

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

**DESPLAZAMIENTOS LATERALES EN EDIFICACIONES DE
CINCO NIVELES PARA EL SISTEMA ESTRUCTURAL
APORTICADO Y MUROS PORTANTES, CIUDAD DE JAÉN**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Bach. Torres Calvay Franklin Arbildo

ASESOR:

Mg. Cayatopa Calderón Billy Alexis

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

LI_IC_01 Estructuras

JAÉN – PERÚ, MAYO, 2023

NOMBRE DEL TRABAJO

Informe final de tesis.pdf

AUTOR

Torres Calvay Franklin Arbildo

RECUENTO DE PALABRAS

22397 Words

RECUENTO DE CARACTERES

128094 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

154 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

5.5MB

FECHA DE ENTREGA

May 22, 2023 10:57 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

May 22, 2023 10:59 AM GMT-5**● 10% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 9% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 12 de mayo del año 2023, siendo las 11:00 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado:

Presidente : Dr. Christiaan Zayed Apaza Panca.

Secretario : M. Sc. Marcos Antonio Gonzales Santisteban.

Vocal : Mg. Walter Linder Cabrera Torres, para evaluar la Sustentación del **Informe**

Final:

() Trabajo de Investigación

(**X**) Tesis

() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: **"DESPLAZAMIENTOS LATERALES EN EDIFICACIONES DE CINCO NIVELES PARA EL SISTEMA ESTRUCTURAL APORTICADO Y MUROS PORTANTES, CIUDAD DE JAÉN"**, presentado por el bachiller **Franklin Arbildo Torres Calvay**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(**X**) Aprobar () Desaprobar (**X**) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|---------------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | (15) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ò menos | () |

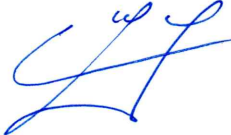
Siendo las 12:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.



Dr. Christiaan Zayed Apaza Panca
Presidente



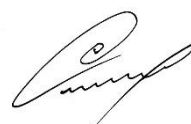
M. Sc. Marcos Antonio Gonzales Santisteban
Secretario



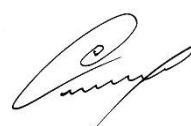
Mg. Walter Linder Cabrera Torres
Vocal

ÍNDICE GENERAL

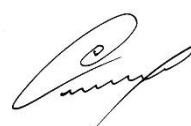
| | |
|---|------|
| ÍNDICE GENERAL | I |
| ÍNDICE DE TABLAS | VI |
| ÍNDICE DE FIGURAS | IX |
| RESUMEN | XII |
| ABSTRACT | XIII |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1. Problema | 2 |
| 1.2. Justificación | 3 |
| 1.3. Hipótesis | 3 |
| 1.4. Antecedentes de la Investigación..... | 4 |
| 1.4.1. Antecedentes Internacionales | 4 |
| 1.4.2. Antecedentes Nacionales | 6 |
| 1.4.3. Antecedentes Regionales | 9 |
| 1.4.4. Antecedentes Locales | 12 |
| 1.5. Base Teórica..... | 14 |
| 1.5.1. Sismo | 14 |
| 1.5.1.1. Causas de los Sismos..... | 15 |
| 1.5.2. Peligro Sísmico..... | 15 |
| 1.5.2.1. Zonificación..... | 15 |
| 1.5.2.2. Microzonificación Sísmica y Estudios de Sitio..... | 16 |
| 1.5.2.2.1. Microzonificación Sísmica..... | 16 |
| 1.5.2.2.2. Estudios de Sitio..... | 16 |
| 1.5.2.3. Condiciones Geotécnicas..... | 17 |
| 1.5.2.3.1. Perfiles de Suelo..... | 17 |



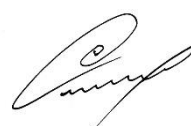
| | | |
|------------|---|----|
| 1.5.2.4. | Parámetros de Sitio..... | 18 |
| 1.5.2.5. | Factor de Amplificación Sísmica | 18 |
| 1.5.3. | Sistemas Estructurales | 19 |
| 1.5.3.1. | Sistema Estructural Aporticado..... | 19 |
| 1.5.3.2. | Sistema Estructural de Albañilería Confinada..... | 19 |
| 1.5.4. | Análisis Estructural | 20 |
| 1.5.4.1. | Análisis Sísmico | 20 |
| 1.5.4.1.1. | Análisis Estático o de Fuerzas Equivalentes | 20 |
| 1.5.4.1.2. | Análisis Dinámico Modal Espectral..... | 20 |
| 1.5.4.1.3. | Análisis Dinámico Tiempo – Historia..... | 20 |
| 1.5.5. | Requisitos de Rigidez Resistencia y Ductilidad | 21 |
| 1.5.5.1. | Determinación de Desplazamientos Laterales..... | 21 |
| 1.5.5.2. | Determinación de Desplazamientos Laterales Relativos..... | 21 |
| 1.5.6. | Ensayo de Esclerometría | 21 |
| 1.5.7. | Esclerómetro..... | 22 |
| 1.5.8. | Software ETABS | 22 |
| II. | OBJETIVOS | 23 |
| 2.1. | Objetivo General..... | 23 |
| 2.2. | Objetivos Específicos..... | 23 |
| III. | MATERIAL Y MÉTODOS | 24 |
| 3.1. | Ubicación del Proyecto | 24 |
| 3.2. | Población, Muestra y Muestreo. | 27 |
| 3.2.1. | Población..... | 27 |
| 3.2.2. | Muestra..... | 27 |
| 3.2.3. | Muestreo..... | 27 |

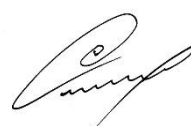
| | | |
|-------------|--|----|
| 3.3. | Línea de Investigación | 27 |
| 3.4. | Variables de Estudio. | 27 |
| 3.4.1. | Variables Independientes..... | 27 |
| 3.4.2. | Variable Dependiente. | 27 |
| 3.4.3. | Operacionalización de Variables | 28 |
| 3.5. | Tipo de Investigación..... | 29 |
| 3.6. | Enfoque de la investigación | 29 |
| 3.7. | Nivel de investigación..... | 29 |
| 3.8. | Diseño de investigación | 29 |
| 3.9. | Métodos y Técnicas | 29 |
| 3.9.1. | Métodos | 29 |
| 3.9.2. | Técnicas | 29 |
| 3.10. | Instrumentos de Recolección de Datos..... | 30 |
| 3.11. | Desarrollo de la Investigación | 30 |
| 3.11.1. | Descripción del Proyecto..... | 30 |
| 3.11.2. | Características del Edificio (Sistema Estructural Aporticado)..... | 30 |
| 3.11.3. | Características del Edificio (Muros Portantes)..... | 31 |
| 3.11.4. | Ensayos Realizados | 32 |
| 3.11.4.1. | Estimación de la Resistencia a la Compresión del Concreto..... | 32 |
| 3.11.4.1.1. | Elementos Ensayados..... | 32 |
| 3.11.4.1.2. | Procedimiento del Ensayo..... | 32 |
| 3.11.5. | Parámetros Sismorresistentes | 34 |
| 3.11.5.1. | Factor de Zona (Z) | 34 |
| 3.11.5.2. | Factor de Uso (U)..... | 34 |
| 3.11.5.3. | Factor de Suelo (S)..... | 34 |

| | | |
|----------|---|----|
| 3.11.6. | Elaboración de Planos | 34 |
| 3.12. | Análisis de la Estructura (Sistema Aporticado)..... | 35 |
| 3.12.1. | Modelamiento..... | 36 |
| 3.12.2. | Análisis | 39 |
| 3.13. | Análisis de la Estructura (Muros Portantes) | 43 |
| 3.13.1. | Modelamiento..... | 44 |
| 3.13.2. | Análisis | 47 |
| IV. | RESULTADOS | 51 |
| 4.1. | Comparativo de los Desplazamientos Laterales en Ambas Estructuras | 51 |
| 4.2. | Identificar los Parámetros Sismorresistentes de la Norma Vigente..... | 52 |
| 4.2.1. | Sistema Aporticado | 52 |
| 4.2.2. | Muros Portantes..... | 52 |
| 4.3. | Estimar la Resistencia a la Compresión del Concreto Mediante el Ensayo de Esclerometría. | 52 |
| 4.3.1. | Sistema Aporticado | 53 |
| 4.3.1.1. | Datos Obtenidos del Ensayo en Columnas (Sistema Aporticado) | 53 |
| 4.3.1.2. | Datos Obtenidos del Ensayo en Vigas (Sistema Aporticado) | 63 |
| 4.3.2. | Muros Portantes..... | 73 |
| 4.3.2.1. | Datos Obtenidos del Ensayo en Columnas (Muros Portantes)..... | 73 |
| 4.3.2.2. | Datos Obtenidos del Ensayo en Vigas (Muros Portantes)..... | 83 |
| 4.3.3. | Resumen de los Resultados Obtenidos del Ensayo de Esclerometría | 93 |
| 4.3.3.1. | Sistema Aporticado | 93 |
| 4.3.3.2. | Muros Portantes..... | 93 |
| 4.4. | Registrar los Desplazamientos Laterales | 94 |
| 4.4.1. | Sistema Aporticado | 94 |

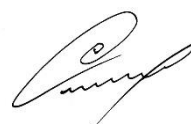



| | |
|--|-----|
| 4.4.2. Muros Portantes..... | 96 |
| V. DISCUSIÓN..... | 99 |
| 5.1. Comparativo en Ambas Estructuras..... | 99 |
| 5.2. Parámetros Sismorresistentes..... | 99 |
| 5.3. Ensayo de Esclerometría..... | 100 |
| 5.4. Desplazamientos Laterales..... | 100 |
| VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 101 |
| 6.1. Conclusiones..... | 101 |
| 6.2. Recomendaciones..... | 102 |
| VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 103 |
| AGRADECIMIENTO..... | 108 |
| DEDICATORIA..... | 109 |
| ANEXOS..... | 110 |

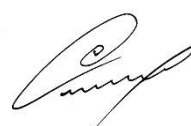


ÍNDICE DE TABLAS

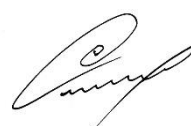
| | | |
|-----------------|---|----|
| Tabla 1 | Factores de zona..... | 16 |
| Tabla 2 | Perfiles de suelo..... | 17 |
| Tabla 3 | Factores de suelo | 18 |
| Tabla 4 | Periodos TP y TL..... | 18 |
| Tabla 5 | Distorsiones de entrepiso..... | 21 |
| Tabla 6 | Operacionalización de variables..... | 28 |
| Tabla 7 | Especificaciones técnicas para el análisis (sistema aporticado)..... | 35 |
| Tabla 8 | Especificaciones técnicas para el análisis (muros portantes)..... | 43 |
| Tabla 9 | Comparativo respecto de los máximos desplazamientos laterales..... | 51 |
| Tabla 10 | Comparativo respecto de la máxima deriva de piso..... | 51 |
| Tabla 11 | Parámetros sismorresistentes (NTE E.030 - Pórticos)..... | 52 |
| Tabla 12 | Parámetros sismorresistentes (NTE E.030 - Muros Portantes)..... | 52 |
| Tabla 13 | Lectura del ensayo realizado a la columna (C-01) - primer nivel..... | 53 |
| Tabla 14 | Lectura del ensayo realizado a la columna (C-02) - primer nivel..... | 54 |
| Tabla 15 | Lectura del ensayo realizado a la columna (C-01) - segundo nivel..... | 55 |
| Tabla 16 | Lectura del ensayo a la columna (C-02) - segundo nivel..... | 56 |
| Tabla 17 | Lectura del ensayo realizado a la columna (C-01) - tercer nivel..... | 57 |
| Tabla 18 | Lectura del ensayo realizado a la columna (C-02) - tercer nivel..... | 58 |
| Tabla 19 | Lectura del ensayo realizado a la columna (C-01) - cuarto nivel..... | 59 |
| Tabla 20 | Lectura del ensayo realizado a la columna (C-02) - cuarto nivel..... | 60 |
| Tabla 21 | Lectura del ensayo realizado a la columna (C-01) - quinto nivel..... | 61 |
| Tabla 22 | Lectura del ensayo realizado a la columna (C-02) - quinto nivel..... | 62 |
| Tabla 23 | Lectura del ensayo realizado a la viga (V-01) - primer nivel..... | 63 |
| Tabla 24 | Lectura del ensayo realizado a la viga (V-02) - primer nivel..... | 64 |



| | | |
|-----------------|---|----|
| Tabla 25 | Lectura del ensayo realizado a la viga (V-01) - segundo nivel | 65 |
| Tabla 26 | Lectura del ensayo realizado a la viga (V-02) - segundo nivel | 66 |
| Tabla 27 | Lectura del ensayo realizado a la viga (V-01) - tercer nivel | 67 |
| Tabla 28 | Lectura del ensayo realizado a la viga (V-02) - tercer nivel | 68 |
| Tabla 29 | Lectura del ensayo realizado a la viga (V-01) - cuarto nivel..... | 69 |
| Tabla 30 | Lectura del ensayo realizado a la viga (V-02) - cuarto nivel..... | 70 |
| Tabla 31 | Lectura del ensayo realizado a la viga (V-01) – quinto nivel..... | 71 |
| Tabla 32 | Lectura del ensayo realizado a la viga (V-02) – quinto nivel..... | 72 |
| Tabla 33 | Lectura del ensayo realizado a la columna (C-01) – primer nivel..... | 73 |
| Tabla 34 | Lectura del ensayo realizado a la columna (C-02) – primer nivel..... | 74 |
| Tabla 35 | Lectura del ensayo realizado a la columna (C-01) – segundo nivel..... | 75 |
| Tabla 36 | Lectura del ensayo realizado a la columna (C-02) – segundo nivel..... | 76 |
| Tabla 37 | Lectura del ensayo realizado a la columna (C-01) – tercer nivel | 77 |
| Tabla 38 | Lectura del ensayo realizado a la columna (C-02) – tercer nivel | 78 |
| Tabla 39 | Lectura del ensayo realizado a la columna (C-01) – cuarto nivel | 79 |
| Tabla 40 | Lectura del ensayo realizado a la columna (C-02) – cuarto nivel | 80 |
| Tabla 41 | Lectura del ensayo realizado a la columna (C-01) – quinto nivel..... | 81 |
| Tabla 42 | Lectura del ensayo realizado a la columna (C-02) – quinto nivel..... | 82 |
| Tabla 43 | Lectura del ensayo realizado a la viga (V-01) - primer nivel..... | 83 |
| Tabla 44 | Lectura del ensayo realizado a la viga (V-02) - primer nivel..... | 84 |
| Tabla 45 | Lectura del ensayo realizado a la viga (V-01) - segundo nivel | 85 |
| Tabla 46 | Lectura del ensayo realizado a la viga (V-02) - segundo nivel | 86 |
| Tabla 47 | Lectura del ensayo realizado a la viga (V-01) - tercer nivel | 87 |
| Tabla 48 | Lectura del ensayo realizado a la viga (V-02) - tercer nivel | 88 |
| Tabla 49 | Lectura del ensayo realizado a la viga (V-01) - cuarto nivel..... | 89 |

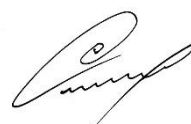



| | | |
|-----------------|---|----|
| Tabla 50 | Lectura del ensayo realizado a la viga (V-02) - cuarto nivel..... | 90 |
| Tabla 51 | Lectura del ensayo realizado a la viga (V-01) - quinto nivel | 91 |
| Tabla 52 | Lectura del ensayo realizado a la viga (V-02) - quinto nivel | 92 |
| Tabla 53 | Resultados obtenidos del ensayo (sistema aporticado)..... | 93 |
| Tabla 54 | Resultados obtenidos del ensayo (muros portantes)..... | 93 |
| Tabla 55 | Desplazamientos laterales en dirección X-X (sistema aporticado) | 94 |
| Tabla 56 | Desplazamientos laterales en dirección Y-Y (sistema aporticado) | 94 |
| Tabla 57 | Derivas de piso en dirección X-X (sistema aporticado) | 95 |
| Tabla 58 | Máxima deriva de piso en dirección X-X (sistema aporticado) | 95 |
| Tabla 59 | Derivas de piso en dirección Y-Y (sistema aporticado) | 95 |
| Tabla 60 | Máxima deriva de piso en dirección Y-Y (sistema aporticado) | 96 |
| Tabla 61 | Desplazamientos laterales en dirección X-X (muros portantes) | 96 |
| Tabla 62 | Desplazamientos laterales en dirección Y-Y (muros portantes) | 97 |
| Tabla 63 | Derivas de piso en dirección X-X (muros portantes) | 97 |
| Tabla 64 | Máxima deriva de piso en dirección X-X (muros portantes) | 97 |
| Tabla 65 | Derivas de piso en dirección Y-Y (muros portantes) | 98 |
| Tabla 66 | Máxima deriva de piso en dirección Y-Y (muros portantes) | 98 |

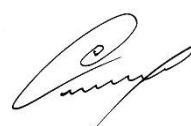



ÍNDICE DE FIGURAS

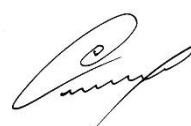
| | | |
|------------------|--|----|
| Figura 1 | Características de los sismos. | 14 |
| Figura 2 | Esclerómetro ZHEJIANG..... | 22 |
| Figura 3 | Ubicación geográfica..... | 24 |
| Figura 4 | Localización del proyecto..... | 25 |
| Figura 5 | Ubicación del proyecto – Sector Monterrico..... | 26 |
| Figura 6 | Ubicación del proyecto – Sector Montegrande | 26 |
| Figura 7 | Correlación de valores para la determinación de f^c | 33 |
| Figura 8 | Modelamiento - Entrepiso del 1er y 2do nivel (sistema aporticado)..... | 36 |
| Figura 9 | Modelamiento - Entrepiso del 3er, 4to y 5to nivel (sistema aporticado) | 37 |
| Figura 10 | Vista tridimensional del modelo concluido (sistema aporticado) | 38 |
| Figura 11 | Vista tridimensional renderizada (sistema aporticado) | 38 |
| Figura 12 | Espectro de respuesta (sistema aporticado)..... | 39 |
| Figura 13 | Patrones de cargas (sistema aporticado)..... | 40 |
| Figura 14 | Peso sísmico (sistema aporticado)..... | 40 |
| Figura 15 | Caso de sismo dinámico en dirección X (sistema aporticado) | 41 |
| Figura 16 | Caso de sismo dinámico en dirección Y (Sistema aporticado) | 42 |
| Figura 17 | Modelamiento - Entrepiso del 1er nivel (muros portantes)..... | 44 |
| Figura 18 | Modelamiento - Entrepiso del 2do, 3er, 4to y 5to nivel (muros portantes) 45 | |
| Figura 19 | Visa tridimensional del modelo concluido (muros portantes)..... | 46 |
| Figura 20 | Vista tridimensional renderizada (muros portantes)..... | 46 |
| Figura 21 | Espectro de respuesta (muros portantes) | 47 |
| Figura 22 | Patrones de cargas (muros portantes)..... | 48 |
| Figura 23 | Peso sísmico (muros portantes) | 48 |
| Figura 24 | Caso de sismo dinámico en dirección X (muros portantes) | 49 |



| | | |
|------------------|---|-----|
| Figura 25 | Caso de sismo dinámico en dirección Y (muros portantes) | 50 |
| Figura 26 | Medida en planta (sistema aporticado)..... | 112 |
| Figura 27 | Medida de la altura de entrepiso (sistema aporticado) | 112 |
| Figura 28 | Medida de vanos (sistema aporticado) | 113 |
| Figura 29 | Medida de pozos de iluminación (sistema aporticado) | 113 |
| Figura 30 | Dimensión de columnas (sistema aporticado)..... | 114 |
| Figura 31 | Dimensión de vigas (sistema aporticado)..... | 114 |
| Figura 32 | Medida en planta (muros portantes) | 115 |
| Figura 33 | Medida de la altura de entrepiso (muros portantes) | 115 |
| Figura 34 | Dimensión de columnas (muros portantes) | 116 |
| Figura 35 | Dimensión de vigas (muros portantes) | 116 |
| Figura 36 | Ensayo en columnas (sistema aporticado)..... | 118 |
| Figura 37 | Ensayo en vigas (sistema aporticado)..... | 118 |
| Figura 38 | Ensayo en columnas (muros portantes) | 119 |
| Figura 39 | Ensayo en vigas (muros portantes)..... | 119 |
| Figura 40 | Certificado de calibración de esclerómetro | 120 |
| Figura 41 | Arquitectura - Planta 1er nivel (sistema aporticado) | 122 |
| Figura 42 | Arquitectura - Planta 2do y 3er nivel (sistema aporticado) | 123 |
| Figura 43 | Arquitectura - Planta 4to y 5to nivel (sistema aporticado)..... | 124 |
| Figura 44 | Arquitectura - Planta 1er nivel (muros portantes) | 125 |
| Figura 45 | Arquitectura - Planta 2do, 3er, 4to y 5to nivel (muros portantes) | 126 |
| Figura 46 | Estructuras - Entrepiso del 1er nivel (sistema aporticado)..... | 127 |
| Figura 47 | Estructuras - Entrepiso del 2do y 3er nivel (sistema aporticado). | 128 |
| Figura 48 | Estructuras - Entrepiso del 4to nivel (sistema aporticado) | 129 |
| Figura 49 | Estructuras - Entrepiso del 5to nivel (sistema aporticado)..... | 130 |

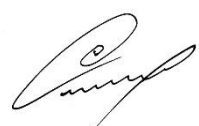
| | | |
|------------------|--|-----|
| Figura 50 | Estructuras - Entrepiso del 1er nivel (muros portantes) | 131 |
| Figura 51 | Estructuras - Entrepiso del 2do, 3er y 4to nivel (muros portantes) | 132 |
| Figura 52 | Estructuras – Entrepiso del 5to Nivel (muros portantes) | 133 |
| Figura 53 | Entrepiso del 1er y 2do nivel (sistema porticado) | 135 |
| Figura 54 | Entrepiso del 3er, 4to y 5to nivel (sistema aporticado) | 136 |
| Figura 55 | Vista tridimensional (sistema aporticado) | 137 |
| Figura 56 | Vista tridimensional renderizada (sistema aporticado) | 137 |
| Figura 57 | Entrepiso del 1er nivel (muros portantes)..... | 138 |
| Figura 58 | Entrepiso del 2do, 3er, 4to y 5to nivel (muros portantes) | 139 |
| Figura 59 | Vista tridimensional (muros portantes) | 140 |
| Figura 60 | Vista tridimensional (muros portantes) | 140 |

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo comparar los desplazamientos laterales en edificios de cinco niveles para el sistema estructural aporticado y muros portantes, ciudad de Jaén. Para ello, se utilizó una metodología con enfoque cuantitativo de alcance descriptivo y un diseño no experimental. El desarrollo de la investigación se basó en el análisis de dos edificios, utilizando un modelo con las secciones brutas de concreto armado y los parámetros sismorresistentes alineados a la normativa vigente, haciendo uso del software ETABS v20.0.0, considerando un análisis elástico lineal con las solicitaciones sísmicas reducidas. Se obtuvo como resultado respecto a los desplazamientos laterales para el sistema estructural aporticado, un valor de máxima deriva de piso de 0.005094 en dirección “X” y de 0.009582 en dirección “Y”, así mismo el sistema con la participación de muros portantes alcanzó un valor de máxima deriva de piso en dirección “X” de 0.000819 y de 0.008186 en dirección “Y”. De acuerdo a los resultados obtenidos, se concluyó que los desplazamientos laterales en estructuras con un sistema estructural aporticado tienden a ser mayores que los desplazamientos laterales en estructuras de muros portantes.

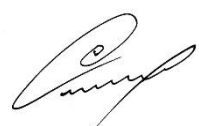
Palabras Clave: Desplazamientos laterales, sistema aporticado, muros portantes.



ABSTRACT

The objective of the research was to compare the lateral displacements in five-story buildings for the framed structural system and load-bearing walls, city of Jaén. For this, a methodology with a quantitative approach of descriptive scope and a non-experimental design was used. The development of the investigation was based on the analysis of two buildings, using a model with the gross sections of reinforced concrete and the seismic-resistant parameters aligned with current regulations, using the ETABS v20.0.0 software, considering a linear elastic analysis with the reduced seismic requests. As a result, regarding the lateral displacements for the framed structural system, a value of maximum floor drift of 0.005094 in the "X" direction and of 0.009582 in the "Y" direction was obtained, likewise the system with the participation of load-bearing walls reached a value of maximum floor drift in the "X" direction of 0.000819 and of 0.008186 in the "Y" direction. According to the results obtained, it was concluded that the lateral displacements in structures with a framed structural system tend to be greater than the lateral displacements in load-bearing wall structures.

Keywords: Lateral displacements, framed system, load-bearing walls.



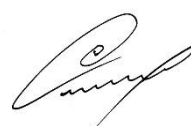
I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación está enfocada a determinar los desplazamientos laterales para los sistemas estructurales más comunes en la construcción de edificios en la ciudad de Jaén, como son el sistema aporticado y muros portantes, aplicando los parámetros de la normativa vigente.

En los últimos años los eventos sísmicos en el país, se han desarrollado con mayor frecuencia, esto implica que el territorio nacional se ubica en una zona de alto peligro sísmico, por lo que las edificaciones deben presentar un diseño adecuado, respetando las condiciones mínimas de diseño que establece la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente, a fin cumplir con su filosofía de diseño, como es, evitar perder vidas humanas, garantizar la continuidad de los servicios esenciales y disminuir los daños en las infraestructuras.

Según la Norma Técnica E.030, los desplazamientos laterales en edificios, influyen significativamente sobre la rigidez, resistencia y ductilidad de los mismos, razón por la cual es considerable evaluar este parámetro al momento de realizar un diseño, puesto que de ello dependerá garantizar el buen comportamiento de una estructura.

La determinación de los desplazamientos laterales, se realizó bajo el análisis de dos edificios, haciendo uso del software ETABS, verificando el cumplimiento de estas estructuras con los lineamientos que establece la normativa vigente.



1.1. Problema

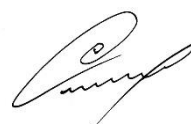
La construcción se ha considerado a nivel internacional una de las actividades económicas con mayor demanda de mano de obra, ejerciendo un efecto multiplicador en la economía, puesto que es uno de los sectores productivos que brinda aporte en gran medida sobre el crecimiento de los países y regiones.

El acelerado crecimiento de la población a nivel nacional acorde con las necesidades existentes en los mismos, ha dado espacio a la construcción informal, lo que ha permitido la construcción de viviendas sin un diseño adecuado dejando pasar por desapercibido los parámetros mínimos de diseño que establece la Norma Técnica E.030, cuya consecuencia más probable es que estas estructuras fallen ante un evento sísmico.

Según la Norma Técnica E.030, la Región Cajamarca está enmarcada en las zonas sísmicas 2 y 3, esto indica que no es ajena a la realidad del país, así mismo es considerada una región turística cuya infraestructura hotelera es fundamental para su desarrollo, siendo indispensable el adecuado diseño de estas estructuras.

Si bien es cierto la Norma Sismorresistente se ha modificado recientemente, la ciudad de Jaén aún sigue siendo vulnerable pues existen casos reales de sismos ocurridos en zonas cercanas, como es el caso del sismo de Lagunas, cuya magnitud fue de 8 Mw con una intensidad de VI-VII en escala de Mercalli, tal como lo indicó el Instituto Geofísico del Perú (IGP), así mismo el último sismo registrado en el Ecuador distrito de Guayas, son motivo de preocupación para la ciudad de Jaén pues somos conscientes de los eventos sísmicos ocurridos en el entorno.

A causa de la informalidad en la construcción, hoy en día se ha visto edificaciones que no cuentan con un diseño estructural adecuado, en efecto esto genera grandes problemas, puesto que dichas estructuras pueden fallar en cualquier momento, dejando como resultado daños económicos considerables y en peor caso pérdida de vidas humanas. Frente a esta



realidad existe la necesidad de conocer. ¿Cuáles son los desplazamientos laterales en edificaciones de cinco niveles para el sistema estructural aporticado y muros portantes, ciudad de Jaén?

1.2. Justificación

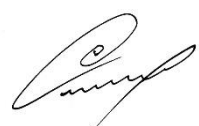
Según la Norma Técnica E.030, la ciudad de Jaén pertenece a la zona sísmica 2, ello implica que el territorio está expuesto a eventos sísmicos, por tal motivo es fundamental evaluar los desplazamientos laterales que causan estas fuerzas. Por otro lado, la norma establece parámetros mínimos de diseño los cuales deben ser aplicados a fin de hacer eficaz la filosofía de la norma vigente.

En el ámbito social, la investigación es planteada a fin de contribuir con el bienestar de la sociedad, buscando mejorar la vulnerabilidad en las edificaciones, minimizando los daños y pérdidas económicas generadas por un sismo, como es el caso del costo de reconstrucción.

El plan urbanístico de la ciudad de Jaén, considera que en el año 2025 la población sería de aproximadamente 126,825 habitantes siendo necesaria la construcción de 14,918 viviendas, ello implica que en los próximos años el desarrollo de la ciudad será de manera vertical, una razón considerable para tener en cuenta el análisis de estos parámetros en edificios de cinco niveles.

1.3. Hipótesis

Los desplazamientos laterales en un sistema estructural aporticado son superiores a los desplazamientos laterales que presenta un sistema de muros portantes.

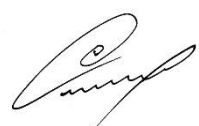


1.4. Antecedentes de la Investigación

1.4.1. Antecedentes Internacionales

Cachago (2022) en su tesis “Análisis de la influencia en el comportamiento estructural de las paredes portantes: steel framing, paneles emmedue y planchas de fibrocemento, en edificaciones de hormigón armado de 10 y 15 pisos ubicados en la ciudad de Quito”, propuso como objetivo analizar el comportamiento estructural en edificaciones con un sistema estructural aporticado considerando sustituir la mampostería tradicional, por paneles de acero, poliestireno y fibrocemento. Para hacer efectivo el estudio tomo como referencia dos edificios de diferente número de pisos, utilizando para el análisis el software ETABS, así como los parámetros de la Norma NEC-SE-DS. Obtuvo como resultados que, los desplazamientos y derivas muestran una reducción de 10% a 13% en acero, 30% a 34% en poliestireno y 24 % a 25 % en fibrocemento. El estudio concluye que la participación de muros portantes rigidiza la estructura, reduciendo el valor del periodo y las derivas de piso. De la investigación se rescata que la influencia de muros limita los desplazamientos en una estructura.

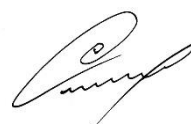
Males y Romero (2022) en su tesis “Comparación de respuestas estructurales de edificios de 10, 14 y 18 pisos, utilizando hormigón convencional y hormigones de alta resistencia en Quito”, propusieron como objetivo comparar la respuesta estructural en edificios de 10, 14 y 18 niveles, para un concreto tradicional y de alta resistencia, con la adición de materiales reciclables e industriales. Su investigación parte de evaluar las muestras de hormigón con las diferentes adiciones, posterior a ello realizaron un análisis estático lineal considerando cumplir con las normas NEC-15. Obtuvieron como resultado que, al reemplazar las propiedades físicas mecánicas de un concreto tradicional por otro de alta resistencia, las derivas de piso disminuyen convirtiendo a la estructura en un elemento



bastante rígido. De la investigación se rescata que la resistencia del concreto influye significativamente en el comportamiento de una estructura.

Albornoz (2020) en su tesis “Estudio de la respuesta sísmica lineal y no lineal de un edificio de la ciudad de México ante el terremoto del 19 de septiembre de 2017”, propuso como objetivo, evaluar la respuesta sísmica de una edificación de 6 pisos construida a base de albañilería confinada. Para hacer efectiva su investigación, en primera instancia recurrió a la recopilación de información respecto al terremoto ocurrido el 17 de septiembre del 2017 en México haciendo uso de fuentes bibliográficas, posterior a ello modeló la estructura en estudio, utilizando el software ETABS, para finalmente realizar una comparación entre los diferentes análisis. Obtuvo como resultados que los esfuerzos mostraron valores sensibles a la reducción de rigidez de los elementos esenciales de la estructura, no obstante, evaluó otros modelos donde encontró una equivalencia total de la rigidez de la estructura cuyos periodos se encontraban debidamente registrados. Del estudio concluyó que los muros de albañilería ubicados en dirección transversal correctamente confinados cumplieron función de puntal en compresión por otro lado los muros no estructurales, ubicados en esa dirección, tendieron a fisurarse. De la investigación se rescata que la correcta distribución de muros en un sistema de albañilería confinada, permiten a la estructura tener un mejor comportamiento estructural.

Calla (2019) en su tesis “Análisis de los efectos de fuertes derivas sísmicas en edificios en las estrategias de diseño y comportamiento estructural”, propuso como objetivo identificar posibles soluciones viables y competentes en estructuras apoticadas mediante un método de diseño basado en desplazamientos (MBD). Su metodología se basa en estudiar una serie de casos como son edificios de 4, 6, y 8 niveles, los cuales comprenden una altura típica de edificios apoticados en Perú, llegando al diseño de las estructuras usando la metodología del diseño basado en fuerzas (DBF) y DBD. Obtuvo como resultado que las estructuras diseñadas en base a la NTP E.030 cumplen con lo estipulado en la mencionada

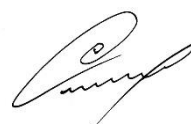


norma, sin embargo, los valores obtenidos aplicando diseños alternativos (DBD) fueron más óptimos, concluyendo que el diseño basado en prestaciones controla de manera más eficiente los daños causados a la estructura. Del trabajo de investigación se rescata que controlar de manera eficiente los desplazamientos reduce los daños en una estructura.

Aguirre y Zúñiga (2019) en su tesis “análisis comparativo de los sistemas constructivos – aporticado y manoportable en la construcción de conjuntos habitacionales”, propusieron como objetivo comparar el comportamiento estructural en estructura aporticadas y manoportables. Su estudio abordó la modelación y diseño estructural de dos bloques de tres niveles, para lo cual hicieron uso del software SAP 2000, respetando la Normas Ecuatorianas de Construcción (NEC) del año 2015 y el Código ACI 318-14. Además, evaluó el tiempo y costo para cada sistema. Obtuvieron como resultado que los desplazamientos laterales en el sistema aporticado son mayores a los desplazamientos alcanzados con un sistema manoportable, por otro lado, el tiempo y costo de construcción es más desfavorable en un sistema aporticado. Concluyen que ambos sistemas cumplen con los lineamientos de la Norma NEC, sin embargo, el sistema manoportable es más eficiente. Del trabajo de investigación se rescata que, en estructuras de pocos niveles, el sistema estructural aporticado, presenta desventajas frente a otros sistemas.

