienen que resistir cargas concentradas mínimo de 70 kilos.

2.2.3. SISTEMA ESTRUCTURAL DE CONCRETO ARMADO

Para el diseño estructural de concreto armado nos basaremos según el Reglamento Nacional de Edificaciones, las cuales son utilizados la E.020, E.030, E.050, E.060 respectivamente.

Según la Norma E.020; nos menciona que la edificación debe ser capaz de resistir las cargas mínimas de servicio:

- CM: Es la carga de todos los materiales como los elementos estructurales, tabiques, losas entre otros.
- CV: Viene a ser el peso de todos los elementos movibles que va a estar sobre la edificación.

2.2.3.1 PARÁMETROS DE DISEÑO DEL SISTEMA ESTRUCTURAL DE CONCRETO ARMADO

Según la Norma E.030 nos menciona que toda edificación debe ser diseñada para resistir las solicitantes sísmicas.

- Tiene que ser sismorresistente.
- Debe contar con el periodo fundamental de vibración en ambas direcciones.
- Espectro del diseño.
- Fuerza cortante en ambas direcciones.

• Combinaciones de carga

Las combinaciones de carga que se emplearan son:

Tabla 2

Combinaciones de carga

COMBINACIÓN DE CARGA
D
D+L
D+(W ó 0.70E)
(4) D+T
$\alpha [D+L+(W \text{ ó } 0.70E)]$
$\alpha [D+L+T]$
$\alpha [D+(W \text{ ó } 0.70E)+T]$
$\alpha [D+L+(W \text{ ó } 0.70E)+T]$

Nota: Valores de carga. Fuente: E.020 (2020).

• Condiciones Técnicas

✓ Perfiles de suelo

Tabla 3

Perfiles del suelo

CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	Vs	N60	Su
S0	> 1500 m/s	-	-
S1	500 m/s a 1500 m/s	> 50	> 100 kPa
S2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S3	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S4	Clasificación basada en el EMS		

Nota: Se muestra los diferentes perfiles del suelo. Fuente: E.030 (2016).

✓ **Parámetros de sitio (S, TP y TL)**

Tabla 4

Factor S

FACTORES DE SUELO "S"				
SUELO / ZONA	S0	S1	S2	S3
Z4	0,80	1,00	1,05	1,10
Z3	0,80	1,00	1,15	1,20
Z2	0,80	1,00	1,20	1,40
Z1	0,80	1,00	1,60	2,00

Nota: Valores de suelos. Fuente: E.030 (2016).

Tabla 5

Factor Tp y Tl

PERÍODOS "TP" Y "TL"				
	Perfil de suelo			
	S0	S1	S2	S3
TP(s)	0,3	0,4	0,6	1,0
TL(s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Nota: Se muestra los valores de Tp y Tl. Fuente: E.030 (2016).

✓ **Modos de vibración:**

se incluirán modos de vibración a la suma de masas efectivas siendo inferior 90% de la masa total en cada dirección, pero también se considerarán los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis.

• **Aceleración Espectral:**

se analiza para las direcciones horizontales un espectro inelástico de pseudo aceleraciones el cual es definido por: $S_a = ((Z.U.C.S) / R) * g$

Según la norma E.050 nos menciona que en el caso de las cimentaciones se tomara en cuenta las cargas brindadas por la estructura; de tal manera que las deformaciones presentadas en el suelo provoquen una distorsión angular menor que la permitida por la norma actual y produzcan presiones menores que las aceptables.

2.2.3.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE CONCRETO ARMADO

La norma E.060 nos menciona que el método de diseño sera usando factores como amplificación de cargas y las resistencias de diseño, así mismo los materiales que contempla el concreto armado son:

- **Cementos**

El cemento que se va utilizar debe cumplir los requisitos siguientes según la Norma Técnica Peruana.

- 334.009:2016 (Cemento Portland. Requisitos).
- 334.082:2016 (Cemento Portland. Requisitos de desempeño).
- 334.090:2016 (Cemento Portland adicionados. Requisitos).

- **Agregados**

- Los agregados para el concreto armado debe cumplir lo especificado en la NTP 400.037:2018 (agregados para concreto).
- Se podrá omitir si se demuestra que la trabajabilidad en el concreto no produzca la formación de vacíos o cangrejeras.

- **Agua**

- El agua para el concreto tiene que ser potable.
- Solo se podrá utilizar agua no potable cuando cumplan las siguientes condiciones:
- Agua limpia, sin contenido de aceite, ácidos, sales, sustancias que puedan ser perjudiciales.
- Para la mezcla del concreto se basaron en ensayos donde fueron utilizados agua de una sola fuente.

- **Acero de refuerzo**

- Según la NTP 341.031:2018 serán barras de acero al carbono corrugadas.

- El alambre corrugado para el refuerzo del concreto deberá cumplir según la NTP 341.068:2018.

- **Aditivos**

- Se debe usar utilizar aditivos que demuestren que al ser utilizados no alteren la composición ni el comportamiento de la dosificación del concreto.

2.2.4. DISEÑO SISMORRESISTENTE

Para el diseño sismorresistente de concreto armado nos según el Reglamento Nacional de Edificaciones, las cuales son utilizados la E.020, E.030, E.050, E.060 respectivamente:

2.2.4.1 PARÁMETRO DE DISEÑO SISMORRESISTENTE

- **Cargas de servicio**

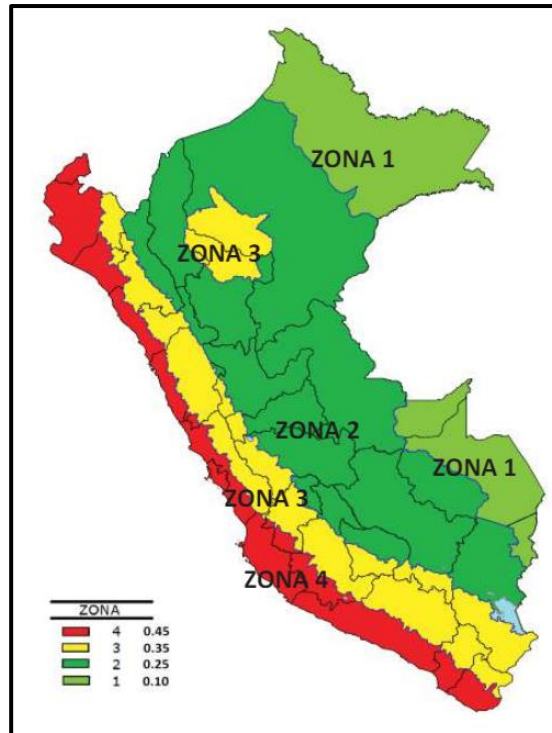
- Carga Muerta: Es el peso propio que soporta un edificio, incluido su propio peso, y es permanente.
- Carga Viva: Viene a ser el peso de todo ocupante movable ya sean materiales, equipos, muebles entre otros elementos que soporta la edificación.

- **Diseño sismorresistente según la Norma E.030 (2016) menciona:**

- Zonificación: El Perú está dividido en 04 zonas en la cual se le es asignado un factor Z por cada zona.

Figura 5

Mapa territorial dividido en cuatro zonas.



Nota: Valores para diseño. Fuente: Norma Técnica E0.30 (2016).

Tabla 6

Factor zona del Perú

FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Nota: Parámetros de diseño. Fuente: Norma Técnica E0.30 (2016).

- Perfiles de suelo: El tipo se clasifican según la velocidad promedio de propagación de ondas de corte (V_s); las cuales tenemos: Perfil tipo (S0: Roca dura; S1: Roca o suelos muy rígidos; S2: Suelos intermedios; S3: Suelos blandos; S4: Condiciones excepcionales).

Tabla 7

Clasificación de los Perfiles de suelo

Perfil	V_s	N60	Su
S0	>1500 m/s	-	-
S1	500 m/s a 1500 m/s	>50	>100 kPa

S2	180 m/s a 500 m/s	10 a 50	50 kPa a 100 kPa
S3	<180 m/s	<15	25 kPa a 50 kPa
S4	Clasificación basada en el EMS		

Nota: Parámetros de diseño. Fuente: Norma Técnica E0.30 (2016).

- Parámetros de Sitio (S, TP Y TL): Es considerado según el tipo de perfil del suelo y se utilizan los siguientes valores.

Tabla 8

Factor de Suelo "S" según zona

Suelo Zona	S0	S1	S2	S3
Z4	0,80	1,00	1,05	1,10
Z3	0,80	1,00	1,15	1,20
Z2	0,80	1,00	1,20	1,40
Z1	0,80	1,00	1,60	2,00

Nota: Parámetros de diseño. Fuente: Norma Técnica E0.30 (2016).

Tabla 9

Períodos "Tp" y Tl"

	Perfil de suelo			
	S0	S1	S2	S3
Tp(s)	0,3	0,4	0,6	1,0
Tl(s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Nota: Parámetros de diseño. Fuente: Norma Técnica E0.30 (2016).

- **Categoría de las edificaciones y Factor de Uso (U).**

Tabla 10

Categoría de las Edificaciones y factor "U"

CATEGORÍA	FACTOR U
A (Edificaciones esenciales)	1,5
B (Edificaciones Importantes)	1,3
C (Edificaciones Comunes)	1,0
D (Edificaciones Temporales)	Ver nota en normativa

Nota: Valores de diseño. Fuente: Norma Técnica E0.30 (2016).

- **Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R0).**

Tabla 11

Coeficientes de reducción según sistemas Estructurales

Sistema Estructural	Coficiente Básico de Reducción R0(*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	5
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	4
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	7
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	4
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos Dual	8
De muros estructurales	7
Muros de ductilidad limitada	6
Albañilería Armada o Confinada	4
Madera	3
	7(**)

Nota: Valores de diseño. Fuente: Norma Técnica E0.30 (2016).

2.2.4.2 PROCEDIMIENTO DE DISEÑO SISMORRESISTENTE

El método de diseño por concreto armado según Norma E.060 (2019) menciona:

- Métodos de diseño: Se utiliza en el diseño de estructuras de concreto armado. Se debe proporcionar una resistencia de diseño adecuada (ϕR_n) para todas las secciones de miembros estructurales utilizando un factor de carga y un factor de reducción de resistencia ϕ .
- Cargas: Se deberá diseñar para resistir toda carga que pueda soportar durante su vida útil.
- Método de Análisis: Los elementos estructurales se diseñarán para poder resistir los efectos máximos producidos por cargas amplificadas.

- **Cuantía mínima de acero**

Según la NTP E 060 menciona que la cuantía de refuerzo longitudinal no será menor que 1% ni mayor que 6%.

- **Equilibrio en la sección**

$$C_c = T$$

$$0.85 f'_c b a = A_s f_s$$

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

Donde a es la profundidad del bloque equivalente en compresión del concreto notaremos que el valor f_s depende de la deformación alcanzada por el acero siendo su mayor valor su esfuerzo de fluencia f_y .

Es de lo anterior que se concibe tres tipos de falla de una sección de viga simplemente reforzada.

1. Se conoce como falla dúctil; o sea cuando en la falla $\epsilon_s > \epsilon_y$.
2. Se conoce como falla balanceada, es decir cuando en la falla $\epsilon_s = \epsilon_y$.
3. Se conoce como falla frágil, es decir cuando la falla $\epsilon_s < \epsilon_y$.

- **Cuantía del acero en tracción (p)**

$$P = \frac{A_s}{bd}$$

Y, se define como antia mecánica o índice de refuerzo (w) a:

$$q = w = P \frac{f_y}{f'_c}$$

Condición de falla balanceada:

$$P_b = \beta_1 0.85 \left(\frac{6000}{6000 + f_y} \right)$$

- **Análisis de secciones de viga con falla dúctil**

Expresión de equilibrio

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

tomando momento respecto a un eje que pasa por el centroide del acero tenemos:

$$M_u = \phi M_n = \phi A_s f_y (d - a/2)$$

- **Diseño por flexión**

Para el diseño por flexión debemos saber que el tipo de falla deseable es la falla dúctil.

El Código ACI de los límites de cuantía para el diseño

- **Cuantía máxima:**

$$p_{\max} = 0.75 p_b$$

Para zona sísmica se tomará como cuantía máxima el valor de $0.5 p_b$

$$p_{\min} = \frac{14}{f_y}$$

$$p_{\min} = 0.8 \frac{\sqrt{f_c}}{f_y}$$

Finalmente

$$M_u = \phi b d^2 f'_c w(1-59 w)$$

- **Cálculo del acero:**

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y (d-a/2)}$$

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

- **Refuerzo longitudinal en columnas**

Según la NTP E 060 La cuantía de refuerzo longitudinal no será menor que 1% ni mayor que 6% del área total de la sección transversal. Cuando la cuantía exceda de 4%.

a) La cuantía volumétrica de refuerzo en espiral o de estribos cerrados de confinamiento circulares, p_s , será:

a1) Si $P_u \leq 0,3 f'_c A_g$ el mayor valor entre 21-2a y 21-2b

$$P_s = 0.45 \frac{f'_c}{f_{yt}} \left[\frac{A_g}{A_{ch}} \right] - 1$$

$$P_s = 0.12 \frac{f'_c}{f_{yt}}$$

a2) Si $P_u > 0,3 f'_c A_g$, el mayor valor entre 21-2a, 21-2b y 21-2c

$$P_s = 0.35 \frac{P_u}{f_{yt} A_{ch}}$$

b) En columnas de núcleo rectangular, el área total de la sección transversal del refuerzo de estribos cerrados de confinamiento rectangulares y grapas suplementarias, A_{sh} , será:

b1) Si $P_u \leq 0,3 f'c A_g$ el mayor valor entre 21-3a y 21-3b

$$\frac{A_{sh}}{s bc} = 0.3 \frac{f'c}{f_{yt}} \left[\left(\frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right]$$

$$\frac{A_{sh}}{s bc} = 0.09 \frac{f'c}{f_{yt}}$$

b2) Si $P_u > 0,3 f'c A_g$, el mayor valor entre 21-3a, 21-3b y 21-3c

$$\frac{A_{sh}}{s bc} = 0.2 km \frac{P_u}{f_{yt} A_{ch}}$$

En las fórmulas anteriores:

s es el espaciamiento del refuerzo de confinamiento, bc es la dimensión del núcleo confinado del elemento normal al refuerzo con área A_{sh} y esfuerzo de fluencia f_{yt} medida al exterior del refuerzo de confinamiento. A_{ch} es el área del núcleo confinado medida al exterior del refuerzo de confinamiento. El factor de eficiencia del confinamiento se calcula mediante:

$$k_n = \frac{nl}{nl-2}$$

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Madera:** La norma E.010 (2020) nos menciona que es la parte maciza de los árboles dentro de la corteza.
- **Concreto:** La norma E.060 (2020) nos dice que el concreto es una mezcla de cemento Portland, agregados y agua, con o sin aditivos.
- **Prefabricado:** Según la Norma E.010 (2020) indica que se produce en una fábrica las piezas y componentes separados, que posteriormente serán ensamblados en un proyecto.
- **Soleras:** La norma E.010 (2020) menciona que es una pieza horizontal sobre un muro, que sirve para que en él se apoyen o amarren otros elementos.

- **Tímpano:** Según la Norma E.010 (2020) nos dice que es una superficie triangular que queda entre las dos cornisas inclinadas de un frontón.
- **Viga:** La norma E.010 (2020) menciona que es un elemento horizontal o inclinado que trabaja con apoyos, que mayormente soportan cargas a flexión.
- **Vigueta:** La norma E.010 (2020) indica que son vigas auxiliares que tienen como objetivo soportar directamente las cargas de las losas.
- **Columna:** La norma E.060 (2020) nos dice que es un componente que resiste cargas de compresión. También resiste cargas de flexión, cortante y torsión.
- **Concreto armado:** Según la Norma E.060 (2020) menciona que es un concreto reforzado con mínima cantidad de acero.
- **Durabilidad:** La norma E.060 (2020) indica que se define como su resistencia a la acción del clima, a los ataques químicos, a la abrasión, o cualquier otro proceso de deterioro. Un concreto durable es aquel que mantiene su forma original, su calidad y sus propiedades al estar expuesto al medio ambiente.
- **Puntales:** La norma E.060 (2020) nos dice que son piezas de apoyo verticales o inclinados que sirven para recibir el peso del encofrado.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Ho: El diseño sismorresistente de un sistema estructural de acero y madera es óptimo con respecto al sistema de concreto armado para las casetas turísticas-Amarilis-Huánuco-2024.

Ha: El diseño sismorresistente de un sistema estructural de acero y madera no es óptimo con respecto al sistema de concreto armado para las casetas turísticas-Amarilis-Huánuco-2024.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECIFICA

- El análisis estático del sistema estructural de acero y madera es mayor que el sistema de concreto armado para las casetas turísticas del distrito de Amarilis-Huánuco-2024.
- El análisis dinámico del sistema estructural de acero y madera es superior en comparación con el sistema de concreto armado para las casetas turísticas del distrito de Amarilis-Huánuco-2024.
- El análisis económico del sistema estructural de acero y madera es más alto que el sistema de concreto armado para las casetas turísticas del distrito de Amarilis-Huánuco-2024.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Diseño sismorresistente.

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Sistema estructural.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 12

Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Medición	
					Escala	Especificaciones
INDEPENDIENTE Sistema estructural	La E.020 (2020) menciona que un sistema estructural es el conjunto organizado de elementos de manera coherente que permiten a una edificación o estructura resistir y transferir las diversas cargas a las que está sometida.	Un sistema estructural debe brindar una buena resistencia y distribución de cargas así también debe cumplir con requisitos de seguridad, durabilidad y funcionalidad.	Sistema de acero y madera	Predimensionamiento Cimentación Elementos estructurales verticales y horizontales	Kgf, m, Tn.m	E.020 (cargas); E.030 (diseño sismorresistente);
					Kgf, m, Tn.m	E.050 (suelos y cimentaciones); E.010 (madera). E.090 (acero)
			Sistema de concreto armado	Predimensionamiento Cimentación Elementos estructurales verticales y horizontales	Kgf, m, Tn.m	E.020 (cargas); E.030 (diseño sismorresistente);
					Kgf, m, Tn.m	E.050 (suelos y cimentaciones); E.060 (concreto armado).

DEPENDIENTE Diseño sismorresistente	La E.030 (2016) nos menciona que el diseño sismorresistente viene a ser la aplicación de principios y técnicas que permiten que una estructura absorba y disipe la energía sísmica, minimizando los daños y protegiendo la vida humana.	Para el análisis se debe considerar factores como la ubicación geográfica, la intensidad sísmica esperada, las propiedades del suelo, y las características de los materiales para desarrollar estructuras que no solo sean fuertes, sino también flexibles, permitiendo deformaciones controladas sin colapsar.	Análisis estático	Metrado de cargas Fuerzas	Kgf, Tn.m Kgf	E.020 (cargas);
			Análisis dinámico	Derivas Desplazamientos Aceleraciones	mm mm Kgf.m	E.020 (cargas); E.030 (diseño sismorresistente); E.060 (concreto armado).
			Análisis de económico	Presupuesto de proyecto	S/.	Reglamento nacional de metrados CAPECO (2009) Régimen laboral de trabajadores de construcción civil

CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. ENFOQUE

Tuvo un enfoque cuantitativo.

Hernández et al. (2010) mencionan que el enfoque cuantitativo (que representa, como dijimos, un conjunto de procesos) es secuencial y probatorio. Los valores serán cuantitativos ya que el cálculo estructural, así como los parámetros de diseño contemplados como el factor suelo, ubicación, zona entre otras son valores números, de la misma manera el presupuesto que se realizará para la comparación son también valores numéricos.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

Tuvo un nivel descriptivo comparativo.

Hernández et al. (2010) indican que los estudios descriptivos buscan especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice. El estudio será descriptivo comparativo porque analizará por separado el análisis del diseño sismorresistente del sistema de acero y madera así como también del sistema de concreto armado, para luego ser comparado ambos con respecto a sus indicadores y dimensiones.

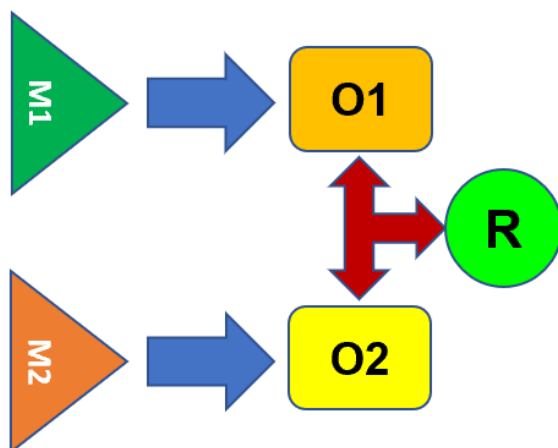
3.1.3. DISEÑO

Tuvo un diseño no experimental.

Hernández et al. (2010) dicen que una Investigación no experimental se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos. Se considera de diseño no experimental porque, aunque se utilizan softwares estructurales para la modelación y simulación de los sistemas, no se realiza una intervención directa ni manipulación de las variables en el entorno real. El estudio se limita a simular el

comportamiento de los sistemas bajo condiciones sísmológicas específicas, sin modificar ni controlar las variables del diseño en un contexto experimental.

Esquema de la investigación



Donde:

- M1, M2: Muestras del cual se realiza el estudio
- O1, O2: Observación relevante de las muestras
- R: resultado posible de la comparación que puede ser semejante, igual o diferente.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población en este caso es bastante específica. Dado que sólo se modeló una caseta turística, la población será de una unidad, pero que si se modeló y evaluó estructuralmente con los dos sistemas estructurales (acero y madera y concreto armado) para posteriormente hacer el estudio comparativo de los resultados de ambos sistemas estructurales.

3.2.2. MUESTRA

Para el estudio será un muestreo no probabilístico. Tal como dice Hernández et al. 2010 que menciona que un muestreo tipo no

probabilístico la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de las características o los propósitos del investigador.

El análisis se realizó sobre un único modelo de caseta turística, lo cual significa que no hay una selección aleatoria de múltiples unidades de casetas para evaluar, sino que el estudio se basa en la evaluación comparativa de dos sistemas estructurales diferentes (concreto armado y de acero y madera) de la misma caseta. Estos dos sistemas estructurales se han seleccionado intencionalmente para ser evaluados bajo las mismas condiciones estructurales (la misma caseta). No hay una muestra aleatoria representativa, sino una muestra intencionalmente seleccionada con el objetivo de comparar estos dos sistemas estructurales.

- **Cantidad de muestra.**

Dado que el estudio está basado en la evaluación comparativa de un solo modelo de caseta turística la cantidad de muestras será solo ya que estos dependerán del tipo de sistema estructural utilizado, siendo la muestra 01: caseta turística con el sistema de concreto armado y la muestra 02: caseta turística con el sistema de acero y madera.

- **Criterios de inclusión:**

- Tipo de sistema estructural: Se incluyeron los dos sistemas estructurales que serán comparadas (concreto armado y de acero y madera).
- Ubicación geográfica: La caseta está situada en el área de estudio especificada (Amarilis, Huánuco).
- Modelo de la caseta: Solo se incluirá el modelo de la caseta turística ubicada en Amarilis especificado en el estudio.
- Condiciones de análisis: Las casetas deben ser evaluadas en condiciones normales de diseño sismorresistente y no haber sido modificadas de manera que alteren las condiciones estructurales.

- **Criterios de exclusión:**

- Otros modelos de casetas: Otra caseta turística y con diferente modelo.

- Fuera del área geográfica: Casetas ubicadas fuera de la zona de estudio (Amarilis, Huánuco) no se incluyeron en la investigación.
- Diseños no estructurales: No se incluirán casetas que no presenten un diseño estructural relacionado con los sistemas de concreto armado y de acero y madera.
- Estructuras modificadas: Caseta cuya estructura haya sido modificada o no cumpla con las condiciones del diseño sismorresistente serán excluidas.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Hernández et al. (2010) mencionan que las técnicas constituyen un conjunto de recursos dirigidos a recolectar, conservar, analizar y transmitir los datos de los fenómenos sobre los cuales se investiga.

El primer paso en la recolección de datos será llevar a cabo una revisión exhaustiva de investigaciones similares y de las normativas de construcción aplicables. Se buscarán libros, artículos científicos, tesis, normativas internacionales y códigos de construcción que traten sobre el diseño estructural en acero, madera y concreto armado. Esta revisión permitirá establecer un marco teórico sólido, identificar criterios de diseño relevantes, y comprender las bases normativas que guían el diseño estructural en cada material. Posteriormente se recopilarán y analizarán planos estructurales y memorias de cálculo de proyectos reales que utilicen acero, madera y concreto armado. Este análisis permitirá extraer información clave sobre las estrategias de diseño, los detalles constructivos, y las técnicas de refuerzo utilizadas.

3.3.1.1 Instrumentos

Fichas de evaluación y observación: método de recolección de datos consiste en el registro sistemático, válido. (Hernández et al., 2010). Los instrumentos que se utilizará son:

- Formato de metrado de cargas estructurales para ambos diseños.

- Formato del análisis estático estructural para ambos diseños.
- Formato del análisis dinámico estructural para ambos diseños.
- Formato del análisis económico estructural para ambos diseños.

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

El procesamiento de datos mediante fichas estructuradas de verificación, donde el procedimiento se realizará de la siguiente manera:

1. **Clasificación y Organización de Datos:** El primer paso en el procesamiento de datos consiste en clasificar y organizar la información recolectada. Los datos obtenidos de fuentes bibliográficas, normativas, proyectos estructurales y simulaciones serán categorizados según el tipo de material (acero, madera y concreto armado) y el criterio de comparación (resistencia, estabilidad, coste, sostenibilidad, etc.). Esta clasificación facilitará la comparación directa y permitirá una organización lógica que guiará el análisis subsecuente.
2. **Modelado Comparativo y Simulación Estructural:** Los datos obtenidos a partir de simulaciones estructurales se procesarán utilizando software de análisis estructural, como SAP2000 o ETABS, para modelar el comportamiento de las estructuras bajo las mismas condiciones de carga y demanda sísmica. Los resultados de estas simulaciones, como la distribución de esfuerzos, las deformaciones y las frecuencias naturales, serán comparados entre los materiales para identificar patrones de comportamiento y evaluar la eficacia de cada diseño. Las simulaciones también permitirán realizar ajustes paramétricos para observar cómo varían las respuestas estructurales con diferentes configuraciones de diseño.
3. **Análisis de Costo-Beneficio:** Se aplicará un análisis de costo-beneficio para comparar la viabilidad económica de cada diseño estructural. Esta técnica permitirá evaluar la relación entre los costos asociados con los materiales y los beneficios obtenidos en términos de rendimiento estructural, durabilidad y sostenibilidad. El

procesamiento de estos datos incluirá el análisis de costo unitario de cada sistema estructural, facilitando una comparación clara de la eficiencia económica de cada diseño.

3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

Una vez completadas las fichas de verificación, después de tener los datos necesarios se procederá a realizar el procesamiento de datos para el modelamiento adecuado:

1. **Análisis Estadístico Descriptivo:** Se aplicarán técnicas de análisis estadístico descriptivo para resumir y visualizar los datos cuantitativos. Esto incluye la utilización de datos estadísticos para comprender la distribución de variables clave como resistencia estructural, costos, y tiempo de construcción. Además, se emplearán gráficos de barras, diagramas de dispersión y tablas comparativas para facilitar la interpretación visual de los datos y destacar las diferencias significativas entre los diseños estructurales en acero, madera y concreto armado.
2. **Análisis de Varianza (ANOVA):** Para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los diseños estructurales de acero, madera y concreto armado en términos de variables críticas (como resistencia a cargas, respuesta sísmica o costos), se utilizará el análisis de varianza (ANOVA). Se utiliza el ANOVA en esta investigación para evaluar el diseño sismorresistente de ambos sistemas estructurales porque permite comparar las diferencias entre ambos sistemas estructurales de manera estadística. La estadística ANOVA ayuda a determinar si las variaciones en el comportamiento sismorresistente (como el análisis estático, dinámico y desplazamientos) entre estos sistemas son estadísticamente significativas o si las diferencias observadas podrían deberse al azar, facilitando una evaluación precisa de cuál material ofrece un mejor rendimiento bajo condiciones sísmicas.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1.1. DESCRIPCION DE LA EDIFICACIÓN

El estudio se describe los procedimientos realizados para lo cual, se definen parámetros de diseño de acuerdo a lo estipulado en cada norma técnica peruana, de igual forma se define las cargas permanentes y cargas vivas las cuales se justifican en la norma E.020. El diseño de los elementos estructurales se realizó de acuerdo con los requerimientos de la norma E.060 y la norma E.090. En el presente informe se muestran los procedimientos, ingreso de datos y resultados del análisis, así como el diseño final de cada elemento estructural.

