



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Desempeño sísmico del sistema de reforzamiento de encamisado de concreto y metálico en edificio multifamiliar, Huaral, Lima, 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTORA:

Br. Johanna Carla Rojas Nicho (ORCID: 0000-0001-6514-1400)

ASESOR:

Dr. Ing. Omart Demetrio Tello Malpartida (ORCID: 0000-0002-5043-6510)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

Lima – Perú

2019

Dedicatoria

A mi padre Johnny Rojas, por los valores que sembraste en mí y por los años de carrera que me regalaste.

A mi madre Nancy Nicho, por enseñarme a ser una mujer guerrera y por cada motivación a diario, te amo.

A mis papitos Santos y Luchita, por todo el amor brindado hasta el día de hoy, los amo.

A mis hermanos por cada palabra de aliento para continuar y no desmayar.

En especial a mi hermano, mejor amigo José Luis, quien me apoyo desde el principio de mi carrera, motivándome a ser cada día mejor, por esas palabras que sonaban duras pero que hoy en día tienen resultados, gracias por todo.

A mi compañero de vida Manuel Caycho, quien es el apoyo más grande que he tenido en esta recta final de mi tesis, gracias amor por confiar en mis capacidades y apoyarme en todo momento, te amo.

Y en especial a mi hija Mia Anthonella, quien desde mi vientre estuvo dándome fuerzas para salir adelante, por ti y para ti son todos mis triunfos, te amo con todo mi corazón.

Agradecimiento

A Dios, por darme mucha sabiduría para mis estudios, no hay duda de que fuiste bueno en todo momento, no cesan mis ganas de decirte que es gracias a ti que he cumplido esta meta. A mi asesor el Ing. Omart Demetrio Tello Malpartida, por su paciencia y experiencia para la formulación de mi tesis. A todos los docentes Ingenieros que me enseñaron en el transcurso de la carrera. A la empresa Planet Consultores E.I.R.L. por apoyarme a crecer profesionalmente y brindarme su apoyo en todo momento que lo necesité. A mis compañeros de estudio y a mis compañeros de trabajo.

PÁGINA DEL JURADO

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD



Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, **ROJAS NICHÓ, Johanna Carla** estudiante de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Informe de Investigación titulado:

“Desempeño sísmico del sistema de reforzamiento de encamisado de concreto y metálico en edificio multifamiliar, Huaral, Lima, 2019”, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Lima 08 de diciembre de 2019

Apellidos y Nombres del Autor ROJAS NICHÓ, Johanna Carla	
DNI: 73738366	Firma 
ORCID: 0000-0001-6514-1400	



ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
PÁGINA DEL JURADO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
ÍNDICE.....	vi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO.....	20
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	21
2.2. Operacionalización de variables.....	22
2.3. Población, muestra y muestreo.....	23
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	24
2.5. Procedimiento.....	26
2.6. Método de análisis de datos.....	29
2.7. Aspectos éticos.....	29
III. RESULTADOS.....	30
3.1. Desarrollo del procedimiento.....	31
3.2. Resultados.....	61
IV. DISCUSIÓN.....	72
V. CONCLUSIONES.....	74
VI. RECOMENDACIONES.....	76
REFERENCIAS.....	78
ANEXOS.....	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Matriz de operacionalización de Variables</i>	22
Tabla 2. <i>Magnitud y rangos de validez</i>	25
Tabla 3. <i>Resumen de los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos estándar</i>	33
Tabla 4. <i>Resumen de los ensayos de laboratorio de mecánica de rocas</i>	34
Tabla 5. <i>Resumen de Ensayos de Corte Directo</i>	34
Tabla 6. <i>Parámetros de Resistencia Corregidos en Suelos</i>	35
Tabla 7. <i>Resultados de ensayos químicos</i>	35
Tabla 8. <i>Resultado de Capacidad Portante en Suelos</i>	37
Tabla 9. <i>Resultados de cálculo de asentamientos en suelos</i>	38
Tabla 10. <i>Capacidad de Admisible en Rocas</i>	40
Tabla 11. <i>Cálculo de Asentamiento en Rocas</i>	41
Tabla 12. <i>Resultados de Diamantina</i>	43
Tabla 13. <i>Resultados de la resistencia a la compresión por esclerometría en el primer y segundo piso–columna</i>	44
Tabla 14. <i>Resultados de la resistencia a la compresión por esclerometría en el primer y segundo piso - vigas</i>	45
Tabla 15. <i>Parámetros para definir los niveles de aceleración espectral.</i>	58
Tabla 16. <i>Resultados de la rigidez lateral en el eje X de la estructura reforzada y sin reforzar.</i>	61
Tabla 17. <i>Resultados de la rigidez lateral en el eje Y de la estructura reforzada y sin reforzar.</i>	62
Tabla 18. <i>Resultados del desplazamiento en el eje X sin refuerzo.</i>	64
Tabla 19. <i>Resultados del desplazamiento en el eje Y sin refuerzo.</i>	64
Tabla 20. <i>Resultados del desplazamiento en el eje X con Encamisado de concreto.</i>	65
Tabla 21. <i>Resultados del desplazamiento en el eje Y con Encamisado de concreto.</i>	65

Tabla 22. <i>Resultados del desplazamiento en el eje X con Encamisado de metálico.</i>	66
Tabla 23. <i>Resultados del desplazamiento en el eje Y con Encamisado de metálico.</i>	66
Tabla 24. <i>Nivel de desempeño sísmico</i>	70

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Puntos de la Curva de Capacidad	10
<i>Figura 2.</i> Punto de desempeño de la estructura.....	11
<i>Figura 3.</i> Niveles de Intensidad Sísmica.....	12
<i>Figura 4.</i> Encamisado de una columna de concreto armado.....	14
<i>Figura 5.</i> Técnicas de anclaje de refuerzo lateral.....	14
<i>Figura 6.</i> Encamisado Metálico	15
<i>Figura 7.</i> Platinas metálicas para columnas	17
<i>Figura 8.</i> Platinas metálicas para columnas	17
<i>Figura 9.</i> Edificios multifamiliares de la zona de Estudio.....	23
<i>Figura 10.</i> Procedimiento de Calicata para sacar la muestra	26
<i>Figura 11.</i> Ensayo con el Esclerómetro	27
<i>Figura 12.</i> Extracción de Especímenes de concreto.....	28
<i>Figura 13.</i> Información y secciones para la definición de los elementos estructurales en el ETABS.....	28
<i>Figura 14.</i> Plano de Ubicación.....	31
<i>Figura 15.</i> Primera calicata	32
<i>Figura 16.</i> Segunda calicata	32
<i>Figura 17.</i> Muestras de calicatas.....	32
<i>Figura 18.</i> Tapado de calicatas.....	33
<i>Figura 19.</i> Identificación de vigas y columnas	41
<i>Figura 20.</i> Colocación de perforadora industrial	42
<i>Figura 21.</i> Extracción de muestras de columnas.....	42
<i>Figura 22.</i> Extracción de muestras de vigas.....	42
<i>Figura 23.</i> Tapado y muestras de la columnas y vigas	42
<i>Figura 24.</i> Procedimiento del Ensayo de Esclerómetro	44

<i>Figura 25.</i> Propiedades mecánicas típicas del concreto.....	46
<i>Figura 26.</i> Propiedades mecánicas de la albañilería.	47
<i>Figura 27.</i> Sección transversal de columna analizada	47
<i>Figura 28.</i> Diagrama de momento curvatura de la sección analizada.....	48
<i>Figura 29.</i> Diagrama de columna analizada y demanda sísmica	48
<i>Figura 30.</i> Sección transversal de la viga existente	49
<i>Figura 31.</i> Propiedades mecánicas típicas de losa aligerada.....	49
<i>Figura 32.</i> Propiedades mecánicas características del muro.....	50
<i>Figura 33.</i> Empotramiento de la estructura.....	50
<i>Figura 34.</i> Vista de planta Piso 1	50
<i>Figura 35.</i> Vista de planta Piso 2	51
<i>Figura 36.</i> Vista de planta Piso 3	51
<i>Figura 37.</i> Vista de planta Piso 4	52
<i>Figura 38.</i> Vista de planta Piso 5	52
<i>Figura 39.</i> Asignaciones de diafragmas	53
<i>Figura 40.</i> Diafragma del Piso 1	53
<i>Figura 41.</i> Diafragma del Piso 2	54
<i>Figura 42.</i> Diafragma del Piso 3	54
<i>Figura 43.</i> Diafragma del Piso 4	55
<i>Figura 44.</i> Diafragma del Piso 5	55
<i>Figura 45.</i> Valores de la carga muerta y carga viva.....	56
<i>Figura 46.</i> Comportamiento de la estructura estudiada frente a un sismo en eje X.....	56
<i>Figura 47.</i> Comportamiento de la edificación estudiada frente a un sismo en eje Y.....	57
<i>Figura 48.</i> Datos del comportamiento frente a la acción de un sismo en eje x.....	57
<i>Figura 49.</i> Espectro de aceleración de la estructura analizada.....	58
<i>Figura 50.</i> Máximos desplazamientos laterales en X presentes en la estructura reforzada	59

<i>Figura 51.</i> Máximos desplazamientos laterales en Y presentes en la estructura reforzada	59
<i>Figura 52.</i> Momentos últimos de la Estructura	60
<i>Figura 53.</i> Curva de capacidad en dirección X de la estructura reforzada	62
<i>Figura 54.</i> Curva de capacidad en dirección Y de la estructura reforzada.	63
<i>Figura 55.</i> Desplazamiento en dirección X de la estructura reforzada.	67
<i>Figura 56.</i> Desplazamiento en dirección Y de la estructura reforzada.	67
<i>Figura 57.</i> Deriva en dirección X de la estructura reforzada.	68
<i>Figura 58.</i> Deriva en dirección Y de la estructura reforzada.	68
<i>Figura 59.</i> Determinación del punto de desempeño de la estructura analizada en el eje x.	69
<i>Figura 60.</i> Determinación del punto de desempeño de la estructura analizada en el eje Y	70

RESUMEN

El trabajo de investigación presentado tuvo como objetivo analizar el desempeño sísmico de un edificio multifamiliar en Pasamayo - Huaral, así como también una propuesta de reforzamiento con el sistema de encamisado de concreto y encamisado metálico, cualquiera de estas que sea la adecuada para determinar los niveles del desempeño sísmico, logrando ser aceptables con la norma peruana de diseño sismo resistente E-030. Para realizar este proyecto se seleccionó un edificio multifamiliar de tres niveles de muros de albañilería confinada en dirección X y Y, Además, se hizo un estudio de mecánica de suelos para saber la capacidad portante del edificio multifamiliar, luego se procedió a realizar mediante la aplicación de técnicas destructivas como la diamantina y las no destructivas la esclerometría para conocer las características del concreto. Terminando los procedimientos de campo, luego se hizo modelamiento de la estructura usando el software de ETABS v15, tanto para el caso de las estructuras reforzadas con encamisado de concreto y encamisado metálico, la estructura no reforzada. Los resultados que se obtuvieron de la diamantina tuvieron una resistencia a la compresión en promedio de $f'_c=175 \text{ kg/cm}^2$. Luego de ver los resultados que se hallaron en el análisis, nos hemos dado cuenta que el edificio multifamiliar frente a un sismo severo con la norma peruana de diseño sísmico E0.30 logra el colapso de esta. Por lo que se hizo una propuesta de reforzamiento estructural tanto como el encamisado de concreto y encamisado metálico, para ello se aprovechó ciertos elementos estructurales sin perjudicar la parte de arquitectura del edificio multifamiliar. Los resultados obtenidos a través del modelamiento nos dice que el ensanche de columnas en dirección x logra mejoras significativas en los niveles de desempeño sísmico en relación a la rigidez lateral se obtuvo como resultado que la rigidez en el eje x con encamisado metálico aumenta 0.92% y con encamisado de concreto se obtuvo 3.66% y asimismo la rigidez en el eje y con encamisado metálico aumenta 5.14% y con encamisado de concreto se obtuvo 7.36%, la cual en los dos casos se incrementó el módulo de elasticidad.

Palabras clave: Sismos, Reforzamiento con encamisado, Desempeño sísmico.

ABSTRACT

The research presented was aimed at analyzing the seismic performance of a multifamily building in Pasamayo - Huaral, as well as a proposal to reinforce the system of concrete jacketing and metal jacketing, whichever of these is adequate to determine the levels of the seismic performance, being acceptable with the Peruvian standard of earthquake resistant design E-030. To carry out this project, a multi-family building with three levels of masonry walls confined in the X and Y direction can be selected, in addition, a soil mechanics study was carried out to determine the bearing capacity of the multi-family building, then it was carried out through the application of destructive techniques such as diamond and non-destructive sclerometry to know the characteristics of concrete. Finishing the field procedures, the structure was modeled using the ETABS v15 software, for the case of reinforced structures with concrete jacket and metal jacket, the structure not reinforced. The results they obtained from the diamond had a compressive strength at the average of $f = 175 \text{ kg / cm}^2$. After seeing the results found in the analysis, we have realized that the multifamily building in front of a severe earthquake with the Peruvian norm of seismic design E0.30 achieves its collapse. So a proposal for structural reform was made as well as the concrete jacketing and metal jacketing, for this purpose certain structural elements were used without damaging the architecture part of the multifamily building. The results obtained through modeling tell us that the widening of columns in the x-direction achieves specific improvements in the levels of seismic performance in relation to the lateral stiffness are obtained as a result that the stiffness in the x-axis with metallic jacket increases 0.92% and 3.66% was obtained with the concrete jacket and the stiffness on the shaft and with the concrete jacket increased 5.14% and 7.36% was obtained with the concrete jacket, which in both cases the modulus of elasticity was increased.

Keywords: Earthquakes, Reinforcement with jacket, Seismic performance

I. INTRODUCCIÓN

En estos últimos años han ocurrido diferentes tipos de sismos en diferentes partes del mundo, mismos que han traído grandes destrucciones en las sociedades. Los sismos no solo traen efectos económicos, pérdidas de seres vivientes, sino también distintos tipos de edificaciones existentes debido al colapso.

El Perú está ubicado en una parte de la tierra con más alta actividad sísmica, de origen tectónico que se desarrolla en el cinturón Circumpacífico donde ocurre casi el 80% de los sismos en el mundo. En este contexto, que va de acuerdo a la norma peruana diseño sismoresistente E-030, como lo mencioné anteriormente el Perú está dividido en 4 zonas, siendo la zona 4 con mayor actividad llegando alcanzar aceleraciones laterales de hasta 0.45g, en un suelo rígido. Estos niveles de aceleración lateral son muy altos ya que ha demostrado eventos sísmicos en el 2007 en Pisco – Ica, con una gran magnitud de 7.9 grados en la escala de Richter, donde aproximadamente murieron 597 personas. Este fuerte sismo nos lleva a pensar a tener más precaución, ya que aún existen viviendas autoconstruidas que se encuentran en peligro ante un sismo de tal magnitud.

Las carencias en las viviendas en el Perú aumentan cada año esto se debe a que todavía se requieren medidas para menorar la carencia habitacional que se mantiene en más de un millón viviendas y edificios multifamiliares , para esto se necesita realizar reforzamientos a las construcciones ya que con el pasar de los años la calidad de los materiales se van desgastando, por eso existen los reforzamiento por encamisado, ya que si bien es cierto es utilizado para edificios ya que es ahí donde muchas veces ocurren las desgracias más fuertes ante un sismo de alta magnitud (Medina, 2016).

Para poder evitar estas desgracias, existentes diferentes tipos de reforzamiento uno de los que voy a emplear en esta investigación son reforzamiento por encamisado metálico y encamisado de concreto ya que brinda más seguridad en las columnas de las edificaciones y también da más seguridad para las personas.

QUIUN, Mickael (2012), en su artículo científico titulado "*Reparación y Reforzamiento sísmico de edificios de salud y educativos afectados por el terremoto de junio 2001 en el sur del Perú*", tiene como objetivo principal mostrar diferentes tipos de estrategias y considerar técnicas de reforzamiento dirigidas para la reparación de diseño de estructuras de salud (hospitalarias) y educativa que fueron dañadas en el sismo que ocurrió en el año 2001 en Arequipa. Este artículo presente se ocupó mayormente en los métodos distintos de reforzamiento de encamisado de muro de concreto y columnas, en el caso de una posible reparación se llegue a dar la estructura su rigidez y resistencia iniciales requeridas para poder ingresar nuevamente en servicio. En este artículo se conocieron diferentes métodos uno de ellos el encamisado de columnas de concreto que se realizó con la única finalidad de poder reparar y proveer la capacidad de una carga necesaria para toda aquella columna que fueron muy dañadas que se debió al efecto de columna corta que apenaban a casi todas estas estructuras. El presente artículo inició con un estudio de reforzamiento y numérico que estuvo sujeto a un ensayo de carga lateral cíclica. Respecto a los resultados nos muestran que los métodos presentados si cumplían en aumentar la capacidad de resistencia lateral respecto a las columnas y también brindaban una opción económica para esta investigación. Los resultados de este artículo fueron adecuados tanto como en los ensayos de carga lateral cíclica y ensayos numéricos. El aporte de este artículo de investigación más impactante fue como se realiza la propuesta de encamisado de columnas especialmente en aquellas que fueron dañadas por el fenómeno de columna corta.