1.4.2. Antecedentes Nacionales

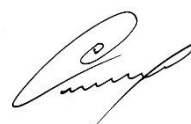
Huaroc (2021) en su tesis “Control de desplazamientos laterales mediante el uso de amortiguadores de masa sintonizada – caso edificio Surquillo en Lima en el 2018”, propuso como objetivo evaluar los desplazamientos laterales de un edificio de 15 pisos y 3 sótanos ubicado en Surquillo – Lima, mediante el uso de Amortiguadores de Masa Sintonizada (AMS). Utilizó un método cuantitativo – inductivo, de tipo aplicada con un nivel explicativo. Obtuvo como resultado que con la incorporación de AMS los desplazamientos reducen en 21.5%, la aceleración en 21.0%, las cortantes en 30.0 % y las fuerzas axiales en placas en



30.0%, por otro lado, los periodos aumentan en un 38.0%. Concluye que la incorporación de AMS permite controlar los desplazamientos mejorando el comportamiento estructural del edificio. De la investigación se rescata que los desplazamientos laterales influyen significativamente en el comportamiento estructural de edificios con altura considerable.

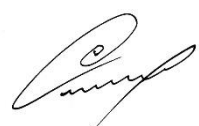
Contreras y Pérez (2021) en su tesis “Estudio comparativo entre el sistema de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada en una edificación de cinco pisos, distrito de Los Olivos”, propusieron como objetivo comparar el comportamiento estructural del sistema de Muros de Ductilidad Limitada (MDL) y albañilería confinada aplicado a un edificio de cinco niveles. El desarrollo de la investigación consistió en el modelamiento y análisis de la estructura, haciendo uso del software ETABS, verificando el cumplimiento de los parámetros mínimos que establece la NTP E.030. Obtuvieron como resultado referente a fuerza cortante, desplazamientos laterales, y derivas que, el modelo compuesto por MDL presentó valores menores a los de albañilería confinada, sin embargo, ambos están dentro del marco normativo, por otro lado, el costo de construcción aplicado al sistema de MDL superó en 24% el costo respecto al sistema de albañilería confinada. Concluyeron que el sistema de MDL presenta un mejor comportamiento estructural respecto del sistema de albañilería confinada. De la investigación, se rescata que, el sistema de albañilería confinada resulta económico frente al sistema de MDL.

Ladera (2019) en su tesis “Análisis y diseño estructural comparativo entre el sistema aporticado y albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en el barrio de San Carlos, distrito Huancayo 2017”, propuso como objetivo evaluar la respuesta estructural de un edificio para los sistemas aporticado y albañilería confinada. El estudio, tomo como base una vivienda multifamiliar de cuatro niveles sobre la cual realizó el análisis y diseño estructural, partiendo de una planta arquitectónica existente. Obtuvo como resultados para el análisis estático, referente a distorsión lateral, que el sistema aporticado alcanza el 92.86%



en dirección “X” y el 98.57% en dirección “Y”, respecto del máximo valor permitido por la norma, por otro lado, el sistema de albañilería confinada alcanza el 36% del máximo valor permitido por la norma, en ambas direcciones. Para el análisis dinámico obtuvo que la distorsión lateral para el sistema aporticado alcanza el 92.86% en dirección “X” y el 90% en dirección “Y”, respecto del máximo permitido, así mismo el sistema de albañilería confinada alcanza el 36% en dirección “X” y el 26% en dirección “Y”, respecto del máximo valor permitido por la NTP. Concluye que las estructuras con un sistema aporticado tienen mayor funcionalidad, son más pesados y tienden a ser más flexibles que las estructuras de albañilería confinada. El aporte al trabajo de investigación es que los desplazamientos laterales en estructuras compuestas por pórticos, son superiores a los desplazamientos laterales en estructuras compuestas por muros de albañilería.

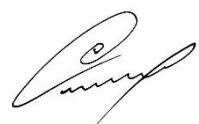
Sánchez y Vásquez (2019) en su tesis “Influencia de los factores de rigidez efectiva en el análisis sismorresistente de un edificio de concreto armado, en la ciudad de Trujillo”, propusieron como objetivo identificar la importancia de la rigidez en el análisis sísmico de un edificio de 8 pisos compuesto por muros estructurales. Su metodología consistió en realizar un análisis tradicional utilizando la NTP E.030 y la NTP E.060 para compararlo con un análisis aplicando el código ACI 318-14 y la NTP E.060. Obtuvieron como resultados que al utilizar el código ACI 38-14 los valores máximos se alcanzan utilizando un coeficiente de 1.56 en periodos, 2.51 en derivas y 2.43 en desplazamientos laterales, por otro lado, respecto a cortantes y momentos obtuvieron valores similares en ambos casos. Concluyeron que los parámetros de las NTP E.030 son conservadores referentes a rigidez lateral. Del trabajo se rescata que la aplicación de la NTP E.030 en un diseño influye significativamente en el comportamiento de las estructuras.



Gómez (2018) en su tesis “Influencia de la rigidez lateral en el análisis y diseño sismorresistente de un edificio de concreto armado de 5 pisos”, propuso como objetivo estimar la rigidez lateral de un edificio de 5 pisos compuesto de concreto armado, Huancayo-2018. Su metodología consistió analizar el edificio, haciendo uso del software ETABS 2016, respetando las exigencias de la Norma Técnica E.030. En primera instancia modeló una estructura compuesta por pórticos sobre la cual obtuvo como resultado que, no cumple con los lineamientos de la normativa referente a distorsiones de piso, en un segundo modelo analizó una estructura con sistema estructural dual tipo II, cuyos resultados alcanzados se encontraron dentro del marco normativo. El estudio concluye que el sistema estructural Dual Tipo II cumple referente a máximas derivas de entrepiso, limitadas por la Norma Técnica E.030. Del trabajo de investigación se rescata que el sistema estructural aporticado muestra desplazamientos elevados mostrándose exigente su estructuración basada en la normativa.

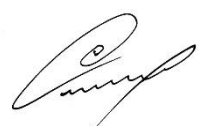
1.4.3. Antecedentes Regionales

Fernández (2022) en su tesis “Evaluación del desempeño sismorresistente del edificio de ingeniería civil mediante el método no lineal estático pushover del edificio de ingeniería civil de la Universidad Nacional Autónoma Chota, 2018”, propuso como objetivo evaluar el comportamiento sísmico del edificio de ingeniería civil de la UNACH. aplicando el método de pushover, para un sismo de servicio, severo y máximo. Su metodología consistió en el análisis de seis módulos los cuales conformaban el edificio, para lo cual utilizó el software ETABS 2018, verificando el cumplimiento con los parámetros que estipula la Norma Técnica E.030. Obtuvo como resultados que los valores máximos referente a desplazamientos y derivas en las dos direcciones de análisis “X” e “Y”, cumplen con la normativa. Concluye que el edificio estudiado cumple con los requisitos mínimos de diseño. Del trabajo de investigación se rescata la importancia de evaluar los desplazamientos laterales respetando la normativa vigente.



Cabrera (2022) en su tesis “Evaluación del comportamiento estructural con disipadores de energía de fluido viscoso del edificio de enfermería de la Universidad Nacional Autónoma de Chota”, propuso como objetivo estudiar el edificio de enfermería de la UNACH, a fin de conocer la respuesta estructural incorporando disipadores de energía, respetando los lineamientos de la Norma Técnica E.030 y la normativa internacional. Su metodología persiguió el propósito de realizar el análisis del edificio de enfermería, sobre el cual planteo la colocación de disipadores Taylor. Obtuvo como resultado que, al realizar un análisis sin la incorporación de disipadores, la estructura colapsaría frente a un sismo máximo, por otro lado, con la incorporación de disipadores cumple con los lineamientos de SEAOC (1995) y la Norma Técnica E.030 2018. Concluye que el uso de disipadores en edificios permite obtener un comportamiento sísmico más óptimo, puesto que reduce los desplazamiento y derivas, aumentando la rigidez de la estructura. Del trabajo de investigación se rescata que uno de los parámetros fundamentales en el análisis sísmico de edificios, es el control de los desplazamientos laterales.

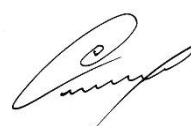
Díaz (2022) en su tesis “Comparación de la respuesta estructural de la I.E. Santa Rafaela María – Chota, considerando tres tipos de refuerzo estructural”, propuso como objetivo evaluar la respuesta estructural de dos módulos de la I.E Santa Rafaela María – Chota, considerando tres tipos de refuerzo estructural. Su metodología consistió en plantear y comparar tres alternativas de refuerzo como son, arriostres laterales, paños de albañilería y aletas de concreto, haciendo uso del software ETABS. Obtuvo como resultado que la estructura actual no cumple con el marco normativo, presentando problemas de rigidez con una deriva por encima de lo permitido, al emplear los reforzamientos obtuvo que la respuesta estructural de los módulos mejora, cumpliendo con los lineamientos de la normativa vigente. Concluye que, la alternativa más eficiente es la aplicación de aletas de concreto, puesto que



es más viable y muestra valores más óptimos. Del trabajo de investigación se rescata que la correcta distribución de refuerzos en una estructura permite optimizar la rigidez lateral.

Román (2019) en su tesis, “Riesgo sísmico del edificio del comedor universitario de la Universidad Nacional de Cajamarca”, propuso como objetivo evaluar el riesgo sísmico del edificio del comedor universitario de la UNC. Su metodología consistió en identificar la amenaza sísmica de dicho edificio, por medio del programa de cómputo R-CRISIS. Obtuvo como resultado que el índice de vulnerabilidad y peligro sísmico del edificio en estudio es alto. Concluyó que el edificio del comedor universitario de la UNC está expuesto a un alto riesgo sísmico. El aporte al trabajo de investigación es que el riesgo sísmico en edificios para la región Cajamarca es elevado.

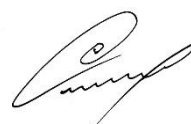
Valdivia (2019) en su tesis “Análisis comparativo del diseño estructural de una edificación de tres niveles de estructura irregular según las normas de sismorresistencia E.030 - 2006 y la E.030 - 2016, en la ciudad de Cajamarca”, propuso como objetivo confrontar las normas de diseño sismorresistente E.030 - 2006 y la E.030 - 2016 a fin de identificar la que garantice mejor comportamiento estructural. Para hacer efectiva su investigación, tomó como base de estudio una edificación de tres niveles de estructura irregular, la cual fue analizada utilizando el software ETABS, respetando los requerimientos de la Norma Técnica E.030 del año 2006 y 2016. Obtuvo como resultados que los periodos y distorsiones de entrepiso son mucho más conservadores al realizar el análisis aplicando la Norma Técnica E.030-2016, respecto al análisis realizado con la Norma Técnica E.030-2006. Concluye que el análisis estructural, utilizando los lineamientos de la Norma Técnica E.030-2016, influye de manera considerable en la resistencia de la estructura. De la investigación se rescata, que el diseño respetando los parámetros sismorresistentes actualizados, permite obtener resultados más eficaces.



1.4.4. Antecedentes Locales

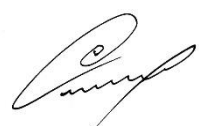
Merino y Meza (2022) en su tesis “Evaluación del comportamiento sismorresistente de un edificio de concreto armado de 04 niveles empleando la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente ubicado en la urbanización Las Flores, Jaén – 2021”, propusieron como objetivo evaluar el comportamiento sísmico de un edificio de 04 pisos, aplicando la Norma Técnica E.030. Su metodología consistió en el análisis de la estructura original con un sistema estructural aporticado, haciendo uso del software SAP 2000, así como el planteamiento de alternativas de solución. Obtuvieron como resultado que el modelo original supera el límite de derivas permitido por normativa, sin embargo, plantearon un modelo con la incorporación de placas (sistema dual), alcanzando valores más óptimos cumpliendo con la normativa vigente. Concluyen que el edificio debe ser reforzado a fin de alinearse a los requerimientos del marco normativo. De la investigación se rescata que la correcta estructuración influye significativamente en el comportamiento estructural de un edificio.

Cruz (2022) en su tesis “Comportamiento estructural de una vivienda de 4 niveles con la combinación del sistema de albañilería confinada y sistema aporticado”, propuso como objetivo, evaluar la respuesta estructural de una edificación de cuatro pisos combinando el sistema de albañilería confinada y aporticado. Su metodología se basó en el análisis de una estructura a partir de los sistemas estructurales de albañilería confinada, aporticado y la combinación de ambos, haciendo uso del software ETABS 2018. Obtuvo como resultado que el sistema de albañilería confinada y combinado muestran adecuado comportamiento estructural cumpliendo con el marco normativo, sin embargo, el sistema aporticado no cumple dichos requerimientos. Concluye que para un edificio de 4 niveles el sistema de albañilería garantiza un mejor comportamiento de la estructura. Del trabajo de investigación se rescata que el sistema de albañilería confinada es una buena alternativa para reducir los desplazamientos laterales en una estructura.



Abad y Guivar (2019), en su tesis, “Comportamiento estructural sismorresistente mediante el análisis estático aplicando la nueva Norma E-030-2018 en la I.E. Sagrado Corazón, Jaén 2019”, propusieron como objetivo evaluar el comportamiento estructural de la I.E. Sagrado Corazón, verificando el cumplimiento con el marco normativo en vigencia. Su metodología consistió en el análisis de la estructura, respetando los parámetros utilizados por los proyectistas, así como los parámetros de la normativa vigente. Obtuvieron como resultado que los elementos de la superestructura cumplen con el marco normativo, sin embargo, las presiones en la cimentación están por encima de las que soporta el suelo por lo que la subestructura no cumple con el marco normativo. Concluyen que al aplicarse la interacción suelo estructura ISE, las derivas tienden a aumentar y las cuantillas a disminuir. Del trabajo de investigación se rescata que la zona oeste de Jaén no cumple con las condiciones para soportar presiones muy elevadas.

Olano (2019) en su tesis, “Desplazamientos Laterales asumiendo componentes no estructurales en los módulos de la I.E. N°16036 Alfonso Arana Vidal - San Miguel de Las Naranjas, Jaén”, propuso como objetivo evaluar los desplazamientos laterales en los módulos de la I.E. N°16036 Alfonso Arana Vidal - San Miguel de las Naranjas, Jaén, asumiendo componentes no estructurales. Su metodología consistió en el análisis de distintos modelos, haciendo uso del software CYPECAD 2018, respetando las exigencias de la Norma Técnica E.030-2019. Obtuvo como resultado que, para todos los casos los módulos analizados, cumplen con los requerimientos del marco normativo, concluyendo que los desplazamientos laterales son mayores en el eje compuesto por pórticos. De la investigación se rescata que los desplazamientos laterales tienden a ser mayores en estructuras aporticadas.



Ramos (2018) en su tesis “Evaluación estructural del bloque A1 de la I.E. Jaén de Bracamoros provincia de Jaén-Cajamarca”, propuso como objetivo evaluar la respuesta estructural del módulo “A1” de la I.E Jaén de Bracamoros aplicando las NTP (E.030, E.060, E.070). Su metodología consistió en el análisis dinámico y estático de la estructura, verificando el cumplimiento con de la normativa vigente. Obtuvo como resultado que para todos los casos de análisis cumple con la normativa peruana sin embargo el refuerzo de acero en los elementos se encuentra sobredimensionado. Concluye que el módulo analizado, presenta adecuado comportamiento estructural. Del trabajo de investigación se rescata que los requerimientos de las NTP permiten obtener resultados optimizados.

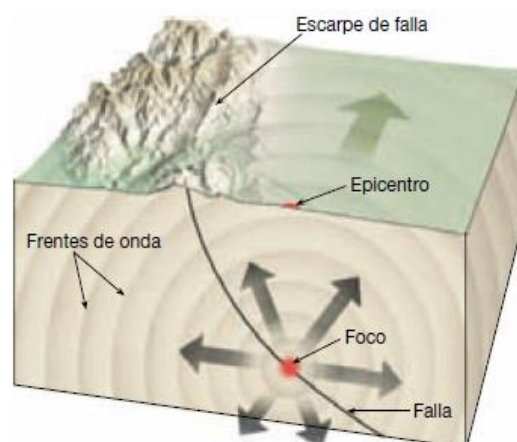
1.5. Base Teórica

1.5.1. Sismo

Vibración de la corteza terrestre producto de la súbita liberación de energía (disparo sísmico) causada por el deslizamiento de la misma a lo largo de una falla, donde la energía liberada es propagada en toda dirección desde su origen (foco o hipocentro), tomando forma de ondas (Tarbuck y Lutgens, 2005, p. 308).

Figura 1

Características de los sismos.



Nota. Tomado de Ciencias de la Tierra (p.308), por Tarbuck y Lutgens, 2005, Pearson Educación.



1.5.1.1. Causas de los Sismos.

El Servicio Geológico Mexicano en su artículo SISMOS: Causas características e impactos (2017), indica que los sismos son producto de diversos factores entre las cuales menciona:

- **Causa Tectónicas:** Es la causa por la que los sismos se dan en mayor cantidad y se producen debido al movimiento brusco de placas tectónicas a lo largo de fallas, son los más fuertes y de mayor tamaño.
- **Causa Volcánicas:** Son de interés principalmente porque señalan erupciones volcánicas inminentes, cuyo origen se debe al ascenso del magma, que llena las cámaras internas del volcán. Aunque rara vez producen terremotos muy grandes o destructivos, no dejan de ser interesantes.
- **Causa por Hundimiento:** El impacto erosivo de las aguas subterráneas en el interior de la corteza crea un vacío que acaba cediendo debido al peso de la capa superior de la corteza, provocando pequeñas y raras vibraciones (sismos).
- **Causa por Deslizamiento:** El deslizamiento de las masas, tiende a provocar sismos que por lo general son de poca magnitud.
- **Causa por Explosiones Atómicas:** Los sismos son producidos a causa de la detonación subterránea de explosivos atómicos, poco frecuentes.

1.5.2. Peligro Sísmico

1.5.2.1. Zonificación

Según la Norma Técnica E.030 (2018) el territorio nacional se encuentra dividido en cuatro zonas, a cada zona se asigna un factor Z el cual es interpretado como la aceleración horizontal máxima en suelo rígido con un 10 % de probabilidad de ser superada en un periodo de 50 años, así mismo menciona que el factor Z se expresa como un porcentaje de la aceleración de la gravedad (pp.4-5).

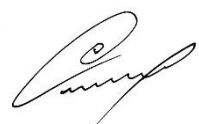


Tabla 1

Factores de zona.

| FACTORES DE ZONA “Z” | |
|-----------------------------|----------|
| ZONA | Z |
| 4 | 0.45 |
| 3 | 0.35 |
| 2 | 0.25 |
| 1 | 0.10 |

Fuente: Norma Técnica E.030 (2018, p.5).

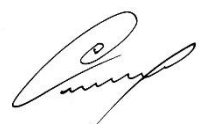
1.5.2.2. Microzonificación Sísmica y Estudios de Sitio

1.5.2.2.1. Microzonificación Sísmica

La Norma Técnica E.030 (2018) menciona que la microzonificación hace referencia a la realización de estudios multidisciplinarios que investigan el efecto producido por los sismos, así como fenómenos asociados tales como licuefacción de suelos, tsunamis, deslizamientos, entre otros, ocurridos sobre la zona de interés, así mismo, indica que los estudios permiten rescatar información de los posibles cambios respecto a las acciones sísmicas producidas por las condiciones locales así como otros fenómenos naturales, tales como las limitaciones y exigencias consideradas para el diseño y construcción de edificaciones y otras obras (p.5).

1.5.2.2.2. Estudios de Sitio

Estos estudios muestran determinada similitud a los de microzonificación en parte de su territorio, por otro lado, se limitan al emplazamiento del proyecto y proporcionan información sobre la posibilidad de modificación con respecto a las acciones sísmicas, así como otros fenómenos naturales, con el objetivo principal de determinar los parámetros de diseño (Norma Técnica E.030, 2018, p.5).



1.5.2.3. Condiciones Geotécnicas

1.5.2.3.1. Perfiles de Suelo

De acuerdo con Fernández y Corbella (2017) la formación y la evolución del suelo bajo la influencia de factores externos ha dado lugar a la formación de capas o estratos sucesivos de textura, estructura, color y otras características, conocidos como horizontes (capas horizontales). El perfil del suelo está formado por la exposición vertical del conjunto de horizontes (p.1).

La Norma Técnica E.030 (2018), clasifica los perfiles de suelo en cinco tipos:

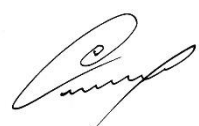
- **Perfil tipo S0:** Roca Dura
- **Perfil Tipo S1:** Roca o Suelos Muy Rígidos
- **Perfil Tipo S2:** Suelos Intermedios
- **Perfil Tipo S3:** Suelos Blandos
- **Perfil Tipo S4:** Condiciones Excepcionales

Tabla 2

Perfiles de suelo

| CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO | | | |
|--|--------------------------------|----------------|------------------|
| Perfil | \bar{V}_s | \bar{N}_{60} | \bar{S}_u |
| 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 | | |

Fuente: Norma Técnica E.030 (2018, p.5).



1.5.2.4. Parámetros de Sitio

Según la Norma Técnica E.030 (2018) para los parámetros de sitio se debe tener en cuenta el tipo de perfil que describa de la mejor manera las condiciones locales, utilizando el adecuado valor con respecto al factor de amplificación del suelo S y de los períodos TP y TL (p.6).

Tabla 3

Factores de suelo

| FACTOR DE SUELO | | | | |
|-----------------|------|------|------|------|
| 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 |

Fuente: Norma Técnica E.030 (2018, p.6).

Tabla 4

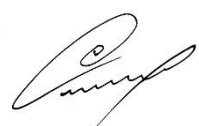
Periodos TP y TL

| PERIODOS "TP y TL" | | | | |
|--------------------|-------------------|------|------|-----|
| | Perfiles de suelo | | | |
| | S0 | S1 | S2 | S3 |
| TP (s) | 0.30 | 0.40 | 0.60 | 1.0 |
| TL (s) | 3.0 | 2.5 | 2.0 | 1.6 |

Fuente: Norma Técnica E.030 (2018, p.6).

1.5.2.5. Factor de Amplificación Sísmica

La Norma Técnica E.030 (2018) indica que este coeficiente es interpretado como el factor de amplificación de la aceleración estructural respecto de la aceleración en el suelo.



En base a las características de sitio, define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

$$T < T_P \quad C = 2,5$$

$$T_P < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot (T_P/T)$$

$$T > T_L \quad C = 2,5 \cdot (T_P \cdot T_L/T^2)$$

Donde: "T" es el periodo fundamental de vibración

1.5.3. Sistemas Estructurales

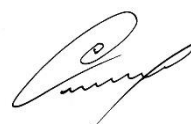
Existen diferentes tipos de sistemas estructurales los cuales se diferencian por el comportamiento de sus elementos ante la presencia de solicitaciones. La Norma Técnica E.030 (2018) clasifica estos sistemas en concreto armado, acero, albañilería, madera y tierra, donde el tipo de sistema a utilizar dependerá de la categoría de la edificación y del lugar donde se proyecte edificar (pp.6-7).

1.5.3.1. Sistema Estructural Aporticado

Este sistema está compuesto principalmente por elementos estructurales como son losas, vigas, columnas y cimentación. La parte principal de la superestructura está formada por vigas y columnas, elementos conectados a través de nodos rígidos, formando de esta manera los pórticos, los cuales se encargan de resistir las cargas de la losa y transmitir las hacia la cimentación. La Norma Técnica E.030 (2018) indica que en este sistema estructural la fuerza cortante, actúa sobre las columnas de los pórticos en un 80% como mínimo (p.6).

1.5.3.2. Sistema Estructural de Albañilería Confinada

Sistema compuesto por muros de albañilería, debidamente confinados por elementos de concreto reforzado, como son las columnas de confinamiento y las vigas soleras. En este sistema, al muro confinado se le conoce como muro portante, pues cumple función estructural, como la de soportar el peso de la estructura, y las fuerzas laterales causadas por los sismos (Norma Técnica E.070, 2006).



1.5.4. Análisis Estructural

1.5.4.1. Análisis Sísmico

1.5.4.1.1. Análisis Estático o de Fuerzas Equivalentes

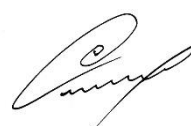
Este método permite representar las sollicitaciones sísmicas a través de un conjunto de fuerzas actuando en el centro de masas de manera independiente para cada nivel de la edificación, pueden analizarse aplicando este procedimiento, todas las estructuras tanto regulares como irregulares ubicadas en la zona sísmica 1. En otras Zonas Sísmicas se emplea este procediendo para el análisis de estructuras regulares, siempre que estas no excedan los 30 m de altura y para estructuras de muros portantes de concreto armado y albañilería armada o confinada que no superen los 15 m de altura, aun presentando irregularidad. (Norma Técnica E.030, 2018, p.9).

1.5.4.1.2. Análisis Dinámico Modal Espectral

Este procedimiento de análisis incluye las propiedades dinámicas de la estructura, como son los modos de vibración y la participación de los mismos en la respuesta, ello a fin de brindar un alcance más real del comportamiento de una estructura ante acciones sísmicas. La Norma Técnica E.030 (2018) indica que los resultados obtenidos de este procedimiento de análisis pueden utilizarse para el diseño de cualquier estructura (p.10).

1.5.4.1.3. Análisis Dinámico Tiempo – Historia

Según la Norma Técnica E.030 (2018) el análisis dinámico tiempo - historia debe emplearse un medio suplementario, señalando que este procedimiento de análisis permite utilizar un modelo matemático de la estructura considerando de manera directa el comportamiento histerético de cada elemento, lo que permite determinar la respuesta frente a un conjunto de aceleraciones del terreno a través de la integración directa de las ecuaciones de equilibrio (p.11).



1.5.5. Requisitos de Rigidez Resistencia y Ductilidad

1.5.5.1. Determinación de Desplazamientos Laterales

La Norma Técnica E.030 (2018), indica que los desplazamientos laterales en estructuras regulares deberán ser calculados multiplicando por 0.75 R los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las cargas sísmicas reducidas, así mismo, en estructuras irregulares los desplazamientos laterales deben calcularse multiplicando por 0.85 R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico (p.11).

1.5.5.2. Determinación de Desplazamientos Laterales Relativos

La Norma Técnica E.030 (2018) menciona que para la determinación de los desplazamientos laterales relativos se debe considerar que el máximo desplazamiento relativo de entrepiso, no exceda la fracción de la altura de entrepiso (distorsión)” (p.11).

Tabla 5

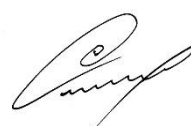
Distorsiones de entrepiso

| LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DE ENTREPISO | |
|---|---------------------|
| Material predominante | (Δ_i/h_{ei}) |
| Concreto Armado | 0.007 |
| Acero | 0.010 |
| Albañilería | 0.005 |
| Madera | 0.010 |
| Edificios de Concreto armado con muros de ductilidad limitada | 0.005 |

Fuente: Norma Técnica E.030 (2018, p.11).

1.5.6. Ensayo de Esclerometría

Ensayo mediante el cual, se evalúa estructuras de concreto, con el fin de identificar áreas de baja calidad o de concreto deteriorado, así mismo, permite estimar la resistencia del concreto por medio del índice de rebote. (NTG 41017 h11, 2013, p.6).



1.5.7. Esclerómetro

El esclerómetro o martillo schmidt es un equipo de acero utilizado en la evaluación de estructuras de concreto, está compuesto por un resorte, el cual al ser liberado permite el desplazamiento de un émbolo de acero que golpea la superficie en contacto. Su aplicación muestra como resultado final un valor adimensional comúnmente denominado con la letra “R” o “Q, conocido como índice de rebote (NTG 41017 h11, 2013, p 6).

Figura 2

Esclerómetro ZHEJIANG



Nota. La imagen representa un equipo análogo, el mismo que fue utilizado para realizar el ensayo de esclerometría. Elaboración propia.

1.5.8. Software ETABS

Software innovador utilizado para analizar y dimensionar edificios, cubriendo una serie de pasos desde el modelado hasta los diseños y detalles. Si bien la creación de modelos no es sencilla, los comandos que utiliza ETABS son automáticos, lo que permite la rápida generación de plantas y alzados estructurales. El software ofrece diferentes versiones, de las cuales las últimas presentan una plataforma más compleja, con opciones de dimensionamiento perfeccionadas que engloban una considerable serie de materiales, que ayudan en la interpretación de resultados (IGENMAI, 2023).

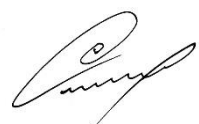
II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General.

Comparar los desplazamientos laterales en edificaciones de cinco niveles para el sistema estructural aporticado y muros portantes, ciudad de Jaén.

2.2. Objetivos Específicos.

- Identificar los parámetros sismorresistentes de la norma vigente.
- Estimar la resistencia a la compresión del concreto de los elementos estructurales (vigas y columnas), mediante el ensayo de esclerometría.
- Registrar los desplazamientos laterales de un sistema estructural aporticado y muros portantes con los parámetros de la norma vigente.



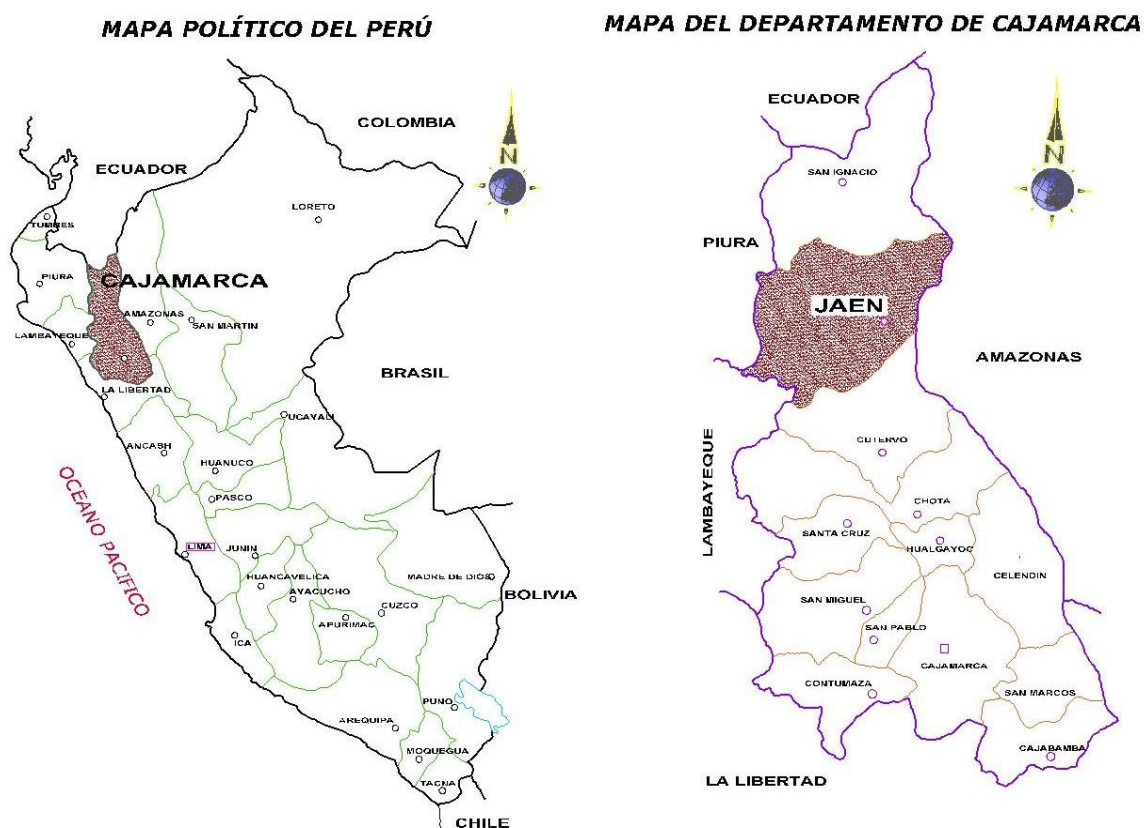
III. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del Proyecto

La investigación se desarrolló en base a dos edificios de cinco niveles ubicados en el sector Monterrico y en el sector Montegrande, distrito y provincia de Jaén, departamento de Cajamarca.

Figura 3

Ubicación geográfica

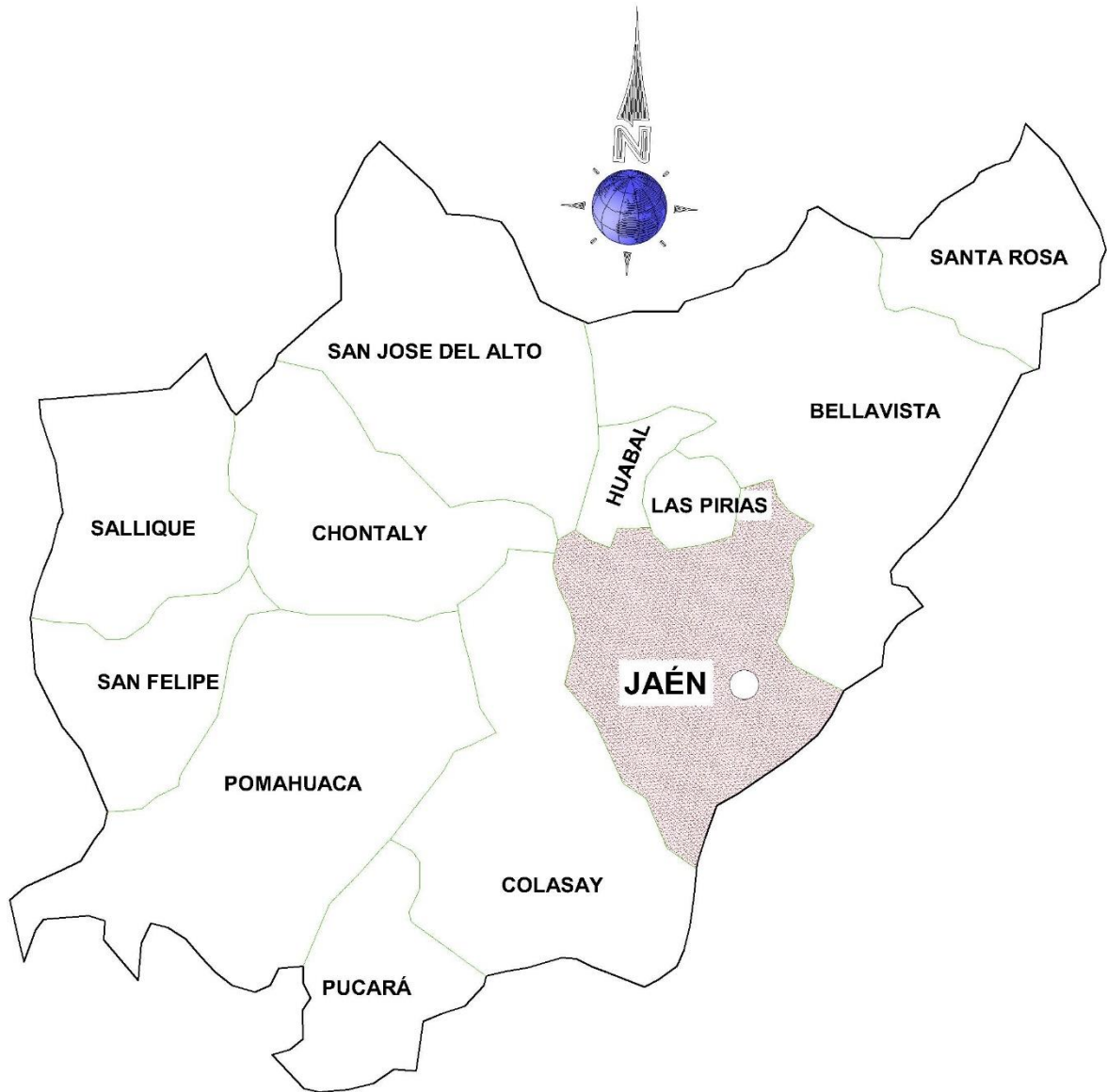


Nota. La imagen muestra la ubicación del proyecto mediante el mapa nacional y regional. Elaboración propia.

