



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Evaluación Sismorresistente de una Edificación de 5 niveles con  
40 años de antigüedad, Ica - 2022

**AUTOR:**

Taboada Vasquez, Alfredo ([orcid.org/0000-0003-4945-6722](https://orcid.org/0000-0003-4945-6722))

**ASESOR:**

Dr. Vargas Chacaltana Luis Alberto ([orcid.org/0000-0002-4136-7189](https://orcid.org/0000-0002-4136-7189))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA – PERÚ**

**2022**

### **Dedicatoria**

En primer lugar, le dedico este trabajo de investigación a Dios por la dicha de la vida. Y por concederme la alegría de tener todavía con vida a mis padres. Al igual que mis hermanos y mi Abuelita. A mis sacrificados padres, quienes con su esfuerzo, sacrificio y gran apoyo moral son el motivo para seguir adelante en cada etapa de mi vida profesional.

### **Agradecimiento**

Agradezco en primer lugar, a Dios por ser una fuente de inspiración en poder cumplir mis objetivos, formándome de manera idónea, Así mismo a mis queridos padres por formarme en un hogar de valores y principios que me guían hacia una conducta intachable. El más sincero agradecimiento para: El Dr. Luis Alberto Vargas Chacaltana asesor de tesis, por sus valiosos aportes, consejos y conocimientos brindados con el afán de seguir formando cada día mejores profesionales.

## Índice de contenidos

|  |      |
|--|------|
| Dedicatoria .....  | ii   |
| Agradecimiento .....                                       | iii  |
| Índice de contenidos .....                                 | iv   |
| Índice de tablas .....                                     | v    |
| Índice de figuras .....                                    | vi   |
| Índice de gráficos.....                                    | vii  |
| Resumen.....   | vii  |
| Abstract .....   | viii |
| I. INTRODUCCIÓN .....                                      | 1    |
| II. MARCO TEÓRICO .....                                    | 4    |
| III. METODOLOGÍA .....                                     | 9    |
| 3.1. Tipo y diseño de la investigación.....                | 9    |
| 3.2. Variables y operacionalización .....                  | 9    |
| 3.3. Población, muestra y muestreo .....                   | 10   |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos ..... | 11   |
| 3.5. Procedimientos .....                                  | 13   |
| 3.6. Método de análisis de datos.....                      | 14   |
| 3.7. Aspectos éticos.....                                  | 14   |
| IV. RESULTADOS.....  | 15   |
| V. DISCUSIÓN .....   | 57   |
| VI. CONCLUSIONES .....                                     | 65   |
| VII. RECOMENDACIONES .....                                 | 66   |
| REFERENCIAS .....  | 67   |
| ANEXOS   |      |

## Índice de tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Operacionalización de variables.....   | 10 |
| Tabla 2. Rangos de validez y valores de validez.....  | 12 |
| Tabla 3. Coeficiente de validez por juicio de expertos.....                                       | 12 |
| Tabla 4. Rangos de confiabilidad.....   | 12 |
| Tabla 5. Presiones admisibles.....  | 26 |
| Tabla 6. Cuadro de irregularidades de masa.....   | 34 |
| Tabla 7. Cuadro de detalle de torsion.....  | 34 |
| Tabla 8. Datos en direccion “X”, para análisis estático.....                                      | 40 |
| Tabla 9. Periodo de Tp y TI, según perfil de suelo.....   | 40 |
| Tabla 10. Datos en direccion “Y”, para análisis estático.....                                     | 42 |
| Tabla 11. Periodo de TP y TL.....   | 43 |
| Tabla 12. Datos en dirección “X”, para análisis dinámico.....                                     | 46 |
| Tabla 13. Datos en dirección “Y”, para análisis dinámico.....                                     | 48 |
| Tabla 14. Detalle de ratio torsional.....   | 51 |
| Tabla 15. Amplificaciones de cortantes.....   | 53 |
| Tabla 16. Detalles de masas.....  | 55 |
| Tabla 17. Ratio torsional en X por Loayza.....  | 58 |
| Tabla 18. Ratio torsional en Y por Loayza.....  | 58 |
| Tabla 19. Cuadro de detalle de Torsion de Taboada.....  | 59 |
| Tabla 20. Comparación de resultados de torsión – Loyaza (2021) – Taboada<br>(2022).....           | 60 |
| Tabla 21. Cortante dinámica por Loayza.....   | 60 |
| Tabla 22. Amplificación de la cortante de Taboada.....  | 61 |
| Tabla 23. Comparación de resultados de Fuerzas cortantes – Loyaza (2021) -<br>Taboada (2022)..... | 62 |
| Tabla 24. Resultado del Etabs $\Delta$ máx en X-X en bloque A y C.....                            | 62 |
| Tabla 25. Resultado del Etabs $\Delta$ máx en Y-Y en bloque A y C.....                            | 63 |
| Tabla 26. Resultado del Etabs $\Delta$ máx en X-X en bloque B.....                                | 63 |
| Tabla 27. Resultado del Etabs $\Delta$ máx en Y-Y en bloque B.....                                | 63 |
| Tabla 28. Comparación de resultados de derivas – Pereyra (2021) – Taboada<br>(2022).....          | 64 |

## Índice de figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Mapa sísmico del Perú, Periodo 1960 - 2019.....                | 8  |
| Figura 2. Mapa político del Perú.....                                    | 15 |
| Figura 3. Mapa político del Dpto. de Ica.....                            | 15 |
| Figura 4. Mapa político de la Provincia de Ica.....                      | 15 |
| Figura 5. Mapa del distrito de Ica.....                                  | 15 |
| Figura 6. El tiempo por mes en Ica.....                                  | 16 |
| Figura 7. Temperaturas max. y min. al año en Ica.....                    | 17 |
| Figura 8. Detalle de la estructura de 5 niveles.....                     | 19 |
| Figura 9. Detalle de Ubicación de la estructura.....                     | 20 |
| Figura 10. Detalle de localización de la estructura.....                 | 20 |
| Figura 11. Replanteo del primer nivel.....                               | 21 |
| Figura 12. Replanteo del 2,3 y 4to nivel.....                            | 22 |
| Figura 13. Replanteo de la azotea.....                                   | 23 |
| Figura 14. Ensayo de granulometría por tamizado.....                     | 24 |
| Figura 15. Ensayo de limites de Atterberg.....                           | 24 |
| Figura 16. Ensayo de absorcion.....                                      | 25 |
| Figura 17. Ensayo de corte directo.....                                  | 25 |
| Figura 18. Modelado de la estructura de 5 niveles.....                   | 26 |
| Figura 19. Propiedades del concreto.....                                 | 27 |
| Figura 20. Propiedades de la albañileria.....                            | 27 |
| Figura 21. Propiedades del acero.....                                    | 28 |
| Figura 22. Límite influencia del acero.....                              | 28 |
| Figura 23. Carga muerta en losas.....                                    | 29 |
| Figura 24. Carga viva en losas.....                                      | 29 |
| Figura 25. Cargas disribuidas.....                                       | 30 |
| Figura 26. Cargas puntuales en columna interna, volados y parapetos..... | 31 |
| Figura 27. Rigidez en "X".....   | 31 |
| Figura 28. Rigidez en "Y".....   | 32 |
| Figura 29. Cuadro de irregularidad de rigidez.....                       | 32 |
| Figura 30. Resistencia en "X".....                                       | 33 |
| Figura 31. Resistencia en "Y".....                                       | 33 |
| Figura 32. Cuadro de irregularidad de resistencia.....                   | 34 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 33. Área total de la estructura modelada.....            | 36 |
| Figura 34. Área de los ductos .....                             | 36 |
| Figura 35. Detalle de arquitectura .....                        | 37 |
| Figura 36. Sistemas no paralelos .....                          | 38 |
| Figura 37. Amplificación de la cortante .....                   | 38 |
| Figura 38. Coeficiente de cortante en la base dirección X.....  | 42 |
| Figura 39. Coeficiente de cortante en la base dirección Y.....  | 45 |
| Figura 40. Modos de vibración de la estructura en estudio ..... | 50 |
| Figura 41. Periodo Modo 1 $T_x = 0.371$ s.....                  | 50 |
| Figura 42. Periodo Modo 2 $T_y = 0.217$ s .....                 | 50 |
| Figura 43. Carga Muerta en Losa.....                            | 51 |
| Figura 44. Carga viva en losa .....                             | 51 |
| Figura 45. Cargas distribuidas .....                            | 51 |
| Figura 46. Cargas puntuales .....                               | 51 |
| Figura 47. Periodo Modo 1 $T_x = 0.371$ s .....                 | 53 |
| Figura 48. Periodo Modo 2 $T_y = 0.217$ s .....                 | 53 |
| Figura 49. Periodo Modo 1 $T_x = 0.368$ s .....                 | 55 |
| Figura 50. Periodo Modo 2 $T_y = 0.215$ s .....                 | 55 |

## Índice de gráficos

|  |    |
|--|----|
| Gráfico 1. Temperatura maxima y minima promedio en Ica ..... | 17 |
| Gráfico 2. El tiempo por mes en Ica .....                    | 18 |
| Gráfico 3. Detalle de ratio torsional en Y .....             | 52 |
| Gráfico 4. Deriva en X: $0.00642 < 0.007$ . .....            | 54 |
| Gráfico 5. Deriva en Y: $0.001528 < 0.005$ .....             | 54 |
| Gráfico 6. Deriva en X: $0.006236 < 0.007$ .....             | 55 |
| Gráfico 7. Deriva en Y: $0.001492 < 0.005$ .....             | 55 |

## Resumen

El estudio realizado pretende dar alcances de una evaluación sismorresistente de una edificación de 5 niveles con 40 años de antigüedad, en Ciudad de Ica. el cual nos permitirá diagnosticar el estado actual de la edificación y en caso que sea necesario poder tomar las medidas preventivas de reforzamiento y así prevenir cualquier efecto negativo ante un sismo. El objetivo del presente trabajo de investigación fue determinar cuál será el efecto de la evaluación sismorresistente de una Edificación de 5 Niveles con 40 años de antigüedad en el Distrito y Provincia de Ica, para ello se utilizó un tipo de investigación aplicada de nivel descriptivo y diseño no experimental - Transversal. Los resultados del trabajo de investigación logro constatar que la estructura en estudio al realizar la evaluación por carga vertical Se evidencio la presencia de torsión en la estructura, superando los valores máximos permitidos por la norma E.030, por tal motivo se tiene que hacer un análisis riguroso de la estructura. al realizar la evaluación por carga horizontal se tomó en consideración que la estructura es irregular por el cual se procedió a verificar la relación de fuerzas constantes en ambas direcciones, en ambos ejes se tomó en cuenta el factor de amplificación al no superar el 90% de la cortante estática en dirección X, en dirección Y la cortante dinámica no supera el 90% de la cortante estática, la cual nos permitió alcanzar valores que logran cumplir con los lineamientos de la norma E.030 del 2020. Las conclusiones a los que se llegaron fue que luego de describir la evaluación sismorresistente debido a carga vertical se puede revelar que la estructura no cumple con los parámetros normativos actuales razón por la cual se tuvo que tener una mayor rigurosidad en su análisis.

**Palabras clave:** Evaluación sismorresistente, factor de amplificación, torsión.

## **Abstract**

The study carried out aims to provide the scope of an earthquake-resistant evaluation of a 5-level building with 40 years of antiquity, in the City of Ica. which will allow us to diagnose the current state of the building and, if necessary, to be able to take preventive reinforcement measures and thus prevent any negative effect in the event of an earthquake. The objective of this research work was to determine what will be the effect of the earthquake-resistant evaluation of a 5-level building with 40 years of antiquity in the District and Province of Ica, for which a type of applied research of a descriptive and design level was used. non-experimental - Transversal. The results of the research work were able to verify that the structure under study when carrying out the evaluation by vertical load, the presence of torsion in the structure was evidenced, exceeding the maximum values allowed by the E.030 standard, for this reason a rigorous analysis of the structure. When carrying out the evaluation by horizontal load, it was taken into consideration that the structure is irregular, for which the relationship of constant forces in both directions was verified, in both axes the amplification factor was taken into account as it did not exceed 90% of the static shear in the X direction, in the Y direction the dynamic shear does not exceed 90% of the static shear, which allowed us to reach values that manage to comply with the guidelines of the E.030 standard of 2020. The conclusions to which arrived was that after describing the seismic evaluation due to vertical load, it can be revealed that the structure does not comply with the current normative parameters, which is why it had to be more rigorous in its analysis.

**Keywords:** Earthquake resistant evaluation, amplification factor, torsion.

## I. INTRODUCCIÓN

América del sur es una región particularmente propensa a sismos a razón de su localización apegada a placas tectónicas en movimiento, el terremoto de Chile del año 2010 específicamente del 27 de febrero con magnitud de 8,8 ,este gran sismo tuvo su origen en el océano Pacífico, en el cual causaron cifras mayores a las 500 fallecidos, personas damnificadas alrededor de los dos millones y destrucción en edificaciones alrededor del medio millón, el terremoto de pisco, Perú en el 2007 que alcanzo una intensidad de los 8 grados, conlleva a 400 mil damnificados y 595 muertos, y otros, siendo los sismos la gran preocupación a nivel mundial, siendo este un punto importante para el sector de la construcción ya que lo que mata no es el sismo sino las estructuras mal edificadas o países donde aún tienen normas desactualizadas o cuentan con edificaciones informales destinadas a viviendas.

**A nivel nacional,** De acuerdo al portal web de la Sociedad Geológica del Perú, el Perú se halla localizado en un lugar del planeta con alta actividad en cuanto a sismos se refiera, produciéndose casi el 85% de los eventos de sismo en dicho sector, a razón de su cercanía al “anillo de fuego del pacifico” se ocasiona la acción mutua entre placas tectónica Sudamericana y de nazca, provocándose una subducción en la placa de Nazca sobre la Sudamericana, este evento conlleva al acoplamiento de energía, que a futuro son liberados a manera de terremotos (Sociedad Geológica del Perú, 2018).

El territorio del Perú constantemente vivirá propensos a sufrir eventos sísmicos a raíz de su ubicación geográfica, ubicándose en una zona altamente sísmica, Pero los antecedentes sísmicos evidenciaron que los sismos son cíclicos, haciendo discurrir que sectores donde ya se produjeron inmensos terremotos podrían volverán a acontecer con un singular efecto devastador, pero los escenarios de perjuicios serian diferentes posterior a la ocurrencia de un mega terremoto, debido a que estos efectos estarán supeditados a la forma como se evolucionaron las ciudades, los terremotos que ocasionaron grandes daños en las construcciones más relevantes del territorio, lo que originó una repercusión en la economía fueron los terremotos en Ancash en 1970, en Lima -1974, en Nazca -1996, en Arequipa – 2001 y el ultimo terremoto de Pisco del 2007, dando a notar el tipo de construcciones existentes en nuestro país, habiéndose podido prevenir estos daños

si se hubiera realizado una evaluación sismorresistente, y más en el caso de edificaciones con más de 20 años de antigüedad.

**A nivel regional**, La Provincia de Ica se sitúa en zona 4, de acuerdo el mapa de zonificación (norma E.030), la cual nos indica que es un lugar sumamente sísmico, ubicación en la cual se sitúa mi trabajo investigativo, debido a la problemática vigente de las consecuencias que se asocian a los sismos y la prevención, la evaluación sismorresistente nos permitirá dar a conocer la situación actual de la edificación más si se trata de una edificación con más de 20 años de antigüedad, ya que las mismas fueron diseñadas con normas que a la actualidad ya están desactualizadas.

El terremoto de 2007 con epicentro en la ciudad de Pisco, con una envergadura que alcanzó los 8 grados, propiciando 400 mil damnificados y 595 muertes. Este gran sismo mostro las deficiencias de las construcciones de nuestro país, ya que también ocasiono daños severos en otras provincias.

Las consecuencias que ocasiona un sismo en la estructura de un edificio han sido motivación de investigación por muchos siglos en la carrera de ingeniería civil., lo que se busca es saber el diagnostico actual de la edificación y como se comportaría frente a un sismo tomando en consideración los límites establecidos de la normativa E. 030 para Diseño sismorresistente y así poder prevenir pérdidas humanas y gastos de reconstrucción a futuro, brindando soluciones, para mitigar el colapso de la edificación o daños severos de la misma.

Se plantea el **Problema general**: ¿Cuál será el efecto de la Evaluación sismorresistente de una edificación de 5 Niveles con 40 años de antigüedad, Ica - 2022? De la misma manera se formulan los **Problemas específicos**: ¿Cómo realizar una Evaluación Sismorresistente por carga vertical de una Edificación de 5 Niveles con 40 años de antigüedad? ¿Cómo realizar una evaluación sismorresistente por carga horizontal de una edificación de 5 niveles con 40 años de antigüedad? ¿Cómo un reforzamiento estructural Incrementando secciones disminuiría las derivas inelásticas en una Edificación de 5 Niveles con 40 años de antigüedad?

La investigación formula cuatro tipos de justificación:

La **justificación teórica**, Busca profundizar los aspectos de una evaluación sismorresistente en una edificación de 5 niveles. La **justificación práctica**, permitirá establecer el estado actual de la edificación en estudio y de ser necesario tomar las medidas preventivas de reforzamiento. La **justificación social**, permite diagnosticar una edificación para minimizar la vulnerabilidad sísmica en caso se presente en la edificación. La **justificación por conveniencia**, para alcanzar el título en ingeniería civil.

Tenemos como **objetivo general** Determinar cuál será el efecto de la Evaluación Sismorresistente de una Edificación de 5 Niveles con 40 años de antigüedad, Ica - 2022. Tenemos también **Objetivos específicos**

Describir cómo realizar una evaluación Sismorresistente por carga vertical de una Edificación de 5 Niveles con 40 años de antigüedad.

Describir cómo realizar una evaluación Sismorresistente por carga horizontal de una Edificación de 5 Niveles con 40 años de antigüedad.

Demostrar que el tipo de reforzamiento estructural incrementando secciones disminuye las derivas inelásticas en una Edificación de 5 Niveles con 40 años de antigüedad.

Se estableció como **Hipótesis general**: La Evaluación Sismorresistente de una Edificación de 5 Niveles con 40 años de antigüedad conlleva a una propuesta de Reforzamiento, Ica, 2022. De igual modo, se establecieron tres **Hipótesis específicas**: La Evaluación Sismorresistente por carga vertical de una Edificación de 5 Niveles con 40 años de antigüedad conlleva a una propuesta de Reforzamiento, Ica, 2022. Como segunda hipótesis: La evaluación sismorresistente por carga horizontal de una Edificación de 5 Niveles con 40 años de antigüedad conlleva a una propuesta de Reforzamiento, Ica, 2022.

Y como tercera: Un Reforzamiento estructural incrementando secciones si disminuye las derivas inelásticas en una Edificación de 5 Niveles con 40 años de antigüedad.

## II. MARCO TEÓRICO

Como **antecedentes internacionales** tenemos a **Lucas y Villa (2021)** en su trabajo de titulación indica que su **objetivo** es llevar a la práctica la realización del diseño sismorresistente en la edificación de 8 niveles a través de un análisis estructural. En su **metodología** se pudo apreciar la utilización del método descriptivo dentro de su diseño, a su vez en sus **resultados**, se visualizó un cortante estático cuyo valor fue de 223.314 tonf y un cortante dinámico de 162.203 y 150.016 tonf en los sentidos X y Y respectivamente, El autor **concluye** que los componentes estructurales manifiestan una respuesta favorable frente a cargas verticales.

**Avilés (2018)** en su estudio expresa que su **objetivo** es estimar la amenaza frente a sismo en edificaciones unifamiliares en Vinces. La **metodología** bajo el tipo aplicada no experimental, se obtuvo con sus **resultados** la evidencia de un desplazamiento máximo de 0.02, **se concluye** que los resultados de desplazamientos cumplen con lo estipulado en la norma ecuatoriana.

**Durand, Gonzales y Ruiz (2018)** en su artículo expresa que su **objetivo** es efectuar la evaluación sísmica del edificio Marvy. La **metodología** del tipo aplicada no experimental, se obtuvo como resultados periodos de 0.317 segundos en X y 0.282 segundos en Y. **se concluye** que al mostrar resultados favorables se espera una adecuada respuesta estructural ante un futuro sismo.

**Tamayo (2018)** en su estudio expresa que su **objetivo** es llevar a cabo el análisis estructural para constatar la efectividad del modelo estructural. La metodología del tipo aplicada no experimental, se obtuvo como **resultados** derivas máximas inferiores a un 2%. **se concluye** que las derivas están por debajo del 2% debido a la rigidez que presenta la estructura.

Como **antecedentes nacionales** tenemos a **Loayza (2021)**. El objetivo general especificar la evaluación sismorresistente hacia una mejora estructural en

construcciones sin dirección técnica en albañilería en el distrito de chorrillos, Lima. La metodología acogió el tipo de investigación denominada aplicada con una actividad no experimental. los resultados finales dieron a conocer que la ratio torsional en la dirección X supera el valor permitido de 1.3 y en la dirección Y no sobrepasa dicho rango siendo su valor máximo de 1.03. en sus conclusiones manifiesta que la edificación construida sin dirección técnica no cumple con los parámetros normativos.

**Farfán y Morales (2019)** en su tesis, cuyo **objetivo principal** de su trabajo fue la evaluación del diseño de la edificación ubicado en la av. José Gálvez, la **metodología** para este estudio se desarrolló a un nivel descriptivo y a su vez se empleó el software etabs, norma E.030 y el uso del esclerómetro, los **resultados** fueron que tanto las vigas como columnas no manifestaron fallas, en sus **conclusiones** expresa que su análisis dinámico cumple la relación de cortantes.

**Alegre y Cochachin (2019)** en su tesis manifestaron que su **objetivo** fue efectuar el diseño de la estructura de la edificación multifamiliar que consta de seis niveles, la **metodología** empleada a un nivel descriptivo analítico, se hizo empleo del programa etabs y de las normativas E.030, en sus **resultados** expresa que se cumplen la relación de fuerzas cortantes, se **concluyó** que debido al tipo de suelo arenoso se manifestara un asentamiento en la edificación.

**Ramírez (2019)** en su tesis manifestó que su **objetivo** fue utilizar la norma E.030 con el fin de hacer la evaluación sismorresistente de edificaciones construidas en el Perú. La **metodología** empleo el nivel descriptivo de diseño no experimental, con sus **resultados** se observa que los desplazamientos mayores fueron de 1.35 cm en el eje Y 7.80 cm en el eje X., el autor **concluyó** que se deben plantear siempre modelos que presente un equilibrio de masas y rigideces.

**Astorga y Panayfo (2020)** en su tesis manifestaron que su **objetivo** fue conocer como una evaluación estructural sismorresistente perfecciona las construcciones realizadas informalmente. La **metodología** empleada de nivel descriptivo y diseño no experimental, los **resultados** muestran que su deriva inelástica fue 0.025., el

autor **concluyó** que la evaluación si perfeccionaría la construcción en edificaciones informales.

En **antecedentes Locales** mencionamos a **Pereyra (2021)**, que su **objetivo** fue efectuar el diseño para la comisaría de la Palma, en la provincia de Ica. **metodología** del modo practico. Con sus **Resultados** detallo que la distorsión máxima fue 0.0052 bloque A y de 0.0063 bloque B. Su **conclusión** menciona que la comisaria manifestara ductilidad.

Como bases teóricas podemos mencionar:

**Evaluación Sismorresistente**; El procedimiento de evaluación comienza con una inspección de la estructura, que es el primer acercamiento que tiene el investigador con el objeto de estudio permitiendo así visualizar su condición real permitiendo cuantificar los posibles daños ante un posible evento sísmico (Cruz y Cortes, 2002, p.2).

Tavera & Buforn (1998), expresan que el concepto **sismicidad** hace referencia a una serie de indicativos que manifiestan escenarios establecidos, definiendo de manera íntegra al evento de sismo y generalmente es visualizada a través de suministros en tamaño, temporal y de igual forma en energía.

Para efectuar los pasos de Análisis referente a Sismo según norma E.030 Diseño Sismorresistente. Se tendrá que emplear los procedimientos que enunciamos a continuación: El análisis estático y dinámico.

### **Estructuración por Carga Vertical**

Al distribuir una edificación debido a carga vertical, tener presente que la carga por gravedad que actúa en cierto nivel se transfiere mediante la losa del techo hacia sus ejes portantes y desde aquí, hacia el suelo de fundación, asimismo, a razón que nos situamos en una zona sísmica, no podemos dejar de mencionar los problemas que originan los terremotos y en el libro de San Bartolomé, nos orientan que hay que tener consideración a : losas aligeradas, ductos y diafragmas flexibles, techados de mayores luces y escaleras.

## Estructuración por Carga Sísmica

Cuando hablamos de fuerza sísmica nos referimos a fuerzas de inercia ocasionados a razón de que los niveles manifiestan masas sometidas a aceleraciones, la gran parte de masa se halla a la altura de los niveles (losa, vigas, acabados, etc.), en tanto que la masa actuante en el entrepiso (columnas, etc.) es más reducida; debido a ello se hace la suposición que, en un análisis sísmico traslacional, la masa se concentrada en la altura de los niveles (San Bartolomé, 1998).