CHUNQUE, Javier (2013), su estudio llamado "*Nivel de Desempeño Sísmico del Edificio "A" de la Universidad Privada del Norte- Sede Cajamarca*", tiene como objetivo principal que las construcciones alcancen una sobrerresistencia de 2.4 en lo que viene hacer la fuente efectiva y respecto a la plasticidad de volumen tiene que estar semejante a 15 ya que los datos obtenidos por el desempeño sísmico de la construcción va en dirección longitudinal esto va depende a los eventos sísmicos que son ocasionales o muy frecuentes que son de nivel operacional en lo que respecta un sismo conocido como raro, el desempeño sísmico viene hacer de nivel funcional, en lo que es la plasticidad global de una edificación está en el curso de 5.76 teniendo un gran refuerzo de 1,66. Respecto al estudio, el nivel de desempeño sísmico y la dirección transversal, es mucho más eficaz frente a los diferentes sismos y la plasticidad por la construcción viene hacer de 8,58 teniendo como reforzamiento 1,81. Los datos que salieron del estudio, en este proyecto nos vienen a indicar que la

construcción tiene un nivel de desempeño sísmico muy bueno por lo que ya no es necesario realizar un reforzamiento estructural. Para ir finalizando se tuvo que comparar las derivas alcanzadas respecto a un sismo en lo que es dirección transversal de 4.4% que no pasan el límite de 7% que establecido en la Norma Técnica Peruana E - 030 y de Diseño Sismo resistente longitudinal de 3%. El aporte de esta investigación para mi proyecto de investigación es que se tiene que realizar un buen análisis a la estructura poder llegar a tener un desempeño sísmico excelente, y bueno ya no sería necesario realizar un reforzamiento estructural.

OVIEDO, Saúl (2010), su artículo de investigación titulado "*Métodos de Reforzamiento en Edificios de Concreto Armado*". Tiene como objetivo principal resaltar que un ensayo bueno en el reforzamiento y reparación de las edificaciones es una excelente manera para disminuir la pérdida de materiales y vidas humanas. También se menciona que cada utilidad es particular, ya que el método de reforzamiento depende mucho de las características de una edificación y sus exigencias para poder solucionar el problema específico de este artículo. También se menciona los diferentes métodos de reforzamiento con sus respectivas ventajas y desventajas que nos permiten dar a escoger los métodos de reforzamiento de una manera adecuada, para este se utilizó el reforzamiento de encamisado de concreto. El presente artículo nos lleva a la conclusión que todos los métodos de reforzamiento dependen mucho de los diferentes tipos de características que se encuentre en la edificación para poder brindarles una solución mucho mejor al problema. El aporte de esta investigación a mi trabajo es muy importante, ya que antes de hacer cualquier tipo de reforzamiento estructural, primero se tiene que evaluar la edificación para evitar peores desgracias, teniendo siempre en cuenta la vida de los seres humanos.

ROSERO, Luis (2013), en su proyecto de tesis "*Reforzamiento de estructuras de hormigón armado con FRP (FIBER REINFORCED POLYMERS)*". Tiene como objetivo concentrarse en lo que es FRP, donde resalta todo tipo de material compuesto para luego poder utilizar la ligereza, la resistencia y los comportamientos para una buena utilización en toda planificación que exista. La metodología que se menciona es de mucha gran importancia donde tenemos que comprender el comportamiento de la fibra, así como el hormigón y el acero. La conclusión de este proyecto de tesis es llegar a un acuerdo de sistematización y procedimientos que se tienen que seguir para poder hacer una mediación en la parte que respecta a lo estructural en edificios multifamiliares, especialmente en edificios que sean de

concreto armado. El aporte más importante para mi proyecto de investigación es que se tiene que tener en cuenta el FRP para el estudio respecto de mi variable de reforzamiento ya que es que es muy importante comprender el comportamiento del concreto, para cualquier tipo de edificación y así poder brindar una mejor calidad de vida para todas las personas que se encuentran ubicadas en el sector del estudio.

MAMANI, Alfredo (2015), su proyecto titulado, “*Evaluación del desempeño sismorresistente de un módulo de oficinas, analizado y diseñado con el método convencional*”, tiene como objetivo estudiar el desempeño sísmico de oficina comunes que son de 6 niveles de un edificio, diseñado con las normas Peruanas E-030 y E-060 evaluadas por las siguientes normas FEMA 356 (200) y ATC 40 (1996). Para poder ir finalizando, los edificios de categoría comunes y las normas técnicas peruanas para diseño sismo resistente son las que dirigen definitivamente sistemas mucho más resistentes, especialmente en fuerzas laterales, ya que quieren llegar a demostrar un desempeño mucho mejor frente a los sismos a ocurrir. Por lo cual se puede aumentar en los límites de desplazamientos laterales y se puede disminuir en los costos, esto es siempre y cuando se realice un buen estudio en lo que respecta el desempeño sísmico requerido para que siga siendo el adecuado. En la norma sísmica Peruana E.030 hasta el día de hoy aún no hay procesos definidos respecto a la evaluación de las pérdidas que son ocurridas por los sismos de gran magnitud (terremotos), en distintos países la evaluación de desempeño sísmicos se ha autorizado confirmar la respuesta de todas las edificaciones, ya que se pueden realizar posibles tomas de medidas en los diferentes tipos de reforzamiento de edificios considerados vulnerables. El aporte de esa investigación vendría hacer de gran ayuda para el mejoramiento de las edificaciones multifamiliares que ya han sido ejecutados y también para las nuevas construcciones ya que es necesario realizar siempre un estudio para evaluar el desempeño sísmico de una edificación y así evitar pérdidas.

ALCOCER, Kimbal (2012), en su tesis de maestría titulada “*Rehabilitación de estructuras de concreto*”, tiene como objetivo principal hacer una evaluación de reforzamientos técnicos con mucha más frecuencia, principalmente en lo que se habla de resinas epóxica y el encamisado de columnas de concreto armado. Como segundo objetivo, es que en esta investigación el autor intenta aplicar métodos diferentes que nos hablen sobre el reforzamiento de edificaciones que no son adecuadas respecto a lo que son cargas laterales. En este proyecto la metodología que se aplicó se basó en los diferentes métodos de

reforzamiento de la supervisión bibliográfica usados en el estudio de prácticas constructiva de México. Después se realizó un estudio respecto los métodos más accesibles del problema de las evaluaciones específicas. Finalizando ya en este proyecto, este autor aplicó la técnica del encamisado en columnas, como uno de los métodos de práctica y alcanzable para poder mejorar en las características mecánicas de todas las edificaciones. Para ir concluyendo, método del encamisado es una utilidad que solo es una alternativa viable, desde lo más mínimo que es técnico hasta lo económico, para así poder incrementar en la resistencia lateral de todas las columnas de concreto. El aporte principal de este proyecto para mi investigación es que se tiene que demostrar que las técnicas del encamisado de columnas permiten incrementar más la resistencia de las estructuras y brindar mucha más seguridad en las edificaciones.

SINGH, Hans (2013), en su artículo científico titulado “*Structural and Rehabilitation of Multi Storeyed residential Buildings at ONGC colony Chandkheda, Ahmedabad, Gujrat*”, su objetivo fue aplicar las diferentes técnicas de reforzamiento de encamisados estructurales en edificios multifamiliares que están ubicadas en la India. Este autor hizo una evaluación de los edificios multifamiliares existentes de una relación de edificaciones que llegaron hacer afectadas por un sismo de gran intensidad. En la evaluación de los daños nos permite plantear diferentes técnicas de reforzamiento tanto económicas como útiles, de tal modo que en las edificaciones que no cuentan con sistemas resistentes a carga gravitacionales dañados existe un posible reforzamiento en el sistema resistente de cargas laterales, así como sistemas de arriostres de acero y muros de concreto armado. Por eso se utilizaron diferentes métodos, como es el encamisado de columnas, la incorporación de muros de concreto armado y la aplicación de fibras de carbono que tienen como finalidad proveerle mayor rigidez lateral. Como podemos observar, la idea principal de este artículo es que las técnicas mencionadas aumenten la capacidad lateral del sistema resistente perjudicado por un sismo de gran magnitud. Llegando a la conclusión que las técnicas de reforzado aplicadas en la construcción, tienen que cumplir con aumentar la resistencia lateral de las edificaciones, como la rigidez dada por los diferentes códigos de diseño. Esto logrará mantener el sistema resistente a cargas gravitacionales en el caso llegue a ocurrir un sismo nuevo de gran magnitud considerables. Es importante dar a conocer el método dado para este que no tiene como finalidad evitar todo el daño posible, sino que tiene como finalidad evitar la destrucción del sistema resistente frente a cargas gravitacionales, logrando así evitar una

caída aun en el caso de sismos de gran intensidad. El aporte de investigación más importante, es la exposición de los diferentes métodos de análisis para poder hallar la efectividad de las técnicas de reforzamiento.

PEREA, Yubeli (2012), Su trabajo de grado titulado “*Sistemas Constructivos y Estructurales aplicados al desarrollo habitacional*”, Tiene como objetivo principal estudiar un manual didáctico en las diferentes alternativas de sistemas estructurales y constructivas no habituales que se han ido desarrollando, ordenando los avances tecnológicos que están brindando mejores elecciones para proyectos habitacionales. La metodología que se utilizó para esta investigación es para permitir una recolección conceptual y completa de los diferentes acercamientos sistemas estructurales y constructivos en las construcciones. La conclusión de esta tesis con más demanda de vivienda, calidad habitual para personas que no cuentan con altos recursos, costos altos en la construcción, el déficit habitacional son razones por las cuales se hace necesario hacer todo esto. El aporte principal para mi investigación es realizar las soluciones constructivas a un corto plazo haciendo empresas grandes para poder diseñar elementos constructivos diferentes, con materiales innovadores, los cuales en su duración se vean reflejados en el costo final y su duración.

SILVA, Pedro (2016), en su investigación, “*Refuerzo Estructural con fibra de carbón y encamisado de concreto*”, tiene como objetivo general verificar la firmeza teórica al arrastramiento calculado con los ensayos experimentales de probetas que tienen acero reforzado, siendo su metodología de carácter descriptivo e investigativo. En su proyecto llego a las conclusiones que, en los ensayos solo se usó la transmisión de los esfuerzos a través de la adherencia con el pegamento conocido como epóxido, se pudo observar la falla de laminación por el material y se demostró que los ensayos de los materiales reforzados llegan hacer que el adhesivo pueda alcanzar su límite máximo muchísimo más rápido de lo esperado llegando a producir la primera falla en el pegamento utilizado. Para ir finalizando se llegó a la conclusión que el material de reforzamiento con fibra de carbono no es barato, por lo tanto, se tiene que tener en cuenta el ahorro que se hará en la mano de obra y el costo de un local, entonces no es tanto la diferencia de dinero. Lo que se llegó a comprobar es que la fibra de carbono tiene un índice muy elevado de resistencia y eso que es mucho más liviano.

CARRILLO, Julian (2008), en su artículo de investigación “*Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de estructuras utilizando un diseño por desempeño, México, 2008*”, tiene como objetivo general enseñar los beneficios de diseños por desempeño para evaluar lo que viene hacer vulnerabilidad sísmica de edificaciones del diseño establecido por la norma mexicana. Para poder llegar al objetivo planificado de esta investigación se usó diferentes conceptos brindados por el ATC40 referente a la capacidad se llegó a determinar ciertos puntos de desempeño. En este caso el autor empleó que esta investigación es cuantitativa de tipo aplicada por lo cual se diseñó una investigación no experimental, también se halló el nivel descriptivo. Para concluir con esta investigación por medio de la dirección de diseño por desempeño es muy necesario realizar una evaluación de todas las demandas sísmicas ya que en todas las edificaciones y elementos se pudo ver que existe gran necesidad de realizar un reforzamiento. El aporte principal de esta investigación para mi proyecto es que me permite entender la gran utilidad que es usar un diseño y análisis por desempeño, ya que es complicado poder realizar una evaluación adecuada al proceso de las estructuras ante posibles demandas sísmicas.

BOURNAS Triantafillou (2012), presentaron un artículo titulado “*Innovative seismic retrofitting of old-type rc columns through jacketing: textile-reinforced mortars (trm) versus fiber-reinforced polymers (frp)*”, este artículo de investigación tiene como objetivo principal hacer una evaluación y realizar un estudio comparativo entre la capacidad de reforzamiento de columnas y entre la de concreto, en contra de lo que se obtuvo del reforzamiento de columnas utilizando fibras de carbono. Respecto a la metodología de esta investigación experimental, se elaboraron 04 columnas de concreto armado y las que anteriormente fueron aseguradas mediante el uso de fibras de carbono y encamisado de columnas de concreto armado. Los materiales luego están sometidos a un patrón de cargas laterales cíclicas que empiezan desde los desplazamientos laterales, como poder para tener una perjudicarían significativo de los materiales. Después de haber culminado los estudios respectivos se pudo proceder a generar los ciclos de histéresis de comportamiento de materiales estructurales y es ahí, donde a partir de esos datos, se puede evaluar qué técnicas se pueden usar y tienen mejores respuestas en el desempeño sísmico. Para concluir esta investigación me enseña que la utilización del encamisado en columnas llega a incrementar la capacidad lateral de las edificaciones de concreto armado, también se utilizan la misma medida que el reforzamiento abastecido por la utilización de fibras de carbono de alta resistencia. El aporte general para

mi investigación, es la aplicación de concreto estructural, a través de la aplicación del encamisado, está siempre resulta una técnica un poco más económica a lo contrario de la aplicación de las fibras de carbono.

GAYTAN, Edwards (2017), en su tesis de doctorado titulada “*Retrofit of reinforced concrete columns*”, presentada ante la Universidad Estatal de Ohio enseñó una serie de estudios para generar técnicas nuevas de reforzamiento estructural aplicando materiales innovadores, así como las fibras de alta capacidad, los polímeros de gran resistencia, entre otros materiales y técnicas similares. Tiene como objetivo principal esta investigación, realizar una supervisión de los diferentes métodos existentes de reforzamiento más utilizados a nivel mundial, tal como el encubrimiento de las columnas con concreto estructural, esta aplicación que es el emparrillado de acero, etc. Se vienen realizando evaluaciones comparativas entre comportamiento sísmico que se tiene a través de la utilización de un método u otro. En este caso estos métodos se tienen que realizar el encubrimiento de las columnas de concreto con unos diferentes tipos de confinamiento, así como se calificó el efecto del encubrimiento de columnas mediante la aplicación de perfiles de acero. Los resultados de esta investigación tienen diferentes efectos ya que cada uno es seleccionado depende a la necesidad específica del daño. Para ir concluyendo existen diferentes y distintos tipos de reforzamiento que nos presentan características variadas y el encubrimiento de columnas de concreto, en lo general nos brinda una alternativa adecuada para hacer un buen reforzamiento de columnas de concreto armado. La aportación de este trabajo para mi investigación es que te enseña a exponer métodos diferentes referentes a los reforzamientos existentes.

Desempeño Sísmico

El desempeño sísmico es una manera de poder plantear diferentes criterios de aprobación para realizar un análisis y un diseño de edificaciones, haciendo hincapié respecto al comportamiento que se espera, también se realiza el control de perjuicios estructurales y no estructurales como los tipos de niveles de seguridad.

Rigidez Lateral

La rigidez lateral es resistencia requerida del diseño de una estructura para lograr llegar a desplazar de una manera lateral y una unidad, así como se puede observar en la expresión siguiente:

$$K = \frac{Fy}{Dy} \quad (\text{Ec } 1)$$

Dónde:

Fy : Fuerza de fluencia de la estructura

Dy : Desplazamiento asociado a una fuerza

Curva de capacidad

Esta generalmente se relaciona y se interpreta de manera gráfica, entre los desplazamientos laterales y las fuerzas laterales colocadas a una edificación, así como se puede mirar en la **figura 1**.

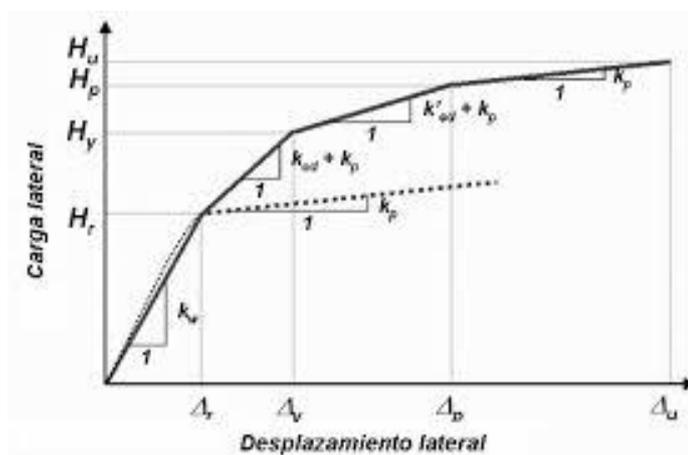


Figura 1. Puntos de la Curva de Capacidad

La curva de capacidad de una edificación protege información de alta seguridad, así como también la rigidez lateral, la resistencia lateral y como no la capacidad de deformación, es muy importante tomar en cuenta las diferentes descripciones que definen el comportamiento de una edificación (Chopra, 2014, p.250).

Los resultados estáticos no lineales, son sistemas que nos ayudan hacer la evaluación respectiva de la curva de capacidad para una edificación, para ello se maneja una serie de distintos modelos, así como los modelos de un elemento (Chopra, 2014, p.250).

Capacidad de Deformación

La capacidad de deformación, es el nivel máximo que una edificación puede llegar alcanzar sin que pueda ocurrir un derrumbe de la construcción. La curva de capacidad

desde mi punto de vista estaría asociada a la culminación de esta. Sus medidas correspondientes se hacen en términos de desplazamientos y los valores con mayor volumen indicarían que se habla de una edificación con mejores mecanismos en lo que es disipación de energía, en tanto un valor de menos podría indicar que hay una falla frágil que está asociado a detalles de concreto inadecuados.

Punto de Desempeño

Cuando ya se determina la curva de capacidad de una edificación es saber qué modelo de desempeño sísmico tendrá la edificación estudiada frente al hecho de un conjunto de cargas laterales. Como ejemplo, dese la idea de una edificación basada en pórticos de concreto armado que presente una curva de capacidad, así como se muestra en la Figura 2.

Queda claro, que los diferentes niveles sísmicos mostrarán diferentes efectos en la misma edificación, como ejemplo si encima de la edificación pasa un sismo con aceleración máxima de 0.05g, entonces el daño ocurrido en la edificación será mínima, para esto se dice que el desempeño sísmico analizado de la edificación es el adecuado; por lo tanto si encima de la misma edificación pasa un sismo con un nivel de mayor intensidad tanto que hace una aceleración de 0.45g, entonces el nivel de aceleración dicho podría generar daños más grandes en la edificación (Chopra, 2014, p.150).