Figura 4

Localización del proyecto

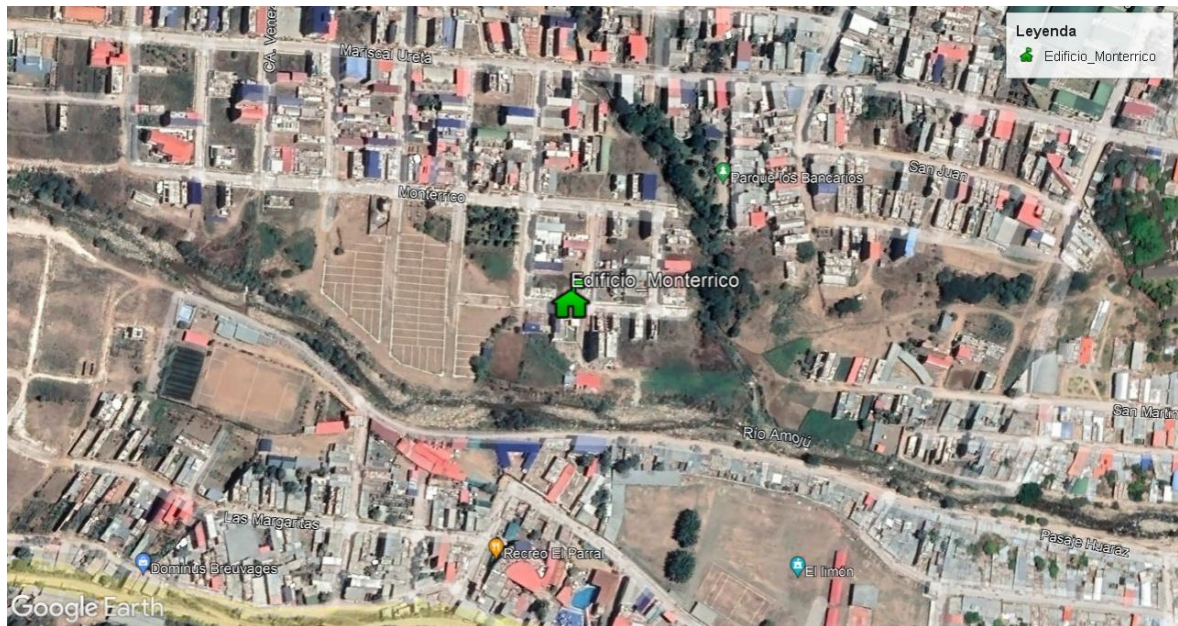
MAPA DE LA PROVINCIA DE JAÉN



Nota. La imagen muestra la provincia donde se desarrolló el proyecto. Elaboración propia.

Figura 5

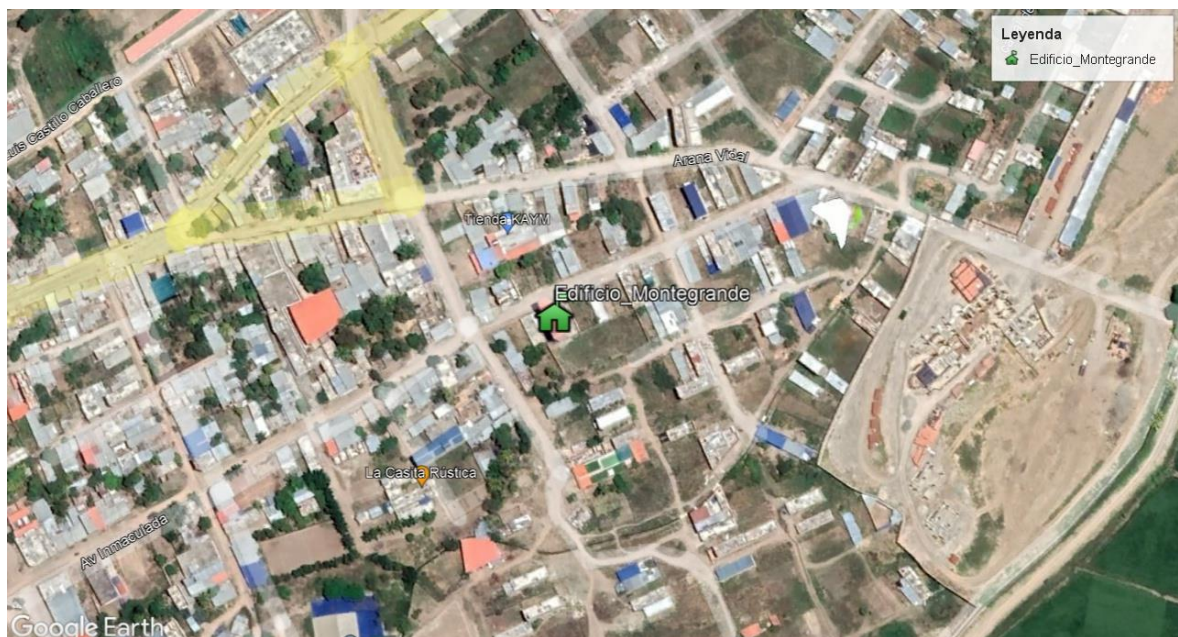
Ubicación del proyecto – Sector Monterrico



Nota. La imagen muestra la ubicación del proyecto en el sector Monterrico - provincia de Jaén. Elaboración propia.

Figura 6

Ubicación del proyecto – Sector Montegrande



Nota. La imagen muestra la ubicación del proyecto en el sector Montegrande - provincia de Jaén. Elaboración propia.

3.2. Población, Muestra y Muestreo.

3.2.1. Población.

Edificios de cinco niveles en los sectores Monterrico y Montegrande.

3.2.2. Muestra.

Vivienda de cinco niveles ubicada en el sector Monterrico, vivienda de cinco niveles ubicada en el sector Montegrande.

3.2.3. Muestreo.

La selección de la muestra se realizó por conveniencia de estudio, por lo tanto, el tipo de muestreo es no probabilístico.

3.3. Línea de Investigación

LI_IC_01 Estructuras.

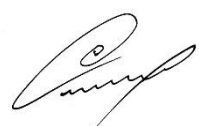
3.4. Variables de Estudio.

3.4.1. Variables Independientes.

- Sistema aporticado
- Sistema de muros portantes

3.4.2. Variable Dependiente.

- Desplazamientos laterales



3.4.3. Operacionalización de Variables

Tabla 6

Operacionalización de variables

| Variab | Dimensión | Indicadores | Unidad | Técnica de recolección de información | Instrumentos de recolección de información | |
|-----------------------|-----------------------------|--------------------|----------------------------|--|---|---|
| Independientes | Sistema aporticado. | Norma E.060 | Desplazamientos laterales | mm | Observación Documental (gabinete) | Fichas de observación Hojas de cálculo |
| | | Norma E.020 | | | | |
| | | Norma E.030 | | | | |
| Independientes | Sistema de muros portantes. | Norma E.060 | Desplazamientos laterales | mm | Observación Documental (gabinete) | Fichas de observación Hojas de cálculo |
| | | Norma E.020 | | | | |
| | | Norma E.030 | | | | |
| Dependiente | Desplazamientos laterales | Norma E.070 | Distorsiones de Entrepisos | mm | Modelado con ETABS v20.0.0 | Fichas de observación. |
| | | Norma E.030 | | | | |

Fuente: Elaboración Propia.




3.5. Tipo de Investigación

Básica, la investigación tuvo el propósito de evaluar los desplazamientos que presenta una edificación frente a un evento sísmico, partiendo de la recopilación de información existente, logrando alcanzar un resultado técnico.

3.6. Enfoque de la investigación

Cuantitativo, la investigación permitió probar la hipótesis mediante la recolección de datos y análisis numéricos.

3.7. Nivel de investigación

Descriptivo, se utilizó métodos específicos de recolección de datos, permitiendo que la investigación se desarrolle en el entorno natural, sin alterar el objeto de estudio.

3.8. Diseño de investigación

No experimental, se alcanzó los resultados sin alterar las condiciones iniciales de las variables de estudio.

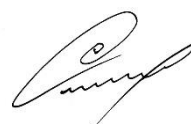
3.9. Métodos y Técnicas

3.9.1. Métodos

- **Inductivo:** Se utilizó el método inductivo puesto que se obtuvo conclusiones generales a partir de premisas particulares.
- **Comparativo:** Método que permitió comprobar la hipótesis por medio del análisis comparativo de las variables de estudio.

3.9.2. Técnicas

- **Observación:** Técnica que permitió desarrollar una minuciosa selección y registro de datos tanto en campo como en gabinete.
- **Análisis:** Técnica que permitió examinar los datos registrados sobre cada variable de estudio, logrando alcanzar una correcta interpretación de los resultados.



3.10. Instrumentos de Recolección de Datos

- Esclerómetro de hormigón, o martillo de Schmidt
- Software AutoCAD
- Software ETABS 2020
- Excel
- Normas Técnicas de Edificaciones

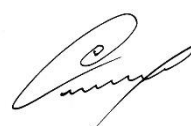
3.11. Desarrollo de la Investigación

3.11.1. Descripción del Proyecto

La investigación persigue el propósito de evaluar el comportamiento de los desplazamientos laterales en edificios de cinco niveles para el sistema estructural aporticado y muros portantes, en la ciudad de Jaén, para lo cual se tomó como base de estudio dos edificios de área común, como es 120 m² (6m X 20m), el primero cuenta con un sistema estructural aporticado ubicado en el sector Monterrico, el segundo cuenta con un sistema de albañilería confinada ubicado en el sector Montegrande. Para ambos casos la arquitectura fue realizada partiendo del levantamiento de datos en campo, así mismo, la resistencia del concreto se obtuvo del ensayo de esclerometría. El análisis se realizó en el software ETABS V20.0.0, bajo los requerimientos del marco normativo vigente.

3.11.2. Características del Edificio (Sistema Estructural Aporticado)

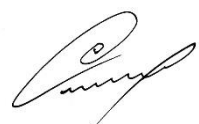
- Sistema estructural: Aporticado
- Número de pisos: 5
- Área del terreno: 120 m² (6m X 20m)
- Altura del edificio: 15.30 m
- Altura de primer piso: 3.30 m
- Altura de piso típico: 3.00 m
- Geometría en planta: Regular



- Geometría en altura: Regular
- Uso: Vivienda multifamiliar (departamentos)
- Sección de columnas: (30cm X 40cm) y (30cm X 45cm)
- Sección de vigas: (30cm X 30cm), (25cm X 30cm) y (20cm X 30cm)
- Sistema de techos: Losa aligerada (e = 30 cm)
- Sistema de Escaleras: Losa maciza (e = 15 cm)
- Sistema de muros: Tabiquería no aislada.

3.11.3. Características del Edificio (Muros Portantes)

- Sistema estructural: Albañilería confinada
- Número de pisos: 5
- Área del terreno: 120 m² (6m X 20m)
- Altura del edificio: 14.90 m
- Altura de primer piso: 3.70 m
- Altura de piso típico: 2.80 m
- Geometría en planta: Regular
- Geometría en altura: Regular
- Uso: Vivienda multifamiliar (departamentos)
- Sección de los elementos de confinamiento vertical (columnas): (40cm X 40cm) y de sección variable (tipo L)
- Sección de los elementos de confinamiento horizontal (vigas): (50cm X 50cm), (25cm X 20cm) y (20cm X 20cm)
- Sistema de techos: Losa aligerada (e = 20 cm)
- Sistema de Escaleras: Losa maciza (e = 15 cm)
- Sistema de muros: Muro portante (e = 13 cm), compuesto por unidades de albañilería.

3.11.4. Ensayos Realizados

3.11.4.1. Estimación de la Resistencia a la Compresión del Concreto

Para conocer la resistencia a la compresión del concreto, se realizó una evaluación de los elementos estructurales existentes, utilizando el martillo de rebote (esclerómetro).

3.11.4.1.1. Elementos Ensayados

Los elementos ensayados para la estimación de la resistencia del concreto fueron:

- Columnas
- Vigas

Se tomó para el ensayo dos elementos por nivel, tanto para vigas como para columnas realizando un total de 10 ensayos por elemento.

3.11.4.1.2. Procedimiento del Ensayo

El ensayo se llevó a cabo bajo los siguientes pasos:

- Limpieza del área a ensayar, eliminando todo tipo de impureza existente.
- Se trazó una cuadrícula sobre el área de ensayo, en espacios de 5 cm, señalando la parte central de cada recuadro con un punto.
- Se colocó el émbolo, en dirección perpendicular a la superficie de ensayo, ejerciendo presión a velocidad moderada hasta que el martillo golpee.
- Se presionó el botón de fijación de lectura, para tomar nota del valor Q que muestra el equipo.
- Se realizó el mismo proceso para todos los puntos marcados, descartando las lecturas diferidas en más de 6 unidades de la media respecto a las 12 lecturas tomadas, determinando el promedio de las lecturas restantes.
- La resistencia del concreto se estimó relacionando el número de rebote y ángulo de impacto, ver figura 7.

Figura 7

Correlación de valores para la determinación de $f'c$

| IMPACT ANGLE α | | | | | |
|-----------------------|--------------------|--------------------|------------------|--------------------|--------------------|
| R | $\alpha -90^\circ$ | $\alpha -45^\circ$ | $\alpha 0^\circ$ | $\alpha +45^\circ$ | $\alpha +90^\circ$ |
| 20 | 125 | 115 | | | |
| 21 | 135 | 125 | | | |
| 22 | 145 | 135 | 110 | | |
| 23 | 160 | 145 | 120 | | |
| 24 | 170 | 160 | 130 | | |
| 25 | 180 | 170 | 140 | 100 | |
| 26 | 198 | 185 | 158 | 115 | |
| 27 | 210 | 200 | 165 | 130 | 105 |
| 28 | 220 | 210 | 180 | 140 | 120 |
| 29 | 238 | 220 | 190 | 150 | 138 |
| 30 | 250 | 238 | 210 | 170 | 145 |
| 31 | 260 | 250 | 220 | 180 | 160 |
| 32 | 280 | 265 | 238 | 190 | 170 |
| 33 | 290 | 280 | 250 | 210 | 190 |
| 34 | 310 | 290 | 260 | 220 | 200 |
| 35 | 320 | 310 | 280 | 238 | 218 |
| 36 | 340 | 320 | 290 | 250 | 230 |
| 37 | 350 | 340 | 310 | 265 | 245 |
| 38 | 370 | 350 | 320 | 280 | 260 |
| 39 | 380 | 370 | 340 | 300 | 280 |
| 40 | 400 | 380 | 350 | 310 | 295 |
| 41 | 410 | 400 | 370 | 330 | 310 |
| 42 | 425 | 415 | 380 | 345 | 325 |
| 43 | 440 | 430 | 400 | 360 | 340 |
| 44 | 460 | 450 | 420 | 380 | 360 |
| 45 | 470 | 460 | 430 | 395 | 375 |
| 46 | 490 | 480 | 450 | 410 | 390 |
| 47 | 500 | 495 | 465 | 430 | 410 |
| 48 | 520 | 510 | 480 | 445 | 430 |
| 49 | 540 | 525 | 500 | 460 | 445 |
| 50 | 550 | 540 | 515 | 480 | 460 |
| 51 | 570 | 560 | 530 | 500 | 480 |
| 52 | 580 | 570 | 550 | 515 | 500 |
| 53 | 600 | 590 | 565 | 530 | 520 |
| 54 | > 600 | > 600 | 580 | 550 | 530 |
| 55 | > 600 | > 600 | 600 | 570 | 550 |

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

Nota. La imagen, muestra la correlación entre en número de rebote, ángulo de impacto y resistencia del concreto. Tomado de PCE Instruments, 2022.

3.11.5. Parámetros Sismorresistentes

3.11.5.1. Factor de Zona (Z)

De acuerdo con la Norma Técnica E.030 (2018), los edificios en estudio, pertenecen a la zona sísmica 2, correspondiente al distrito y provincia de Jaén, departamento de Cajamarca ($Z=2$).

3.11.5.2. Factor de Uso (U)

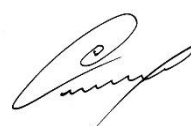
Las estructuras evaluadas en la presente investigación son edificaciones destinadas al uso de viviendas multifamiliares por lo que en corroboración con la Norma Técnica E.030 (2018), Se consideró a las mismas dentro de la categoría (C), edificaciones comunes, cuyo factor de uso es ($U=1.00$).

3.11.5.3. Factor de Suelo (S)

De acuerdo con los estudios, realizados por el equipo técnico de INDECI (2005), determina para la ciudad de Jaén tres tipos de suelo, subdividiendo su ubicación en tres sectores, ubicándose la zona de estudio en el sector II, cuya capacidad portante oscila entre 0.70 y 1.20 kg/cm². En base a ello se consideró un perfil de suelo de tipo S2, al cual según la Norma Técnica E.030 (2018), para $Z = 2$ le corresponde un factor de suelo ($S=1.20$).

3.11.6. Elaboración de Planos

Los planos fueron realizados en base al levantamiento de medidas en campo, ello a fin de obtener resultados más exactos puesto que las estructuras mostraban cambios respecto a la estructuración inicial que indicaban los planos originales.



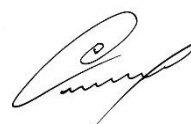
3.12. Análisis de la Estructura (Sistema Aporticado)

Tabla 7

Especificaciones técnicas para el análisis (sistema aporticado)

| EDIFICIO DE CINCO NIVELES EN CONCRETO ARMADO | | | |
|--|--|---|---------------------------------|
| USO: DEPARTAMENTOS | | | |
| ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS DEL PROYECTO (NTE E.030) | | | |
| PARÁMETROS DE DISEÑO SISMORESISTENTE DE LA SUPER - ESTRUCTURA | | | |
| Concreto Armado | f'c: 210 kg/cm ² | Peso específico: 2400 kg/m ³ | |
| Acero de Refuerzo | f _y : 4200 kg/cm ² | peso específico 7800 kg/m ³ | |
| Sistema Estructural "X": | Concreto Armado, Pórticos | | |
| Sistema Estructural "Y": | Concreto Armado, Pórticos | | |
| Categoría del Edificio: | Edificaciones Comunes "C" - U: 1 | | |
| Zona Sísmica del Proyecto: | 2 | - | Z: 0.25g |
| PARÁMETROS DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA SUB - ESTRUCTURA | | | |
| Parámetros del Suelo | Suelo Intermedio "S2" | | |
| DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO | | | |
| Columnas Rectangulares | Dimensiones: | 0.30m X 0.40m | |
| Columnas Rectangulares | Dimensiones: | 0.30m X 0.45m | |
| Vigas Estructurales en "X" | Dimensiones | 0.25m X 0.30m | |
| Vigas Estructurales en "Y" | Dimensiones | 0.30m X 0.30m | |
| Vigas de Borde | Dimensiones | 0.20m X 0.30m | |
| Losa Aligerada en 1D-X | Altura | 0.30m | |
| Losa Maciza en 2D | Atura | 0.30m | |
| Escaleras | Espesor | 0.15m | |
| SOBRECARGAS TEMPORALES DE DISEÑO / CARGAS VIVAS / USO | | | |
| CV: | Entrepisos: | 200 kg/m ² | - Techo: 100 kg/m ² |
| CV: | Escaleras: | 200 kg/m ² | |
| SOBRECARGAS PERMANENTES / CARGAS MUERTAS / LOSAS | | | |
| CM: | Entrepisos: | 370 kg/m ² | - Techo: 100 kg/m ² |
| CM: | Escaleras: | 100 kg/m ² | |
| SOBRECARGAS PERMANENTES / CARGAS MUERTAS / VIGAS | | | |
| CM: | Muro perimetral | 570 kg/m ² | - Alfeizar 250kg/m ² |

Nota. Los valores mostrados en la tabla, son resultado de la recolección de datos en campo, ensayos realizados y parámetros que establece la NTE E.030. Fuente: Elaboración propia.

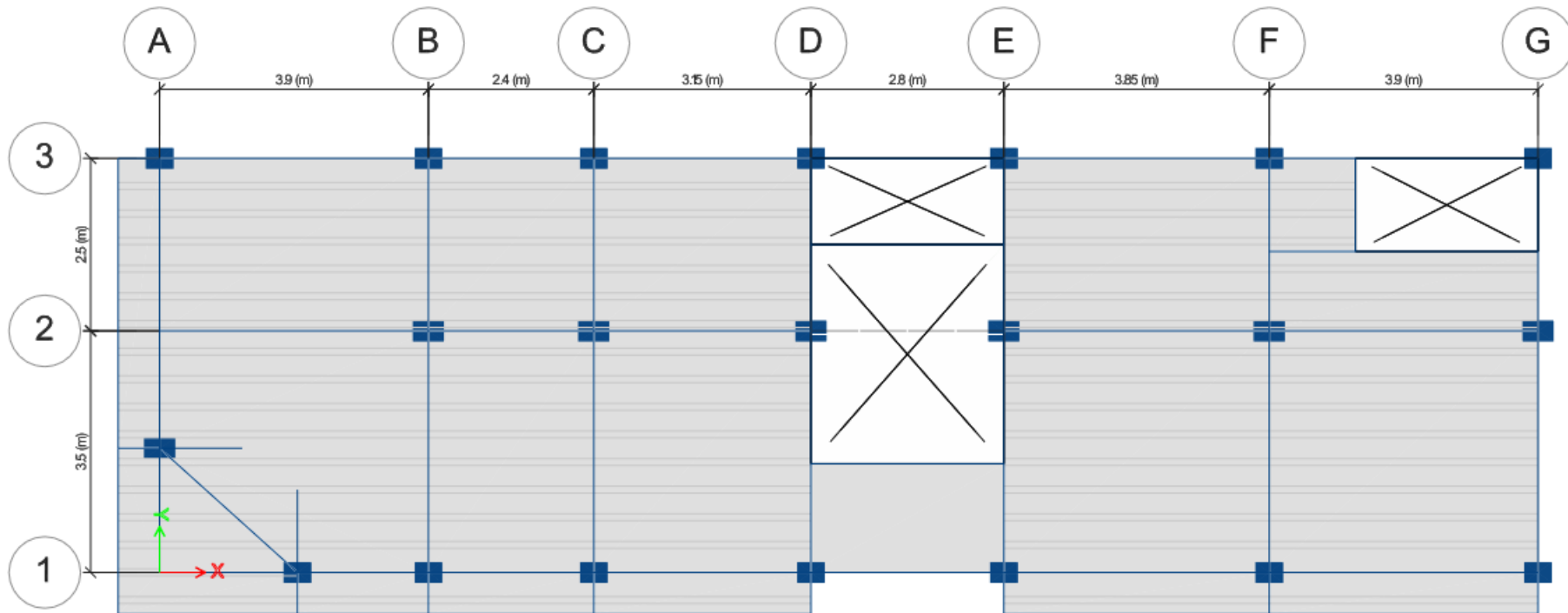


3.12.1. Modelamiento

El modelamiento de la estructura se realizó en el software ETABS V 20.0.0. Considerando la configuración generada a partir del levantamiento de datos en campo.

Figura 8

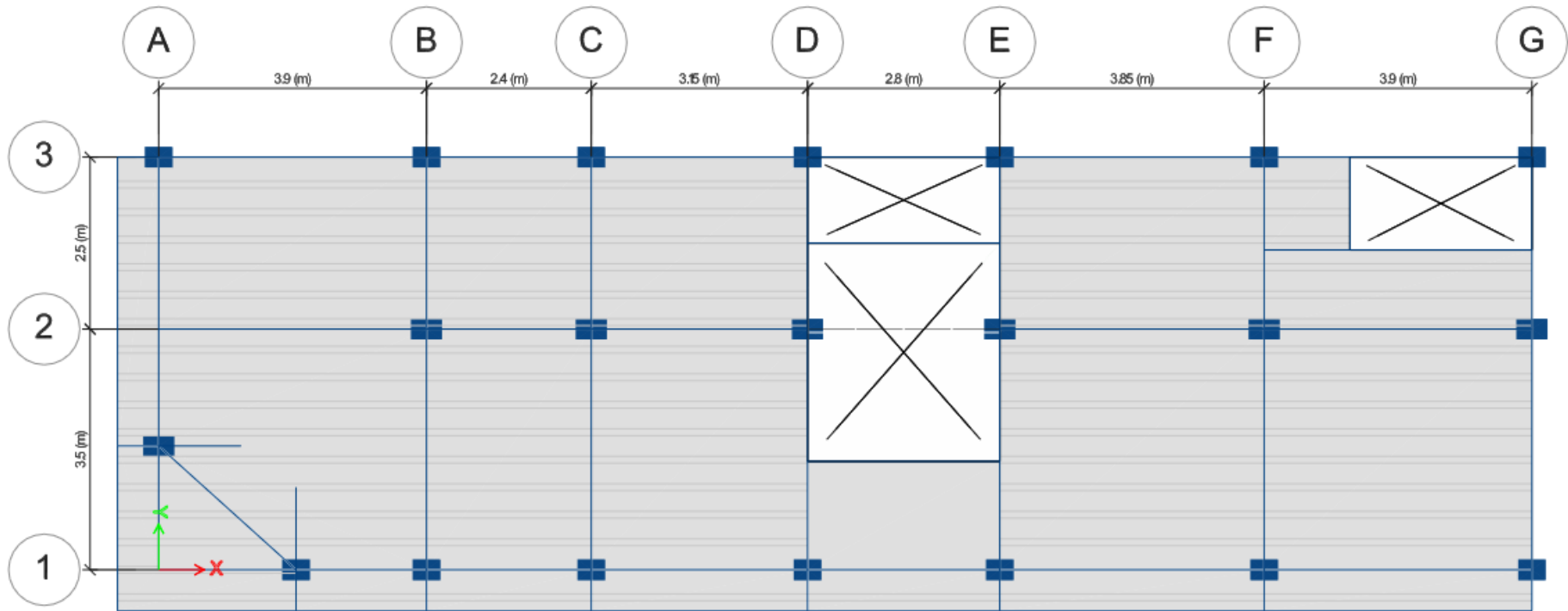
Modelamiento - Entrepiso del 1er y 2do nivel (sistema aporcionado)



Nota. La imagen muestra la configuración en planta del 1er y 2do nivel. Elaboración propia utilizando el software ETABS.

Figura 9

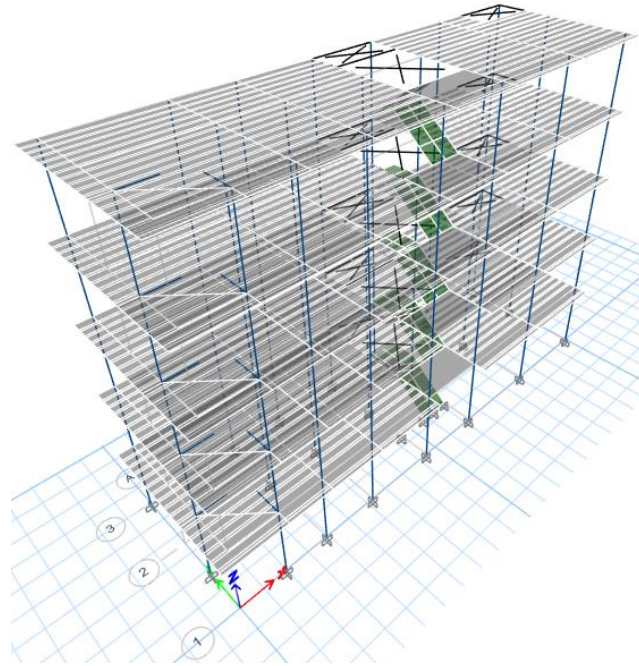
Modelamiento - Entepiso del 3er, 4to y 5to nivel (sistema aporticado)



Nota. La imagen muestra la configuración en planta del 3er, 4to y 5to nivel. Elaboración propia utilizando el software ETABS.

Figura 10

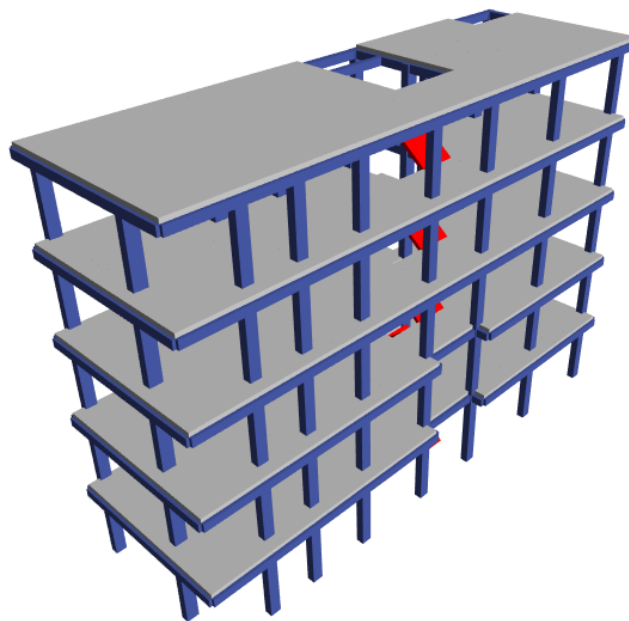
Vista tridimensional del modelo concluido (sistema aporricado)



Fuente: Elaboración propia utilizando el software ETABS.

Figura 11

Vista tridimensional renderizada (sistema aporricado)



Fuente: Elaboración propia utilizando el software ETABS.

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized letters and lines.

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized letters and lines.

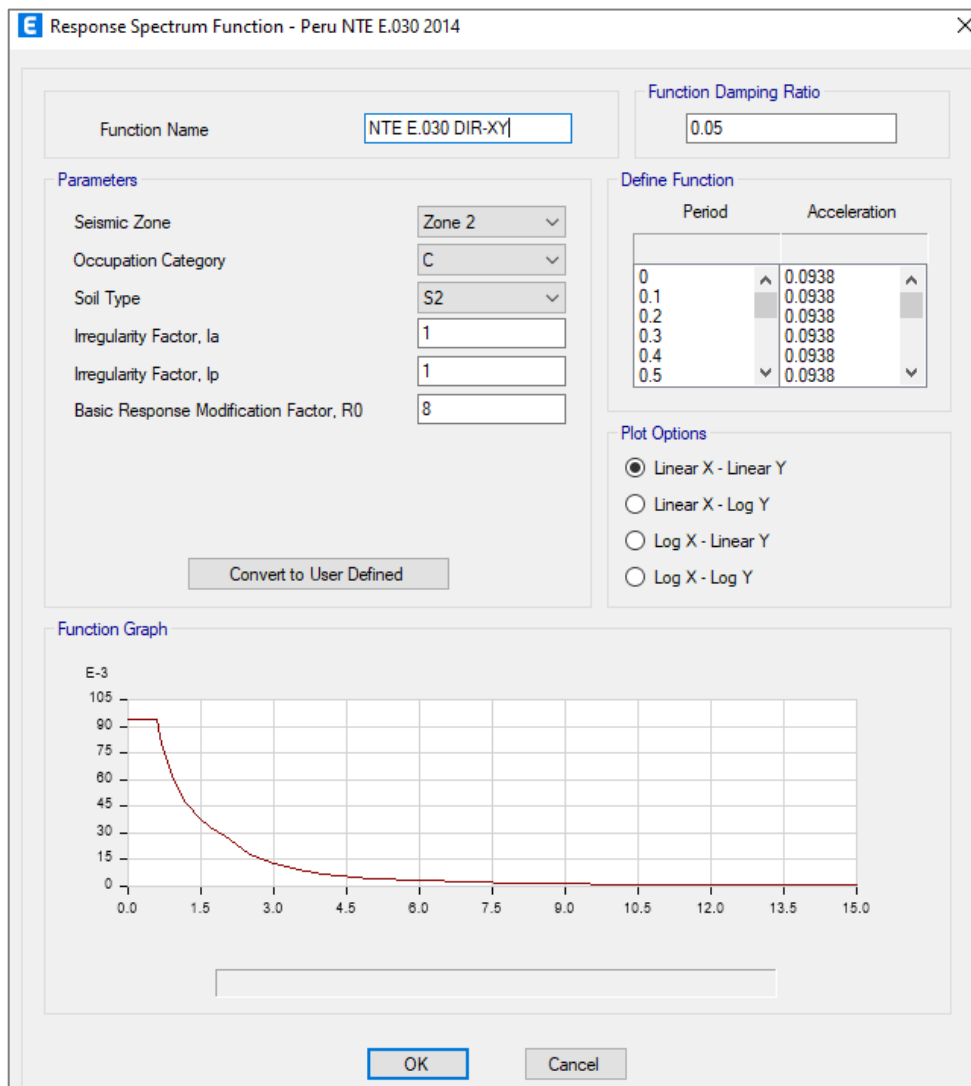
3.12.2. Análisis

El procedimiento de análisis sísmico utilizado fue, el análisis dinámico modal espectral, tomando en consideración un modelo de comportamiento elástico lineal, lo que permitió la reducción de las fuerzas sísmicas, debido a la inclusión de la estructura en el rango inelástico.

El espectro, estuvo creado bajo los requerimientos de la Norma Técnica E.030, considerando el sistema de pórticos en las dos direcciones de análisis.

Figura 12

Espectro de respuesta (sistema aporticado)

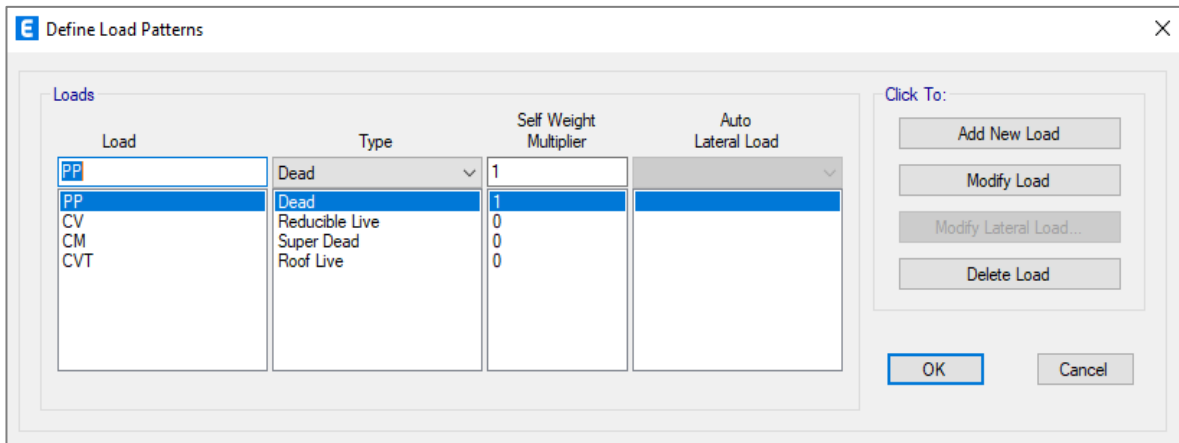


Fuente: Elaboración propia utilizando el software ETABS.