Para el **análisis estático** se hará empleo de la formula:

Formula de la Cortante en la base:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot C}{R} * P$$

Donde:

Z: Es el factor a razón de su ubicación.

U: Factor referido a su importancia.

S: Factor referido al Suelo.

C: Valor de amplitud sísmica.

R: Valor de reducción en Fuerzas sísmicas.

P: Peso del edificio.

Teniendo en cuenta el factor mínimo de la cortante

$$\frac{C}{R} \geq 0.11$$

Referente al modo de obtener el factor de amplificación se hará uso de las fórmulas descritas:

$$T < T_p \quad C = 2.5$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2.5 \left( \frac{T_p}{T} \right)$$

$$T > T_L \quad C = 2.5 \left( \frac{T_p T_L}{T^2} \right)$$

En el cual sus periodos "T<sub>p</sub>" y "T<sub>L</sub>" en concordancia a su tipo de suelo.

T expresa al periodo fundamental en Vibración para cada dirección X o Y:

$$T = \frac{hn}{CT}$$

El proyecto en estudio se encuentra en el distrito, Provincia y región de Ica, teniendo presente que es un lugar sumamente sísmico.

El Mapa Sísmico según el Instituto geofísico del Perú, recomienda que la peligrosidad por sismo en el Perú es elevada. Se contempla mayor actividad sísmica en las regiones Centro y Sur, y de una manera equilibrada en el Norte. Estos alcances posibilitan delimitar los lugares sismogénicos en el Perú, siendo información básica para variados estudios que conduzca a la prevención sísmica.

El Mapa Sismológico del territorio peruano expone el suministro espacial de los acontecimientos con Mw igual o superiores a 4.0 en la escala "magnitud momento"(Mw) acontecidos en los periodos del 1960 al 2019.

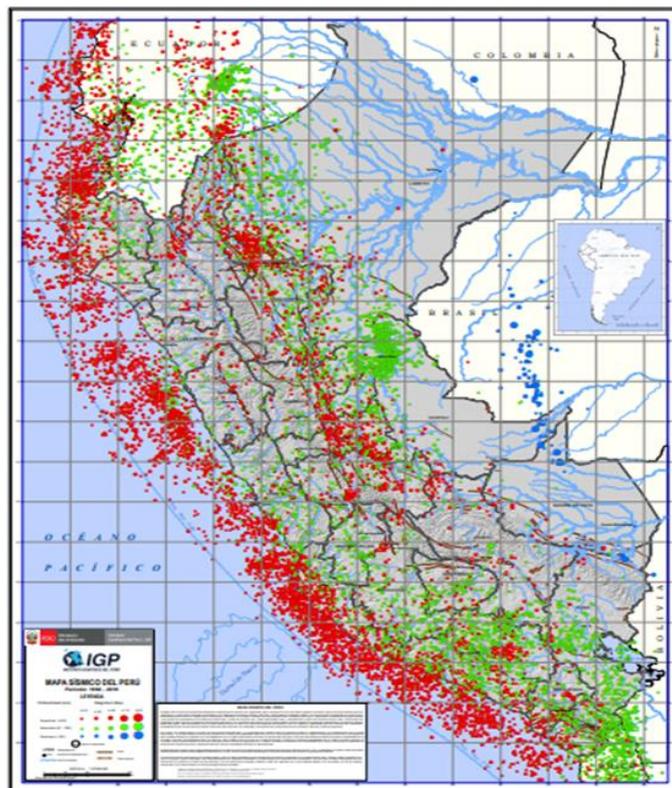


Figura N°1: Mapa sísmico del Perú, Periodo 1960 -2019

Fuente: Instituto geofísico del Perú.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de la investigación

El **tipo de investigación** fue aplicada, Se caracteriza por su importancia en su aplicación de la teoría del conocimiento a una situación en particular y los efectos prácticos que estos originen. (Sánchez & Carlessi, 2006).

El presente trabajo es aplicado buscando conocer para actuar ante posibles problemas prácticos.

El **nivel de Investigación** es descriptivo donde busca ofrecer la posibilidad de realizar un nivel de predicción en la investigación, la descripción se enfoca en hacer respuesta a preguntas tales como ¿Cómo?, ¿Cuál será? (Cauas, 2015, p.6).

El **Diseño de investigación**: No experimental de modo transversal, de acuerdo a Cabezas, Andrade y Torres (2018) pretenden analizar con su diseño, sin hacer alguna variación o manipular las variables que se estudia, acopia datos en un único instante procurando su repercusión e interrelación. (p. 79)

#### 3.2. Variables

En **variable independiente** podemos mencionar:

Evaluación Sismorresistente.

Definición Conceptual: Es la identificación de los elementos que disminuyen la capacidad estructural de la edificación, con el fin de proponer las alternativas de rehabilitación y refuerzo más eficientes. (Cruz y Cortes, 2002, p.2)

Definición Operacional: la medición de la variable será a través de la Evaluación Sismorresistente por carga vertical y horizontal.

A su vez, la **variable dependiente** es:

Edificación de 5 niveles

Definición Conceptual: Una edificación es obra que diseña, planifica y ejecuta un profesional de ingeniería en variados espacios, tamaños y formas, en la mayor parte para poder habitarlas.

Definición Operacional: La medición de la variable atreves de los resultados de la edificación en cuanto a sus esfuerzos, fuerzas cortantes, derivas, modos de vibración e irregularidades.

## Operacionalización

Tabla 1. Operacionalización de variables.

| OPERACIONALIZACION DE VARIABLES                      |  |   |   |  |                    |
|--|--|---|---|--|--------------------|
| VARIABLES  | DEFINICION CONCEPTUAL  | DEFINICION OPERACIONAL  | DIMENSIONES   | INDICADORES  | ESCALA DE MEDICION |
| Evaluación Sismorresistente (Variable Independiente) | Es la identificación de los elementos que disminuyen la capacidad estructural de la edificación, con el fin de proponer las alternativas de rehabilitación y refuerzo más eficientes. (Cruz y Cortes, 2002, p.2) | La variable va ser medida a través de una Evaluación Sismorresistente por carga vertical y horizontal.  | <p>Evaluación Sismorresistente por carga vertical.</p> <p>Evaluación Sismorresistente por carga horizontal.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Carga Muerta. (Kg/m<sup>2</sup>)</li> <li>• Carga Viva (Kg/m<sup>2</sup>)</li> <li>• Fuerza Cortante Estática (tonf)</li> <li>• Fuerza Cortante Dinámica (tonf)</li> <li>• Deriva Inelástica (cm)</li> <li>• Modos de vibración (segundos)</li> </ul> | Razón              |
| Edificación de 5 Niveles. (Variable Dependiente)     | Las edificaciones son obras que diseña, planifica y ejecuta el ser humano en diferentes espacios, tamaños y formas, en la mayoría de los casos para habitarlas o usarlas como espacios de resguardo.             | La variable será medida a través de los resultados de la edificación en cuanto a sus esfuerzos, fuerzas cortantes, derivas, modos de vibración e irregularidades. | <p>Irregularidad Estructural</p> <p>Reforzamiento Estructural</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Irregularidad torsional (cm).</li> <li>• Rigidez.</li> <li>• Ductilidad</li> <li>• Flexibilidad</li> </ul>  | Razón              |

Fuente: Elaboración del autor.

### 3.3 Población, muestra y muestreo

**Población:** Totalidad a lo que contiene un acontecimiento en estudio, en la cual cada unidad de análisis de la población que forman el acontecimiento el cual tendrá

que cuantificarse y así establecer la investigación integrado a un conjunto N de las unidades que ayudan en instaurar una cualidad, nombrando población para agrupar el todo de un evento adscrito a un estudio. (Tamayo, 2003, p. 176).

La población del presente estudio estará conformada por las edificaciones con 40 años de antigüedad en el distrito y provincia de Ica.

**Muestra:** Para Arias (2006, p. 83), es un componente de la parte muy relevante de la población, es cierta parte la esencia de la población. Son subconjuntos de partes que integran a un conjunto fijo en razón de sus características que denominamos población.

La muestra del presente estudio será una edificación de 5 niveles, con 40 años de antigüedad, ubicada en el distrito y provincia de Ica.

**Muestreo:** Según López (2004, p.1) la muestra no probabilística va depender del instante del investigador en tener en cuenta los criterios propios y características, etc. La investigación presenta un muestreo no probabilístico con un método de muestreo por conveniencia.

### **3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos.**

**Técnicas:** Se hará uso de la observación directa como técnica de recolección de datos, porque se examinará rigidez.

**Instrumentos de recolección de datos:** Se hace uso de una “ ficha técnica” como instrumento de recolección en los datos, también se hará uso de las normas de edificación actualizadas y el programa Etabs para la elaboración de cuadros y gráficos.

#### **3.4.1 Validez y confiabilidad**

##### **a) Validez.**

Hace referencia al grado del instrumento en mediar una variable (Palella y Martins, 2003, p.146).

Se aplicó el juicio de expertos, para validar el instrumento en la recolección de datos, en el cual se realizó fichas de información, donde ya estaban verificados por especialistas (Hernández, Fernández y Baptista 2014, p.200), con años de experiencia en la carrera de ingeniería civil.

Tabla 2. Rangos y valores de validez

| RANGOS       | VALIDEZ                 |
|--------------|-------------------------|
| 0.53 a menos | Resulta nula            |
| 0.54 a 0.59  | Resulta baja            |
| 0.60 a 0.69  | Válida                  |
| 0.70 a 0.71  | Muy Válida              |
| 0.72 a 0.99  | La Validez es excelente |
| 1            | La validez es perfecta  |

Fuentes: Marroquin, R (2013)

Tabla 3. Coeficiente de validez por juicio de expertos

| VALIDEZ     | EXPERTO 1 | EXPERTO 2 | EXPERTO 3 | PROMEDIO |
|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 1° Variable |           |           |           |          |
| 2° Variable |           |           |           |          |
|             |           |           |           |          |

Fuente: adaptado de (Hernández, M y otros, 2016 pg. 330)

## b) Confiabilidad.

Confiabilidad: Se define como la precisión del instrumento en su medida, se señala como el concepto donde se logra tenerse evidencias relacionada a un contexto Hernández Sampieri y otros (1998).

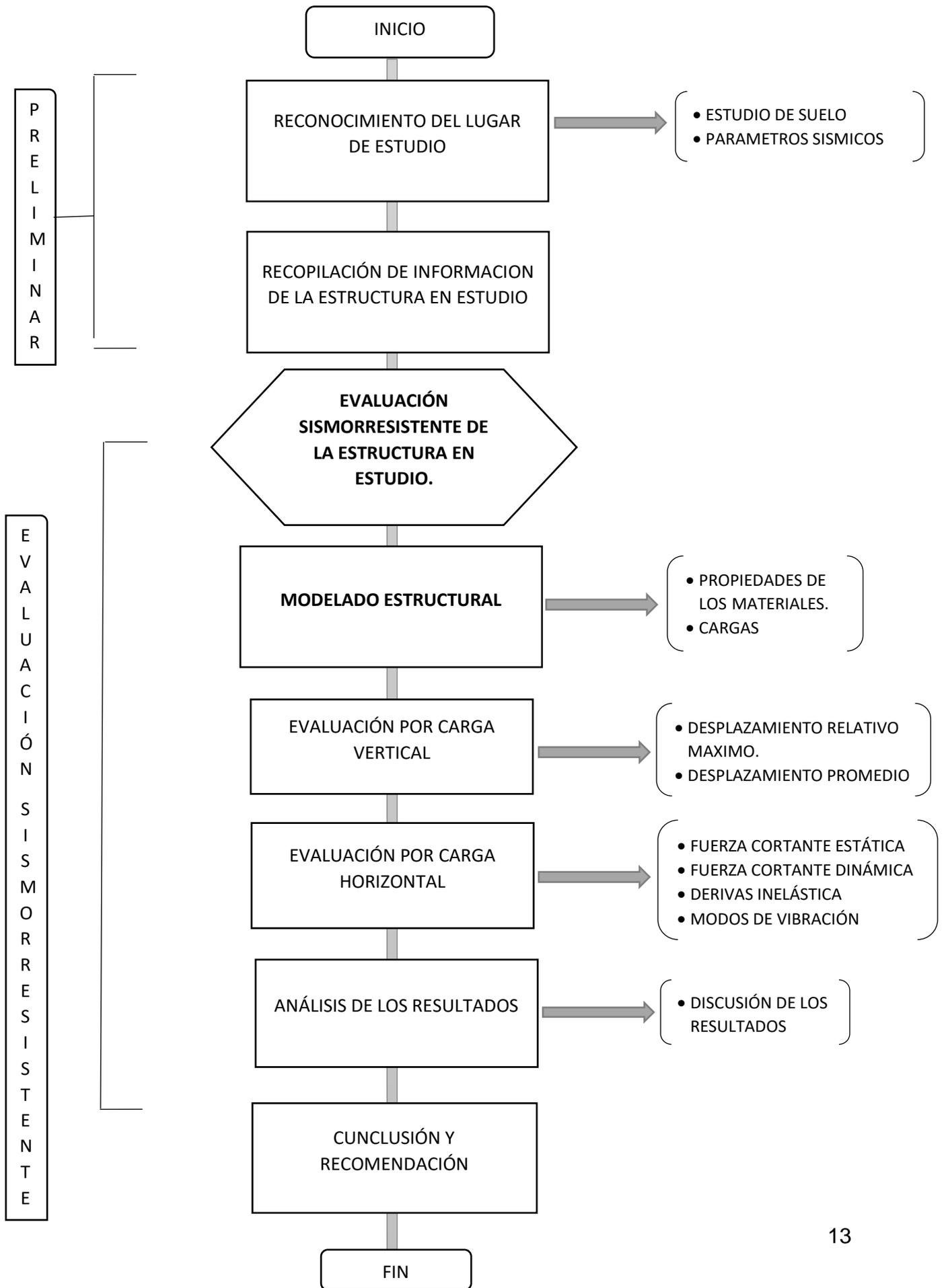
Cuando se escoge la confiabilidad tener presente:

Tabla 4. Rangos de confiabilidad.

| Rangos            | Confiabilidad |
|-------------------|---------------|
| Entre 0.81 y 1    | Muy alta      |
| Entre 0.61 y 0.80 | Alta          |
| Entre 0.41 y 0.60 | Media         |
| Entre 0.21 y 0.40 | Baja          |
| Entre 0 y 0.20    | Muy Baja      |

Fuente: Reproducido de (Palella Stracuzzi, y otros, 2012 pág. 169)

### 3.5. Procedimientos



### 3.6 Métodos de análisis de datos

Se empleó un análisis descriptivo, que a detalle se muestra a continuación:



Fuente: Elaboración Propia.

### 3.7 Aspectos éticos

Esta investigación, se realizará con ética, respeto y educación, Asimismo toda referencia citada en el trabajo investigativo no manifiesta alteraciones, ni perjuicios.

#### IV. RESULTADOS

##### Ubicación Política

El presente proyecto de investigación titulado “Evaluación sismorresistente de una edificación de 5 niveles con 40 años de antigüedad, Ica – 2022”. Se ubica en la calle Camana N° 315 del distrito, provincia y departamento de Ica.

##### Ubicación del Proyecto



Figura N°2. Mapa político del Perú.



Figura N°3. Mapa político del Dpto. de Ica.



Figura N°4. Mapa de la provincia de Ica.



Figura N°5. Mapa del distrito de Ica.

## Límites

Norte : Subtanjalla.

Sur : Ocucaje.

Este : Aquijes.

Oeste : Tate.

## Ubicación Geográfica

El distrito de Ica exhibe las coordenadas geográficas que se detallan a continuación:

- **Latitud:** -14.0639
- **Longitud:** - 75.7292° O
- **Latitud:** 14°3'50" Sur
- **Longitud:** 75°43'45" Oeste
- **Área:** 886,00 km<sup>2</sup>.
- **Altitud:** 200 m.s.n.m hasta los 414 m.s.n.m
- **Población:** 150 280 habitantes según INEI (Censo,2017).

## Clima

En Ica, los veranos son calurosos, secos, nublados y los inviernos muy agradables, Durante el año, la temperatura fluctúa entre los 15° y 28°C y rara vez baja de los 12°C o sube de los 31°C.

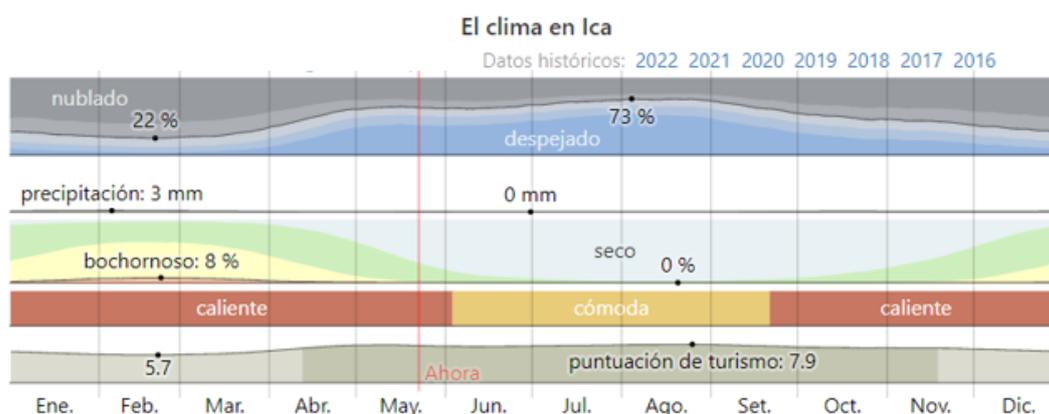
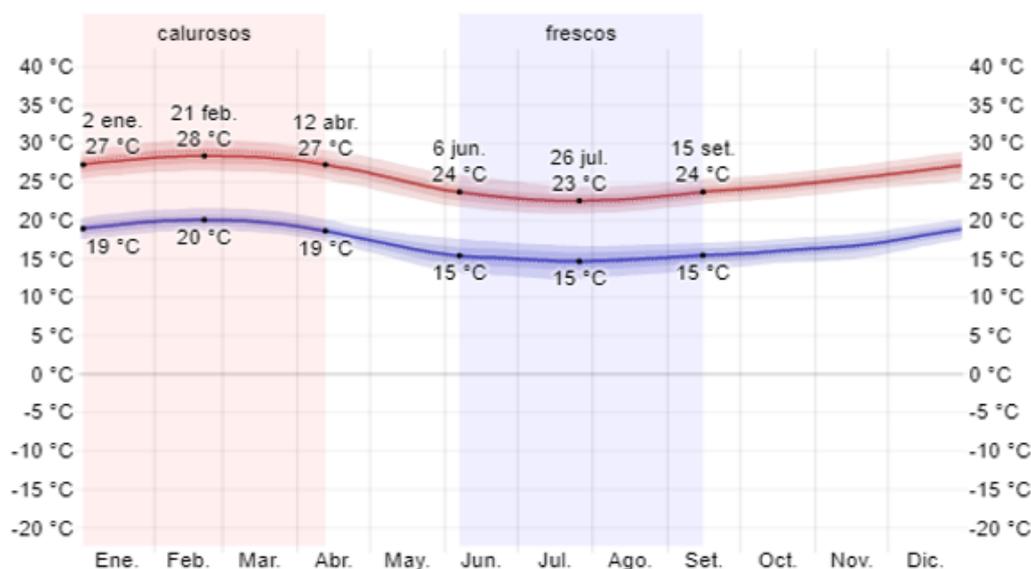


Figura N°6. El tiempo por mes en Ica.

Fuente: <https://es.weatherspark.com>

## Temperatura máxima y mínima promedio en Ica



La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diario con las bandas de los percentiles 25º a 75º, y 10º a 90º. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas correspondientes.

Gráfico N° 1.. Temperatura máxima y mínima promedio en Ica

Fuente: <https://es.weatherspark.com>

| Promedio | Ene.  | Feb.  | Mar.  | Abr.  | May.  | Jun.  | Jul.  | Ago.  | Set.  | Oct.  | Nov.  | Dic.  |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Máxima   | 28 °C | 28 °C | 28 °C | 27 °C | 25 °C | 23 °C | 23 °C | 23 °C | 24 °C | 25 °C | 25 °C | 27 °C |
| Temp.    | 23 °C | 24 °C | 23 °C | 22 °C | 20 °C | 19 °C | 18 °C | 19 °C | 19 °C | 20 °C | 21 °C | 22 °C |
| Mínima   | 19 °C | 20 °C | 20 °C | 18 °C | 16 °C | 15 °C | 15 °C | 15 °C | 15 °C | 16 °C | 17 °C | 18 °C |

Figura N°7. Temperaturas max. y min. al año en Ica.

Fuente: <https://es.weatherspark.com>

El departamento de Ica tiene un clima templado y desértico, con una gran concentración de humedad en la zona litoral. Hay dos tendencias muy claras: seca y nubosa de mayo a noviembre, cuando la temperatura baja a 9°C en la misma ciudad de Ica: y calurosa y sofocante de enero a abril, tanto en Ica como en Pisco. Las temperaturas más altas del departamento pueden alcanzar los 32,3°C en Ica y los 27°C en Pisco. La media anual es de 20°C.

Como en toda la zona media de nuestra costa, las precipitaciones en Ica son escasas y asociadas a la región andina, es decir, se presentan únicamente en los

meses de enero, febrero y marzo. En Pisco y Paracas, la brisa marina se transforma en fuertes vientos conocidos como “paracas”, con velocidades de hasta 70 km/h, formando dunas y dunas de arena en el desierto.

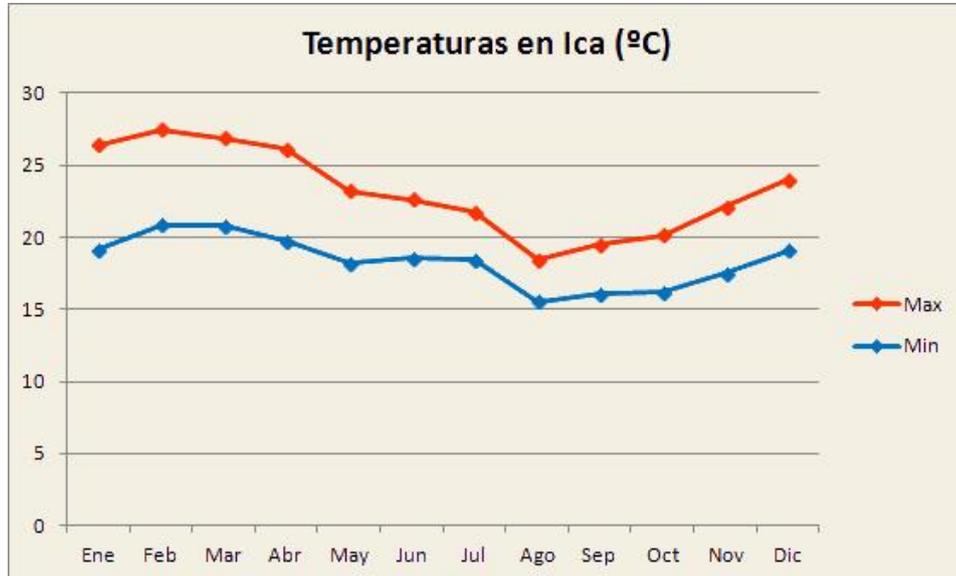


Gráfico N° 2. El tiempo por mes en Ica.

Fuente: <https://www.icaperu.org/clima>

## **Descripción del lugar de estudio**

La estructura cuenta con 5 niveles sobre un área aproximada de 130.25 m<sup>2</sup> y se muestra a continuación los detalles de la estructura.



*Figura N°8.* Detalle de la estructura de 5 niveles.

Fuente: Elaboración del autor.

Se replantearon los planos de ubicación y arquitectónicos que permitirán desarrollar el presente trabajo.

## **Plano de Ubicación y replanteo arquitectónico**

Luego de la inspección de la estructura en estudio se procedió a replantear los planos ubicación y arquitectónicos como se verá:

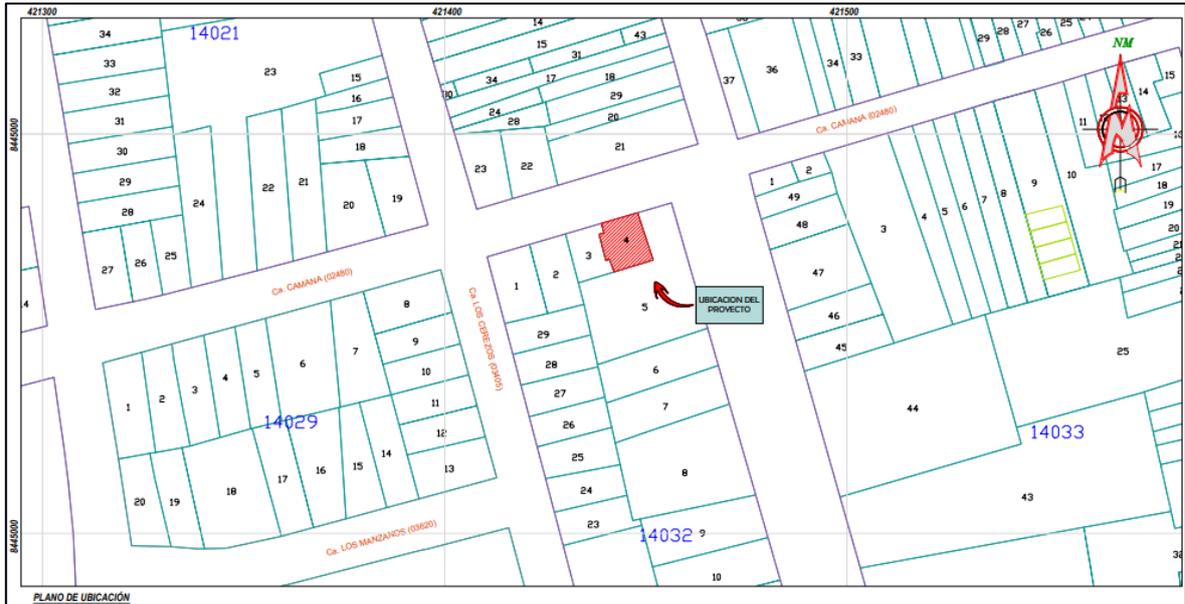


Figura N°9 Detalle de Ubicación de la estructura.