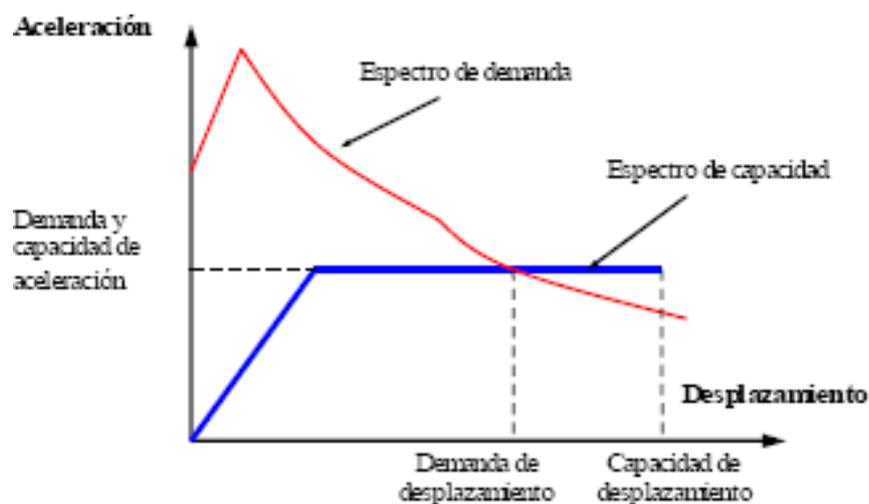


Figura 2. Punto de desempeño de la estructura.

En la **figura 2** se esta determinando la curva de capacidad que es la línea Azul y la curva de demanda que viene hacer línea roja.

Niveles de Desempeño

Respecto a los niveles distintos de desempeño de una edificación, se experimenta diferentes tipos de niveles de desempeño a través de la aplicación de un grupo de cargas laterales. Es correcto hablar que tienen mucho que ver con el nivel de perjuicios presentados en las estructuras (Chopra, 2014, p.250).

Referente a los diferentes tipos de niveles de desempeños de una construcción se han encontrados niveles de daño que esta experimenta y se está dividiendo básicamente en cinco tipos de estados, como son; el nivel operacional, nivel funcional, nivel de resguardo de vida, nivel cercano al colapso y por último el colapso (Flores de los Santos, 2012, p.150), como se muestra en la Figura 3.

En la figura 3, se hace la descripción de los distintos tipos niveles y su relación con los daños que puede ocasionar. Se tiene que aclarar que la construcción se puede determinar por una curva de capacidad, ya que relaciona las fuerzas laterales aplicadas con los desplazamientos respectivos.

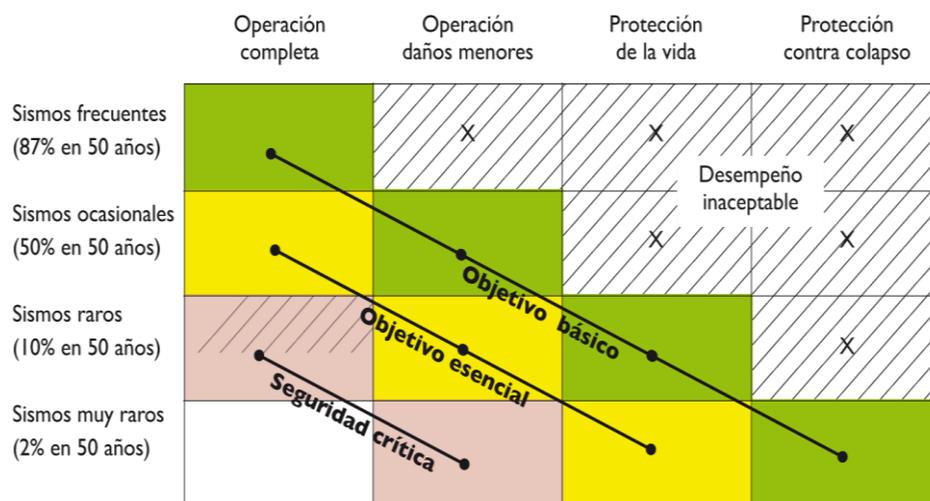


Figura 3. Niveles de Intensidad Sísmica

Sistema De Reforzamiento De Encamisado De Concreto Y Metálico

El sistema de reforzamiento es un elemento que sirve para reforzar los cambios que ha sufrido tanto en su capacidad resistente, encubriendo el elemento estructural y reforzando la compresión, flexión, cortante y torsión brindando el trabajo simultáneo entre diferentes elementos. Los diferentes tipos de reforzamiento para viviendas son para una mejor resistencia, una mejor seguridad, tiene que ver la calidad de los materiales su funcionalidad y como no, la vida útil de las estructuras.

Encamisado de Concreto

El encamisado de concreto tiene como técnica y objetivo principal aumentar una mayor capacidad sísmica de la edificación. Depende mucho del tipo de encamisado que se realice, esto puede llevar a aumentar en lo que es rigidez, resistencia, ductilidad o cualquiera de ellas (Terán and Ruiz, 1992).

Una de las principales dificultades de esta técnica de encamisado es facilitar continuidad al refuerzo longitudinal y recluir el núcleo de concreto (Jirsa, 1987).

El encamisado de concreto se debe colocar en todas las caras de los materiales, pero mucha de las veces no se tiene un acceso, por eso solo se aplica en una o hasta tres caras (ACI 369-06).

Refuerzo adicional, Longitudinal y Transversal

El encamisado concreto es una de las técnicas que nos permite aumentar la rigidez lateral, como lo es su resistencia, especialmente se trata en aumentar su sección transversal a través de un grupo de técnicas aplicadas correctamente, tal y como se puede observar en la Figura 4 (Pinilla, 2012, p.20).

El encamisado en columnas se requiere siempre y cuando el ingeniero estructural mira un daño en la rigidez lateral o en la resistencia lateral. Es en este punto importante analizar la deficiencia de resistencia lateral, pero si se llega a diagnosticar antes, siempre será más fácil hallar la deficiencia de rigidez lateral.



Figura 4. Encamisado de una columna de concreto armado

Luego de haber hallado la gran necesidad del encamisado en las columnas de concreto armado y en las vigas, si o si se tiene que realizar una evaluación el aumento de rigidez necesario, esto nos indicara el tamaño requerido de los materiales estructurales.

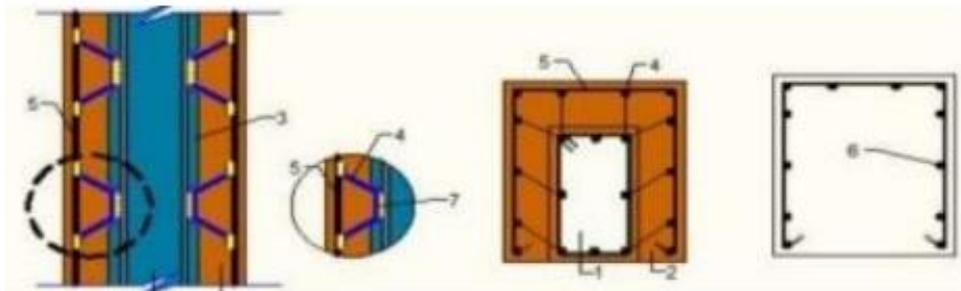


Figura 5. Técnicas de anclaje de refuerzo lateral

Luego de haber hallado el tamaño de los elementos estructurales, es muy necesario llegar a conocer el refuerzo requerido deberá tener como mínimo 1% de la nueva sección transversal.

Encamisado Metálico

El encamisado metálico se utiliza para fortalecer los pilares de hormigón, aunque es un desarrollo tedioso. Pero antes de reforzar se tiene que verificar el acceso en la resolución de los nudos del piso y en la carga del refuerzo. Asimismo, no se acople el reforzamiento al instrumento original se deberá trasladar hasta el cimiento, para ello deberá colocarse las placas en todos los pisos para certificar su prolongación. Esta clase de refuerzo se debe aplicar en pilares únicamente cuando no se pueda utilizar refuerzos de hormigón.



Figura 6. Encamisado Metálico

Puesto que el refuerzo actúa principalmente abasteciendo de confinamiento al soporte de una misma forma que pasa con los refuerzos de FRP, la efectividad es muy deficiente en la ocasión que la sección no sea circular (Mirmiran et al. 1998).

En este caso, un arreglo sería contener al soporte rectangular o Tramo de soporte sin asegurar Soldadura de unión Tramo de apoyo reforzado Chapa de acero del refuerzo cuadrado en una camisa redonda o elíptica (Priestley y Seible 1995), aunque este método no es siempre el adecuado por la alteración significativa en la forma y el tamaño del refuerzo que conlleva (Wu et al. 2003).

Es familiar a todos los modos de encamisados metálicos la necesidad de mucha mano de obra y de recursos, así como el empleo de maquinaria pesada para trasladar el acero involucrado; Además muchas ocasiones el grosor de las placas vendrá explicado por motivos de instalación, como es el prevenir el pandeo del elemento de acero en el izado (Newman, Judith 2000). No obstante, este método es rápido de efectuar, y acepta poner en uso la estructura inmediatamente (Fernández, M 1994); También, los refuerzos de acero son sencillos de controlar y pueden ser efectuados mientras la estructura está en servicio (Bsisu, Khair 2006). Se manifiesta a continuación las más importantes ventajas e inconvenientes del empleo de encamisados metálicos.

Respecto a las ventajas tenemos:

- Bajo presupuesto económico.
- Pronta ejecución y opción de efectuar el refuerzo mientras la estructura está utilizándose.
- Para ejecutar el refuerzo no es necesario un personal de alta calidad técnica.
- Puesta en servicio de la estructura de forma rápida.
- No se aumenta apenas el espesor del pilar, sobre todo si se coteja con los recrecidos de hormigón, lo que evita problemas funcionales y espaciales.
- Se incrementa la ductilidad, rigidez y resistencia del soporte de manera importante.
- Los soportes con chapas clavadas/encoladas o con angulares y presillas son especialmente utilizados en el caso de refuerzos rectangulares o cuadrados.

Desventajas tenemos:

- Rigidez a mucha sección y se puede volver un inconveniente en algunas ocasiones.
- No aplica sobre las armaduras primitivas en ocasión de ser requerido.
- Requerimiento de protección en caso de fuego.
- Manifiesta problemas de corrosión y por consiguiente de durabilidad, si no se aplican medidas adicionales de seguridad.

Plantinas Metálicas

Es un conjunto de acero que se une a la edificación mediante pernos para trasladar las diferentes fuerzas de corte de la viga hasta la losa en compresión. Dependiendo el suceso, se emplean sistemas de anclajes ya que es significativo que los pernos contengan una apropiada firmeza en la corrosión. Se tiene que considerar que las plantinas de acero también tienen sus ventajas y a la vez desventajas, tanto en su función como en su instalación y presupuesto. Las plantinas son limitadas y su uso es más tedioso, ya que se necesitan juntas y traslapes. El aforo de carga va en diferente dirección, entonces el desenvolvimiento de fatiga vendría hacer el adecuado. Sin embargo, el precio del elemento a utilizar es considerablemente bajo a diferencia del precio de instalación que es todo lo contrario, ya que se necesita imperativamente de elementos de fijación y equipo de elevación.



Figura 7. Platinas metálicas para columnas

Perfiles metálicos

Este procedimiento principalmente consiste en lo que es perfiles de acero o colocación de chapas que funcionen únicamente con la edificación existente, dando garantía a una transmisión adecuada de cargas a través de uniones soldadas, pernos de anclaje, perfiles de acero o también con materiales sintéticos. Esto también se pueden utilizar en los diferentes tipos de refuerzos con en cimientos y pilares.



Figura 8. Platinas metálicas para columnas

PROBLEMA GENERAL

- ¿Cuál es el desempeño sísmico del sistema de reforzamiento de encamisado de concreto y metálico en edificio Multifamiliar, Huaral, Lima 2019?

PROBLEMAS ESPECÍFICOS

Los problemas específicos de investigación son los siguientes:

- ¿Cuál es el desempeño sísmico en relación a la rigidez lateral del sistema de reforzamiento de encamisado de concreto y metálico en edificio multifamiliar, Huaral, Lima 2019?
- ¿Cuál es el desempeño sísmico en relación a la capacidad de deformación del sistema de reforzamiento de encamisado de concreto y metálico en edificio multifamiliar, Huaral, Lima 2019?

JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Respecto a la justificación teórica es que teniendo en claro los principales criterios y métodos de reforzamiento, nos ayudará hablar de la variable independiente que es reforzamiento de encamisado de concreto y metálico. Así como la variable dependiente que es Desempeño Sísmico tiene como perspectiva la norma técnica la E-030 de diseño sismorresistente al punto de llegar a resolver el nivel de desempeño sísmico, hará una evaluación respecto a los puntos de vista establecidos la normativa.

Respecto a lo social un adecuado reforzamiento permitirá la existencia de una ayuda para las construcciones de edificios multifamiliares, que evitará muchas pérdidas económicas como también se reduce pérdidas de vidas humanas ante un sismo lo cual aún es invaluable.

Respecto a la justificación práctica de esta investigación, planea cumplir con las tres funciones detallar la situación actual de los edificios multifamiliares ubicadas en dicho lugar, aclarar todas las fallas que generan en ellas y ofrecer distintas soluciones que permitan realizar más ampliaciones de igual alcance. Para llegar a lo que deseamos es necesario determinar cuál de estas será la mejor solución para reforzamiento y como no cuál es la mejor alternativa desde un punto de vista económico.

HIPÓTESIS GENERAL

- ¿Será mejorable el desempeño sísmico del sistema de reforzamiento de encamisado de concreto y metálico en edificio Multifamiliar, Huaral, Lima 2019

HIPÓTESIS ESPECÍFICA

- Será mejorable el desempeño sísmico del sistema de reforzamiento de encamisado de concreto y metálico en edificio multifamiliar en relación a la rigidez lateral.
- Será mejorable el desempeño sísmico del sistema de reforzamiento de encamisado de concreto y metálico en edificio multifamiliar en relación a la capacidad de deformación.

OBJETIVO GENERAL

- Determinar el desempeño sísmico del sistema de reforzamiento de encamisado de concreto y metálico en edificio Multifamiliar, Huaral, Lima 2019.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el desempeño sísmico del sistema de reforzamiento de encamisado de concreto y metálico en edificio multifamiliar en relación a la rigidez lateral.
- Será mejorable el desempeño sísmico del sistema de reforzamiento de encamisado de concreto y metálico en edificio multifamiliar en relación a la capacidad de deformación.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de Investigación

“Depende de tu investigación se puede utilizar estos tres tipos la aplicada, la pragmática o tecnológica. Cualquiera de los tres sirve para poder orientar y aplicar conocimientos científicos respecto a la solución de problemas tanto de bienes y servicios” (Ortiz 2016, p.38).

Respecto a las características que se hallan en el presente proyecto de investigación, está dirigida para dar una orientada solución. Adaptando diferentes de estudios que están en conjunto a la ingeniería civil por ende esta investigación es clasificada como una investigación aplicada.

Nivel de Investigación

“El nivel de investigación viene hacer prácticamente la profundidad del proyecto de investigación ya que es con lo que se va a desarrollar. Existen tres tipos niveles de investigación, el exploratorio, correlacional y explicativo” (Hernández 2014, p.82)

En el presente trabajo de investigación se puede decir que es de tipo explicativo, ya que se puede establecer diferentes relaciones entre las variables de estudio también procura dar explicaciones de estos diferentes tipos de fenómenos.

Diseño de Investigación

“Se realiza una investigación experimental siempre y cuando el investigador vaya a utilizar más la variable independiente, con la única finalidad de poder examinar el efecto de la variable independiente” (Hernández 2014, p.76)

El método de la aplicación de esta investigación será experimental, porque se ha considerado analizar el desempeño sísmico de la edificación en su actual estado, después de tener un reforzamiento a través de la aplicación de encamisados metálicos y de concreto.

2.2. Operacionalización de variables

Tabla 1. Matriz de operacionalización de Variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Metodología
Variable id: sistema de reforzamiento de encamisado de concreto y metálico	"es la utilización de ciertas técnicas y de diferentes materiales, para la reparación y rehabilitación de las estructuras con el fin de prevenir los posibles colapsos en caso de suceda un de sismo de gran magnitud" (bassam tayeh, mohammend abu and mohamemend arafa, 2019)	La variable independiente de mi investigación permite ver las cualidades de los materiales utilizados para las viviendas. Las cualidades más resaltantes vienen hacer la sección transversal, cantidad y distribución del refuerzo.	Encamisado de concreto	Refuerzo adicional, transversal y longitudinal	Enfoque: cuantitativo tipo de investigación: aplicada nivel de investigación: explicativo diseño de investigación: experimental
				Nueva dimensión de sección	
			encamisado metálico	Plantinas metálicas	
				Adición de perfiles metálicas	
Variable d.: desempeño sísmico	"es la manera de observar como una estructura se comporta frente a un sismo de gran magnitud ayudando a determinar qué tan dañado se encuentra la estructura frente a un nivel determinado de cargas laterales" (tonkikh, g.,glagolev, a., buzín, r., 2017)	La variable dependiente de mi investigación que es el desempeño sísmico, se diferencia por los diferentes valores de rigidez, resistencia y punto de desempeño que da la estructura y soporta frente a la acción de un sismo.	Rigidez lateral	Curva de capacidad	
				Cortante basal	
			Capacidad de deformación	Punto de desempeño	
				Niveles de desempeño	

Fuente: Elaboración Propia

2.3. Población, muestra y muestreo

En este punto se procederá a desarrollar y delimitar el conjunto universo o la población al que el presente proyecto de investigación pretende generalizar los resultados de la ejecución de la misma, por ello, en un primer punto, se explicará lo relativo a la unidad de análisis a utilizarse, con el objetivo de poder definir adecuadamente la población de la investigación; posteriormente se desarrolla la muestra sobre la que se trabajará en la ejecución de la investigación propuesta.

Población

“Después que se haya determinado la unidad de análisis, se continúa a delimitar la población donde va a ser estudiada y sobre la cual se pretende generalizar los resultados” (Hernández Sampieri, 2014, p.174).