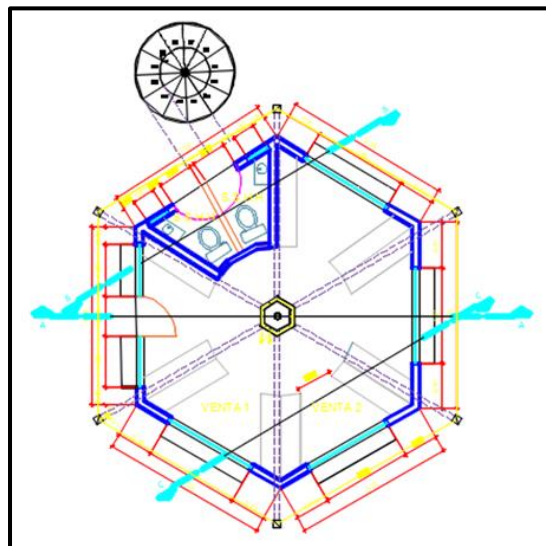
La edificación del proyecto casetas turísticas en Amarilis, arquitectónicamente se encuentra distribuido de la siguiente manera:

- ✓ PRIMER NIVEL. – Comercio de productos varios.
- ✓ SEGUNDO NIVEL. – Comercio de productos varios.
- ✓ TECHO. – Funciona solo techo sin ningún tipo de uso.

Para la configuración estructural se tuvo consideraciones arquitectónicas, para lo cual la edificación tiene forma hexagonal regular, colocándose columnas circulares en cada vértice una columna central:

Figura 6

Planta de la caseta turística



Nota: Plano de planta de la caseta turística.

El módulo consiste en un edificación de 02 pisos, la configuración estructural que se hizo se describe a continuación; partimos del segundo nivel, el techo del segundo nivel consiste en una losa aligerada en una dirección de 17cm de peralte, la misma que descansa sobre vigas de concreto armado de 25x40cm, quienes son los encargados de transmitir los esfuerzos hacia las columnas de concreto armado de sección circular de 35cm de diámetro (columnas exteriores) y 50cm de diámetro (columna interiores), el entrepiso del primer nivel también consiste en una losa aligerada en una dirección de 17cm de peralte, la misma que descansa sobre vigas de concreto armado de 25x40cm, quienes son los encargados de transmitir los esfuerzos hacia las columnas de concreto armado de sección circular de 35cm de diámetro (columnas exteriores) y 50cm de diámetro (columna interiores), las columnas son los encargados de transmitir los esfuerzos hacia las zapatas aisladas quienes finalmente son los encargados de transmitir los esfuerzos hacia el suelo de fundación. Adicional a esto se tiene tabiquería formada por albañilería confinada la cual es totalmente aislada de la estructura principal, para el análisis se ha considerado la carga de estos tabiques.

4.1.2. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

1. ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO

El artículo 29 de la norma E.030 (2020) del R.N.E. precisa que cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos por combinación modal espectral, para dicho análisis se tuvo en consideración los modos de vibración, aceleración espectral, criterios de combinación, fuerza cortante mínima y excentricidad accidental.

2. Análisis de desplazamientos

✓ El artículo 32 del R.N.E. desplazamientos laterales admisibles, la cual establece el máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según el artículo 31, no exceda la fracción de altura de entrepiso (distorsión) que se indica en la tabla que se muestra a continuación:

Tabla 13*Límites máximos de las derivas*

LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material predominante	Δ_i/h_i
Concreto armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificios de concreto armado con muros de ductibilidad limitada	0.005

Nota: Desplazamientos máximos. Fuente: E.030 (2020)

✓ De igual forma el artículo 31 de la norma E.030 del R.N.E determinación de desplazamientos laterales, establece que para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por $0.75R$ los resultados obtenidos del análisis lineal elástico con las sollicitaciones sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por $0.85R$ los resultados obtenidos del análisis lineal elástico. Con estas consideraciones se realizó la verificación de los desplazamientos laterales la cual se muestra más adelante.

3. CALCULO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

El Decreto Supremo N°011-2006-VIVIENDA aprueba la norma técnica de diseño E.060 CONCRETO ARMADO, la misma que modifica a través del Decreto Supremo N°010-2009-VIVIENDA, dicha norma establece los requisitos y exigencias mínimas para el análisis, el diseño, los materiales, la construcción, el control de calidad y la supervisión de estructuras de concreto armado. Para el presente estudio se tomó en consideración lo indicado por la citada norma también se hizo uso de normas internacionales como el ACI 318.

4.1.3. SOFTWARE DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL UTILIZADO

Para el diseño estructural se utilizó los siguientes softwares:

- ✓ ETABS versión 22.5.1.
- ✓ SAP 2000 versión 23.
- ✓ SAFE versión 20.
- ✓ Excel

- ✓ PTC Mathcad Prime 9.0.0.0

4.1.4. CRITERIO DE EVALUACIÓN ESTRUCTURAL (HIPÓTESIS DE ANALISIS)

Dentro de los criterios de evaluación estructural podemos indicar las siguientes hipótesis.

- **DESPLAZAMIENTOS PEQUEÑOS**

Se parte de la hipótesis que la estructura tendrá desplazamientos pequeños que hará que la geometría de la estructura no cambie apreciablemente luego de la aplicación de las cargas, esto con la finalidad de poder usar las ecuaciones de equilibrio a partir de la geometría de la estructura indeformada.

- **EQUILIBRIO ESTÁTICO/DINÁMICO**

Tanto para un análisis estático y dinámico se busca que la estructura debe quedar en equilibrio, esto luego de aplicar las cargas externas.

- **COMPATIBILIDAD DE DEFORMACIONES**

Se supone que los movimientos de la estructura respetan los vínculos en los apoyos y ligaduras de los nudos.

- **CONDICIONES DE CONTORNO**

En este apartado se define los grados de libertad en los nudos, en los apoyos definiendo si es empotrado, articulado, con rótula etc.

- **PRINCIPIO DE SUPERPOSICIÓN**

Se inicia el análisis con la siguiente hipótesis:

- ✓ Comportamiento Lineal - Elástico, se supone que el material o la estructura no solo es lineal sino también es elástica. Es decir, al descargar la estructura, esta debe seguir la misma trayectoria que tuvo durante el proceso de carga.
- ✓ Se supone que no existe no linealidades geométricas, es decir debe cumplirse la hipótesis de desplazamientos pequeños. Si la estructura no es lineal-elástica, el principio de superposición no es aplicable ya que el comportamiento dependerá de la historia de cargas.

- **UNICIDAD DE LAS SOLUCIONES**

Se supone que la estructura para un conjunto de cargas externas, tanto la deformada de la estructura, fuerzas internas de los elementos estructurales y reacciones en los apoyos tienen un valor único.

- **HIPÓTESIS DE COMPORTAMIENTO ELÁSTICO LINEAL**

- ✓ Según esta hipótesis suponemos que la estructura se comporta en el rango lineal estático, es decir que la relación carga-desplazamiento es lineal

También se describe a continuación los criterios que se tomaron en cuenta para la estructuración.

- **SIMETRÍA**

Durante la estructuración se ha tratado de que la estructura sea lo más simétrico en planta, en elevación no se pudo por la misma arquitectura. Se trató de que la geometría del edificio sea lo más simétrico posible, con la finalidad de minimizar la concentración de esfuerzos, de tal manera que el momento torsor en planta y el comportamiento de la estructura es más predecible.

- **RIGIDEZ LATERAL**

Es la medida de la resistencia a las deformaciones elásticas producidas, que contempla la capacidad de una estructura para soportar esfuerzos sin adquirir grandes deformaciones. Se ha configurado la estructura para que las fuerzas laterales generen desplazamientos horizontales que no sobrepasen los límites especificados en la norma E030, esto con el objeto de evitar impactos entre bloques del mismo edificio, evitar el pánico de las personas, minimizar los daños en los elementos no estructurales (tabiques, acabados, etc.)

- **HIPERESTATICIDAD Y MONOLITISMO**

Durante la estructuración se ha tratado de que la estructura tenga más vínculos o elementos de lo necesario para mantener su estabilidad, y se supone que la estructura funciona como una sola unidad.

- **DEFORMACIÓN LATERAL LIMITADA**

Se ha estructurado con la finalidad de que los desplazamientos laterales no superen las máximas permitidas en la norma E030.

- **INCLUSIÓN DE LÍNEAS SUCESIVAS**

Para garantizar la redundancia estructural se tendrá en cuenta que si los muros o pórticos sobre los que actué una fuerza cortante mayor al 30% de la fuerza cortante del entrepiso, deben diseñarse con una fuerza igual al 125% de la fuerza obtenida del análisis. Esta exigencia busca dar mayor capacidad resistente a los elementos con mayor responsabilidad sísmica.

4.1.5. DEFINICIÓN DE MATERIALES

Para la definición de los elementos estructurales de los módulos se definió los siguientes materiales.

- **CONCRETO SIMPLE**

- ✓ CIMIENTOS CORRIDOS : $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$ (Concreto Ciclopeo)
(C:H=1:10 + 30% PG Ø6" máx)
- ✓ SOBRECIMENTOS : $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$ (Concreto Ciclopeo)
(C:H=1:8 + 25% PG Ø6" máx)
- ✓ SOLADOS : $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$
- ✓ FALSO PISO : $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$

- **CONCRETO ARMADO**

- ✓ ZAPATAS : $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$
- ✓ COLUMNAS : $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$
- ✓ COLUMNETAS DE CONF.: $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$
- ✓ VIGUETAS DE CONF. : $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$

- **ACERO DE REFUERZO DE CONCRETO ARMADO**

- ✓ ACERO CORRUGADO ASTM A615, GRADO 60, $f_y=4,200 \text{ kg/cm}^2$

- **ACERO PARA ESTRUCTURAS METALICAS**

- ✓ VIGUETAS O CORREAS: ASTM A500 GrB.
- ✓ VIGAS CUADRADAS: ASTM A36 (FORMADA CON PLANCHA METALICA A36).

- ✓ VIGAS RECTANGULARES: ASTM A36 (FORMADA CON PLANCHA METALICA A36).
- ✓ COLUMNAS: ASTM A36 (FORMADA CON PLANCHA METALICA A36).

1. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento a través del Decreto Supremo N°011-2006-VIVIENDA aprueba la norma técnica de diseño E.060 CONCRETO ARMADO, la misma que modifica a través del Decreto Supremo N°010-2009-VIVIENDA, dicha norma establece los requisitos y exigencias mínimas para el análisis, el diseño, los materiales, la construcción, el control de calidad y la supervisión de estructuras de concreto armado. Para el presente estudio se tomó en consideración lo indicado por la citada norma también se hizo uso de normas internacionales como el ACI 318.

Tabla 14
Propiedades de los materiales

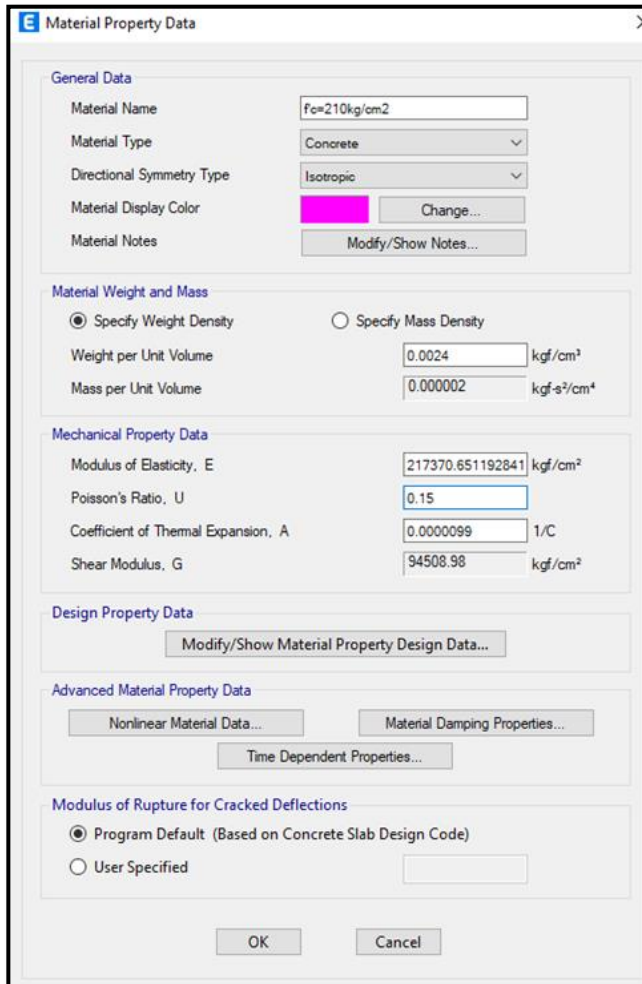
PROPIEDADES DEL CONCRETO		
Resistencia Mínima A La Compresión	210.00	kg/cm ²
Módulo De Elasticidad "Ec"	217,370.65	kg/cm ²
Módulo De Cortante Del Concreto "G"	94,508.98	kg/cm ²
Es	0.0030	
PROPIEDADES DEL ACERO CORRUGADO		
Norma De Fabricación	NTP 341.031 (ASTM A615)	
Grado	60.00	
Límite De Fluencia "Fy"	4,200.00	kg/cm ²
Resistencia Mínima A La Tracción "Fu"	5,500.00	kg/cm ²
Relación "Fu/Fy"	≥ 1.25	
Módulo De Elasticidad "Es"	2,000,000.00	kg/cm ²
Es	0.0021	
Peso Especifico	7,850.00	kg/cm ³
PROPIEDADES DEL ACERO ESTRUCTURAL ASTM A36		
Norma De Fabricación	NTP 350.400 (ASTM A36)	
Grado	36.00	
Límite De Fluencia "Fy"	2,500.00	kg/cm ²
Resistencia Mínima A La Tracción "Fu"	4,000.00	kg/cm ²
Módulo De Elasticidad "Es"	2,000,000.00	kg/cm ²
Módulo De Elasticidad Al Corte Del Acero "G"	772,000.00	kg/cm ²
Peso Especifico	7,850.00	kg/cm ³
PROPIEDADES DEL ACERO ESTRUCTURAL ASTM A500GB		
Norma De Fabricación	(ASTM A500GB)	

Grado	Grado B	
Límite De Fluencia "Fy"	2,900.00	kg/cm ²
Resistencia Mínima A La Tracción "Fu"	4,000.00	kg/cm ²
Módulo De Elasticidad "Es"	2,000,000.00	kg/cm ²
Módulo De Elasticidad Al Corte Del Acero "G"	772,000.00	kg/cm ²
Peso Específico	7,850.00	kg/cm ³
PROPIEDADES DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA		
Variación De La Dimensión	Hasta 100mm	±4mm
	Hasta 150mm	±3mm
	Mas de 150mm	±2mm
Alabeo Máximo	4.00	mm
Resistencia Característica A La Compresión	130.00	kg/cm ²
Clase	TIPO	IV

Nota: Se muestra los valores de los materiales.

Figura 7

Propiedades del concreto



Nota: Valores del concreto.

Figura 8

Propiedades del acero corrugado

The screenshot shows the 'Material Property Data' dialog box for a material named 'A615G60'. The 'Material Type' is set to 'Rebar' and the 'Directional Symmetry Type' is 'Uniaxial'. The 'Material Display Color' is a yellow swatch. Under 'Material Weight and Mass', 'Specify Weight Density' is selected with a value of 0.00785 kgf/cm³ and 'Specify Mass Density' is 0.000008 kgf-s²/cm⁴. Under 'Mechanical Property Data', the 'Modulus of Elasticity, E' is 2000000 kgf/cm² and the 'Coefficient of Thermal Expansion, A' is 0.0000117 1/C. There are buttons for 'Modify/Show Material Property Design Data...', 'Nonlinear Material Data...', 'Material Damping Properties...', and 'Time Dependent Properties'. The 'OK' and 'Cancel' buttons are at the bottom.

Nota: Valores del acero corrugado.

Figura 9

Propiedades del acero estructural

The screenshot shows the 'Material Property Data' dialog box for a material named 'A36'. The 'Material Type' is 'Steel' and the 'Material Grade' is 'A36'. The 'Material Display Color' is a green swatch. Under 'Weight and Mass', the 'Weight per Unit Volume' is 7849.0476 and the 'Mass per Unit Volume' is 800.3801. The 'Units' are set to 'Kgf, m, C'. Under 'Isotropic Property Data', the 'Modulus Of Elasticity, E' is 2.039E+10, 'Poisson, U' is 0.3, 'Coefficient Of Thermal Expansion, A' is 1.170E-05, and 'Shear Modulus, G' is 7.842E+09. Under 'Other Properties For Steel Materials', the 'Minimum Yield Stress, Fy' is 25310507, 'Minimum Tensile Stress, Fu' is 40778038, 'Expected Yield Stress, Fye' is 37965760, and 'Expected Tensile Stress, Fue' is 44855842. There is a checkbox for 'Switch To Advanced Property Display' and 'OK' and 'Cancel' buttons at the bottom.

Nota: Valores del acero estructural.

Figura 10

Propiedades del acero estructural

Section	Property	Value
General Data	Material Name and Display Color	A500GrB46
	Material Type	Steel
	Material Grade	
	Material Notes	Modify/Show Notes...
Weight and Mass	Weight per Unit Volume	7849.0476
	Mass per Unit Volume	800.3801
	Units	Kgf, m, C
Isotropic Property Data	Modulus Of Elasticity, E	2.039E+10
	Poisson, U	0.3
	Coefficient Of Thermal Expansion, A	1.170E-05
	Shear Modulus, G	7.842E+09
Other Properties For Steel Materials	Minimum Yield Stress, Fy	32341203.
	Minimum Tensile Stress, Fu	40778038.
	Expected Yield Stress, Fye	35575323.
	Expected Tensile Stress, Fue	44855842.

Nota: Valores del acero estructural. Fuente: Elaboración propia.

4.1.6. METRADO DE CARGAS

Para el metrados de cargas se utilizó lo estipulado en la norma E.020 del R.N.E.

1. CARGAS MUERTAS

Dentro de las cargas muertas se definieron para el techo de cobertura liviana y entrepiso.

- **AZOTEA**

Para las losas se consideró lo estipulado en el anexo 1 de la norma E020, para vigas y columnas se usó un peso específico de 2400 kg/m³ y se configuro el programa para que calcule el peso de cada elemento utilizado en el modelo matemático.

- **SUPER ESTRUCTURA**

Para la super estructura dado que todos sus elementos son de concreto armado, se consideró un peso específico de 2400 kg/m³ y se configuro el software para que realice el cálculo de su peso propio, adicional a esto se consideró lo siguiente:

- **SUB ESTRUCTURA**

Para la subestructura dado que todos sus elementos son de concreto armado, se consideró un peso específico de 2400 kg/m³ y se configuro el software para que realice el cálculo de su peso propio, adicional a esto se consideró el peso del suelo por encima de la zapata para lo cual se consideró el peso específico del suelo (2030kg/m³) multiplicado por su altura y considerando esta carga por metro cuadrado sobre la parte superior de la zapata, de igual forma se consideró la carga viva por 500 kg/m².

2. CARGAS VIVAS

Las cargas vivas consideradas son las siguientes.

- ✓ Carga viva de azotea 100kg/m².
- ✓ Carga viva de entrepiso 500 kg/m².
- ✓ Corredores y escaleras 500 kg/m².
- ✓ Carga viva para zapatas 500 kg/m²

3. CARGAS PRODUCIDAS POR EL SISMO

Tabla 15

Cargas del sistema de concreto armado

ÍTEM	N° DEL MÓDULO	N° NIVELES	DESCRIPCIÓN	CATEGORIA	SISTEMA ESTRUCTURAL	DIRECCIÓN DE ANALISIS	FACTOR DE USO (U)	FACTOR DE ZONA (Z)	FACTOR DE SUELO (S)	Tp	Tl	H(m)	Ct	PERIODO FUNDAMENTAL DE	FACTOR DE AMPLIFICACIÓN	COEFICIENTE BÁSICO DE REDUCCIÓN	COEFICIENTE DE IRREGULARIDAD EN	COEFICIENTE DE IRREGULARIDAD EN	COEFICIENTE DE REDUCCIÓN DE LA	ZUCS/R (DIRECCIÓN X-X, Y-Y)
1	I	2	BLOQUE 1	B	PORTICOS	X-Y	1.30	0.25	1.20	0.60	2.00	7.20	35.00	0.21	2.50	8.00	1.00	1.00	8.00	0.1219

Nota: Se muestra los valores por sismo. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16

Cargas del sistema de acero y madera

ÍTEM	N° DEL MÓDULO	N° NIVELES	DESCRIPCIÓN	CATEGORIA	SISTEMA ESTRUCTURAL	DIRECCIÓN DE ANALISIS	FACTOR DE USO (U)	FACTOR DE ZONA (Z)	FACTOR DE SUELO (S)	Tp	Tl	H(m)	Ct	PERIODO FUNDAMENTAL DE	FACTOR DE AMPLIFICACIÓN	COEFICIENTE BÁSICO DE REDUCCIÓN	COEFICIENTE DE IRREGULARIDAD EN	COEFICIENTE DE IRREGULARIDAD EN	COEFICIENTE DE REDUCCIÓN DE LA	ZUCS/R (DIRECCIÓN X-X, Y-Y)
1	I	2	BLOQUE 1	B	PORTICOS METÁLICOS	X-Y	1.30	0.25	1.20	0.60	2.00	7.20	35.00	0.21	2.50	5.00	1.00	1.00	5.00	0.1950

Nota: Se muestra los valores por sismo. Fuente: Elaboración propia.

4. CARGAS DE VIENTO

Las cargas de viento según la norma E.020 se tiene lo siguiente:

Tabla 17

Cargas por viento

Carga Muerta			Viento		
Cob=	380.00	Kg/m ²	V=	90.00	Km/h
Carga Viva			C=	0.80	
S/C=	100.00	Kg/m ²	h=	7.20	m

Nota: Se muestra los valores por sismo. Fuente: Elaboración propia.

- **Velocidad de diseño**

Para la subestructura dado que todos sus elementos son de concreto armado, se consideró un peso específico de 2400 kg/m³ y se configuro el software para que realice el cálculo de su peso propio, adicional a esto se consideró el peso del suelo por encima de la zapata para lo cual se consideró el peso específico del suelo (2030kg/m³) multiplicado por su altura y considerando esta carga por metro cuadrado sobre la parte superior de la zapata, de igual forma se consideró la carga viva por 500 kg/m².

$$V_h = V_x \left(\frac{h}{10} \right)^{0.22}$$

✓ $V_h = 83.73$ Km/h; cuando $V = 90$ Km/h y $h = 7.20$ m

$$P_h = 0.005 \times C_x (V_h)^2$$

✓ $P_h = 28.04$ Kg/m²; cuando $C = 0.80$

✓ $P_h = -21.03$ Kg/m²; cuando $C = -0.60$

5. CARGAS MÓVILES

Para el presente estudio no se consideró cargas móviles

6. CARGAS DE NIEVE

Para el presente estudio no se ha considerado cargas de nieve.

7. RESUMEN DE CARGAS SEGÚN NORMA E.020 DEL R.N.E.

- ✓ Peso del concreto 2400 kg/m³
- ✓ Peso del acero 7850 kg/m³
- ✓ Peso del tabique con unidades huecas 1800 kg/m³
- ✓ Peso del suelo 2030 kg/m³
- ✓ Acabados en piso 115 kg/m²

- ✓ Carga viva de entrepiso 500 kg/m²
- ✓ Carga en escaleras 500 kg/m²
- ✓ Carga en rampas 500 kg/m²

4.1.7. RECUBRIMIENTO PARA LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Para el metrados de cargas se utilizó lo estipulado en la norma E.020 del R.N.E.

- ✓ Peso del concreto 2400 kg/m³
- ✓ Peso del acero 7850 kg/m³
- ✓ Peso del tabique con unidades huecas 1800 kg/m³
- ✓ Peso del suelo 2030 kg/m³
- ✓ Acabados en piso 115 kg/m²
- ✓ Carga viva de entrepiso 500 kg/m²
- ✓ Carga viva de azotea 100 kg/m²

4.1.8. CONSIDERACIONES SÍSMICAS

Para las consideraciones sísmicas se utilizó lo estipulado en la norma E.020, E.030 del R.N.E.

1. ZONIFICACIÓN

- ✓ El proyecto se ubica en la zona 2; $Z=0.25$

2. PARÁMETROS DE SUELO

- ✓ El parámetro suelo corresponde a un suelo tipo II, esto según el estudio de mecánica de suelos.
- ✓ Para $Z=2$: el $S_2=1.20$

3. FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SISMICA

- ✓ Según el perfil suelo S_2 ; $T_p(s)= 0.6$ y $T_L(s)= 2.0$

4. CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES

- ✓ La edificación se ubica en categoría "B".

5. COEFICIENTE BÁSICO DE REDUCCIÓN DE LAS FUERZAS

SÍSMICAS

- ✓ Para el presente estudio se tiene sistemas estructurales de concreto armado y el sistema de acero y madera, para lo cual según se tomara los alores de la tabla N° 7 de la norma E.030 del R.N.E.

6. COEFICIENTE DE REDUCCIÓN DE LAS FUERZAS SISMICAS

- ✓ El coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas “R”, se calculan como el producto del coeficiente R_o determinado a partir de la tabla N°07 y de los factores I_a (irregularidad en altura), I_p (irregularidad en planta) obtenidos de las tablas N°8 y N°9 de la norma E.030, al respecto para el presente proyecto se inicia el diseño considerando que no existe irregularidad en altura y tampoco irregularidad en planta.

7. DESPLAZAMIENTOS LATERALES Y DISTORSIONES

- ✓ Según artículo 31 de la norma E.030 del R.N.E. Determinación de Desplazamientos Laterales indica que para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0.75 R los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las sollicitaciones sísmicas reducidas. Para estructuras irregularidades, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0.85 R, los resultados obtenidos del análisis lineal elástico y para el cálculo de los desplazamientos laterales o se consideran los valores mínimos de C/R indicados en el numeral 28.2 ni el cortante mínimo en la base, especificado en el numeral 29.4.
- ✓ Según artículo 32 de la norma E.030 Desplazamientos Relativos Admisibles, indica que el máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según el artículo 31.
- ✓ Para concreto armado; $\Delta_i/h_i=0.007$
- ✓ Para acero y madera; $\Delta_i/h_i=0.010$

4.2. CONTRASTACIÓN Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.2.1. HIPÓTESIS GENERAL

HGa: El diseño sismorresistente de un sistema estructural de acero y madera es óptimo con respecto al sistema de concreto armado para las casetas turísticas-Amarilis-Huánuco-2024.