Fuente: Elaboración del autor.

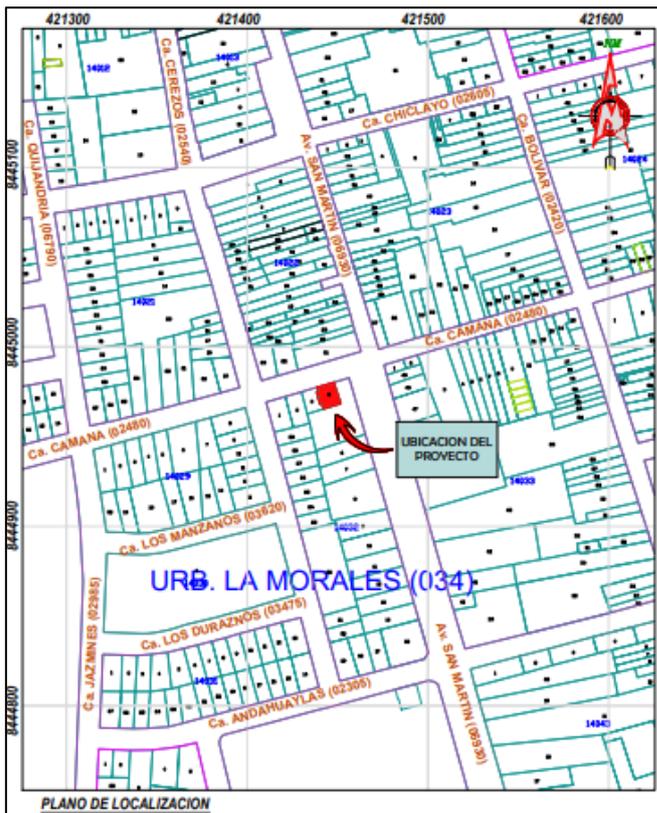


Figura N°10. Detalle de localización de la estructura.

Fuente: Elaboración del autor.

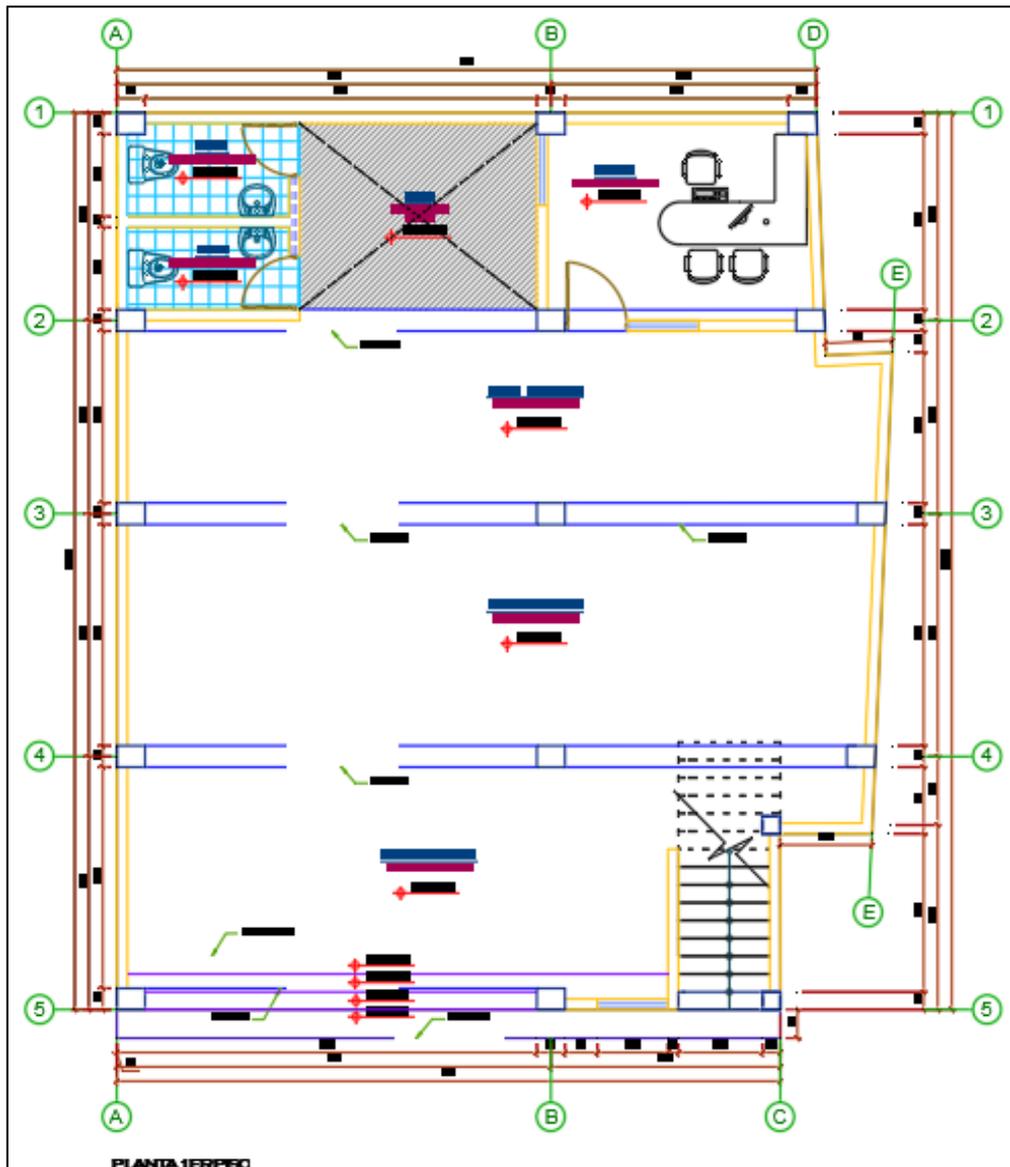


Figura N°11. Replanteo del primer nivel.

Fuente: Elaboración del autor.

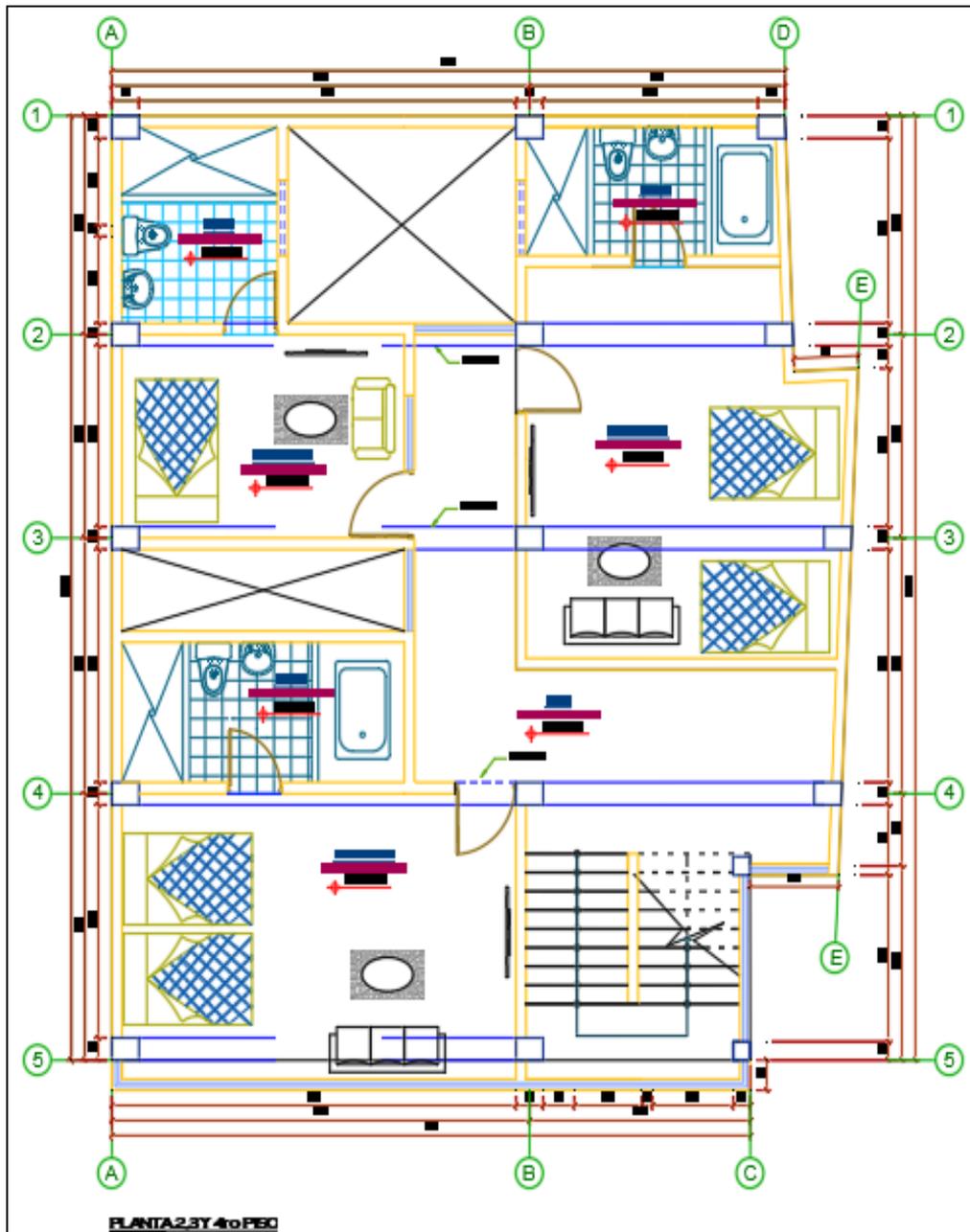


Figura N°12. Replanteo del 2,3 y 4to nivel.

Fuente: Elaboración del autor.

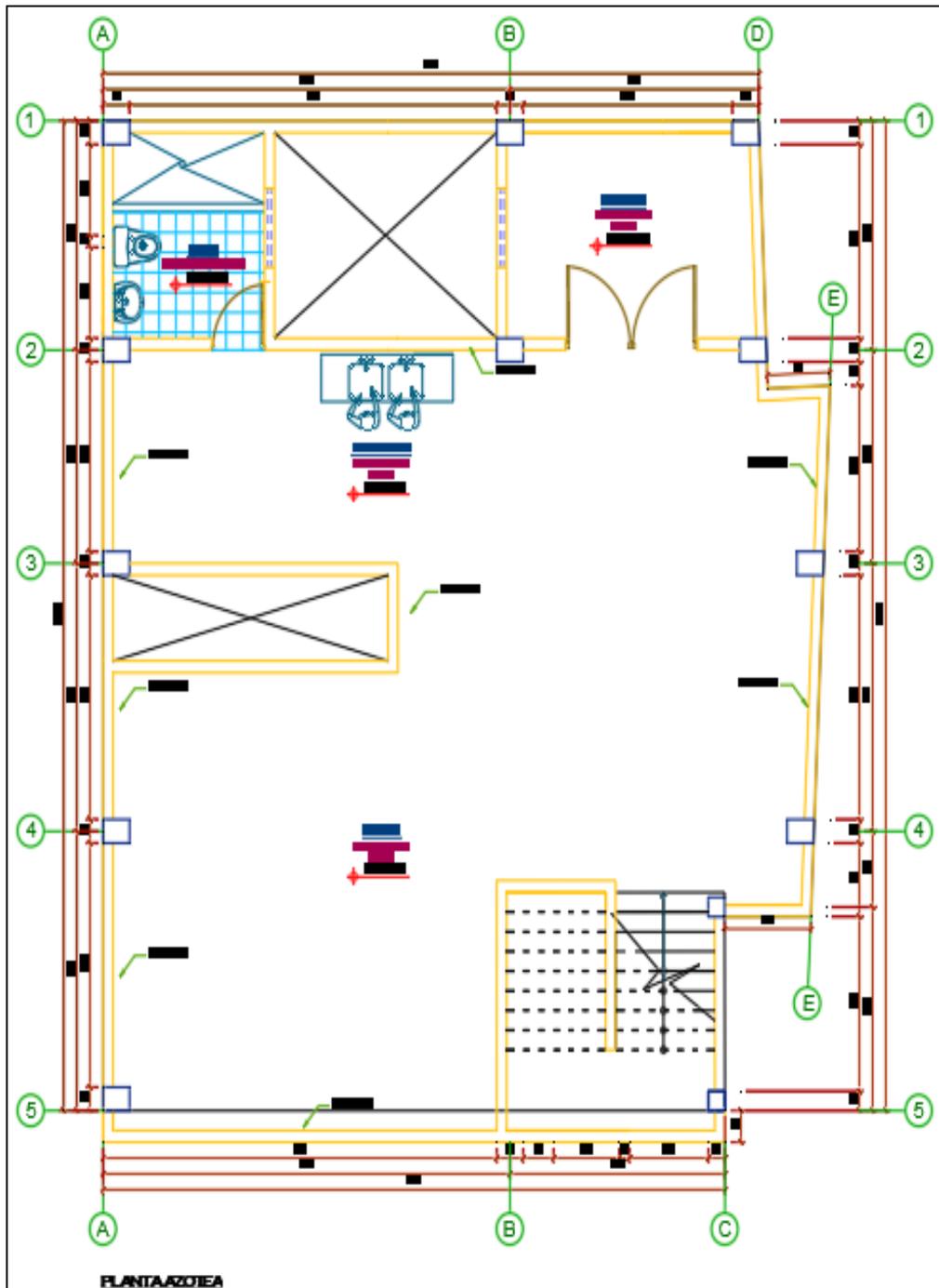


Figura N°13. Replanteo de la azotea

Fuente: Elaboración del autor.

### DATOS DEL ESTUDIO DE SUELO

Se muestran a continuación a través de las siguientes figuras los pasos que se efectuaron en el laboratorio de suelos, para la elaboración del estudio, el cual se adjuntara como anexo en la presente investigación.

## Ensayo de Granulometría por tamizado



Figura N°14. Ensayo de Granulometría por tamizado

## Ensayo de Límites de Atterberg

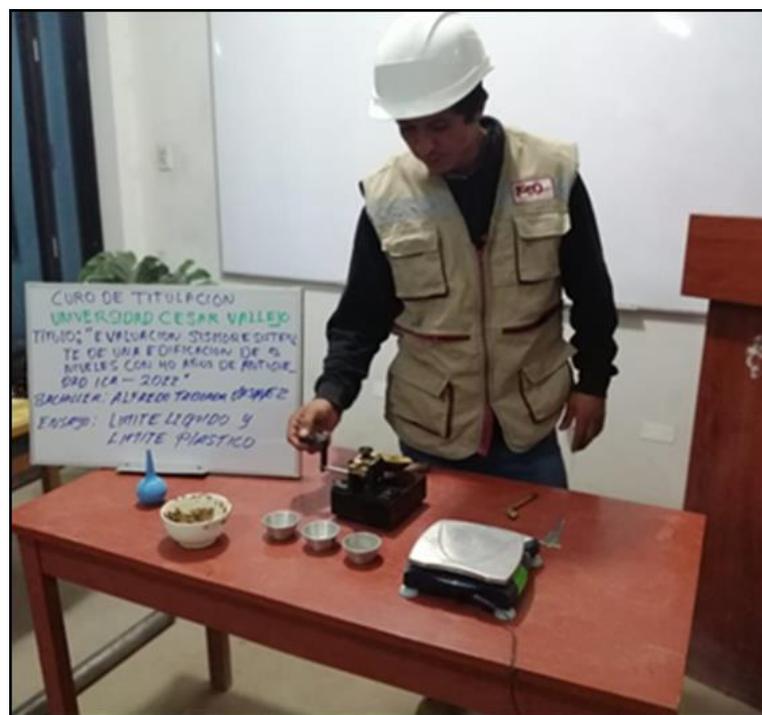


Figura N°15. Ensayo de límites de Atterberg.

## Ensayo de Absorción



Figura N°16. Ensayo de absorción.

## Ensayo de Corte directo



Figura N°17. Ensayo de Corte directo.

Tabla 5. Presiones admisibles.

| TIPO DE CIMENTACION | $q_{adm}$                     | PERFIL DE SUELO PREDOMINANTE | FACTOR DE SUELO "S" | Df (cm) |
|---------------------|-------------------------------|------------------------------|---------------------|---------|
| ZAPATAS             | <b>1.08 Kg/cm<sup>2</sup></b> | S2 (Suelo Intermedio)        | 1.05                | 120     |
| CIMENTOS CORRIDOS   | <b>1.10 Kg/cm<sup>2</sup></b> | S2 (Suelo Intermedio)        | 1.05                | 110     |

Fuente: Informe mecánica de Suelos.

## MODELADO ESTRUCTURAL E IRREGULARIDADES

Se efectúa la idealización del edificio para su consiguiente evaluación sismorresistente.

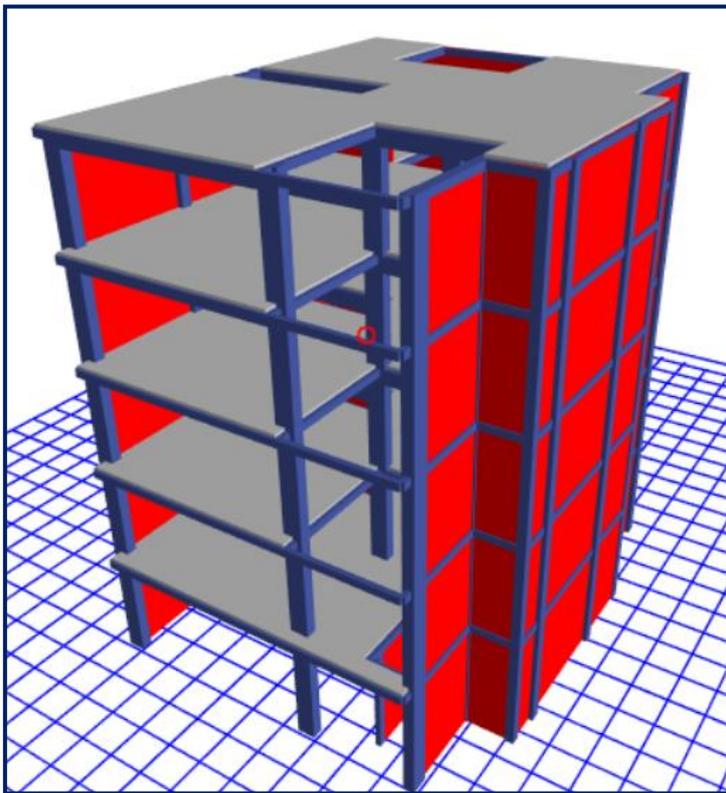


Figura N°18. Modelado de la estructura de 5 niveles.

Fuente: Elaboración del autor.

# PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

## Concreto

| General Data              |   |
|---------------------------|---|
| Material Name             | <input type="text" value="f&lt;sub&gt;c&lt;/sub&gt;=210 kgf/cm&lt;sup&gt;2&lt;/sup&gt;"/> |
| Material Type             | Concrete  |
| Directional Symmetry Type | Isotropic   |
| Material Display Color    | <input type="color" value="#0000FF"/> <input type="button" value="Change..."/>            |
| Material Notes            | <input type="button" value="Modify/Show Notes..."/>                                       |

| Material Weight and Mass                                |   |
|---|---|
| <input checked="" type="radio"/> Specify Weight Density | <input type="radio"/> Specify Mass Density                              |
| Weight per Unit Volume                                  | <input type="text" value="2400"/> kgf/m <sup>3</sup>                    |
| Mass per Unit Volume                                    | <input type="text" value="244.732"/> kgf-s <sup>2</sup> /m <sup>4</sup> |

| Mechanical Property Data            |  |
|-------------------------------------|--|
| Modulus of Elasticity, E            | <input type="text" value="2173706512"/> kgf/m <sup>2</sup>   |
| Poisson's Ratio, U                  | <input type="text" value="0.2"/>                             |
| Coefficient of Thermal Expansion, A | <input type="text" value="0.0000099"/> 1/C                   |
| Shear Modulus, G                    | <input type="text" value="905711046.64"/> kgf/m <sup>2</sup> |

Figura N°19. Propiedades del concreto

## Albañilería

| General Data              |   |
|---------------------------|---|
| Material Name             | <input type="text" value="f&lt;sub&gt;m&lt;/sub&gt;=65kgf/cm&lt;sup&gt;2&lt;/sup&gt;"/> |
| Material Type             | Masonry   |
| Directional Symmetry Type | Isotropic   |
| Material Display Color    | <input type="color" value="#00FF00"/> <input type="button" value="Change..."/>          |
| Material Notes            | <input type="button" value="Modify/Show Notes..."/>                                     |

| Material Weight and Mass                                |   |
|---|---|
| <input checked="" type="radio"/> Specify Weight Density | <input type="radio"/> Specify Mass Density                              |
| Weight per Unit Volume                                  | <input type="text" value="1800"/> kgf/m <sup>3</sup>                    |
| Mass per Unit Volume                                    | <input type="text" value="183.549"/> kgf-s <sup>2</sup> /m <sup>4</sup> |

| Mechanical Property Data            |   |
|-------------------------------------|---|
| Modulus of Elasticity, E            | <input type="text" value="325000000"/> kgf/m <sup>2</sup> |
| Poisson's Ratio, U                  | <input type="text" value="0.25"/>                         |
| Coefficient of Thermal Expansion, A | <input type="text" value="0.0000081"/> 1/C                |
| Shear Modulus, G                    | <input type="text" value="130000000"/> kgf/m <sup>2</sup> |

Figura N°20. Propiedades de la Albañilería.