El peso sísmico del edificio, se tomó como el 25% de las cargas variables y el 100% de las cargas permanentes.

Figura 13

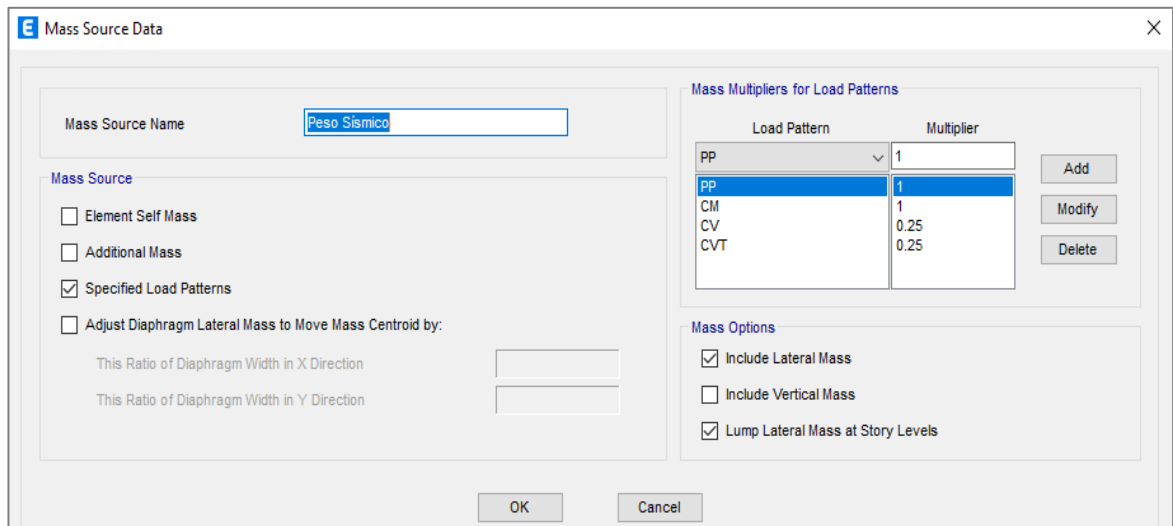
Patrones de cargas (sistema aporticado)



Fuente: Elaboración propia utilizando el software ETABS.

Figura 14

Peso sísmico (sistema aporticado)



Fuente: Elaboración propia utilizando el software ETABS.

La fuerza sísmica se consideró en dos casos, cada caso está orientado en los modos fundamentales de la estructura. Además, se tomó en cuenta una torsión accidental del 0.05 de la dimensión máxima en planta de cada diafragma.

Figura 15

Caso de sismo dinámico en dirección X (sistema aporticado)

Load Case Data

General

Load Case Name: Design...

Load Case Type: Response Spectrum (dropdown) Notes...

Mass Source: Previous (Peso Sismico)

Analysis Model: Default

Loads Applied

| Load Type | Load Name | Function | Scale Factor |
|--------------|-----------|-----------------|--------------|
| Acceleration | U1 | NTE E.030-DIRXY | 9.8067 |

Add, Delete, Advanced

Other Parameters

Modal Load Case: Modal (dropdown)

Modal Combination Method: CQC (dropdown)

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1:

Rigid Frequency, f2:

Periodic + Rigid Type:

Earthquake Duration, td:

Directional Combination Type: Absolute (dropdown)

Absolute Directional Combination Scale Factor:

Modal Damping: Constant at 0.05 (dropdown) Modify/Show...

Diaphragm Eccentricity: 0.05 for All Diaphragms (dropdown) Modify/Show...

OK Cancel

Fuente: Elaboración propia utilizando software ETABS.

Figura 16

Caso de sismo dinámico en dirección Y (Sistema aporticado)

Load Case Data

General

Load Case Name: SYDIN [Design...]

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

Mass Source: Previous (Peso Sismico)

Analysis Model: Default

Loads Applied

| Load Type | Load Name | Function | Scale Factor |
|--------------|-----------|-----------------|--------------|
| Acceleration | U2 | NTE E.030-DIRXY | 9.8067 |

[Add] [Delete] [Advanced]

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: CQC

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1: []

Rigid Frequency, f2: []

Periodic + Rigid Type: []

Earthquake Duration, td: []

Directional Combination Type: Absolute

Absolute Directional Combination Scale Factor: 1

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

Diaphragm Eccentricity: 0.05 for All Diaphragms [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

Fuente: Elaboración propia utilizando el software ETABS.

3.13. Análisis de la Estructura (Muros Portantes)

Tabla 8

Especificaciones técnicas para el análisis (muros portantes)

| EDIFICIO DE CINCO NIVELES EN ALBAÑILERÍA CONFINADA | | | | | |
|--|--|---|----------|--------|-----------------------|
| USO: DEPARTAMENTOS | | | | | |
| ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS DEL PROYECTO (NTE E.030) | | | | | |
| PARÁMETROS DE DISEÑO SISMORESISTENTE DE LASUPER - ESTRUCTURA | | | | | |
| Concreto Armado | f _c : 210 kg/cm ² | Peso específico: 2400 kg/m ³ | | | |
| Acero de Refuerzo | f _y : 4200 kg/cm ² | peso específico 7800 kg/m ³ | | | |
| Sistema Estructural "X": | Albañilería Confinada, Muros Portantes | | | | |
| Sistema Estructural "Y": | Albañilería Confinada, Muros Portantes | | | | |
| Categoría del Edificio: | Edificaciones Comunes "C" - U: 1 | | | | |
| Zona Sísmica del Proyecto: | 2 | - | Z: 0.25g | | |
| PARÁMETROS DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA SUB-ESTRUCTURA | | | | | |
| Parámetros del Suelo | Suelo Intermedio "S2" | | | | |
| DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO | | | | | |
| Columnas de Conf. Cuadradas | Dimensiones: | 0.40m X 0.40m | | | |
| Columnas de Conf. Tipo L | Dimensiones: | Variable | | | |
| Vigas de Confinamiento en "X" | Dimensiones | 0.25m X 0.50m | | | |
| Vigas de Confinamiento en "Y" | Dimensiones | 0.25m X 0.20m | | | |
| Vigas de Borde | Dimensiones | 0.20m X 0.20m | | | |
| Losa Aligerada en 1D-X | Altura | 0.20m | | | |
| Losa Maciza en 2D | Atura | 0.20m | | | |
| Escaleras | Espesor | 0.15m | | | |
| DIMENSION DE LOS ELEMENTOS DE ALBAÑILERÍA | | | | | |
| Muros de Albañilería | Espesor | 0.13cm | | | |
| SOBRECARGAS TEMPORALES DE DISEÑO / CARGAS VIVAS /USO | | | | | |
| CV: | Entrepisos: | 200 kg/m ² | - | Techo: | 100 kg/m ² |
| CV: | Escaleras: | 200 kg/m ² | | | |
| SOBRECARGAS PERMANENTES / CARGAS MUERTAS / LOSAS | | | | | |
| CM: | Entrepisos: | 250 kg/m ² | - | Techo: | 100 kg/m ² |
| CM: | Escaleras: | 100 kg/m ² | | | |

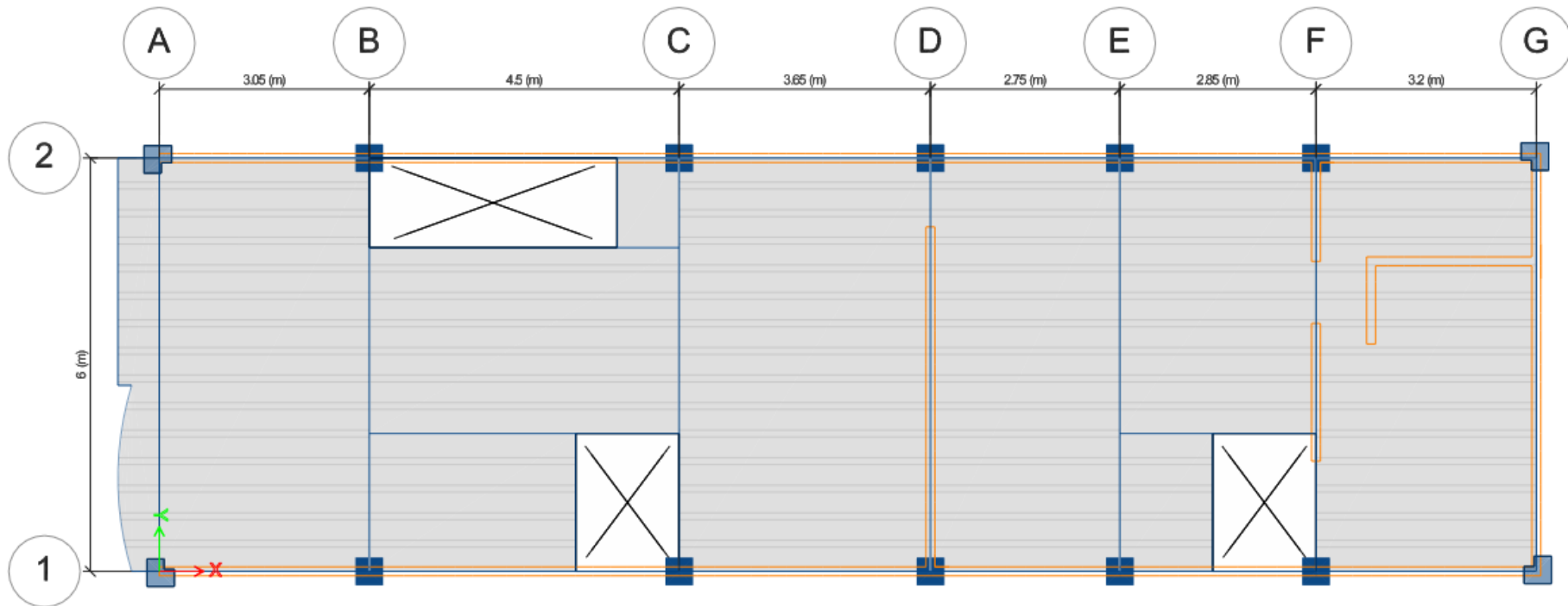
Nota. Los valores mostrados en la tabla, son resultado de la recolección de datos en campo, ensayos realizados y parámetros que establece la NTE. E.030 y la NTE E. 070. Fuente: Elaboración propia.

3.13.1. Modelamiento

El modelamiento de la estructura se realizó en el software ETABS V 20.0.0. Teniendo en cuenta la configuración existente, con la participación de muros portantes de albañilería.

Figura 17

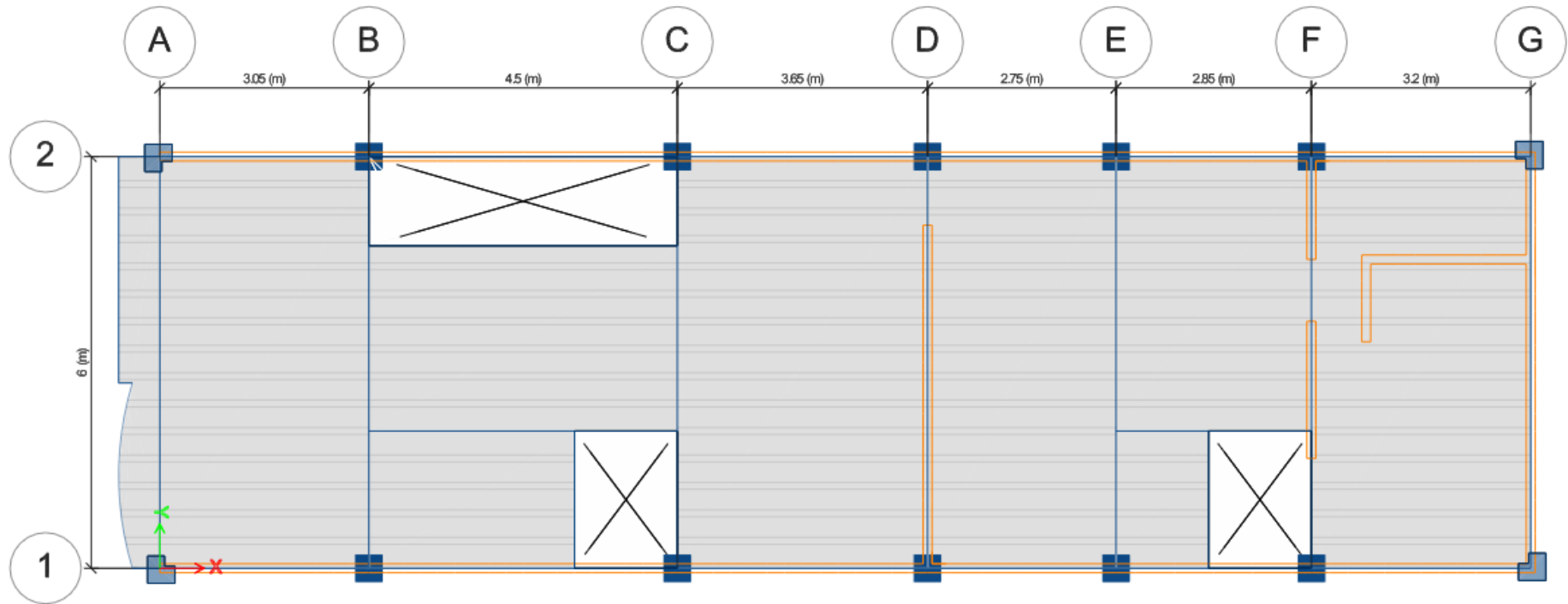
Modelamiento - Entrepiso del 1er nivel (muros portantes)



Fuente: Elaboración propia utilizando el software ETABS.

Figura 18

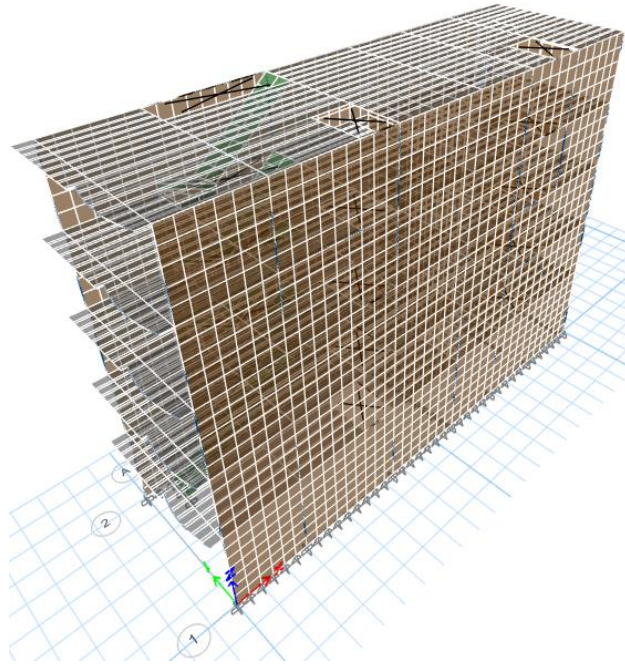
Modelamiento - Entrepiso del 2do, 3er, 4to y 5to nivel (muros portantes)



Fuente: Elaboración propia utilizando el software ETABS.

Figura 19

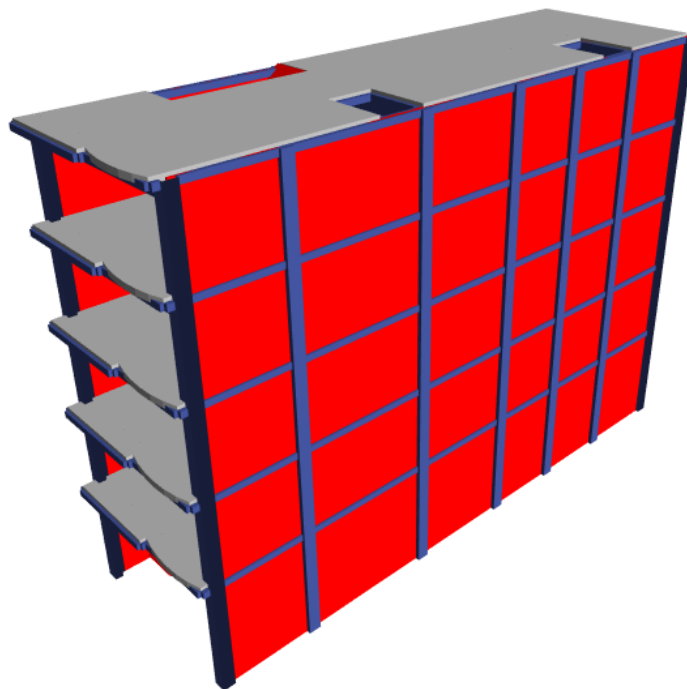
Visa tridimensional del modelo concluido (muros portantes)



Fuente: Elaboración propia utilizando el software ETABS.

Figura 20

Vista tridimensional renderizada (muros portantes)



Fuente: Elaboración propia utilizando el software ETABS.

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized letters and a flourish.

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized letters and a flourish.

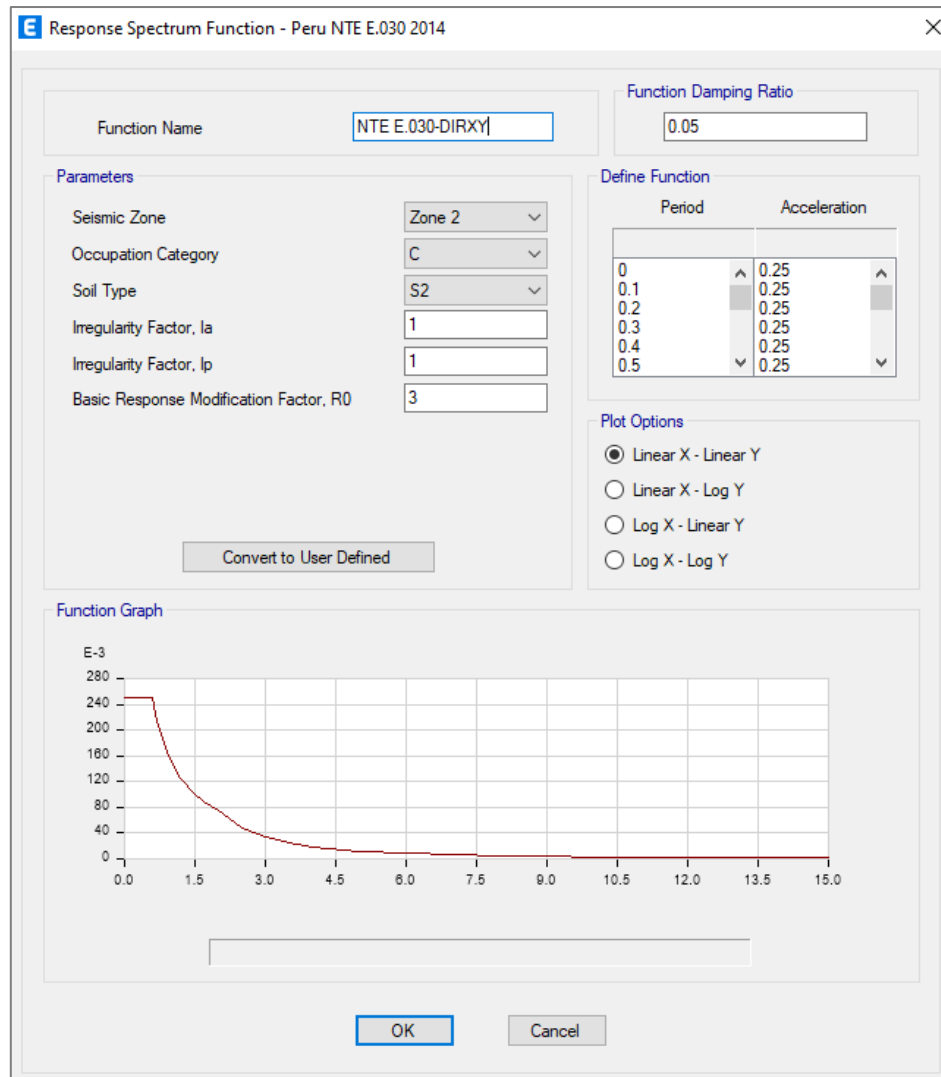
3.13.2. Análisis

EL procedimiento de análisis sísmico utilizado fue, el análisis dinámico modal espectral, tomando en consideración un modelo de comportamiento elástico lineal, lo que permitió la reducción de las fuerzas sísmicas, debido a la inclusión de la estructura en el rango inelástico.

El espectro se creó en base a los lineamientos de la Norma Técnica E.030, considerando el sistema de albañilería confinada, en las dos direcciones de análisis.

Figura 21

Espectro de respuesta (muros portantes)

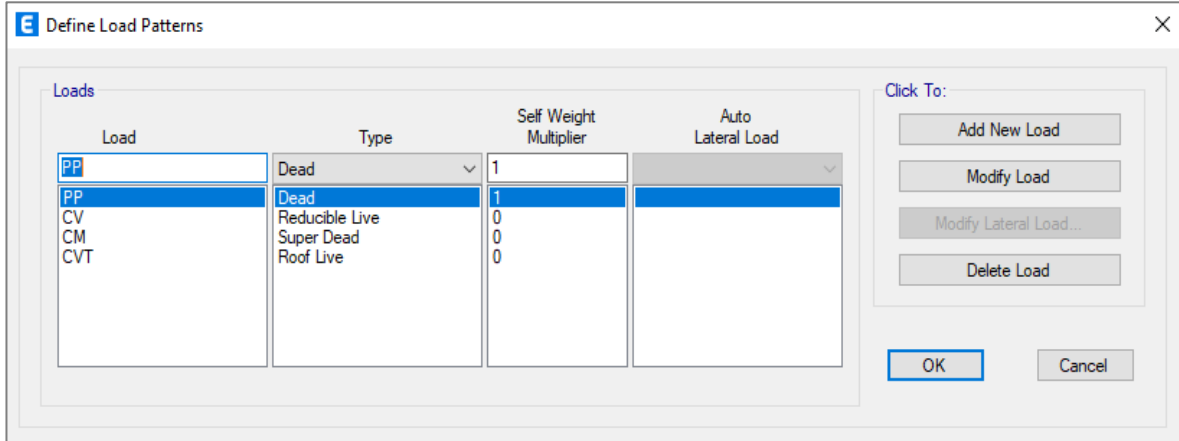


Fuente: Elaboración propia utilizando el software ETABS.

El peso sísmico del edificio, se tomó como el 25% de las cargas variables y el 100% de las cargas permanentes.

Figura 22

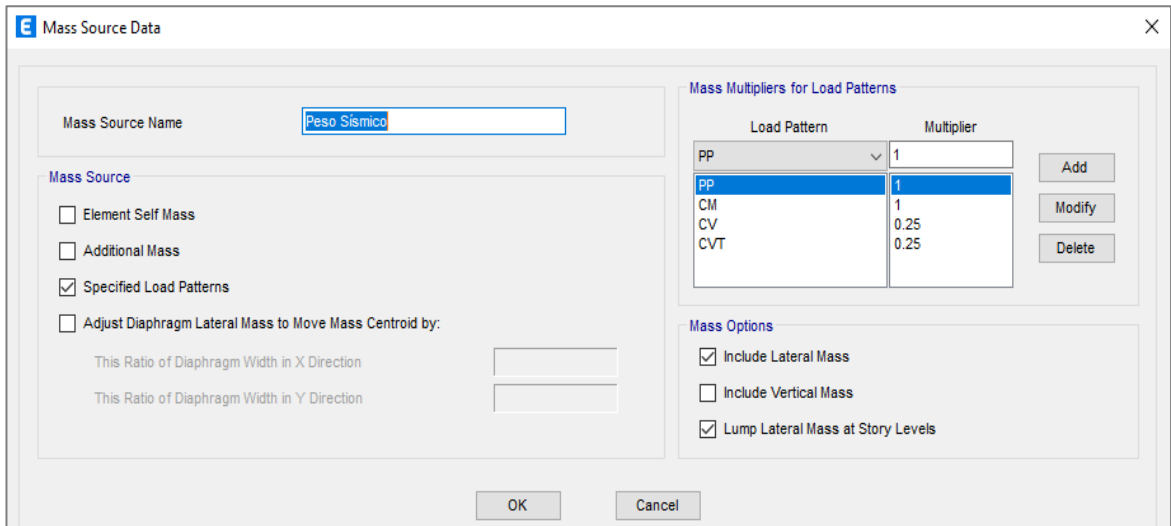
Patrones de cargas (muros portantes)



Fuente: Elaboración propia utilizando el software ETABS.

Figura 23

Peso sísmico (muros portantes)



Fuente: Elaboración propia utilizando el software ETABS.

La fuerza sísmica se consideró en dos casos, cada caso está orientado en los modos fundamentales de la estructura. Además, se tomó en cuenta una torsión accidental del 0.05 de la dimensión máxima en planta de cada diafragma.

Figura 24

Caso de sismo dinámico en dirección X (muros portantes)

Load Case Data

General

Load Case Name: Design...

Load Case Type: Response Spectrum (dropdown) Notes...

Mass Source: Previous (Peso Sismico)

Analysis Model: Default

Loads Applied

| Load Type | Load Name | Function | Scale Factor |
|--------------|-----------|-----------------|--------------|
| Acceleration | U1 | NTE E.030-DIRXY | 9.8067 |

Add Delete Advanced

Other Parameters

Modal Load Case: Modal (dropdown)

Modal Combination Method: CQC (dropdown)

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1:

Rigid Frequency, f2:

Periodic + Rigid Type:

Earthquake Duration, td:

Directional Combination Type: Absolute (dropdown)

Absolute Directional Combination Scale Factor:

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

Diaphragm Eccentricity: 0.05 for All Diaphragms Modify/Show...

OK Cancel

Fuente: Elaboración propia utilizando el software ETABS.

Figura 25

Caso de sismo dinámico en dirección Y (muros portantes)

E Load Case Data [X]

General

Load Case Name: SYDIN [Design...]

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

Mass Source: Previous (Peso Sismico)

Analysis Model: Default

Loads Applied

| Load Type | Load Name | Function | Scale Factor |
|--------------|-----------|-----------------|--------------|
| Acceleration | U2 | NTE E.030-DIRXY | 9.8067 |

[Add] [Delete] Advanced

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: CQC

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1: []

Rigid Frequency, f2: []

Periodic + Rigid Type: []

Earthquake Duration, td: []

Directional Combination Type: Absolute

Absolute Directional Combination Scale Factor: 1

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

Diaphragm Eccentricity: 0.05 for All Diaphragms [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

Fuente: Elaboración propia utilizando el software ETABS.

IV. RESULTADOS

4.1. Comparativo de los Desplazamientos Laterales en Ambas Estructuras

El comparativo de los desplazamientos laterales y control de derivas, en pórticos y muros portantes, se muestra en las tablas 9 y 10.

Tabla 9

Comparativo respecto de los máximos desplazamientos laterales

| MÁXIMOS DESPALZAMIENTOS LATERALES | | | | |
|--|-----------------|----------|------------------------|-----------|
| Nivel | Pórticos | | Muros Portantes | |
| | Dir. X-X | Dir. Y-Y | Dir. X-X | Dir.-Y-Y |
| LA TECHO | 0.05844 | 0.108864 | 0.009639 | 0.090864 |
| LA_PISO4 | 0.052494 | 0.098256 | 0.008676 | 0.082269 |
| LA_PISO3 | 0.04254 | 0.079908 | 0.007092 | 0.0678555 |
| LA_PISO2 | 0.029412 | 0.055152 | 0.005036 | 0.0486315 |
| LA_PISO1 | 0.014298 | 0.026448 | 0.002880 | 0.026352 |

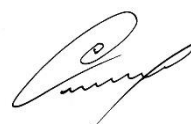
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10

Comparativo respecto de la máxima deriva de piso

| MÁXIMA DERIVA DE PISO | | | | |
|------------------------------|-----------------|----------|------------------------|----------|
| Nivel | Pórticos | | Muros Portantes | |
| | Dir. X-X | Dir. Y-Y | Dir. X-X | Dir.-Y-Y |
| LA_TECHO | 0.00204 | 0.003642 | 0.000351 | 0.003218 |
| LA_PISO4 | 0.003396 | 0.006234 | 0.000576 | 0.005378 |
| LA_PISO3 | 0.004452 | 0.008316 | 0.000743 | 0.007106 |
| LA_PISO2 | 0.005094 | 0.009582 | 0.000819 | 0.008186 |
| LA_PISO1 | 0.004332 | 0.008016 | 0.000779 | 0.007124 |

Fuente: Elaboración propia.



4.2. Identificar los Parámetros Sismorresistentes de la Norma Vigente

Se obtuvo los siguientes parámetros sismorresistentes:

4.2.1. Sistema Aporticado

Tabla 11

Parámetros sismorresistentes (NTE E.030 - Pórticos)

| PARÁMETROS SISMORRESISTENTES - PÓRTICOS | | | |
|--|----------------------------------|---|----------|
| Sistema Estructural "X": | Concreto Armado, Pórticos | | |
| Sistema Estructural "Y": | Concreto Armado, Pórticos | | |
| Categoría del Edificio: | Edificaciones Comunes "C" - U: 1 | | |
| Zona Sísmica del Proyecto: | 2 | - | Z: 0.25g |
| Parámetros del Suelo: | Suelo Intermedio "S2" | | S: 1.20 |

Nota. La tabla muestra resultados de los parámetros sismorresistentes que establece la NTE E.030, para estructuras de concreto armado. Fuente: Elaboración propia.

4.2.2. Muros Portantes

Tabla 12

Parámetros sismorresistentes (NTE E.030 - Muros Portantes)

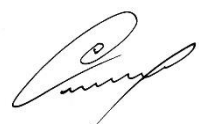
| PARÁMETROS SISMORRESISTENTES – MUROS PORTANTES | | | |
|---|--|---|----------|
| Sistema Estructural "X": | Albañilería Confinada, Muros Portantes | | |
| Sistema Estructural "Y": | Albañilería Confinada, Muros Portantes | | |
| Categoría del Edificio: | Edificaciones Comunes "C" - U: 1.00 | | |
| Zona Sísmica del Proyecto: | 2 | - | Z: 0.25g |
| Parámetros del Suelo: | Suelo Intermedio "S2" | | S: 1.20 |

Nota. La tabla muestra resultados de los parámetros sismorresistentes que establece la NTE E.030, para estructuras albañilería. Fuente: Elaboración propia.

4.3. Estimar la Resistencia a la Compresión del Concreto Mediante el Ensayo de

Esclerometría.