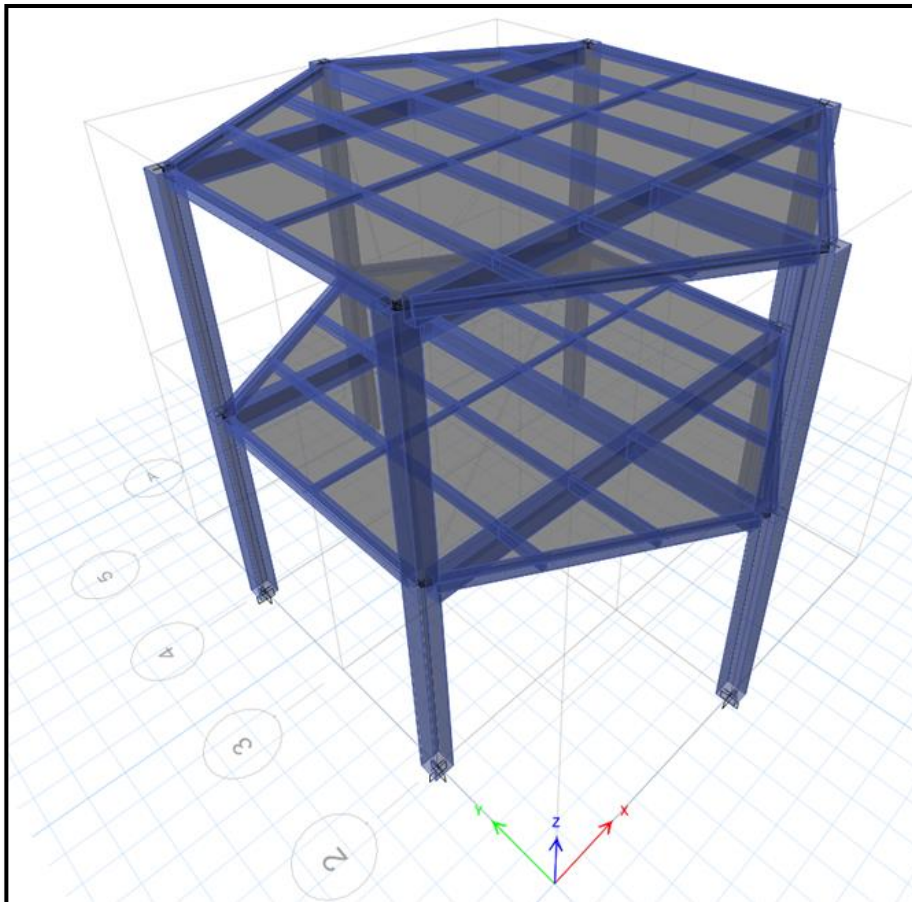
HG0: El diseño sismorresistente de un sistema estructural de acero y madera no es óptimo con respecto al sistema de concreto armado para las casetas turísticas-Amarilis-Huánuco-2024.

1. DISEÑO DE ESTRUCTURAS CON EL SISTEMA DE ACERO Y MADERA

- Geometría de la estructura con el sistema de acero y madera

Figura 11

Modelación de las secciones del sistema de acero y madera

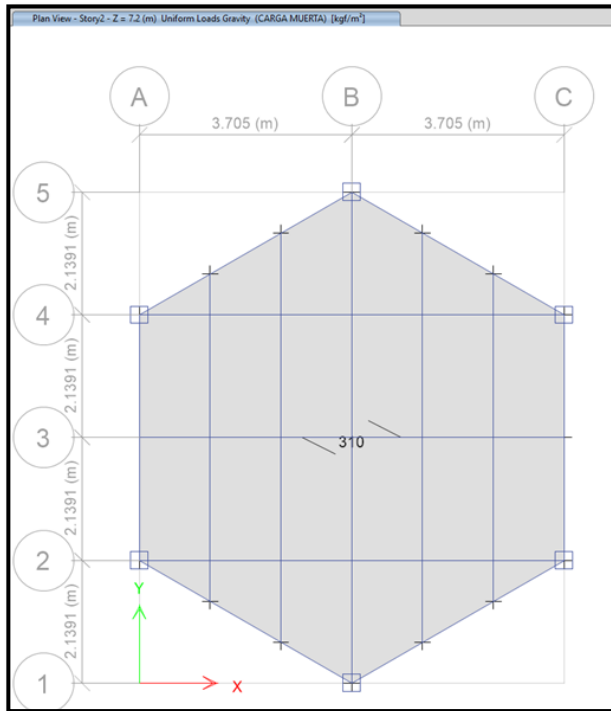


Nota: Se ve la modelación de la caseta turística. Fuente: Elaboración propia.

- **Cargas aplicadas**

Figura 12

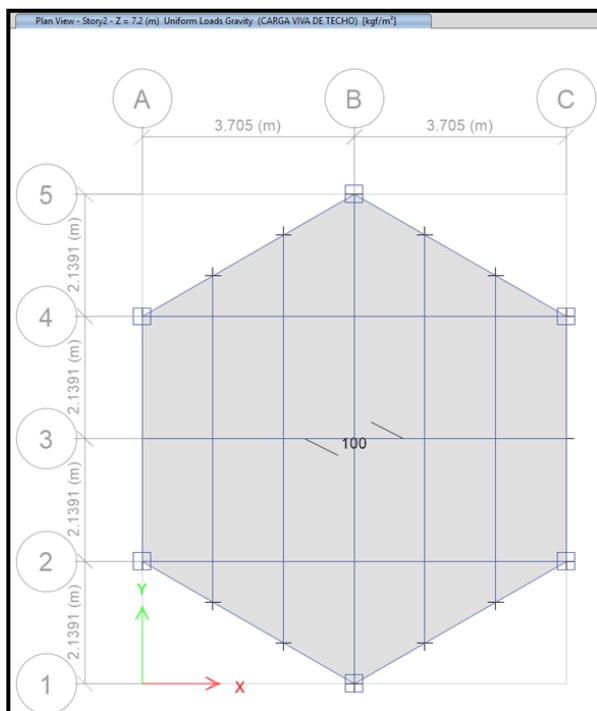
Carga muerta en el segundo piso del sistema de acero y madera



Nota: Carga aplicada en la caseta turística. Fuente: Elaboración propia.

Figura 13

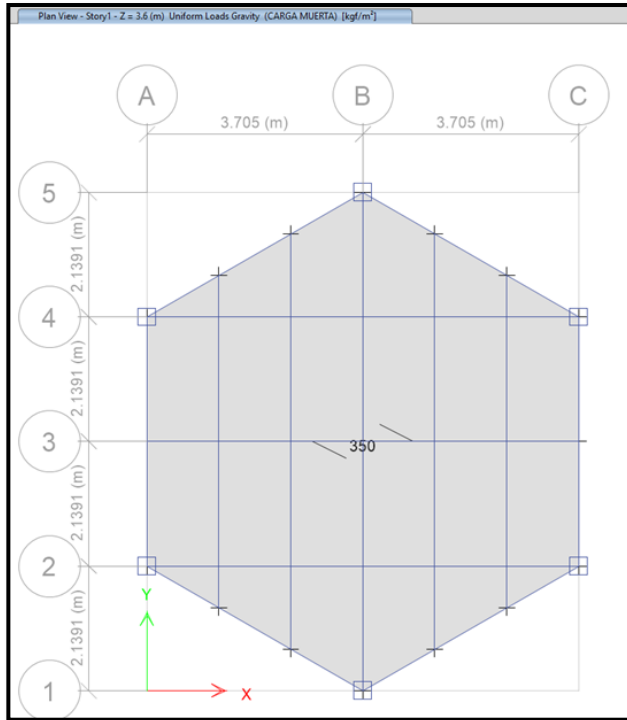
Carga viva en el segundo piso del sistema de acero y madera



Nota: Carga aplicada en la caseta turística. Fuente: Elaboración propia.

Figura 14

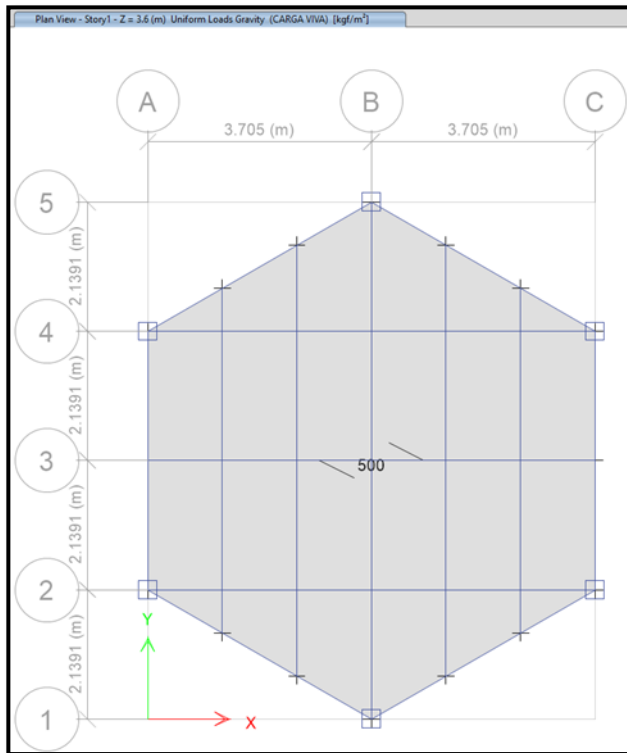
Carga muerta en el primer piso del sistema de acero y madera



Nota: Carga aplicada en la caseta turística. Fuente: Elaboración propia.

Figura 15

Carga viva en el primer piso del sistema de acero y madera



Nota: Carga aplicada en la caseta turística. Fuente: Elaboración propia.

- **Aplicación de cargas por viento**

Se calcula la fuerza horizontal de viento para se aplicada en cada nudo, para lo cual con la altura se calcula presión del viento para cada nivel para posteriormente con el área tributaria se calcula la fuerza horizontal que se debe aplicar a cada nudo de la estructura.

Tabla 18

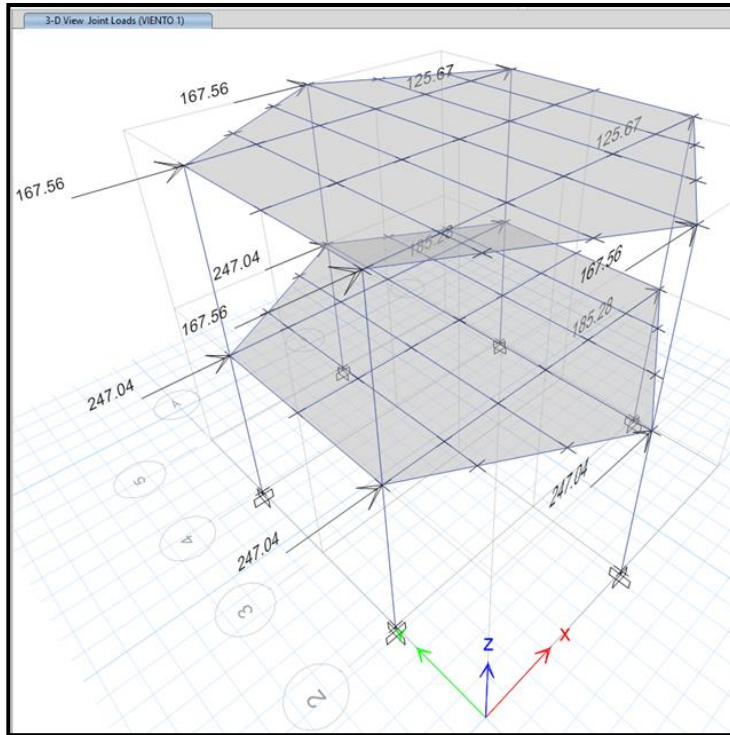
Aplicación de cargas por viento

NIVEL	H	VELOCIDAD DE VIENTO (km/h)	VELOCIDAD DISEÑO EN ALTURA H (km/h)	C (barlovento)	PRESIÓN O SUCCIÓN DEL VIENTO (kg/m ²)	ALTURA TRIBUTARIA (m)	ANCHO TRIBUTARIO (m)	FUERZA HORIZONTAL EN CADA NUDO (kg)
PRIMER PISO	0	90	0.00	0.80	0.00	1.80	3.32	0.00
SEGUNDO PISO	3.6	90	71.88	0.80	20.67	3.60	3.32	247.04
TECHO	7.2	90	83.73	0.80	28.04	1.80	3.32	167.56
NIVEL	H	VELOCIDAD DE VIENTO (km/h)	VELOCIDAD DISEÑO EN ALTURA H (km/h)	C (sotavento)	PRESIÓN O SUCCIÓN DEL VIENTO (kg/m ²)	ALTURA TRIBUTARIA (m)	ANCHO TRIBUTARIO (m)	FUERZA HORIZONTAL EN CADA NUDO (kg)
PRIMER PISO	0	90	0.00	-0.60	0.00	1.80	3.32	0.00
SEGUNDO PISO	3.6	90	71.88	-0.60	-15.50	3.60	3.32	-185.28
TECHO	7.2	90	83.73	-0.60	-21.03	1.80	3.32	-125.67

Nota: Se muestra las cargas por viento.

Figura 16

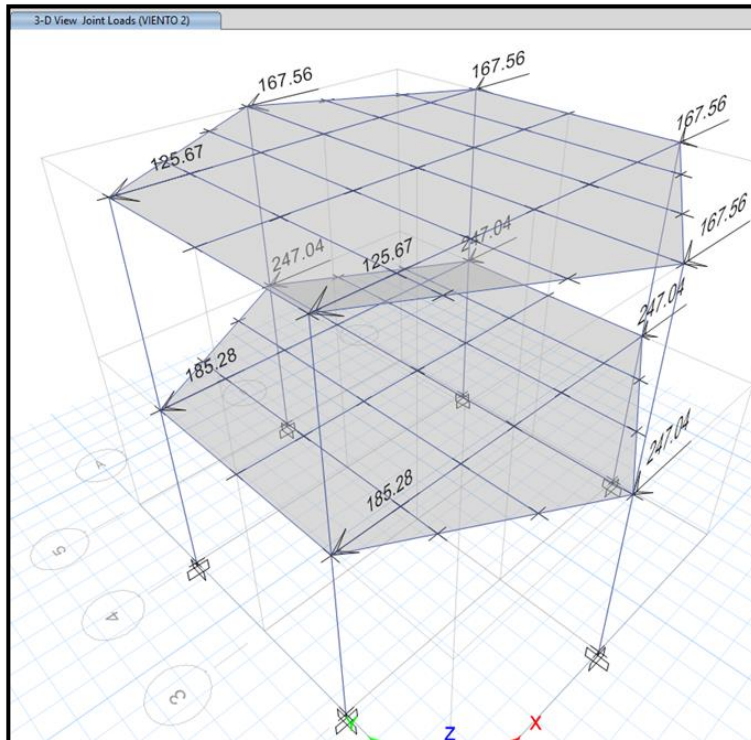
Carga de viento en X-X positivo



Nota: Aplicación de cargas por viento.

Figura 17

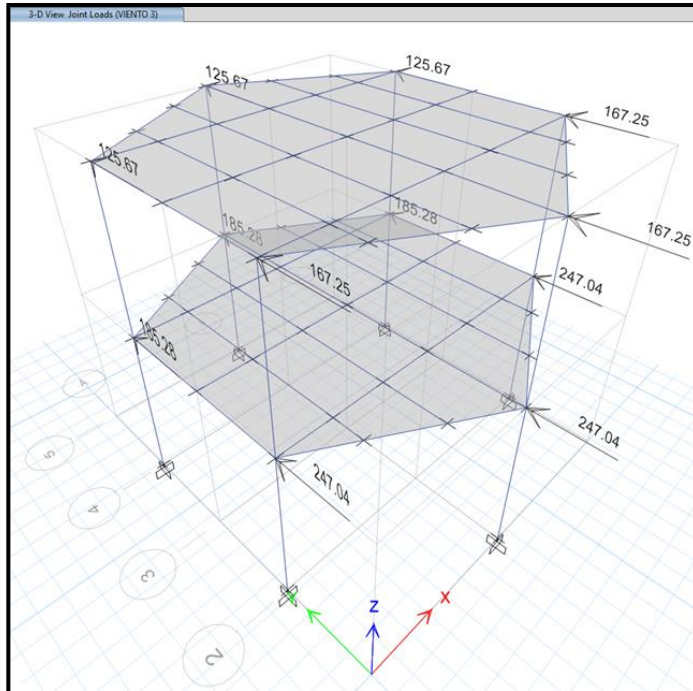
Carga de viento en X-X negativo



Nota: Aplicación de cargas por viento.

Figura 18

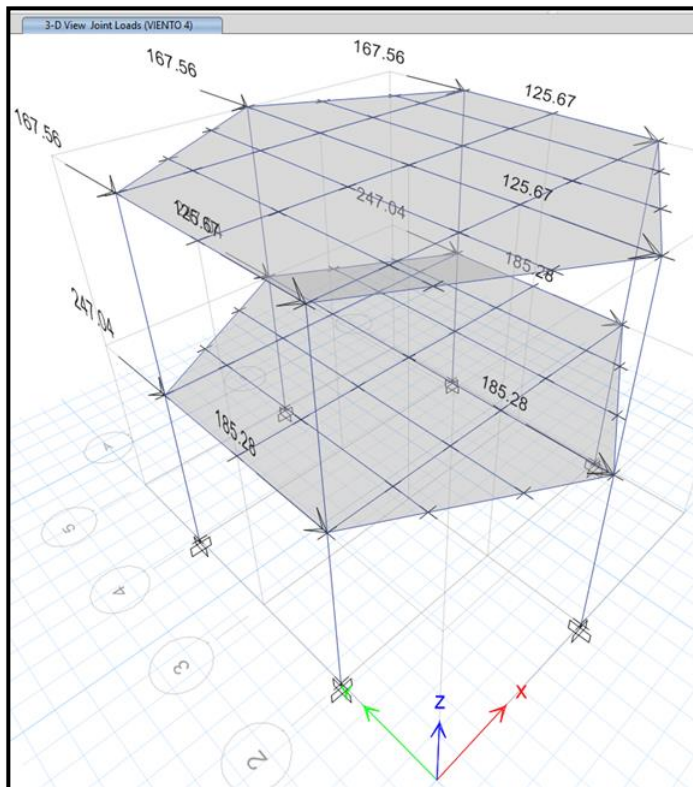
Carga de viento en Y-Y positivo



Nota: Aplicación de cargas por viento.

Figura 19

Carga de viento en Y-Y negativo

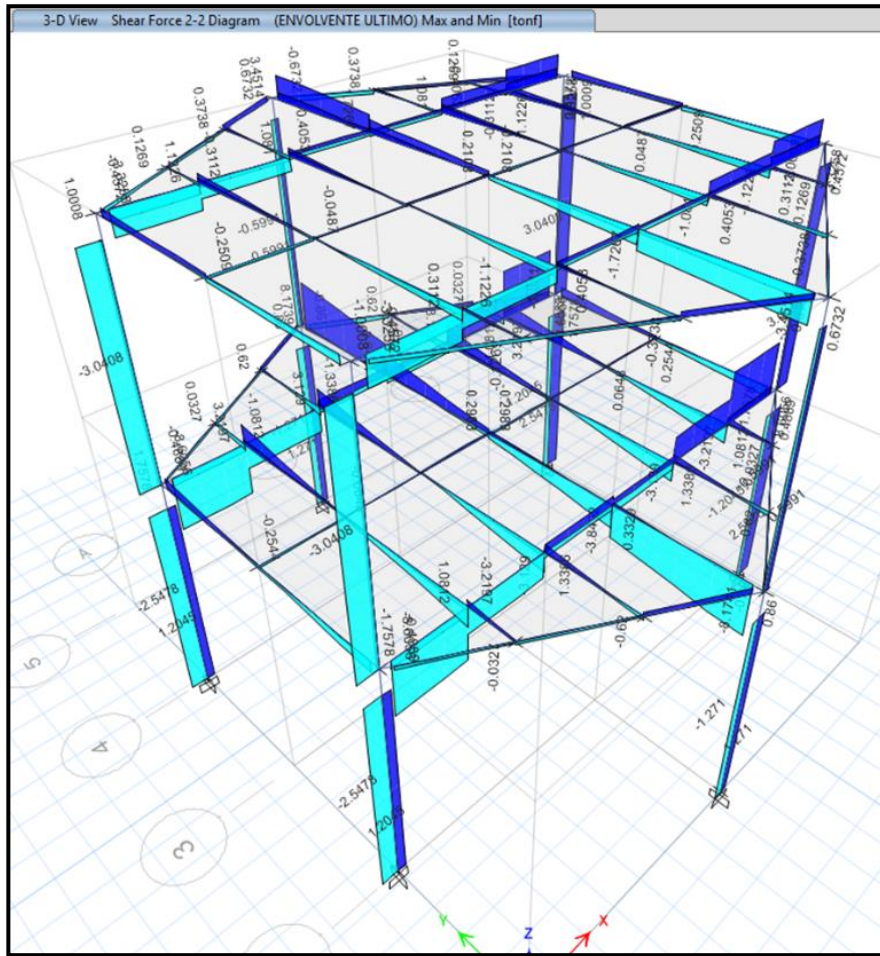


Nota: Aplicación de cargas por viento. Fuente: Elaboración propia.

✓ **Cortante ultimo**

Figura 22

Cortantes últimos del sistema de acero y madera



Nota: Diagramas de esfuerzos cortantes.

• **VERIFICACIÓN DE CORTANTE MINIMO EN LA BASE**

Tabla 19

Cortantes basales con el sistema de acero y madera

MÓDULO	DIRECCIÓN	CORTANTE BASAL				VERIFICACIÓN
		EST. (Ton)	AL 80% (Ton)	DIN. (Ton)	DIN. CORT. (Ton)	
BLOQUE 1	X	10.4476	8.35808	8.9751	8.9751	Cumple con ser mayor al 80% del cortante basal estático
	Y	10.4476	8.35808	8.8323	8.8323	Cumple con ser mayor al 80% del cortante basal estático

Nota: Se muestra las cortantes basales.

- **VERIFICACIÓN DE SISTEMA ESTRUCTURAL**

Tabla 20

Fuerzas sísmicas con el sistema de acero y madera

BLOQUE 1				
DESCRIPCIÓN	FUERZA SISMICA			
	DIRECCIÓN X-X		DIRECCIÓN Y-Y	
	X-X (Ton)	X-X (%)	Y-Y (Ton)	Y-Y (%)
COLUMNAS	7.3765	100.00%	7.2775	100.00%
MUROS	0.0000	0.00%	0.0000	0.00%
COL+MUROS	7.3765	100.00%	7.2775	100.00%
SIST. ESTRUC.	PORTICOS		PORTICOS	

Nota: Se muestra las fuerzas sísmicas.

Tabla 21

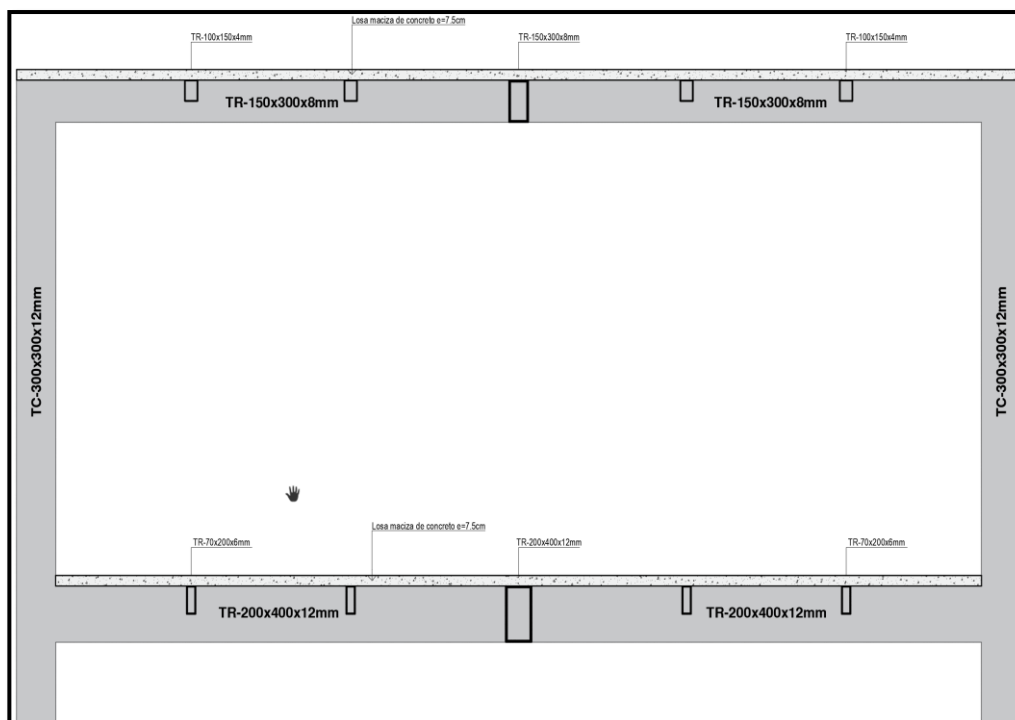
Derivas con el sistema de acero y madera

TABLE: Story Drifts-BLOQUE 1						
Story	Direction	Drift	R	Drift*0.75*R	MAX	VERIFICACIÓN
Story2	X	0.001587	5.00	0.005951	0.01000	Cumple
Story2	Y	0.002077	5.00	0.007789	0.01000	Cumple
Story1	X	0.001195	5.00	0.004481	0.01000	Cumple
Story1	Y	0.001425	5.00	0.005344	0.01000	Cumple

Nota: Se muestra las derivas obtenidas.

Figura 23

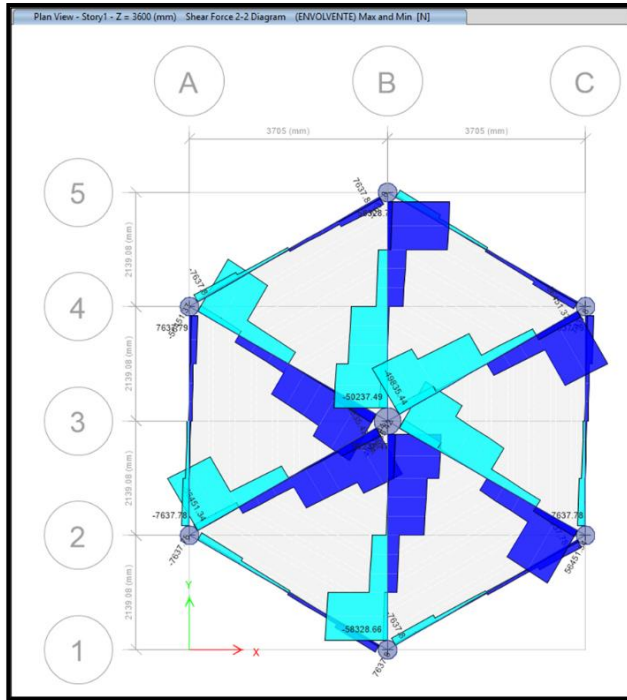
Sección de los elementos metálicos con el sistema de acero y madera



Nota: Elementos estructurales de acero.

Figura 25

Cortantes últimos del sistema de concreto armado



Nota: Diagramas de esfuerzos cortantes.

• **VERIFICACIÓN DE CORTANTE MINIMO EN LA BASE**

Tabla 22

Cortantes basales con el sistema de concreto armado

MÓDULO	DIRECCIÓN	CORTANTE BASAL				VERIFICACIÓN
		EST. (Ton)	AL 80% (Ton)	DIN. (Ton)	DIN. CORR (Ton)	
BLOQUE 1	X	10.1707	8.13656	9.2534	9.3653	Cumple con ser mayor al 80% del cortante basal estático
	Y	10.1707	8.13656	9.2534	9.3653	Cumple con ser mayor al 80% del cortante basal estático

Nota: Se muestra las cortantes basales.