## Acero

| General Data  |  |
|---|--|
| Material Name   | <input type="text" value="fy=4200kg/cm²"/>                                     |
| Material Type   | Rebar  |
| Directional Symmetry Type                               | Uniaxial   |
| Material Display Color                                  | <input type="color" value="#0000FF"/> <input type="button" value="Change..."/> |
| Material Notes  | <input type="button" value="Modify/Show Notes..."/>                            |
| Material Weight and Mass                                |  |
| <input checked="" type="radio"/> Specify Weight Density | <input type="radio"/> Specify Mass Density                                     |
| Weight per Unit Volume                                  | <input type="text" value="7849.05"/> kgf/m <sup>3</sup>                        |
| Mass per Unit Volume                                    | <input type="text" value="800.38"/> kgf-s <sup>2</sup> /m <sup>4</sup>         |
| Mechanical Property Data                                |  |
| Modulus of Elasticity, E                                | <input type="text" value="21000000000"/> kgf/m <sup>2</sup>                    |
| Coefficient of Thermal Expansion, A                     | <input type="text" value="0.0000117"/> 1/C                                     |

Figura N°21. *Propiedades del Acero*

| Material Name and Type |  |
|------------------------|--|
| Material Name          | <input type="text" value="fy=4200kg/cm²"/> |
| Material Type          | Rebar, Uniaxial                            |
| Grade                  | <input type="text" value="Grade 60"/>      |

Figura N°22. *Límite de influencia del acero*

- Esfuerzo de fluencia (fy) : 4200 kg/cm<sup>2</sup>

### Metrado de cargas por m<sup>2</sup>

Asignación de Cargas en losas y vigas:

CM (acabados) = 2000 kg/m<sup>3</sup> x 0.05m = **100 kg/m<sup>2</sup>**

CM (muro perpendicular) → De manera conservadora se considerará:

CM (muro perpendicular) = **150 kg/m<sup>2</sup>**

CM (peso de ladrillo techo) → Espesor de losa de 20cm

= 8 kg/m<sup>2</sup> / (0.30 x 0.30 m<sup>2</sup>) = **90 kg/m<sup>2</sup>**

CV (sobrecarga para entrepisos) = **200 kg/m<sup>2</sup>**

CV (sobrecarga para el último piso) = **100kg/m<sup>2</sup>**

CV (escaleras) = **200 kg/m<sup>2</sup>**

En el programa se ha colocado Asignación de Cargas en Losas y Vigas:

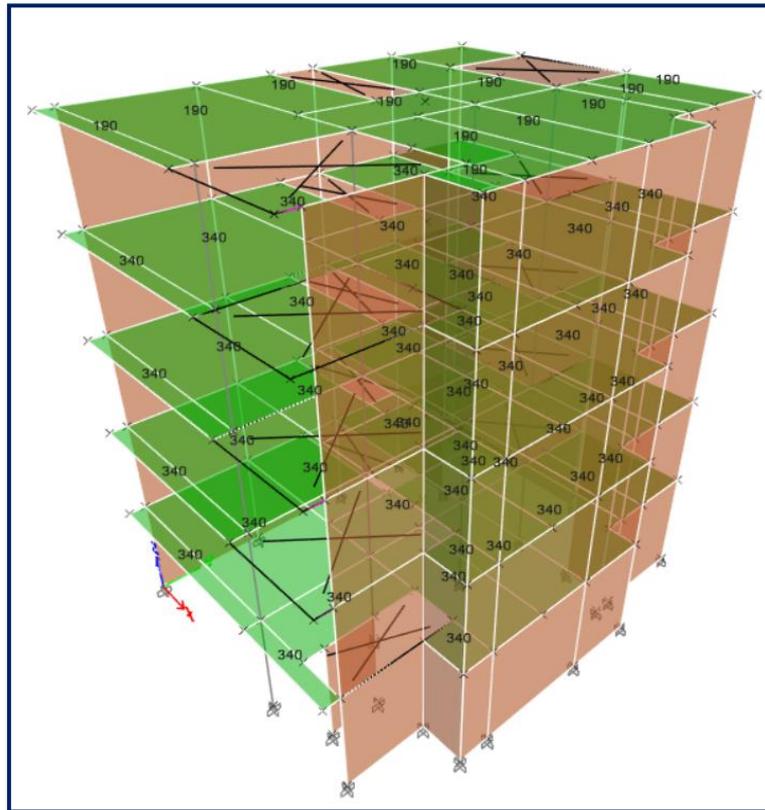


Figura N°23. Carga muerta en losas

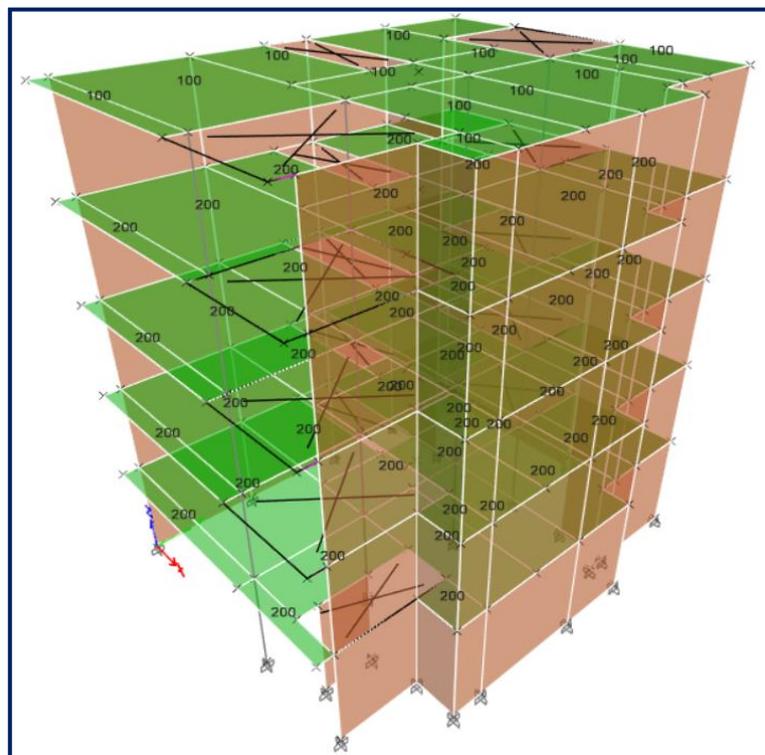


Figura N°24. Carga viva en losas

### Cargas lineales:

CM (tabique) =  $1350 \text{ kg/m}^3 \times 0.15\text{m} \times 2.60\text{m} = \mathbf{530 \text{ kg/m}}$  (muro de altura completa).

CM (tabique) =  $1350 \text{ kg/m}^3 \times 0.15\text{m} \times 1.00\text{m} = \mathbf{205 \text{ kg/m}}$  (muro debajo de ventana - volado).

CM (parapeto) =  $1350 \text{ kg/m}^3 \times 0.15\text{m} \times 1.00\text{m} = \mathbf{205 \text{ kg/m}}$

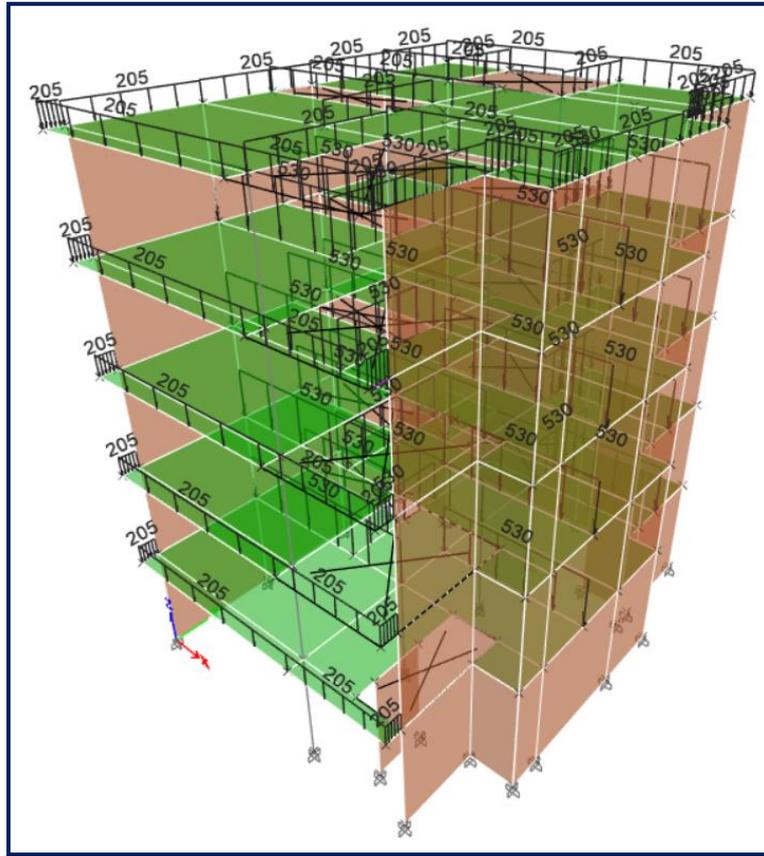


Figura N°25. Cargas distribuidas

### Cargas puntuales:

CM (columneta volado) =  $2400 \text{ kg/m}^3 \times 0.15\text{m} \times 0.20\text{m} \times 1.00 \text{ m} = \mathbf{75 \text{ kg}}$

CM (columneta interior) =  $2400 \text{ kg/m}^3 \times 0.15\text{m} \times 0.20\text{m} \times 2.60 \text{ m} = \mathbf{190 \text{ kg}}$

CM (columneta parapeto) =  $2400 \text{ kg/m}^3 \times 0.15\text{m} \times 0.20\text{m} \times 1.00 \text{ m} = \mathbf{75 \text{ kg}}$

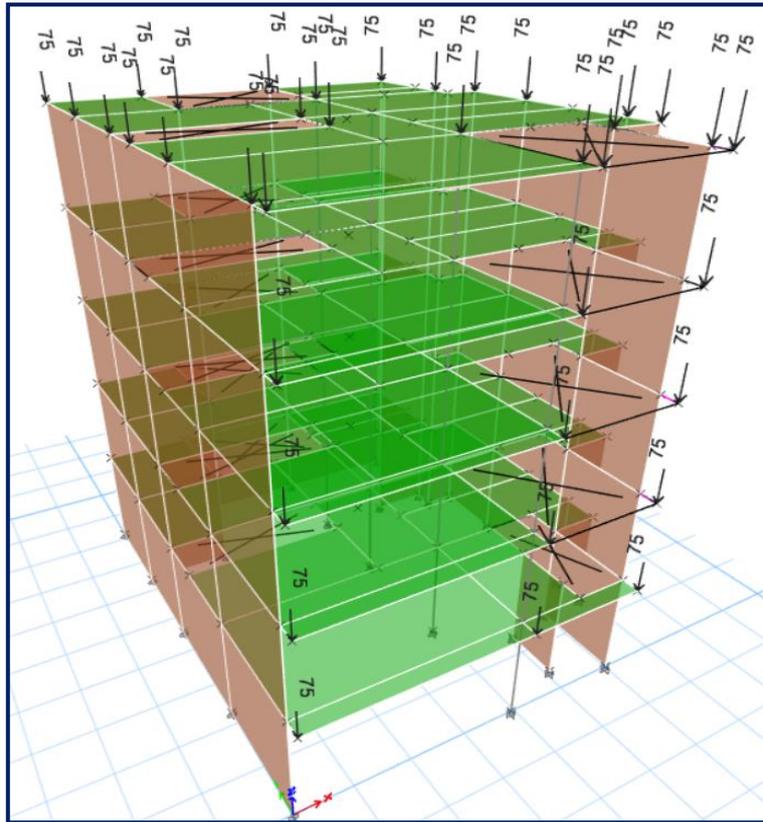


Figura N°26. Cargas puntuales en columna interna, volados y parapetos

## IRREGULARIDADES

A continuación, presentamos las siguientes irregularidades en altura:

### Irregularidad de rigidez

En la dirección X-X

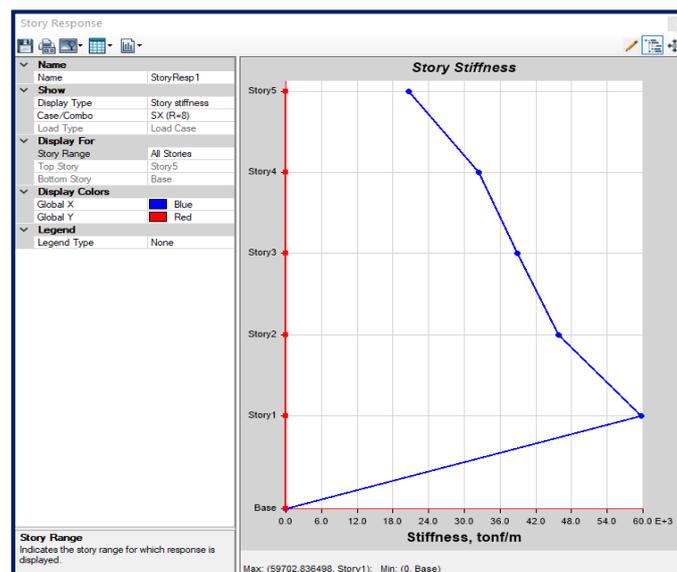


Figura N°27. Rigidez en "X"

En la dirección Y-Y

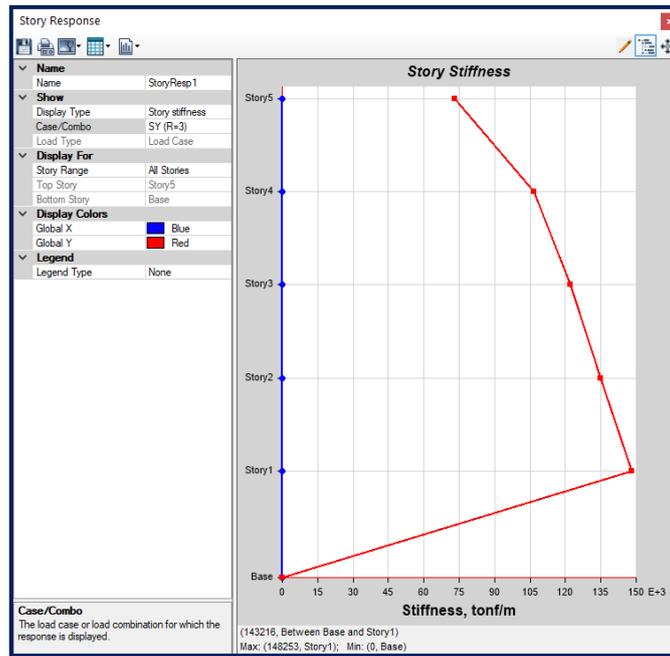


Figura N°28. Rigidez en “Y”

| Story  | Output case | Case Type   | Stiff X [Tonf-m] | Stiff Y [Tonf-m] | Irregularidad X $T_i < 70\% T_{i+1}$ | Irregularidad Y $T_i < 70\% T_{i+1}$ |
|--------|-------------|-------------|------------------|------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Story5 | SX (R=8)    | LinRespSpec | 20727.576        | 0                |                                      |                                      |
| Story4 | SX (R=8)    | LinRespSpec | 32425.566        | 0                | 156.44%                              |                                      |
| Story3 | SX (R=8)    | LinRespSpec | 38865.809        | 0                | 119.86%                              |                                      |
| Story2 | SX (R=8)    | LinRespSpec | 45871.314        | 0                | 118.02%                              |                                      |
| Story1 | SX (R=8)    | LinRespSpec | 59702.836        | 0                | 130.15%                              |                                      |
| Story5 | SY (R=3)    | LinRespSpec | 0                | 73295.784        |                                      |                                      |
| Story4 | SY (R=3)    | LinRespSpec | 0                | 106764.384       |                                      | 145.66%                              |
| Story3 | SY (R=3)    | LinRespSpec | 0                | 122008.686       |                                      | 114.28%                              |
| Story2 | SY (R=3)    | LinRespSpec | 0                | 135032.583       |                                      | 110.67%                              |
| Story1 | SY (R=3)    | LinRespSpec | 0                | 148252.824       |                                      | 109.79%                              |

Figura N°29. Cuadro de Irregularidad por rigidez.

No presenta irregularidad por rigidez.

## Irregularidad de resistencia – piso débil

En la dirección X-X

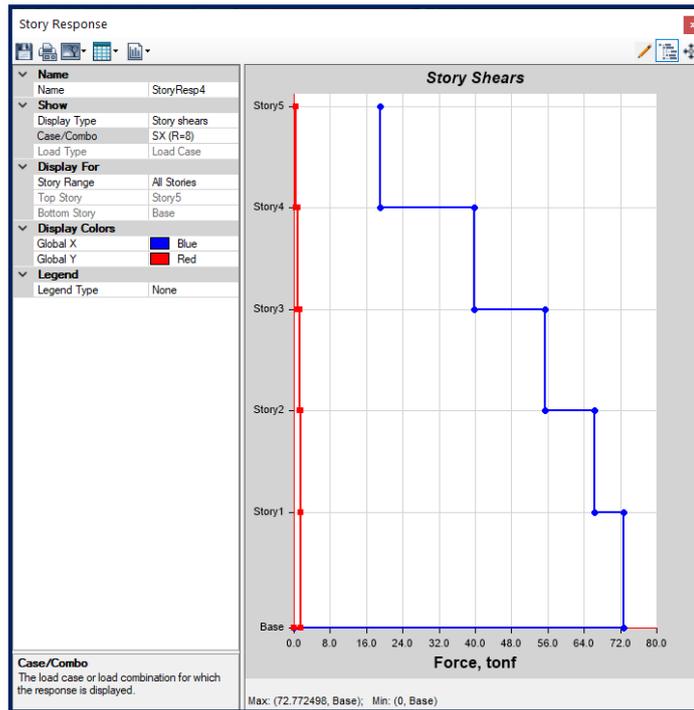


Figura N°30. Resistencia en “X”

En la dirección Y-Y

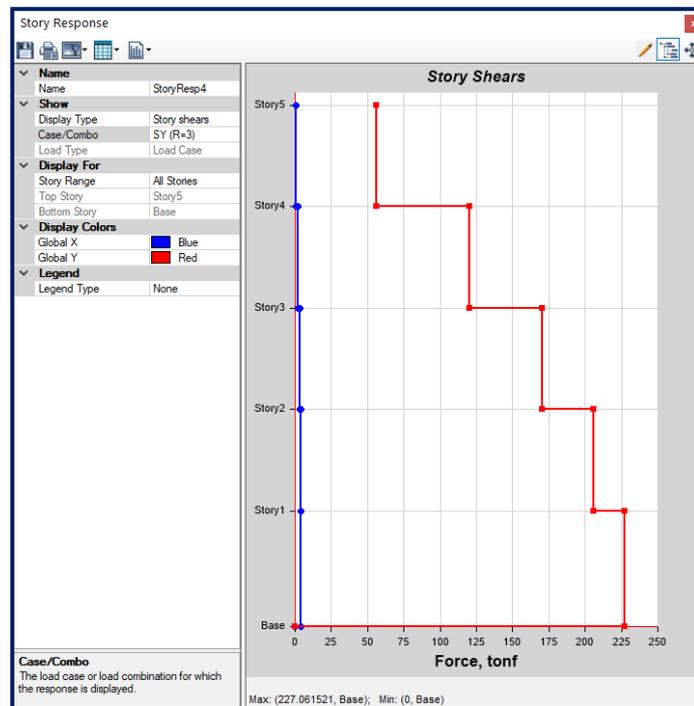


Figura N°31. Resistencia en “Y”

| Story  | Output Case | Case Type   | Location | VX<br>[Tonf] | VY<br>[Tonf] | Irregularidad X<br>$T_i < 80\% T_{i+1}$ | Irregularidad Y<br>$T_i < 80\% T_{i+1}$ |
|--------|-------------|-------------|----------|--------------|--------------|---|---|
| Story5 | SX (R=8)    | LinRespSpec | Bottom   | 19.0144      | 0.4197       |   |   |
| Story4 | SX (R=8)    | LinRespSpec | Bottom   | 39.8385      | 0.8619       | 209.52%                                 |   |
| Story3 | SX (R=8)    | LinRespSpec | Bottom   | 55.4395      | 1.2073       | 139.16%                                 |   |
| Story2 | SX (R=8)    | LinRespSpec | Bottom   | 66.3496      | 1.4408       | 119.68%                                 |   |
| Story1 | SX (R=8)    | LinRespSpec | Bottom   | 72.7725      | 1.5468       | 109.68%                                 |   |
| Story5 | SY (R=3)    | LinRespSpec | Bottom   | 0.9223       | 56.0713      |   |   |
| Story4 | SY (R=3)    | LinRespSpec | Bottom   | 2.0851       | 120.6476     |   | 215.17%                                 |
| Story3 | SY (R=3)    | LinRespSpec | Bottom   | 3.0831       | 170.4101     |   | 141.25%                                 |
| Story2 | SY (R=3)    | LinRespSpec | Bottom   | 3.7755       | 205.8141     |   | 120.78%                                 |
| Story1 | SY (R=3)    | LinRespSpec | Bottom   | 4.1241       | 227.0615     |   | 110.32%                                 |

Figura N°32. Cuadro de irregularidad por resistencia.

No presenta irregularidad por resistencia.

### Irregularidad de masa o peso

Tabla 6. Cuadro de irregularidad de masa.

| Piso   | Diaphragm | Mass x | Mass y | Irregularidad<br>$W_i > 1.5(W_{i+1})$ | Irregularidad<br>$W_i > 1.5(W_{i-1})$ |
|--------|-----------|--------|--------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Story5 | D1        | 10.393 | 10.393 |                                       | 72.23%                                |
| Story4 | D1        | 14.388 | 14.388 | 138.44%                               | 100.00%                               |
| Story3 | D1        | 14.388 | 14.388 | 100.00%                               | 100.00%                               |
| Story2 | D1        | 14.388 | 14.388 | 100.00%                               | 93.52%                                |
| Story1 | D1        | 15.385 | 15.385 | 106.93%                               |                                       |

Fuente: Elaboración del autor.

No presenta irregularidad de masa o peso.

**A continuación, presentamos las siguientes irregularidades en Planta:**

### Irregularidad torsional

Cálculo de la excentricidad accidental:

Tabla 7. Cuadro de detalle de torsión

| Piso   | Output Case | Case Type   | Step Type | Direction | Maximo Drift [m] | Avg Drift [m] | Ratio | Irregularidad<br>$T_i > 1.3(T_{prom})$ | Irregularidad Extrema<br>$T_i > 1.5(T_{prom})$ |
|--------|-------------|-------------|-----------|-----------|------------------|---------------|-------|--|--|
| Story5 | SX (R=8)    | LinRespSpec | Max       | X         | 0.001321         | 0.000917      | 1.44  | SI                                     | NO   |

|        |             |             |     |   |                 |          |       |    |    |
|--------|-------------|-------------|-----|---|-----------------|----------|-------|----|----|
| Story5 | SX<br>(R=8) | LinRespSpec | Max | Y | 0.000336        | 0.000189 | 1.777 | SI | SI |
| Story5 | SY<br>(R=3) | LinRespSpec | Max | X | 0.000188        | 0.000111 | 1.684 | SI | SI |
| Story5 | SY<br>(R=3) | LinRespSpec | Max | Y | 0.000792        | 0.000765 | 1.036 | NO | NO |
| Story4 | SX<br>(R=8) | LinRespSpec | Max | X | 0.001789        | 0.001229 | 1.456 | SI | NO |
| Story4 | SX<br>(R=8) | LinRespSpec | Max | Y | 0.000463        | 0.000264 | 1.753 | SI | SI |
| Story4 | SY<br>(R=3) | LinRespSpec | Max | X | 0.000264        | 0.000148 | 1.791 | SI | SI |
| Story4 | SY<br>(R=3) | LinRespSpec | Max | Y | 0.001166        | 0.00113  | 1.032 | NO | NO |
| Story3 | SX<br>(R=8) | LinRespSpec | Max | X | 0.002083        | 0.001426 | 1.46  | SI | NO |
| Story3 | SX<br>(R=8) | LinRespSpec | Max | Y | 0.000547        | 0.000314 | 1.743 | SI | SI |
| Story3 | SY<br>(R=3) | LinRespSpec | Max | X | 0.000321        | 0.000179 | 1.791 | SI | SI |
| Story3 | SY<br>(R=3) | LinRespSpec | Max | Y | 0.001442        | 0.001397 | 1.032 | NO | NO |
| Story2 | SX<br>(R=8) | LinRespSpec | Max | X | 0.002112        | 0.001446 | 1.46  | SI | NO |
| Story2 | SX<br>(R=8) | LinRespSpec | Max | Y | 0.000566        | 0.000327 | 1.733 | SI | SI |
| Story2 | SY<br>(R=3) | LinRespSpec | Max | X | <u>0.000343</u> | 0.000197 | 1.743 | SI | SI |
| Story2 | SY<br>(R=3) | LinRespSpec | Max | Y | 0.001579        | 0.001526 | 1.034 | NO | NO |
| Story1 | SX<br>(R=8) | LinRespSpec | Max | X | 0.001786        | 0.001219 | 1.465 | SI | NO |
| Story1 | SX<br>(R=8) | LinRespSpec | Max | Y | 0.000516        | 0.000297 | 1.739 | SI | SI |
| Story1 | SY<br>(R=3) | LinRespSpec | Max | X | 0.0003          | 0.000181 | 1.66  | SI | SI |
| Story1 | SY<br>(R=3) | LinRespSpec | Max | Y | 0.001584        | 0.001532 | 1.034 | NO | NO |

Fuente: Elaboración del autor.

Los resultados de la presente tabla son más conservadores, debido a que consideran los drift's de todos los nudos de la planta, eso incluye, los nudos del volado, que presentan mayores desplazamientos y, por ende, mayores drift's que el resto de los nudos.

Si existe irregularidad torsional extrema.  $I_p = 0.60$

### Esquinas entrantes

No se manifiesta esquinas entrantes, ya que no se observan aberturas por ningún frente de la planta.

## Discontinuidad del diafragma

Se hace presente cuando los diafragmas manifiestan aberturas superiores al 50% del área bruta referido al diafragma.