Tomando en cuenta lo que dice el autor Hernández Sampieri, se tendrá que delimitar la población del estudio de la siguiente forma:

- La población del presente proyecto de investigación está formada por edificios multifamiliares en Pasamayo, distrito Aucallama, provincia Huaral, teniendo un total de 25 edificios multifamiliares, donde el 75% son edificios multifamiliares de 2 pisos, el 25% son edificios multifamiliares entre 3 y 4 pisos.

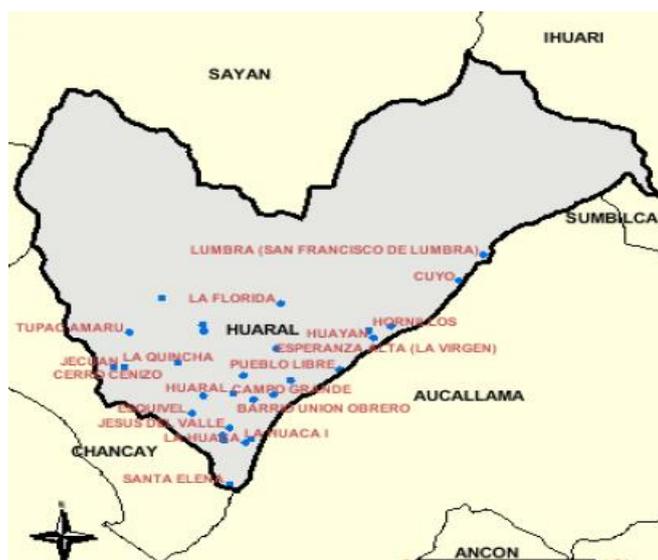


Figura 9. Edificios multifamiliares de la zona de Estudio.

Muestra

“Las muestras no probabilísticas conocidas también como muestras dirigidas, es un método de distinción que se utiliza para realizar con más claridad la investigación” (Hernández, Fernández y Baptista, 2010 p. 115).

En trabajo de investigación se usará una muestra no probabilística junto a la técnica del muestreo al azar. Tomando en cuenta que el objetivo de la presente investigación es de una u otra manera aportar evidencia respecto a mi variable que es el método de encamisado de columnas ya que es una técnica más eficaz. En mi proyecto de investigación se tomará un edificio multifamiliar de 3 pisos porque se encuentra ubicado cerca a chacras y queremos evaluar la resistencia frente a un sismo por lo tanto por cada piso se tomará muestra de 3 columnas y 3 vigas para el ensayo de esclerometría y diamantina, y del software Etabs se efectuará tres modelos, el modelo 1 (estructura convencional), modelo 2 (estructura con encamisado metálico) y modelo 3 (estructura con encamisado de concreto).

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

Técnica

La técnica que se ha empleado para esta investigación será la técnica de observación directa y levantamiento de datos.

“Una toma de observación puede usarse de diferentes modos cuantitativos ya que se va guardando con la frecuencia conforme aparece los determinados contenidos como para el cualitativo se van guardando las descripciones precisas o contenidos observados” (Gómez, 2009 p. 1n29).

Instrumentos de recolección y medición de datos

“Una medición es efectiva siempre y cuando el instrumento de recolección de datos presenta las variables que trabajaremos en nuestro trabajo de investigación. En caso no sea así, la medición es ineficiente” (Hernández Sampieri, 2015 p. 189).

Las características de las muestras de la presente investigación, serán medidas con dos tipos de instrumentos de medición que no produce destrucción a la construcción (ensayo de

diamantina y ensayo de esclerómetro). Para realizar la recolección de datos, se diseñará una “ficha de medición” para la cual será utilizada para el llenado de datos obtenidos en la medición de las características de la muestra a través de los ensayos de laboratorio que será la Ficha de medición N° 1 para el ensayo de Esclerometría en columnas (anexo 3) y para el ensayo de Esclerometría en vigas (anexo 3).

Validez

“Para realizar las fichas de medición, les cuesta mucho a los investigadores ya que es una elaboración propia para que puedan colocar sus datos”. (Hernández, Fernández y Baptista, 2010 p. 135).

La validez de los instrumentos, en la presente investigación requiere medir dimensiones escalares para los cuales se utilizará instrumentos con sus respectivas calibraciones por lo tanto de igual manera que la confiabilidad y la validez de las mediciones estén garantizadas tanto para la diamantina como el esclerómetro ya que miden dichas mediciones en las unidades en las que se definen.

La validación para el instrumento fue dada por el criterio de juicio de expertos los cuales se detallan en el Anexo 2.

Tabla 2. *Magnitud y rangos de validez*

RANGOS	MAGNITUD
0.81 a 1.00	Muy alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy baja

Fuente: Ruiz Bolívar (2002, p. 12)

Confiabilidad

Respecto de los instrumentos de medición miden magnitudes escalares y están previamente graduados para poder elaborar un ensayo estos también presentan unidades estándares. Por esta razón la confiabilidad de los instrumentos a trabajar está garantizadas por lo tanto el

resultado de su confiabilidad sería más confiable ya que dichos elementos están calibrados asegurando la confiabilidad del ensayo logrando poder obtener resultados eficaces y coherentes. Dichos certificados de calibración se encuentran en el Anexo 9, Anexo 10 y Anexo 11.

2.5. Procedimiento

Estudio de suelos

Para el estudio de suelo, lo primero que se tiene que sacar es una muestra del predio a trabajar, se refiere a que se tiene que realizar una calicata de aprox. 3m tal y como dice la norma. Luego se lleva a un laboratorio para trabajar los ensayos correspondientes depende el tipo trabajo que se requiera. Se realiza este estudio para conocer el tipo de suelo y conocer para que tipo de edificación clasifica.



Figura 10. Procedimiento de Calicata para sacar la muestra

Ensayo de Esclerometría

El ensayo de esclerómetro se lleva a cabo de acuerdo a la ASTM - C 805M-13^a.

Antes de realizar la prueba de esclerómetro se tiene que eliminar de la superficie a trabajar el polvo o cualquier tipo de elemento no propio del concreto, que pueda afectar el índice de rebote esto se realiza con la piedra abrasiva. Luego hacemos el uso del esclerómetro sosteniéndolo firmemente de manera que el émbolo esté derecho a la superficie de la prueba, después se tiene que empujar el instrumento hacia la superficie hasta que el martillo llegue a impactar. Luego de haber impactado se mantiene la presión y se presiona el botón que se encuentra al lado del instrumento para llegar a trabar el émbolo en su posición contraída y así poder anotar el número de rebote en la escala al número, recordar que se colocan números enteros o más cercano para poder registrar.

Luego se examinan los datos de impresión en caso en el impacto se rompe eso significa que la superficie tiene un vacío de aire por lo tanto se tendrá que tomar otra medida.



Figura 11. Ensayo con el Esclerómetro

Ensayo de Diamantina

El ensayo de Diamantina se lleva a cabo de acuerdo a la ASTM C42M -13 / NTP 339.059.

Para realizar las pruebas se tiene que fijar bien el equipo sonda provisto de brocas diamantadas, a través de un taco de expansión de 1/2". Luego de haber fijado bien el equipo se realizarán 18 extracciones de muestras de concreto endurecido a través de una sonda rotatoria con brocas que tienen dientes de diamante de 4" de una forma perpendicular a la superficie de la estructura se tiene que realizar cada 30 cm de los ensayos realizados por el esclerómetro. Una vez que se haya culminado la extracción las muestras se tiene que dejar

secar a una temperatura ambiente por una hora es de manera obligatoria. Las muestras extraídas tienen que ser bien tallados con la sierra de disco de diamante. La planidad y paralelismo de las dos caras de las muestras es conseguido por medio del refrendado con almohadilla, de acuerdo a la norma ASTM C 1231M – 12.



Figura 12. Extracción de Especímenes de concreto

Modelamiento del ETABS

Luego de tener los datos recolectados de todos los ensayos anteriores y los planos de dicho predio, se realizará el modelamiento de la edificación en el software ETABS para llegar a tener las distorsiones y desplazamientos de la edificación a modelar en cuanto al eje X - Y. Con este modelamiento también se tendrá los resultados del análisis dinámico.

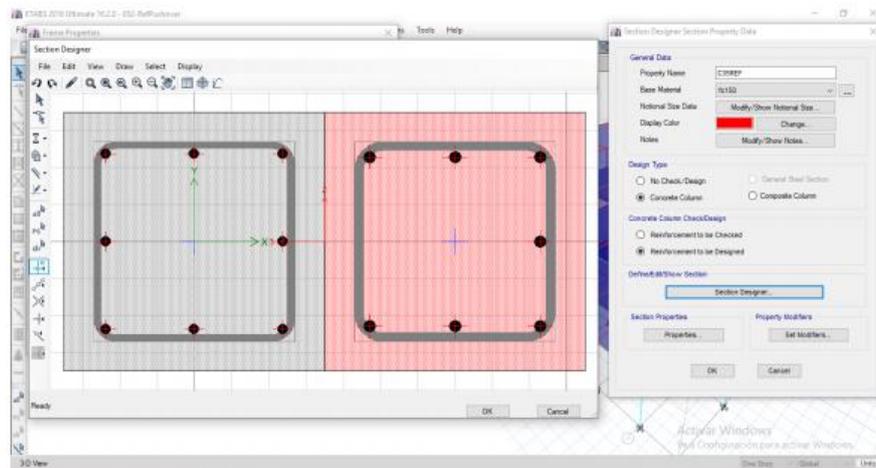


Figura 13. Información y secciones para la definición de los elementos estructurales en el ETABS.

Procesando datos de Fichas Técnicas

En este último paso, se recolectará cada dato es sus respectivas fichas técnicas, tanto para el ensayo de esclerómetro, ensayo de diamantina y el software ETABS para poder comparar cuál de estos métodos es más útil para el reforzamiento de un edificio multifamiliar y hallar los resultados.

2.6. Método de análisis de datos

“El método cuantitativo, nos da a conocer de una forma más confiable la realidad de la investigación, a través de recolección y análisis de datos con lo cual se puede sustentar las preguntas que existan en la investigación y llegar aprobar las hipótesis” (Manuel Borja, 2012).

En mi proyecto de investigación se trabajará con el método de análisis cuantitativo. Por lo tanto, en mi proyecto de investigación para llegar a probar la hipótesis se tendrá que realizar una ficha de medición de los ensayos de laboratorio, las cuales van de acuerdo con los objetivos planteados en esta investigación.

2.7. Aspectos éticos

Toda indagación que se ha obtenido de las diferentes fuentes de terceros ha sido citada respetando y reconociendo los derechos del autor que han brindado información para esta investigación. Asimismo, para lograr el desarrollo del proyecto de investigación, se tomó en cuenta el uso del Reglamento Nacional para Edificaciones, así como las normas técnicas peruanas y para llegar a tener la similitud de mi investigación se utilizará el software Turnitin (anexo 12).

III. RESULTADOS

3.1. Desarrollo del procedimiento

a. Ubicación del proyecto

El edificio multifamiliar está ubicado en la Ex Hacienda Pasamayo, distrito de Aucallama, provincia Huaral, teniendo un área de 98.69 m² con 3 pisos. Con una capacidad portante de 1.00 kg/cm², Teniendo como factor de zona 4. Con una categoría de edificaciones comunes.



Figura 14. Plano de Ubicación

b. Estudios básicos

Estudio de Mecánica de Suelos

Primero identificamos los puntos para realizar las calicatas, una se hizo junto a una columna para ver la medida de la zapata (1.00m x 1.20m) y otra en el jardín.

La primera calicata que se realizó fue junto a la columna con una profundidad de 2.20 m. ya que la última muestra encontrada fue roca., con un perfil estratégico de la siguiente manera 0.00 – 0.20 concreto, 0.20 – 0.45 relleno, 0.45 – 0.85 tierra negra compacto, 0.85 – 2.00 arena fina mezclado con tierra, 2.00 – 2.20 roca.



Figura 15. Primera calicata

La segunda calicata se realizó en el jardín de la vivienda con una profundidad de 3.00 m., encontrando piedras y arena fina, con un perfil estratégico de la siguiente manera, de 0.00 – 1.06 relleno, 1.06 – 1.50 tierra negra compacto, 1.50 – 3.00 arena con graba con piedras granulares de 2 pulgadas de mayor tamaño.



Figura 16. Segunda calicata

Se extrajeron las muestras alteradas e inalteradas de cada calicata y se colocó en un plástico limpio.



Figura 17. Muestras de calicatas

Procedió a tapar cada calicata dejándolo tal y como lo habíamos encontrado.



Figura 18. Tapado de calicatas

Esa muestra se llevó al laboratorio de la empresa Planet Consultores E.I.R.L. y se efectuaron los siguientes ensayos de laboratorio:

- Contenido de Humedad (ASTM D2216 - 98),
- Análisis Granulométrico (ASTM D422- 63),
- Límites de Atterberg (ASTM D4318- 98).
- Humedad Natural (ASTM D2216 - 98).
- Ensayo de Corte Directo (ASTM D 3080).

En los siguientes cuadros se muestra un resumen con los resultados obtenidos:

Tabla 3. Resumen de los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos estándar

Calicata N°	Profundidad (m)	ZUCS	W (%)	Análisis Granulométrico			Límites Atterberg		
				Gravas	Arenas	Finos	LL	LP	IP
				(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
C – 02	3.00	GP	1.27	84	15	1	NT	NP	-

Fuente: Elaboración Propia

A partir de las muestras de roca extraídas del afloramiento rocoso se efectuaron los siguientes ensayos de laboratorio.

- Ensayo de carga puntual (ASTM D 5731-95)

En el cuadro siguiente se presenta un resumen de los ensayos de laboratorio de mecánica de rocas.

Tabla 4. Resumen de los ensayos de laboratorio de mecánica de rocas

Calicata N°	Muestra N°	Profundidad (m)	Tipo de Roca	Resistencia a la compresión simple (MPa)
C – 01	M – 1	2.00	Intrusiva	38.00

Fuente: Elaboración Propia

Los ensayos realizados son para las características geotécnicas de resistencia y deformación de los materiales fueron:

- Ensayo de Corte Directo (ASTM D 3080)

Tabla 5. Resumen de Ensayos de Corte Directo

Calicata	Profundidad	Parámetros		
		Cohesión	Ángulo de Fricción	Peso Específico
		(KN/m ²)	(φ)	(KN/m ³)
C – 02	3.00	0.00	31.29	16.24

Fuente: Elaboración Propia

Debido a la compacidad de los suelos hallado durante las investigaciones geotécnicas y a las geometrías de los cimientos propuestos, se espera una falla por corte local por tanto se aplicarán los siguientes factores de corrección de los parámetros de resistencia al corte.

$$c' = \frac{2}{3}c \quad (\text{Ec 2})$$

$$\phi' = \tan^{-1}\left(\frac{2}{3}\tan\phi\right) \quad (\text{Ec 3})$$

Tabla 6. *Parámetros de Resistencia Corregidos en Suelos*

Parámetros Corregidos			
Tipo de Suelo	Cohesión	Ángulo de Fricción	Peso Específico
	(KN/m²)	(φ)	(KN/m³)
GP con arena	0.00	22.1	16.24

Fuente: Elaboración Propia

Se realizaron también ensayos químicos para la caracterización de la agresividad química de los suelos/roca a la fundación, tales como:

- Contenido de sales solubles totales (SM 2540 C)
- Contenido de sulfatos solubles (HACH 8051)
- Contenido de cloruros solubles (ASTM D1411 - 04)

Los certificados respectivos se encuentran en los anexos.

En el siguiente cuadro se muestra un resumen con los resultados obtenidos:

Tabla 7. *Resultados de ensayos químicos*

Calicata	Muestra	Ensayos Químicos		
		S.S.T	Cl	SO⁴
		(ppm)	(ppm)	(ppm)
C – 02	M – 01	1100.80	315.20	784.32

Fuente: Elaboración Propia

- Cálculo de la capacidad portante según Terzagui & Meyerhof

La capacidad portante de las fundaciones en general ha sido determinada considerando como zapatas cuadradas, rectangulares y corridas con anchos que varían de 1.0 m. a 2.0 m, evaluadas para niveles de desplante de $D_f = 1.20$ m. Usando la siguiente expresión propuesta por Meyerhof (1963).

$$q_u = (CN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + 0.5 B \gamma N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}) \quad (\text{Ec } 4)$$

$$q_{admissible} = \frac{q_u}{FS} \quad (\text{Ec } 5)$$

A continuación, se presentan las expresiones de cálculo de los distintos factores de corrección aplicados para el cálculo de capacidad de carga última.

Factores de capacidad de carga.

$$N_q = \tan^2(45 + \frac{\phi}{2}) e^{\pi \tan \phi} \quad (\text{Ec } 6)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi \quad (\text{Ec } 7)$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4 \phi) \quad (\text{Ec } 8)$$

Factores de forma

$$F_{cs} = 1 + \left(\frac{B}{L}\right) \left(\frac{N_q}{N_c}\right) \quad (\text{Ec } 9)$$

$$F_{qs} = 1 + \left(\frac{B}{L}\right) \tan \phi \quad (\text{Ec } 10)$$

$$F_{\gamma s} = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L}\right) \quad (\text{Ec } 11)$$

Factores de profundidad

$$F_{cd} = 1 + 0.4 \left(\frac{D_f}{L}\right) \quad (\text{Ec } 12)$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \left(\frac{D_f}{B}\right) \quad (\text{Ec } 13)$$

$$F_{\gamma d} = 1 \quad (\text{Ec } 14)$$

Factores de inclinación

$$F_{ci} = F_{qi} = \left(1 - \frac{\beta}{90}\right)^2 \quad (\text{Ec 15})$$

$$F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{\beta}{\phi}\right)^2 \quad (\text{Ec 16})$$

Dónde:

C	=	Cohesión
γ	=	Peso específico del suelo
ϕ	=	ángulo de fricción interna
B	=	Ancho de cimentación
L	=	Longitud de la cimentación
D_f	=	Profundidad de desplante
β	=	ángulo de inclinación de la carga
$F_{cs}F_{qs}F_{\gamma s}$	=	Factores de forma
$F_{cd}F_{qd}F_{\gamma d}$	=	Factores de profundidad
$F_{ci}F_{qi}F_{\gamma i}$	=	Factores por inclinación de carga
$N_cN_qN_\gamma$	=	Factores de capacidad de carga
q_u	=	Capacidad de carga última
FS	=	Factor de seguridad

En el cuadro siguiente se muestran los resultados de capacidad portante obtenidos para cada plataforma en el área de estudio.