• **VERIFICACIÓN DE SISTEMA ESTRUCTURAL**

Tabla 23

Fuerzas sísmicas con el sistema de concreto armado

DESCRIPCIÓN	BLOQUE 1			
	FUERZA SISMICA			
	DIRECCIÓN X-X		DIRECCIÓN Y-Y	
	X-X (Ton)	X-X (%)	Y-Y (Ton)	Y-Y (%)

Tabla 25*Rango de datos de ambos sistemas*

Sistema estructural	Análisis estático (Tnf)	Análisis dinámico (Desplazamiento lateral Δ)	Análisis económico (S/.)	Rango
Concreto Armado	9.2534	0.006012	99,084.80	2
Acero y madera	7.3765	0.007789	94,555.71	1

Nota: Valores de datos y rangos.

- Posteriormente usamos la fórmula para obtener el valor de U:

$$U = R - \frac{n(n+1)}{2}$$

Siendo:

- R: Suma de Rangos pro grupo
- n: número de elementos por grupo

Tabla 26*Valor de U de ambos sistemas*

	R	n	U
Concreto Armado	2	1	1
Acero y madera	1	1	0

Nota: Valores de U. Fuente: Elaboración propia.

- El valor crítico de U se obtiene de las tablas de Mann-Whitney U. Para un nivel de significancia $\alpha=0.05$ y dos muestras de tamaño 1, el valor crítico es $U_{crítico}=0$.

Tabla 27*Prueba de Mann-Whitney U*

Análisis	U (concreto armado)	U (acero y madera)	U (Crítico)	Nivel de significancia (α)	Conclusión
Estático	1	0	0	0.05	Existe diferencia significativa
Dinámico	1	0	0	0.05	Existe diferencia significativa
Económico	1	0	0	0.05	Existe diferencia significativa

Nota: Prueba de Mann-Whitney U. Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

Las tablas de resultados obtenidas con la prueba de Mann-Whitney U del análisis estático con ambos sistemas estructurales muestran diferencias significativas. Con el sistema estructural de acero y madera la fuerza cortante basal máxima en la dirección Y-Y obtuvo el valor de 8.832 Tnf, también la deriva máxima fue en dirección Y-Y siendo de 0.00779 inferior a 0.010 como indica la norma E.060 (2019) y también las dimensiones de la sección de columna es de 300x300x12 mm y la dimensión de la sección de vigas es de 200x400x12 mm; de la misma manera con el sistema estructural de concreto armado la fuerza cortante basal máxima en la dirección Y-Y obtuvo el valor de 9.365 Tnf, así mismo la deriva máxima fue en dirección Y-Y siendo 0.00601 siendo inferiores a 0.007 como indica la norma E.060 (2019) y también las dimensiones de la sección de la columna circular fue de 50 cm de diámetro y la sección más crítica de la viga fue de 25 cm de ancho y 40 cm de peralte. De esto se puede concluir que se descarta la hipótesis nula ya que se demuestra que hay diferencia significativa y que al aplicar el sistema de acero y madera se obtuvieron mejores resultados tanto en cortantes basales, fuerzas sísmicas, las derivas, irregularidades en corte y en planta y las secciones diseñadas de columnas y vigas, tomando así la hipótesis del diseño sismorresistente de un sistema estructural de acero y madera es óptimo con respecto al sistema de concreto armado para las casetas turísticas-Amarilis-Huánuco-2024.

4.2.2. HIPÓTESIS ESPECIFICA 1

HEa: El análisis estático del sistema estructural de acero y madera es mayor que el sistema de concreto armado para las casetas turísticas del distrito de Amarilis-Huánuco-2024.

HE0: El análisis estático del sistema estructural de acero y madera es menor que el sistema de concreto armado para las casetas turísticas del distrito de Amarilis-Huánuco-2024.

1. ANÁLISIS ESTÁTICO DEL SISTEMA DE ACERO Y MADERA

Para la construcción del modelo estructural se definieron las secciones de los elementos línea (frame) y elemento (área), las cuales se muestran a continuación.

- **PREDIMENSIONAMIENTO DE CUBIERTA Y ENTREPISO**

Para nuestro caso el último techo tiene una inclinación igual a cero (0), siendo esta de forma horizontal, por lo mismo podemos optar por un sistema de losa maciza, losa colaborante, etc. Para el presente proyecto teniendo las condiciones de mercado, clima entre otros optamos por una losa maciza de concreto armado, en ese sentido procedemos a dimensionar el espesor de la losa maciza.

Tabla 28

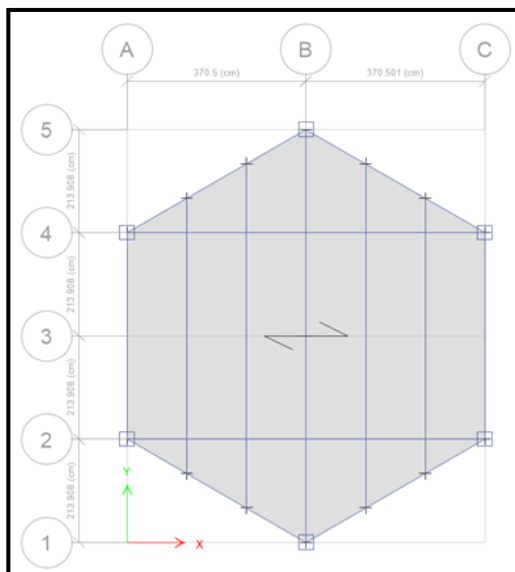
Predimensionamiento de la losa

ELEMENTO	LONGITUD (cm)	CONDICIÓN DE APOYO	FACTOR	ESPESOR O PERALTE MÍNIMO "h" (cm)
Losa maciza en una dirección	125	Con un extremo continuo	L/24	5.21
Losa maciza en una dirección	125	Ambos extremos continuos	L/28	4.46
Espesor de losa seleccionada en cm				7.50

Nota: Se muestra el valor del predimensionamiento.

Figura 27

Dirección de losa maciza



Nota: Losa maciza con el sistema de acero y madera.

- **PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGUETAS**

Para poder predimensionar las viguetas metálicas de sección tubular rectangular haremos el metrado de carga correspondiente, posterior a esto ya con la carga distribuida en la viga calculamos el momento para posteriormente calcular el módulo de sección elástico utilizando el esfuerzo admisible, con este módulo de sección elástico elegimos una sección utilizando las tablas con las propiedades de las secciones tubulares.

Tabla 29

Cargas muertas del sistema de acero y madera

CALCULO DE CARGA MUERTA EN ENTREPISO			
DESCRIPCIÓN	PESO ESPECIFICO Kg/m³	ALTURA PISO TERMINADO (m)	PESO POR UNIDAD DE ÁREA (Kgf/m²)
Peso propio de losa maciza	2,400.00	0.0750	180.00
Peso de acabado en pisos	-	-	100.00
Tabiquería de madera	-	-	40.00
Peso de cielorraso	-	-	25.00
Peso de instalaciones	-	-	5.00
Total carga aplicar sobre losa de entrepiso			350.00

Nota: Valores de las cargas muertas.

Tabla 30

Carga viva del sistema de acero y madera

TIPO DE SOBRECARGA	PESO POR UNIDAD DE ÁREA (kg/m²)
Carga viva de entrepiso	500.00
Carga viva de azotea	100.00

Nota: Valores de las sobrecargas.

Tabla 31

Cargas por piso del sistema de acero y madera

TIPO DE PISO	CARGA MUERTA (kg/m²)	CARGA VIVA (kg/m²)	CARGA DE SERVICIO (kg/m²)	ANCHO TRIBUTARIO (m)	CARGA DE SERVICIO (kg/m)
Entrepiso	350.00	500.00	850.00	1.235	1049.75
Azotea	350.00	100.00	450.00	1.235	555.75

Nota: Valores de las cargas. Fuente: Elaboración propia.

Suponemos que la sección es compacta para calcular el módulo de sección elástico con la cual ingresamos a las tablas y seleccionamos un perfil que se adecue a nuestro requerimiento.

Tabla 32

Módulo de elasticidad del sistema de acero y madera

TIPO DE PISO	CARGA DE SERVICIO (kg/m)	ANCHO TRIBUTARIO (m)	MOMENTO MÁXIMO (kg*m)	ESFUERZO ADMISIBLE SECCIÓN COMPACTA $F_b=0.66F_y$ (kg/cm ²)	MÓDULO DE SECCIÓN ELÁSTICA $S_x=M/F_b$ (cm ³)
Entrepiso	1,049.75	4.28	2,403.72	1,914.00	125.59
Azotea	555.75	4.28	1,272.56	1,914.00	66.49

Nota: Valores del módulo de elasticidad.

- **PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS**

Para poder predimensionar las vigas metálicas de sección tubular rectangular haremos el metrado de carga correspondiente, posterior a esto ya con la carga distribuida en la viga calculamos el momento para posteriormente calcular el módulo de sección elástico utilizando el esfuerzo admisible, con este módulo de sección elástico elegimos una sección utilizando las tablas con las propiedades de las secciones tubulares.

Tabla 33

Cargas de soporte de vigas

TIPO DE PISO	CARGA MUERTA (kg/m ²)	CARGA VIVA (kg/m ²)	CARGA DE SERVICIO (kg/m ²)	ANCHO TRIBUTARIO (m)	CARGA DE SERVICIO (kg/m)
Entrepiso	350.00	500.00	850.00	3.21	2728.5
Azotea	350.00	100.00	450.00	3.21	1444.5

Nota: Cargas a soportar en vigas.

Tabla 34

Módulo de elasticidad para vigas

TIPO DE PISO	CARGA DE SERVICIO (kg/m)	LUZ LIBRE (m)	MOMENTO MÁXIMO (kg*m)	ESFUERZO ADMISIBLE SECCIÓN	MÓDULO DE SECCIÓN
--------------	--------------------------	---------------	-----------------------	----------------------------	-------------------

				COMPACTA Fb=0.66Fy (kg/cm ²)	ELASTICA Sx=M/Fb (cm ³)
Entrepiso	2,728.50	7.41	18,727.09	1,914.00	978.43
Azotea	1,444.50	7.41	9,914.34	1,914.00	517.99

Nota: Esfuerzo admisible y módulo de elasticidad.

Tabla 35

Deformación en secciones de vigas

TIPO DE PISO	SECCIÓN ELEGIDA (mm)	MÓDULO DE SECCIÓN ELASTICA DEL PERFIL ELEGIDO Sx=M/Fb (cm ³)	MOMENTO DE INERCIA DEL PERFIL ELEGIDO (cm ⁴)	CÁLCULO DE DEFORMACIÓN $d = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x}$	dmax L/200 (cm)
Entrepiso	400x200x9	1,065.15	21,303.00	2.51	3.71
Azotea	300x150x8	656.63	11,491.00	2.47	3.71

Nota: Deformación máxima de viga. Fuente: Elaboración propia.

• PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS TUBULARES CUADRADAS

Predimensionamos la columna, para lo cual utilizamos el área tributaria para poder calcular el peso que actúa sobre la columna, seguido a esto asumimos un valor para KL/r, teniendo definido este valor con la ayuda de la tabla calculamos el esfuerzo admisible. Con el peso y el esfuerzo admisible calculamos el área de la sección con este valor ingresamos a la tabla y escogemos una sección para posteriormente con los datos de dicha sección se calcula nuevamente KL/r, de cumplir se queda con la sección, adicional a esto dado que se trata de un pórtico sin arriostramiento en donde solo las columnas aportan rigidez frente a fuerzas horizontales se incrementara la columna de acuerdo a lo requerido para cumplir con los desplazamientos, en el siguiente cuadro se muestra ya la columna que cumple con dichos requerimientos.

Tabla 36

Cargas a soportar de columna

TIPO DE PISO	CARGA MUERTA (kg/m ²)	CARGA VIVA (kg/m ²)	CARGA DE SERVICIO (kg/m ²)	ÁREA TRIBUTARIO (m)	CARGA DE SERVICIO P (kg)
--------------	-----------------------------------	---------------------------------	--	---------------------	--------------------------

Primer piso	350.00	500.00	1,300.00	10.9	14,170.00
Segundo Piso	350.00	100.00	450.00	10.9	4,905.00

Nota: Cargas a soportar de las columnas.

Tabla 37

Valores de diseño de columna

TIPO DE PISO	ELECCIÓN DE KL/r $120 < KL/r < 200$	Fa (kg/cm ²)	CÁLCULO DE ÁREA DE SECCIÓN $A = P/Fa$ (cm ²)	SECCIÓN ELEGIDA (mm)	r (cm)	K
Primer piso	150.00	467.00	30.34	300x300x12	11.67	1.0
Segundo Piso	150.00	467.00	10.50	300x300x12	11.67	1.0

Nota: Valores de diseño de las columnas.

Tabla 38

Secciones de diseño de columnas

TIPO DE PISO	SECCIÓN ELEGIDA (mm)	r (cm)	K	L (cm)	KL/r	KL/r < 200
Primer piso	300x300x12	11.67	1.00	360.00	30.85	Cumple
Segundo Piso	300x300x12	11.67	1.00	360.00	30.85	Cumple

Nota: Dimensiones de las secciones de columnas.

Tabla 39

Valores del esfuerzo admisible

Esfuerzos admisibles en kg/cm ² para miembros en compresión					
Miembros principales y secundarios: $\frac{KL}{r} \leq 120$					
$\frac{KL}{r}$	Fa (kg/cm ²)	$\frac{KL}{r}$	Fa (kg/cm ²)	$\frac{KL}{r}$	Fa (kg/cm ²)
1	1516	41	1344	81	1072
2	1513	42	1338	82	1064
3	1510	43	1332	83	1056
4	1507	44	1326	84	1048
5	1504	45	1320	85	1040
6	1501	46	1315	86	1031
7	1498	47	1308	87	1024
8	1494	48	1303	88	1015
9	1491	49	1297	89	1007
10	1488	50	1290	90	998
11	1484	51	1284	91	991
12	1480	52	1278	92	982
13	1477	53	1271	93	973

14	1473	54	1265	94	965
15	1469	55	1259	95	956
16	1465	56	1252	96	948
17	1461	57	1245	97	939
18	1457	58	1239	98	930
19	1453	59	1233	99	921
20	1448	60	1226	100	913
21	1444	61	1218	101	903
22	1440	62	1212	102	894
23	1435	63	1205	103	885
24	1431	64	1198	104	877
25	1426	65	1191	105	867
26	1422	66	1184	106	858
27	1417	67	1177	107	849
28	1412	68	1170	108	840
29	1407	69	1162	109	830
30	1402	70	1155	110	821
31	1397	71	1148	111	811
32	1392	72	1140	112	802
33	1387	73	1133	113	792
34	1382	74	1126	114	783
35	1377	75	1118	115	773
36	1371	76	1110	116	763
37	1365	77	1103	117	753
38	1360	78	1095	118	743
39	1355	79	1088	119	733
40	1349	80	1080	120	723

Nota: Valores de esfuerzos admisibles. Fuente: Leonillo (2005)

Figura 28

Predimensionamiento de perfiles de acero

The screenshot shows the 'Frame Section Property Data' dialog box. The 'General Data' section includes 'Property Name' (TC-75x75x3mm), 'Material' (A500GrB), 'Display Color' (green), and 'Notes'. The 'Shape' section shows 'Section Shape' as 'Steel Tube'. The 'Section Property Source' is 'User Defined'. The 'Section Dimensions' section lists: Total Depth (7.5 cm), Total Width (7.5 cm), Flange Thickness (0.3 cm), Web Thickness (0.3 cm), and Corner Radius (0.6 cm). A 3D diagram of a square tube is shown with coordinate axes 2 (vertical) and 3 (horizontal). The 'Property Modifiers' section shows 'Modify/Show Modifiers...' and 'Currently Default'. Buttons for 'OK', 'Cancel', and 'Show Section Properties...' are visible.

Nota: Dimensiones de la pieza de acero.

Figura 29

Predimensionamiento de perfiles de acero

The screenshot shows the 'Frame Section Property Data' dialog box. The 'General Data' section includes 'Property Name' (TC-150x150x8mm), 'Material' (A500GrB), 'Display Color' (cyan), and 'Notes'. The 'Shape' section shows 'Section Shape' as 'Steel Tube'. The 'Section Property Source' is 'User Defined'. The 'Section Dimensions' section lists: Total Depth (15 cm), Total Width (15 cm), Flange Thickness (0.8 cm), Web Thickness (0.8 cm), and Corner Radius (1.2 cm). A 3D diagram of a square tube is shown with coordinate axes 2 (vertical) and 3 (horizontal). The 'Property Modifiers' section shows 'Modify/Show Modifiers...' and 'Currently Default'. Buttons for 'OK', 'Cancel', and 'Show Section Properties...' are visible.

Nota: Dimensiones de la pieza de acero.

Figura 30

Predimensionamiento de perfiles de acero

Section Dimensions	
Total Depth	15 cm
Total Width	10 cm
Flange Thickness	0.4 cm
Web Thickness	0.4 cm
Corner Radius	0.8 cm

Nota: Dimensiones de la pieza de acero.

Figura 31

Predimensionamiento de perfiles de acero

Section Dimensions	
Total Depth	20 cm
Total Width	7 cm
Flange Thickness	0.6 cm
Web Thickness	0.6 cm
Corner Radius	1.2 cm

Nota: Dimensiones de la pieza de acero.

Figura 32

Predimensionamiento de perfiles de acero

Frame Section Property Data

General Data

Property Name: TR-300x150x8mm

Material: A500GrB

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Steel Tube

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Total Depth: 30 cm

Total Width: 15 cm

Flange Thickness: 0.8 cm

Web Thickness: 0.8 cm

Corner Radius: 1.6 cm

Property Modifiers: Modify/Show Modifiers...
Currently Default

OK
Cancel

Show Section Properties...

Nota: Dimensiones de la pieza de acero.

Figura 33

Predimensionamiento de perfiles de acero

Frame Section Property Data

General Data

Property Name: TR-400x200x9mm

Material: A500GrB

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Steel Tube

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Total Depth: 40 cm

Total Width: 20 cm

Flange Thickness: 0.9 cm

Web Thickness: 0.9 cm

Corner Radius: 1.8 cm

Property Modifiers: Modify/Show Modifiers...
Currently Default

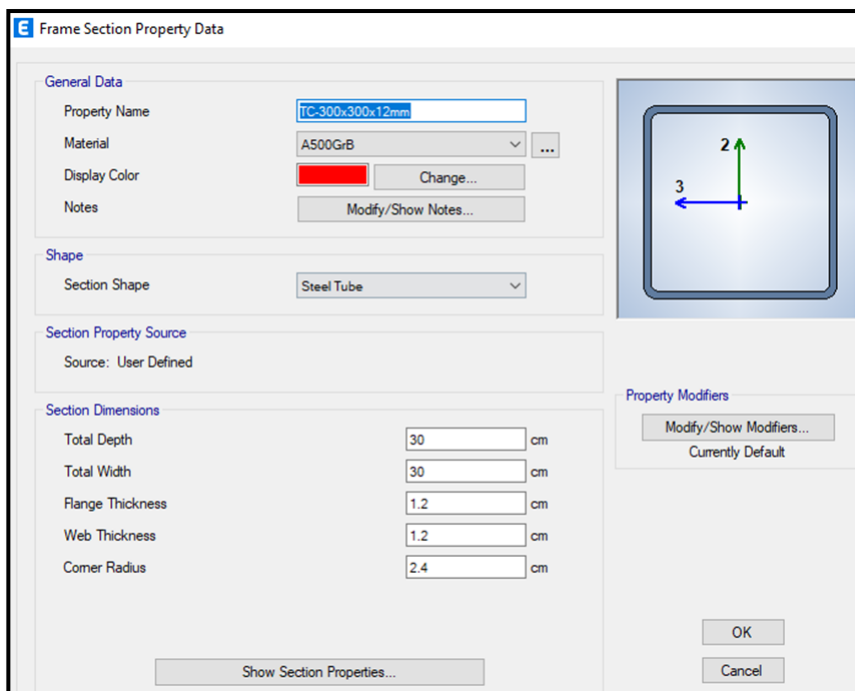
OK
Cancel

Show Section Properties...

Nota: Dimensiones de la pieza de acero.

Figura 34

Perfil de acero de diseño



Nota: Dimensiones de la pieza de acero.

- **MODELADO DE LAS SECCIONES ELEGIDAS**

Figura 35

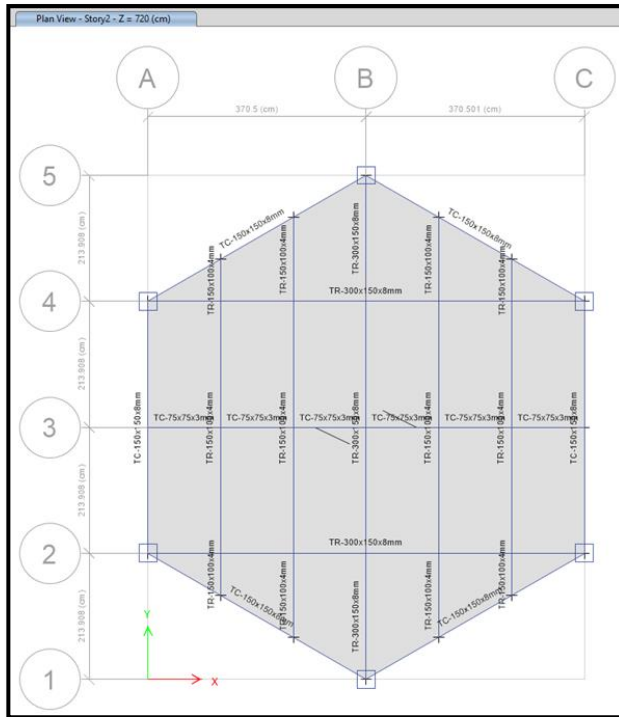
Vista 3D de la caseta turística



Nota: Modelado de la caseta turística.

Figura 36

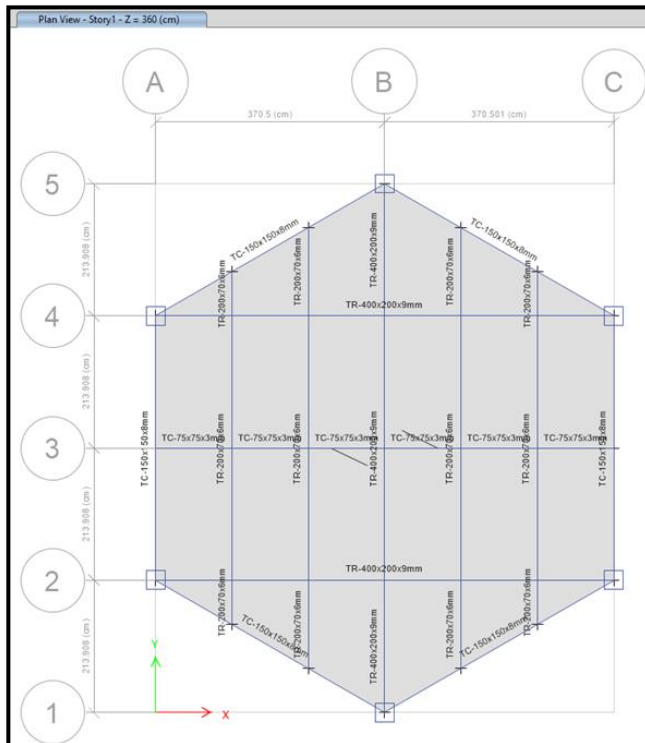
Asignación de secciones en el segundo nivel con el sistema de acero y madera



Nota: Valores de las secciones asignadas.

Figura 37

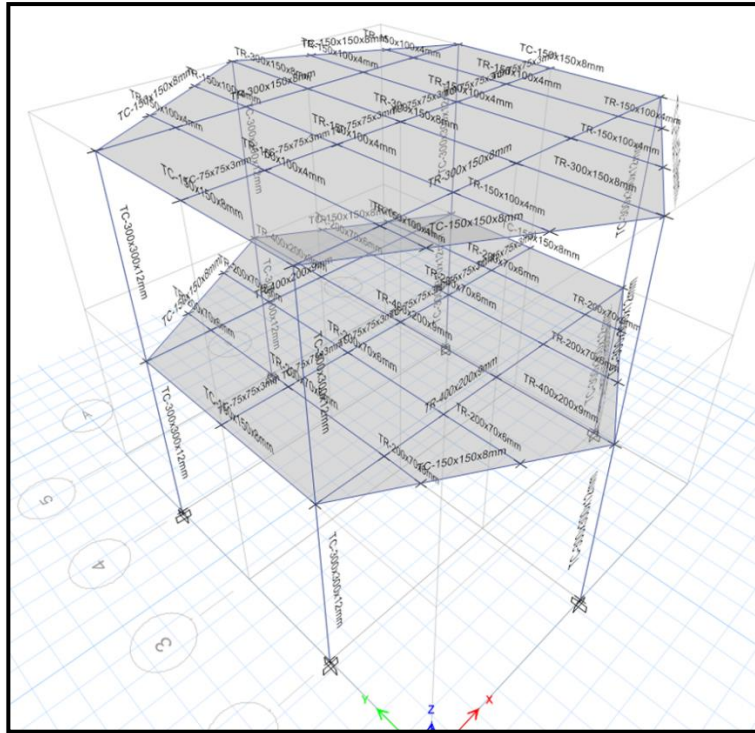
Asignación de secciones en el primer nivel con el sistema de acero y madera



Nota: Valores de las secciones asignadas.

Figura 38

Asignación de secciones de columnas con el sistema de acero y madera



Nota: Valores de las secciones asignadas.

- **ANÁLISIS MODAL DE LA ESTRUCTURA**

El artículo 29 de la norma E.030 Análisis Dinámico Modal Espectral indica Cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos por combinación modal espectral según lo especificado en este numeral.

Figura 39

Parámetros para el análisis modal del sistema de acero y madera

Nota: Valores de los parámetros de análisis modal.

- **VERIFICACIÓN DE CORTANTE MINIMO EN LA BASE**

Tabla 40

Cortantes basales con el sistema de acero y madera

MÓDULO	DIRECCIÓN	CORTANTE BASAL				VERIFICACIÓN
		EST. (Ton)	AL 80% (Ton)	DIN. (Ton)	DIN. CORT. (Ton)	
BLOQUE 1	X	10.4476	8.35808	8.9751	8.9751	Cumple con ser mayor al 80% del cortante basal estático
	Y	10.4476	8.35808	8.8323	8.8323	Cumple con ser mayor al 80% del cortante basal estático

Nota: Se ve los valores de cortantes basales. Fuente: Elaboración propia.

- **VERIFICACIÓN DE SISTEMA ESTRUCTURAL**

Tabla 41

Fuerzas sísmicas con el sistema de acero y madera

BLOQUE 1	
DESCRIPCIÓN	FUERZA SISMICA

	DIRECCIÓN X-X		DIRECCIÓN Y-Y	
	X-X (Ton)	X-X (%)	Y-Y (Ton)	Y-Y (%)
COLUMNAS	7.3765	100.00%	7.2775	100.00%
MUROS	0.0000	0.00%	0.0000	0.00%
COL+MUROS	7.3765	100.00%	7.2775	100.00%
SIST. ESTRU.	PORTICOS		PORTICOS	

Nota: Valores de las fuerzas sísmicas.