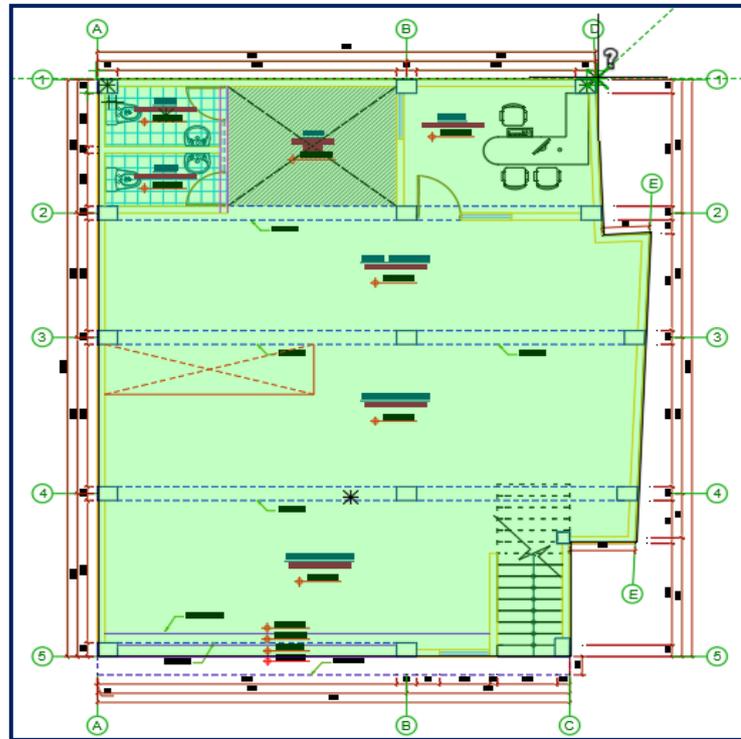


Figura N°33. Área total de la estructura modelada = 130.33 m<sup>2</sup>

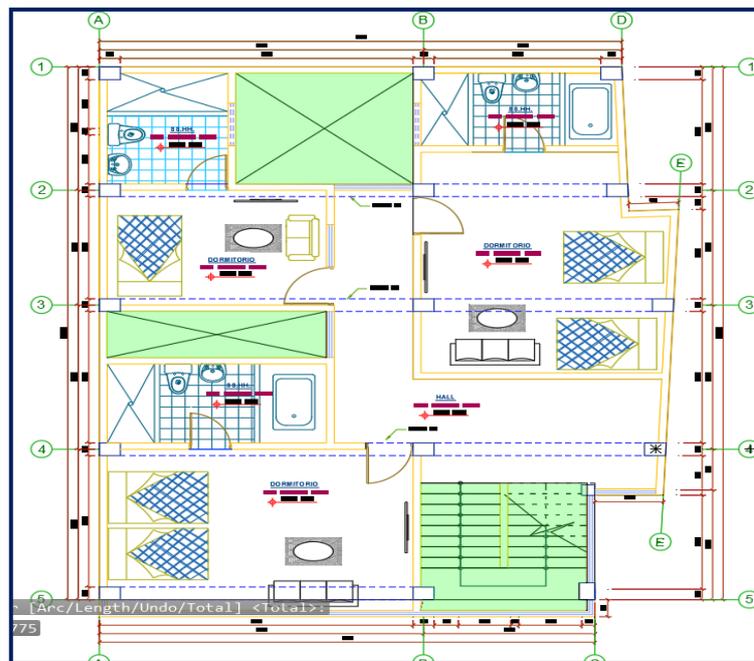


Figura N°34. Área de los ductos 22.68 m<sup>2</sup>

Presenta irregularidad por discontinuidad de diafragma si  $22.68 \text{ m}^2 > 50\% \times 130.33 \text{ m}^2 = 65.17 \text{ m}^2$ , en nuestro caso, **no presenta irregularidad**.

También presenta irregularidad si en cualquiera de los niveles y dirección de análisis, se presenta una sección del diafragma con un área neta resistente inferior al 25% del área de sección transversal total.

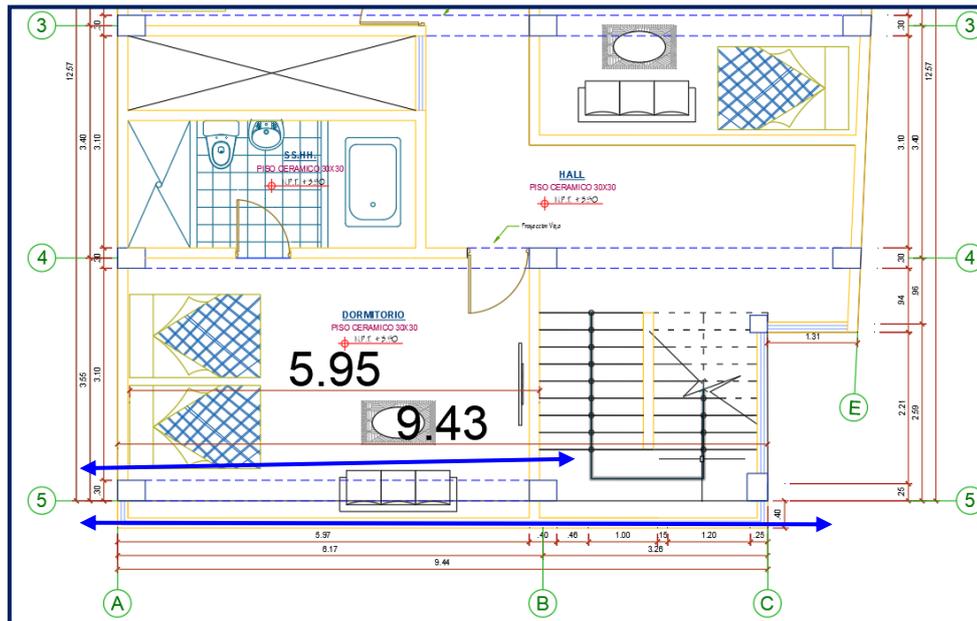


Figura N°35. Detalle de arquitectura.

La sección transversal de nuestra losa presenta igual espesor ( $e=5\text{cm}$ ), entonces existe irregularidad si  $5.95 < 25\% \times 9.43 = 2.37\text{m}$ . En nuestro proyecto **no presenta irregularidad por diafragma rígido**.

## Sistemas no paralelos

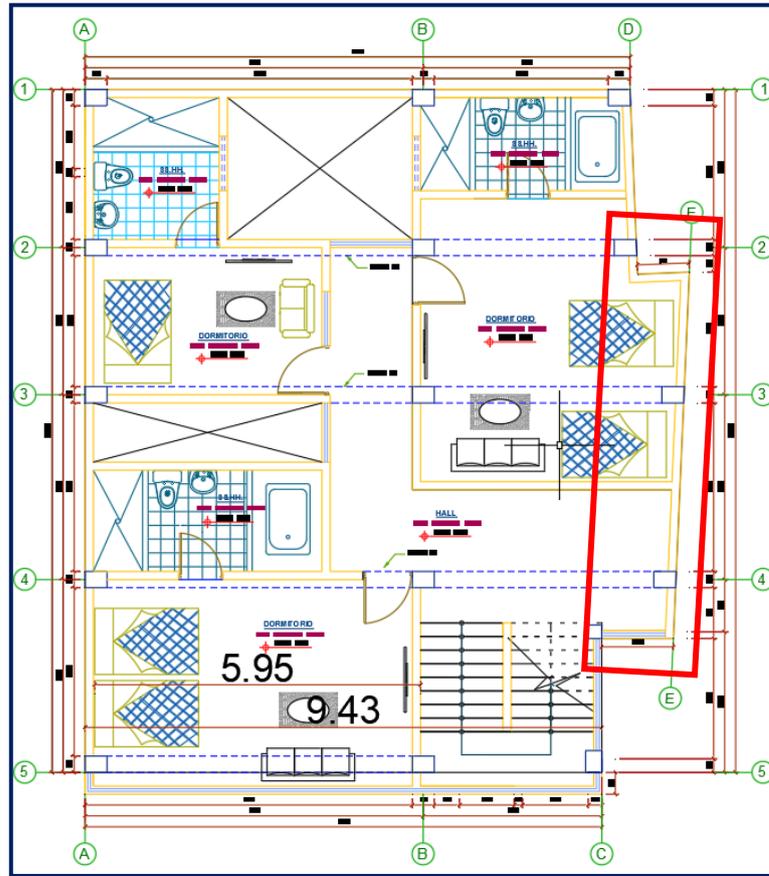


Figura N°36. Sistemas no paralelos.

No se observa Irregularidad cuando los componentes estructurales resistentes a fuerzas laterales (muros de albañilería para la dirección longitudinal) evidencian ángulos menores que 30°.

## Amplificación de la cortante

| Story  | Output Case  | Case Type   | Step Type | Location | P [Tonf] | VX [Tonf] | VY [Tonf] |
|--------|--------------|-------------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|
| Story1 | SX (R=8*0.6) | LinRespSpec | Max       | Bottom   | 0        | 121.2875  | 2.578     |
| Story1 | SY (R=3*0.6) | LinRespSpec | Max       | Bottom   | 0        | 6.8735    | 378.4359  |
| Story1 | SestX        | LinStatic   |           | Bottom   | 0        | -165.7013 | 0         |
| Story1 | SestY        | LinStatic   |           | Bottom   | 0        | 0         | -441.8702 |

Figura N°37. Amplificación de la cortante.

Fuente: Elaboración del autor.

Cortante Estático X-X: 165.7013 Tonf

Cortante Estático Y-Y: 441.87 Tonf

Cortante Dinámico X-X: 121.29 Tonf

Cortante Dinámico Y-Y: 378.44 Tonf

### ANÁLISIS ESTÁTICO

Se realiza a la edificación que estará sometida a cargas, como su propio peso y las cargas de uso.

$$\text{Cortante de la Base} = V = \frac{Z \times U \times S \times C}{R} \times P$$

### ANÁLISIS ESTÁTICO EN DIRECCIÓN "X"

En Dirección "X" (R=4.8)

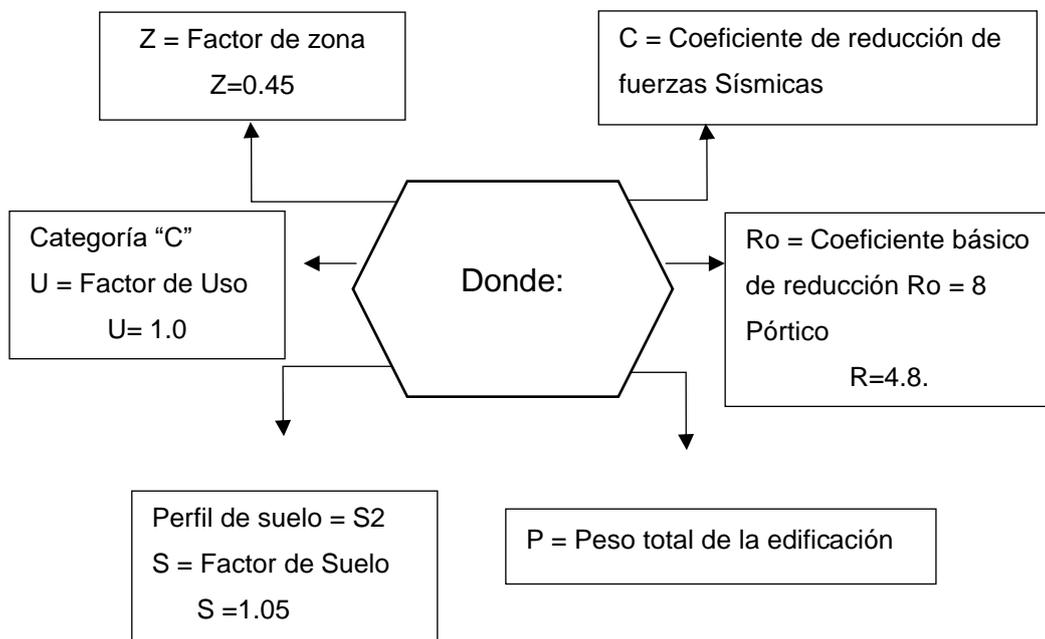


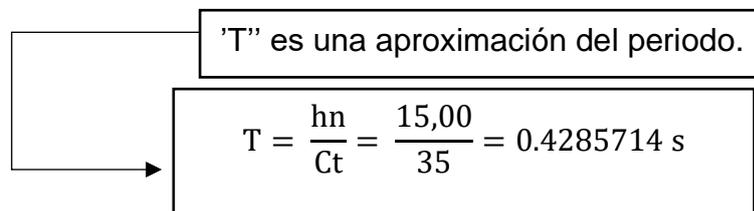
Tabla 8. Datos en dirección "X", para análisis estático.

| Datos en dirección "X" |     |      |                                 |  |       |    |
|------------------------|-----|------|---------------------------------|--|-------|----|
| Z                      | U   | S    | Ro = Factor básico de reducción | R = Factor de reducción de las fuerzas sísmicas. | Hn    | Ct |
| 0,45                   | 1,0 | 1,05 | 8,00                            | R = 4.8  | 15,00 | 35 |

Fuente: Elaboración del autor.

### Periodo Fundamental de Vibración

"T" resulta un periodo posible.



Definiremos el valor de amplificación:

$$T < T_p \rightarrow C = 2,5$$

$$T_p < T < T_L \rightarrow C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$T > T_L \rightarrow C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$$

Tabla 9. Periodo de  $T_p$  y  $T_L$ , según perfil de suelo

| Periodo " $T_p$ " y " $T_L$ " |                 |                |                |                |
|-------------------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|
|                               | Perfil de suelo |                |                |                |
|                               | S <sub>0</sub>  | S <sub>1</sub> | S <sub>2</sub> | S <sub>3</sub> |
| $T_p(s)$                      | 0,3             | 0,4            | 0,6            | 1,0            |
| $T_L(s)$                      | 3,0             | 2,5            | 2,0            | 1,6            |

Fuente: E. 030 Diseño sismorresistente.

Aplicaremos los valores que corresponde al Suelo S2, según tabla anterior.

$$T_p = 0.6$$

$$T_L = 2.0$$

Calculamos el valor de C y se respetara las formulas:

$$T < T_p \rightarrow C = 2,5$$

$$0.4285714 < 0,6 \rightarrow C = 2,5$$

A su vez se hará cumplimiento de la relación:

$$\frac{C}{R} \geq 0,11$$

$$\frac{2,5}{4.8} \geq 0,11$$

$$0,5208333 \geq 0,11$$

Factor de Cortante Basal

$$R = R_o \times I_a \times I_p$$

Reemplazo:

$$R = 8 \times 1 \times 0.6, \text{ por tal motivo } R = 4.8$$

|  |
|--|
| $\text{Coeficiente de cortante en la Base} = \frac{Z \times U \times S \times C}{R} = 0.2460937$ |
|--|

Reemplazo valores:

$$\frac{Z \times U \times S \times C}{R} = \frac{0,45 \times 1,0 \times 1,05 \times 2,5}{4.8} = 0.2460937$$

Cortante en "X" = 0.2460937 x Peso Sísmico.

Factor Exponencial de Distribución (K)

$$K = 1 \quad \text{Cuando } T \leq 0,5 \text{ segundos}$$

$$K = (0,75 + 0,5T) \leq 2 \quad \text{Cuando } T > 0,5 \text{ segundos}$$

Además:

$$T = \frac{15.00}{35} = 0.4285714s$$

$$T = 0,4285714 \text{ segundos} \leq 0,5$$

Se visualiza que "K" es 1.

**SX:**

Figura N°38. Coeficiente de cortante en la base Dirección X

Fuente: Elaboración del autor.

**ANÁLISIS ESTÁTICO EN SENTIDO “Y”**

**En Dirección “Y” (R=3)**

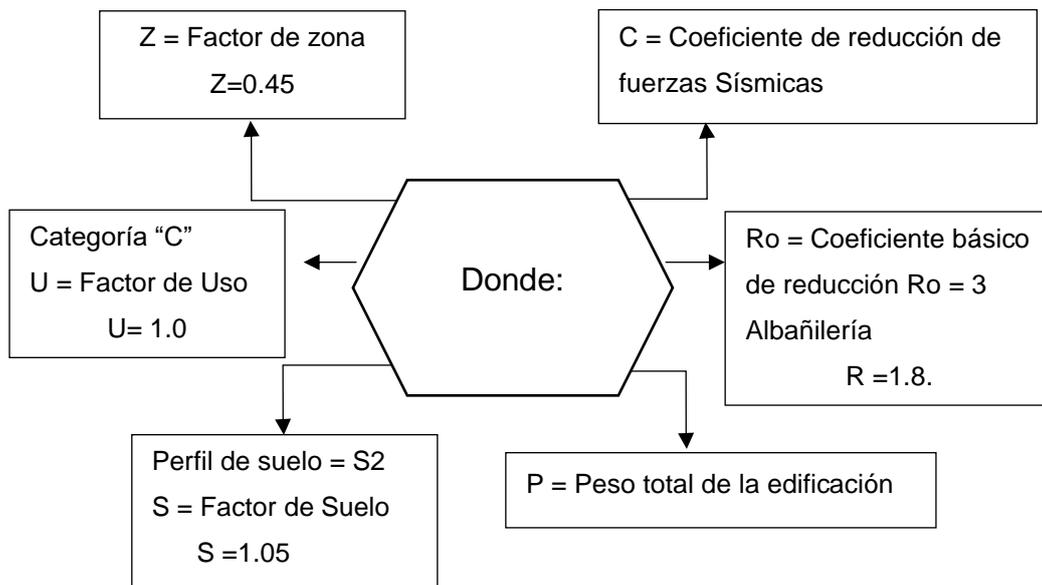


Tabla 10. Datos en dirección “Y”, para análisis estático.

| Datos en dirección “Y” |     |      |                                 |  |       |    |
|------------------------|-----|------|---------------------------------|--|-------|----|
| Z                      | U   | S    | Ro = Factor básico de reducción | R = Factor de reducción de las fuerzas sísmicas. | Hn    | Ct |
| 0,45                   | 1,0 | 1,05 | 3,00                            | R = 1.8  | 15,00 | 60 |

Fuente: Elaboración del autor.

## Periodo Fundamental de Vibración

"T" es un periodo aproximado.

'T" es un periodo aproximado.

$$T = \frac{hn}{Ct} = \frac{15,00}{60} = 0.25 \text{ s}$$

Definiremos el factor:

$$T < T_p \rightarrow C = 2,5$$

$$T_p < T < T_L \rightarrow C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$T > T_L \rightarrow C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$$

Tabla 11. Periodo de  $T_p$  y  $T_L$

| <b>Periodo "<math>T_p</math>" y "<math>T_L</math>"</b> |                        |       |       |       |
|--|------------------------|-------|-------|-------|
|  | <b>Perfil de suelo</b> |       |       |       |
|  | $S_0$                  | $S_1$ | $S_2$ | $S_3$ |
| $T_p(s)$   | 0,3                    | 0,4   | 0,6   | 1,0   |
| $T_L(s)$   | 3,0                    | 2,5   | 2,0   | 1,6   |

Fuente: E. 030 Diseño sismorresistente.

Aplicaremos los valores que corresponde a un Suelo S2, según la tabla anterior.

$$T_p = 0.6$$

$$T_L = 2.0$$

Calculamos el valor de C y se respetara las fórmulas:

$$T < T_p \rightarrow C = 2,5$$

$$0.25 < 0,6 \rightarrow C = 2,5$$

Además, se hace cumplimiento:

$$\frac{C}{R} \geq 0,11$$

$$\frac{2,5}{1.8} \geq 0,11$$

$$1,38888 \geq 0,11$$

### Factor de Cortante Basal

$$R = R_o \times I_a \times I_p$$

Reemplazo:

$$R = 3 \times 1 \times 0.6, \text{ por tal motivo } R = 1.8$$

$$\text{Coeficiente de cortante en la Base} = \frac{Z \times U \times S \times C}{R} = 0.65625$$

Reemplazo valores:

$$\frac{Z \times U \times S \times C}{R} = \frac{0,45 \times 1,0 \times 1,05 \times 2,5}{1.8} = 0.65625$$

Cortante en "X" = 0.65625 x Peso Sísmico.

Factor Exponencial de Distribución (K)

$$K = 1 \quad \text{Cuando } T \leq 0,5 \text{ segundos}$$

$$K = (0,75 + 0,5T) \leq 2 \quad \text{Cuando } T > 0,5 \text{ segundos}$$

Se deduce:

$$T = \frac{15.00}{60} = 0.25s$$

$$T = 0,25 \text{ segundos} \leq 0,5$$

En consecuente "K" es 1.

## SY:

Direction and Eccentricity

X Dir       Y Dir

X Dir + Eccentricity       Y Dir + Eccentricity

X Dir - Eccentricity       Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.)     

Overwrite Eccentricities     

Factors

Base Shear Coefficient, C     

Building Height Exp., K     

Story Range

Top Story     

Bottom Story     

Figura N°39. Coeficiente de cortante en la base Dirección Y

Fuente: Elaboración del autor.

## ANÁLISIS SISMICO DINAMICO

Se hace uso de un espectro inelástico que nace de la formula a detallar:

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

$g$  = Aceleración debido a Gravedad = 9.81

### En Dirección "X" (R=4.8)

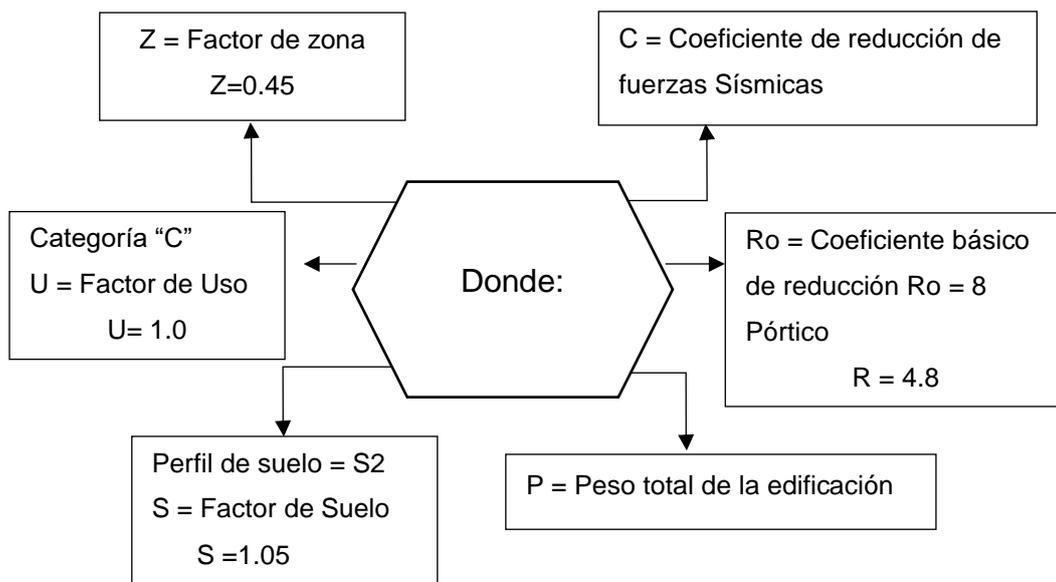


Tabla 12. Datos en dirección "X", para análisis dinámico

| Datos en dirección "X" |     |      |                                 |  |       |    |
|------------------------|-----|------|---------------------------------|--|-------|----|
| Z                      | U   | S    | Ro = Factor básico de reducción | R = Factor de reducción de las fuerzas sísmicas. | Hn    | Ct |
| 0,45                   | 1,0 | 1,05 | 8,00                            | R = 4.8  | 15,00 | 35 |

Fuente: Elaboración del autor.

Definiremos el Factor de Amplificación con la siguiente expresión, que nos muestra la Norma E. 0.30 de Diseño Sismorresistente:

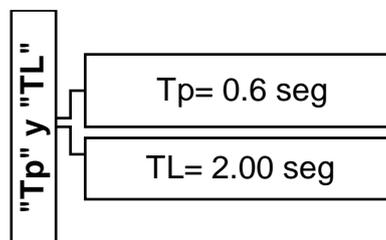
$$T < T_p \rightarrow C = 2,5$$

$$T_p < T < T_L \rightarrow C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$T > T_L \rightarrow C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$$

### CALCULO MANUAL DEL PERIODO - ACELERACION EN EJE "X" CON R= 4.8

Sabiendo los valores de  $T_p$  y  $T_L$ , según la tabla:



✓ Cuando  $T = 0$  y se sabe  $T < T_p \rightarrow 0 < 0.6 \rightarrow C = 2.5$

Cuando  $T = 0$

$$\frac{Z \times U \times S \times C}{R} = \frac{0,45 \times 1,0 \times 1,05 \times 2,5}{4.8} = 0.2460937$$

✓ Si  $T = 1.00$  donde  $T_p < T < T_L \rightarrow 0.6 < 1 < 2.00 \rightarrow C = 2,5 \times \left(\frac{0,6}{1,00}\right) \rightarrow C = 1.5$

Para  $T = 1.00$

$$\frac{Z \times U \times S \times C}{R} = \frac{0,45 \times 1,0 \times 1,05 \times 1,5}{4.8} = 0.1476562$$

✓ Si **T = 1.20** donde **T<sub>p</sub> < T < T<sub>I</sub>** → 0.6 < 1.20 < 2.00 → C = 2,5 ×  $\left(\frac{0,6}{1,20}\right)$  → C = 1.25

Para T = 1.20

$$\frac{Z \times U \times S \times C}{R} = \frac{0,45 \times 1,0 \times 1,05 \times 1,25}{4,8} = 0.1230468$$

✓ Si **T = 3.0** donde **T > T<sub>L</sub>** → 3.0 > 2 → C = 2,5 ×  $\left(\frac{0,6 \times 2}{3,0^2}\right)$  = → C = 0.333333

Para T= 3.0

$$\frac{Z \times U \times S \times C}{R} = \frac{0,45 \times 1,0 \times 1,05 \times 0.333333}{4,8} = 0.0328124$$

✓ Si **T = 3.2** donde **T > T<sub>L</sub>** → 3.2 > 2 → C = 2,5 ×  $\left(\frac{0,6 \times 2}{3,2^2}\right)$  = → C = 0.2929687

Para T= 3.2

$$\frac{Z \times U \times S \times C}{R} = \frac{0,45 \times 1,0 \times 1,05 \times 0.2929687}{4,8} = 0.0288391$$

De la misma manera se procedió con los demás periodos

### En Dirección "Y" (R=1.8)

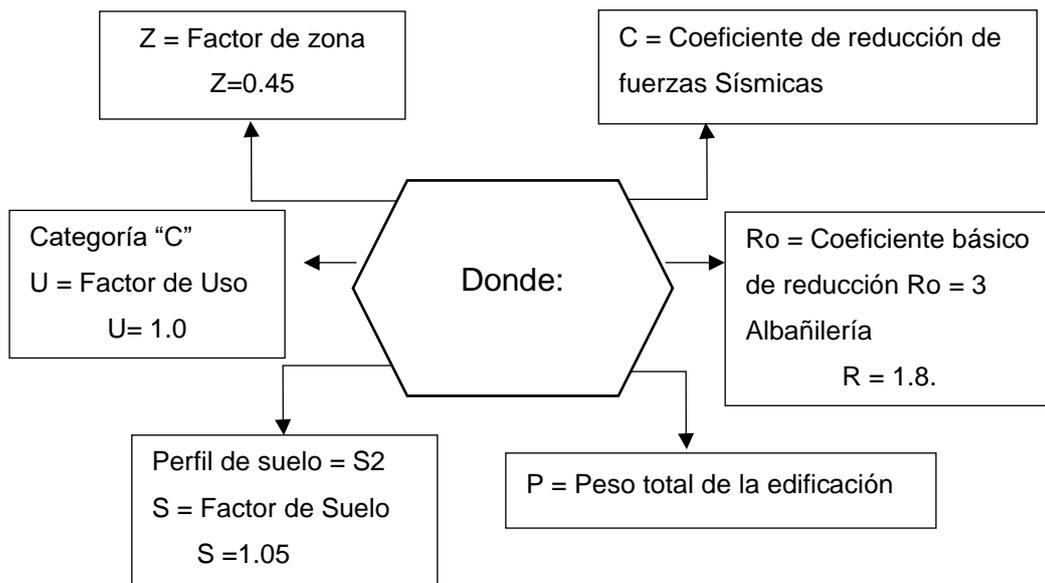


Tabla 13. Datos en dirección "Y", para análisis Dinámico

| Datos en dirección "Y" |     |      |                                 |  |       |    |
|------------------------|-----|------|---------------------------------|--|-------|----|
| Z                      | U   | S    | Ro = Factor básico de reducción | R = Factor de reducción de las fuerzas sísmicas. | Hn    | Ct |
| 0,45                   | 1,0 | 1,05 | 3,00                            | R = 1.8  | 15,00 | 60 |

Fuente: Elaboración del autor.