Tabla 8. Resultado de Capacidad Portante en Suelos

Tipo de suelo de cimentación	Tipo de cimiento	Profundidad de desplante D_f	Ancho de Zapata B	Carga última q_u	FS	Carga admisible q_{adm}
		(m)	(m)	(kg/cm ²)		(kg/cm ²)
GP con arena	Cuadrada	1.20	1.50	3.00	3.00	1.00
		1.20	2.00	3.00	3.00	1.00
	Rectangular L/B = 2	1.20	1.50	2.7	3.00	0.9
		1.20	2.00	2.7	3.00	0.9
	Corrida L/B = 5	1.20	1.00	2.4	3.00	0.8
		1.20	1.20	2.6	3.00	0.9

Fuente: Elaboración Propia

- Análisis de asentamientos en suelos

La presión anterior puede generar asentamientos mayores a los admisibles, por lo tanto, se verificará los asentamientos a partir del método elástico según la relación siguiente:

$$s = \frac{qB(1 - u^2)I_f}{E_s} \quad (\text{Ec } 17)$$

Dónde:

- S = asentamiento inmediato (cm)
- q = presión de trabajo (Ton/cm²)
- B = ancho de la cimentación (m)
- u = relación de pisón
- I_f = factor de forma (cm/m)
- E_s = módulo de elasticidad (Ton/m²)

Para el análisis del asentamiento se considera una presión vertical transmitida igual a la capacidad de carga admisible.

En los suelos granulares a su vez, el asentamiento diferencial puede estimarse como el 75% del asentamiento inmediato.

Tabla 9. Resultados de cálculo de asentamientos en suelos

Tipo de suelo de cimentación	Tipo de cimentación	D _f	B	q _{adm – neto}	Si
		(m)	(m)	(ton/m ²)	(mm)
GP con arena	Zapata Cuadrada	1.20	1.50	10	3
		1.20	2.00	10	4
	Zapata Rectangular	1.20	1.50	9	4
		1.20	2.00	9	5
	Zapata Corrida	1.20	1.00	8	3
		1.20	1.20	9	4

Fuente: Elaboración Propia

- Capacidad portante para roca

De acuerdo con Bowles (1994) la capacidad de carga del macizo rocoso puede ser estimada como una fracción de la resistencia a la compresión no confinada de la roca intacta, fracción que varía de 1/3 a 1/10, dependiendo del grado de fracturamiento del macizo rocoso, el cual es medido por el valor de RQD. El manual Canadian Foundation Engineering Manual (1992) propone un criterio similar y usa la siguiente relación:

$$q_a = K_{sp} \sigma_c (core) \quad (\text{Ec 18})$$

Dónde:

K_{sp} = coeficiente que indica el grado de fracturamiento

$\sigma_c(\text{core})$ = valor de la resistencia a la compresión no confinada para la roca intacta.

La ecuación usada para determinar la capacidad de carga última es similar a la que se usa en mecánica de suelos basada en la ecuación de Terzaghi y es:

$$q_{ult} = cN_c + 0.5\gamma BN_\gamma + \gamma D_f N_q \quad (\text{Ec 19})$$

Dónde los términos N_γ y N_q son los factores de capacidad de carga obtenidos de las siguientes ecuaciones:

$$N_q = N_\phi^2 \quad (\text{Ec 20})$$

$$N_\phi = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \quad (\text{Ec 21})$$

$$N_c = 2N_\phi^{0.5}(N_\phi + 1) \quad (\text{Ec 22})$$

$$N_\gamma = \sqrt{N_\phi}(N_\phi^2 - 1) \quad (\text{Ec 23})$$

La capacidad de carga admisible, q_a , fue estimada usando un factor de seguridad de 3:

$$q_a = \frac{1}{3} q_{ult} \quad (\text{Ec 24})$$

En la tabla 3 resume los valores de capacidad de carga última y admisible, obtenidos para distintos anchos de zapata. El ángulo de fricción y cohesión fueron determinados a partir de la caracterización geomecánica del macizo rocoso.

Para el parámetro B ancho se asumió magnitud de prediseño y son del tipo cimentación cuadrada. D_f fue estimado de los niveles de cimentación de las recomendaciones geotécnicas y prediseño.

Tabla 10. Capacidad de Admisible en Rocas

Ubicación	\emptyset	c	γ	D_f	B	q_u	q_{adm}	q_{adm}
	(°)	(kpa)	(kg/cm ³)	(m)	(m)	(kpa)	(k)	(kg/cm ²)
Edificio multifamiliar	41.59	5	24	0.5	5	3124.4	1041.5	10.4
				1	5	3418.2	1139.4	11.4
				1.5	5	3712.1	1237.4	12.4
				2	5	4006	1335.3	13.4

- Análisis de asentamientos

El asentamiento total de la cimentación sobre roca, S_t , fue estimada considerando un macizo rocoso elástico e isotrópico en un semi espacio:

$$S_t = \frac{1.12\Delta q B(1 - \nu^2)(L/B)^{0.5}}{E'_m} FR \quad (\text{Ec 25})$$

Dónde:

- Δq = Carga aplicada sobre la cimentación por la estructura
- B = Ancho de la cimentación para el caso de áreas cargadas de base rectangular
- ν = ángulo de fricción interna
- FR = Ancho de cimentación
- E'_m = Longitud de la cimentación

Por lo tanto, se emplearán sólo valores límites para asentamientos totales. Tabla 4 muestran los asentamientos totales calculados para la cimentación.

Tabla 11. Cálculo de Asentamiento en Rocas

Ubicación	E	u	Df	B	q _a	q _a	S
	(Mpa)	()	(m)	(m)	(kg/cm ²)	(MPa)	(mm)
Edificio Multifamiliar	384.55	0.2	0.5	5.0	10.41	1.04	12.4
			1.0	5.0	11.39	1.14	13.5
			1.5	5.0	12.37	1.24	14.7
			2.0	5.0	13.35	1.34	15.9

Fuente: Elaboración propia

Resistencia del Fc

Existen 02 métodos diferentes para poder hallar la resistencia a la compresión frente a un sismo de gran magnitud los cuales son métodos destructivos y los no destructivos. Entre ellos tenemos los siguientes:

◆ Diamantina

Primero se tuvo que identificar las columnas y vigas más defectuosa de la vivienda, luego se trazó con una tiza cada columna por dónde pasan los fierros de refuerzo e identificamos el espacio donde no tenga fierro ni estribos con un Escáner.



Figura 19. Identificación de vigas y columnas

Después procedimos a perforar con taladro percutor para colocar los tarugos de metal que sirven para soporte de la máquina de perforación, de preferencia se deben perforar a un metro de la unión ya que a esa longitud se encuentra los estribos a cada 0.20 m.



Figura 20. Colocación de perforadora industrial

Luego se extrajeron las muestras de cada columna y viga por piso, después hicimos el tapado de cada perforación dejándolo como lo habíamos encontrado.



Figura 21. Extracción de muestras de columnas



Figura 22. Extracción de muestras de vigas



Figura 23. Tapado y muestras de la columnas y vigas

Ese testigo obtenido se tiene que llevar al laboratorio para realizar el ensayo de resistencia a la compresión y finalmente determinar la resistencia del concreto. Es un ensayo donde nos brindas resultados más seguros, aunque es costoso es muy necesario realizarlo, en la tabla 12 muestro los resultados de la diamantina.

Tabla 12. Resultados de Diamantina

N° de Testigos	Identificación	Fecha de Ensayo	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Relación altura / diámetro	Factor de corrección	Carga Máxima (kg)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia corregida (kg/cm ²)
1	Columna 5, piso 1 (M-1)	14/10/19	16.3	8.2	53.38	1.98	1.000	5584	105.0	105.0
2	Columna 8, piso 1 (M-2)	14/10/19	15.8	8.2	52.81	1.93	0.990	4600	87.0	86.1
3	Columna 10, piso 1 (M-3)	14/10/19	15.3	8.2	52.81	1.87	0.990	6832	129.0	127.7
4	Viga 1, piso 1 (M-1)	14/10/19	9.4	8.2	52.81	1.15	0.870	11296	214.0	186.2
5	Viga 3, piso 1 (M-2)	14/10/19	9.0	4.5	15.90	2.00	1.000	3877	244.0	244.0
6	Viga 4, piso 1 (M-3)	14/10/19	8.9	4.5	16.05	1.97	0.990	2772	173.0	171.3
7	Columna 1, piso 2 (M-1)	14/10/19	16.3	8.2	52.81	1.99	1.000	5387	102.0	102.0
8	Columna 8, piso 2 (M-2)	14/10/19	16.3	8.3	54.10	1.96	0.990	9045	167.0	165.3
9	Columna 6, piso 2 (M-3)	14/10/19	15.2	8.3	54.10	1.83	0.990	11780	218.0	215.8
10	Viga 2, piso 2 (M-1)	14/10/19	9.0	4.5	15.90	2.00	1.000	3754	236.0	236.0
11	Viga 2, piso 2 (M-1)	14/10/19	8.9	4.5	16.05	1.97	0.990	3155	197.0	195.0

Fuente: Elaboración propia.

◆ Esclerómetro

Cuando se realizó el ensayo de esclerómetro, se seleccionó y preparó una zona de hormigón que cumplió con lo siguiente:

- Se eligió una zona de ensayo de aproximadamente 15 x 15 cm.
- También se eligió una Superficie lisa y sin recubrir (utilizar piedra abrasiva)
- Se dibujó la cuadrícula de líneas separadas entre 1" y tomaron la intersección de las líneas como puntos de impacto.
- Se hicieron 12 lecturas, pero para realizar el cálculo solo se seleccionó 10 lecturas).



Figura 24. Procedimiento del Ensayo de Esclerómetro

Este ensayo es mucho más barato que la diamantina pero no son resultados seguros, pero lo hice para realizar mis comparaciones con la diamantina. En las siguientes tablas muestro la resistencia a la compresión obtenidas mediante la esclerometría.

Tabla 13. Resultados de la resistencia a la compresión por esclerometría en el primer y segundo piso–columna

Determinación del número de rebote en concreto endurecido ASTM C 805						
Identificación	Ensayo N°1	Ensayo N°2	Ensayo N°3	Ensayo N°4	Ensayo N°5	Ensayo N°6
	C – 8 / piso 1	C – 5 / piso 1	C – 10 / piso 1	C – 3 / piso 2	C – 8 / piso 2	C – 10 / piso 2
Rebote N° 1	27	31	37	32	34	30
Rebote N° 2	28	34	37	32	34	30
Rebote N° 3	25	31	35	38	35	32
Rebote N° 4	25	31	35	37	34	31
Rebote N° 5	27	34	36	32	35	30
Rebote N° 6	28	31	35	33	35	31
Rebote N° 7	26	30	36	32	33	30
Rebote N° 8	25	31	36	36	36	30
Rebote N° 9	26	32	35	37	32	31
Rebote N° 10	25	33	36	33	34	30
Índice de Rebote (IR)	26	32	36	34	34	31
Resistencia a la compresión aprox (kg/cm ²)	158	238	290	260	260	220
Promedio IR	238					

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14. Resultados de la resistencia a la compresión por esclerometría en el primer y segundo piso - vigas

Determinación del número de rebote en concreto endurecido ASTM C 805						
Sentido del Esclerómetro	←	←	←	↓	↓	↓
Identificación	Ensayo N°1	Ensayo N°2	Ensayo N°3	Ensayo N°4	Ensayo N°5	Ensayo N°6
	V – 4 / piso 1	V – 3 / piso 1	V – central / piso 1	V – 3 / piso 2	V – 1 / piso 2	V – 4 / piso 2
Rebote N° 1	30	30	32	27	29	30
Rebote N° 2	32	35	32	29	29	30
Rebote N° 3	30	33	31	28	32	28
Rebote N° 4	32	33	34	26	30	28
Rebote N° 5	31	32	35	27	31	28
Rebote N° 6	32	31	34	27	31	28
Rebote N° 7	31	31	31	28	29	29
Rebote N° 8	36	32	31	27	29	28
Rebote N° 9	32	31	34	27	31	29
Rebote N° 10	31	35	32	26	33	30
Índice de Rebote (IR)	32	32	33	27	30	29
Resistencia a la compresión aprox (kg/cm ²)	238	238	250	105	145	138
Promedio IR	186					

Fuente: Elaboración Propia

Para la esclerometría se deben realizar por lo menos tres ensayos en la columna y en las vigas, para obtener valores más confiables de la resistencia a la compresión.

Los resultados que se obtuvieron se encuentran en la tabla anterior, se puede apreciar entonces que la resistencia a la compresión del concreto promedio es de 175 kg/cm es un valor bastante baja ya que de lo contrario la resistencia a la compresión mínima por la norma de diseño en albañilería (E070, 2003).

Modelamiento Etabs

La resistencia de la compresión del concreto tuvo promedio de $F'c=175 \text{ kg/cm}^2$. (ver Anexo N^a 4)

Estos datos se utilizarán para hallar el módulo de elasticidad del concreto, a través de la expresión siguiente(E060, 2003).

$$E = 15000\sqrt{f'c} \quad (\text{Ec } 26)$$

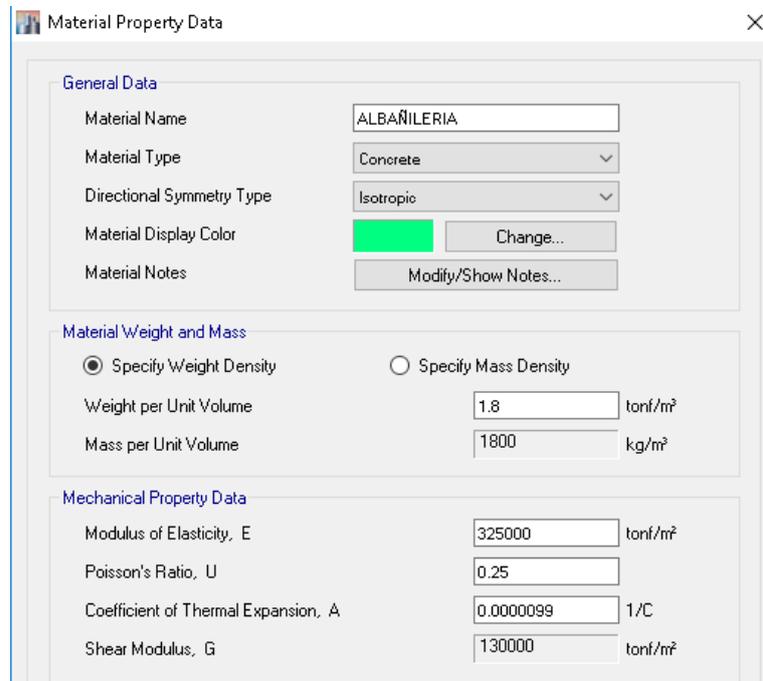
Remplazando la formula, entonces el módulo de Elasticidad del concreto sería 198,431.348 kg/cm². Según Wilson (2005), nos dice que el módulo de elasticidad del concreto viene hacer un valor continuo, ya que los valores del módulo de poisson son estándares de 0.2 aproximadamente. Los valores se colocaron en el software de análisis, así como en la figura 25.

Section	Property	Value	Unit
General Data	Material Name	CONCRETO 175	
	Material Type	Concrete	
	Directional Symmetry Type	Isotropic	
	Material Display Color	Yellow	
	Material Notes		
Material Weight and Mass	Specify Weight Density	<input checked="" type="radio"/>	
	Specify Mass Density	<input type="radio"/>	
	Weight per Unit Volume	2.4	tonf/m³
	Mass per Unit Volume	2400	kg/m³
Mechanical Property Data	Modulus of Elasticity, E	1837117.31	tonf/m²
	Poisson's Ratio, U	0.2	
	Coefficient of Thermal Expansion, A	0.0000099	1/C
	Shear Modulus, G	765465.54	tonf/m²

Figura 25. Propiedades mecánicas típicas del concreto

Referente al factor de expansión térmico, se tuvo que tomar en cuenta las diversas investigaciones respecto a las características del concreto, ya que han mencionado que tiene

un valor aproximado de $0.99(10^{-6})$, esto nos dice que el acero y el concreto tienen un coeficiente de expansión térmica similares.



The image shows a software dialog box titled "Material Property Data" with a close button (X) in the top right corner. The dialog is divided into three sections:

- General Data:** Material Name: ALBAÑILERIA; Material Type: Concrete; Directional Symmetry Type: Isotropic; Material Display Color: (green square) Change...; Material Notes: Modify/Show Notes...
- Material Weight and Mass:** Radio buttons for "Specify Weight Density" (selected) and "Specify Mass Density".
 - Weight per Unit Volume: 1.8 tonf/m³
 - Mass per Unit Volume: 1800 kg/m³
- Mechanical Property Data:**
 - Modulus of Elasticity, E: 325000 tonf/m²
 - Poisson's Ratio, U: 0.25
 - Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000099 1/C
 - Shear Modulus, G: 130000 tonf/m²

Figura 26. Propiedades mecánicas de la albañilería.

Diagramas de momento de curvatura de las secciones

A través del análisis hemos podido observar que el componente de la estructura analizada nos muestra que los elementos estructurales son muros de albañilería, vigas y columnas.