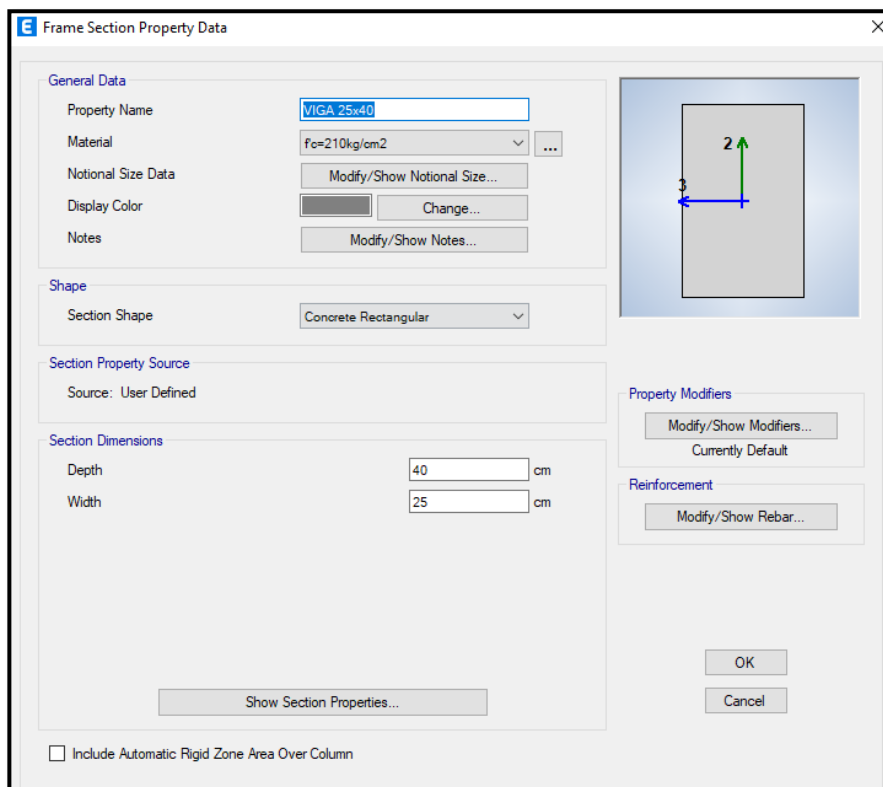
2. ANÁLISIS ESTÁTICO DEL SISTEMA DE CONCRETO ARMADO

Para la construcción del modelo estructural se definieron las secciones de los elementos línea (frame) y elemento (área), las cuales se muestran a continuación.

- **PREDIMENSIONAMIENTO**

Figura 40

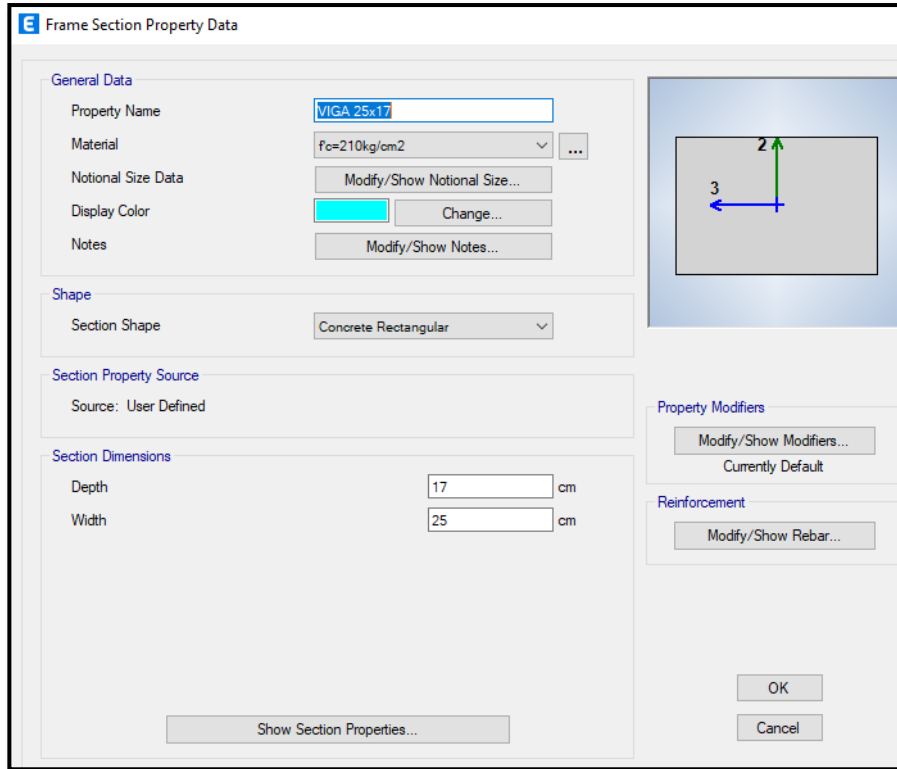
Sección de viga diseñada de concreto armado



Nota: Valores de la viga diseñada.

Figura 41

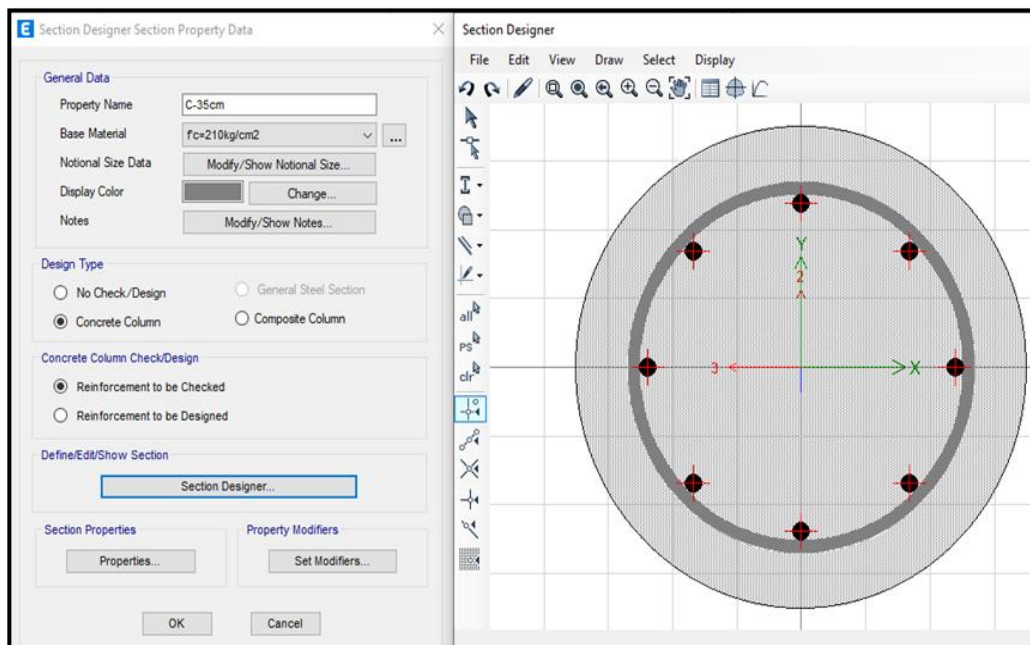
Sección de viga diseñada de concreto armado



Nota: Valores de la viga diseñada.

Figura 42

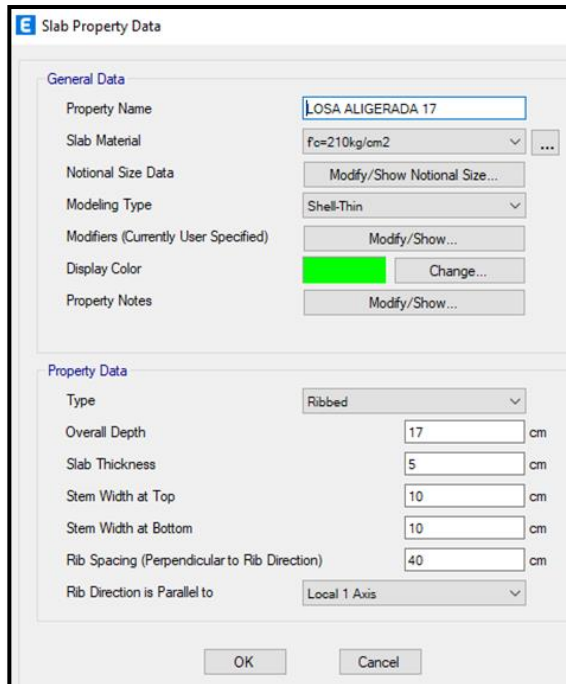
Sección de columna diseñada de concreto armado



Nota: Valores de las columnas diseñada.

Figura 43

Losas aligeradas en una sola dirección

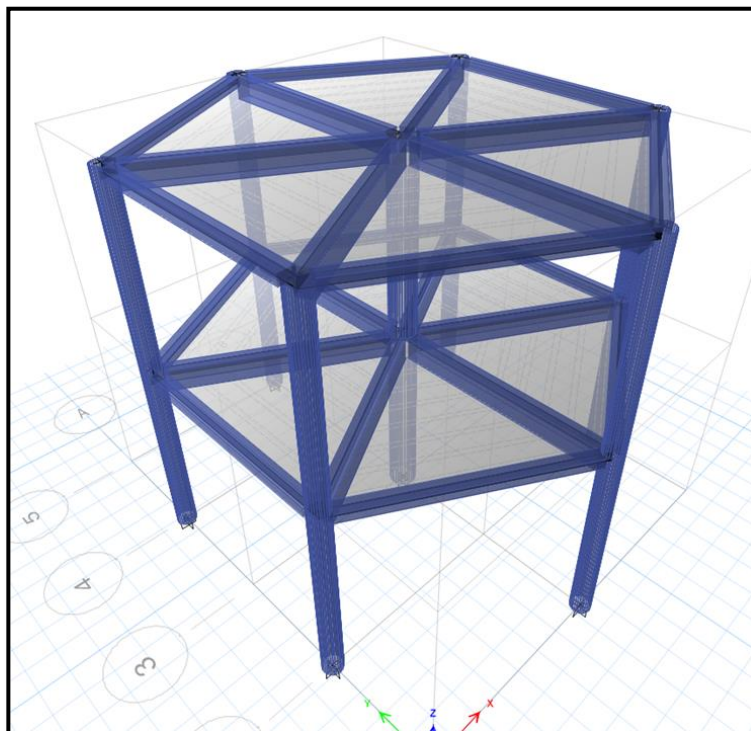


Nota: Valores de la losa aligerada diseñada.

- **ESTRUCTURA DE CONCRETO**

Figura 44

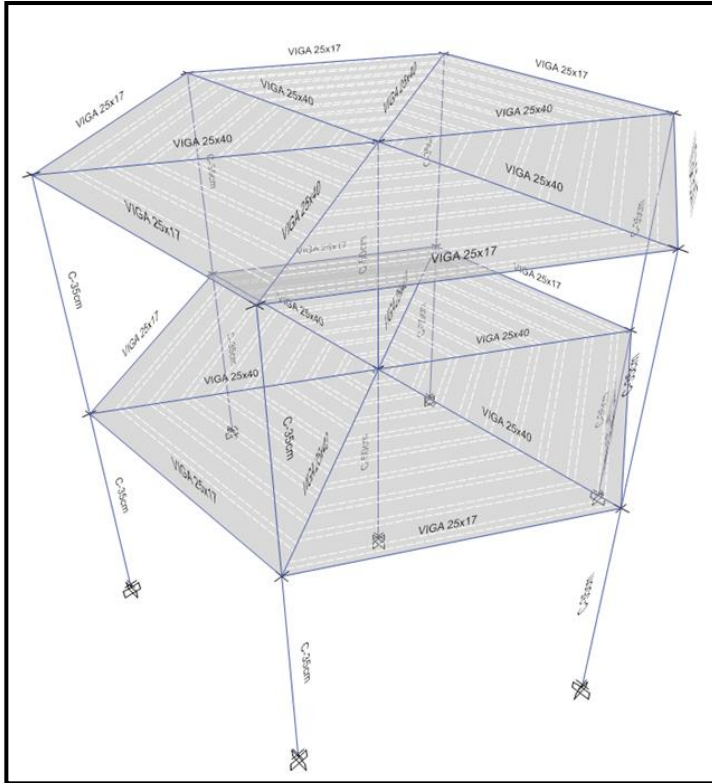
Estructura de concreto armado de la caseta turística



Nota: Se ve el modelado con el sistema de concreto armado.

Figura 45

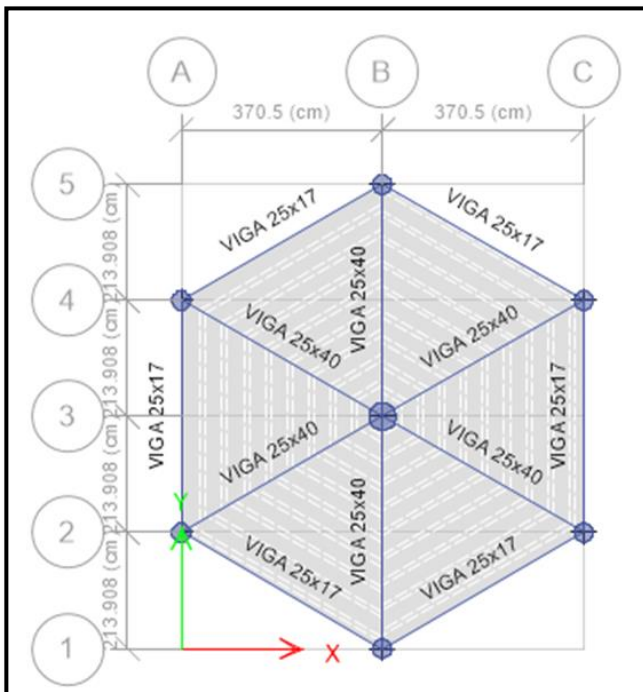
Asignación de secciones con el sistema de concreto armado



Nota: Valores asignados de la estructura.

Figura 46

Asignación de secciones con el sistema de concreto armado



Nota: Valores asignados de la estructura.

- **ANÁLISIS MODAL DE LA ESTRUCTURA**

- ✓ El artículo 29 de la norma E.030 Análisis Dinámico Modal Espectral indica cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos por combinación modal espectral según lo especificado en este numeral.
- ✓ Para nuestro caso se tiene que $T_p=1$ y $T=0.21$, por lo tanto, $T=0.21 < 0.2T_p=1.2$, por lo tanto $C=1+7.5(0.21/0.6)= 3.625$

Figura 47

Parámetros para el análisis modal con el sistema de concreto armado

Nota: Valores de los parámetros de análisis modal.

- **VERIFICACIÓN DE CORTANTE MINIMO EN LA BASE**

Tabla 42

Cortantes basales con el sistema de concreto armado

MÓDULO	DIRECCIÓN	CORTANTE BASAL				VERIFICACIÓN
		EST. (Ton)	AL 80% (Ton)	DIN. (Ton)	DIN. CORR (Ton)	
BLOQUE 1	X	10.1707	8.13656	9.2534	9.3653	Cumple con ser mayor al 80% del cortante basal estático

					Cumple con ser mayor al 80% del cortante basal estático
	Y	10.1707	8.13656	9.2534	9.3653

Nota: Se ve los valores de cortantes basales. Fuente: Elaboración propia.

• VERIFICACIÓN DE SISTEMA ESTRUCTURAL

Tabla 43

Fuerzas sísmicas con el sistema de concreto armado

BLOQUE 1				
DESCRIPCIÓN	FUERZA SISMICA			
	DIRECCIÓN X-X		DIRECCIÓN Y-Y	
	X-X (Ton)	X-X (%)	Y-Y (Ton)	Y-Y (%)
COLUMNAS	9.2534	100.00%	9.2534	100.00%
MUROS	0.0000	0.00%	0.0000	0.00%
COL+MUROS	9.2534	100.00%	9.2534	100.00%
SIST. ESTRUC.	PORTICOS		PORTICOS	

Nota: Valores de las fuerzas sísmicas. Fuente: Elaboración propia.

• Prueba estadística para la elección de hipótesis

- Dado que nuestra investigación busca comparar el diseño del análisis estático siendo este una variable cuantitativa, en función del tipo de sistema estructural siendo este una variable cualitativa, y buscando la existencia de diferencia en ambos sistemas estructurales se usó la prueba de Mann-Whitney U.

Tabla 44

Rango de datos de ambos sistemas

Sistema estructural	Análisis estático (Tnf)	Rango
Concreto Armado	9.2534	2
Acero y madera	7.3765	1

Nota: Valores de datos y rangos. Fuente: Elaboración propia.

- Posteriormente usamos la fórmula para obtener el valor de U:

$$U = R - \frac{n(n+1)}{2}$$

Siendo:

- R: Suma de Rangos pro grupo
- n: número de elementos por grupo

Tabla 45*Valor de U de ambos sistemas*

	R	n	U
Concreto Armado	2	1	1
Acero y madera	1	1	0

Nota: Valores de U. Fuente: Elaboración propia.

- El valor crítico de U se obtiene de las tablas de Mann-Whitney U. Para un nivel de significancia $\alpha=0.05$ y dos muestras de tamaño 1, el valor crítico es $U_{\text{crítico}} = 0$.

Tabla 46*Prueba de Mann-Whitney U*

Análisis	U (concreto armado)	U (acero y madera)	U (Crítico)	Nivel de significancia (α)	Conclusión
Estático	1	0	0	0.05	Existe diferencia significativa

Nota: Prueba de Mann-Whitney U. Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

Las tablas de resultados obtenidas con la prueba de Mann-Whitney U del análisis estático con ambos sistemas estructurales muestran diferencias significativas. Con el sistema estructural de acero y madera la fuerza sísmica en ambas direcciones obtuvo el valor de 7.377 Tnf; de la misma manera con el sistema estructural de concreto armado la fuerza sísmica en ambas direcciones obtuvo el valor de 9.253 Tnf. De esto se puede concluir que se descarta la hipótesis nula ya que se demuestra que hay diferencia significativa y que al aplicar el sistema de acero y madera se obtuvieron mejores resultados tanto en las derivas, irregularidades en corte y en planta y las dimensiones diseñadas de columnas y vigas, tomando así la hipótesis del análisis estático del sistema estructural de acero y madera es mayor que el sistema de concreto armado para las casetas turísticas del distrito de Amarilis-Huánuco-2024.

4.2.3. HIPÓTESIS ESPECIFICA 2

HEa: El análisis dinámico del sistema estructural de acero y madera es superior en comparación con el sistema de concreto armado para las casetas turísticas del distrito de Amarilis-Huánuco-2024.

HE0: El análisis dinámico del sistema estructural de acero y madera es inferior en comparación con el sistema de concreto armado para las casetas turísticas del distrito de Amarilis-Huánuco-2024.

1. ANÁLISIS DINÁMICO DEL SISTEMA DE ACERO Y MADERA

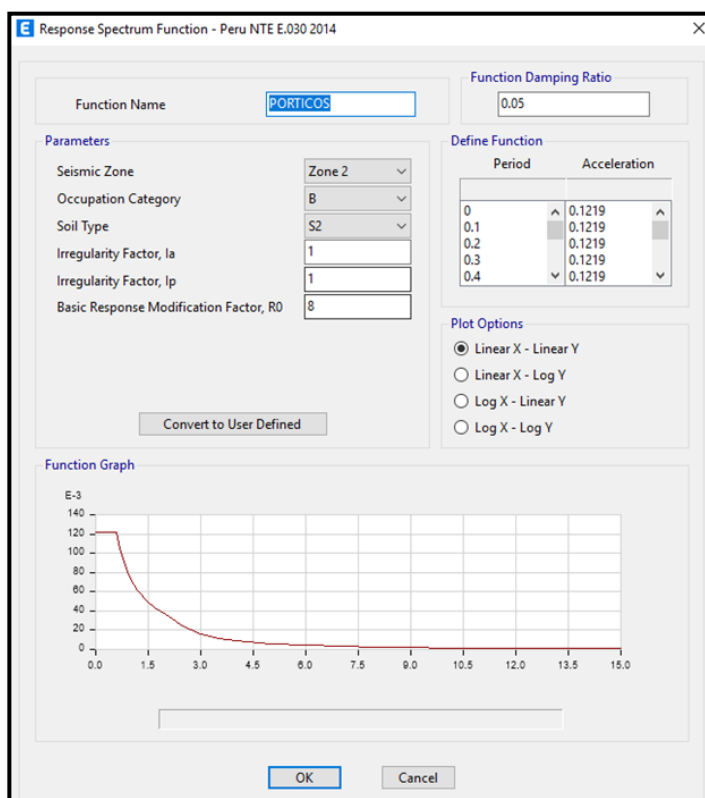
Para la construcción del modelo estructural se dimensionaron los elementos línea (frame) y elemento (área), las cuales se muestran a continuación.

• ESPECTRO SISMICO DE DISEÑO

- ✓ Para el presente proyecto se usaron tres tipos de espectro de diseño:
- ✓

Figura 48

Espectro de diseño con el sistema de acero y madera



Nota: Se muestra el espectro de diseño.

- **PELIGRO SÍSMICO**
 - ✓ Factor de zona: Zona 2, $Z=0.25$
 - ✓ Perfil de suelo, definido en el estudio de mecánica de suelos.
 - ✓ Parámetros de sitio S , T_p y T_l , para el presente proyecto se define $S=1.20$, $T_p=0.6$ y $T_l=2$.

- **CATEGORIZACIÓN DEL EDIFICIO**
 - ✓ Categoría de la edificación y factor de uso, la edificación pertenece a categoría “B” edificaciones importantes, cuyo factor de uso $U=1.3$.

- **COEFICIENTE BÁSICO DE REDUCCIÓN DE FUERZAS SÍSMICAS**
 - ✓ El coeficiente de reducción básico de reducción $R_o=8$.

- **FACTORES DE IRREGULARIDAD Y RESTRICCIONES**
 - ✓ Se inicia el análisis considerando la categoría “B” y que la estructura de todos los módulos no presenta irregularidades.

- **COEFICIENTE DE REDUCCIÓN DE LA FUERZA SISMICA R.**
 - ✓ Definido por el artículo 22 de la norma E.030 como $R=R_o \cdot I_a \cdot I_p$.

Tabla 47

Coeficientes de reducción para el sistema de acero y madera

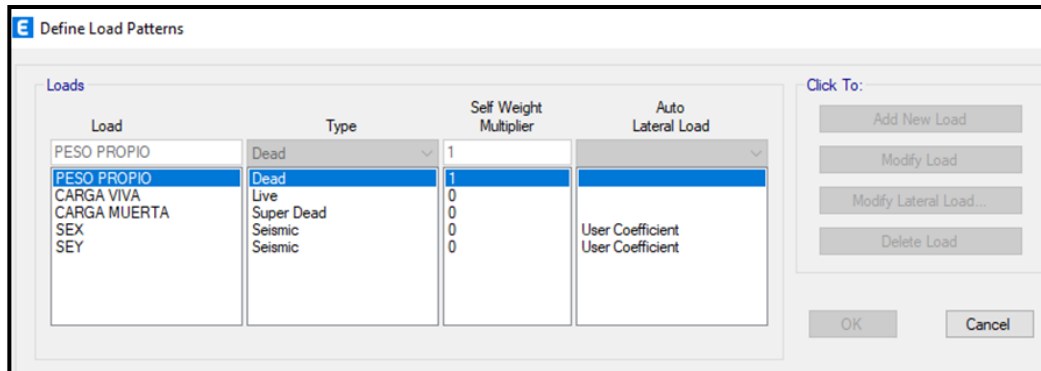
SISTEMA ESTRUCTURAL	R_o	I_p	I_a	R
SMF	8	1	1	8
IMF	5	1	1	5
OMF	4	1	1	4
SCBF	7	1	1	7
OCBF	4	1	1	4
EDF	8	1	1	8

Nota: Valores del coeficiente de reducción.

- **PESOS PARA EL ANÁLISIS DINÁMICO**
 - ✓ ESTIMACIÓN DEL PESO. El artículo 26 de la norma E.030 para la estimación del peso. Bajo estos parámetros se definió el software ETABS para el cálculo de peso lo siguiente:

Figura 49

Estimación de pesos y cargas

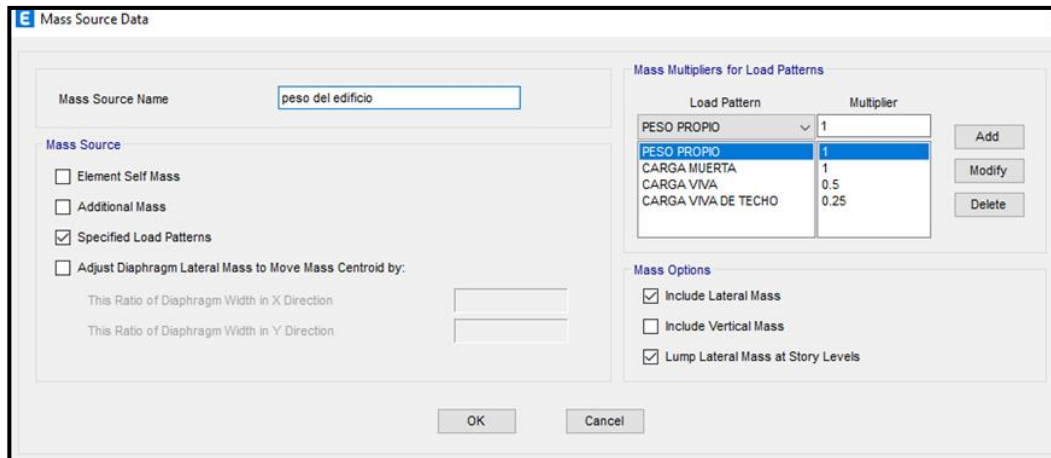


Nota: Valores de pesos y cargas. Fuente: Elaboración propia.

- ✓ Peso propio con coeficiente, donde el programa calcula de manera automática el peso de los elementos estructurales que conforman el modelo matemático. Adicional a esto se tiene:

Figura 50

Estimación de pesos y cargas



Nota: Valores de pesos y cargas. Fuente: Elaboración propia.

- **PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS SÍSMICO**

- ✓ Para el presente estudio se definieron los análisis estático y análisis dinámico modal espectral.
- ✓ En esta etapa se calculó la cortante en la base, estimación del periodo fundamental de vibración T, cálculo del valor de C, y con el uso de las herramientas del software ETABS se cargó a cada modelo estructural de acuerdo con lo siguiente:

Figura 51

Análisis estático dirección X para el sistema de acero y madera

The screenshot shows the 'Seismic Load Pattern - User Defined' dialog box. Under the 'Direction and Eccentricity' section, the following options are checked: 'X Dir', 'X Dir + Eccentricity', and 'X Dir - Eccentricity'. The 'Ecc. Ratio (All Diaph.)' is set to 0.05. Under the 'Factors' section, 'Base Shear Coefficient, C' is 0.195 and 'Building Height Exp., K' is 1. Under the 'Story Range' section, 'Top Story' is 'Story2' and 'Bottom Story' is 'Base'. 'OK' and 'Cancel' buttons are at the bottom.

Nota: Configuración con software del análisis.

Figura 52

Análisis estático dirección Y para el sistema de acero y madera

The screenshot shows the 'Seismic Load Pattern - User Defined' dialog box. Under the 'Direction and Eccentricity' section, the following options are checked: 'Y Dir', 'Y Dir + Eccentricity', and 'Y Dir - Eccentricity'. The 'Ecc. Ratio (All Diaph.)' is set to 0.05. Under the 'Factors' section, 'Base Shear Coefficient, C' is 0.195 and 'Building Height Exp., K' is 1. Under the 'Story Range' section, 'Top Story' is 'Story2' and 'Bottom Story' is 'Base'. 'OK' and 'Cancel' buttons are at the bottom.

Nota: Configuración con software del análisis. Fuente: Elaboración propia.

- **ANÁLISIS DINÁMICO**

- ✓ En esta etapa se determina los modos de vibración y sus correspondientes periodos naturales y masas participantes mediante análisis dinámico del modelo matemático, cálculo del espectro inelástico de pseudo aceleraciones $S_a = (ZUCS)/R \cdot g$ para cada dirección de análisis, considerar excentricidad accidental, determinan todos los resultados de fuerzas y desplazamientos para cada modo de vibración.

- **DESPLAZAMIENTOS Y DISTORSIONES DE LA ESTRUCTURA**

- ✓ Para el desplazamiento de la estructura compararemos el drift calculado con el drift permisible, el cálculo del drift permisible se muestra a continuación:

Tabla 48

Desplazamientos máximos para el sistema de acero y madera

SISTEMA ESTRUCTURAL	Ro	FACTOR	PERMISIBLE	DRIFT MAX
SMF	8	0.75	0.010	0.00167
IMF	5	0.75	0.010	0.00267
OMF	4	0.75	0.010	0.00333
SCBF	7	0.75	0.010	0.00190
OCBF	4	0.75	0.010	0.00333
EDF	8	0.75	0.010	0.00167

Nota: Valores de los desplazamientos máximos. Fuente: Elaboración propia.