Definiremos el Factor de Amplificación con la siguiente expresión, que nos muestra la Norma E. 0.30 de Diseño Sismorresistente:

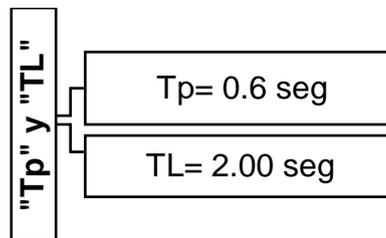
$$T < T_p \rightarrow C = 2,5$$

$$T_p < T < T_L \rightarrow C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$T > T_L \rightarrow C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$$

### CALCULO MANUAL DEL PERIODO - ACELERACION EN EJE "Y" CON R=1.8

Sabiendo los valores de  $T_p$  y  $T_L$ , según la tabla:



✓ Cuando  $T = 0$  y se sabe  $T < T_p \rightarrow 0 < 0.6 \rightarrow C = 2.5$

Cuando  $T = 0$

$$\frac{Z \times U \times S \times C}{R} = \frac{0.45 \times 1.00 \times 1.05 \times 2.5}{1.8} = 0.65625$$

✓ Si  $T = 0.8$  donde  $T_p < T < T_L \rightarrow 0.6 < 0.8 < 2.00 \rightarrow C = 2,5 \times \left(\frac{0,6}{0,8}\right) \rightarrow C = 1.875$

Para  $T = 0.8$

$$\frac{Z \times U \times S \times C}{R} = \frac{0.45 \times 1.00 \times 1.05 \times 1.875}{1.8} = 0.4921875$$

✓ Si  $T = 1.00$  donde  $T_p < T < T_l \rightarrow 0.6 < 1 < 2.00 \rightarrow C = 2,5 \times \left(\frac{0,6}{1,00}\right) \rightarrow C = 1.5$

Para  $T = 1.00$

$$\frac{Z \times U \times S \times C}{R} = \frac{0.45 \times 1.00 \times 1.05 \times 1.5}{1.8} = 0.39375$$

✓ Si  $T = 1.2$  donde  $T_p < T < T_l \rightarrow 0.6 < 1.2 < 2.00 \rightarrow C = 2,5 \times \left(\frac{0,6}{1,2}\right) \rightarrow C = 1.25$

Para  $T = 1.2$

$$\frac{Z \times U \times S \times C}{R} = \frac{0.45 \times 1.00 \times 1.05 \times 1.25}{1.8} = 0.328125$$

✓ Si  $T = 1.5$  donde  $T_p < T < T_l \rightarrow 0.6 < 1.5 < 2.00 \rightarrow C = 2,5 \times \left(\frac{0,6}{1,5}\right) \rightarrow C = 1$

Para  $T = 1.5$

$$\frac{Z \times U \times S \times C}{R} = \frac{0.45 \times 1.00 \times 1.05 \times 1}{1.8} = 0.2625$$

✓ Si  $T = 1.6$  donde  $T_p < T < T_l \rightarrow 0.6 < 1.6 < 2.00 \rightarrow C = 2,5 \times \left(\frac{0,6}{1,6}\right) \rightarrow C = 0.9375$

Para  $T = 1.6$

$$\frac{Z \times U \times S \times C}{R} = \frac{0.45 \times 1.00 \times 1.05 \times 0.9375}{1.8} = 0.2460937$$

✓ Si  $T = 2.6$  donde  $T > T_l \rightarrow 2.6 > 2 \rightarrow C = 2,5 \times \left(\frac{0,6 \times 2}{2,6^2}\right) \rightarrow C = 0.44378$

Para  $T = 2.6$

$$\frac{Z \times U \times S \times C}{R} = \frac{0,45 \times 1,00 \times 1,05 \times 0,44378}{1,8} = 0.1164922$$

✓ Si  $T = 3.0$  donde  $T > T_l \rightarrow 3.0 > 2 \rightarrow C = 2,5 \times \left(\frac{0,6 \times 2}{3,0^2}\right) \rightarrow C = 0.333333$

Para  $T = 3.0$

$$\frac{Z \times U \times S \times C}{R} = \frac{0,45 \times 1,00 \times 1,05 \times 0,333333}{1,8} = 0.1458331$$

✓ Si  $T = 3.6$  donde  $T > T_l \rightarrow 3.6 > 2 \rightarrow C = 2,5 \times \left(\frac{0,6 \times 2}{3,6^2}\right) \rightarrow C = 0.2314814$

Para  $T = 3.6$

$$\frac{Z \times U \times S \times C}{R} = \frac{0,45 \times 1,00 \times 1,05 \times 0,2314814}{1,8} = 0.0607638$$

✓ Si  $T = 4.0$  donde  $T > T_L \rightarrow 4.0 > 2 \rightarrow C = 2,5 \times \left(\frac{0,6 \times 2}{4.0^2}\right) = \rightarrow C = 0.1875$

Para  $T = 4.0$

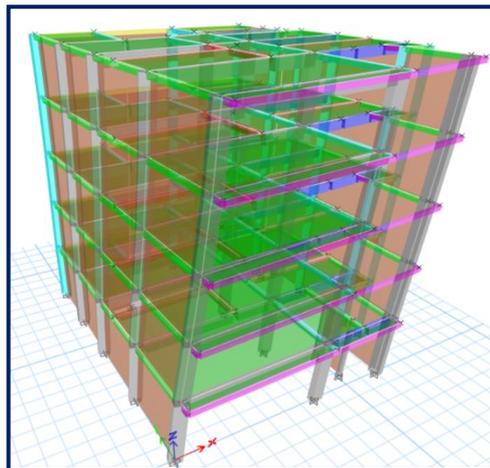
$$\frac{Z \times U \times S \times C}{R} = \frac{0,45 \times 1,00 \times 1,05 \times 0,1875}{1,8} = 0.0492187$$

Del mismo modo se realizó con los demás periodos.

## ANALISIS MODAL DEL EDIFICIO

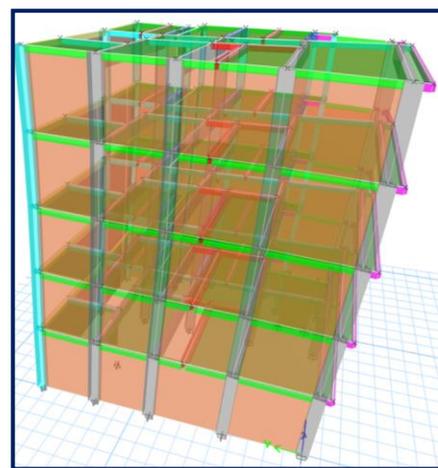
| Case  | Mode | Period sec | UX        | UY        | UZ | SumUX  | SumUY  | SumUZ | RX        | RY        | RZ        |
|-------|------|------------|-----------|-----------|----|--------|--------|-------|-----------|-----------|-----------|
| Modal | 1    | 0.374      | 0.706     | 0.0001    | 0  | 0.706  | 0.0001 | 0     | 0.0001    | 0.2194    | 0.1105    |
| Modal | 2    | 0.215      | 0.0002    | 0.8466    | 0  | 0.7062 | 0.8467 | 0     | 0.216     | 3.079E-05 | 2.489E-05 |
| Modal | 3    | 0.156      | 0.1019    | 4.552E-05 | 0  | 0.8081 | 0.8468 | 0     | 0         | 0.0408    | 0.7575    |
| Modal | 4    | 0.118      | 0.135     | 2.22E-05  | 0  | 0.9431 | 0.8468 | 0     | 6.785E-06 | 0.5184    | 0.01      |
| Modal | 5    | 0.072      | 1.318E-05 | 0.1199    | 0  | 0.9431 | 0.9667 | 0     | 0.6847    | 0.0001    | 1.447E-06 |
| Modal | 6    | 0.066      | 0.0247    | 1.209E-05 | 0  | 0.9678 | 0.9667 | 0     | 0.0001    | 0.0552    | 0.0087    |
| Modal | 7    | 0.053      | 0.0169    | 4.85E-06  | 0  | 0.9848 | 0.9667 | 0     | 1.5E-05   | 0.11      | 0.0781    |
| Modal | 8    | 0.047      | 0.0078    | 1.064E-05 | 0  | 0.9925 | 0.9668 | 0     | 3.643E-05 | 0.034     | 0.0011    |
| Modal | 9    | 0.043      | 4.145E-06 | 0.0255    | 0  | 0.9925 | 0.9923 | 0     | 0.0606    | 7.612E-06 | 2.689E-06 |
| Modal | 10   | 0.038      | 0.0014    | 5.863E-07 | 0  | 0.994  | 0.9923 | 0     | 9.263E-07 | 0.0045    | 0.0002    |
| Modal | 11   | 0.033      | 0.0042    | 0.0004    | 0  | 0.9982 | 0.9927 | 0     | 0.0022    | 0.0093    | 0.017     |
| Modal | 12   | 0.032      | 0.0003    | 0.0061    | 0  | 0.9985 | 0.9988 | 0     | 0.0333    | 0.0006    | 0.0011    |

Figura N°40. Modos de vibración de la estructura en estudio.



$$T_X = 0.371 \text{ s}$$

Figura N°41. Periodo en "X",  $T_x = 0.371$ s



$$T_Y = 0.217 \text{ s}$$

Figura N°42. Periodo en "Y"  $T_y = 0.217$ s

**OE 1:** Describir cómo realizar una evaluación sismorresistente por carga vertical de una Edificación de 5 Niveles con 40 años de antigüedad, Ica – 2022.

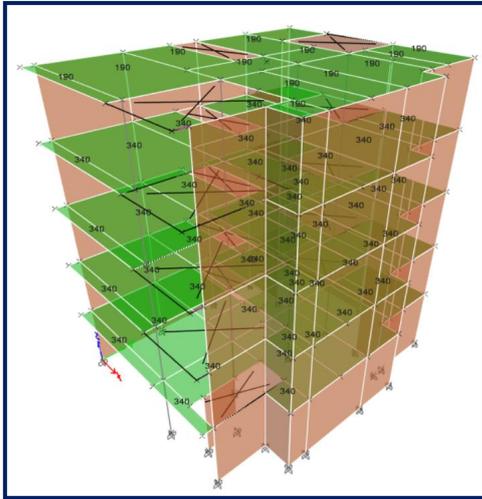


Figura N°43. Carga Muerta en Losa.

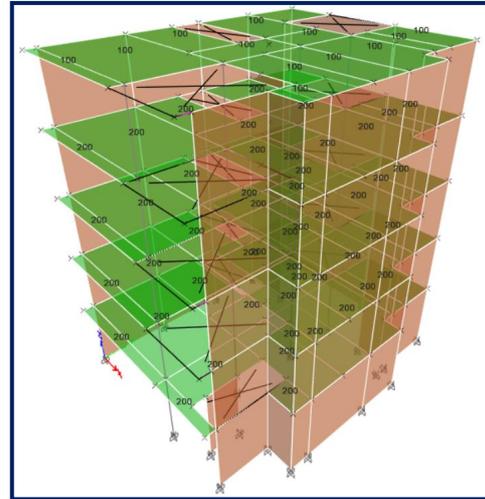


Figura N°44. Carga Viva en losa.

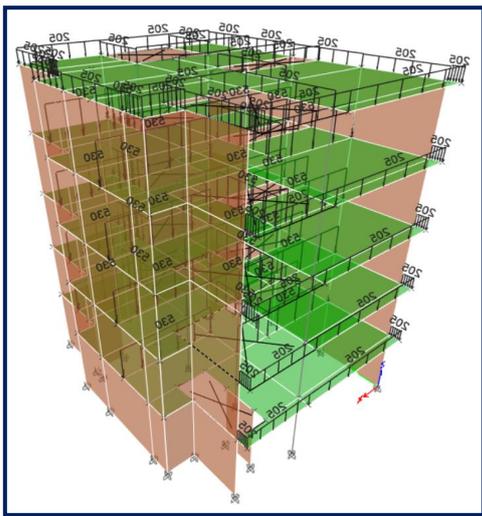


Figura N°45. Cargas Distribuidas.

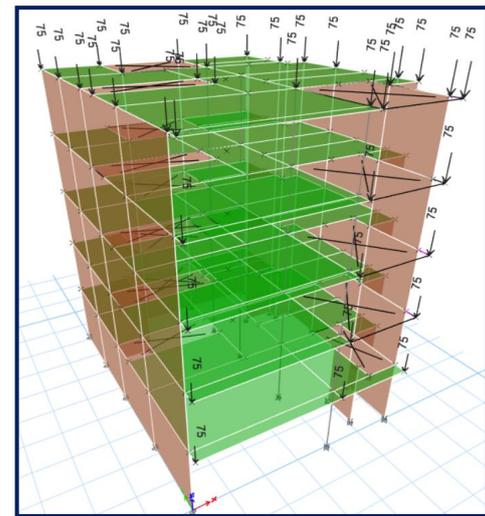


Figura N°46. Cargas puntuales.

Tabla 14. Detalle de ratio torsional.

| PISO   | Output Case | Case Type   | Step Type | Direction | Maximo Drift [m] | Avg Drift [m] | Ratio | Irregularidad $T_i > 1.3(T_{prom})$ | Irregularidad Extrema $T_i > 1.5(T_{prom})$ |
|--------|-------------|-------------|-----------|-----------|------------------|---------------|-------|-------------------------------------|---|
| Story5 | SX (R=8)    | LinRespSpec | Max       | X         | 0.001321         | 0.000917      | 1.44  | SI                                  | NO  |
| Story5 | SX (R=8)    | LinRespSpec | Max       | Y         | 0.000336         | 0.000189      | 1.777 | SI                                  | SI  |
| Story5 | SY (R=3)    | LinRespSpec | Max       | X         | 0.000188         | 0.000111      | 1.684 | SI                                  | SI  |

|        |             |             |     |   |                 |          |       |    |    |
|--------|-------------|-------------|-----|---|-----------------|----------|-------|----|----|
| Story5 | SY<br>(R=3) | LinRespSpec | Max | Y | 0.000792        | 0.000765 | 1.036 | NO | NO |
| Story4 | SX<br>(R=8) | LinRespSpec | Max | X | 0.001789        | 0.001229 | 1.456 | SI | NO |
| Story4 | SX<br>(R=8) | LinRespSpec | Max | Y | 0.000463        | 0.000264 | 1.753 | SI | SI |
| Story4 | SY<br>(R=3) | LinRespSpec | Max | X | 0.000264        | 0.000148 | 1.791 | SI | SI |
| Story4 | SY<br>(R=3) | LinRespSpec | Max | Y | 0.001166        | 0.00113  | 1.032 | NO | NO |
| Story3 | SX<br>(R=8) | LinRespSpec | Max | X | 0.002083        | 0.001426 | 1.46  | SI | NO |
| Story3 | SX<br>(R=8) | LinRespSpec | Max | Y | 0.000547        | 0.000314 | 1.743 | SI | SI |
| Story3 | SY<br>(R=3) | LinRespSpec | Max | X | 0.000321        | 0.000179 | 1.791 | SI | SI |
| Story3 | SY<br>(R=3) | LinRespSpec | Max | Y | 0.001442        | 0.001397 | 1.032 | NO | NO |
| Story2 | SX<br>(R=8) | LinRespSpec | Max | X | 0.002112        | 0.001446 | 1.46  | SI | NO |
| Story2 | SX<br>(R=8) | LinRespSpec | Max | Y | 0.000566        | 0.000327 | 1.733 | SI | SI |
| Story2 | SY<br>(R=3) | LinRespSpec | Max | X | <u>0.000343</u> | 0.000197 | 1.743 | SI | SI |
| Story2 | SY<br>(R=3) | LinRespSpec | Max | Y | 0.001579        | 0.001526 | 1.034 | NO | NO |
| Story1 | SX<br>(R=8) | LinRespSpec | Max | X | 0.001786        | 0.001219 | 1.465 | SI | NO |
| Story1 | SX<br>(R=8) | LinRespSpec | Max | Y | 0.000516        | 0.000297 | 1.739 | SI | SI |
| Story1 | SY<br>(R=3) | LinRespSpec | Max | X | 0.0003          | 0.000181 | 1.66  | SI | SI |
| Story1 | SY<br>(R=3) | LinRespSpec | Max | Y | 0.001584        | 0.001532 | 1.034 | NO | NO |

Fuente: Elaboración del autor.

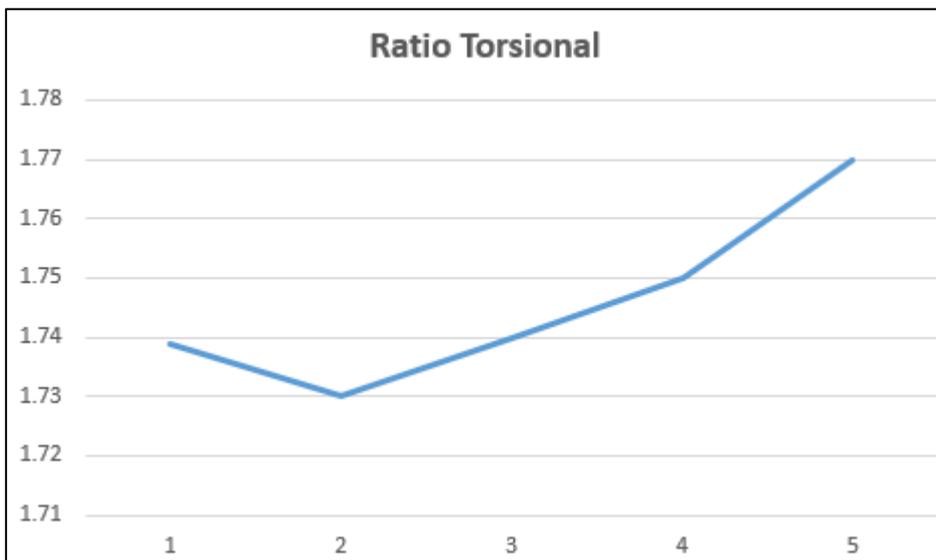


Gráfico N° 3. Detalle de Ratio Torsional en Y

Al llevar a cabo la evaluación por carga vertical se pudo constatar en los resultados que en cada nivel la relación entre el drift máximo y el drift promedio supera el parámetro de 1.3 y en algunos casos hasta un valor de 1.5 parámetros máximos y permitidos en la norma E.030 2020 evidenciando así la presencia de torsión en la estructura razón por la cual se tiene hacer un análisis riguroso a la estructura en su etapa de análisis.

**OE 2:** Describir cómo realizar una evaluación Sismorresistente por carga horizontal de una Edificación de 5 Niveles con 40 años de antigüedad, Ica – 2022.

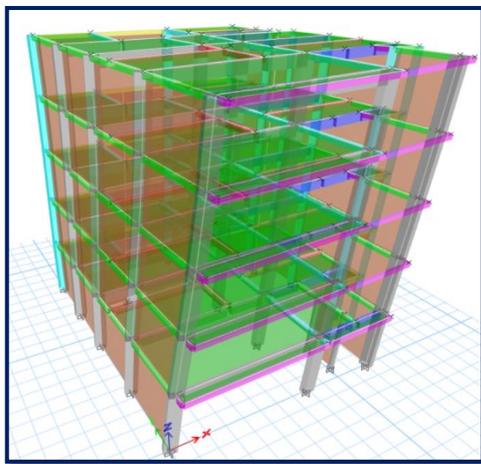


Figura N°47. Periodo Modo 1  $T_x = 0.371$  s

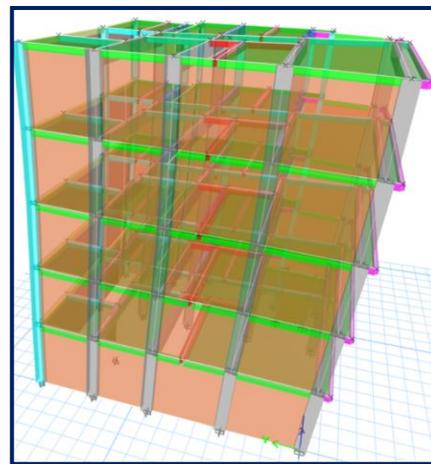


Figura N°48. Periodo Modo 2  $T_y = 0.217$  s

Tabla 15. Amplificación de Cortantes.

| Piso   | Output Case     | Case Type   | Step Type | Location | P [Tonf] | V <sub>x</sub> [Tonf] | V <sub>y</sub> [Tonf] |
|--------|-----------------|-------------|-----------|----------|----------|-----------------------|-----------------------|
| Story1 | SX<br>(R=8*0.6) | LinRespSpec | Max       | Bottom   | 0        | <b>121.2875</b>       | 2.578                 |
| Story1 | SY<br>(R=3*0.6) | LinRespSpec | Max       | Bottom   | 0        | 6.8735                | <b>378.4359</b>       |
| Story1 | SestX           | LinStatic   |           | Bottom   | 0        | <b>-165.7013</b>      | 0                     |
| Story1 | SestY           | LinStatic   |           | Bottom   | 0        | 0                     | <b>-441.8702</b>      |

Fuente: Elaboración del autor.

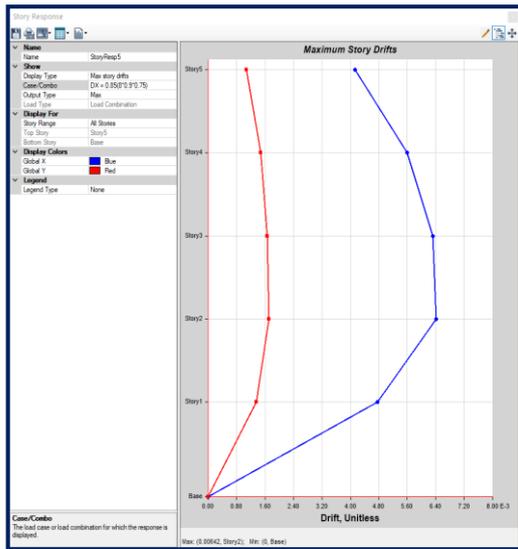


Gráfico N° 4. Deriva en X:  $0.00642 < 0.007$

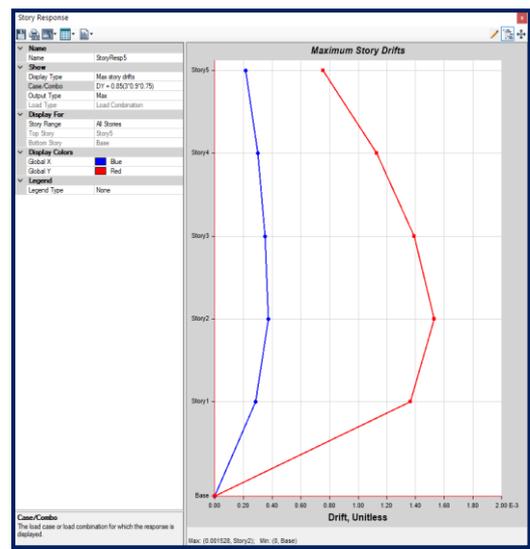


Gráfico N° 5. Deriva en Y:  $0.001528 < 0.005$

Al llevar a cabo la evaluación por carga horizontal teniendo en consideración que la estructura es irregular se procedió a verificar la relación de fuerzas cortantes en la dirección X en la cual la cortante dinámica cuyo valor fue de 121.2875 tonf no lograba superar al 90% de la cortante estática cuyo valor fue de 165.7013 para esa dirección, razón por la cual se tomó en cuenta el factor de amplificación cuyo valor resulto  $K = 1.23$ . de la misma manera para la dirección Y la cortante dinámica de valor 378.4359 Tonf al no superar al 90% de la cortante estática cuyo valor fue de 441.8702 Tonf se procedió a calcular su factor de amplificación resultando dicho valor  $K = 1.051$  logrando así cumplir con los lineamientos de la norma E.030 2020.