El ensayo de esclerometría permitió estimar la dureza del concreto, obteniendo los siguientes resultados:



4.3.1. Sistema Aporticado

4.3.1.1. Datos Obtenidos del Ensayo en Columnas (Sistema Aporticado)

Tabla 13

Lectura del ensayo realizado a la columna (C-01) - primer nivel.

| ESCLEROMETRÍA COLUMNA C-01 - PRIMER NIVEL | | | | | |
|---|-------------------------------------|-------|-----------|--------------------|-------------|
| Fecha de ensayo | 27 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Monterrico | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 0.5 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 0 | | | | |
| | | | | # DE | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | REBOTE | OBSERVACIÓN |
| | | | | $\alpha = 0^\circ$ | |
| | | 1 | 29 | 1 | CORRECTO |
| | | 1 | 31 | 2 | CORRECTO |
| | | 1 | 30 | 3 | CORRECTO |
| | | 1 | 31 | 4 | CORRECTO |
| | | 1 | 28 | 5 | CORRECTO |
| | | 1 | 33 | 6 | CORRECTO |
| COLUMNA | C-01 | 1 | 29 | 7 | CORRECTO |
| | | 1 | 30 | 8 | CORRECTO |
| | | 1 | 32 | 9 | CORRECTO |
| | | 1 | 31 | 10 | CORRECTO |
| | | 1 | 31 | 11 | CORRECTO |
| | | 1 | 33 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 31 ± 0.22 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 220 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría, realizado a la columna (C-01) del primer nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

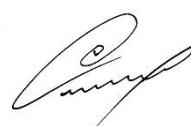



Tabla 14*Lectura del ensayo realizado a la columna (C-02) - primer nivel.*

| ESCLEROMETRÍA COLUMNA C-02 - PRIMER NIVEL | | | | | |
|--|-------------------------------------|-------|-----------|--------------------|-------------|
| Fecha de ensayo | 27 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Monterrico | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 0.5 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 1 | | | | |
| | | | | # DE | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | REBOTE | OBSERVACIÓN |
| | | | | $\alpha = 0^\circ$ | |
| | | 1 | 27 | 1 | CORRECTO |
| | | 1 | 25 | 2 | CORRECTO |
| | | 1 | 28 | 3 | CORRECTO |
| | | 1 | 29 | 4 | CORRECTO |
| | | 1 | 30 | 5 | CORRECTO |
| | | 1 | 30 | 6 | CORRECTO |
| COLUMNA | C-02 | 1 | 24 | 7 | CORRECTO |
| | | 1 | 27 | 8 | CORRECTO |
| | | 1 | 30 | 9 | CORRECTO |
| | | 1 | 29 | 10 | CORRECTO |
| | | 1 | 36 | 11 | DESCARTADO |
| | | 1 | 33 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 29 ± 0.23 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 190 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría, realizado a la columna (C-02) del primer nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

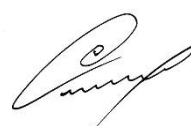



Tabla 15*Lectura del ensayo realizado a la columna (C-01) - segundo nivel.*

| ESCLEROMETRÍA COLUMNA C-01 - SEGUNDO NIVEL | | | | | |
|---|-------------------------------------|-------|-----------|--------------------|-------------|
| Fecha de ensayo | 27 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Monterrico | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 0.5 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 0 | | | | |
| | | | | # DE | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | REBOTE | OBSERVACIÓN |
| | | | | $\alpha = 0^\circ$ | |
| | | 2 | 28 | 1 | CORRECTO |
| | | 2 | 30 | 2 | CORRECTO |
| | | 2 | 28 | 3 | CORRECTO |
| | | 2 | 33 | 4 | CORRECTO |
| | | 2 | 28 | 5 | CORRECTO |
| | | 2 | 29 | 6 | CORRECTO |
| COLUMNA | C-01 | 2 | 29 | 7 | CORRECTO |
| | | 2 | 35 | 8 | CORRECTO |
| | | 2 | 32 | 9 | CORRECTO |
| | | 2 | 28 | 10 | CORRECTO |
| | | 2 | 29 | 11 | CORRECTO |
| | | 2 | 31 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 30 ± 0.22 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 210 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría, realizado a la columna (C-01) del segundo nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

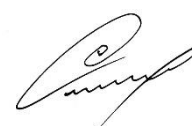



Tabla 16*Lectura del ensayo a la columna (C-02) - segundo nivel.*

| ESCLEROMETRÍA COLUMNA C-02 - SEGUNDO NIVEL | | | | | |
|---|-------------------------------------|-------|-----------|--------------------|-------------|
| Fecha de ensayo | 27 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Monterrico | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 0.5 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 0 | | | | |
| | | | | # DE | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | REBOTE | OBSERVACIÓN |
| | | | | $\alpha = 0^\circ$ | |
| | | 2 | 31 | 1 | CORRECTO |
| | | 2 | 28 | 2 | CORRECTO |
| | | 2 | 33 | 3 | CORRECTO |
| | | 2 | 31 | 4 | CORRECTO |
| | | 2 | 27 | 5 | CORRECTO |
| | | 2 | 31 | 6 | CORRECTO |
| COLUMNA | C-02 | 2 | 29 | 7 | CORRECTO |
| | | 2 | 26 | 8 | CORRECTO |
| | | 2 | 31 | 9 | CORRECTO |
| | | 2 | 27 | 10 | CORRECTO |
| | | 2 | 28 | 11 | CORRECTO |
| | | 2 | 26 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 29 ± 0.23 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 190 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría, realizado a la columna (C-02) del segundo nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

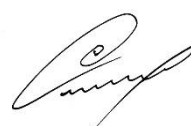



Tabla 17*Lectura del ensayo realizado a la columna (C-01) - tercer nivel.*

| ESCLEROMETRÍA COLUMNA C-01 - TERCER NIVEL | | | | | |
|--|-------------------------------------|-------|--------------------|--------|-------------|
| Fecha de ensayo | 27 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Monterrico | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 0.5 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 1 | | | | |
| | | | # DE | | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | REBOTE | OBSERVACIÓN |
| | | | $\alpha = 0^\circ$ | | |
| | | 3 | 30 | 1 | CORRECTO |
| | | 3 | 27 | 2 | CORRECTO |
| | | 3 | 29 | 3 | CORRECTO |
| | | 3 | 31 | 4 | CORRECTO |
| | | 3 | 26 | 5 | CORRECTO |
| | | 3 | 28 | 6 | CORRECTO |
| COLUMNA | C-01 | 3 | 29 | 7 | CORRECTO |
| | | 3 | 42 | 8 | DESCARTADO |
| | | 3 | 29 | 9 | CORRECTO |
| | | 3 | 29 | 10 | CORRECTO |
| | | 3 | 29 | 11 | CORRECTO |
| | | 3 | 32 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 30 ± 0.22 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 210 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría, realizado a la columna (C-01) del tercer nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

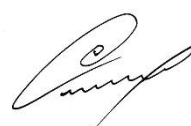



Tabla 18*Lectura del ensayo realizado a la columna (C-02) - tercer nivel.*

| ESCLEROMETRÍA COLUMNA C-02 - TERCER NIVEL | | | | | |
|--|-------------------------------------|-------|-----------|--------------------|-------------|
| Fecha de ensayo | 27 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Monterrico | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 0.5 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 0 | | | | |
| | | | | # DE | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | REBOTE | OBSERVACIÓN |
| | | | | $\alpha = 0^\circ$ | |
| | | 3 | 35 | 1 | CORRECTO |
| | | 3 | 32 | 2 | CORRECTO |
| | | 3 | 31 | 3 | CORRECTO |
| | | 3 | 29 | 4 | CORRECTO |
| | | 3 | 33 | 5 | CORRECTO |
| | | 3 | 29 | 6 | CORRECTO |
| COLUMNA | C-02 | 3 | 34 | 7 | CORRECTO |
| | | 3 | 30 | 8 | CORRECTO |
| | | 3 | 33 | 9 | CORRECTO |
| | | 3 | 31 | 10 | CORRECTO |
| | | 3 | 32 | 11 | CORRECTO |
| | | 3 | 35 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 32 ± 0.21 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 238 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría, realizado a la columna (C-02) del tercer nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

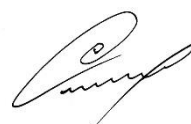



Tabla 19*Lectura del ensayo realizado a la columna (C-01) - cuarto nivel.*

| ESCLEROMETRÍA COLUMNA C-01 - CUARTO NIVEL | | | | | |
|--|-------------------------------------|-------|-----------|--------------------|-------------|
| Fecha de ensayo | 27 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Monterrico | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 0.5 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 0 | | | | |
| | | | | # DE | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | REBOTE | OBSERVACIÓN |
| | | | | $\alpha = 0^\circ$ | |
| | | 4 | 29 | 1 | CORRECTO |
| | | 4 | 28 | 2 | CORRECTO |
| | | 4 | 27 | 3 | CORRECTO |
| | | 4 | 26 | 4 | CORRECTO |
| | | 4 | 27 | 5 | CORRECTO |
| | | 4 | 28 | 6 | CORRECTO |
| COLUMNA | C-01 | 4 | 31 | 7 | CORRECTO |
| | | 4 | 29 | 8 | CORRECTO |
| | | 4 | 30 | 9 | CORRECTO |
| | | 4 | 29 | 10 | CORRECTO |
| | | 4 | 32 | 11 | CORRECTO |
| | | 4 | 29 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 29 ± 0.23 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 190 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría, realizado a la columna (C-01) del cuarto nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

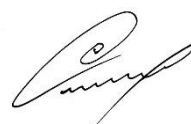



Tabla 20*Lectura del ensayo realizado a la columna (C-02) - cuarto nivel.*

| ESCLEROMETRÍA COLUMNA C-02 - CUARTO NIVEL | | | | | |
|--|-------------------------------------|-------|-----------|--------------------|-------------|
| Fecha de ensayo | 27 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Monterrico | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 0.5 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 0 | | | | |
| | | | # DE | | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | REBOTE | OBSERVACIÓN |
| | | | | $\alpha = 0^\circ$ | |
| COLUMNA | C-02 | 4 | 32 | 1 | CORRECTO |
| | | 4 | 30 | 2 | CORRECTO |
| | | 4 | 30 | 3 | CORRECTO |
| | | 4 | 29 | 4 | CORRECTO |
| | | 4 | 32 | 5 | CORRECTO |
| | | 4 | 31 | 6 | CORRECTO |
| | | 4 | 32 | 7 | CORRECTO |
| | | 4 | 33 | 8 | CORRECTO |
| | | 4 | 31 | 9 | CORRECTO |
| | | 4 | 32 | 10 | CORRECTO |
| | | 4 | 32 | 11 | CORRECTO |
| | | 4 | 33 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 31 ± 0.22 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 220 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría, realizado a la columna (C-02) del cuarto nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

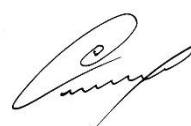



Tabla 21*Lectura del ensayo realizado a la columna (C-01) - quinto nivel.*

| ESCLEROMETRÍA COLUMNA C-01 - QUINTO NIVEL | | | | | |
|--|-------------------------------------|-------|-----------|--------|-------------|
| Fecha de ensayo | 27 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Monterrico | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 0.5 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 0 | | | | |
| | | | # DE | | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | REBOTE | OBSERVACIÓN |
| $\alpha = 0^\circ$ | | | | | |
| | | 5 | 29 | 1 | CORRECTO |
| | | 5 | 31 | 2 | CORRECTO |
| | | 5 | 26 | 3 | CORRECTO |
| | | 5 | 28 | 4 | CORRECTO |
| | | 5 | 29 | 5 | CORRECTO |
| | | 5 | 28 | 6 | CORRECTO |
| COLUMNA | C-01 | 5 | 30 | 7 | CORRECTO |
| | | 5 | 31 | 8 | CORRECTO |
| | | 5 | 30 | 9 | CORRECTO |
| | | 5 | 32 | 10 | CORRECTO |
| | | 5 | 30 | 11 | CORRECTO |
| | | 5 | 29 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 29 ± 0.23 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 190 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría realizado a la columna (C-01) del quinto nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

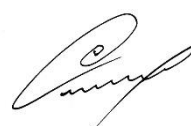
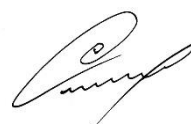



Tabla 22

Lectura del ensayo realizado a la columna (C-02) - quinto nivel.

| ESCLEROMETRÍA COLUMNA C-02 - QUINTO NIVEL | | | | | |
|--|-------------------------------------|----------|-----------|--------------------|-------------------|
| Fecha de ensayo | 27 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Monterrico | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 0.5 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 1 | | | | |
| | | | # DE | | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | REBOTE | OBSERVACIÓN |
| | | | | $\alpha = 0^\circ$ | |
| | | 5 | 29 | 1 | CORRECTO |
| | | 5 | 30 | 2 | CORRECTO |
| | | 5 | 28 | 3 | CORRECTO |
| | | 5 | 30 | 4 | CORRECTO |
| | | 5 | 27 | 5 | CORRECTO |
| COLUMNA | C-02 | 5 | 37 | 6 | DESCARTADO |
| | | 5 | 30 | 7 | CORRECTO |
| | | 5 | 31 | 8 | CORRECTO |
| | | 5 | 29 | 9 | CORRECTO |
| | | 5 | 31 | 10 | CORRECTO |
| | | 5 | 30 | 11 | CORRECTO |
| | | 5 | 31 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 30 ± 0.22 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 210 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría realizado a la columna (C-02) del quinto nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

4.3.1.2. Datos Obtenidos del Ensayo en Vigas (Sistema Aporticado)

Tabla 23

Lectura del ensayo realizado a la viga (V-01) - primer nivel

| ESCLEROMETRÍA VIGA V-01 - PRIMER NIVEL | | | | | |
|---|-------------------------------------|-------|-----------|--------------------------------------|-------------|
| Fecha de ensayo | 27 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Monterrico | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 0.5 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 0 | | | | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | # DE REBOTE $\alpha = 0^\circ$ | OBSERVACIÓN |
| VIGA | V-01 | 1 | 27 | 1 | CORRECTO |
| | | 1 | 28 | 2 | CORRECTO |
| | | 1 | 34 | 3 | CORRECTO |
| | | 1 | 29 | 4 | CORRECTO |
| | | 1 | 31 | 5 | CORRECTO |
| | | 1 | 34 | 6 | CORRECTO |
| | | 1 | 28 | 7 | CORRECTO |
| | | 1 | 31 | 8 | CORRECTO |
| | | 1 | 32 | 9 | CORRECTO |
| | | 1 | 28 | 10 | CORRECTO |
| | | 1 | 27 | 11 | CORRECTO |
| | | 1 | 30 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 30 ± 0.22 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 210 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría, realizado a la viga (V-01) del primer nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

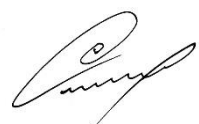



Tabla 24*Lectura del ensayo realizado a la viga (V-02) - primer nivel*

| ESCLEROMETRÍA VIGA V-02 - PRIMER NIVEL | | | | | |
|---|-------------------------------------|-------|-----------|--------------------|-------------|
| Fecha de ensayo | 27 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Monterrico | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 0.5 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 0 | | | | |
| | | | | # DE | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | REBOTE | OBSERVACIÓN |
| | | | | $\alpha = 0^\circ$ | |
| | | 1 | 28 | 1 | CORRECTO |
| | | 1 | 30 | 2 | CORRECTO |
| | | 1 | 33 | 3 | CORRECTO |
| | | 1 | 31 | 4 | CORRECTO |
| | | 1 | 33 | 5 | CORRECTO |
| VIGA | V-02 | 1 | 31 | 6 | CORRECTO |
| | | 1 | 30 | 7 | CORRECTO |
| | | 1 | 34 | 8 | CORRECTO |
| | | 1 | 29 | 9 | CORRECTO |
| | | 1 | 32 | 10 | CORRECTO |
| | | 1 | 30 | 11 | CORRECTO |
| | | 1 | 32 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 31 ± 0.22 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 220 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría, realizado a la viga (V-02) del primer nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

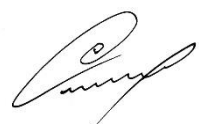



Tabla 25

Lectura del ensayo realizado a la viga (V-01) - segundo nivel

| ESCLEROMETRÍA VIGA V-01 – SEGUNDO NIVEL | | | | | |
|--|-------------------------------------|-------|-----------|--------------------|-------------|
| Fecha de ensayo | 27 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Monterrico | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 0.5 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 1 | | | | |
| | | | # DE | | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | REBOTE | OBSERVACIÓN |
| | | | | $\alpha = 0^\circ$ | |
| VIGA | V-01 | 2 | 33 | 1 | CORRECTO |
| | | 2 | 31 | 2 | CORRECTO |
| | | 2 | 34 | 3 | CORRECTO |
| | | 2 | 32 | 4 | CORRECTO |
| | | 2 | 31 | 5 | CORRECTO |
| | | 2 | 31 | 6 | CORRECTO |
| | | 2 | 32 | 7 | CORRECTO |
| | | 2 | 40 | 8 | DESCARTADO |
| | | 2 | 33 | 9 | CORRECTO |
| | | 2 | 33 | 10 | CORRECTO |
| | | 2 | 34 | 11 | CORRECTO |
| | | 2 | 35 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 33 ± 0.21 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 250 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría, realizado a la viga (V-01) del segundo nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

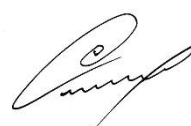



Tabla 26*Lectura del ensayo realizado a la viga (V-02) - segundo nivel*

| ESCLEROMETRÍA VIGA V-02 – SEGUNDO NIVEL | | | | | |
|--|-------------------------------------|-------|-----------|--------------------|-------------|
| Fecha de ensayo | 27 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Monterrico | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 0.5 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 0 | | | | |
| | | | | # DE | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | REBOTE | OBSERVACIÓN |
| | | | | $\alpha = 0^\circ$ | |
| | | 2 | 31 | 1 | CORRECTO |
| | | 2 | 29 | 2 | CORRECTO |
| | | 2 | 28 | 3 | CORRECTO |
| | | 2 | 33 | 4 | CORRECTO |
| | | 2 | 31 | 5 | CORRECTO |
| VIGA | V-02 | 2 | 30 | 6 | CORRECTO |
| | | 2 | 32 | 7 | CORRECTO |
| | | 2 | 35 | 8 | CORRECTO |
| | | 2 | 28 | 9 | CORRECTO |
| | | 2 | 33 | 10 | CORRECTO |
| | | 2 | 34 | 11 | CORRECTO |
| | | 2 | 32 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 31 ± 0.22 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 220 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría, realizado a la viga (V-02) del segundo nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

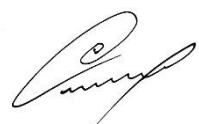



Tabla 27*Lectura del ensayo realizado a la viga (V-01) - tercer nivel*

| ESCLEROMETRÍA VIGA V-01 – TERCER NIVEL | | | | | |
|---|-------------------------------------|-------|-----------|--------------------|-------------|
| Fecha de ensayo | 27 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Monterrico | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 0.5 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 1 | | | | |
| | | | | # DE | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | REBOTE | OBSERVACIÓN |
| | | | | $\alpha = 0^\circ$ | |
| | | 3 | 29 | 1 | CORRECTO |
| | | 3 | 31 | 2 | CORRECTO |
| | | 3 | 30 | 3 | CORRECTO |
| | | 3 | 30 | 4 | CORRECTO |
| | | 3 | 32 | 5 | CORRECTO |
| VIGA | V-01 | 3 | 39 | 6 | DESCARTADO |
| | | 3 | 32 | 7 | CORRECTO |
| | | 3 | 29 | 8 | CORRECTO |
| | | 3 | 31 | 9 | CORRECTO |
| | | 3 | 30 | 10 | CORRECTO |
| | | 3 | 32 | 11 | CORRECTO |
| | | 3 | 32 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 31 ± 0.22 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 220 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría, realizado a la viga (V-01) del tercer nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

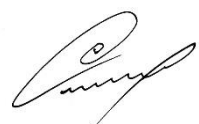



Tabla 28*Lectura del ensayo realizado a la viga (V-02) - tercer nivel*

| ESCLEROMETRÍA VIGA V-02 – TERCER NIVEL | | | | | |
|---|-------------------------------------|-------|-----------|--------------------|-------------|
| Fecha de ensayo | 27 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Monterrico | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 0.5 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 0 | | | | |
| | | | | # DE | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | REBOTE | OBSERVACIÓN |
| | | | | $\alpha = 0^\circ$ | |
| | | 3 | 32 | 1 | CORRECTO |
| | | 3 | 30 | 2 | CORRECTO |
| | | 3 | 33 | 3 | CORRECTO |
| | | 3 | 29 | 4 | CORRECTO |
| | | 3 | 34 | 5 | CORRECTO |
| VIGA | V-02 | 3 | 30 | 6 | CORRECTO |
| | | 3 | 31 | 7 | CORRECTO |
| | | 3 | 33 | 8 | CORRECTO |
| | | 3 | 29 | 9 | CORRECTO |
| | | 3 | 35 | 10 | CORRECTO |
| | | 3 | 34 | 11 | CORRECTO |
| | | 3 | 32 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 32 ± 0.21 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 238 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría, realizado a la viga (V-02) del tercer nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

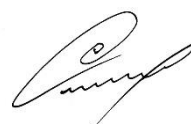



Tabla 29*Lectura del ensayo realizado a la viga (V-01) - cuarto nivel*

| ESCLEROMETRÍA VIGA V-01 – CUARTO NIVEL | | | | | |
|---|-------------------------------------|-------|-----------|--------------------|-------------|
| Fecha de ensayo | 27 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Monterrico | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 0.5 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 2 | | | | |
| | | | | # DE | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | REBOTE | OBSERVACIÓN |
| | | | | $\alpha = 0^\circ$ | |
| | | 4 | 29 | 1 | CORRECTO |
| | | 4 | 29 | 2 | CORRECTO |
| | | 4 | 37 | 3 | DESCARTADO |
| | | 4 | 37 | 4 | DESCARTADO |
| | | 4 | 32 | 5 | CORRECTO |
| VIGA | V-01 | 4 | 29 | 6 | CORRECTO |
| | | 4 | 29 | 7 | CORRECTO |
| | | 4 | 27 | 8 | CORRECTO |
| | | 4 | 27 | 9 | CORRECTO |
| | | 4 | 28 | 10 | CORRECTO |
| | | 4 | 28 | 11 | CORRECTO |
| | | 4 | 31 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 29 ± 0.23 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 190 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría, realizado a la viga (V-01) del cuarto nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

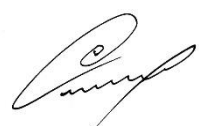



Tabla 30*Lectura del ensayo realizado a la viga (V-02) - cuarto nivel*

| ESCLEROMETRÍA VIGA V-02 – CUARTO NIVEL | | | | | |
|---|-------------------------------------|-------|-----------|--------------------|-------------|
| Fecha de ensayo | 27 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Monterrico | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 0.5 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 0 | | | | |
| | | | | # DE | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | REBOTE | OBSERVACIÓN |
| | | | | $\alpha = 0^\circ$ | |
| | | 4 | 32 | 1 | CORRECTO |
| | | 4 | 34 | 2 | CORRECTO |
| | | 4 | 31 | 3 | CORRECTO |
| | | 4 | 30 | 4 | CORRECTO |
| | | 4 | 29 | 5 | CORRECTO |
| VIGA | V-02 | 4 | 33 | 6 | CORRECTO |
| | | 4 | 30 | 7 | CORRECTO |
| | | 4 | 31 | 8 | CORRECTO |
| | | 4 | 29 | 9 | CORRECTO |
| | | 4 | 32 | 10 | CORRECTO |
| | | 4 | 28 | 11 | CORRECTO |
| | | 4 | 33 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 31 ± 0.22 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 220 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría, realizado a la viga (V-02) del cuarto nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

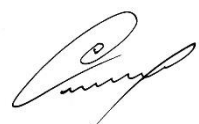



Tabla 31*Lectura del ensayo realizado a la viga (V-01) – quinto nivel*

| ESCLEROMETRÍA VIGA V-01 – QUINTO NIVEL | | | | | |
|---|-------------------------------------|-------|-----------|--------------------|-------------|
| Fecha de ensayo | 27 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Monterrico | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 0.5 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 0 | | | | |
| | | | | # DE | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | REBOTE | OBSERVACIÓN |
| | | | | $\alpha = 0^\circ$ | |
| | | 5 | 33 | 1 | CORRECTO |
| | | 5 | 29 | 2 | CORRECTO |
| | | 5 | 36 | 3 | CORRECTO |
| | | 5 | 33 | 4 | CORRECTO |
| | | 5 | 32 | 5 | CORRECTO |
| VIGA | V-01 | 5 | 38 | 6 | CORRECTO |
| | | 5 | 31 | 7 | CORRECTO |
| | | 5 | 30 | 8 | CORRECTO |
| | | 5 | 29 | 9 | CORRECTO |
| | | 5 | 34 | 10 | CORRECTO |
| | | 5 | 32 | 11 | CORRECTO |
| | | 5 | 30 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 32 ± 0.21 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 238 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría, realizado a la viga (V-01) del quinto nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

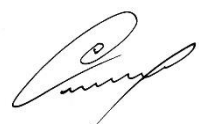
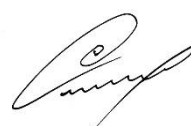



Tabla 32*Lectura del ensayo realizado a la viga (V-02) – quinto nivel*

| ESCLEROMETRÍA VIGA V-02 – QUINTO NIVEL | | | | | |
|---|-------------------------------------|-------|-----------|--------------------|-------------|
| Fecha de ensayo | 27 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Monterrico | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 0.5 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 0 | | | | |
| | | | # DE | | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | REBOTE | OBSERVACIÓN |
| | | | | $\alpha = 0^\circ$ | |
| | | 5 | 31 | 1 | CORRECTO |
| | | 5 | 28 | 2 | CORRECTO |
| | | 5 | 33 | 3 | CORRECTO |
| | | 5 | 30 | 4 | CORRECTO |
| | | 5 | 28 | 5 | CORRECTO |
| VIGA | V-02 | 5 | 30 | 6 | CORRECTO |
| | | 5 | 29 | 7 | CORRECTO |
| | | 5 | 27 | 8 | CORRECTO |
| | | 5 | 32 | 9 | CORRECTO |
| | | 5 | 31 | 10 | CORRECTO |
| | | 5 | 34 | 11 | CORRECTO |
| | | 5 | 29 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 30 ± 0.22 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 210 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría, realizado a la viga (V-02) del quinto nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

4.3.2. Muros Portantes

4.3.2.1. Datos Obtenidos del Ensayo en Columnas (Muros Portantes)

Tabla 33

Lectura del ensayo realizado a la columna (C-01) – primer nivel

| ESCLEROMETRÍA COLUMNA C-01 - PRIMER NIVEL | | | | | |
|---|--------------------------------------|-------|-----------|--------|-------------|
| Fecha de ensayo | 29 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Montegrande | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 8 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 1 | | | | |
| | | | # DE | | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | REBOTE | OBSERVACIÓN |
| $\alpha = 0^\circ$ | | | | | |
| | | 1 | 35 | 1 | CORRECTO |
| | | 1 | 36 | 2 | CORRECTO |
| | | 1 | 32 | 3 | CORRECTO |
| | | 1 | 34 | 4 | CORRECTO |
| | | 1 | 28 | 5 | DESCARTADO |
| COLUMNA | C-01 | 1 | 38 | 6 | CORRECTO |
| | | 1 | 34 | 7 | CORRECTO |
| | | 1 | 34 | 8 | CORRECTO |
| | | 1 | 33 | 9 | CORRECTO |
| | | 1 | 40 | 10 | CORRECTO |
| | | 1 | 49 | 11 | CORRECTO |
| | | 1 | 38 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 35 ± 0.20 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 280 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría, realizado a la columna (C-01) del primer nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

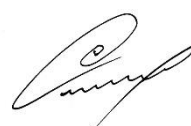



Tabla 34*Lectura del ensayo realizado a la columna (C-02) – primer nivel*

| ESCLEROMETRÍA COLUMNA C-02 - PRIMER NIVEL | | | | | |
|--|--------------------------------------|-------|-----------|--------------------|-------------|
| Fecha de ensayo | 29 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Montegrande | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 8 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 0 | | | | |
| | | | | # DE | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | REBOTE | OBSERVACIÓN |
| | | | | $\alpha = 0^\circ$ | |
| | | 1 | 36 | 1 | CORRECTO |
| | | 1 | 34 | 2 | CORRECTO |
| | | 1 | 38 | 3 | CORRECTO |
| | | 1 | 29 | 4 | CORRECTO |
| | | 1 | 31 | 5 | CORRECTO |
| | | 1 | 33 | 6 | CORRECTO |
| COLUMNA | C-02 | 1 | 32 | 7 | CORRECTO |
| | | 1 | 30 | 8 | CORRECTO |
| | | 1 | 35 | 9 | CORRECTO |
| | | 1 | 37 | 10 | CORRECTO |
| | | 1 | 34 | 11 | CORRECTO |
| | | 1 | 36 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 34 ± 0.20 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 260 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría, realizado a la columna (C-02) del primer nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

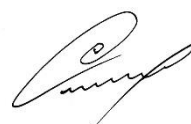



Tabla 35*Lectura del ensayo realizado a la columna (C-01) – segundo nivel*

| ESCLEROMETRÍA COLUMNA C-01 - SEGUNDO NIVEL | | | | | |
|---|--------------------------------------|-------|-----------|--------------------|-------------|
| Fecha de ensayo | 29 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Montegrande | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 8 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 0 | | | | |
| | | | | # DE | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | REBOTE | OBSERVACIÓN |
| | | | | $\alpha = 0^\circ$ | |
| | | 2 | 33 | 1 | CORRECTO |
| | | 2 | 32 | 2 | CORRECTO |
| | | 2 | 34 | 3 | CORRECTO |
| | | 2 | 27 | 4 | CORRECTO |
| | | 2 | 29 | 5 | CORRECTO |
| | | 2 | 31 | 6 | CORRECTO |
| COLUMNA | C-01 | 2 | 30 | 7 | CORRECTO |
| | | 2 | 26 | 8 | CORRECTO |
| | | 2 | 32 | 9 | CORRECTO |
| | | 2 | 35 | 10 | CORRECTO |
| | | 2 | 31 | 11 | CORRECTO |
| | | 2 | 34 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 31 ± 0.22 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 220 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría, realizado a la columna (C-01) del segundo nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

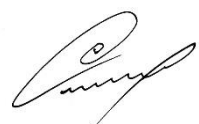



Tabla 36*Lectura del ensayo realizado a la columna (C-02) – segundo nivel*

| ESCLEROMETRÍA COLUMNA C-02 - SEGUNDO NIVEL | | | | | |
|---|--------------------------------------|-------|-----------|--------|-------------|
| Fecha de ensayo | 29 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Montegrande | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 8 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 2 | | | | |
| | | | # DE | | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | REBOTE | OBSERVACIÓN |
| $\alpha = 0^\circ$ | | | | | |
| | | 2 | 30 | 1 | CORRECTO |
| | | 2 | 36 | 2 | CORRECTO |
| | | 2 | 29 | 3 | CORRECTO |
| | | 2 | 34 | 4 | CORRECTO |
| | | 2 | 33 | 5 | CORRECTO |
| | | 2 | 25 | 6 | DESCARTADO |
| COLUMNA | C-02 | 2 | 28 | 7 | CORRECTO |
| | | 2 | 27 | 8 | CORRECTO |
| | | 2 | 35 | 9 | CORRECTO |
| | | 2 | 39 | 10 | DESCARTADO |
| | | 2 | 31 | 11 | CORRECTO |
| | | 2 | 37 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 32 ± 0.21 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 238 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría, realizado a la columna (C-02) del segundo nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

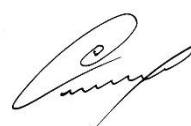



Tabla 37*Lectura del ensayo realizado a la columna (C-01) – tercer nivel*

| ESCLEROMETRÍA COLUMNA C-01 - TERCER NIVEL | | | | | |
|--|--------------------------------------|-------|----------|--------|-------------|
| Fecha de ensayo | 29 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Montegrande | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 8 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 0 | | | | |
| | | | # DE | | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | REBOTE | OBSERVACIÓN |
| $\alpha = 0^\circ$ | | | | | |
| | | 3 | 31 | 1 | CORRECTO |
| | | 3 | 28 | 2 | CORRECTO |
| | | 3 | 34 | 3 | CORRECTO |
| | | 3 | 29 | 4 | CORRECTO |
| | | 3 | 35 | 5 | CORRECTO |
| | | 3 | 30 | 6 | CORRECTO |
| COLUMNA | C-01 | 3 | 26 | 7 | CORRECTO |
| | | 3 | 32 | 8 | CORRECTO |
| | | 3 | 30 | 9 | CORRECTO |
| | | 3 | 29 | 10 | CORRECTO |
| | | 3 | 33 | 11 | CORRECTO |
| | | 3 | 36 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 31± 0.22 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 220 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría, realizado a la columna (C-01) del tercer nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

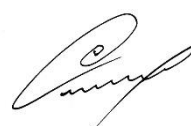



Tabla 38*Lectura del ensayo realizado a la columna (C-02) – tercer nivel*

| ESCLEROMETRÍA COLUMNA C-02 - TERCER NIVEL | | | | | |
|--|--------------------------------------|-------|-----------|--------|-------------|
| Fecha de ensayo | 29 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Montegrande | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 8 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 0 | | | | |
| | | | # DE | | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | REBOTE | OBSERVACIÓN |
| $\alpha = 0^\circ$ | | | | | |
| | | 3 | 29 | 1 | CORRECTO |
| | | 3 | 32 | 2 | CORRECTO |
| | | 3 | 31 | 3 | CORRECTO |
| | | 3 | 30 | 4 | CORRECTO |
| | | 3 | 27 | 5 | CORRECTO |
| | | 3 | 32 | 6 | CORRECTO |
| COLUMNA | C-02 | 3 | 30 | 7 | CORRECTO |
| | | 3 | 34 | 8 | CORRECTO |
| | | 3 | 28 | 9 | CORRECTO |
| | | 3 | 29 | 10 | CORRECTO |
| | | 3 | 26 | 11 | CORRECTO |
| | | 3 | 33 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 30 ± 0.22 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 210 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría, realizado a la columna (C-02) del tercer nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

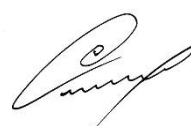



Tabla 39

Lectura del ensayo realizado a la columna (C-01) – cuarto nivel

| ESCLEROMETRÍA COLUMNA C-01 - CUARTO NIVEL | | | | | |
|--|--------------------------------------|-------|-----------|--------------------|-------------|
| Fecha de ensayo | 29 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Montegrande | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 8 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 1 | | | | |
| | | | # DE | | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | REBOTE | OBSERVACIÓN |
| | | | | $\alpha = 0^\circ$ | |
| COLUMNA | C-01 | 4 | 33 | 1 | CORRECTO |
| | | 4 | 29 | 2 | CORRECTO |
| | | 4 | 26 | 3 | CORRECTO |
| | | 4 | 35 | 4 | CORRECTO |
| | | 4 | 30 | 5 | CORRECTO |
| | | 4 | 31 | 6 | CORRECTO |
| | | 4 | 31 | 7 | CORRECTO |
| | | 4 | 38 | 8 | DESCARTADO |
| | | 4 | 27 | 9 | CORRECTO |
| | | 4 | 28 | 10 | CORRECTO |
| | | 4 | 32 | 11 | CORRECTO |
| | | 4 | 30 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 31 ± 0.22 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 220 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría, realizado a la columna (C-01) del cuarto nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

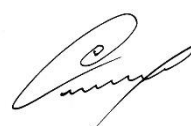



Tabla 40*Lectura del ensayo realizado a la columna (C-02) – cuarto nivel*

| ESCLEROMETRÍA COLUMNA C-02 - CUARTO NIVEL | | | | | |
|--|--------------------------------------|-------|-----------|--------------------|-------------|
| Fecha de ensayo | 29 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Montegrande | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 8 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 0 | | | | |
| | | | # DE | | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | REBOTE | OBSERVACIÓN |
| | | | | $\alpha = 0^\circ$ | |
| | | 4 | 35 | 1 | CORRECTO |
| | | 4 | 35 | 2 | CORRECTO |
| | | 4 | 31 | 3 | CORRECTO |
| | | 4 | 29 | 4 | CORRECTO |
| | | 4 | 33 | 5 | CORRECTO |
| COLUMNA | C-02 | 4 | 25 | 6 | CORRECTO |
| | | 4 | 28 | 7 | CORRECTO |
| | | 4 | 27 | 8 | CORRECTO |
| | | 4 | 34 | 9 | CORRECTO |
| | | 4 | 26 | 10 | CORRECTO |
| | | 4 | 32 | 11 | CORRECTO |
| | | 4 | 30 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 30 ± 0.22 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 210 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría, realizado a la columna (C-02) del cuarto nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

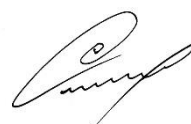



Tabla 41*Lectura del ensayo realizado a la columna (C-01) – quinto nivel*

| ESCLEROMETRÍA COLUMNA C-01 - QUINTO NIVEL | | | | | |
|--|--------------------------------------|-------|-----------|--------------------|-------------|
| Fecha de ensayo | 29 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Montegrande | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 8 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 0 | | | | |
| | | | | # DE | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | REBOTE | OBSERVACIÓN |
| | | | | $\alpha = 0^\circ$ | |
| | | 5 | 26 | 1 | CORRECTO |
| | | 5 | 26 | 2 | CORRECTO |
| | | 5 | 31 | 3 | CORRECTO |
| | | 5 | 28 | 4 | CORRECTO |
| | | 5 | 32 | 5 | CORRECTO |
| | | 5 | 29 | 6 | CORRECTO |
| COLUMNA | C-01 | 5 | 26 | 7 | CORRECTO |
| | | 5 | 33 | 8 | CORRECTO |
| | | 5 | 27 | 9 | CORRECTO |
| | | 5 | 27 | 10 | CORRECTO |
| | | 5 | 29 | 11 | CORRECTO |
| | | 5 | 28 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 29 ± 0.23 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 190 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría, realizado a la columna (C-01) del quinto nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

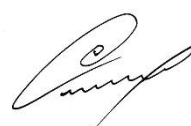
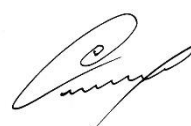