- ✓ Estos valores serán comparados con los valores según sistema estructural serán comparados con los resultados.

✓

Tabla 49

Derivas máximas obtenidas del sistema de acero y madera

TABLE: Story Drifts-BLOQUE 1						
Story	Direction	Drift	R	Drift*0.75*R	MAX	VERIFICACIÓN
Story2	X	0.001587	5.00	0.005951	0.01000	Cumple
Story2	Y	0.002077	5.00	0.007789	0.01000	Cumple
Story1	X	0.001195	5.00	0.004481	0.01000	Cumple
Story1	Y	0.001425	5.00	0.005344	0.01000	Cumple

Nota: Derivas obtenidas del cálculo.

- **VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDADES**

Tabla 50

Irregularidades en X del sistema de acero y madera

STORY	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ-PISO BLANDO (DIRECCIÓN X-X)				
	Norma: E.030 2019		Vx (Tonf)	Rigidez Lateral "Ki" (Tonf/m)	VERIFICACIÓN
	Δ Absoluto (m)	Δ Relativo (m)			
3		-0.0086			
2	0.008555	0.00495	4.6156	933.38726	No Presenta Irregularidad
1	0.003610	0.00361	7.3765	2043.3518	No Presenta Irregularidad

Nota: Resultados obtenidos del software.

Tabla 51

Irregularidades en Y del sistema de acero y madera

IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ-PISO BLANDO (DIRECCIÓN Y-Y)					
STORY	Norma: E.030 2019		Vx (Tonf)	Rigidez Lateral "Ki" (Tonf/m)	VERIFICACIÓN
	Δ Absoluto (m)	Δ Relativo (m)			Caso I
3		-0.1078			
2	0.107760	0.1034	4.6214	44.67926717	No Presenta Irregularidad
1	0.004325	0.0043	7.2775	1682.65896	No Presenta Irregularidad

Nota: Resultados obtenidos del software.

Tabla 52

Irregularidades en X en planta del sistema de acero y madera

IRREGULARIDAD TORSIONAL DIRECCION X-X				
STORY	DISTORSIÓN DE ENTRE PISO	DISTORSIÓN MÁXIMA PERMÍSBLE	CASO I	VERIFICACIÓN DE CRITERIO
2	0.005190	0.01	0.5190	Aplica el Criterio
1	0.003761	0.01	0.3761	No Aplica el Criterio

Nota: Resultados obtenidos del software.

Tabla 53

Irregularidades en X en planta del sistema de acero y madera

IRREGULARIDAD TORSIONAL X-X				
STORY	MAX DRIFT	AVG DRIFT	CASO II	VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD
2	0.0086	0.008555	1.000	No Hay Irregularidad
1	0.0036	0.003610	1.000	No Hay Irregularidad

Nota: Valores de la irregularidad en planta.

Tabla 54

Irregularidad en Y en planta del sistema de acero y madera

IRREGULARIDAD TORSIONAL DIRECCION Y-Y				
STORY	DISTORSIÓN DE ENTRE PISO	DISTORSIÓN MÁXIMA PERMÍSBLE	CASO I	VERIFICACIÓN DE CRITERIO
2	0.006758	0.01	0.6758	Aplica el Criterio
1	0.004504	0.01	0.4504	No Aplica el Criterio

Nota: Resultados obtenidos del software.

Tabla 55

Irregularidad en Y en planta del sistema de acero y madera

IRREGULARIDAD TORSIONAL IRREGULARIDAD TORSIONAL Y-Y				
STORY	MAX DRIFT	AVG DRIFT	CASO II	VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD

2	0.0108	0.010776	1.000	No Hay Irregularidad
1	0.0043	0.004325	1.000	No Hay Irregularidad

Nota: Resultados obtenidos del software.

2. ANÁLISIS DINÁMICO DEL SISTEMA DE CONCRETO ARMADO

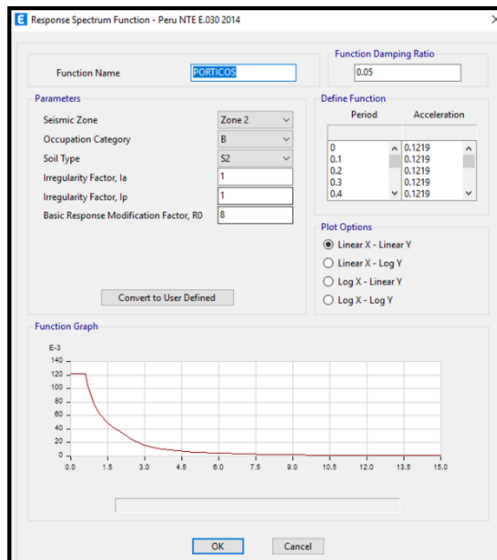
Para la construcción del modelo estructural se dimensionaron los elementos línea (frame) y elemento (área),

- **ESPECTRO SISMICO DE DISEÑO**

✓ Para el presente proyecto se usaron tres tipos de espectro de diseño:

Figura 53

Espectro de diseño con el sistema de concreto armado



Nota: Se muestra el espectro de diseño.

- **PELIGRO SÍSMICO**

✓ Factor de zona: Zona 2, $Z=0.25$

✓ Perfil de suelo, definido en el estudio de mecánica de suelos.

✓ Parámetros de sitio S, T_p y T_I , para el presente proyecto se define $S=1.20$, $T_p=0.6$ y $T_I=2$.

- **CATEGORIZACIÓN DEL EDIFICIO**

✓ Categoría de la edificación y factor de uso, la edificación pertenece a categoría "B" edificaciones importantes, cuyo factor de uso $U=1.3$.

- **COEFICIENTE BÁSICO DE REDUCCIÓN DE FUERZAS SÍSMICAS**
 - ✓ El coeficiente de reducción básico de reducción $R_o=8$.
- **FACTORES DE IRREGULARIDAD Y RESTRICCIONES**
 - ✓ Se inicia el análisis considerando la categoría “B” y que la estructura de todos los módulos no presenta irregularidades.
- **COEFICIENTE DE REDUCCIÓN DE LA FUERZA SISMICA R.**
 - ✓ Definido por el artículo 22 de la norma E.030 como $R=R_o \cdot I_a \cdot I_p$. Se define lo siguiente:

Tabla 56

Coefficientes de reducción para el sistema de concreto armado

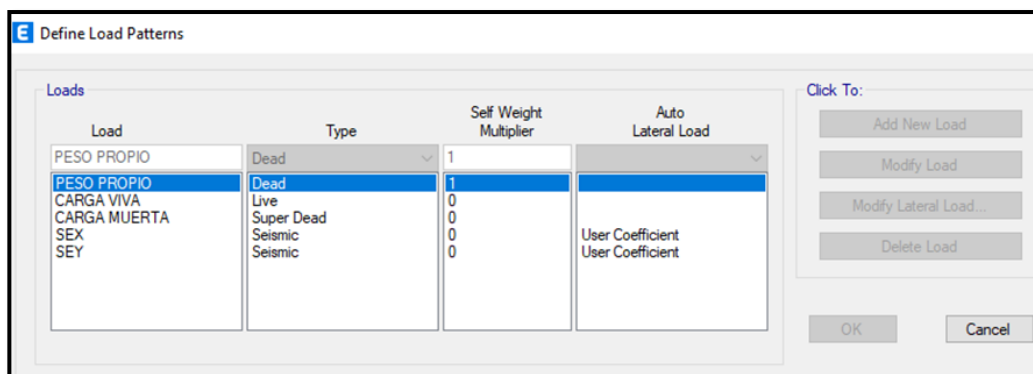
SISTEMA ESTRUCTURAL	R_o	I_p	I_a	R
PÓRTICOS	8	1	1	8
DUAL	7	1	1	7
MUROS	6	1	1	6

Nota: Valores del coeficiente de reducción.

- **PESOS PARA EL ANÁLISIS DINÁMICO**
 - ✓ ESTIMACIÓN DEL PESO. El artículo 26 de la norma E.030 para la estimación del peso. Bajo estos parámetros se definió el software ETABS para el cálculo de peso lo siguiente:

Figura 54

Estimación de pesos y cargas

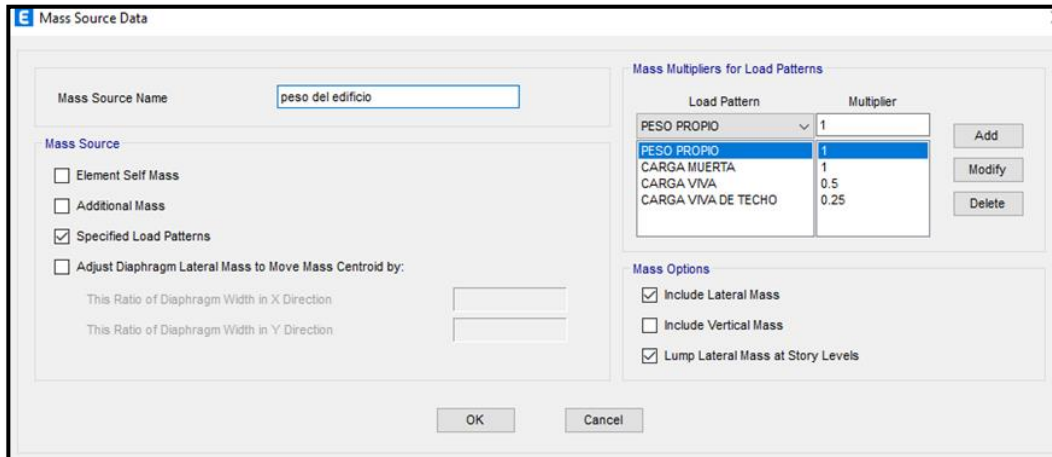


Nota: Valores de pesos y cargas. Fuente: Elaboración propia.

- ✓ Peso propio con coeficiente 1, donde el programa calcula de manera automática el peso de los elementos estructurales que conforman el modelo matemático. Adicional a esto se tiene:

Figura 55

Estimación de pesos y cargas



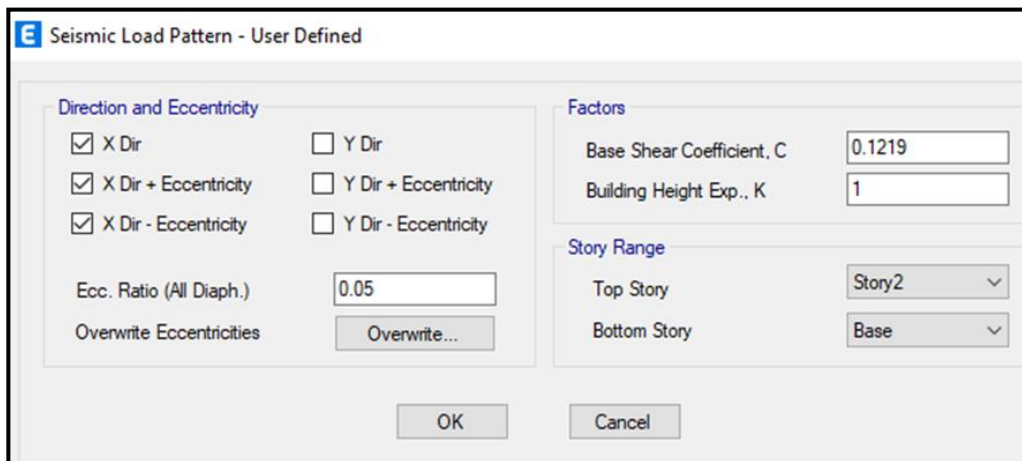
Nota: Valores de pesos y cargas. Fuente: Elaboración propia.

- **PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS SÍSMICO**

- ✓ Para el presente estudio se definieron los análisis estático y análisis dinámico modal espectral.
- ✓ En esta etapa se calculó la cortante en la base, estimación del periodo fundamental de vibración T, cálculo del valor de C, y con el uso de las herramientas del software ETABS se cargó a cada modelo estructural de acuerdo con lo siguiente:

Figura 56

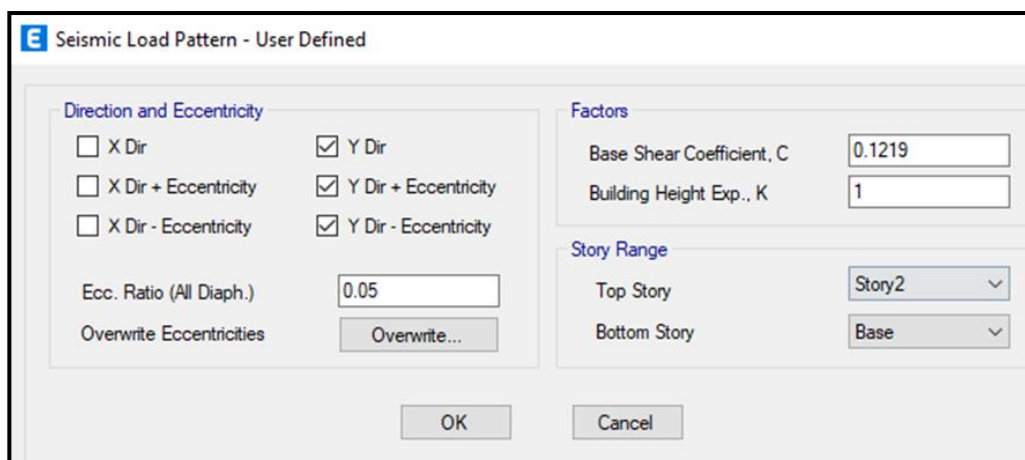
Análisis estático dirección X para el sistema de concreto armado



Nota: Configuración con software del análisis.

Figura 57

Análisis estático dirección Y para el sistema de concreto armado



Nota: Configuración con software del análisis. Fuente: Elaboración propia.

- **ANÁLISIS DINÁMICO**

- ✓ En esta etapa se determina los modos de vibración y sus correspondientes periodos naturales y masas participantes mediante análisis dinámico del modelo matemático, cálculo del espectro inelástico de pseudo aceleraciones $S_a = (ZUCS)/R \cdot g$ para cada dirección de análisis, considerar excentricidad accidental, determinan todos los resultados de fuerzas y desplazamientos para cada modo de vibración, determinar la respuesta máxima esperada correspondiente al efecto conjunto de los modos considerados.

- **DESPLAZAMIENTOS Y DISTORSIONES DE LA ESTRUCTURA**

- ✓ Para el desplazamiento de la estructura compararemos el drift calculado con el drift permisible, como se muestra:

Tabla 57

Desplazamientos máximos del sistema de concreto armado

SISTEMA ESTRUCTURAL	R_o	FACTOR	PERMISIBLE	DRIFT MAX
PÓRTICOS	8	0.75	0.007	0.00117
DUAL	7	0.75	0.007	0.00133
MUROS	6	0.75	0.007	0.00156
IMF	5	0.75	0.010	0.00267

Nota: Se las normas usadas. Fuente: Elaboración propia.

- ✓ Estos valores serán comparados con los valores según sistema estructural serán comparados con los resultados.

Tabla 58

Derivas máximas obtenidas del sistema de concreto armado

TABLE: Story Drifts-BLOQUE 1							
Story	Output Case	Direction	Drift	R	Drift*0.75 *R	Max	Verificación
Story2	SDX	X	0.000906	8	0.005436	0.00700	Cumple
Story2	SDY	Y	0.000906	8	0.005436	0.00700	Cumple
Story1	SDX	X	0.001002	8	0.006012	0.00700	Cumple
Story1	SDY	Y	0.001002	8	0.006012	0.00700	Cumple

Nota: Derivas obtenidas del cálculo.

• VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDADES

Tabla 59

Irregularidades en X del sistema de concreto armado

IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ-PISO BLANDO (DIRECCIÓN X-X)					
STORY	Norma: E.030 2019		Vx (Tonf)	Rigidez Lateral "Ki" (Tonf/m)	VERIFICACIÓN
	Δ Absoluto (m)	Δ Relativo (m)			Caso I
3		-0.0068			
2	0.006841	0.00323	5.0589	1564.769564	No Presenta Irregularidad
1	0.003608	0.00361	9.2534	2564.689579	No Presenta Irregularidad

Nota: Resultados obtenidos del software.

Tabla 60

Irregularidades en Y del sistema de concreto armado

IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ-PISO BLANDO (DIRECCIÓN Y-Y)					
STORY	Norma: E.030 2019		Vx (Tonf)	Rigidez Lateral "Ki" (Tonf/m)	VERIFICACIÓN
	Δ Absoluto (m)	Δ Relativo (m)			Caso I
3		-0.1078			
2		-0.0068			No Presenta Irregularidad
1	0.006841	0.0032	5.0589	1564.769564	No Presenta Irregularidad

Nota: Resultados obtenidos del software.

Tabla 61*Irregularidades en X en planta del sistema de concreto armado*

IRREGULARIDAD TORSIONAL DIRECCION X-X				
STORY	DISTORSIÓN DE ENTRE PISO	DISTORSIÓN MÁXIMA PERMÍSBLE	CASO I	VERIFICACIÓN DE CRITERIO
2	0.005436	0.007	0.7766	Aplica el Criterio
1	0.006012	0.007	0.8589	Aplica el Criterio

Nota: Resultados obtenidos del software.**Tabla 62***Irregularidades en X en planta del sistema de concreto armado*

IRREGULARIDAD TORSIONAL IRREGULARIDAD TORSIONAL X-X				
STORY	MAX DRIFT	AVG DRIFT	CASO II	VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD
2	0.0009	0.000906	1.000	No Hay Irregularidad
1	0.0010	0.001002	1.000	No Hay Irregularidad

Nota: Resultados obtenidos del software.**Tabla 63***Irregularidades en Y en planta del sistema de concreto armado*

IRREGULARIDAD TORSIONAL DIRECCION Y-Y				
STORY	DISTORSIÓN DE ENTRE PISO	DISTORSIÓN MÁXIMA PERMÍSBLE	CASO I	VERIFICACIÓN DE CRITERIO
2	0.005436	0.007	0.7766	Aplica el Criterio
1	0.006012	0.007	0.8589	Aplica el Criterio

Nota: Resultados obtenidos del software.**Tabla 64***Irregularidades en Y en planta del sistema de concreto armado*

IRREGULARIDAD TORSIONAL IRREGULARIDAD TORSIONAL Y-Y				
STORY	MAX DRIFT	AVG DRIFT	CASO II	VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDAD
2	0.0009	0.000906	1.000	No Hay Irregularidad
1	0.0010	0.001002	1.000	No Hay Irregularidad

Nota: Resultados obtenidos del software.

- **Prueba estadística para la elección de hipótesis**

- Dado que nuestra investigación busca comparar el diseño del análisis dinámico siendo este una variable cuantitativa, en relación del tipo de sistema estructural siendo este una variable cualitativa, y buscando la existencia de diferencia en ambos sistemas estructurales se usó la prueba de Mann-Whitney U.

Tabla 65

Rango de datos de ambos sistemas

Sistema estructural	Análisis dinámico (Desplazamiento lateral Δ)	Rango
Acero y madera	0.007789	2
Concreto Armado	0.006012	1

Nota: Valores de datos y rangos.

- Posteriormente usamos la fórmula para obtener el valor de U:

$$U = R - \frac{n(n+1)}{2}$$

Siendo:

- R: Suma de Rangos pro grupo
- n: número de elementos por grupo

Tabla 66

Valor de U de ambos sistemas

	R	n	U
Acero y madera	2	1	1
Concreto Armado	1	1	0

Nota: Valores de U. Fuente: Elaboración propia.

- El valor crítico de U se obtiene de las tablas de Mann-Whitney U. Para un nivel de significancia $\alpha=0.05$ y dos muestras de tamaño 1, el valor crítico es $U_{crítico}=0$.

Tabla 67

Prueba de Mann-Whitney U

Análisis	U (acero y madera)	U (concreto armado)	U (Crítico)	Nivel de significancia (α)	Conclusión
----------	--------------------	---------------------	-------------	-------------------------------------	------------

Dinámico	1	0	0	0.05	Existe diferencia significativa
----------	---	---	---	------	---------------------------------------

Nota: Prueba de Mann-Whitney U. Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

Las tablas de resultados obtenidas con la prueba de Mann-Whitney U del análisis dinámico con ambos sistemas estructurales muestran diferencias significativas. Con el sistema estructural de acero y madera la deriva máxima fue en Y-Y fue de 0.00779 resultado inferior a 0.010 como establece la norma E.060 (2019); de la misma manera con el sistema estructural de concreto armado la deriva máxima fue en dirección Y-Y fue de 0.00601 siendo inferiores a 0.007 como indica la norma E.060 (2019). De esto se concluye que se descarta la hipótesis nula ya que se demuestra que hay diferencia significativa y que al aplicar el sistema de acero y madera se obtuvieron mejores resultados tanto en las derivas, irregularidades en corte y en planta y las secciones diseñadas de columnas y vigas, tomando así la hipótesis del análisis dinámico del sistema estructural de acero y madera es superior en comparación con el sistema de concreto armado para las casetas turísticas del distrito de Amarilis-Huánuco-2024.

4.2.4. HIPÓTESIS ESPECIFICA 3

HE₀: El análisis económico del sistema estructural de acero y madera es más alto que el sistema de concreto armado para las casetas turísticas del distrito de Amarilis-Huánuco-2024.

HE_a: El análisis económico del sistema estructural de acero y madera es más bajo que el sistema de concreto armado para las casetas turísticas del distrito de Amarilis-Huánuco-2024.

Tabla 68

Presupuesto con el sistema de acero y madera

Descripción	Und.	Metrad o	Precio S/.	Parcial S/.
Estructuras				94,555.7 1

Movimiento de tierras				4,448.18
Excavaciones				1,508.40
Excavación manual para zapatas h=2.1 m	m3	62.37	18.35	1,144.49
Excavación manual para cimiento corrido en terreno normal	m3	7.93	45.89	363.91
Relleno con material propio				1,316.76
Relleno compactado con material propio	m3	38.66	34.06	1,316.76
Nivelación y apisonado	m2	23.66	6.69	158.29
Eliminación de material excedente	m3	39.90	36.71	1,464.73
Obras de concreto simple				6,211.75
Concreto solado e=0.1 m, f'c=100 kg/cm2 vaciado manualmente	m2	29.70	56.18	1,668.55
Concreto cimiento corrido mezcla 1:8 (100 kg/cm2) + 30% p.m.	m3	7.93	290.76	2,305.73
Sobrecimientos				1,393.52
Concretos sobrecimientos f'c=140 kg/cm2	m3	1.21	335.05	405.41
Encofrado de sobrecimiento h=0.30 m	m2	18.70	52.84	988.11
concreto falso piso e=4"	m2	23.66	35.67	843.95
Obras de concreto armado				34,170.42
Zapatas				12,277.68
Concreto zapatas f'c=210 kg/cm2	m3	17.50	522.46	9,143.05
Acero corrugado fy= 4200 kg/cm2 grado 60	kg	438.41	7.15	3,134.63
Columnas				10,807.14
Concreto columnas f'c=210 kg/cm2	m3	3.67	766.16	2,811.81
Encofrado y desencofrado normal de columnas	m2	24.48	65.17	1,595.36
Acero corrugado fy= 4200 kg/cm2 grado 60	kg	895.10	7.15	6,399.97
Losas macizas				11,085.60
Concreta loza maciza f'c=210 kg/cm2	m3	11.89	384.46	4,571.23
Acero corrugado fy= 4200 kg/cm2 grado 60	kg	911.10	7.15	6,514.37
Estructura metálica				35,651.59
Columnas o pilares				9,534.36
Columna de acero tc-300x300x12mm h=7,20m	und	6.00	1,589.06	9,534.36
Vigas				16,997.58

viga de acero tr-200x400x12mm	m	46.70	152.35	7,114.75
viga de acero tr-70x200x8mm	m	24.36	107.80	2,626.01
viga de acero tr-75x75x3mm	m	13.92	52.79	734.84
viga de acero tr-150x300x8mm	m	22.10	105.37	2,328.68
viga de acero tr-150x150x8mm	m	24.60	95.30	2,344.38
viga de acero tr-100x150x4mm	m	24.36	75.90	1,848.92
Losa colaborante				9,119.65
Placa deck h=75mm	m2	104.32	87.42	9,119.65
Varios				14,073.77
Muro ladrillo k.k. de arcilla 18 h (0.09x0.13x0.24) amarre de soga junta 1.5 cm. mortero 1:1:5	m2	74.73	101.30	7,570.15
Grout e=5cm	m2	1.50	175.07	262.61
plancha Lac 50x50x3.2cm ASTM-A36	kg	376.80	8.06	3,037.01
Pernos de anclaje \varnothing 1" c/ 3 tuercas	und	72.00	44.50	3,204.00
COSTO DIRECTO				94,555.71

Nota: Detalle de presupuesto.

Tabla 69

Presupuesto con el sistema de concreto armado

Descripción	Und.	Metrado	Precio \$/.	Parcial \$/.
Estructuras				99,084.80
Movimiento de tierras				3,089.61
Excavaciones				1,080.66
Excavación manual para zapatas h=2.1 m	m3	39.06	18.35	716.75
Excavación manual para cimiento corrido en terreno normal	m3	7.93	45.89	363.91
Relleno con material propio				910.76
Relleno compactado con material propio	m3	26.74	34.06	910.76
Nivelación y apisonado	m2	23.46	6.69	156.95
Eliminación de material excedente	m3	25.64	36.71	941.24
Obras de concreto simple				5,581.02
Concreto solado e=0.1 m, f'c=100 kg/cm2 vaciado manualmente	m2	18.60	56.18	1,044.95
Concreto cimiento corrido mezcla 1:8 (100 kg/cm2) + 30% p.m.	m3	7.93	290.76	2,305.73
Sobrecimientos				1,393.52

Concretos sobrecimientos f'c=140 kg/cm ²	m3	1.21	335.05	405.41
Encofrado de sobrecimiento h=0.30 m	m2	18.70	52.84	988.11
Concreto falso piso e=4"	m2	23.46	35.67	836.82
Obras de concreto armado				82,844.02
Zapatas				6,505.02
Concreto zapatas f'c=210 kg/cm ²	m3	9.30	522.46	4,858.88
Acero corrugado fy= 4200 kg/cm ² grado 60	kg	230.23	7.15	1,646.14
Columnas				43,110.11
Concreto columnas f'c=210 kg/cm ²	m3	6.73	766.16	5,156.26
Encofrado y desencofrado circular	und	14.00	974.54	13,643.56
Acero corrugado fy= 4200 kg/cm ² grado 60	kg	3,400.04	7.15	24,310.29
Vigas				22,035.11
Concreto vigas f'c=210 kg/cm ²	m3	7.02	972.40	6,826.25
Encofrado y desencofrado normal de vigas	m2	56.42	144.26	8,139.15
Acero corrugado fy= 4200 kg/cm ² grado 60	kg	988.77	7.15	7,069.71
Losas aligeradas				11,193.78
Concreto losas aligeradas f'c=210 kg/cm ²	m3	6.15	900.22	5,536.35
Encofrado y desencofrado normal de losa aligerada	m2	6.15	141.61	870.90
Acero corrugado fy= 4200 kg/cm ² grado 60	kg	280.11	7.15	2,002.79
Ladrillo para techo de 0.3x0.3x0.12	und	639.94	4.35	2,783.74
Otros				7,570.15
Muro ladrillo k.k. de arcilla 18 h (0.09x0.13x0.24) amarre de soga junta 1.5 cm. mortero 1:1:5	m2	74.73	101.30	7,570.15
COSTO DIRECTO				99,084.80

Nota: Detalle de presupuesto.