**OE 3:** Demostrar que el tipo de reforzamiento estructural incrementando secciones disminuye las derivas inelásticas en una Edificación de 5 Niveles con 20 años de antigüedad, Ica – 2022.

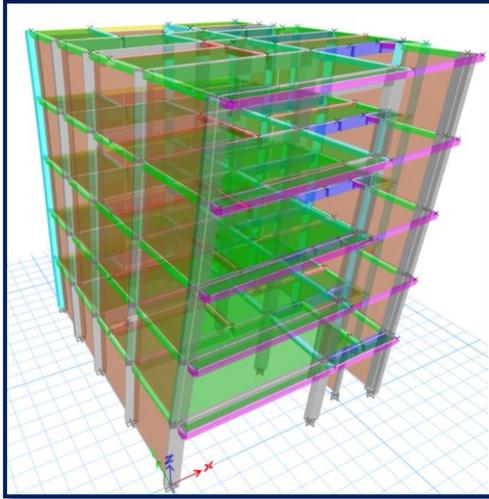


Figura N°49. Periodo Modo 1  $T_x = 0.368$  s

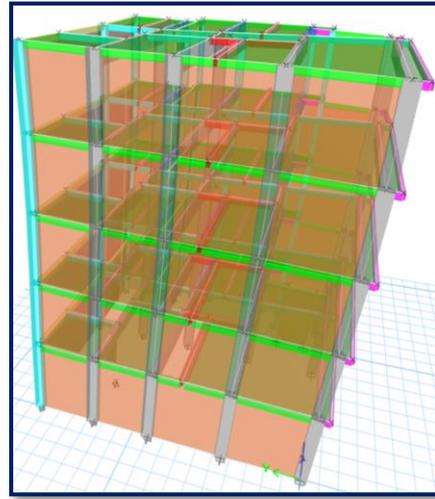


Figura N°50. Periodo Modo 2  $T_y = 0.215$  s

Tabla 16. Detalle de masas.

| Piso   | Diaphragm | Mass x | Mass y | Irregularidad $W_i > 1.5(W_{i+1})$ | Irregularidad $W_i > 1.5(W_{i-1})$ |
|--------|-----------|--------|--------|------------------------------------|------------------------------------|
| Story5 | D1        | 10.393 | 10.393 |                                    | 72.23%                             |
| Story4 | D1        | 14.388 | 14.388 | 138.44%                            | 100.00%                            |
| Story3 | D1        | 14.388 | 14.388 | 100.00%                            | 100.00%                            |
| Story2 | D1        | 14.388 | 14.388 | 100.00%                            | 93.52%                             |
| Story1 | D1        | 15.385 | 15.385 | 106.93%                            |                                    |

Fuente: Elaboración del autor.

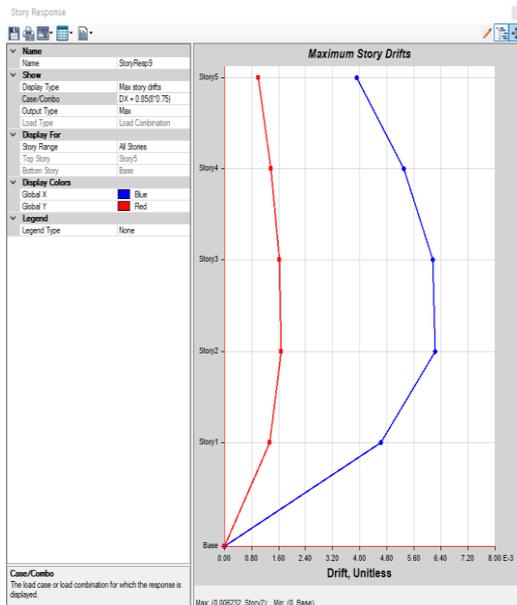


Gráfico N° 6. Deriva en X:  $0.006232 < 0.007$

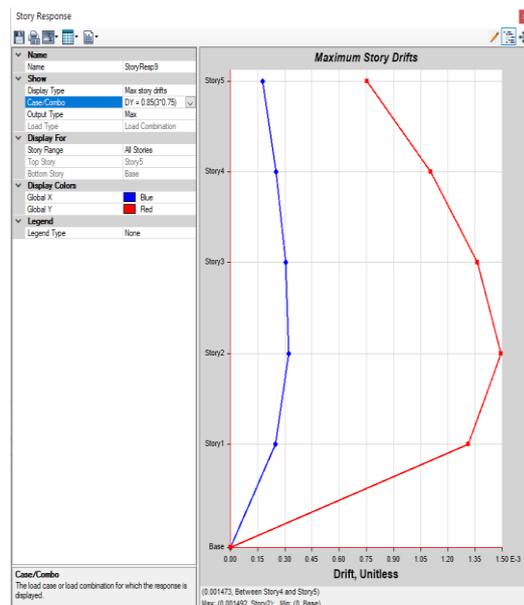


Gráfico N° 7. Deriva en Y:  $0.001492 < 0.005$

Al llevar a cabo un reforzamiento incrementando secciones se pudo constatar en los resultados que las nuevas derivas en la dirección X cuyo valor fue de 0.006232 disminuyo su valor en relación al modelo existente cuyo valor fue de 0.00642, de modo similar se pudo constatar para la dirección Y donde la deriva final disminuyo su valor siendo este 0.001492 en relación al modelo inicial que alcanzó un valor de 0.001528 mejorando así los resultados para la estructura.

## V. DISCUSIÓN

En este capítulo se realizan las discusiones con los antecedentes examinados en el marco teórico, en el cual realizamos a través de un análisis comparativo entre los resultados mencionados de los antecedentes ya utilizados en el capítulo II y los resultados alcanzados en el estudio y así poder verificar si los resultados son iguales o diferentes a nuestra investigación sobre la evaluación sismorresistente de una edificación, en el cual se analizara la evaluación sismorresistente por carga vertical, horizontal e irregularidad estructural en el cual se realizaran las comparaciones sobre su irregularidad por torsión, sus fuerzas cortantes dinámicas y sus derivas inelásticas. ya que al realizar una evaluación sismorresistente se debe cumplir con ciertas exigencias y parámetros que nos menciona nuestra Norma Peruana E.030 y así poder contar con una estructura idónea y que la misma se comporte adecuadamente ante un fuerte sismo.

**Objetivo general:** Determinar cuál será el efecto de la Evaluación Sismorresistente de una Edificación de 5 Niveles con 40 años de antigüedad, Ica - 2022.

**TAMAYO (2018)**, Planteo en su objetivo llevar a cabo el análisis estructural y sísmico con el propósito de corroborar la efectividad del modelo planteado, y determinar si respeta los lineamientos de la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015. Su conclusión fue que las estructuras cumplen en ambos casos con derivas menores al 2%, a razón de su rigidez que se manifiesta en la edificación.

Por tanto, haciendo una comparación con la investigación de Tamayo (2018), hay realmente una semejanza ya que al realizar la evaluación se verifica si nuestra estructura cumple con los requerimientos establecidos por nuestra norma Peruana E.030 - 2020 y también coincidimos porque las derivas de la estructura en estudio cumplen con lo que estipula la norma.

**Objetivo específico 1:** Describir cómo realizar una evaluación Sismorresistente por carga vertical de una Edificación de 5 Niveles con 20 años de antigüedad, Ica – 2022.

### **IRREGULARIDAD POR TORSION (Ip)**

Para **LOAYZA (2021)** en su tesis indica que su objetivo fue especificar la evaluación sismorresistente hacia una mejora estructural en construcciones sin dirección técnica en albañilería en el distrito de chorrillos. En dicho estudio se constató que la edificación cumpla con los lineamientos y parámetros que define la norma las cuales son obtenidos de las características del edificio como analizar las posibles irregularidades que puedan existir como la irregularidad torsional (Irregularidad en planta) en el cual Loyza al evaluar por carga vertical observa que se obtiene mejores resultados para la dirección Y en donde no se presentó problemas torsionales a diferencia de la dirección X que si manifiesta al superarse el valor del ratio torsional permitido que es de 1.3 siendo su valor mayor del ratio de 1.49.

Tabla 17. Ratio torsional en X por Loayza

| IRREGULARIDAD TORSION XX |             |             |           |            |           |           |       |       |           |           |           |  |
|--------------------------|-------------|-------------|-----------|------------|-----------|-----------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|--|
| Story                    | Output Case | Case Type   | Step Type | Item       | Max Drift | Avg Drift | Ratio | Label | Max Loc X | Max Loc Y | Max Loc Z |  |
| PISO 3 (AZOTEA)          | DERIVA EN X | Combination | Max       | Diaph D3 X | 0.001732  | 0.001161  | 1.49  | 35    | 975       | 12.5      | 905       |  |
| PISO 2                   | DERIVA EN X | Combination | Max       | Diaph D2 X | 0.001996  | 0.001369  | 1.46  | 35    | 975       | 12.5      | 640       |  |
| PISO1                    | DERIVA EN X | Combination | Max       | Diaph D1 X | 0.001498  | 0.001102  | 1.36  | 27    | 680       | 120       | 375       |  |

Fuente: Elaboración del autor

Tabla 18. Ratio torsional en Y por Loayza

| IRREGULARIDAD TORSION YY |             |             |           |            |           |           |       |       |           |           |           |  |
|--------------------------|-------------|-------------|-----------|------------|-----------|-----------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|--|
| Story                    | Output Case | Case Type   | Step Type | Item       | Max Drift | Avg Drift | Ratio | Label | Max Loc X | Max Loc Y | Max Loc Z |  |
| PISO 3 (AZOTEA)          | DERIVA EN Y | Combination | Max       | Diaph D3 Y | 0.00097   | 0.000944  | 1.03  | 20    | 0         | 120       | 905       |  |
| PISO 2                   | DERIVA EN Y | Combination | Max       | Diaph D2 Y | 0.00118   | 0.001143  | 1.03  | 21    | 0         | 605       | 640       |  |
| PISO1                    | DERIVA EN Y | Combination | Max       | Diaph D1 Y | 0.00104   | 0.00101   | 1.03  | 20    | 0         | 120       | 375       |  |

Fuente: Elaboración del autor

En mi investigación, después de llevar a cabo la evaluación por carga vertical, se pudo observar en los resultados que en cada nivel la relación entre el drift máximo y el drift promedio supera el parámetro de 1.3 y en algunos casos hasta un valor de 1.5 parámetros máximos y permitidos en la norma E.030 2020 evidenciando así la presencia de torsión en la estructura razón por la cual se tiene hacer un análisis riguroso a la estructura en su etapa de análisis.

**Tabla 19. Cuadro de detalle de torsión de Taboada (2022)**

| Piso   | Output Case | Case Type   | Step Type | Direction | Maximo Drift [m] | Avg Drift [m] | Ratio | Irregularidad $T_i > 1.3(T_{prom})$ | Irregularidad Extrema $T_i > 1.5(T_{prom})$ |
|--------|-------------|-------------|-----------|-----------|------------------|---------------|-------|-------------------------------------|---|
| Story5 | SX (R=8)    | LinRespSpec | Max       | X         | 0.001321         | 0.000917      | 1.44  | SI                                  | NO  |
| Story5 | SX (R=8)    | LinRespSpec | Max       | Y         | 0.000336         | 0.000189      | 1.777 | SI                                  | SI  |
| Story5 | SY (R=3)    | LinRespSpec | Max       | X         | 0.000188         | 0.000111      | 1.684 | SI                                  | SI  |
| Story5 | SY (R=3)    | LinRespSpec | Max       | Y         | 0.000792         | 0.000765      | 1.036 | NO                                  | NO  |
| Story4 | SX (R=8)    | LinRespSpec | Max       | X         | 0.001789         | 0.001229      | 1.456 | SI                                  | NO  |
| Story4 | SX (R=8)    | LinRespSpec | Max       | Y         | 0.000463         | 0.000264      | 1.753 | SI                                  | SI  |
| Story4 | SY (R=3)    | LinRespSpec | Max       | X         | 0.000264         | 0.000148      | 1.791 | SI                                  | SI  |
| Story4 | SY (R=3)    | LinRespSpec | Max       | Y         | 0.001166         | 0.00113       | 1.032 | NO                                  | NO  |
| Story3 | SX (R=8)    | LinRespSpec | Max       | X         | 0.002083         | 0.001426      | 1.46  | SI                                  | NO  |
| Story3 | SX (R=8)    | LinRespSpec | Max       | Y         | 0.000547         | 0.000314      | 1.743 | SI                                  | SI  |
| Story3 | SY (R=3)    | LinRespSpec | Max       | X         | 0.000321         | 0.000179      | 1.791 | SI                                  | SI  |
| Story3 | SY (R=3)    | LinRespSpec | Max       | Y         | 0.001442         | 0.001397      | 1.032 | NO                                  | NO  |
| Story2 | SX (R=8)    | LinRespSpec | Max       | X         | 0.002112         | 0.001446      | 1.46  | SI                                  | NO  |
| Story2 | SX (R=8)    | LinRespSpec | Max       | Y         | 0.000566         | 0.000327      | 1.733 | SI                                  | SI  |
| Story2 | SY (R=3)    | LinRespSpec | Max       | X         | 0.000343         | 0.000197      | 1.743 | SI                                  | SI  |
| Story2 | SY (R=3)    | LinRespSpec | Max       | Y         | 0.001579         | 0.001526      | 1.034 | NO                                  | NO  |
| Story1 | SX (R=8)    | LinRespSpec | Max       | X         | 0.001786         | 0.001219      | 1.465 | SI                                  | NO  |
| Story1 | SX (R=8)    | LinRespSpec | Max       | Y         | 0.000516         | 0.000297      | 1.739 | SI                                  | SI  |
| Story1 | SY (R=3)    | LinRespSpec | Max       | X         | 0.0003           | 0.000181      | 1.66  | SI                                  | SI  |
| Story1 | SY (R=3)    | LinRespSpec | Max       | Y         | 0.001584         | 0.001532      | 1.034 | NO                                  | NO  |

Fuente: Elaboración del autor.

Haciendo una comparación con los resultados de la investigación en la cual también se pudo apreciar la presencia de torsión siendo su valor más desfavorable en la dirección X donde se obtuvo una ratio torsional de 1.77, por lo que podemos sostener que ambas estructuras alcanzan su valor más desfavorable en el último piso correspondiente a la dirección X

Tabla 20. Comparación de resultados de torsión – Loayza (2021) –Taboada (2022)

| COMPARATIVO DE TORSION |                |                   |
|------------------------|----------------|-------------------|
| Loayza (2021)          | Taboada (2022) | Limite permisible |
| 1.49                   | 1.77           | 1.3               |

Fuente: Elaboración propia.

**Objetivo específico 2: Describir** cómo realizar una evaluación sismorresistente por carga horizontal de una Edificación de 5 Niveles con 20 años de antigüedad, Ica – 2022.

### FUERZA CORTANTE DINAMICA

Para **LOAYZA (2021)** en su tesis indica que su objetivo fue precisar de qué modo rigidizar los componentes horizontales aporta al mejoramiento estructural de edificaciones autoconstruidas en albañilería confinada en Chorrillos. En dicho estudio se verifico la relación de fuerzas cortante dinámica, en el cual Loyza obtuvo los siguientes resultados en dirección X e Y; Se observa que se obtiene en sus resultados una menor cortante dinámica en la dirección X de valor 50.4353 Tonf y en la dirección Y obtuvo un valor de cortante de 63.7353 Tonf.

Tabla 21.. Cortante Dinámica por Loayza

| FUERZA CORTANTE DINÁMICA XX-YY |             |           |         |         |      |          |          |          |
|--------------------------------|-------------|-----------|---------|---------|------|----------|----------|----------|
| Output Case                    | Case Type   | Step Type | FX      | FY      | FZ   | MX       | MY       | MZ       |
|                                |             |           | tonf    | tonf    | tonf | tonf-m   | tonf-m   | tonf-m   |
| SISMOX DINAMICO                | LinRespSpec | Max       | 50.4353 | 2.2387  | 0    | 15.2729  | 336.8085 | 202.0085 |
| SISMOY DINAMICO                | LinRespSpec | Max       | 2.2387  | 63.7353 | 0    | 429.7732 | 15.1725  | 342.0687 |

Fuente: Elaboración del autor

En mi investigación después de llevar a cabo la evaluación por carga horizontal, teniendo en consideración que la estructura es irregular se procedió a verificar la relación de fuerzas cortantes en la dirección X en la cual la cortante dinámica cuyo valor fue de 121.2875 tonf no lograba superar al 90% de la cortante estática cuyo valor fue de 165.7013 para esa dirección, razón por la cual se tomó en cuenta el factor de amplificación cuyo valor resulto  $K = 1.23$ . de la misma manera para la dirección Y la cortante dinámica de valor 378.4359 Tonf al no superar al 90% de la cortante estática cuyo valor fue de 441.8702 Tonf se procedió a calcular su factor

de amplificación resultando dicho valor  $K = 1.051$  logrando así cumplir con los lineamientos de la norma E.030 2020. Tal como mostraremos a continuación:

**Cortante Estático X: 165.7013 Tonf**

**Cortante Estático Y: 441.87 Tonf**

**Cortante Dinámico X: 121.29 Tonf**

**Cortante Dinámico Y: 378.44 Tonf**

Amplificación de cortantes en X:

$CD \geq 0.90$  (165.7013)

$121.2875 \geq 149.13117$  **como no cumple se amplifico las cortantes.**

$K_x = 149.13117/121.2875$

$K_x = 1.23$

Comprobando:

$121.2875(1.23) \geq 149.13117$

$149.183625 \geq 149.13117$  **cumple ok.**

Amplificación de cortantes en Y:

$CD \geq 0.90$  (441.8702)

$378.4359 \geq 397.68318$  **como no cumple se amplifico las cortantes.**

$K_y = 397.68318/378.4359$

$K_y = 1.051$

Comprobando:

$378.4359(1.051) \geq 397.68318$

$397.7361309 \geq 397.68318$  **cumple ok.**

Tabla 22. Ampliación de la cortante de Taboada (2022)

| Story  | Output Case  | Case Type   | Step Type | Location | P [Tonf] | VX [Tonf] | VY [Tonf] |
|--------|--------------|-------------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|
| Story1 | SX (R=8*0.6) | LinRespSpec | Max       | Bottom   | 0        | 121.2875  | 2.578     |
| Story1 | SY (R=3*0.6) | LinRespSpec | Max       | Bottom   | 0        | 6.8735    | 378.4359  |
| Story1 | SestX        | LinStatic   |           | Bottom   | 0        | -165.7013 | 0         |
| Story1 | SestY        | LinStatic   |           | Bottom   | 0        | 0         | -441.8702 |

Fuente: Elaboración del autor.

Haciendo una comparación con los resultados de la investigación en la cual se exhibió mayores cortantes para ambas direcciones y ello se debió a que la estructura presentaba una mayor altura haciendo que la cortante dinámica no supere el 90% de la cortante estática para ambos casos motivo por el cual se tuvo que amplificar las cortantes dinámicas para así cumplir también con la normativa E.020 para lograr una estructura sismorresistente.

Tabla 23. Comparación de resultados de fuerzas cortantes – Loayza (2021) –Taboada (2022)

| COMPARATIVO DE FUERZAS CORTANTES  |                                  |                                    |
|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| Fuerza cortante dinámica          |                                  | Fuerza cortante estático           |
| Loayza (2021)                     | Taboada (2022)                   | Taboada (2022)                     |
| Cortante Dinámico X: 50.4353 Tonf | Cortante Dinámico X: 121.29 Tonf | Cortante Estático X: 165.7013 Tonf |
| Cortante Dinámico Y: 63.7353 Tonf | Cortante Dinámico Y: 378.44 Tonf | Cortante Estático Y: 441.87 Tonf   |

Fuente: Elaboración del autor.

**Objetivo específico 3:** Demostrar que el tipo de reforzamiento estructural incrementando secciones disminuye las derivas inelásticas en una Edificación de 5 Niveles con 20 años de antigüedad, Ica – 2022.

### DERIVAS INELÁSTICAS

Para **PEREYRA (2021)** expresa que su objetivo fue plantear la relación referido a la distorsión de entrepiso en la comisaria tipo c en la Palma distrito y provincia de Ica 2021. En dicho estudio se verifico las derivas máximas en X e Y, en el cual Pereyra manifestó los resultados siguientes:

un máximo valor de deriva de 0.0034 en X-X y 0.0052 en Y-Y, para el modelo A y C. y para su modelo B un máximo valor en X-X de 0.0063 y 0.0040 en Y-Y, afirmando el investigador que su estructura va ofrecer ductilidad.

Tabla 24. Resultado del Etabs  $\Delta$  máx en X-X en bloque A y C

| STORY  | DISP-X   | DISP-Y   | DRIFT-X  | DRIFT-Y  |
|--------|----------|----------|----------|----------|
| STORY3 | 0.612572 | 0.021376 | 0.000665 | 0.000033 |
| STORY2 | 0.397811 | 0.014535 | 0.000762 | 0.000027 |
| STORY1 | 0.150317 | 0.007371 | 0.000423 | 0.000021 |

Fuente: Pereyra, W. (2021)

$\Delta$  máx. =  $0.75 \times 0.000762 \times 6.00 = 0.0034 < 0.0070$  Ok.

Tabla 25. Resultado del Etabs  $\Delta$  máx. en Y-Y en bloque A y C

| STORY  | DISP-X   | DISP-Y   | DRIFT-X  | DRIFT-Y  |
|--------|----------|----------|----------|----------|
| STORY3 | 0.013218 | 0.689206 | 0.000013 | 0.000405 |
| STORY2 | 0.009084 | 0.560218 | 0.000017 | 0.000781 |
| STORY1 | 0.003706 | 0.307599 | 0.000010 | 0.000866 |

Fuente: Pereyra, W. (2021)

máx.  $\Delta = 0.75 \times 0.000866 \times 8.00 = 0.0052 < 0.0070$  Ok.

Tabla 26. Resultado del Etabs  $\Delta$  máx. en X-X en bloque B

| STORY  | DISP-X   | DISP-Y   | DRIFT-X  | DRIFT-Y  |
|--------|----------|----------|----------|----------|
| STORY3 | 0.782612 | 0.248708 | 0.000469 | 0.000147 |
| STORY2 | 0.633120 | 0.201766 | 0.000801 | 0.000262 |
| STORY1 | 0.374435 | 0.119460 | 0.001055 | 0.000337 |

Fuente: Pereyra, W. (2021)

$\Delta$  máx.  $= 0.75 \times 0.001055 \times 8.00 = 0.0063 < 0.0070$  Ok.

Tabla 27. Resultado del Etabs  $\Delta$  máx. en Y-Y en bloque B

| STORY  | DISP-X   | DISP-Y   | DRIFT-X  | DRIFT-Y  |
|--------|----------|----------|----------|----------|
| STORY3 | 0.058078 | 0.558328 | 0.000049 | 0.000393 |
| STORY2 | 0.044140 | 0.432683 | 0.000082 | 0.000673 |
| STORY1 | 0.021646 | 0.214964 | 0.000061 | 0.000606 |

Fuente: Pereyra, W. (2021)

$\Delta$  máx.  $= 0.75 \times 0.000673 \times 8.00 = 0.0040 < 0.0070$  Ok

En mi investigación al llevar a cabo un reforzamiento incrementando secciones se pudo constatar en los resultados que las nuevas derivas en la dirección X cuyo valor fue de 0.006232 disminuyo su valor en relación al modelo existente cuyo valor fue de 0.00642, de modo similar se pudo constatar para la dirección Y donde la deriva final disminuyo su valor siendo este 0.001492 en relación al modelo inicial que alcanzó un valor de 0.001528 mejorando así los resultados para la estructura.