Tabla 42*Lectura del ensayo realizado a la columna (C-02) – quinto nivel*

| ESCLEROMETRÍA COLUMNA C-02 - QUINTO NIVEL | | | | | |
|--|--------------------------------------|-------|-----------|--------|-------------|
| Fecha de ensayo | 29 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Montegrande | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 8 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 0 | | | | |
| | | | # DE | | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | REBOTE | OBSERVACIÓN |
| $\alpha = 0^\circ$ | | | | | |
| | | 5 | 32 | 1 | CORRECTO |
| | | 5 | 26 | 2 | CORRECTO |
| | | 5 | 30 | 3 | CORRECTO |
| | | 5 | 35 | 4 | CORRECTO |
| | | 5 | 30 | 5 | CORRECTO |
| | | 5 | 34 | 6 | CORRECTO |
| COLUMNA | C-02 | 5 | 34 | 7 | CORRECTO |
| | | 5 | 26 | 8 | CORRECTO |
| | | 5 | 25 | 9 | CORRECTO |
| | | 5 | 27 | 10 | CORRECTO |
| | | 5 | 31 | 11 | CORRECTO |
| | | 5 | 29 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 30 ± 0.22 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 210 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría, realizado a la columna (C-02) del quinto nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.2. Datos Obtenidos del Ensayo en Vigas (Muros Portantes)

Tabla 43

Lectura del ensayo realizado a la viga (V-01) - primer nivel

| ESCLEROMETRÍA VIGA V-01 - PRIMER NIVEL | | | | | |
|---|--------------------------------------|-------|-----------|--------------------------------------|-------------|
| Fecha de ensayo | 29 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Montegrande | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 8 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 1 | | | | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | # DE REBOTE $\alpha = 0^\circ$ | OBSERVACIÓN |
| VIGA | V-01 | 1 | 38 | 1 | CORRECTO |
| | | 1 | 36 | 2 | CORRECTO |
| | | 1 | 36 | 3 | CORRECTO |
| | | 1 | 37 | 4 | CORRECTO |
| | | 1 | 32 | 5 | CORRECTO |
| | | 1 | 31 | 6 | CORRECTO |
| | | 1 | 33 | 7 | CORRECTO |
| | | 1 | 27 | 8 | DESCARTADO |
| | | 1 | 30 | 9 | CORRECTO |
| | | 1 | 36 | 10 | CORRECTO |
| | | 1 | 32 | 11 | CORRECTO |
| | | 1 | 35 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 34 ± 0.20 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 260 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría, realizado a la viga (V-01) del primer nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

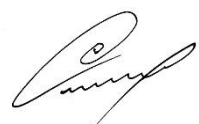



Tabla 44*Lectura del ensayo realizado a la viga (V-02) - primer nivel*

| ESCLEROMETRÍA VIGA V-02 - PRIMER NIVEL | | | | | |
|---|--------------------------------------|-------|-----------|--------------------|-------------|
| Fecha de ensayo | 29 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Montegrande | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 8 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 0 | | | | |
| | | | | # DE | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | REBOTE | OBSERVACIÓN |
| | | | | $\alpha = 0^\circ$ | |
| | | 1 | 36 | 1 | CORRECTO |
| | | 1 | 37 | 2 | CORRECTO |
| | | 1 | 30 | 3 | CORRECTO |
| | | 1 | 29 | 4 | CORRECTO |
| | | 1 | 33 | 5 | CORRECTO |
| VIGA | V-02 | 1 | 31 | 6 | CORRECTO |
| | | 1 | 37 | 7 | CORRECTO |
| | | 1 | 29 | 8 | CORRECTO |
| | | 1 | 27 | 9 | CORRECTO |
| | | 1 | 32 | 10 | CORRECTO |
| | | 1 | 30 | 11 | CORRECTO |
| | | 1 | 34 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 32 ± 0.21 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 238 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría, realizado a la viga (V-02) del primer nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

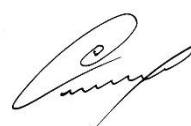



Tabla 45

Lectura del ensayo realizado a la viga (V-01) - segundo nivel

| ESCLEROMETRÍA VIGA V-01 - SEGUNDO NIVEL | | | | | |
|--|--------------------------------------|-------|-----------|--------------------|-------------|
| Fecha de ensayo | 29 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Montegrande | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 8 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 1 | | | | |
| | | | # DE | | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | REBOTE | OBSERVACIÓN |
| | | | | $\alpha = 0^\circ$ | |
| | | 2 | 29 | 1 | CORRECTO |
| | | 2 | 32 | 2 | CORRECTO |
| | | 2 | 30 | 3 | CORRECTO |
| | | 2 | 27 | 4 | CORRECTO |
| | | 2 | 26 | 5 | CORRECTO |
| VIGA | V-01 | 2 | 34 | 6 | CORRECTO |
| | | 2 | 31 | 7 | CORRECTO |
| | | 2 | 30 | 8 | CORRECTO |
| | | 2 | 27 | 9 | CORRECTO |
| | | 2 | 30 | 10 | CORRECTO |
| | | 2 | 37 | 11 | DESCARTADO |
| | | 2 | 29 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 30 ± 0.22 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 210 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría, realizado a la viga (V-01) del segundo nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

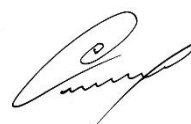



Tabla 46*Lectura del ensayo realizado a la viga (V-02) - segundo nivel*

| ESCLEROMETRÍA VIGA V-02 - SEGUNDO NIVEL | | | | | |
|--|--------------------------------------|-------|-----------|--------|-------------|
| Fecha de ensayo | 29 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Montegrande | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 8 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 0 | | | | |
| | | | # DE | | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | REBOTE | OBSERVACIÓN |
| $\alpha = 0^\circ$ | | | | | |
| | | 2 | 33 | 1 | CORRECTO |
| | | 2 | 34 | 2 | CORRECTO |
| | | 2 | 29 | 3 | CORRECTO |
| | | 2 | 32 | 4 | CORRECTO |
| | | 2 | 30 | 5 | CORRECTO |
| VIGA | V-02 | 2 | 31 | 6 | CORRECTO |
| | | 2 | 31 | 7 | CORRECTO |
| | | 2 | 33 | 8 | CORRECTO |
| | | 2 | 28 | 9 | CORRECTO |
| | | 2 | 35 | 10 | CORRECTO |
| | | 2 | 33 | 11 | CORRECTO |
| | | 2 | 26 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 31 ± 0.22 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 220 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría, realizado a la viga (V-02) del segundo nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

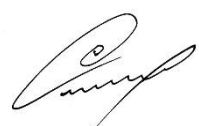



Tabla 47*Lectura del ensayo realizado a la viga (V-01) - tercer nivel*

| ESCLEROMETRÍA VIGA V-01 - TERCER NIVEL | | | | | |
|---|--------------------------------------|-------|-----------|--------------------|-------------|
| Fecha de ensayo | 29 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Montegrande | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 8 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 0 | | | | |
| | | | | # DE | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | REBOTE | OBSERVACIÓN |
| | | | | $\alpha = 0^\circ$ | |
| | | 3 | 32 | 1 | CORRECTO |
| | | 3 | 34 | 2 | CORRECTO |
| | | 3 | 29 | 3 | CORRECTO |
| | | 3 | 31 | 4 | CORRECTO |
| | | 3 | 35 | 5 | CORRECTO |
| VIGA | V-01 | 3 | 33 | 6 | CORRECTO |
| | | 3 | 36 | 7 | CORRECTO |
| | | 3 | 30 | 8 | CORRECTO |
| | | 3 | 30 | 9 | CORRECTO |
| | | 3 | 29 | 10 | CORRECTO |
| | | 3 | 31 | 11 | CORRECTO |
| | | 3 | 29 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 32 ± 0.21 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 238 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría, realizado a la viga (V-01) del tercer nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

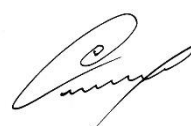



Tabla 48*Lectura del ensayo realizado a la viga (V-02) - tercer nivel*

| ESCLEROMETRÍA VIGA V-02 - TERCER NIVEL | | | | | |
|---|--------------------------------------|-------|-----------|--------------------|-------------|
| Fecha de ensayo | 29 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Montegrande | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 8 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 1 | | | | |
| | | | | # DE | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | REBOTE | OBSERVACIÓN |
| | | | | $\alpha = 0^\circ$ | |
| | | 3 | 29 | 1 | CORRECTO |
| | | 3 | 34 | 2 | CORRECTO |
| | | 3 | 39 | 3 | DESCARTADO |
| | | 3 | 28 | 4 | CORRECTO |
| | | 3 | 27 | 5 | CORRECTO |
| VIGA | V-02 | 3 | 31 | 6 | CORRECTO |
| | | 3 | 29 | 7 | CORRECTO |
| | | 3 | 30 | 8 | CORRECTO |
| | | 3 | 33 | 9 | CORRECTO |
| | | 3 | 29 | 10 | CORRECTO |
| | | 3 | 35 | 11 | CORRECTO |
| | | 3 | 30 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 31 ± 0.22 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 220 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría, realizado a la viga (V-02) del tercer nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

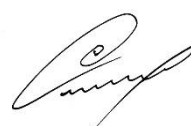



Tabla 49*Lectura del ensayo realizado a la viga (V-01) - cuarto nivel*

| ESCLEROMETRÍA VIGA V-01 - CUARTO NIVEL | | | | | |
|---|--------------------------------------|-------|-----------|--------------------|-------------|
| Fecha de ensayo | 29 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Montegrande | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 8 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 0 | | | | |
| | | | | # DE | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | REBOTE | OBSERVACIÓN |
| | | | | $\alpha = 0^\circ$ | |
| | | 4 | 30 | 1 | CORRECTO |
| | | 4 | 33 | 2 | CORRECTO |
| | | 4 | 28 | 3 | CORRECTO |
| | | 4 | 26 | 4 | CORRECTO |
| | | 4 | 32 | 5 | CORRECTO |
| VIGA | V-01 | 4 | 29 | 6 | CORRECTO |
| | | 4 | 26 | 7 | CORRECTO |
| | | 4 | 30 | 8 | CORRECTO |
| | | 4 | 27 | 9 | CORRECTO |
| | | 4 | 34 | 10 | CORRECTO |
| | | 4 | 31 | 11 | CORRECTO |
| | | 4 | 32 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 30 ± 0.22 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 210 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría, realizado a la viga (V-01) del cuarto nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

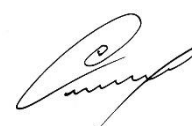



Tabla 50*Lectura del ensayo realizado a la viga (V-02) - cuarto nivel*

| ESCLEROMETRÍA VIGA V-02 - CUARTO NIVEL | | | | | |
|---|--------------------------------------|-------|-----------|--------|-------------|
| Fecha de ensayo | 29 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Montegrande | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 8 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 2 | | | | |
| | | | # DE | | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | REBOTE | OBSERVACIÓN |
| $\alpha = 0^\circ$ | | | | | |
| VIGA | V-02 | 4 | 30 | 1 | CORRECTO |
| | | 4 | 29 | 2 | CORRECTO |
| | | 4 | 38 | 3 | DESCARTADO |
| | | 4 | 32 | 4 | CORRECTO |
| | | 4 | 34 | 5 | CORRECTO |
| | | 4 | 29 | 6 | CORRECTO |
| | | 4 | 27 | 7 | CORRECTO |
| | | 4 | 31 | 8 | CORRECTO |
| | | 4 | 39 | 9 | DESCARTADO |
| | | 4 | 30 | 10 | CORRECTO |
| | | 4 | 29 | 11 | CORRECTO |
| | | 4 | 27 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 31 ± 0.22 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 220 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría, realizado a la viga (V-02) del cuarto nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

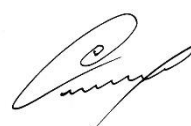



Tabla 51*Lectura del ensayo realizado a la viga (V-01) - quinto nivel*

| ESCLEROMETRÍA VIGA V-01 - QUINTO NIVEL | | | | | |
|---|--------------------------------------|-------|-----------|--------------------|-------------|
| Fecha de ensayo | 29 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Montegrande | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 8 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 1 | | | | |
| | | | | # DE | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | REBOTE | OBSERVACIÓN |
| | | | | $\alpha = 0^\circ$ | |
| | | 5 | 32 | 1 | CORRECTO |
| | | 5 | 30 | 2 | CORRECTO |
| | | 5 | 26 | 3 | CORRECTO |
| | | 5 | 30 | 4 | CORRECTO |
| | | 5 | 31 | 5 | CORRECTO |
| VIGA | V-01 | 5 | 34 | 6 | CORRECTO |
| | | 5 | 27 | 7 | CORRECTO |
| | | 5 | 31 | 8 | CORRECTO |
| | | 5 | 29 | 9 | CORRECTO |
| | | 5 | 37 | 10 | DESCARTADO |
| | | 5 | 27 | 11 | CORRECTO |
| | | 5 | 30 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 30 ± 0.22 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 210 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría, realizado a la viga (V-01) del quinto nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

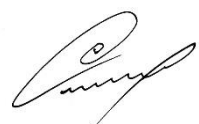
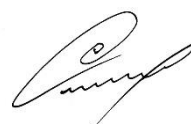



Tabla 52

Lectura del ensayo realizado a la viga (V-02) - quinto nivel

| ESCLEROMETRÍA VIGA V-02 - QUINTO NIVEL | | | | | |
|---|--------------------------------------|-------|-----------|--------------------|-------------|
| Fecha de ensayo | 29 septiembre del 2021 | | | | |
| Equipo utilizado | Esclerómetro ZHEJIANG | | | | |
| Material del elemento | Concreto Armado | | | | |
| Lugar | Vivienda multifamiliar - Montegrande | | | | |
| Responsable | Franklin A. Torres Calvay | | | | |
| Área | 20cm X 15cm | | | | |
| Edad del material | 8 años | | | | |
| Resistencia del material (valor mínimo) | 210 kg/cm ² | | | | |
| Datos descartados | 0 | | | | |
| | | | # DE | | |
| ELEMENTO | CÓDIGO | NIVEL | LECTURA | REBOTE | OBSERVACIÓN |
| | | | | $\alpha = 0^\circ$ | |
| | | 5 | 27 | 1 | CORRECTO |
| | | 5 | 31 | 2 | CORRECTO |
| | | 5 | 29 | 3 | CORRECTO |
| | | 5 | 28 | 4 | CORRECTO |
| | | 5 | 33 | 5 | CORRECTO |
| VIGA | V-02 | 5 | 32 | 6 | CORRECTO |
| | | 5 | 30 | 7 | CORRECTO |
| | | 5 | 28 | 8 | CORRECTO |
| | | 5 | 25 | 9 | CORRECTO |
| | | 5 | 31 | 10 | CORRECTO |
| | | 5 | 35 | 11 | CORRECTO |
| | | 5 | 32 | 12 | CORRECTO |
| PROMEDIO | | | 30 ± 0.22 | | |
| DUREZA (kg/cm ²) | | | 210 | | |

Nota. La tabla muestra los resultados del ensayo de esclerometría, realizado a la viga (V-02) del quinto nivel, con un ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$. Fuente: Elaboración propia.

4.3.3. Resumen de los Resultados Obtenidos del Ensayo de Esclerometría

4.3.3.1. Sistema Aporticado

Tabla 53

Resultados obtenidos del ensayo (sistema aporticado)

| ELEMENTO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (f'c) | | | | | |
|---------------------------------|--|---------|---------|---------|---------|---------------|
| | Nivel 1 | Nivel 2 | Nivel 3 | Nivel 4 | Nivel 5 | PROMEDIO |
| C-01 | 220 | 210 | 210 | 190 | 190 | 204.00 |
| C-02 | 190 | 190 | 238 | 220 | 220 | 211.60 |
| V-01 | 210 | 210 | 220 | 190 | 238 | 213.60 |
| V-02 | 220 | 190 | 238 | 220 | 210 | 215.60 |
| PROMEDIO TOTAL (kg/cm2): | | | | | | 211.20 |

Fuente: Elaboración propia.

Del ensayo realizado, se obtuvo una resistencia final de 211.20 kg/cm², valor que encuentra dentro del marco normativo.

4.3.3.2. Muros Portantes

Tabla 54

Resultados obtenidos del ensayo (muros portantes)

| ELEMENTO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (f'c) | | | | | |
|---------------------------------|--|---------|---------|---------|---------|---------------|
| | Nivel 1 | Nivel 2 | Nivel 3 | Nivel 4 | Nivel 5 | PROMEDIO |
| C-01 | 280 | 220 | 220 | 220 | 190 | 226.00 |
| C-02 | 260 | 238 | 210 | 210 | 210 | 225.60 |
| V-01 | 260 | 210 | 238 | 210 | 210 | 225.60 |
| V-02 | 238 | 220 | 220 | 220 | 210 | 219.60 |
| PROMEDIO TOTAL (kg/cm2): | | | | | | 224.20 |

Fuente: Elaboración propia.

Del ensayo realizado, se obtuvo una resistencia final de 224.20 kg/cm², valor que encuentra dentro del marco normativo.

4.4. Registrar los Desplazamientos Laterales

Se obtuvo los desplazamientos laterales de acuerdo a la normativa vigente para el sistema estructural aporticado y muros portantes.

4.4.1. Sistema Aporticado

El cálculo de los desplazamientos laterales se realizó, bajo los parámetros de la Norma Técnica E.030, considerando multiplicar por 0.75R los resultados obtenidos de análisis elástico lineal y un valor límite de 0.007 para el control de distorsiones de entrepiso.

Tabla 55

Desplazamientos laterales en dirección X-X (sistema aporticado)

| TABLE: Story Max Over Avg Displacements | | | | | | |
|--|-------------|-------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------|
| Story | Output Case | Case Type | Step Type | Direction | Max. Des. Elast. (m) | Max. Des. Inelast. (m) |
| LA_TECHO | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.00974 | 0.05844 |
| LA_PISO4 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.008749 | 0.052494 |
| LA_PISO3 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.00709 | 0.04254 |
| LA_PISO2 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.004902 | 0.029412 |
| LA_PISO1 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.002383 | 0.014298 |

Fuente: Elaboración propia, (ETABS V 20.0.0).

Tabla 56

Desplazamientos laterales en dirección Y-Y (sistema aporticado)

| TABLE: Story Max Over Avg Displacements | | | | | | |
|--|-------------|-------------|-----------|-----------|----------------------|------------------------|
| Story | Output Case | Case Type | Step Type | Direction | Max. Dis. Elast. (m) | Max. Dis. Inelast. (m) |
| LA_TECHO | SYDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.018144 | 0.108864 |
| LA_PISO4 | SYDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.016376 | 0.098256 |
| LA_PISO3 | SYDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.013318 | 0.079908 |
| LA_PISO2 | SYDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.009192 | 0.055152 |
| LA_PISO1 | SYDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.004408 | 0.026448 |

Fuente: Elaboración propia, (ETABS V 20.0.0).

Tabla 57*Derivas de piso en dirección X-X (sistema aporticado)*

| TABLE: Story Drifts | | | | |
|----------------------------|--------------------|------------------|------------------|-----------------------|
| Story | Output Case | Step Type | Direction | Drift (Elast.) |
| LA_TECNO | SXDIN | Max | X | 0.000340 |
| LA_PISO4 | SXDIN | Max | X | 0.000566 |
| LA_PISO3 | SXDIN | Max | X | 0.000742 |
| LA_PISO2 | SXDIN | Max | X | 0.000849 |
| LA_PISO1 | SXDIN | Max | X | 0.000722 |

Fuente: Elaboración propia, (ETABS V 20.0.0).

Tabla 58*Máxima deriva de piso en dirección X-X (sistema aporticado)*

| MÁXIMA DERIVA DE PISO | | | | | | |
|------------------------------|-----------------------|--------------|----------|--------------------------|---|--------------------|
| Piso | Drift (Elast.) | Coef. | R | Drift. (Inelast.) | Lím. (Δ_i/hei) | Observación |
| LA_TECNO | 0.00034 | 0.75 | 8 | 0.00204 | 0.007 | CUMPLE |
| LA_PISO4 | 0.000566 | 0.75 | 8 | 0.003396 | 0.007 | CUMPLE |
| LA_PISO3 | 0.000742 | 0.75 | 8 | 0.004452 | 0.007 | CUMPLE |
| LA_PISO2 | 0.000849 | 0.75 | 8 | 0.005094 | 0.007 | CUMPLE |
| LA_PISO1 | 0.000722 | 0.75 | 8 | 0.004332 | 0.007 | CUMPLE |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 59*Derivas de piso en dirección Y-Y (sistema aporticado)*

| TABLE: Story Drifts | | | | |
|----------------------------|--------------------|------------------|------------------|--------------|
| Story | Output Case | Step Type | Direction | Drift |
| LA_TECNO | SYDIN | Max | Y | 0.000607 |
| LA_PISO4 | SYDIN | Max | Y | 0.001039 |
| LA_PISO3 | SYDIN | Max | Y | 0.001386 |
| LA_PISO2 | SYDIN | Max | Y | 0.001597 |
| LA_PISO1 | SYDIN | Max | Y | 0.001336 |

Fuente. Elaboración propia, (ETABS V20.0.0)

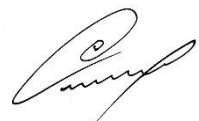



Tabla 60*Máxima deriva de piso en dirección Y-Y (sistema aporticado)*

| MÁXIMA DERIVA DE PISO | | | | | | |
|------------------------------|-----------------------|--------------|----------|--------------------------|---|--------------------|
| Piso | Drift (Elast.) | Coef. | R | Drift. (Inelast.) | Lím. (Δ_i/hei) | Observación |
| LA_TECHO | 0.000607 | 0.75 | 8 | 0.003642 | 0.007 | CUMPLE |
| LA_PISO4 | 0.001039 | 0.75 | 8 | 0.006234 | 0.007 | CUMPLE |
| LA_PISO3 | 0.001386 | 0.75 | 8 | 0.008316 | 0.007 | NO CUMPLE |
| LA_PISO2 | 0.001597 | 0.75 | 8 | 0.009582 | 0.007 | NO CUMPLE |
| LA_PISO1 | 0.001336 | 0.75 | 8 | 0.008016 | 0.007 | NO CUMPLE |

Fuente: Elaboración propia.

4.4.2. Muros Portantes

El cálculo de los desplazamientos laterales con la participación de muros portantes, se realizó bajo los parámetros de la Norma Técnica E.030 y la Norma Técnica E.070, considerando multiplicar por 0.75R los resultados obtenidos de análisis elástico lineal y un valor límite de 0.005 para el control de distorsiones de entrepiso.

Tabla 61*Desplazamientos laterales en dirección X-X (muros portantes)*

| TABLE: Story Max Over Avg Displacements | | | | | | |
|--|--------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Story | Output Case | Case Type | Step Type | Direction | Max. Des. Elast. (m) | Max. Des. Inelast. (m) |
| LA_TECHO | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.002142 | 0.009639 |
| LA_PISO4 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.001928 | 0.008676 |
| LA_PISO3 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.001576 | 0.007092 |
| LA_PISO2 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.001119 | 0.005036 |
| LA_PISO1 | SXDIN | LinRespSpec | Max | X | 0.000640 | 0.002880 |

Fuente: Elaboración propia, (ETABS V 20.0.0).

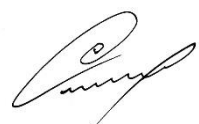



Tabla 62*Desplazamientos laterales en dirección Y-Y (muros portantes)*

| TABLE: Story Max Over Avg Displacements | | | | | | |
|--|--------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| Story | Output Case | Case Type | Step Type | Direction | Max. Dis. Elast. (m) | Max. Dis. Ineslast. (m) |
| LA_TECHO | SYDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.020192 | 0.090864 |
| LA_PISO4 | SYDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.018282 | 0.082269 |
| LA_PISO3 | SYDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.015079 | 0.0678555 |
| LA_PISO2 | SYDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.010807 | 0.0486315 |
| LA_PISO1 | SYDIN | LinRespSpec | Max | Y | 0.005856 | 0.026352 |

Fuente: Elaboración propia, (ETABS V 20.0.0).

Tabla 63*Derivas de piso en dirección X-X (muros portantes)*

| TABLE: Story Drifts | | | | |
|----------------------------|--------------------|------------------|------------------|--------------|
| Story | Output Case | Step Type | Direction | Drift |
| LA_TECHO | SXDIN | Max | X | 0.000078 |
| LA_PISO4 | SXDIN | Max | X | 0.000128 |
| LA_PISO3 | SXDIN | Max | X | 0.000165 |
| LA_PISO2 | SXDIN | Max | X | 0.000182 |
| LA_PISO1 | SXDIN | Max | X | 0.000173 |

Fuente: Elaboración propia, (ETABS V 20.0.0).

Tabla 64*Máxima deriva de piso en dirección X-X (muros portantes)*

| MÁXIMA DERIVA DE PISO | | | | | | |
|------------------------------|-----------------------|--------------|----------|--------------------------|---|--------------------|
| Piso | Drift (Elast.) | Coef. | R | Drift. (Inelast.) | Lím. (Δ_i/hei) | Observación |
| LA_TECHO | 0.000078 | 0.75 | 6 | 0.000351 | 0.005 | CUMPLE |
| LA_PISO4 | 0.000128 | 0.75 | 6 | 0.000576 | 0.005 | CUMPLE |
| LA_PISO3 | 0.000165 | 0.75 | 6 | 0.000743 | 0.005 | CUMPLE |
| LA_PISO2 | 0.000182 | 0.75 | 6 | 0.000819 | 0.005 | CUMPLE |
| LA_PISO1 | 0.000173 | 0.75 | 6 | 0.000779 | 0.005 | CUMPLE |

Fuente: Elaboración propia.




Tabla 65*Derivas de piso en dirección Y-Y (muros portantes)*

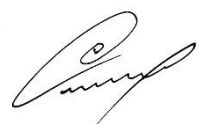
| TABLE: Story Drifts | | | | |
|----------------------------|--------------------|------------------|------------------|--------------|
| Story | Output Case | Step Type | Direction | Drift |
| LA_TECHO | SYDIN | Max | Y | 0.000715 |
| LA_PISO4 | SYDIN | Max | Y | 0.001195 |
| LA_PISO3 | SYDIN | Max | Y | 0.001579 |
| LA_PISO2 | SYDIN | Max | Y | 0.001819 |
| LA_PISO1 | SYDIN | Max | Y | 0.001583 |

Fuente. Elaboración propia, (ETABS V 20.0.0).

Tabla 66*Máxima deriva de piso en dirección Y-Y (muros portantes)*

| MÁXIMA DERIVA DE PISO | | | | | | |
|------------------------------|-----------------------|--------------|----------|--------------------------|---|--------------------|
| Piso | Drift (Elast.) | Coef. | R | Drift. (Inelast.) | Lím. (Δ_i/hei) | Observación |
| LA_TECHO | 0.000715 | 0.75 | 6 | 0.003218 | 0.005 | CUMPLE |
| LA_PISO4 | 0.001195 | 0.75 | 6 | 0.005378 | 0.005 | NO CUMPLE |
| LA_PISO3 | 0.001579 | 0.75 | 6 | 0.007106 | 0.005 | NO CUMPLE |
| LA_PISO2 | 0.001819 | 0.75 | 6 | 0.008186 | 0.005 | NO CUMPLE |
| LA_PISO1 | 0.001583 | 0.75 | 6 | 0.007124 | 0.005 | NO CUMPLE |

Fuente: Elaboración propia.

V. DISCUSIÓN

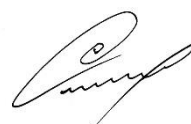
5.1. Comparativo en Ambas Estructuras

De los resultados de análisis se observa que los desplazamientos laterales en ambas estructuras son mayores en la dirección de análisis más corta, cuyo valor de máxima deriva de piso para el sistema aporticado en la dirección “X” alcanza el 72.77% respecto del máximo permitido y en la dirección “Y”, supera en 36.89%. Así mismo en estructuras de muros portantes el valor obtenido para la dirección “X” alcanza el 16.38% y en la dirección “Y”, supera en 63.72%, el máximo valor que establece la Norma Técnica E.030.

Las tablas 9 y 10 muestran un comparativo de los desplazamientos y derivas de piso para ambas estructuras, donde se observa que los valores obtenidos del sistema estructural aporticado son superiores a los de la estructura con muros portantes. Esto se corrobora con lo mencionado por Ladera (2019), donde indica que el sistema de pórticos es más flexible que el de muros portantes, ello debido al aporte de rigidez que brindan los muros a la estructura.

5.2. Parámetros Sismorresistentes

Las tablas 11 y 12, muestran los valores de los parámetros sismorresistentes, los cuales han sido registrados en base a la normativa vigente, los mismos que se han utilizado para realizar el análisis de ambos modelos, permitiendo conocer los desplazamientos laterales de cada estructura. La importancia de respetar estos parámetros alineados a la normativa vigente, se corrobora con el estudio de Valdivia (2019), donde menciona que el análisis sísmico aplicando la Norma Técnica E.030 2016, garantiza mejor comportamiento sísmico de una estructura en comparación con la Norma Técnica E.030 2006.



5.3. Ensayo de Esclerometría

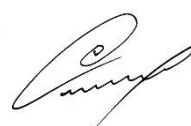
Las tablas 53 y 54, muestran los resultados del ensayo de esclerometría, con una resistencia del concreto de 211.20 kg/cm² para el sistema aporticado y 224.20 kg/cm² para muros portantes, mostrando valores que se encuentran por encima del mínimo valor que establece la norma para elementos estructurales.

Esto se corrobora con el estudio de zambrano (2017), donde menciona que los resultados provenientes del ensayo de esclerometría superan en 56.98% la resistencia de diseño.

5.4. Desplazamientos Laterales

Las tablas 55 y 56, muestran los resultados de los desplazamientos laterales para el sistema estructural aporticado, sobre los cuales al realizar el control de derivas (tablas 58 y 60), se obtuvo una máxima deriva de piso de 0.005094 en dirección “X” y de 0.009582 en dirección “Y”, no cumpliendo en la dirección “Y” con la Norma Técnica E.030, la cual establece un valor límite de 0.007 para las distorsiones de entrepiso en estructuras de concreto armado.

Las tablas 61 y 62, muestran los resultados de los desplazamientos laterales para muros portantes, sobre los cuales al realizar el control de derivas (tablas 64 y 66) se obtuvo un valor de máxima deriva de piso de 0.000819 en dirección “X” y de 0.008186 en dirección “Y”, no cumpliendo en la dirección “Y” con la Norma Técnica E.030 la cual establece un valor límite de 0.005 para las distorsiones de entrepiso en estructuras de albañilería confinada.



VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

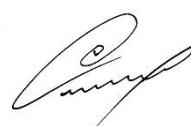
6.1. Conclusiones

El estudio mostró que la estructura conformada por pórticos presenta desplazamientos laterales superiores a los de la estructura compuesta por muros portantes, sin embargo, para ambos casos se supera los límites permisibles, reflejando una incorrecta estructuración.

Los parámetros sismorresistentes registrados de acuerdo a la normativa vigente E.030 2018, fueron similares para ambas estructuras, mostrando los siguientes valores: factor de zona ($Z = 2$), factor de uso ($U = 1.00$) y factor de suelo ($S = 1.20$).

La resistencia a la compresión del concreto, estimada por medio del ensayo de esclerometría, alcanzó un valor 211.20 kg/cm², para el sistema estructural aporticado, Así mismo para la estructura de muros portantes se obtuvo una resistencia de 224.20 kg/cm², valores que se encuentran dentro del marco normativo.

Los desplazamientos laterales en ambas estructuras, no cumplen con los lineamientos de la normativa vigente, obteniendo como resultados para el sistema estructural aporticado un valor de máxima deriva de piso de 0.005094 en dirección "X" y de 0.009582 en dirección "Y", excediendo este último en 36.89% el valor máximo permitido por la norma técnica E.030. por otro lado, para la estructura con muros portantes, se obtuvo un valor de máxima deriva de piso de 0.000819 en dirección "X" y de 0.008186 en dirección "Y", excediendo este último en 63.72% el límite permitido por la normativa vigente.



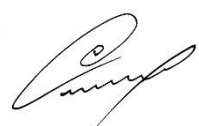
6.2. Recomendaciones

En estructuras diseñadas a base de un sistema aporticado se recomienda considerar la incorporación de placas, a fin de reducir los desplazamientos, evitando la presencia de elementos muy robustos, así mismo aislar la tabiquería de los elementos estructurales es fundamental, debido a que la interacción de estos elementos podría causar variación en la rigidez de la estructura, generando efectos diferidos a los de diseño.

En edificaciones diseñadas a base de muros portantes de albañilería, se recomienda tener en cuenta una adecuada distribución de muros, considerando que, para cumplir su función estructural estos deben tener continuidad vertical en todo el edificio. Así mismo, se debe tener en cuenta que la arquitectura de estas estructuras no puede ser variable en el tiempo.

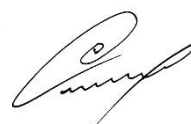
El ensayo de esclerometría se considera una buena alternativa para estimar la dureza del concreto, sin embargo, es sugerible confrontar sus resultados con otros ensayos a fin de evaluar el porcentaje de variabilidad.