- **Prueba estadística para la elección de hipótesis**

- Dado que nuestra investigación busca comparar el diseño el análisis económico siendo este una variable cuantitativa, en función del tipo de sistema estructural siendo este una variable cualitativa, y buscando la existencia de diferencia en ambos sistemas estructurales se usó la prueba de Mann-Whitney U.

Tabla 70*Rango de datos de ambos sistemas*

Sistema estructural	Análisis económico (S/.)	Rango
Concreto Armado	99,084.80	2
Acero y madera	94,555.71	1

Nota: Valores de datos y rangos. Fuente: Elaboración propia.

- Posteriormente usamos la fórmula para obtener el valor de U:

$$U = R - \frac{n(n+1)}{2}$$

Siendo:

- R: Suma de Rangos pro grupo
- n: número de elementos por grupo

Tabla 71*Valor de U de ambos sistemas*

	R	n	U
Concreto Armado	2	1	1
Acero y madera	1	1	0

Nota: Valores de U. Fuente: Elaboración propia.

- El valor crítico de U se obtiene de las tablas de Mann-Whitney U. Para un nivel de significancia $\alpha=0.05$ y dos muestras de tamaño 1, el valor crítico es $U_{crítico}=0$.

Tabla 72*Prueba de Mann-Whitney U*

Análisis	U (concreto armado)	U (acero y madera)	U (Crítico)	Nivel de significancia (α)	Conclusión
Económico	1	0	0	0.05	Existe diferencia significativa

Nota: Prueba de Mann-Whitney U. Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

Las tablas de resultados obtenidas con la prueba de Mann-Whitney U del análisis económico con ambos sistemas estructurales muestran diferencias significativas. Con el sistema estructural de acero y madera el costo total de la estructura fue de S/. 94,555.71; de la misma manera

con el sistema estructural de concreto armado se obtuvo el costo total de S/. 99,084.80. De esto se concluye que se descarta la hipótesis nula ya que se demuestra que hay diferencia significativa y que al aplicar el sistema de acero y madera se obtuvieron mejores resultados en la parte económica, tomando así la hipótesis del análisis económico del sistema estructural de acero y madera es más bajo que el sistema de concreto armado para las casetas turísticas del distrito de Amarilis-Huánuco-2024.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Luego de realizar el modelado y análisis estructural respectivo se obtuvieron las tablas con los resultados con ambos sistemas estructurales mostrando diferencias significativas, donde con el sistema estructural de acero y madera la fuerza cortante basal en la dirección X-X obtuvo el valor de 8.975 Tnf y en la dirección Y-Y obtuvo el valor de 8.832 Tnf, también las derivas en dirección X-X fue de 0.00595 como máximo y las derivas en dirección Y-Y fue de 0.00779 siendo inferiores a 0.010 como indica la norma E.060 (2019) y también las medidas de columna es de 300x300x12 mm y la dimensión de la sección de vigas es de 200x400x12 mm; de la misma manera con el sistema estructural de concreto armado la fuerza cortante basal en la dirección X-X obtuvo el valor de 9.365 Tnf y en la dirección Y-Y obtuvo el valor de 9.365 Tnf, así mismo las derivas en dirección X-X fue de 0.00601 como máximo y las derivas en dirección Y-Y fue de 0.00601 siendo inferiores a 0.007 como indica la norma E.060 (2019) y también la medida de la columna circular fue de 50 cm de diámetro y la sección más crítica de la viga fue de 25 cm de ancho y 40 cm de peralte; estos resultados concuerdan con la de Jurado (2020) que al realizar el diseño y evaluación del desempeño estructural de un edificio de acero con arriostramientos de pandeo restringido mediante un análisis pushover obtuvo los siguientes resultados los 3 primeros modos de vibración fueron; modo 1 = 1.24; modo 2 = 1.19; modo 3 = 0.77; del modelo se verificó que las derivas de todos los pisos no superen el 1% de la altura del piso entre ejes; también se concuerda con los resultados de Chicol (2022) que al diseñar estructuralmente un edificio comercial y multifamiliar utilizando aislador sísmico obtuvo los resultados de la masa participativa del primer modo representa el 82% y la del segundo modo representa el 85%.

Luego de realizar el modelado y análisis estructural respectivo se obtuvieron las tablas con los resultados con ambos sistemas estructurales mostrando diferencias significativas, donde con el sistema estructural de acero y madera la fuerza sísmica en las 02 direcciones obtuvo el valor de 7.377 Tnf y la cortante basal en la dirección X-X obtuvo el valor de 8.975 Tnf

y en la dirección Y-Y obtuvo el valor de 8.832 Tnf; de la misma manera con el sistema estructural de concreto armado la fuerza sísmica en ambas direcciones obtuvo el valor de 9.253 Tnf y la cortante basal en la dirección X-X obtuvo el valor de 9.365 Tnf y en la dirección Y-Y obtuvo el valor de 9.365 Tnf; estos resultados concuerdan con la Julcarima y Mejia (2020) que al realizar la comparación de la estructura de concreto armado y la estructura de acero para una vivienda multifamiliar de 05 niveles obtuvo como resultados que la fuerza cortante basal para la edificación de concreto armado es de 117.87 Tn y 62.10 Tn para la edificación de acero, significando que la construcción de concreto armado tendrá mayores fuerzas laterales comparado con la de acero, ya que la estructura de acero es más liviana en un 30% menos que el peso de la estructura de concreto armado; de la misma manera se concuerda con los resultados de Apolinario (2022) que al proponer un diseño estructural de un edificio multifamiliar de concreto armado obtuvo como resultados que los 6 primeros modos de vibración fueron; modo 1 = 0.447; modo 2 = 0.372; modo 3 = 0.283; modo 4 = 0.111; modo 5 = 0.097; modo 6 = 0.074, así también se concuerda con Melo (2023) que al diseñar una estructura con sistema de pórticos de madera para una edificación de mediana altura, según la norma de peligro sísmico diseño sismorresistente NEC-SE-DS obtuvo los siguientes resultados las derivas máximas para los casos estáticos en X = 0.003571 piso 2 y en Y = 0.005203 piso 2; derivas máximas para los casos dinámicos en X = 0.00317 piso 2 y en Y = 0.003891 piso 2.

Luego de realizar el modelado y análisis estructural respectivo se obtuvieron las tablas con los resultados con ambos sistemas estructurales mostrando diferencias significativas, donde con el sistema estructural de acero y madera las derivas en dirección X-X fue de 0.00595 como máximo y las derivas en dirección Y-Y fue de 0.00779 siendo inferiores a 0.010 como indica la norma E.060 (2019), también se demostró que no existe irregularidad tanto en corte y en planta así también los valores diseñados de la sección de columna es de 300x300x12 mm y la dimensión diseñadas de la sección de vigas es de 200x400x12 mm; de la misma manera con el sistema estructural

de concreto armado las derivas en dirección X-X fue de 0.00601 como máximo y las derivas en dirección Y-Y fue de 0.00601 siendo inferiores a 0.007 como indica la norma E.060 (2019), también se demostró que no existe irregularidad tanto en corte y en planta así también las dimensiones diseñadas de la sección de la columna circular fue de 50 cm de diámetro y la sección diseñada más crítica de la viga fue de 25 cm de ancho y 40 cm de peralte; estos resultados concuerdan con la Cruzado (2021) que al realizar el análisis de un edificio de oficinas con estructuras de acero y losas colaborantes obtuvo como resultados confiables frente a un ismo ya que la deriva máxima es de 0.011 siendo inferior según al valor de 0.0017 de la norma E.030, para lograr esta deriva se tuvo que agregar a la estructura arriostres en cada uno de las caras de la edificación que ayudan a reducir el desplazamiento sísmico que generaba; de la misma manera se concuerda con los resultados de Guerra (2022) que al realizar el diseño estructural de un edificio comercial de 5 niveles de concreto armado obtuvo los siguientes resultados que al realizar la corrección de escala del sismo dinámico se obtuvo periodos de vibración 0.314 en la dirección de X-X siendo este el mayor periodo y un periodo de 0.266 en la dirección Y-Y; Al momento de realizar la corrección de escala del sismo dinámico se obtuvo derivas de 0.0038 en la dirección X-X y 0.0023 en la dirección YY, cumpliendo con la norma E030 el cual nos indica que para estructuras de concreto armado la deriva debe ser menor que 0.007, también se concuerda con los resultados de Ruiz (2022) que al realizar un análisis modal experimental (EMA) sobre la plataforma para determinar los parámetros modales que identifiquen el comportamiento dinámico asociado al primer modo de la estructura obtuvo como resultados que el ratio de la masa modal obtenida es igual a 0,855. La rigidez estática es 90929,34 N/m o 94190,27 N/m. Obteniéndose valores de la rigidez estática y dinámica siendo estos 92559,81 N/m y 112590,69 N/m.

Luego de realizar el presupuesto de las estructuras se obtuvieron las tablas con los resultados con ambos sistemas estructurales mostrando diferencias significativas, donde con el sistema estructural de acero y madera el costo total de la estructura fue de S/. 94,555.71; de la misma manera con

el sistema estructural de concreto armado el costo total de S/. 99,084.80, donde nuestros resultados concuerda con Gamarra (2023) que al analizar tiene mejores beneficios al construir una vivienda hecha con acero estructural de 4 niveles obtuvo los siguientes resultados con el análisis estático en la dirección X se determinó que la máxima deriva de entrepiso es 0.0094, que al ser multiplicado por 0.75R, nos resulta 0.0282 superando el valor máximo para una edificación de acero; para el análisis estático en Y la máxima deriva de entrepiso es 0.019518, al ser multiplicado por 0.75R nos da 0.058554 excediendo el máximo valor establecido para una edificación de acero. El análisis realizado para las direcciones X e Y la deriva supera el valor de 0.010, concluyendo que para las acciones laterales como el sismo, las viviendas multifamiliares con acero estructural son beneficiosas y cumplen correctamente con los desplazamientos laterales; de la misma manera se concuerda con los resultados Bello (2021) que al analizar el estructuralmente los pórticos de acero con uniones atornilladas con placa frontal rigidizada obtuvo como resultados que los períodos naturales por nivel fueron; periodo nudo rígido de 0,99; periodo nudo 8t de 1,19 y periodo nudo 12t de 1,13. Demostrando que a través de estas uniones son más baratos los elementos estructurales y el proceso constructivo con este sistema estructural.

CONCLUSIONES

En relación al objetivo general se logró determinar la diferencia del análisis comparativo del diseño sismorresistente de un sistema estructural de acero y madera y el sistema de concreto armado para las casetas turísticas, donde con el sistema estructural de acero y madera la fuerza cortante basal en la dirección X-X obtuvo el valor de 8.975 Tnf y en la dirección Y-Y obtuvo el valor de 8.832 Tnf, también las derivas en dirección X-X fue de 0.00595 como máximo y las derivas en dirección Y-Y fue de 0.00779 siendo inferiores a 0.010 como indica la norma E.060 (2019) y también las dimensiones de columna fue de 300x300x12 mm y la dimensión de la sección de vigas es de 200x400x12 mm; de la misma manera con el sistema estructural de concreto armado la fuerza cortante basal en la dirección X-X obtuvo el valor de 9.365 Tnf y en la dirección Y-Y obtuvo el valor de 9.365 Tnf, así mismo las derivas en dirección X-X fue de 0.00601 como máximo y las derivas en dirección Y-Y fue de 0.00601 siendo inferiores a 0.007 como indica la norma E.060 (2019) y también las dimensiones de la columna circular fue de 50 cm de diámetro y la sección más crítica de la viga fue de 25 cm de ancho y 40 cm de peralte. Concluyendo así que al aplicar el sistema de acero y madera se obtuvieron mejores resultados tanto en las cortantes basales y en los desplazamientos laterales demostrando que el diseño sismorresistente es óptimo con respecto al sistema de concreto tradicional para las casetas turísticas del distrito de Amarilis en Huánuco.

En relación al objetivo específico 1 se determinó la diferencia del análisis estático entre un sistema estructural de acero y madera y el sistema de concreto armado para las casetas turísticas, donde con el sistema estructural de acero y madera la fuerza sísmica tuvo el valor de 7.377 Tnf en X mientras que en Y el valor fue de 8.975 Tnf y la cortante basal fue de 8.832 Tnf; de la misma manera con el sistema estructural de concreto armado la fuerza sísmica obtuvo el valor de 9.253 Tnf en la dirección X-X y obtuvo el valor de 9.365 Tnf en la dirección Y-Y obtuvo el valor de la cortante basal de 9.365 Tnf. Concluyendo que al aplicar el sistema de acero y madera se obtuvieron mejores resultados tanto en las fuerzas sísmicas y cortantes basales

demostrando que el análisis estático del sistema estructural de acero y madera es mayor que el sistema de concreto armado para las casetas turísticas del distrito de Amarilis en Huánuco.

En relación al objetivo específico 2 se determinó la diferencia del análisis dinámico entre un sistema estructural de acero y madera y el sistema de concreto armado para las casetas turísticas, donde con el sistema estructural de acero y madera las derivas en dirección X-X fue de 0.00595 como máximo y las derivas en dirección Y-Y fue de 0.00779 siendo inferiores a 0.010 como indica la norma E.060 (2019), también se demostró que no existe irregularidad tanto en corte y en planta así también las dimensiones de columna es de 300x300x12 mm y la dimensión diseñadas de la sección de vigas es de 200x400x12 mm; de la misma manera con el sistema estructural de concreto armado las derivas en dirección X-X fue de 0.00601 como máximo y las derivas en dirección Y-Y fue de 0.00601 siendo inferiores a 0.007 como indica la norma E.060 (2019), también se demostró que no existe irregularidad tanto en corte y en planta así también los valores de la columna circular fue de 50 cm de diámetro y la sección diseñada más crítica de la viga fue de 25 cm de ancho y 40 cm de peralte. Concluyendo que al aplicar que al aplicar el sistema de acero y madera se obtuvieron mejores resultados tanto en las derivas, las irregularidades y en las dimensiones diseñadas de las secciones demostrando que el análisis dinámico del sistema estructural de acero y madera es superior que el sistema de concreto armado para las casetas turísticas del distrito de Amarilis en Huánuco.

En relación al objetivo específico 3, se determinó la diferencia del análisis económico entre un sistema estructural de acero y madera y el sistema de concreto armado para las casetas turísticas, donde con el sistema estructural de acero y madera de la estructura fue de S/. 94,555.71, mientras que con el sistema de concreto tradicional el costo total de la estructura fue de S/. 99,084.80. Concluyendo que la construcción de casetas turísticas empleando acero y madera resulta más económica en comparación con un sistema de concreto armado, ya que ambos materiales ofrecen menor costo inicial de

adquisición y permiten una reducción significativa en tiempos de ejecución, lo que disminuye la mano de obra. Además, el peso liviano de la estructura reduce gastos en cimentaciones y transporte, generando ahorros adicionales. La prefabricación de elementos en acero facilita el montaje rápido, minimizando desperdicios de material. Asimismo, los costos de mantenimiento son moderados gracias a la durabilidad de los tratamientos aplicados a la resistencia del acero. En conjunto, esta alternativa representa una solución eficiente y de menor inversión para proyectos turísticos sostenibles.

RECOMENDACIONES

Priorizar el empleo de construcciones con barras de acero y madera en casetas turísticas en zonas sísmicas, dado que presentan menor peso propio, mayor ductilidad y mejor desempeño frente a cargas sísmicas que el concreto armado.

Aprovechar la ligereza estructural del acero para diseñar cimentaciones más pequeñas y económicas, reduciendo el volumen de excavación, encofrado y concreto requerido.

Optimizar los diseños futuros de casetas turísticas mediante análisis estructurales avanzados con software especializado, considerando el comportamiento dinámico real del acero frente a sismos para maximizar seguridad y eficiencia.

Implementar un sistema de uniones atornilladas o soldadas de alta resistencia, garantizando un montaje rápido y seguro, lo que disminuye el tiempo de obra y los costos indirectos.

Fomentar el uso combinado de acero y madera tratada en elementos secundarios (como cubiertas y cerramientos) para aprovechar propiedades térmicas y estéticas, sin comprometer la resistencia sísmica.

Estandarizar perfiles y conexiones en el diseño, para facilitar la fabricación en taller y minimizar desperdicios.

Aplicar recubrimientos protectores anticorrosivos en los perfiles de acero, especialmente en ambientes húmedos o expuestos, garantizando mayor durabilidad y menor mantenimiento a largo plazo.

Realizar un análisis de las casetas para demostrar que el acero y madera no solo es más económico en la construcción inicial, sino que también reduce gastos de mantenimiento y reposición.

Capacitar a técnicos y mano de obra en montaje de estructuras metálicas ligeras, para optimizar los tiempos de instalación y evitar errores que puedan afectar la estabilidad estructural.

Considerar la prefabricación de módulos estructurales en acero y madera, lo que permitiría un transporte e instalación más rápidos, disminuyendo costos logísticos y tiempos de entrega en proyectos turísticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- E.010. (2020). *NORMA E.010 MADERA*. Lima: SENCICO. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Apolinario Cruz, D. A. (2022). *Diseño estructural en concreto armado de un edificio multifamiliar de cinco pisos en la ciudad de Huánuco - 2021, [Tesis Pre-Grado, UDH]*. Universidad de Huánuco, Huánuco. Obtenido de <https://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/3866>
- Bello Fernández, M. (2021). *Comportamiento estructural de pórticos de acero con uniones atornilladas con placa frontal rigidizada precalificadas para sismo, [Tesis Post-Grado, UPC Barcelonatech]*. Universitat Politècnica de Catalunya Barcelonatech, Barcelona. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/346367>
- Chicol Patazca, J. A. (2022). *Diseño de estructura metálica del edificio comercial - multifamiliar utilizando aislación sísmica, Olmos, Lambayeque, [Tesis Pre-Grado, Universidad César Vallejo]*. Universidad César Vallejo, Piura. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/105868>
- Cruzado Alvarado, J. A. (2021). *Diseño estructural de un edificio de oficinas con estructura de acero y losas colaborantes en la ciudad de Trujillo, [Tesis Pre-Grado, Universidad Privada del Norte]*. Universidad Privada del Norte, Trujillo. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/28285>
- E.020. (2020). *Cargas*. Ministerio de Vivienda y Saneamiento. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- E.030. (2020). *Diseño Sismorresistente*. Ministerio de Vivienda y Saneamiento. Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/1W14N6JldWPN8wUZSqWZnUphg6C559bi-/view?usp=sharing>

- E.030. (2016). *Diseño Sismorresistente*. Ministerio de Vivienda y Saneamiento. Obtenido de <https://museos.cultura.pe/sites/default/files/item/archivo/Norma%20t%C3%A9cnica%20E.030%20Dise%C3%B1o%20sismorresistente.pdf>
- E.050. (2020). *Norma E.050 Suelos y Cimentaciones*. Lima: SENCICO. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- E.060. (2019). *Concreto Armado*. Ministerio de Vivienda y Saneamiento. Obtenido de <https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.060-concreto-armado-sencico.pdf>
- Gamarra Alvarado, J. D. (2023). *Rentabilidad en la construcción de viviendas multifamiliares diseñadas con acero estructural en la ciudad de Huánuco*, [Tesis Pre-Grado, UNHEVAL]. Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco. Obtenido de <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/9477>
- Guerra Utrilla, G. C. (2022). *Análisis y diseño estructural con el software ETABS de un edificio comercial de 5 niveles de concreto armado, Huánuco - Huánuco -2022*, [Tesis Pre-Grado, UDH]. Universidad de Huánuco, Huánuco. Obtenido de <https://repositorio.udh.edu.pe/handle/20.500.14257/4007>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Callado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la investigación* (cuarta ed.). Mexico: Interamericana Editores,S.A. DE .C.V. .
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: Mc Graw Hill Education.
- Julcarima Navas, F. E., & Mejía Tomás, Y. J. (2020). *Análisis comparativo entre estructura de concreto armado y estructura de acero para diseño de vivienda multifamiliar, Villa el Salvador, 2020*, [Tesis Pre-Grado, Universidad Cesar Vallejo]. Universidad Cesar Vallejo, Lima. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/56560>

- Jurado Maya, J. C. (2020). *Diseño y evaluación del desempeño estructural de un edificio de acero con arriostramientos de pandeo restringido*, [Tesis Post-Grado, Universidad de los Andes]. Universidad de los Andes, Colombia. Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/a1dca394-dc13-479b-8d27-62f5b98a0f65>
- McCormac, J. C., & Csernak, S. F. (2013). *Diseño de Estructuras de Acero*. México: Alfaomega. Obtenido de https://www.google.com.pe/books/edition/Dise%C3%B1o_de_estructuras_de_acero_5a_ed/wgNLDgAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=%EF%83%BC%09Las+ventajas+del+acero+como+material+estructural&pg=PT10&printsec=frontcover
- Ministerio de Vivienda, C. y. (s.f.). *Propuesta de Norma E.010 Madera*. SENCICO. Obtenido de https://www.academia.edu/40893974/NORMA_E_010_MADERA
- Ruiz Díaz, A. (2022). *Pruebas de carga estática y dinámicas en una plataforma de madera estructural*, [Tesis Post-Grado, Universidad de Valladolid]. Universidad de Valladolid, Valladolid. Obtenido de <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/56839>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

- Morales Trinidad, E. (2026). "Análisis comparativo del diseño sismorresistente de un sistema estructural de acero y madera y el sistema de concreto armado para las casetas turísticas-Amarilis-Huánuco-2024", [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

UBICACIÓN DE LA CASETA TURÍSTICA



<p>•¿Cuál será la diferencia del análisis estático entre un sistema estructural de acero y madera y el sistema de concreto armado para las casetas turísticas- Amarilis- Huánuco-2024?</p> <p>•¿Cómo será el análisis dinámico entre un sistema estructural de acero y madera y el sistema de concreto armado para</p>	<p>•Determinar la diferencia del análisis estático entre un sistema estructural de acero y madera y el sistema de concreto armado para las casetas turísticas- Amarilis- Huánuco-2024.</p> <p>•Determinar la diferencia del análisis dinámico entre un sistema estructural de acero y madera y el sistema de concreto</p>	<p>Hipótesis Específicas:</p> <p>•El análisis estático del sistema estructural de acero y madera es mayor que el sistema de concreto armado para las casetas turísticas del distrito de Amarilis- Huánuco-2024.</p> <p>•El análisis dinámico del sistema estructural de acero y madera es superior en</p>	<p>cargas a las que está sometida.</p>	<p>Dependiente</p> <p>Diseño Sismo resistente</p>	<p>La E.030 (2016) nos menciona que el diseño sismorresistente viene a ser la aplicación de principios y técnicas que permiten que una estructura</p>	<p>Para el análisis se debe considerar factores como la ubicación geográfica, la intensidad sísmica esperada, las propiedades del suelo, y las características de los</p>	<p>Análisis estático</p>	<p>Metrado de cargas Fuerzas</p>	<p>Kgf, Tn.m Kgf</p>	<p>E.020 (cargas);</p>	<p>Población: Caseta turística del distrito de Amarilis</p>
							<p>Análisis dinámico</p>	<p>Derivas Desplazamientos Aceleraciones</p>	<p>mm mm Kgf.m</p>	<p>E.020 (cargas); E.030 (diseño sismorresistente); E.060 (concreto armado).</p>	<p>Muestra: Elementos estructurales que conforman la caseta turística de amarilis.</p>
											<p>Instrumentos: Hojas de calculo Software Etabs o SAP</p>

<p>las casetas turísticas- Amarilis- Huánuco- 2024? •¿Cuánto será la diferencia del análisis económico entre un sistema estructural de acero y madera y el sistema de concreto armado para las casetas turísticas- Amarilis- Huánuco- 2024?</p>	<p>armado para las casetas turísticas- Amarilis- Huánuco- 2024. •Determinar la diferencia del análisis económico entre un sistema estructural de acero y madera y el sistema de concreto armado para las casetas turísticas- Amarilis- Huánuco- 2024.</p>	<p>comparación con el sistema de concreto armado para las casetas turísticas del distrito de Amarilis- Huánuco- 2024. •El análisis económico del sistema estructural de acero y madera es más alto que el sistema de concreto armado para las casetas turísticas del distrito de Amarilis- Huánuco- 2024.</p>	<p>absorba y disipe la energía sísmica, minimizan los daños y protegen la vida humana.</p>	<p>materiales para desarrollar estructuras que no solo sean fuertes, sino también flexibles, permitiendo deformaciones controladas sin colapsar.</p>	<p>Análisis de económico</p>	<p>Presupuesto de proyecto</p>	<p>S/.</p>	<p>Reglamento nacional de metrados CAPECO (2009) Régimen laboral de trabajadores de construcción civil</p>	<p>Planos de la estructura Estudios</p>
---	---	---	--	--	------------------------------	--------------------------------	------------	--	--


ANEXO 2

Instrumentos validados

METRADO DE CARGAS MUERTAS Y VIVAS				
CALCULO DE CARGA MUERTA POR TABIQUE CON UNIDADES DE ARCILLA COCIDA HUECA				
DESCRIPCIÓN	PESO TABIQUE (UND. HUECAS, ANEXO 1 E.020) (kgf/m3)	ALTURA TABIQUE (m)	ANCHO TABIQUE (m)	PESO POR UNIDAD DE LONGITUD (Kgf/m)
Tabique segundo nivel (cerramiento perimetral)				
Tabique de cerramiento en cobertura liviana				
División de puestos de venta (segundo nivel)				
Tabiques interiores con altura completa				
Tabiques en parapetos				

CALCULO DE CARGA MUERTA EN ENTREPISO				
DESCRIPCIÓN	PESO ESPECIFICO Kgf/m3	ALTURA PISO TERMINADO (m)	-	PESO POR UNIDAD DE ÁREA (Kgf/m2)
Peso propio de losa maciza				
Peso de acabado en pisos				
Tabiquería de madera				
Peso de cielorraso				
Peso de instalaciones				
Total carga aplicar sobre losa de entrepiso				0.00

CALCULO DE CARGA VIVA				
DESCRIPCIÓN	-	-	-	PESO POR UNIDAD DE ÁREA (Kgf/m2)
Carga viva en tienda (Tabla N°01-E.020)	-	-	-	
Carga viva en escaleras (Tabla N°01-E.020)	-	-	-	
Carga viva en rampas	-	-	-	
Carga viva en techos con coberturas livianas (7.1, d, E.020)	-	-	-	



Ing. Raul M. Viviano Tumbay
CIP 133109

ANÁLISIS SÍSMICO MODAL ESPECTRAL

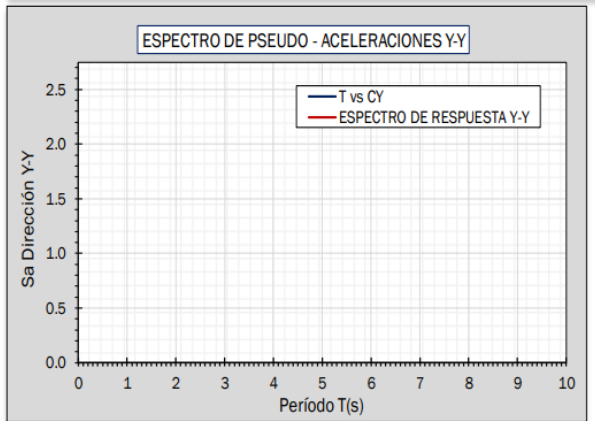
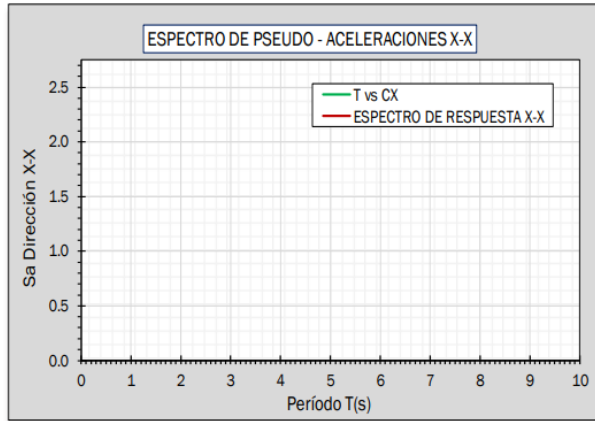
Para las direcciones horizontales de análisis se elabora un espectro de pseudo aceleraciones dada por la siguiente fórmula RNE E.030:

Aceleración Espectral:

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

PARÁMETROS DE ANÁLISIS	DETERMINACIÓN	VALOR	Factor de Amplificación "C"
Z: Factor de zona	[ZONA 3]	Tabla 01 (E.030)	T < TP ; C = 2.5 TP < T < TL ; C = 2.5 * TP / T T > TL ; C = 2.5 * TP * TL / T^2
U: Factor de uso o importancia	[CATEGORÍA C]	Tabla 03 (E.030)	
S: Factor de suelo	[SUELO 2]	Tabla 04 (E.030)	
TP: Período corto (s)	[SUELO 2]	Tabla 04 (E.030)	
TL: Período Largo (s)	[SUELO 2]	Tabla 05 (E.030)	
RX: Coeficiente de reducción sísmico en X			
RY: Coeficiente de reducción sísmico en Y			
FACTOR = ZUSg/R - DIRECCION X - X			
FACTOR = ZUSg/R - DIRECCION Y - Y			

T	SISMO DIRECCIÓN X - X		SISMO DIRECCIÓN Y - Y	
	CX	SA [X-X]	CY	SA [Y-Y]
0.01				
0.03				
0.05				
0.08				
0.10				
0.20				
0.30				
0.40				
0.50				
0.60				
0.70				
0.80				
0.90				
1.00				
1.25				
1.50				
1.75				
2.00				
2.25				
2.50				
2.75				
3.00				
3.25				
3.75				
4.00				
5.00				
6.00				
7.00				
8.00				
9.00				
10.00				



Ing. Raúl M. Viviano Tumbay
CIP 133109

IRREGULARIDADES FINALES X - X

IRREGULARIDADES EN ALTURA X-X		
Irregularidades de Masa o Peso	[0.9]	1
Irregularidad de Geometría Vertical	[0.9]	1
Discontinuidad en los sistemas resistentes	[0.9]	1
Discontinuidad Ext. en los sistemas resistentes	[0.6]	1
Irregularidad de Rigidez (Piso Blando)	[0.75]	1
Irregularidad de Rigidez Extrema	[0.50]	1
Irregularidad de Resistencia (Piso Débil)	[0.75]	1
Irregularidad de Extrema Resistencia	[0.50]	1
IRREGULARIDAD EN ALTURA FINAL [Ia] X - X =		1

PISO BLANDO EN DIRECCIÓN X - X				
STRUCTURE OTHER (STORY STIFFNESS)				
Case/Combo	Story	Elevation (m)	Location	Stiffness X tonf/m
SDXX	Story6	17.9	Top	2953.11
SDXX	Story5	15.3	Top	9380.61
SDXX	Story4	12.7	Top	14215.28
SDXX	Story3	10.1	Top	16351.63
SDXX	Story2	7.5	Top	18177.60
SDXX	Story1	4.9	Top	17222.34
SDXX	Base	0	Top	0.00

Rigidez		Extrema Rigidez	
70% K(i+1)	80% (Kprom)	60% K(i+1)	70% (Kprom)

PISO DEBIL EN DIRECCIÓN X - X				
STRUCTURE OTHER (STORY FORCES) O STORY SHEARS				
Case/Combo	Story	Elevation (m)	Location	VX tonf
SDXX				
SDXX				
SDXX				
SDXX				
SDXX				
SDXX				
SDXX				

Resistencia	Extrema Resistencia
80%	65%

IRREGULARIDADES EN PLANTA X - X		
Esquinas entrantes (Cumplir ambas direc.)	[0.9]	1
Discontinuidad en Diafragma	[0.85]	1
Sistemas No Paralelos	[0.8]	1
Irregularidad Torsional	[0.75]	1
Irregularidad Torsional Extrema	[0.6]	1
IRREGULARIDAD EN PLANTA FINAL [IP] X - X =		1

TORSIÓN EN DIRECCIÓN X - X					
JOIN - DISPLACEMENTS (DIAPHRAGM MAX/AVG DRIFT)					
Story	Case/Combo	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio
Story6					
Story5					
Story4					
Story3					
Story2					

TORSION	Ext. Torsion
RATIO >1.3	RATIO >1.5




IRREGULARIDADES FINALES Y - Y

IRREGULARIDADES EN ALTURA Y - Y		
Irregularidades de Masa o Peso	[0.9]	1
Irregularidad de Geometría Vertical	[0.9]	1
Discontinuidad en los sistemas resistentes	[0.9]	1
Discontinuidad Ext. en los sistemas resistentes	[0.6]	1
Irregularidad de Rigidez (Piso Blando)	[0.75]	1
Irregularidad de Rigidez Extrema	[0.50]	1
Irregularidad de Resistencia (Piso Débil)	[0.75]	1
Irregularidad de Extrema Resistencia	[0.50]	1
IRREGULARIDAD EN ALTURA FINAL [Ia] Y - Y =		1

IRREGULARIDADES EN PLANTA Y - Y		
Esquinas entrantes (Cumplir ambas direc.)	[0.9]	1
Discontinuidad en Diafragma	[0.85]	1
Sistemas No Paralelos	[0.8]	1
Irregularidad Torsional	[0.75]	1
Irregularidad Torsional Extrema	[0.6]	1
IRREGULARIDAD EN PLANTA FINAL [IP] Y - Y =		1

PISO BLANDO EN DIRECCIÓN Y - Y					
STRUCTURE OTHER (STORY STIFFNESS)					
Case/Combo	Story	Elevation (m)	Location	Stiffness Y	
SDYY				tonf/m	
SDYY					
SDYY					
SDYY					
SDYY					
SDYY					

PISO DEBIL EN DIRECCIÓN Y - Y					
STRUCTURE OTHER (STORY FORCES)					
Case/Combo	Story	Elevation (m)	Location	VY	
SDYY				tonf	
SDYY					
SDYY					
SDYY					
SDYY					
SDYY					

TORSIÓN EN DIRECCIÓN Y - Y					
JOIN - DISPLACEMENTS (DIAPHRAGM MAX/AVG DRIFT)					
Story	Case/Combo	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio
Story6					
Story5					
Story4					
Story3					
Story2					
Story1					

Rigidez		Extrema Rigidez	
70% K(i+1)	80% (Kprom)	60% K(i+1)	70% (Kprom)

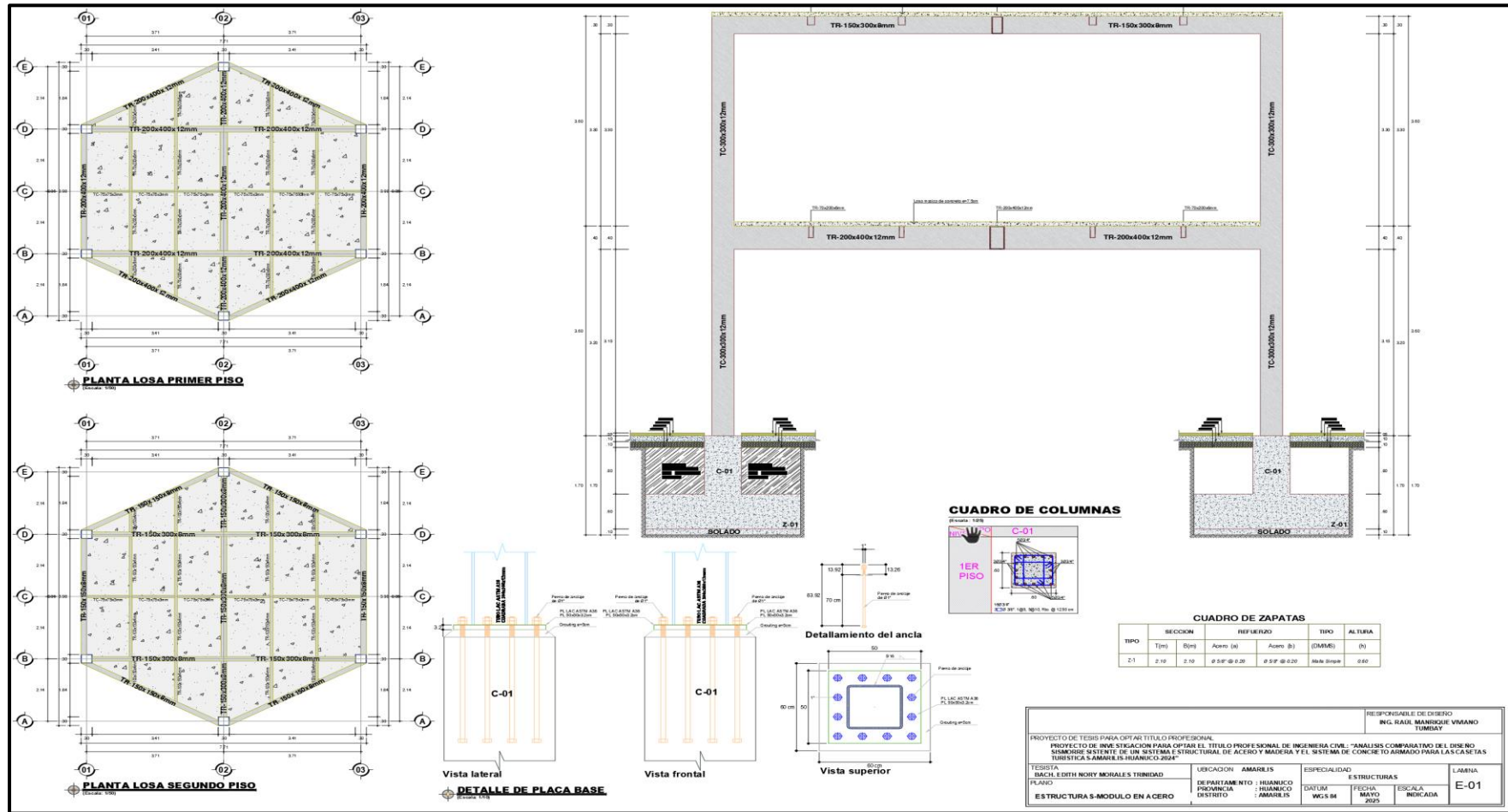
Resistencia	Extrema Resistencia
80%	65%

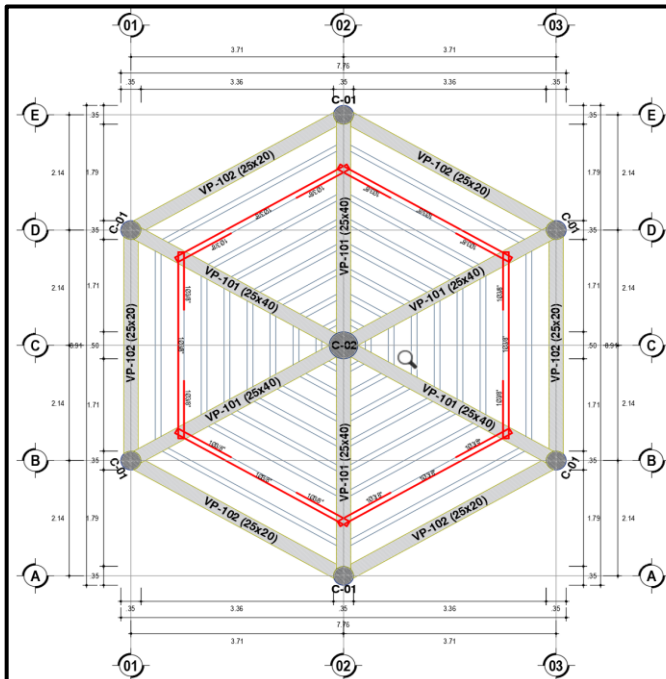
Resistencia	Ext. Torsion
RATIO >1.3	RATIO >1.5



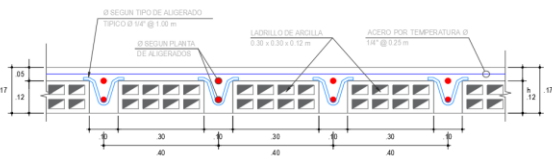
Ing. Raul M. Viviano Tumbay
 CIP 133109

ANEXO 4 PLANOS

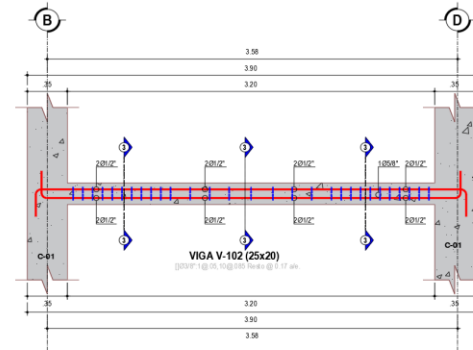




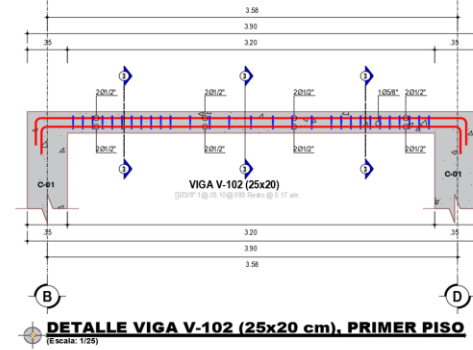
PLANTA LOSA ALIGERADA H=17cm, SEGUNDO PISO
(Escala: 1/50)



DETALLE TÍPICO ALIGERADO H=17 cm
(Escala: 1/10)



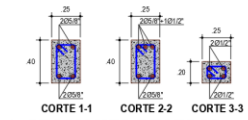
DETALLE VIGA V-102 (25x20) cm, PRIMER PISO
(Escala: 1/25)



DETALLE VIGA V-102 (25x20) cm, PRIMER PISO
(Escala: 1/25)

ESPECIFICACIONES TECNICAS

- 1.00 DE LOS MATERIALES**
- 01. CONCRETO SIMPLE**
 CEMENTOS COMISOS : Fc = 180 Kg/cm² (Concreto Clotopon)
 (C4H-1993% Pg. 08" máx.)
 SOBRECIMENTOS : Fc = 140 Kg/cm²
 (C3H-192% PM. 04" máx.)
- 02. CONCRETO ARMADO**
 ZAPATAS : Fc = 210 Kg/cm²
 VIGAS COLUMNAS Y PLACAS ESTRUCTURALES : Fc = 210 Kg/cm²
 LOSAS ALIGERADAS/MACIZAS : Fc = 210 Kg/cm²
 ESCALERAS : Fc = 210 Kg/cm²
 COLUMNETAS Y VIGAS DE CONFINAMIENTO : Fc = 175 Kg/cm²
- 03. ALBANILERIA**
 - MORTERO : C : A = 1 : 4
 - JUNTA : 1.8 cm.
 - SINDAO : Ladrillo King King de Arcilla Tipo IV
 - Compresión Albatrera : Fm = 85 kg/cm²
 - Placa de perfiles Albatrera : 1.80x0.90 kg/m²
 - Ladrillo Medio K.K. anillo : 8x13x23 cm
 - Las muros tendrán 2.30" esp. 2" juntas corridas y anillo en las columnetas de confinamiento
- 2.00 DEL SUELO**
 - CAPACIDAD PORTANTE : 2.39 Kg/cm² (Ver Estudio de Suelos)
 - PROF. DE ORIENTACION : 2.89 m. (Báscula)
 - FACTOR DE ZONAJE : 0.25
 - FACTOR DE USO CAS. "C" : 1
 - TIPO PERFIL DE SUELO : S2 Suelos Intermedios
 - FACTOR DEL SUELO (S) : S=1.25
 - PERIODO TF (S) : TF (s)=0.6
 - PERIODO TL (S) : TL (s)=2
- 3.00 DE LAS SOBRECARGAS**
 - CIV-200 kg/m² tabla N°15 de la norma E.020.
- 4.00 RECUBRIMIENTOS**
 ZAPATAS : = 7.00 cm.
 VIGAS COLUMNAS Y PLACAS ESTRUCTURALES : = 4.00 cm.
 VIGAS DE AMARRE : = 2.00 cm.
 COLUMNAS DE AMARRE : = 2.00 cm.
 LOSA ALIGERADA EN UNA DIRECCION : = 2.00 cm.
 LOSA MACIZA : = 2.00 cm.
 LOSA MACIZA DE ESCALERA : = 2.00 cm.
- 5.00 ACERO**
 - ACERO CORROSIONADO ASTM A615 - Grado 60 - fy = 4200 Kg/cm².
 - EMPALMES DE FIERRO
 - VIGAS : An (1) : Tramo Central
 An (2) : A 4
 - COLUMNAS : A 2L2 (Tramo Central)
- 6.00 NORMAS**
 - R.N.E. (Normas E-020, E-030, E-050, E-060)
- 7.00 JUNTA DE CONTRUCCION**
 Tridimension de 6x1"
- 8.00 CURADOS**
 En todos los elementos donde se usa cemento se efectuaran curados por aspersión durante 4 días con agua potable hasta cumplir los 7 días después de las construcciones.



SECCIONES DE VIGAS
(Escala: 1/25)

PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL		RESPONSABLE DE DISEÑO	
PROYECTO DE INVESTIGACION PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL: "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UN SISTEMA ESTRUCTURAL DE ACERO Y MADERA Y EL SISTEMA DE CONCRETO ARMADO PARA LAS CASETAS TURISTICAS-AMARILIS-HUANUCO-2024"		ING. RAÚL MANRIQUE VIVIANO TUMBAY	
TESISTA BACH. EDITH NORY MORALES TRINIDAD	UBICACION AMARILIS	ESPECIALIDAD ESTRUCTURAS	LAMNA
PLANO ESTRUCTURAS-MODULO EN CONCRETO ARMADO	DEPARTAMENTO : HUÁNUCO PROVINCIA : HUÁNUCO DISTRITO : AMARILIS	DATUM WGS 84	FECHA MAYO 2025
		ESCALA INDICADA	E-02

ANEXO 5

PANEL FOTOGRÁFICO

Figura 58

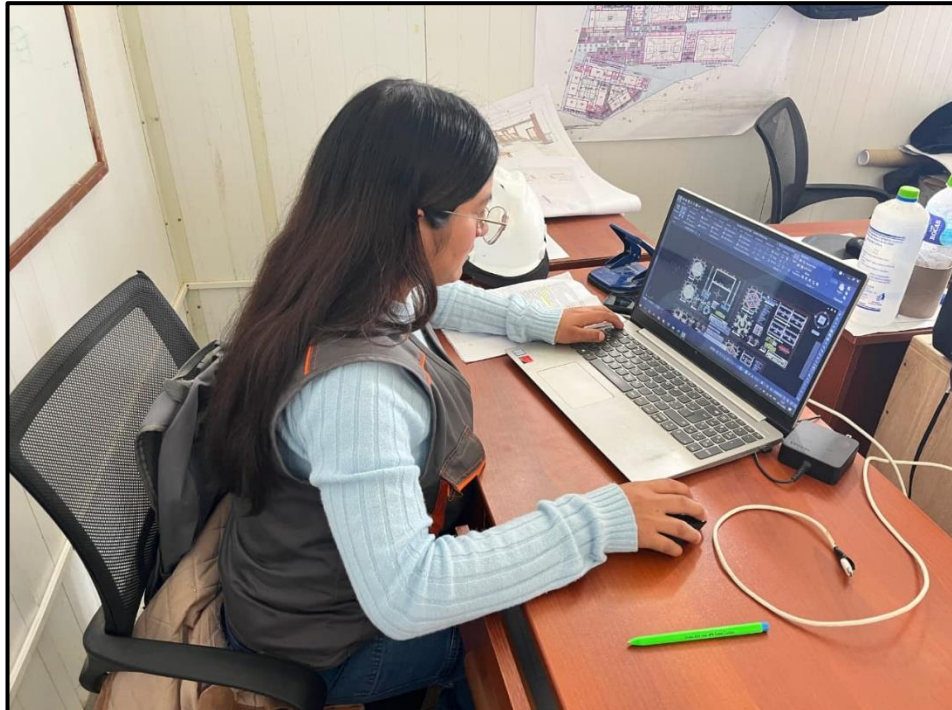
Caseta turística



Nota. Se muestra la caseta turística evaluada.

Figura 59

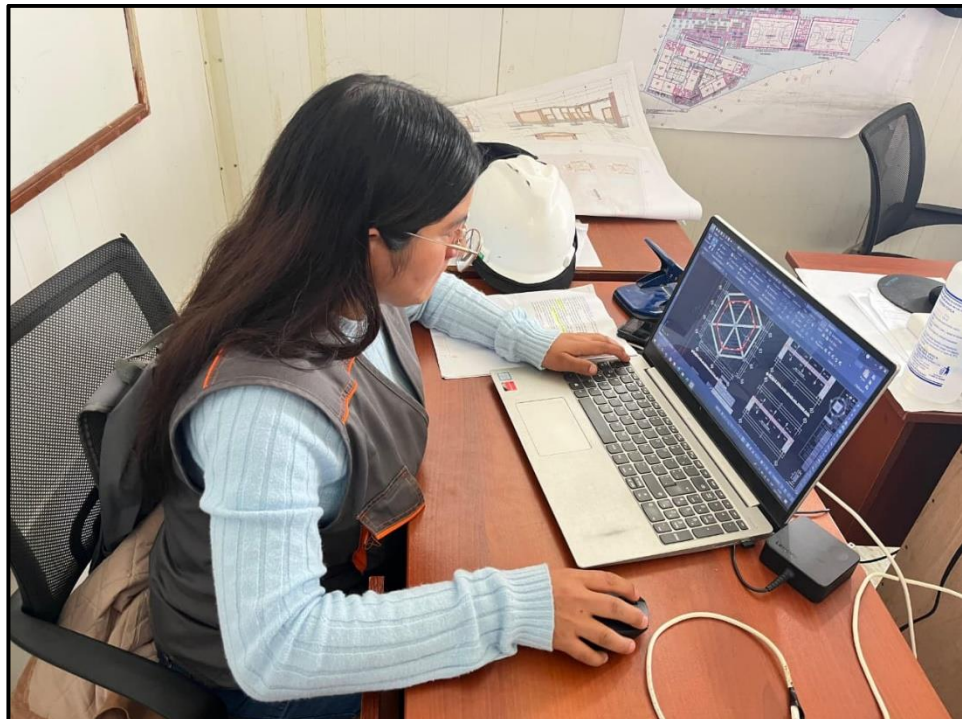
Diseño y modelado estructural



Nota. Se muestra el modelado de la caseta turística evaluada.

Figura 60

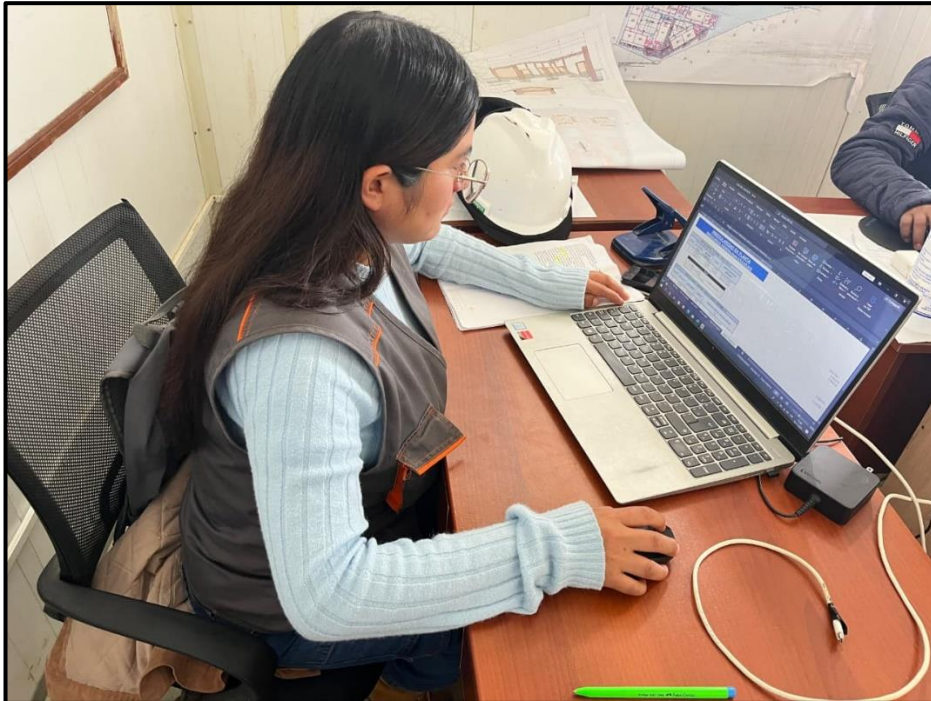
Diseño y modelado estructural



Nota. Se muestra el modelado de la caseta turística evaluada.

Figura 61

Diseño y modelado estructural



Nota. Se muestra el modelado de la caseta turística evaluada.

Figura 62

Diseño y modelado estructural



Nota. Se muestra el modelado de la caseta turística evaluada.

ANEXO 6
RESOLUCIONES EMITIDAS POR LA UNIVERSIDAD
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 1940-2024-D-FI-UDH

Huánuco, 06 de setiembre de 2024

Visto, el Oficio N° 1338-2024-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 507332-0000008350, de la Bach. **Edith Nory MORALES TRINIDAD**, quien solicita cambio de Asesor de Tesis.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45º inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 507332-0000008350, presentado por el (la) Bach. **Edith Nory MORALES TRINIDAD**, quien solicita cambio de Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), y;

Que, con Resolución N° 1494-2023-D-FI-UDH, de fecha 07 de julio de 2023, en la cual se designa como Asesor de Tesis de la Bach. **Edith Nory MORALES TRINIDAD** al Mg. Bladimir Jhon Abal Garcia, quien no tiene vínculo laboral con esta universidad, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 31 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - **DEJAR SIN EFECTO**, la Resolución N° 1494-2023-D-FI-UDH, de fecha 07 de julio de 2023.

Artículo Segundo. - **DESIGNAR**, como nuevo Asesor de Tesis de la Bach. **Edith Nory MORALES TRINIDAD** al Mg. Jose Wicley Tuanama Lavi, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Artículo Tercero. - El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá de solicitar nuevamente el trámite con el costo económico vigente.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



Distribución:
Fac. de Ingeniería – PAIC- Asesor- Mat. y Reg.Acad. – Interesado – Archivo.
BCR/EJML/nto

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 1940-2024-D-FI-UDH

Huánuco, 06 de setiembre de 2024

Visto, el Oficio N° 1338-2024-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 507332-0000008350, de la Bach. **Edith Nory MORALES TRINIDAD**, quien solicita cambio de Asesor de Tesis.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45º inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 507332-0000008350, presentado por el (la) Bach. **Edith Nory MORALES TRINIDAD**, quien solicita cambio de Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), y;

Que, con Resolución N° 1494-2023-D-FI-UDH, de fecha 07 de julio de 2023, en la cual se designa como Asesor de Tesis de la Bach. **Edith Nory MORALES TRINIDAD** al Mg. Bladimir Jhon Abal Garcia, quien no tiene vínculo laboral con esta universidad, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 31 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - **DEJAR SIN EFECTO**, la Resolución N° 1494-2023-D-FI-UDH, de fecha 07 de julio de 2023.

Artículo Segundo.- DESIGNAR, como nuevo Asesor de Tesis de la Bach. **Edith Nory MORALES TRINIDAD** al Mg. Jose Wicley Tuanama Lavi, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Artículo Tercero. - El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá de solicitar nuevamente el trámite con el costo económico vigente.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



Distribución:
Fac. de Ingeniería - PAIC- Asesor- Mat. y Reg.Acad. - Interesado - Archivo.
BCR/EJML/nto