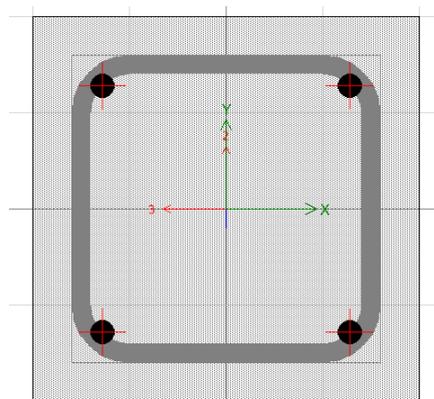


Figura 27. Sección transversal de columna analizada

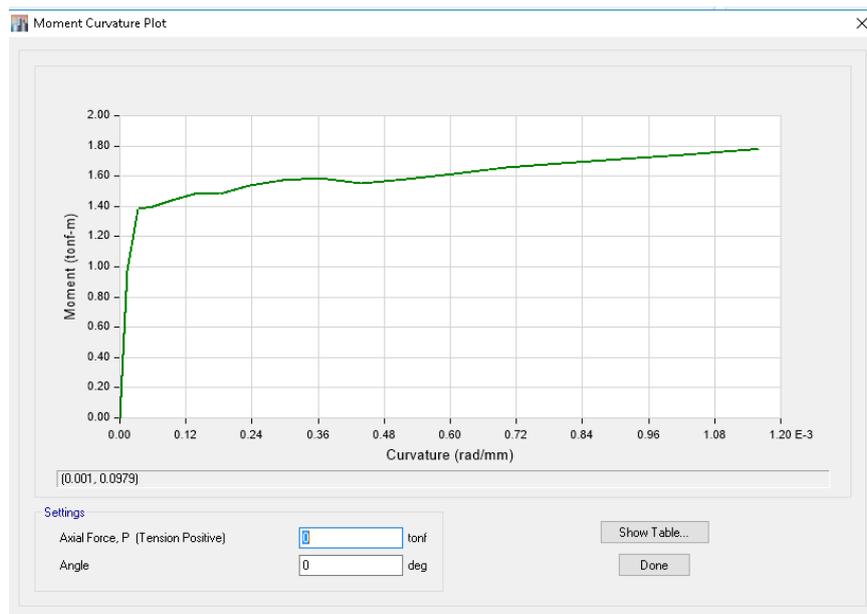


Figura 28. Diagrama de momento curvatura de la sección analizada

Los datos obtenidos del análisis del diagrama de momento curvatura, viene hacer es de una sección típica como muestra en la *Figura 28*. podemos ver que el momento es capaz de aguantar la sección mostrada fue de 1.39t., mientras que su capacidad máxima de la deformación fue de 1.15 rad/m.

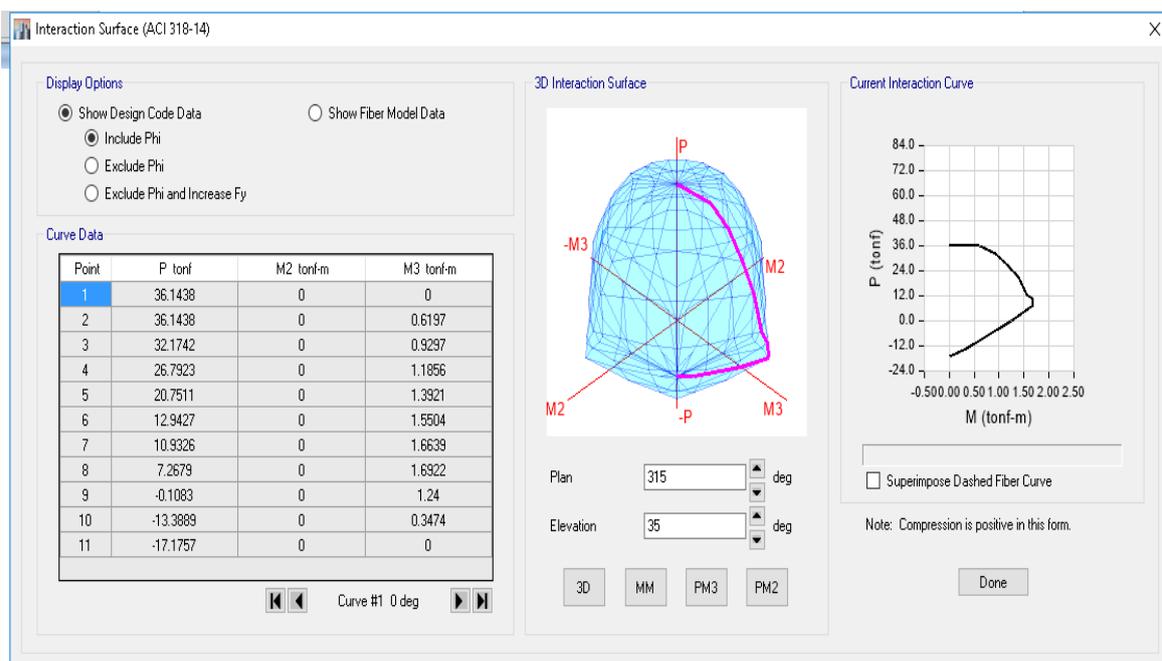


Figura 29. Diagrama de columna analizada y demanda sísmica

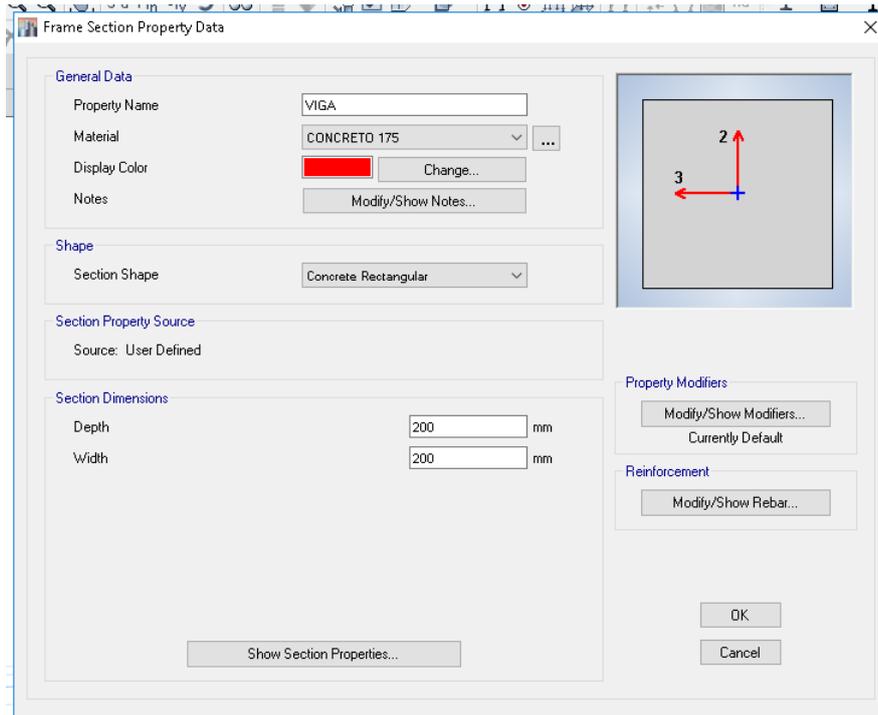


Figura 30. Sección transversal de la viga existente

A continuación, mostraré las propiedades mecánicas de cada área.