Los desplazamientos laterales influyen significativamente en el diseño de una estructura, es por ello que se recomienda evaluar este parámetro bajo el marco normativo, a fin de evitar una mala orientación de los elementos estructurales, garantizando un adecuado comportamiento de las estructuras.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

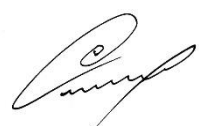
- Abad, D., & Guivar, N. (2019). *Comportamiento estructural sismorresistente mediante el análisis estático aplicando la nueva norma E-030-2018 en la I.E. Sagrado Corazón, Jaén 2019* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/221>
- Aguirre, R., & Zúñiga, A. (2019). *Análisis comparativo de los sistemas constructivos – aporticado y manoportable en la construcción de conjuntos habitacionales* [Tesis de Pregrado, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio Institucional. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/18896>
- Albornoz, T. (2020). *Estudio de la respuesta sísmica lineal y no lineal de un edificio de la ciudad de México ante el terremoto del 19 de septiembre del 2017* [Tesis de Pregrado, Universidad de Chile]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/176773>
- Cabrera, E. (2022). *Evaluación del comportamiento estructural con disipadores de energía de fluido viscoso del edificio de enfermería de la Universidad Nacional Autónoma de Chota* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. Repositorio Institucional. <http://hdl.handle.net/20.500.14142/280>
- Cachago, S. (2022). *Análisis de la influencia en el comportamiento estructural de las paredes portantes: steel framing, paneles emmedue y planchas de fibrocemento, en edificaciones de hormigón armado de 10 y 15 pisos ubicados en la ciudad de Quito* [Tesis de Pregrado, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio Institucional. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/27043>



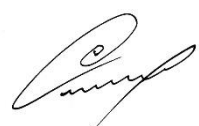
- Calla, H. (2020). *Análisis de los efectos de fuertes derivas sísmicas en edificios en las estrategias de diseño y comportamiento estructural* [Tesis de Maestría, Universidad Politécnica de Catalunya]. Repositorio Institucional. <http://hdl.handle.net/2117/341047>
- Contreras, A., & Pérez, R. (2021). *Estudio comparativo entre el sistema de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada en una edificación de 5 pisos, distrito de Los Olivos* [Tesis de Pregrado, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.14138/4752>
- Cruz, Y. (2022). *Comportamiento estructural de una vivienda de 4 niveles con la combinación del sistema de albañilería confinada y sistema aporticado* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/457>
- Díaz, C. (2022). *Comparación de la respuesta estructural de la I.E. Santa Rafaela María - Chota, considerando tres tipos de refuerzo estructura* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/5540>
- Fernández, J., & Corbella, R. (2017). *Morfología del Suelo*. Universidad Nacional de Tucumán.
- Fernández, R. (2022). *Evaluación del desempeño sismorresistente mediante el método no lineal estático pushover del edificio de ingeniería civil de la Universidad Nacional Autónoma Chota, 2018* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.14142/239>
- Gómez, Y. (2018). *Influencia de la rigidez lateral en el análisis y diseño sismorresistente de un edificio de concreto armado de 5 Pisos* [Tesis de Pregrado, Universidad Continental]. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/4936>



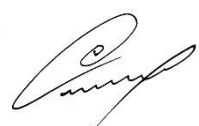
- Huaroc, F. (2021). *Control de desplazamientos laterales mediante el uso de amortiguadores de masa sintonizada – caso Edificio Surquillo en Lima en el 2018* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/7639>
- IGENMAI. (2023). *ETABS, Información General*. Recuperado el 14 de Febrero de 2023, de CSI spain: <https://www.csiespana.com/software/5/etabs#>
- INDECI. (2005). *PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN ANTE DESASTRES DE LA CIUDAD DE JAÉN* [Versión PDF]. http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_cajamarca/jaen/jaen.pdf
- Ladera, J. (2019). *Análisis y diseño estructural comparativo entre el sistema aporticado y albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en el barrio de San Carlos, distrito Huancayo 2017* [Tesis de Pregrado, Universidad Continental]. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/5168>
- Males, M., & Romero, H. (2022). *Comparación de respuestas estructurales de edificios de 10, 14 y 18 pisos, utilizando hormigón convencional y hormigones de alta resistencia en la ciudad de Quito* [Tesis de Pregrado, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio Institucional. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/26034>
- Merino, J., & Meza, L. (2022). *Evaluación del comportamiento sismorresistente de un edificio de concreto armado de 04 niveles empleando la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente ubicado en la urbanización Las Flores, Jaén – 2021* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/453>
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2006). *Norma Técnica E.070 Albañilería*. Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción. <https://drive.google.com/file/d/15N2ZQwZGegdoui4rrjTR6uq5blTu7uyv/view>



- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2018). *Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente*. Diario Oficial el Peruano. <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/anexo-de-rm-n-355-2018-vivienda-mediante-la-cual-se-modi-anexo-rm-n355-2018-vivienda-1720685-1>
- MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JAÉN. (2013). *Plan de Desarrollo Urbano Ciudad de Jaén 2013 - 2025* [versión pdf]. <https://munijaen.gob.pe/documentos/proyecto1/RESUMEN%20EJECUTIVO.pdf>
- NTG 41017 h11. (2013). *Método de ensayo. Determinación del número de rebote en concreto endurecido* [Versión PDF]. COGUANOR. https://conred.gob.gt/normas/NRD3/2_concreto/norma_coguanor_ntg_41017_h11_astm_c805.pdf
- Olano, S. (2019). *Desplazamientos laterales asumiendo componentes no estructurales en los módulos de la I.E. N° 16036 Alfonso Arana Vidal-San Miguel de Las Naranjas, Jaén* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/256>
- PCE Instruments. (2022). *PCE. PCE Instruments*: https://www.pce-instruments.com/peru/instrumento-medida/medidor/comprobador-de-hormig_n-escler_metro-pce-instruments-escler_metro-pce-ht-75-det_5933062.htm
- Ramos, J. (2018). *Evaluación estructural del bloque A1 de la "I.E. Emblemática Jaén de Bracamoros", provincia de Jaén - Cajamarca* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/1993>
- Román, I. (2019). *Riesgo sísmico del comedor universitario de la Universidad Nacional de Cajamarca* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/3204>



- Sánchez, N., & Vásquez, S. (2019). *Influencia de los factores de rigidez efectiva en el análisis sismorresistente de un edificio de concreto armado, en la ciudad de Trujillo* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio Institucional. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/13417>
- Servicio Geológico Mexicano. (02 de Octubre de 2017). *SISMOS: Causas características e impactos*. GOBIERNO DE MÉXICO. Consultado el 18 de mayo de 2022. <https://www.gob.mx/sgm/es/articulos/sismos-causas-caracteristicas-e-impactos?idiom=es#:~:text=Aunque%20la%20interacci%C3%B3n%20entre%20Placas,zona%20de%20concentraci%C3%B3n%20del%20esfuerzo.>
- Tarback, E., & Lutgens, F. (2005). *Ciencias de la Tierra*. (8. Edición, Ed.) Pearson Educación.
- Valdivia, J. (2019). *Análisis comparativo del diseño estructural de una edificación de tres niveles de estructura irregular según las normas de sismorresistencia E.030-2006 y la E.030-2016, en la ciudad de Cajamarca* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/3351>
- Zambrano, K. (2017). *Comparación de los ensayos de diamantina y esclerometría de la pavimentación de los jirones Japón, Portugal y Brasil - Cajamarca* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/1003>



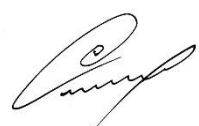
AGRADECIMIENTO

A Dios por la vida, la salud y las fuerzas brindadas para alcanzar un objetivo más.

A mis padres, Uber Torres y Marleny Calvay, por los valores inculcados y el apoyo incondicional brindado durante mi formación profesional.

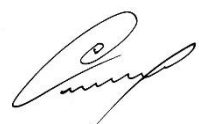
Al Ingeniero Billy Alexis Cayatopa Calderón, por la asesoría, durante el desarrollo de la presente investigación.

A mis amigos quienes me brindaron su apoyo, para hacer efectiva esta investigación.

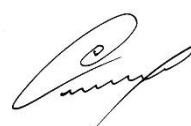


DEDICATORIA

A los seres más queridos, mis padres, quienes me incentivaron a seguir una carrera profesional, brindándome apoyo incondicional en todo momento, permitiendo mi formación desde pequeño como una persona de bien, inculcándome los valores y la disciplina de estudiar.



ANEXOS

A handwritten signature in black ink, appearing to be a stylized name with a large initial letter.A handwritten signature in black ink, written in a cursive style.

**ANEXO 1. PANEL FOTOGRÁFICO DE
MEDIDAS EN CAMPO**

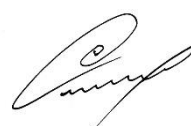


Figura 26

Medida en planta (sistema aporcionado)



Figura 27

Medida de la altura de entrepiso (sistema aporcionado)



Figura 28

Medida de vanos (sistema aporticado)



Figura 29

Medida de pozos de iluminación (sistema aporticado)



Figura 30

Dimensión de columnas (sistema aporticado)



Figura 31

Dimensión de vigas (sistema aporticado)



Figura 32

Medida en planta (muros portantes)



Figura 33

Medida de la altura de entrepiso (muros portantes)



Figura 34

Dimensión de columnas (muros portantes)



Figura 35

Dimensión de vigas (muros portantes)



**ANEXO 2. PANEL FOTOGRÁFICO DEL
ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA**

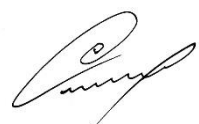


Figura 36

Ensayo en columnas (sistema aporticado)



Figura 37

Ensayo en vigas (sistema aporticado)



Figura 38

Ensayo en columnas (muros portantes)



Figura 39

Ensayo en vigas (muros portantes)



Figura 40

Certificado de calibración de esclerómetro



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA
RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Dureza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PTC - LD - 023 - 2020

Página 1 de 3

| | | |
|-----------------------------------|--|--|
| 1. Expediente | 023-2020 | |
| 2. Solicitante | GROUP JHAC S.A.C | <p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aqui declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p> |
| 3. Dirección | CAL. LA COLINA 381 - JAEN - CAJAMARCA | |
| 4. Instrumento de medición | MARTILLO PARA PRUEBA DE CONCRETO ESCLERÓMETRO | |
| Marca | ZHEJIANG | |
| Modelo | ZC3-A | |
| Número de Serie | 509 | |
| Alcance de Indicación | 100 Número de Rebote | |
| Div. Escala / Resolución | 1 Número de Rebote | |
| Identificación | NO INDICA | |
| Tipo | ANALÓGICO | |
| 5. Fecha de Calibración | 2020-12-17 | |

| | | |
|-------------------------|---|---|
| Fecha de Emisión | Jefe de Laboratorio de Metrología | Sello |
| 2020-12-18 |  MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES |  |

📞 913028621 - 913028622
913028623 - 913028624
📧 ventas@perutest.com.pe

📍 Jr. La Madrid S/N Mz D lote 25 urb Los Olivos
San Martín de Porres - Lima
SUCURSAL: Sinchi Roca 1320-la Victoria - Chiclayo



ANEXO 3. PLANOS

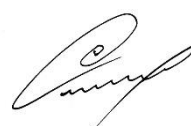
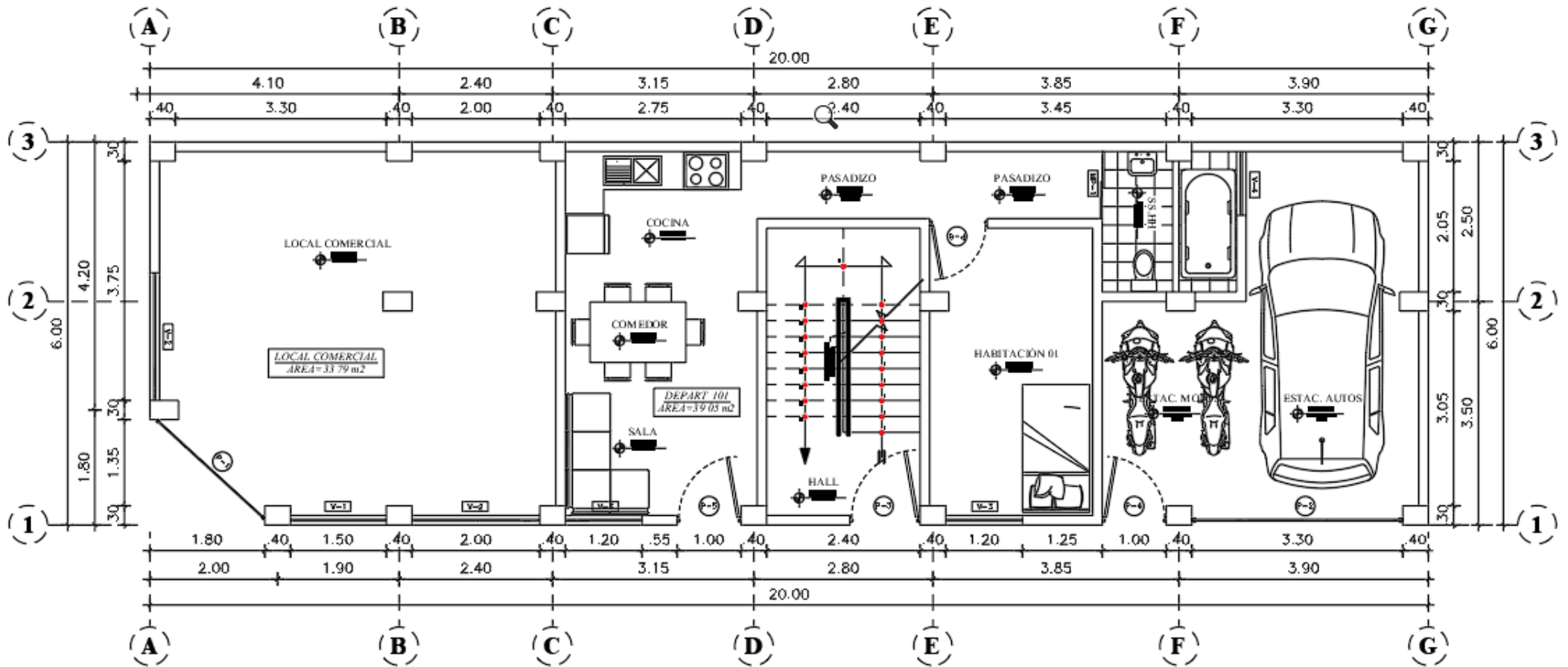
A handwritten signature in black ink, appearing to be a stylized name or set of initials.A handwritten signature in black ink, appearing to be a stylized name or set of initials.

Figura 41

Arquitectura - Planta 1er nivel (sistema aporricado)

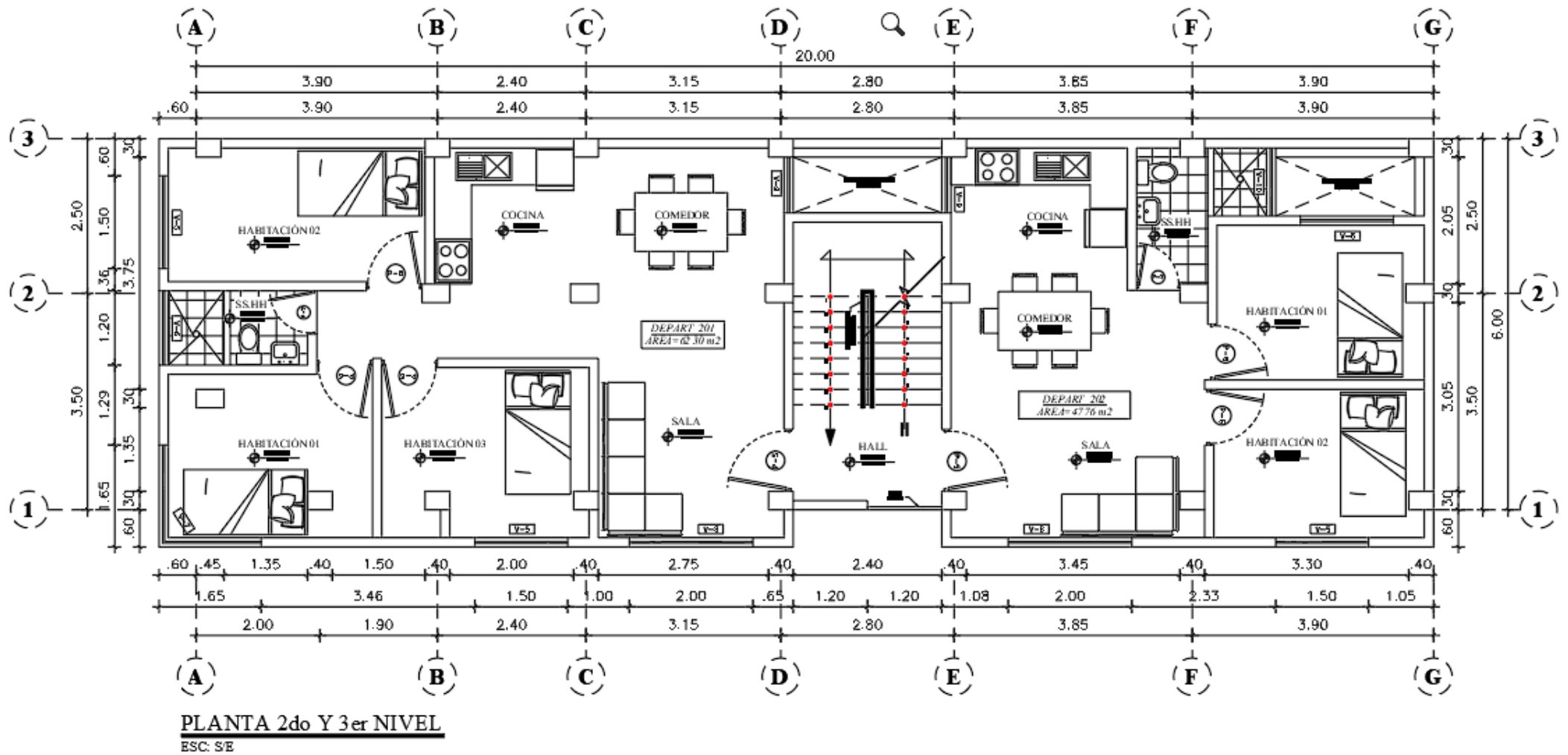


PLANTA PRIMER NIVEL
ESC. SE

Nota. La imagen muestra los planos en planta del 1er nivel, respecto a la estructura existente de pórticos, los cuales fueron elaborados en base al levantamiento de datos en campo. Elaboración propia utilizando el software AutoCAD.

Figura 42

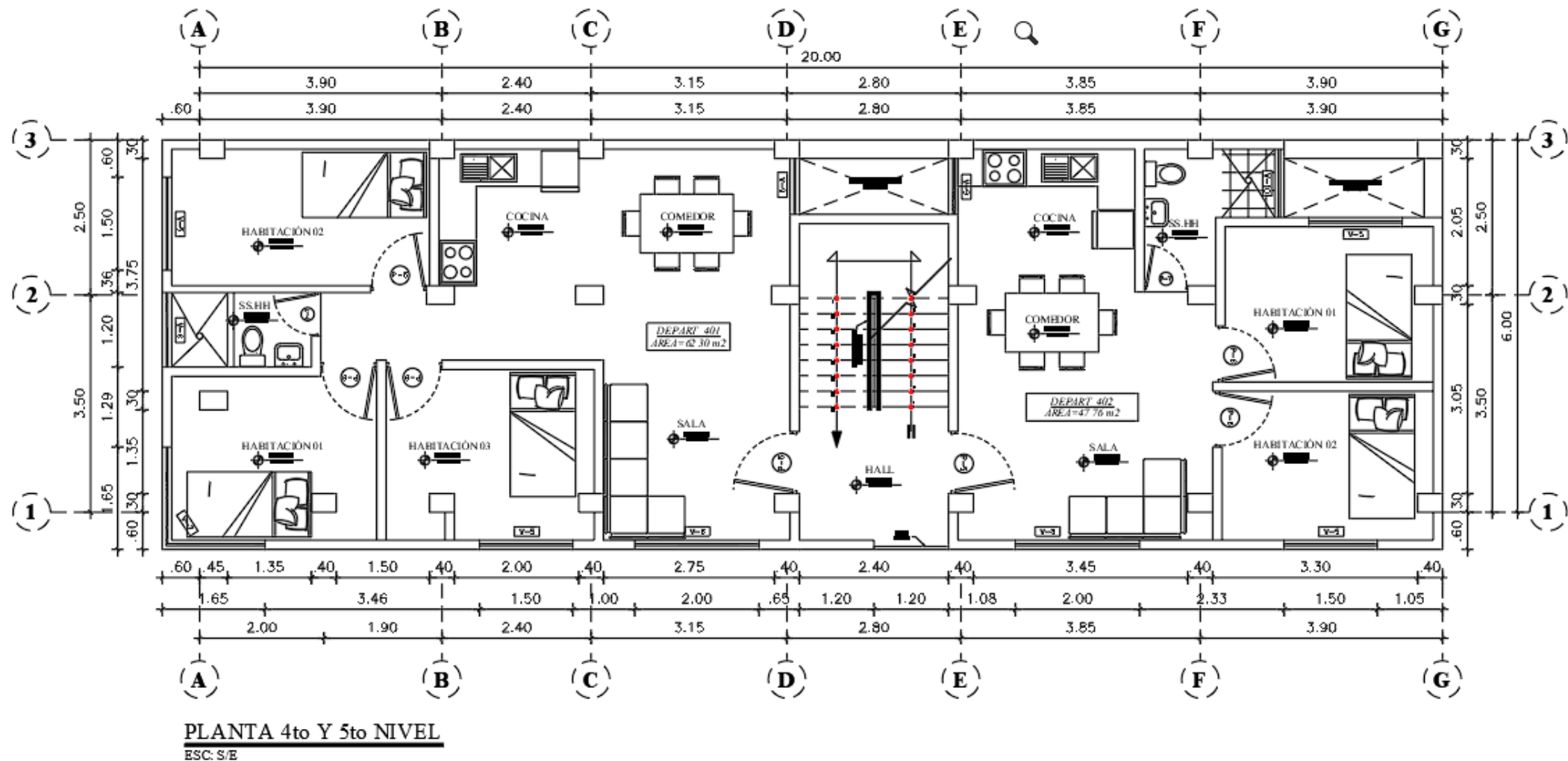
Arquitectura - Planta 2do y 3er nivel (sistema aporticado)



Nota. La imagen muestra los planos en planta del 2do y 3er nivel, respecto a la estructura existente de pórticos, los cuales fueron elaborados en base al levantamiento de datos en campo. Elaboración propia utilizando el software AutoCAD.

Figura 43

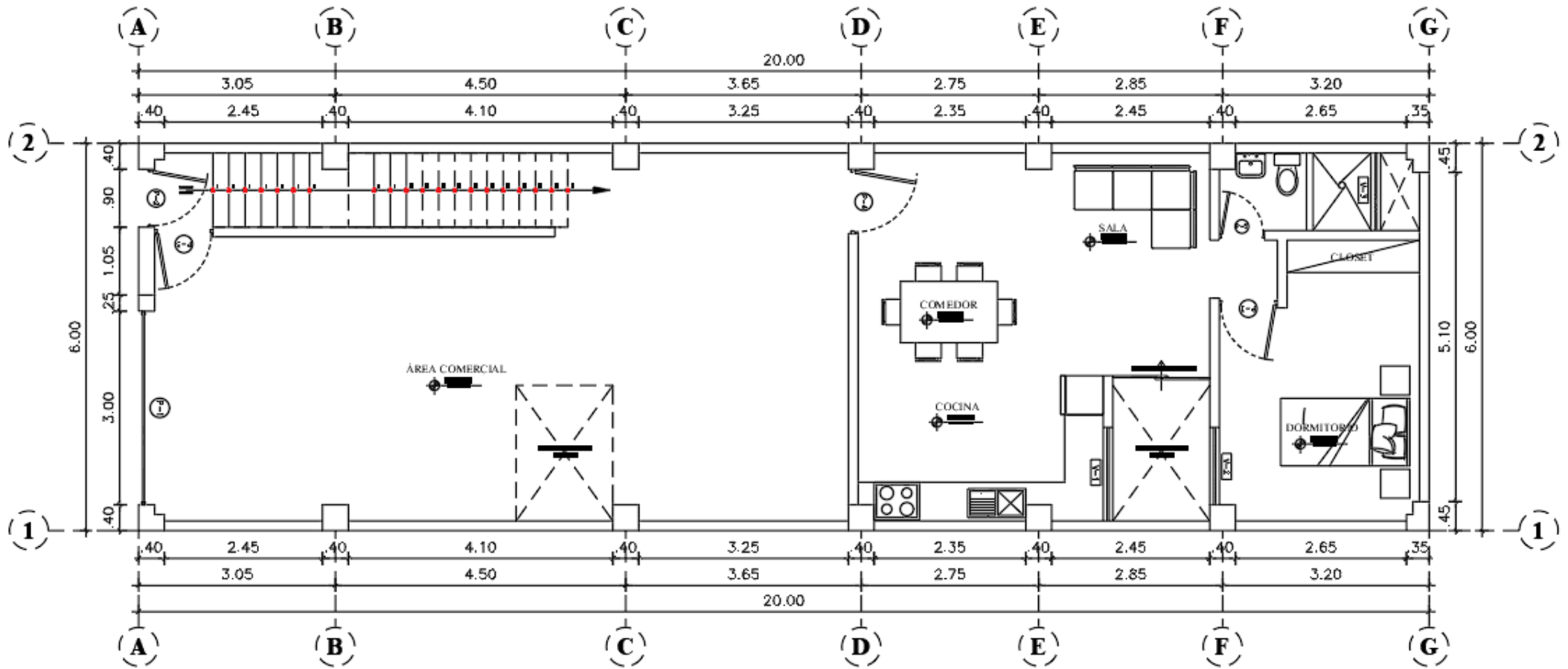
Arquitectura - Planta 4to y 5to nivel (sistema aporcado)



Nota. La imagen muestra los planos en planta del 4to y 5to nivel, respecto a la estructura existente de pórticos, los cuales fueron elaborados en base al levantamiento de datos en campo. Elaboración propia utilizando el software AutoCAD.

Figura 44

Arquitectura - Planta 1er nivel (muros portantes)

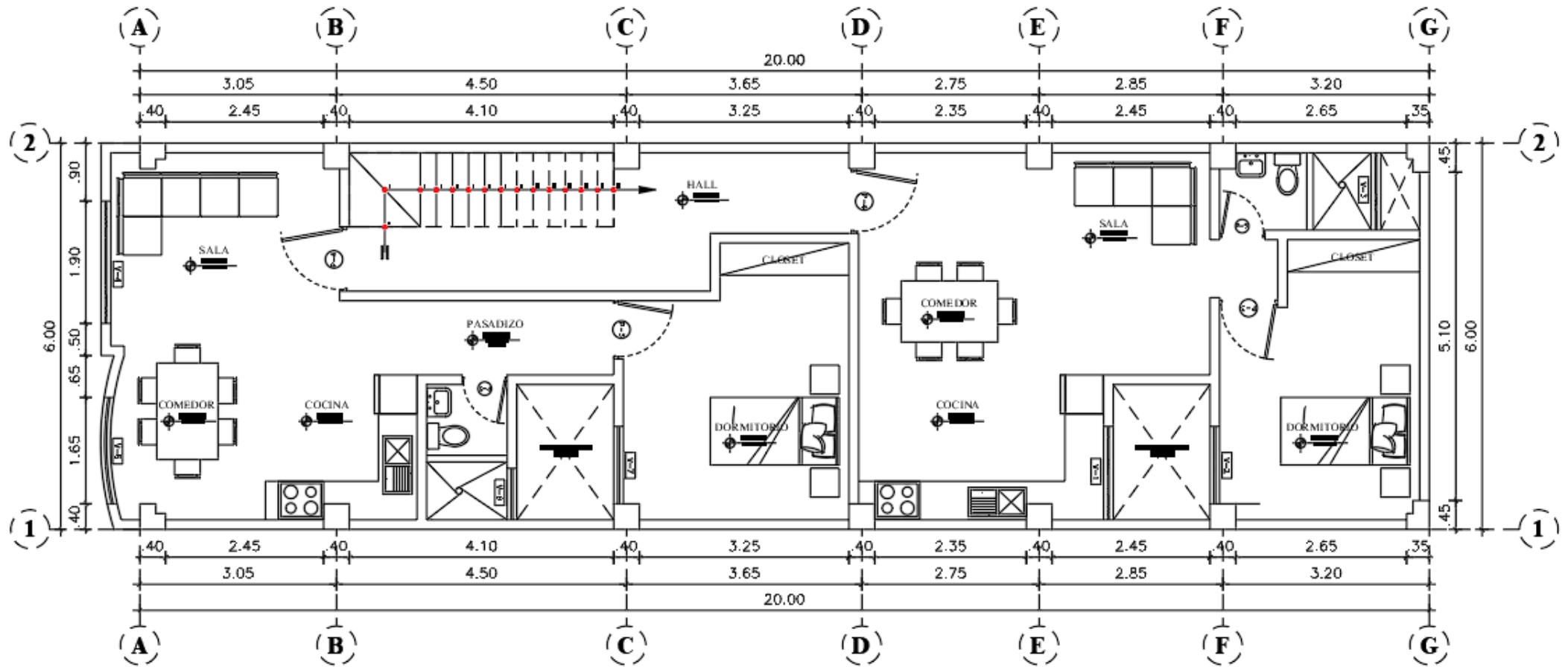


PLANTA PRIMER NIVEL
ESC: SE

Nota. La imagen muestra los planos en planta del 1er nivel, respecto a la estructura existente de muros portantes, los cuales fueron elaborados en base al levantamiento de datos en campo. Elaboración propia utilizando el software AutoCAD.

Figura 45

Arquitectura - Planta 2do, 3er, 4to y 5to nivel (muros portantes)

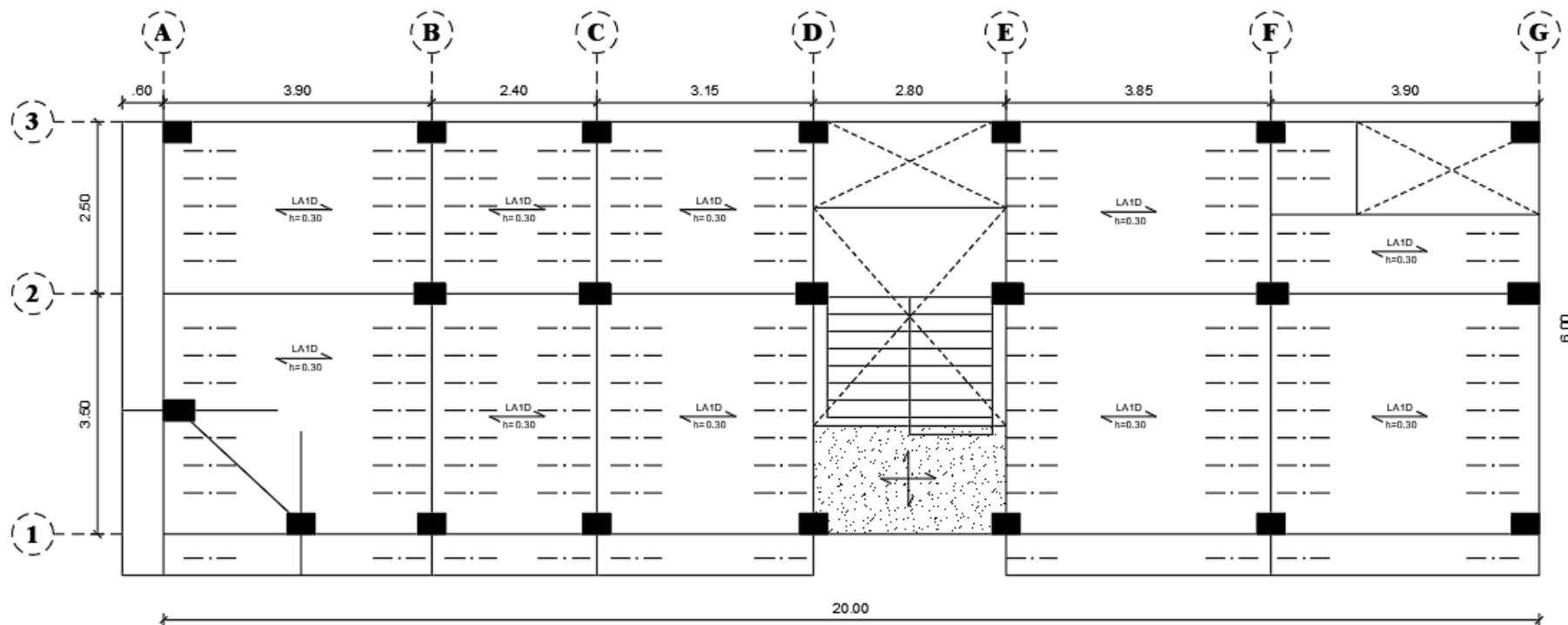


PLANTA 2do, 3er, 4to y 5to NIVEL
ESC: S/E

Nota. La imagen muestra los planos en planta del 2do, 3er, 4to y 5to nivel, respecto a la estructura existente de muros portantes, los cuales fueron elaborados en base al levantamiento de datos en campo. Elaboración propia utilizando el software AutoCAD.

Figura 46

Estructuras - Entrepiso del 1er nivel (sistema aporticado)



PLANTA ENTREPISO (H=3.30 m): PRIMER NIVEL

S/C: 200 kg/m²

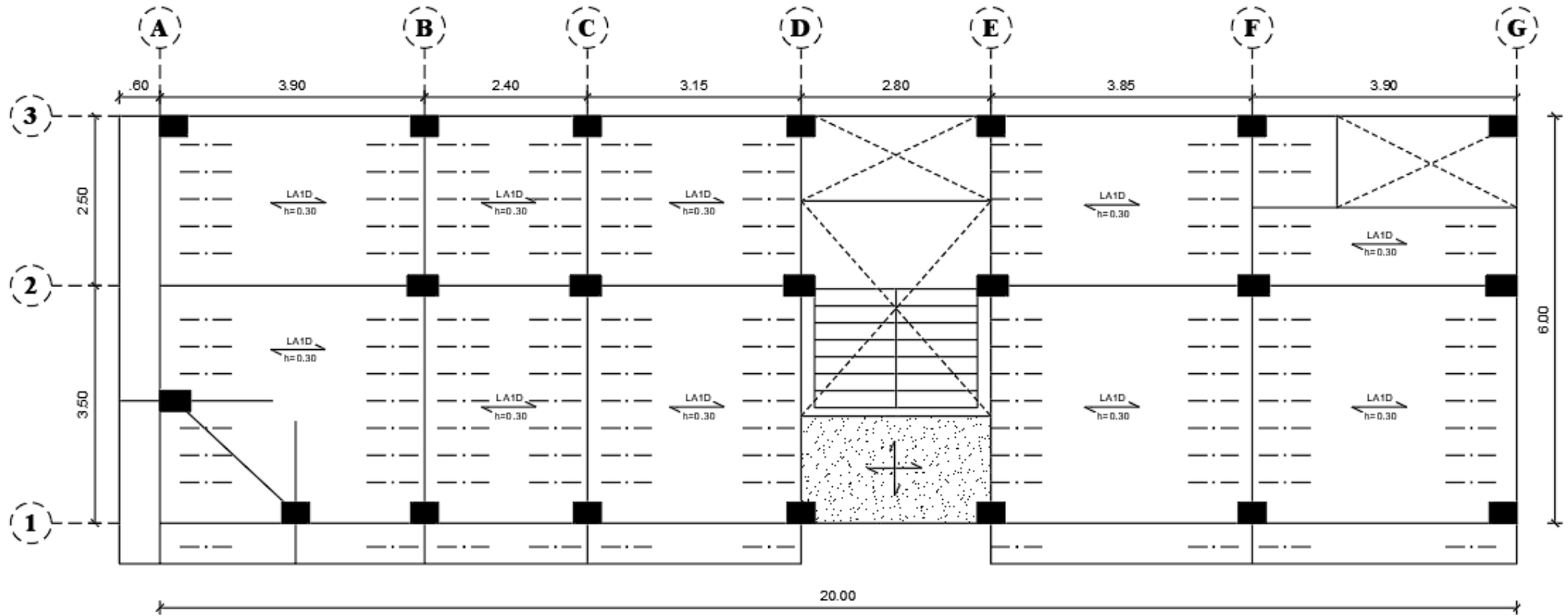
ESC: S/E

Nota. La imagen muestra la planta y altura de entrepiso del 1er nivel, para el modelo aporticado, así como la dirección de la losa y sobrecargas con las que se trabajó en el software ETABS.

Elaboración propia utilizando el software AutoCAD.

Figura 47

Estructuras - Entrepiso del 2do y 3er nivel (sistema aporticado).