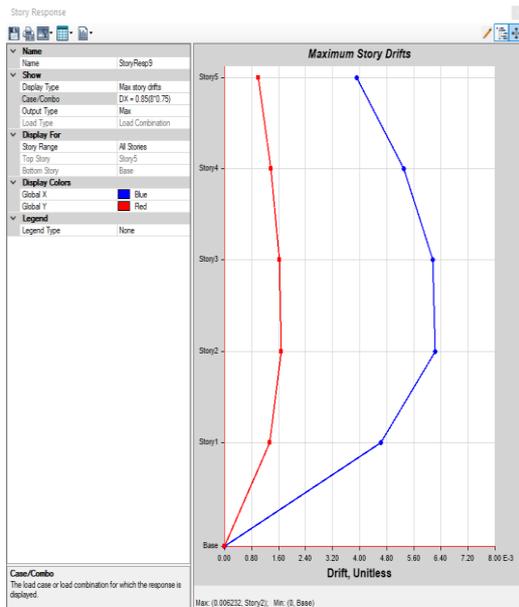


Gráfico N° 6. Deriva en X:  $0.006232 < 0.007$

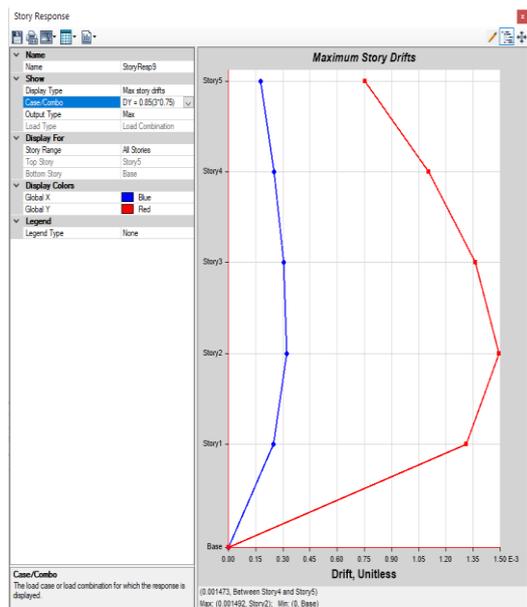


Gráfico N° 7. Deriva en Y:  $0.001492 < 0.005$

Si realizamos una comparación con los resultados de la investigación en la cual se exhibió que las derivas fueron de 0.006232 en el eje X y de 0.001492 para el eje Y pudiendo afirmar que dichas estructuras cumplen los requisitos de la actual normativa para así prevenir un mejor comportamiento ante amenaza sísmica.

Tabla 28. Comparación de resultados de derivas – Pereyra (2021) –Taboada (2022)

| COMPARATIVO DE DERIVA INELASTICA |                             |                              |
|----------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| DERIVA INELASTICA                |                             |                              |
| Pereyra (2021)                   |                             | Taboada (2022)               |
| Bloque AYC                       | Bloque B                    |                              |
| Deriva X: $0.0034 < 0.0070$      | Deriva X: $0.0063 < 0.0070$ | Deriva X: $0.006232 < 0.007$ |
| Deriva Y: $0.0052 < 0.0070$      | Deriva Y: $0.0040 < 0.0070$ | Deriva Y: $0.001492 < 0.005$ |

Fuente: Elaboración del autor.

## VI. CONCLUSIONES

- Luego de describir la evaluación sismorresistente debido a carga vertical se puede revelar que el edificio no cumplía con los parámetros normativos actuales razón por la cual se tuvo que tener una mayor rigurosidad en su análisis.
- Luego de describir la evaluación sismorresistente debido a carga horizontal se puede revelar que la estructura necesito amplificar sus cortantes para así respetar con la relación entre fuerzas cortantes, asimismo la desratización de los muros apporto en la precisión de los cálculos.
- Luego de incrementar las secciones se puede revelar que la estructura logra mejorar sus resultados en cuanto a sus derivas mejorando así su condición estructural frente a sismo.

## VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda al momento de realizar una evaluación trabajar siempre con la actual norma actualizada de cargas E.020 2020.
- Se recomienda siempre en los brazos rígidos trabajar con un 50% para el espesor de las columnas y realizar una discretización de muros para tener una mayor precisión en sus resultados.
- Se recomienda un tipo de reforzamiento incrementando sus secciones en los componentes estructurales cuando la estructura en análisis no llega a respetar los requisitos contemplados por la normativa de diseño E.030.2020 en cuanto a derivas, periodos, fuerzas cortantes e irregularidades que pueda evidenciar la estructura.

## REFERENCIAS

### Tesis y Libros:

ALEGRE, Lizeth y COCHACHIN, Robert. Diseño estructural sismo resistente de un edificio multifamiliar de A pisos, Independencia Huaraz 2018. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Huaraz: Universidad Cesar Vallejo.

Disponible en:

<https://hdl.handle.net/20.500.12692/41230>

Arias, F. "El proyecto de investigación: Introducción a la investigación científica. 5ta ed. Caracas, Venezuela: Editorial Episteme, C.A., 2006.

ASTORGA, Roberto; PANAYFO, Adriana. Evaluación estructural sismorresistente para mejorar la construcción de viviendas informales en Ciudadela Chalaca Mz. P, Callao 2020. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Callao: Universidad Cesar Vallejo.

Disponible en

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/60943>

AVILÉS, M. Evaluación de riesgo sísmico de viviendas unifamiliares de Vinces. 2018. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Carrera de Ingeniería Civil.

Disponible en:

<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/32391>

CABEZAS, E. ANDRADE, D. Y TORRES, J. Introducción a la metodología de la investigación científica, 2018. Ecuador. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

Disponible en:

<http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/15424>

CAUAS, Daniel. Definición de las variables, enfoque y tipo de investigación. Bogotá: biblioteca electrónica de la universidad Nacional de Colombia [en línea]. 2015, vol. 2, p. 1-11. [Fecha de consulta: 07 de diciembre de 2021]

Disponible en: I-Variables-with-cover-page-v2.pdf

Disponible en: <http://repositoriodigital.ucsc.cl/handle/25022009/1037>

CRUZ, R. & CORTÉS, W. (2002). Evaluación sismo resistente de edificaciones antiguas de tapia pisada de adobe. Revista UIS Ingenierías, 1(1), 51–57.

Recuperado

de:

<https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistausingenierias/article/view/2537>

DURAND-MARTÍNEZ, R; GONZÁLEZ, Mayra y RUIZ, J. Evaluación del comportamiento estructural del edificio el Marvy. Ciencia en su PC, 2018, vol. 1, no 4, p. 84-94. Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba.

Disponible en:

<https://www.redalyc.org/journal/1813/181358509007/html/>

FARFAN, J. y MORALES, J. (2019). Evaluación del diseño estructural de un edificio aporticado ubicado en la Avenida José Gálvez N°391, Distrito de Chimbote – Ancash – 2019 (Título Profesional de Ingeniería Civil). Chimbote: Universidad Cesar Vallejo.

Disponible en:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/38360>

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Mitología de la investigación. 6ta. ed. México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. DE C.V.2014, 634 pp. ISBN: 978-1-4562-2396-0.

HERNÁNDEZ - SAMPIERI, R., y otros. 2014. Metodología de la investigación. 6ta ed. México D.F : McGRAW-HILL / Interamericana Editores,2014.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA (INEI). Resultados definitivos, Censo 2017

Disponible en:

[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1545/11TOMO\\_01.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1545/11TOMO_01.pdf)

Deperu.com. Informacion de la provincia de Ica.2021.

Disponible en:

<https://www.deperu.com/infoperu/ica/ica/>

LOAYZA, J. (2021). Evaluación sismoresistente para el mejoramiento estructural de viviendas autoconstruidas de albañilería confinada en Chorrillos, Lima 2021. 2021.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/75241>

MARROQUIN, R. Confiabilidad y validez de instrumentos de investigación.2013. Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle Escuela de post grado.

Disponible en:

<http://www.une.edu.pe/Titulacion/2013/exposicion/SESSION-4-Confiabilidad%20y%20Validez%20de%20Instrumentos%20de%20investigacion.pdf>

LOPEZ, P. Población, muestra y muestreo. 2004, Cochabamba – Bolivia. Versión On-line ISSN 1815-0276

Disponible en:

[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-02762004000100012](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012)

LUCAS, K. y VILLA, K. Diseño de la Súper-Estructura Sismorresistente de un edificio de 8 pisos con muro de cortante ubicado en Luis Urdaneta y Pedro Moncayo en la ciudad de Guayaquil para garantizar la seguridad de los habitantes. 2021. Tesis Doctoral. Universidad de Guayaquil-Facultad Ciencias Matemáticas y Físicas-Carrera de Ingeniería Civil.

Disponible en:

<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/53361>

NEL, L. Metodología de la Investigación. 1era. ed. Lima, Editora Macro E.I.R.L., 333 pp. ISBN: 978-612-4034-50-3.

PEREYRA, W. (2021). Diseño estructural de una comisaría Tipo C en la urbanización la Palma Distrito y Provincia de Ica, 2021 (Título Profesional de Ingeniería Civil). Callao - Perú: Universidad Cesar Vallejo.

Disponible en:

<https://hdl.handle.net/20.500.12692/73260>

PALELLA, Santa. y MARTINS, Feliberto. Metodología de la investigación cuantitativa. Caracas. FEDUPEL, 2003.

PALELLA, Santa y MARTINS, Feliberto. Metodología de la Investigación Cuantitativa. 3ra. Caracas - Venezuela: FEDUPEL, 2012.

RAMIREZ, R. Evaluación sísmica de edificaciones en el Perú. 2019. Lima: Universidad Privada del Norte.

Disponible en:

<https://hdl.handle.net/11537/21647>

SAN BARTOLOME, A. (1998). Análisis de Edificios. Lima: Fondo Editorial.

Disponible en:

[https://www.academia.edu/43835712/AN%C3%81LISIS\\_DE\\_EDIFICIOS\\_%C3%81NGEL\\_SAN\\_BARTOLOM%C3%89](https://www.academia.edu/43835712/AN%C3%81LISIS_DE_EDIFICIOS_%C3%81NGEL_SAN_BARTOLOM%C3%89)

SANCHEZ, H. y REYES, C. 2006. Metodología y diseños en la investigación científica. Lima: Visión Universitaria, 2006. ISBN 978-9972-9695-3-9.

TAMAYO, Juan, et al. Evaluación sísmica y estructural del modelo estándar de las unidades educativas del milenio. Tesis (Título Profesional para Ingeniero Civil). Quito: Universidad San Francisco de Quito USFQ, 2018.

Disponible en

<https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/7880>

TAMAYO, M. (2003). El proceso de la investigación científica. Mexico, D.F., Limusa. Noriega Editores.

TAVERA, H. y BUFORN, E. Sismicidad y sismotectónica de Perú. Física de la Tierra, 10, 187-219., 1998.

Disponible en:

<http://hdl.handle.net/20.500.12816/822>

INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ - IGP - Gobierno del Perú, Mapa sísmico del Perú de 1960 a 2019

Disponible en: <https://www.gob.pe/igp>

WEATHER SPARK. El Clima y tiempo promedio en todo el año en Ica.

Disponible en:

<https://es.weatherspark.com/y/22218/Clima-promedio-en-Ica-Per%C3%BA-durante-todo-el-a%C3%B1o>

### **Normas y leyes:**

Norma NTE E-070 de Albañilería. Reglamento Nacional de Edificaciones, Lima – Perú. 2019.

Norma NTE E-030 de Diseño Sismorresistente. Reglamento Nacional de Edificaciones, Lima – Perú. 2020.

Norma NTE E-020 de Cargas. Reglamento Nacional de Edificaciones, Lima – Perú. 2006.

Norma NTE E-050 de Suelos y cimentaciones. Reglamento Nacional de Edificaciones, Lima – Perú. 2020.

## **ANEXOS**

- Matriz de operacionalización de variables
- Matriz de consistencia
- Instrumentos de recolección de datos.

## ANEXO 1: Matriz de operacionalización de variables

| OPERACIONALIZACION DE VARIABLES                      |  |  |   |  |                    |
|--|--|--|---|--|--------------------|
| VARIABLES  | DEFINICION CONCEPTUAL  | DEFINICION OPERACIONAL   | DIMENSIONES   | INDICADORES  | ESCALA DE MEDICION |
| Evaluación Sismorresistente (Variable Independiente) | <p>Es la identificación de los elementos que disminuyen la capacidad estructural de la edificación, con el fin de proponer las alternativas de rehabilitación y refuerzo más eficientes.</p> <p>(Cruz y Cortes, 2002, p.2)</p> | <p>La variable será medida a través de la Evaluación Sismorresistente por carga vertical y horizontal.</p>   | <p>Evaluación Sismorresistente por carga vertical.</p> <p>Evaluación Sismorresistente por carga horizontal.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Carga Muerta (Kg/m2).</li> <li>• Carga Viva (Kg/m2).</li> <br/> <li>• Fuerza Cortante Estática (tonf)</li> <li>• Fuerza Cortante Dinámica (tonf)</li> <li>• Deriva Inelástica (cm.)</li> <li>• Modos de vibración (segundos)</li> </ul> | Razón              |
| Edificación de 5 Niveles. (Variable Dependiente)     | <p>Las edificaciones son obras que diseña, planifica y ejecuta el ser humano en diferentes espacios, tamaños y formas, en la mayoría de los casos para habitarlas o usarlas como espacios de resguardo.</p>                    | <p>La variable será medida a través de los resultados de la edificación en cuanto a sus esfuerzos, fuerzas cortantes, derivas, modos de vibración e irregularidades.</p> | <p>Irregularidad Estructural</p> <p>Reforzamiento Estructural</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Irregularidad torsional (cm)</li> <br/> <li>• Rigidez.</li> <li>• Resistencia.</li> <li>• Ductilidad.</li> </ul>  | Razón              |

Fuente: Elaboración del autor.

## ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

**Título:** EVALUACIÓN SISMORRESISTENTE DE UNA EDIFICACIÓN DE 5 NIVELES CON 40 AÑOS DE ANTIGÜEDAD, ICA - 2022.

**Autor:** Taboada Vásquez Alfredo

| PROBLEMA  | OBJETIVOS   | HIPÓTESIS   | VARIABLES     |                              | DIMENSIONES                                       | INDICADORES  | INSTRUMENTOS   |
|---|---|---|---------------|------------------------------|---|--|--|
| <p><b>Problema general:</b><br/>¿Cuál será el efecto de la Evaluación Sismorresistente de una Edificación de 5 Niveles con 40 años de antigüedad, Ica - 2022?</p>                 | <p><b>Objetivo general:</b><br/><b>Determinar</b> cuál será el efecto de la Evaluación Sismorresistente de una Edificación de 5 Niveles con 40 años de antigüedad, Ica, 2022.</p>                 | <p><b>Hipótesis general:</b><br/>La Evaluación Sismorresistente de una Edificación de 5 Niveles con 40 años de antigüedad conlleva a una propuesta de Reforzamiento.</p>                        | INDEPENDIENTE | Evaluación Sismorresistente. | Evaluación Sismorresistente por carga vertical.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Carga Muerta. (Kg/m<sup>2</sup>).</li> <li>• Carga Viva (Kg/m<sup>2</sup>).</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fichas de observación y recolección de datos, ensayos.</li> </ul> |
| <p><b>Problemas específicos:</b><br/>¿Cómo realizar una Evaluación Sismorresistente por carga vertical de una Edificación de 5 Niveles con 40 años de antigüedad, Ica - 2022?</p> | <p><b>Objetivos específicos:</b><br/><b>Describir</b> cómo realizar una evaluación Sismorresistente por carga vertical de una Edificación de 5 Niveles con 40 años de antigüedad, Ica - 2022?</p> | <p><b>Hipótesis específicas:</b><br/>La Evaluación Sismorresistente por carga vertical de una Edificación de 5 Niveles con 40 años de antigüedad conlleva a una propuesta de Reforzamiento.</p> |               |                              | Evaluación Sismorresistente por carga horizontal. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuerza Cortante Estática (tonf)</li> <li>• Fuerza Cortante dinámica (tonf)</li> <li>• Deriva Inelástica (cm.)</li> <li>• Modos de Vibración (segundos)</li> </ul> |  |
| <p>¿Cómo realizar una Evaluación Sismorresistente por carga horizontal de una Edificación de 5 Niveles con 40 años de antigüedad, Ica - 2022?</p>                                 | <p><b>Describir</b> cómo realizar una evaluación Sismorresistente por carga horizontal de una Edificación de 5 Niveles con 40 años de antigüedad, Ica - 2022?</p>                                 | <p>La Evaluación Sismorresistente por carga horizontal de una Edificación de 5 Niveles con 40 años de antigüedad conlleva a una propuesta de Reforzamiento.</p>                                 | DEPENDIENTE   | Edificación de 5 Niveles.    | Irregularidad Estructural                         | Irregularidad Torsional. (Cm)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Software Etabs.</li> </ul>  |
| <p>¿Cómo un reforzamiento estructural Incrementando secciones disminuiría las derivas inelásticas en una Edificación de 5 Niveles con 40 años de antigüedad, Ica - 2022?</p>      | <p><b>Demostrar</b> que el tipo de reforzamiento estructural incrementando secciones disminuye las derivas inelásticas en una Edificación de 5 Niveles con 40 años de antigüedad, Ica - 2022.</p> | <p>Un Reforzamiento estructural incrementando secciones si disminuye las derivas inelásticas en una Edificación de 5 Niveles con 40 años de antigüedad.</p>                                     |               |                              | Reforzamiento Estructural.                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rigidez.</li> <li>• Ductilidad.</li> <li>• Flexibilidad.</li> </ul>   |  |

Fuente: Elaboración del autor.

**ANEXO 3: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**  
**Validación de Expertos**

| FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS   |     |                               |                          |                    |
|---|-----|-------------------------------|--------------------------|--------------------|
| PROYECTO: "Evaluación Sismorresistente de una edificación de 5 Niveles con 40 años de antigüedad, Ica - 2022" |     |                               |                          | EXPERTO N° 1       |
| AUTOR: Taboada Vásquez, Alfredo   |     |                               |                          |                    |
| <b>INFORMACIÓN GENERAL</b>  |     |                               |                          |                    |
| <b>UBICACIÓN</b>  |     |                               |                          |                    |
| DISTRITO:   | Ica |                               | ALTITUD:                 |                    |
| PROVINCIA:  | Ica |                               | LATITUD:                 |                    |
| REGIÓN:   | Ica |                               | LONGITUD:                |                    |
| <b>I. EVALUACION SISMORRESISTENTE POR CARGA VERTICAL</b>  |     |                               |                          | 1                  |
| Esfuerzo Actuante   |     |                               | Esfuerzo Admisible       |                    |
|   |     | Kg/cm2                        |                          | Kg/cm2.            |
| <b>II. EVALUACIÓN SISMORRESISTENTE POR CARGA HORIZONTAL</b>   |     |                               |                          | 1                  |
| Fuerza Cortante Estática.   |     | Fuerza Cortante Dinámica.     | Deriva inelástica        | Modos de vibración |
| (Tonf)  |     | (Tonf)                        | (Cm.)                    | (segundos)         |
| <b>III. IRREGULARIDAD ESTRUCTURAL</b>   |     |                               |                          | 1                  |
| Irregularidad por piso blando   |     |                               | Irregularidad Torsional. |                    |
|   |     | (Tonf/cm).                    |                          | (Cm)               |
| <b>IV. REFORZAMIENTO ESTRCUTURAL</b>  |     |                               |                          | 1                  |
| Rigidez   |     | Resistencia                   | Ductilidad               |                    |
|   |     |                               |                          |                    |
| <b>V. CONFIGURACIÓN SISMICA</b>   |     |                               |                          | 1                  |
| Densidad de muros   |     | Continuidad                   | Simetría                 |                    |
|   |     |                               |                          |                    |
| <b>TOTAL</b>  |     |                               |                          | 5/5                |
| <b>PROMEDIO DE VALIDEZ</b>  |     |                               |                          | 1                  |
| <b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>  |     | Ing. Llanos Llanos Roberto C. |                          |                    |
| <b>PROFESIÓN</b>  |     | Ingeniero Civil               |                          |                    |
| <b>REGISTRO CIP N°</b>  |     | N° 231814                     |                          |                    |

  
 ROBERTO CARDEAS LLANOS MORAN  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 231814

### Validación de Expertos

| FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS   |                           |                          |                    |                 |
|---|---------------------------|--------------------------|--------------------|-----------------|
| PROYECTO: "Evaluación Sismorresistente de una edificación de 5 Niveles con 40 años de antigüedad, Ica - 2022" |                           |                          |                    | EXPERTO<br>N° 2 |
| AUTOR: Taboada Vásquez, Alfredo   |                           |                          |                    |                 |
| INFORMACIÓN GENERAL   |                           |                          |                    |                 |
| UBICACIÓN   |                           |                          |                    |                 |
| DISTRITO:   | Ica                       |                          | ALTITUD:           |                 |
| PROVINCIA:  | Ica                       |                          | LATITUD:           |                 |
| REGIÓN:   | Ica                       |                          | LONGITUD:          |                 |
| I. EVALUACION SIMORRESISTENTE POR CARGA VERTICAL  |                           |                          |                    | 1               |
| Esfuerzo Actuante   |                           | Esfuerzo Admisible       |                    |                 |
|   | Kg/cm2                    |                          | Kg/cm2.            |                 |
| II. EVALUACIÓN SIMORRESISTENTE POR CARGA HORIZONTAL   |                           |                          |                    | 1               |
| Fuerza Cortante Estática.   | Fuerza Cortante Dinámica. | Deriva inelástica        | Modos de vibración |                 |
| (Tonf)  | (Tonf)                    | (Cm.)                    | (segundos)         |                 |
| III. IRREGULARIDAD ESTRUCTURAL  |                           |                          |                    | 1               |
| Irregularidad por piso blando   |                           | Irregularidad Torsional. |                    |                 |
|   | (Tonf/cm).                |                          | (Cm)               |                 |
| IV. REFORZAMIENTO ESTRCUTURAL   |                           |                          |                    | 1               |
| Rigidez   | Resistencia               | Ductilidad               |                    |                 |
|   | -                         |                          | -                  |                 |
| V. CONFIGURACIÓN SISMICA  |                           |                          |                    | 1               |
| Densidad de muros   | Continuidad               | Simetría                 |                    |                 |
|   | -                         |                          | -                  |                 |
| <b>TOTAL</b>  |                           |                          |                    | <b>5/5</b>      |
| <b>PROMEDIO DE VALIDEZ</b>  |                           |                          |                    | <b>1</b>        |
| <b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>  |                           | Ing. Huanca Borda Ángel  |                    |                 |
| <b>PROFESIÓN</b>  |                           | Ingeniero Civil          |                    |                 |
| <b>REGISTRO CIP N°</b>  |                           | N° 553304                |                    |                 |

INGENIERO CIVIL  
REG. N° 553304  
M. D. ICA

## Validación de Expertos

| FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS   |     |                            |                          |                    |
|---|-----|----------------------------|--------------------------|--------------------|
| PROYECTO: "Evaluación Sismorresistente de una edificación de 5 Niveles con 40 años de antigüedad, Ica - 2022" |     |                            |                          | EXPERTO<br>N° 3    |
| AUTOR: Taboada Vásquez, Alfredo   |     |                            |                          |                    |
| INFORMACIÓN GENERAL   |     |                            |                          |                    |
| UBICACIÓN   |     |                            |                          |                    |
| DISTRITO:   | Ica |                            | ALTITUD:                 |                    |
| PROVINCIA:  | Ica |                            | LATITUD:                 |                    |
| REGIÓN:   | Ica |                            | LONGITUD:                |                    |
| I. EVALUACION SISMORRESISTENTE POR CARGA VERTICAL   |     |                            |                          | 1                  |
| Esfuerzo Actuante   |     |                            | Esfuerzo Admisible       |                    |
|   |     | Kg/cm2                     |                          | Kg/cm2.            |
| II. EVALUACIÓN SISMORRESISTENTE POR CARGA HORIZONTAL  |     |                            |                          | 0                  |
| Fuerza Cortante Estática.   |     | Fuerza Cortante Dinámica.  | Deriva inelástica        | Modos de vibración |
| (Tonf)  |     | (Tonf)                     | (Cm.)                    | (segundos)         |
| III. IRREGULARIDAD ESTRUCTURAL  |     |                            |                          | 1                  |
| Irregularidad por piso blando   |     |                            | Irregularidad Torsional. |                    |
|   |     | (Tonf/cm).                 |                          | (Cm)               |
| IV. REFORZAMIENTO ESTRCUTURAL   |     |                            |                          | 1                  |
| Rigidez   |     | Resistencia                | Ductilidad               |                    |
|   |     | .                          |                          | .                  |
| V. CONFIGURACIÓN SISMICA  |     |                            |                          | 1                  |
| Densidad de muros   |     | Continuidad                | Simetría                 |                    |
|   |     | .                          |                          | .                  |
| <b>TOTAL</b>  |     |                            |                          | <b>4/5</b>         |
| <b>PROMEDIO DE VALIDEZ</b>  |     |                            |                          | <b>0.80</b>        |
| <b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>  |     | Ing. Jaico Huaroto Alfredo |                          |                    |
| <b>PROFESIÓN</b>  |     | Ingeniero Civil            |                          |                    |
| <b>REGISTRO CIP N°</b>  |     | N° 147309                  |                          |                    |

  
 Alfredo Jaico Huaroto  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 147309

# **PANEL FOTOGRAFICO**