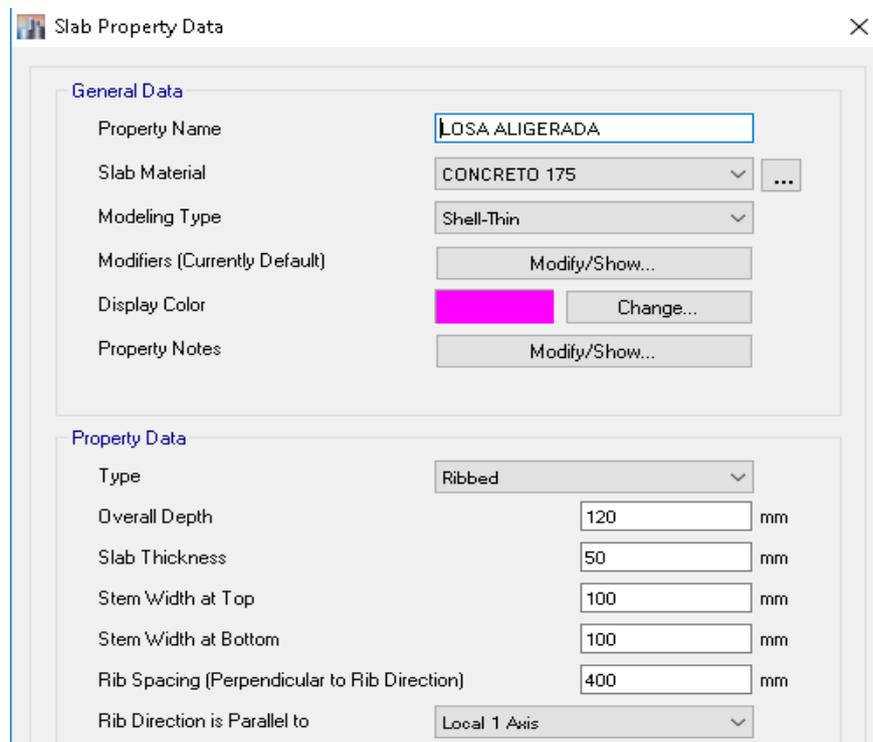


Figura 31. Propiedades mecánicas típicas de losa aligerada

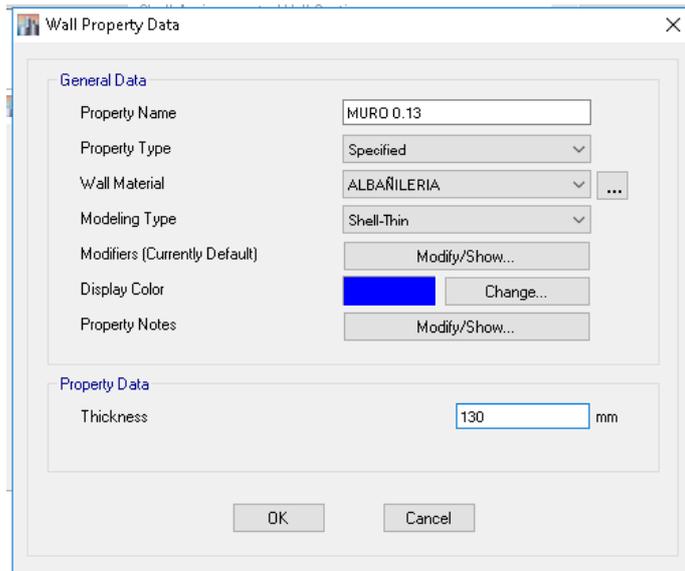


Figura 32. Propiedades mecánicas características del muro

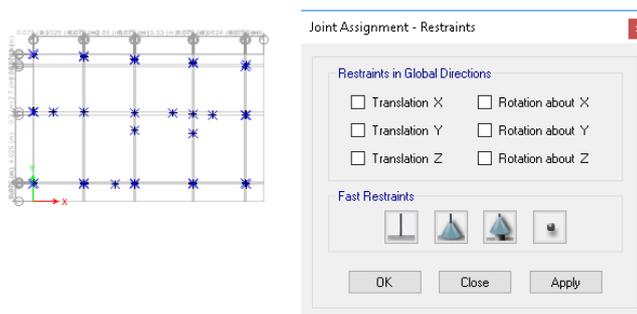


Figura 33. Empotramiento de la estructura

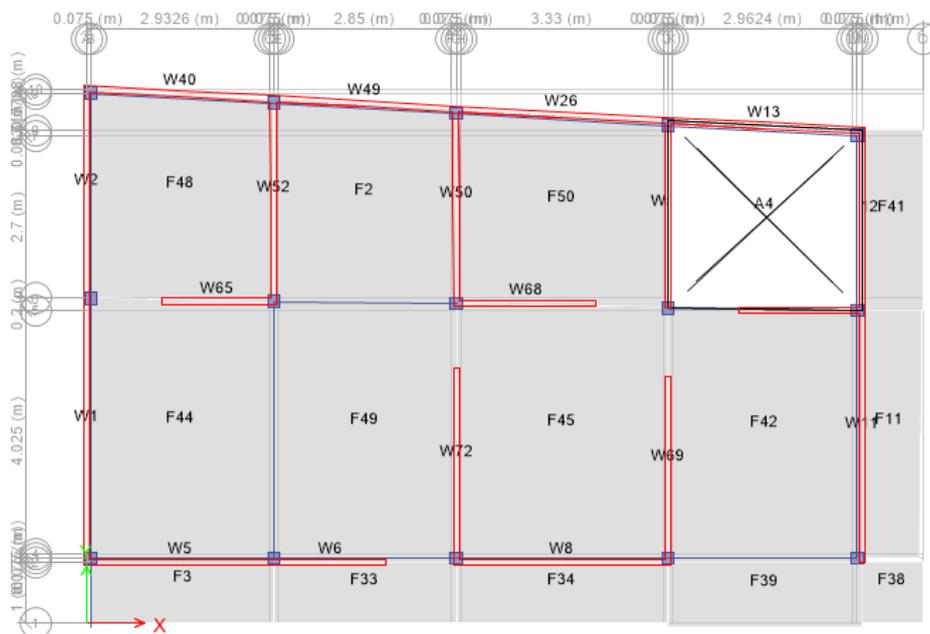


Figura 34. Vista de planta Piso 1

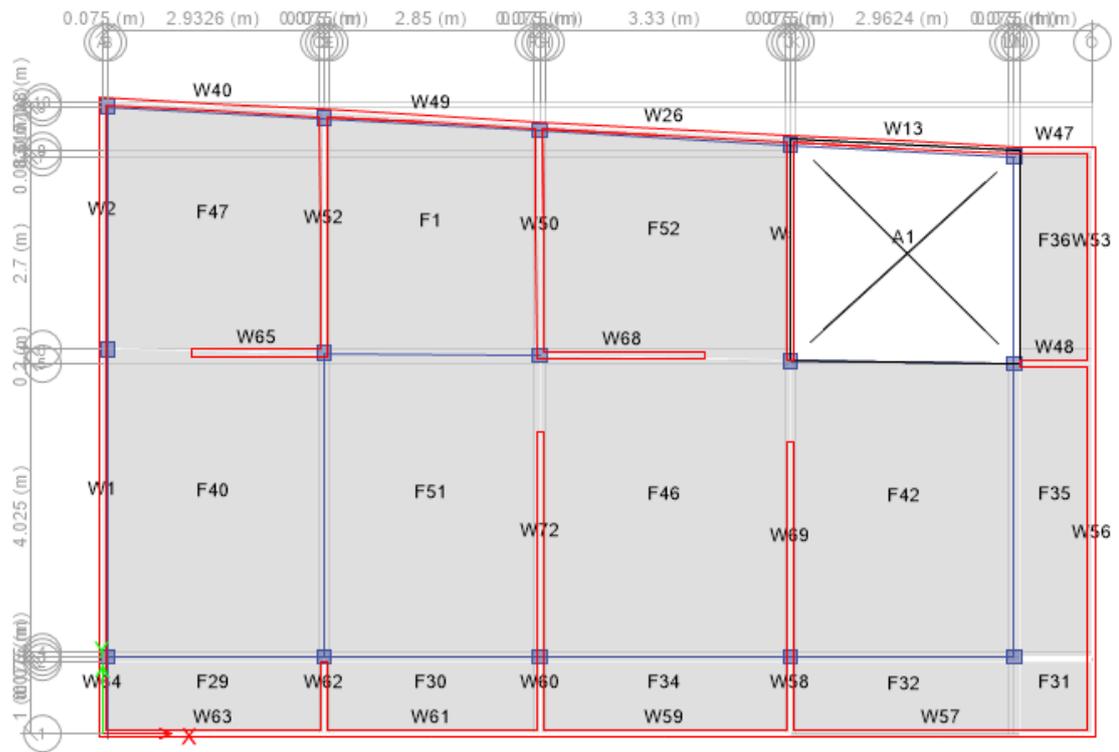


Figura 37. Vista de planta Piso 4

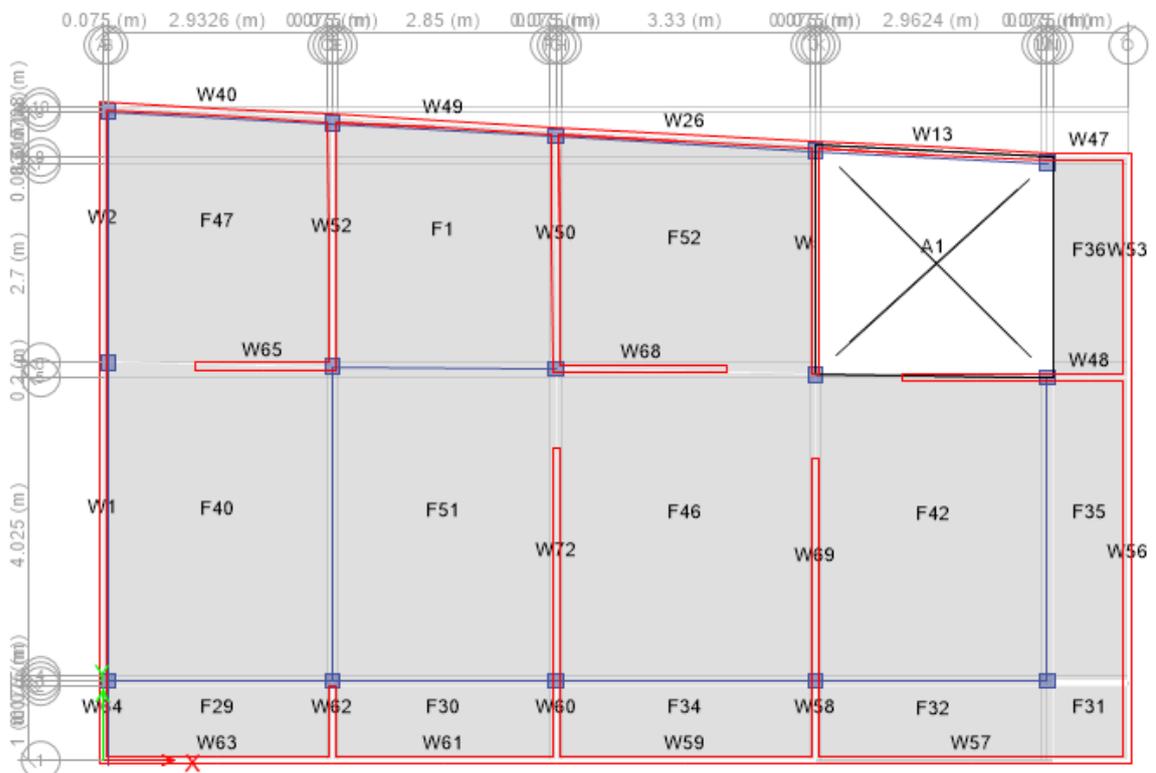


Figura 38. Vista de planta Piso 5

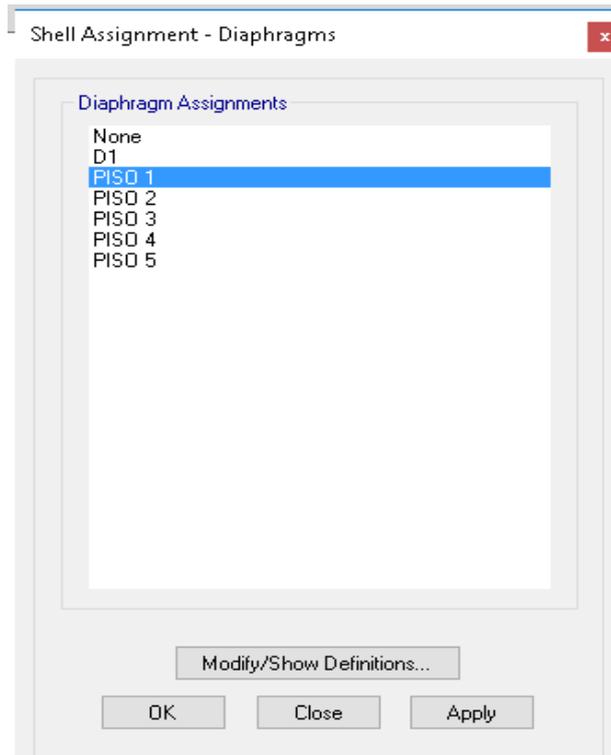


Figura 39. Asignaciones de diafragmas

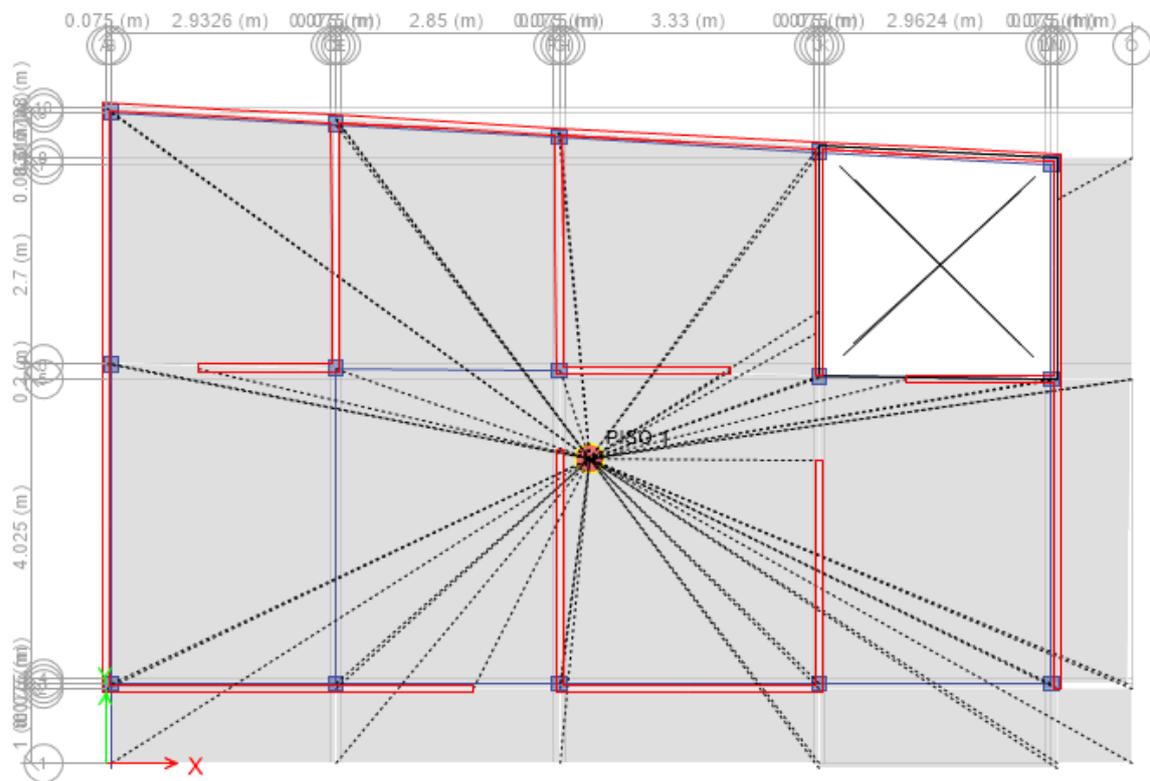


Figura 40. Diafragma del Piso 1

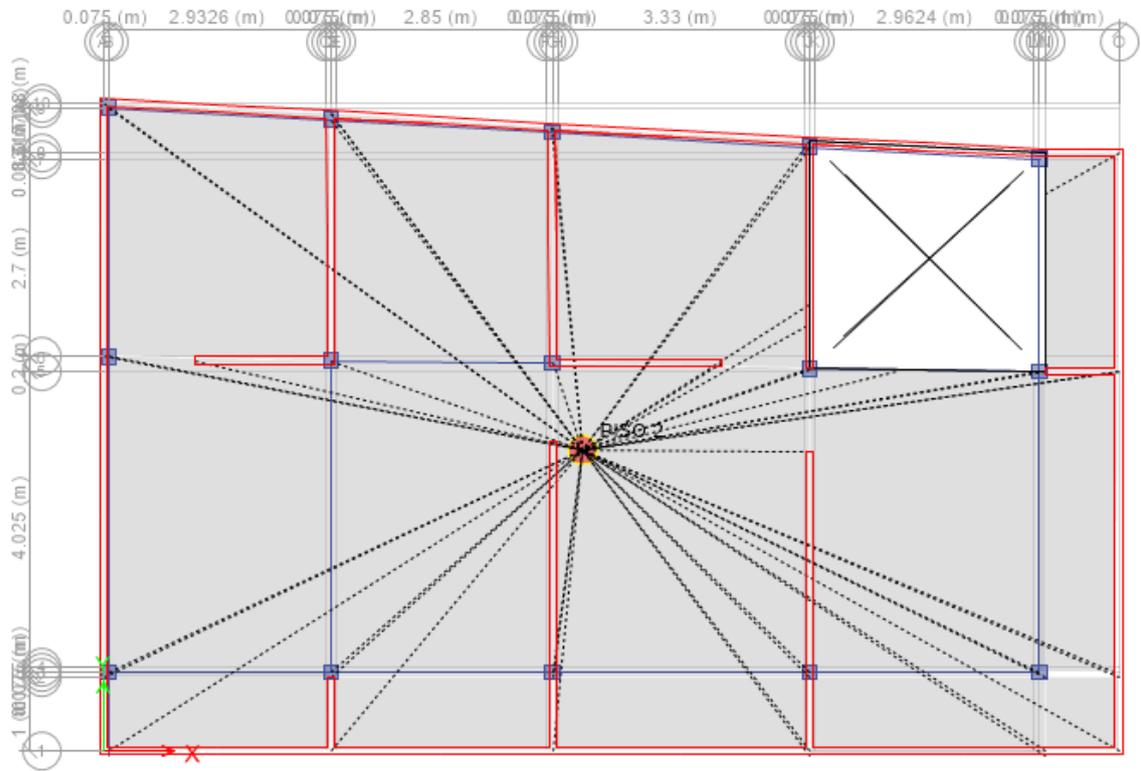


Figura 41. Diafragma del Piso 2

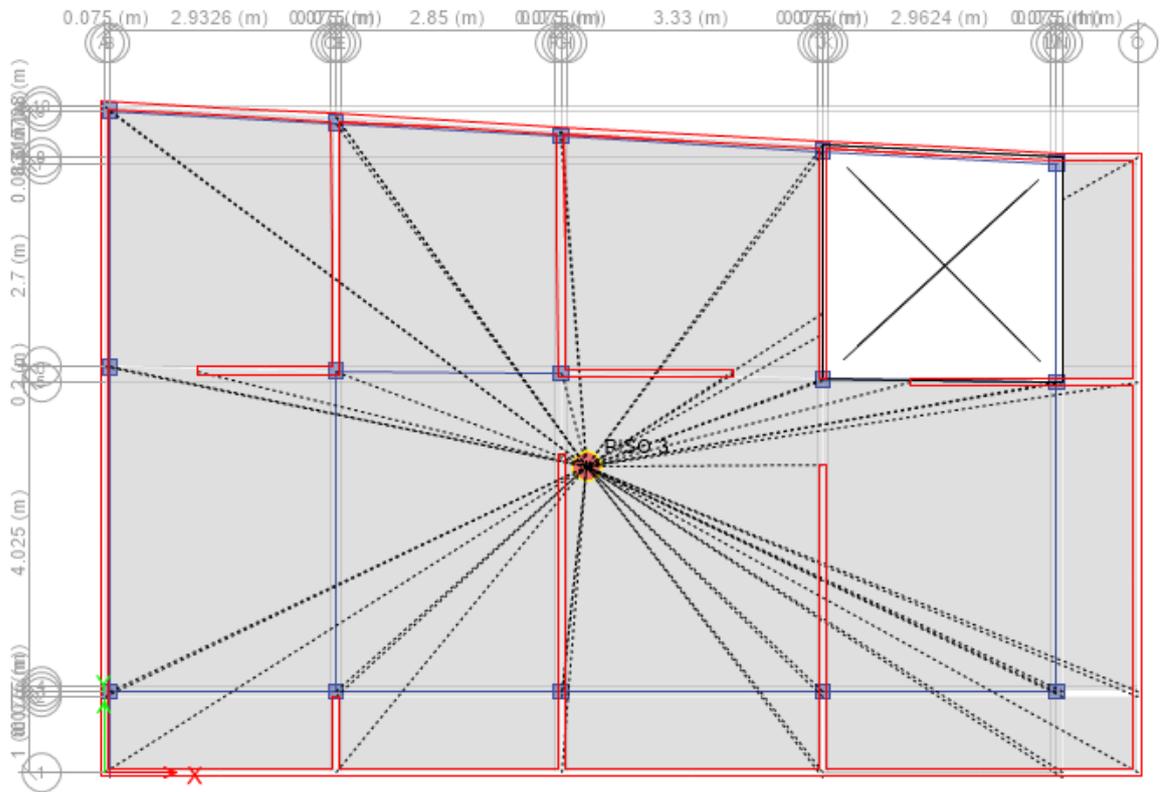


Figura 42. Diafragma del Piso 3

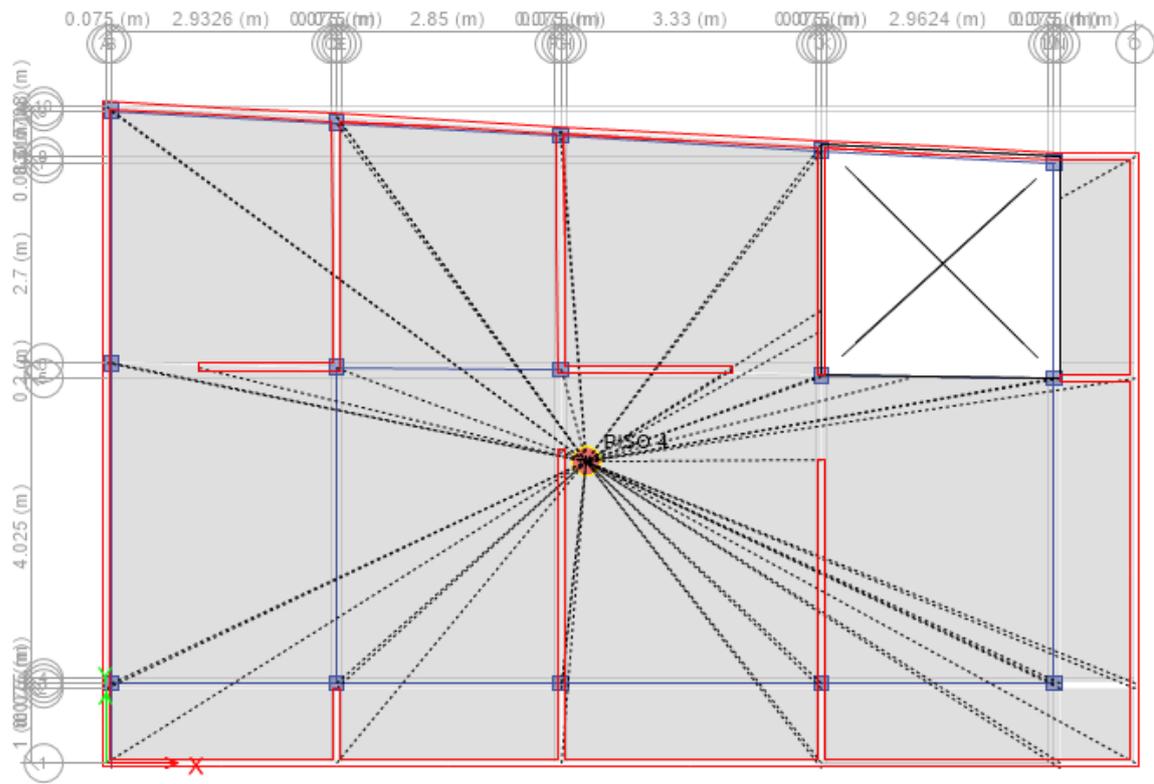


Figura 43. Diafragma del Piso 4

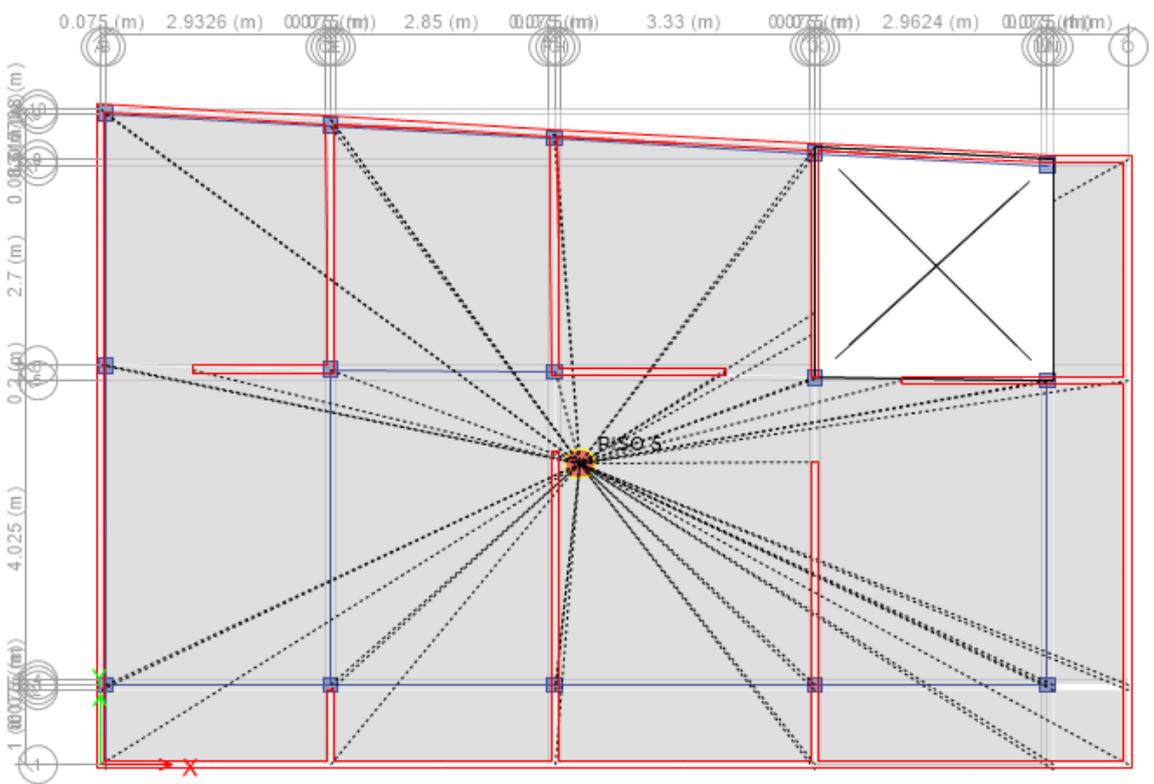


Figura 44. Diafragma del Piso 5

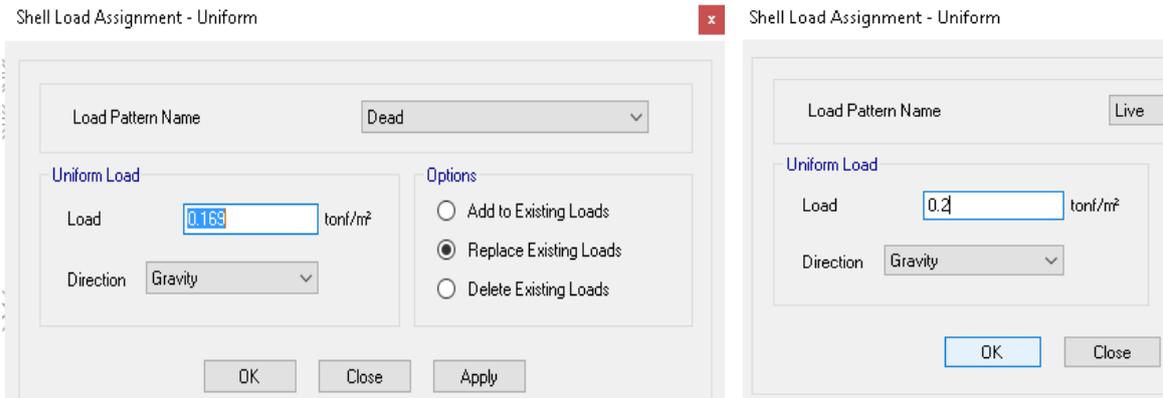


Figura 45. Valores de la carga muerta y carga viva

Determinación de las características dinámicas

Cada respuesta que nos brinda la estructura siempre depende de sus características dinámicas, estos datos se interpretan con las diferentes formas de vibración de la edificación, cuando son desplazadas desde su posición de equilibrio.