PLANTA ENTREPISO (H=3.00 m): 2do Y 3er NIVEL

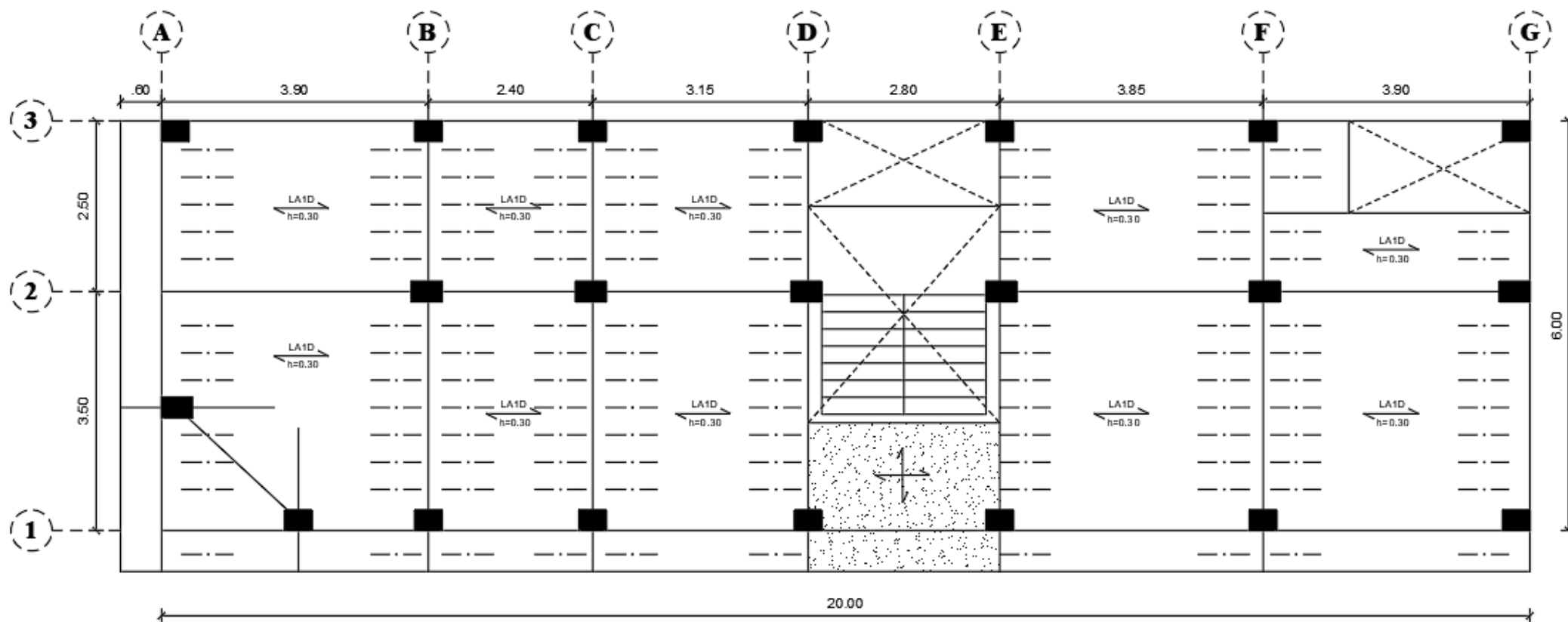
S/C: 200 kg/m²

ESC: S/E

Nota. La imagen muestra la planta y altura de entrepiso del 2do y 3er nivel, para el modelo aporticado, así como la dirección de la losa y sobrecargas con las que se trabajó en el software ETABS. Elaboración propia utilizando el software AutoCAD.

Figura 48

Estructuras - Entrepiso del 4to nivel (sistema aporticado)



PLANTA ENTREPISO (H=3.00 m): 4to NIVEL

S/C: 200 kg/m²

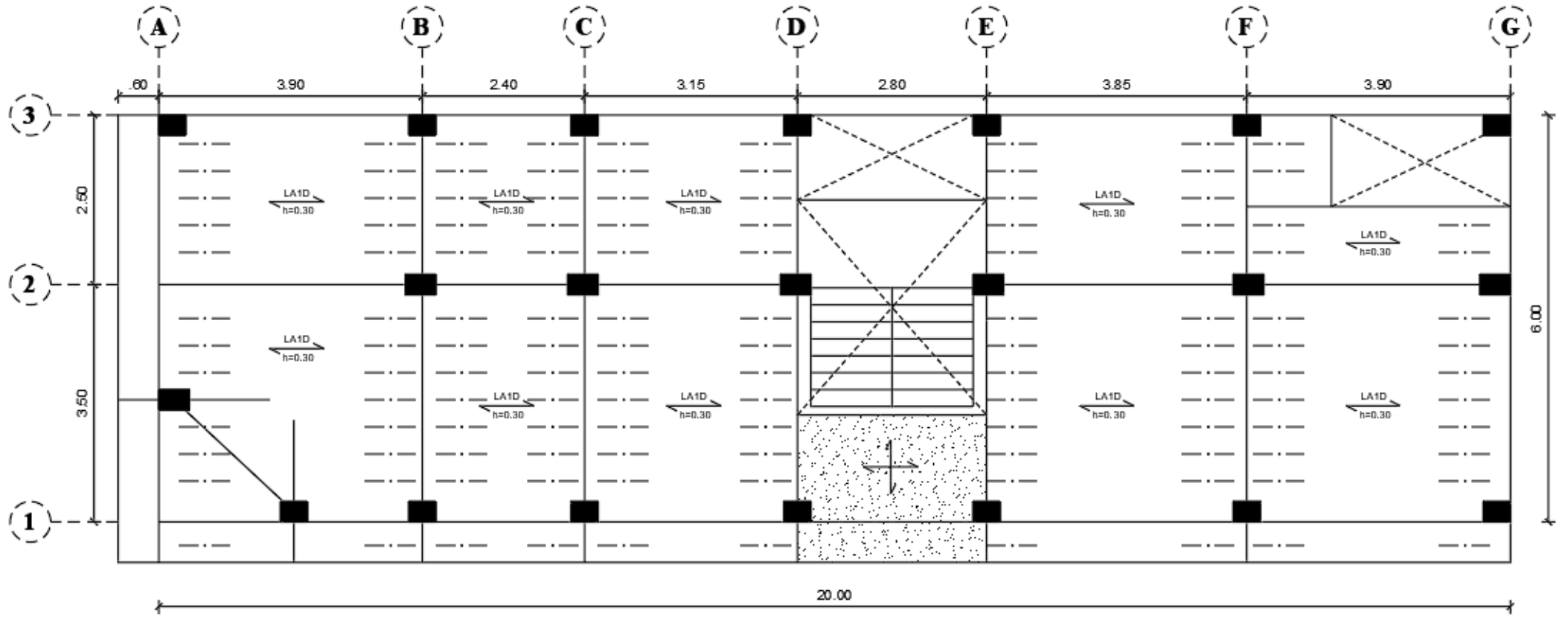
ESC: S/E

Nota. La imagen muestra la planta y altura de entrepiso del 4to nivel, para el modelo aporticado, así como la dirección de la losa y sobrecargas con las que se trabajó en el software ETABS.

Elaboración propia utilizando el software AutoCAD.

Figura 49

Estructuras - Entrepiso del 5to nivel (sistema aporticado)



PLANTA ENTREPISO (H=3.00 m): 5to NIVEL

S/C: 100 kg/m²

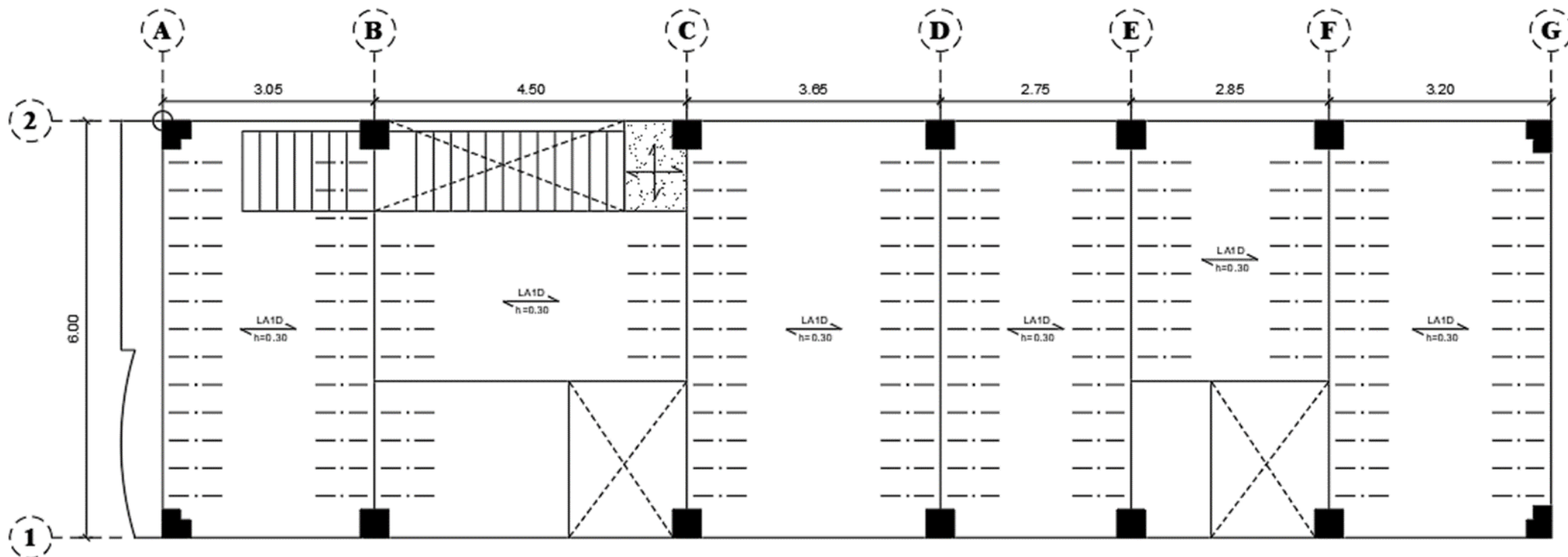
ESC: S/E

Nota. La imagen muestra la planta y altura de entrepiso del 5to nivel, para el modelo aporticado, así como la dirección de la losa y sobrecargas con las que se trabajó en el software ETABS.

Elaboración propia utilizando el software AutoCAD.

Figura 50

Estructuras - Entrepiso del 1er nivel (muros portantes)



PLANTA ENTREPISO (H=3.70 m): PRIMER NIVEL

S/C: 200 kg/m²

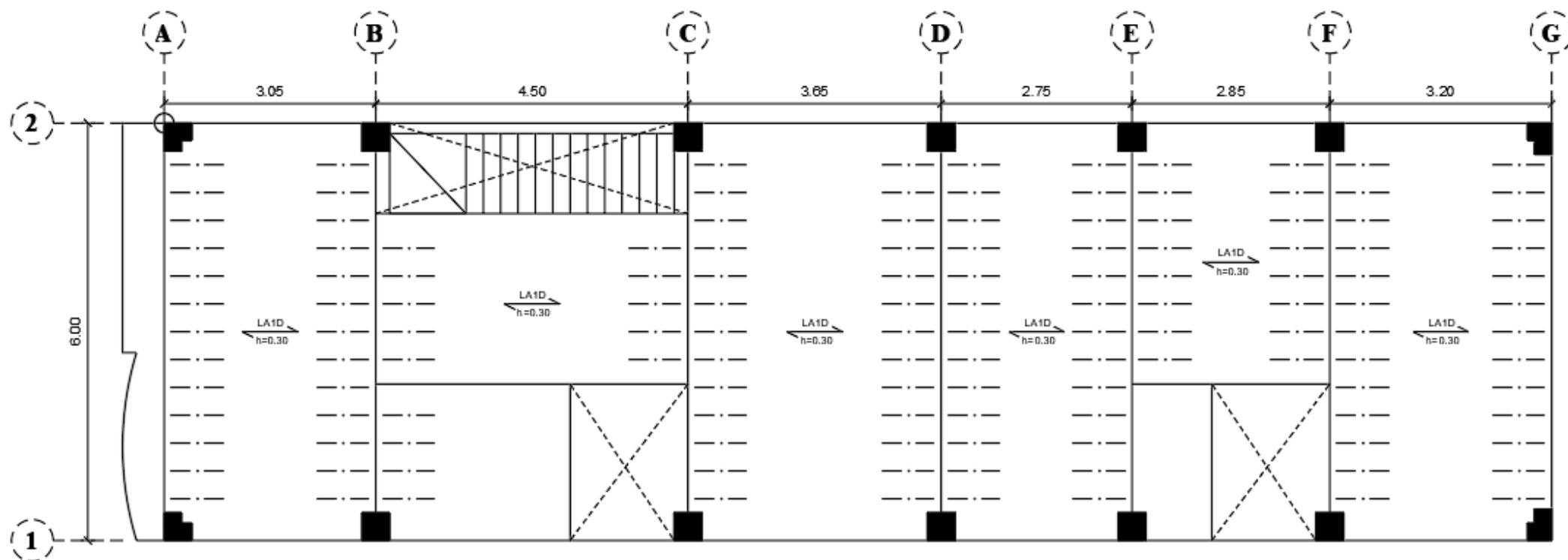
ESC: S/E

Nota. La imagen muestra la planta y altura de entrepiso del 1er nivel, para el modelo de muros portantes, así como la dirección de la losa y sobrecargas con las que se trabajó en el software ETABS.

Elaboración propia utilizando el software AutoCAD.

Figura 51

Estructuras - Entrepiso del 2do, 3er y 4to nivel (muros portantes)



PLANTA ENTREPISO (H= 2.80 m): 2do, 3er Y 4to NIVEL

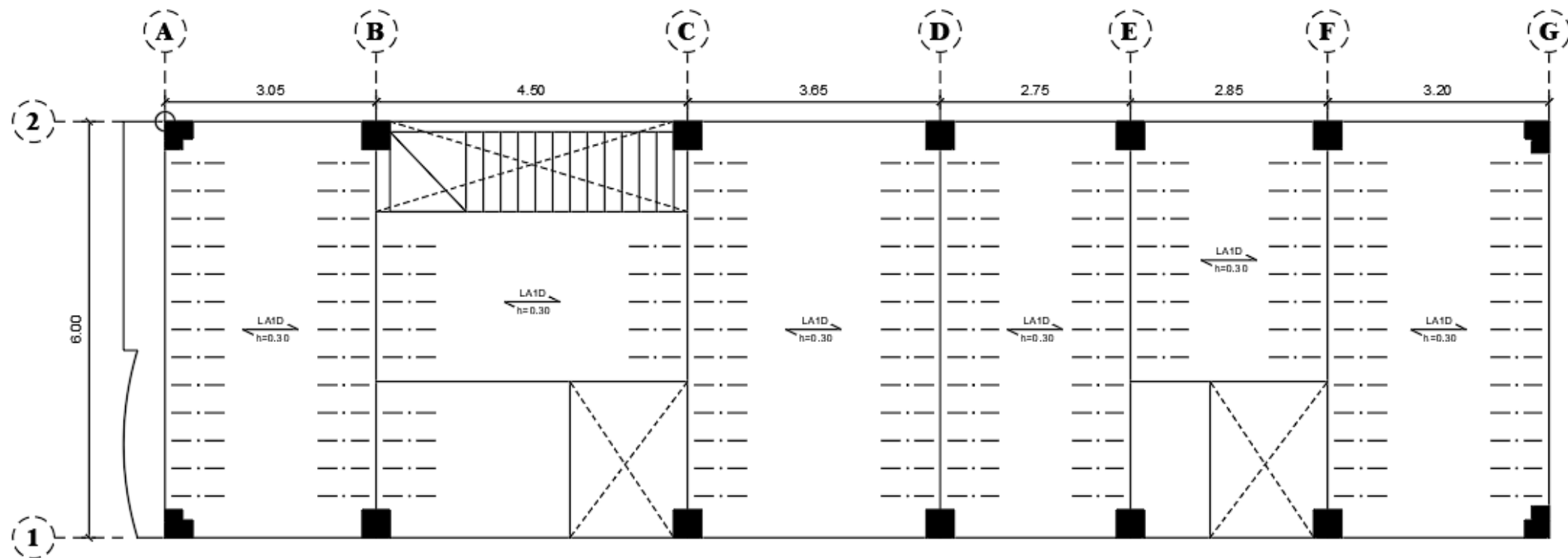
S/C: 200 kg/m²

SC: S/E

Nota. La imagen muestra la planta y altura de entrepiso del 2do, 3er y 4to nivel, para el modelo de muros portantes, así como la dirección de la losa y sobrecargas con las que se trabajó en el software ETABS. Elaboración utilizando el software AutoCAD.

Figura 52

Estructuras – Entrepiso del 5to Nivel (muros portantes)



PLANTA ENTREPISO (H=2.80 m): 5to NIVEL

S/C: 100 kg/m²

ESC: S/E

Nota. La imagen muestra la planta y altura de entrepiso del 5to nivel, para el modelo de muros portantes, así como la dirección de la losa y sobrecargas con las que se trabajó en el software ETABS.

Elaboración propia utilizando el software AutoCAD.

ANEXO 4. MODELOS ESTRUCTURALES

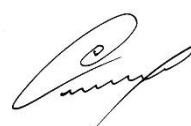
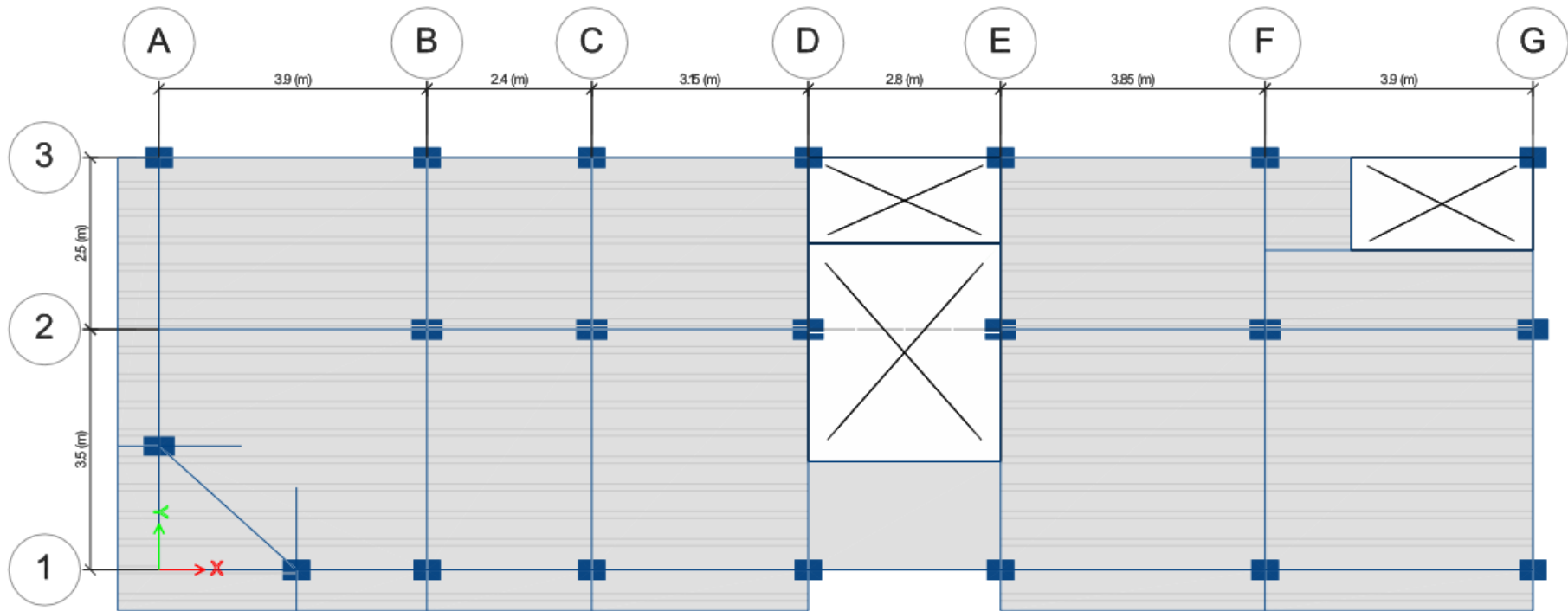


Figura 53

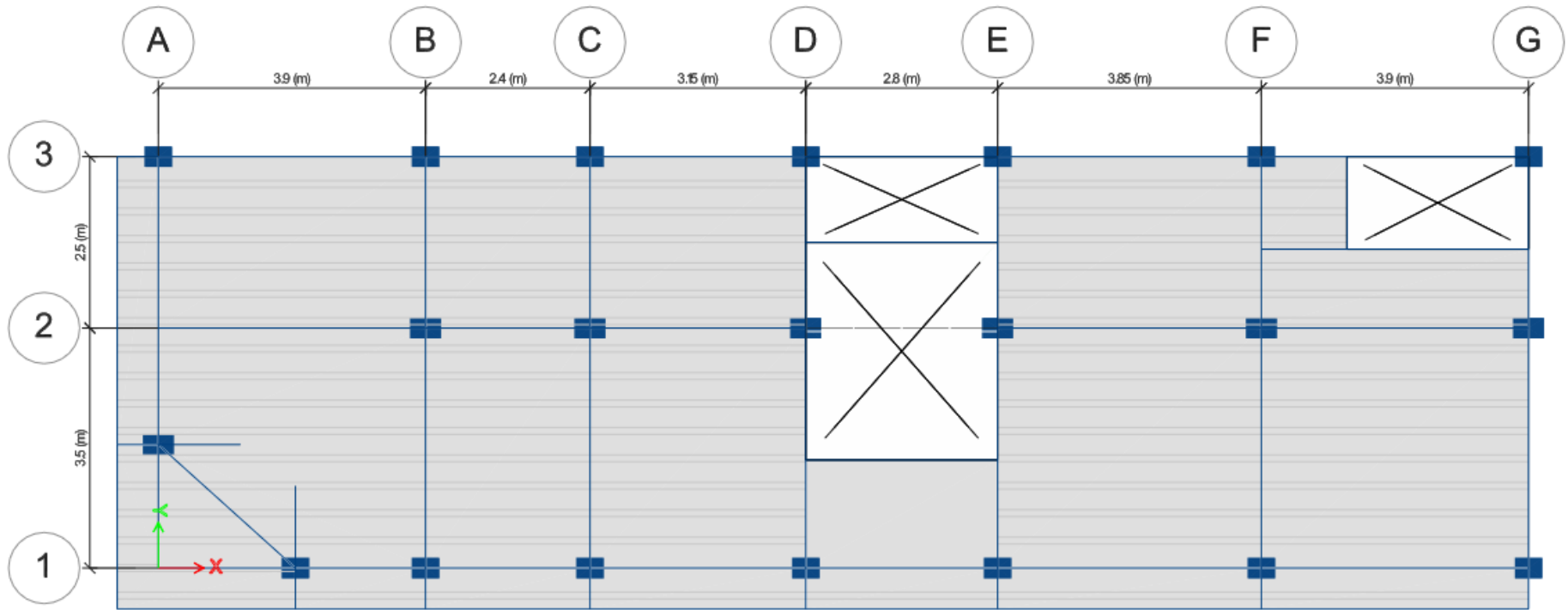
Entrepiso del 1er y 2do nivel (sistema porticado)



Fuente. Elaboración propia utilizando el software ETABS.

Figura 54

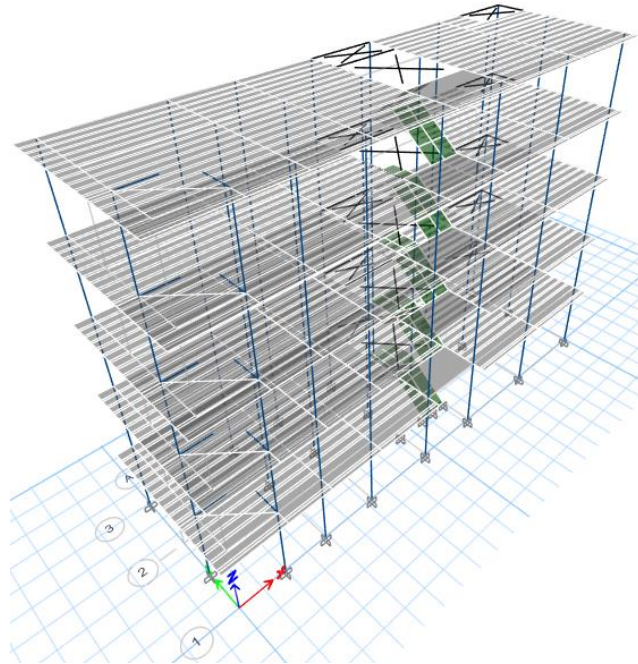
Entrepiso del 3er, 4to y 5to nivel (sistema aporticado)



Fuente: Elaboración propia utilizando el software ETABS.

Figura 55

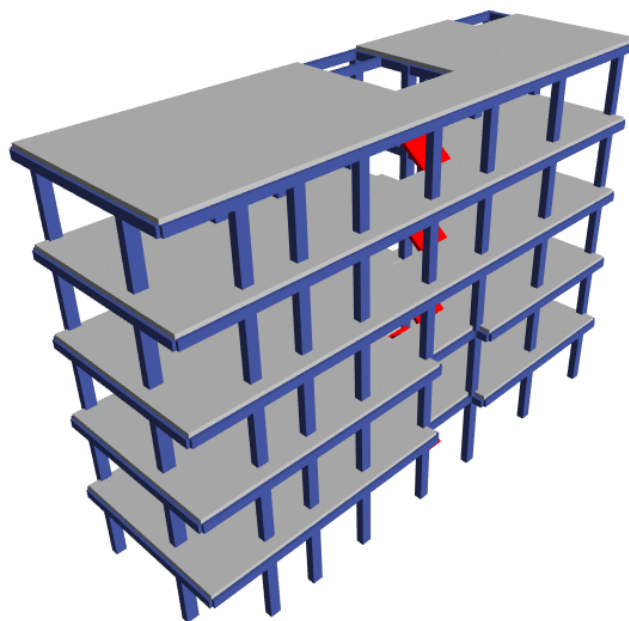
Vista tridimensional (sistema aporcionado)



Nota. La imagen muestra una vista tridimensional del modelo concluido. Elaboración propia utilizando el software ETABS.

Figura 56

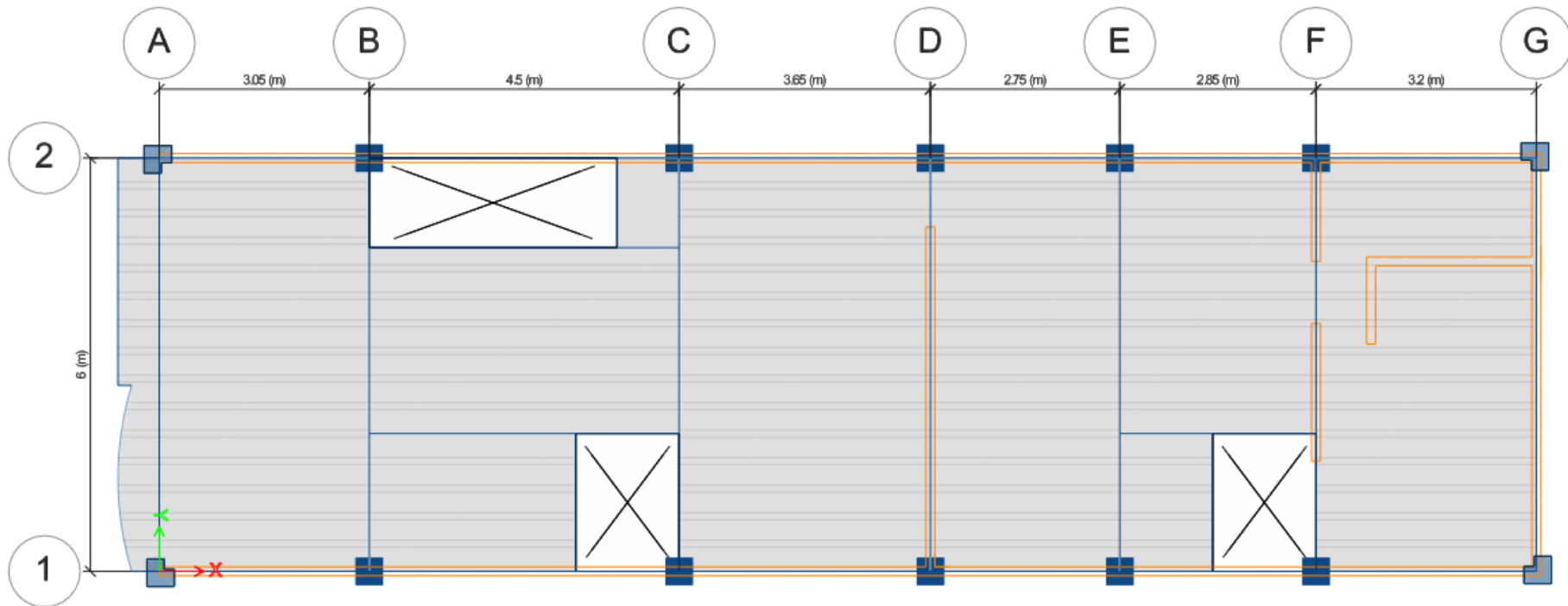
Vista tridimensional renderizada (sistema aporcionado)



Nota. La imagen muestra una vista tridimensional renderizada del modelo. Elaboración propia utilizando el software ETABS.

Figura 57

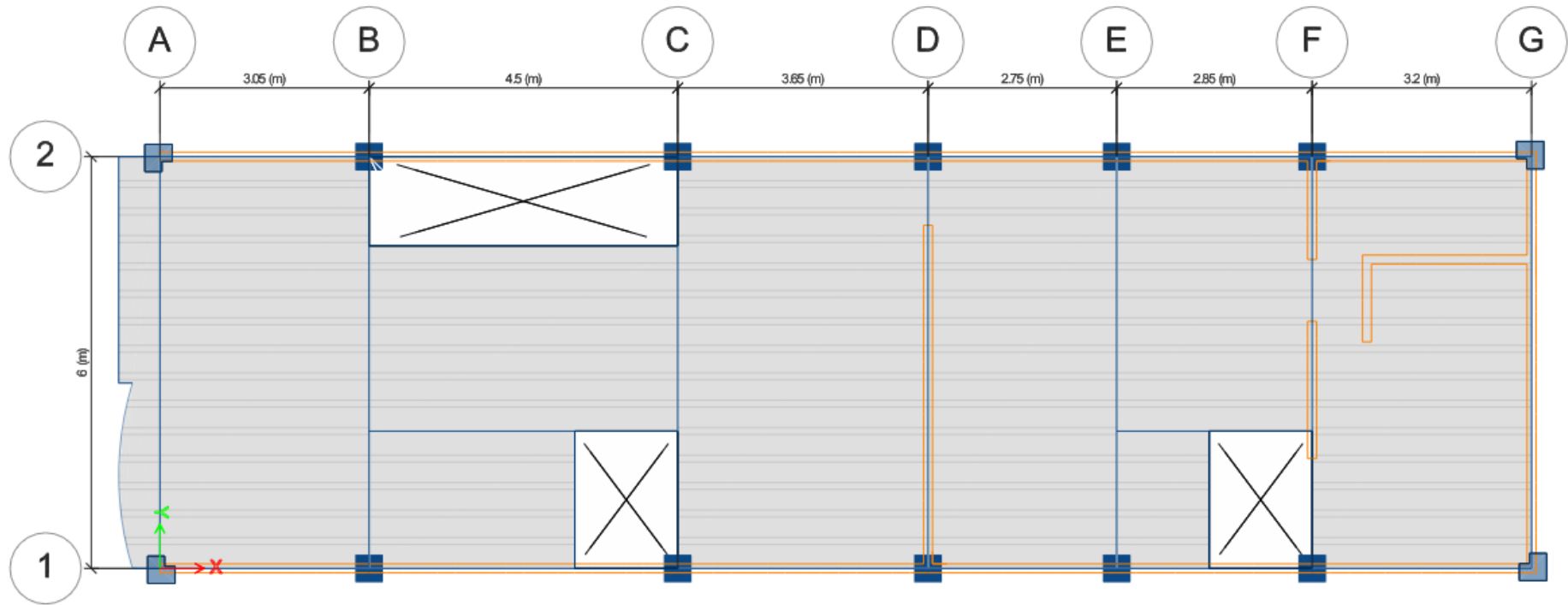
Entrepiso del 1er nivel (muros portantes)



Fuente: Elaboración propia utilizando el software ETABS.

Figura 58

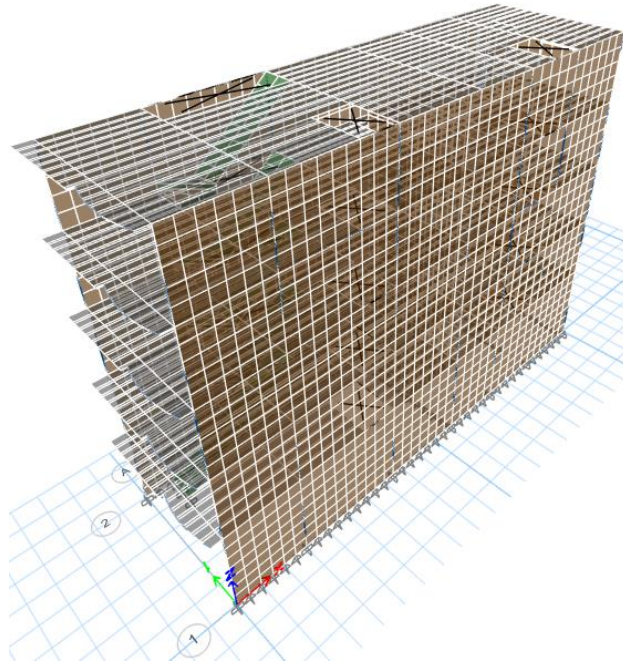
Entrepiso del 2do, 3er, 4to y 5to nivel (muros portantes)



Fuente: Elaboración propia utilizando el software ETABS.

Figura 59

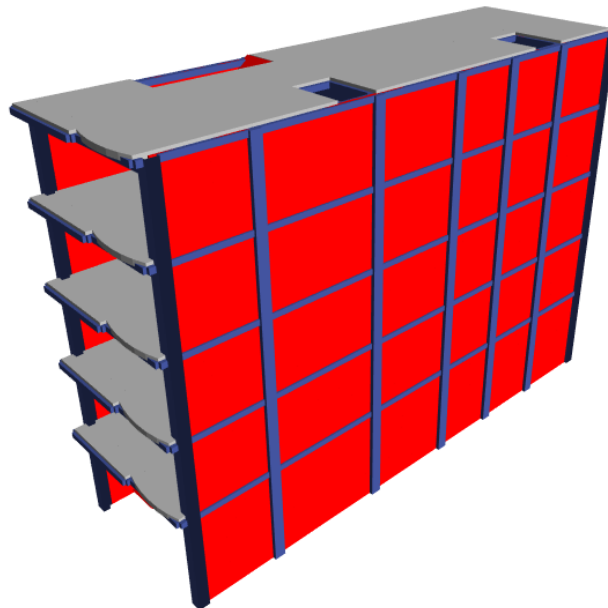
Vista tridimensional (muros portantes)



Nota. La imagen muestra una vista tridimensional del modelo concluido. Elaboración propia utilizando el software ETABS.

Figura 60

Vista tridimensional (muros portantes)



Nota. La imagen muestra una vista tridimensional renderizada del modelo. Elaboración propia utilizando el software ETABS.

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized letters and lines.

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized letters and lines.