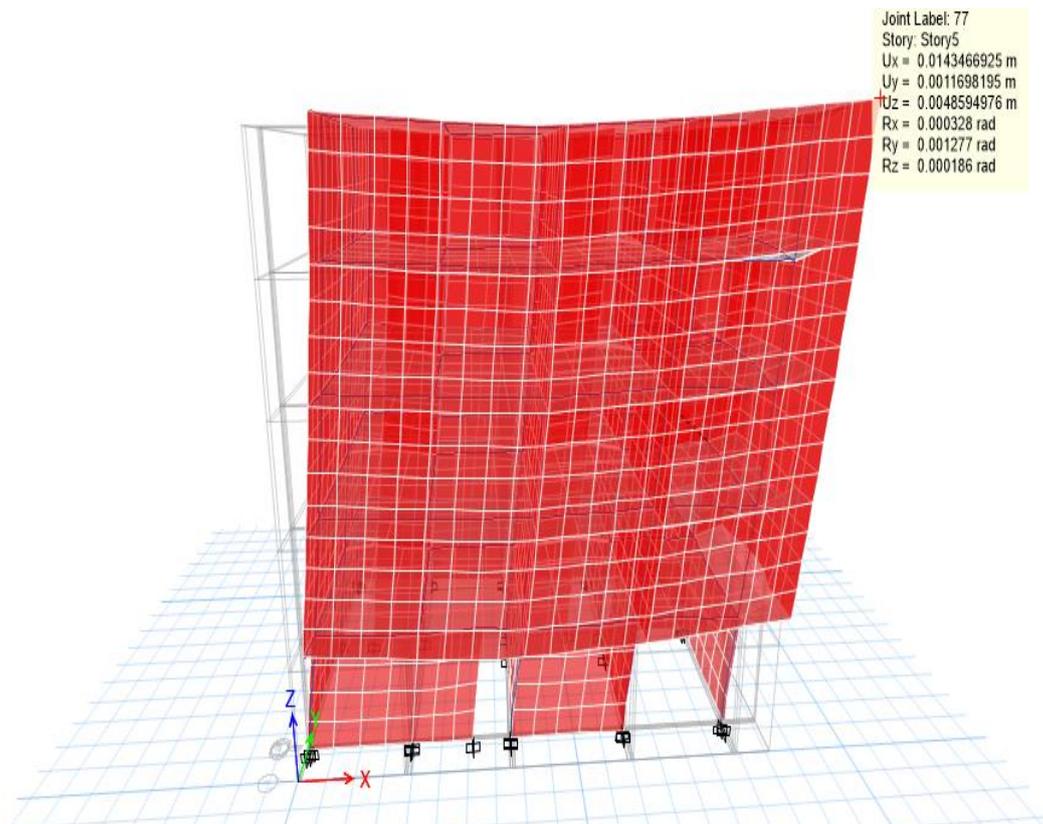


Figura 46. Comportamiento de la estructura estudiada frente a un sismo en eje X

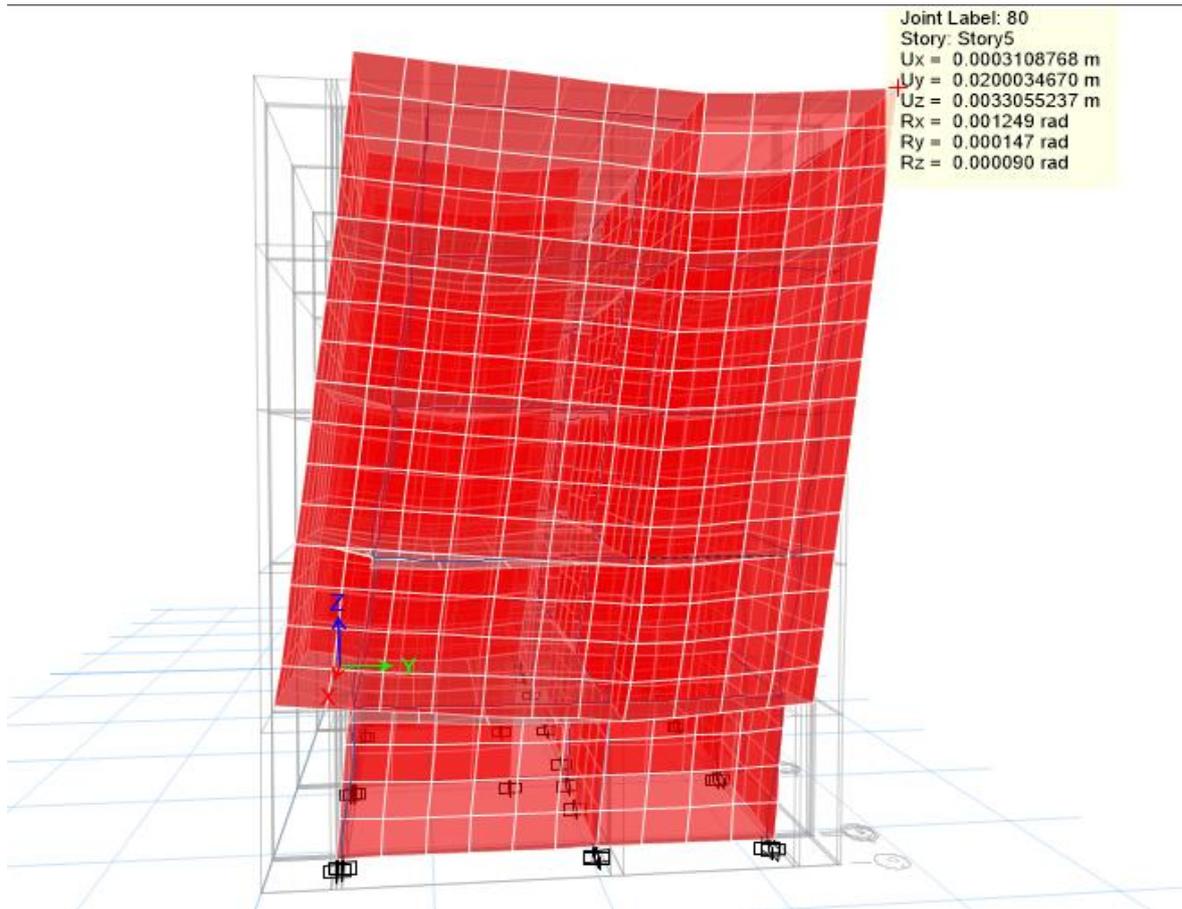


Figura 47. Comportamiento de la edificación estudiada frente a un sismo en eje Y

Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum m	Average m	Ratio
Story5	DIN×× ESC Max	X	0.0143466925	0.0135546828	1.058431
Story4	DIN×× ESC Max	X	0.0124476449	0.0116652184	1.067073
Story3	DIN×× ESC Max	X	0.0099528054	0.0092041233	1.081342
Story2	DIN×× ESC Max	X	0.007005439	0.0062991373	1.112127
Story1	DIN×× ESC Max	X	0.0037462262	0.0031123722	1.203656
Base	DIN×× ESC Max	Y	0	0	

Figura 48. Datos del comportamiento frente a la acción de un sismo en eje x

Demanda Sísmica

Un paso muy importante para determinar la respuesta sísmica es definir que es la demanda sísmica, esta se define a través del uso de espectros de diseño. La norma peruana de diseño

sísmico nos da un parámetro más práctico para definir la demanda sísmica de una edificación cualquiera.

Z	0.45
S	1.05
T _p	0.6
T _I	2
U	1
R _o	3
I _a	0.9
I _p	0.9
R	3

Tabla 15. Parámetros para definir los niveles de aceleración espectral.

Fuente: Elaboración propia.

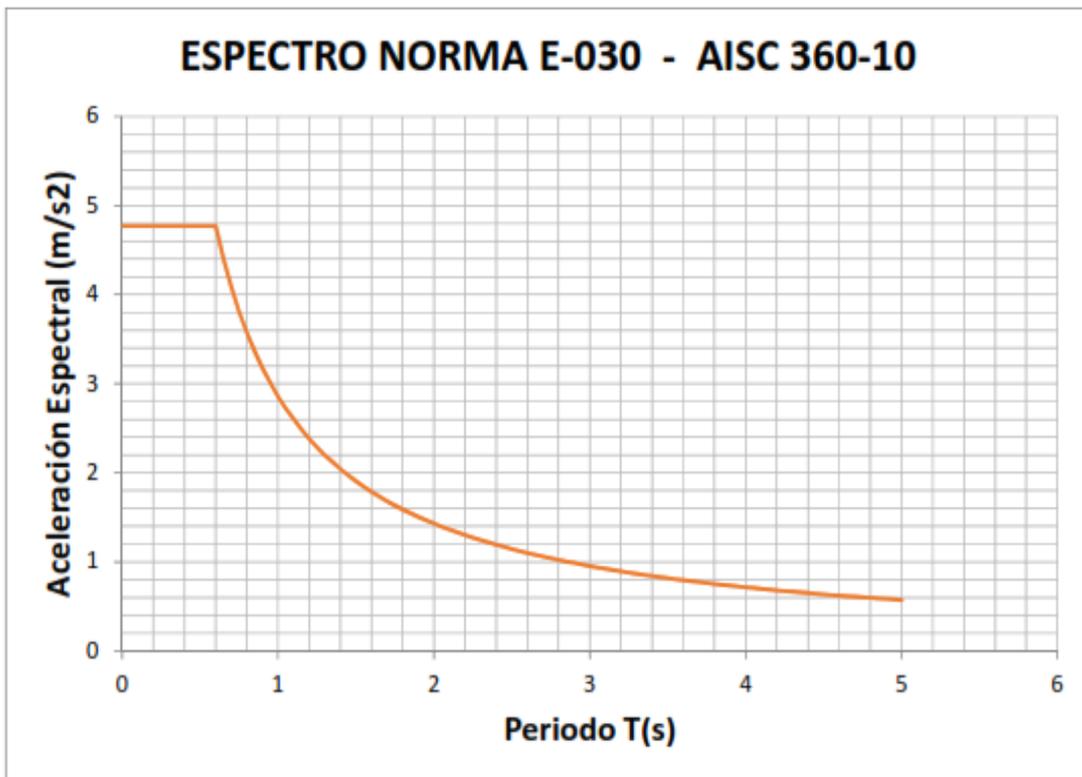


Figura 49. Espectro de aceleración de la estructura analizada.

Desplazamientos laterales

Los máximos desplazamientos encontrados, en la *Figura 50* y *Figura 51* podemos observar los acontecidos en la estructura, esto se debe a los diferentes sismos de diseño considerado. Estos resultados nos dicen que el desplazamiento máximo en dirección X, fue de 1.2cm y el desplazamiento máximo en dirección Y fue de 1cm. Estos nos muestran que hay gran diferencia entre las direcciones X y Y.

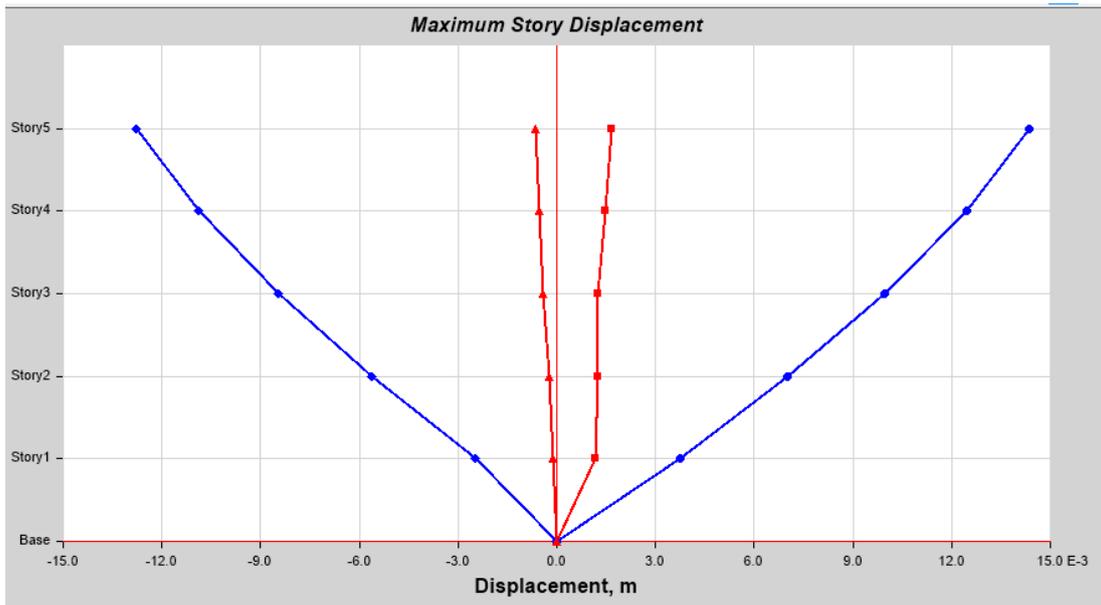


Figura 50. Máximos desplazamientos laterales en X presentes en la estructura reforzada

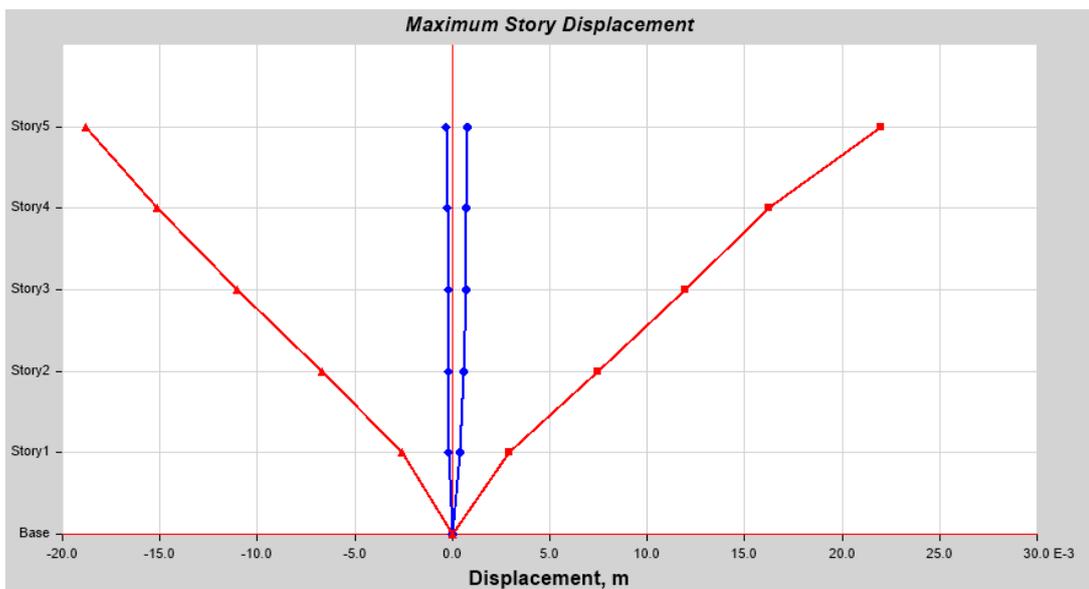


Figura 51. Máximos desplazamientos laterales en Y presentes en la estructura reforzada

3.2. Resultados

ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO SÍSMICO EN RELACIÓN A LA RIGIDEZ LATERAL DEL SISTEMA DE REFORZAMIENTO DE ENCAMISADO DE CONCRETO Y METÁLICO

- **RIGIDEZ LATERAL**

Tabla 16. Resultados de la rigidez lateral en el eje X de la estructura reforzada y sin reforzar.

RIGIDEZ LATERAL EN EL EJE X-X											
PISOS	Load Case/Combo	Direction	SIN REFUERZO			ENCAMIZADO DE CONCRETO			ENCAMIZADO METALICO		
			ΔX	VX	K	ΔX	VX	K	ΔX	VX	K
			cm	tonf.		cm	tonf.		cm	tonf.	
Story5	DINXX ESC Max	X	0.13	245.52	1862.99	0.13	243.40	1910.12	0.13	241.69	1859.55
Story4	DINXX ESC Max	X	0.11	256.42	2242.21	0.11	257.07	2318.15	0.11	255.27	2256.79
Story3	DINXX ESC Max	X	0.09	260.30	2845.90	0.09	262.17	2950.23	0.09	260.34	2872.13
Story2	DINXX ESC Max	X	0.06	280.59	4356.81	0.06	284.02	4535.32	0.06	282.03	4415.27
Story1	DINXX ESC Max	X	0.03	296.15	8596.29	0.03	299.91	8988.38	0.03	297.81	8750.45
BASE	DINXX ESC Max	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17. Resultados de la rigidez lateral en el eje Y de la estructura reforzada y sin reforzar.

RIGIDEZ LATERAL EN EL EJE Y-Y											
PISOS	Load Case/Combo	Direction	SIN REFUERZO			ENCAMIZADO DE CONCRETO			ENCAMIZADO METALICO		
			ΔY	VY	K	ΔY	VY	K	ΔY	VY	K
			cm	tonf.		cm	tonf.		cm	tonf.	
Story5	DINYYESC Max	Y	0.18	324.13	1763.05	0.17	314.74	1869.63	0.17	314.40	1830.99
Story4	DINYYESC Max	Y	0.15	311.49	2089.82	0.14	307.58	2238.78	0.14	307.25	2192.51
Story3	DINYYESC Max	Y	0.11	294.23	2675.27	0.10	293.33	2872.28	0.10	293.01	2812.91
Story2	DINYYESC Max	Y	0.07	301.71	4393.48	0.06	303.45	4711.17	0.07	303.12	4613.81
Story1	DINYYESC Max	Y	0.03	280.27	10512.09	0.03	285.22	11134.23	0.03	284.91	10904.12
BASE	DINYYESC Max	Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia.

- CURVA DE CAPACIDAD**

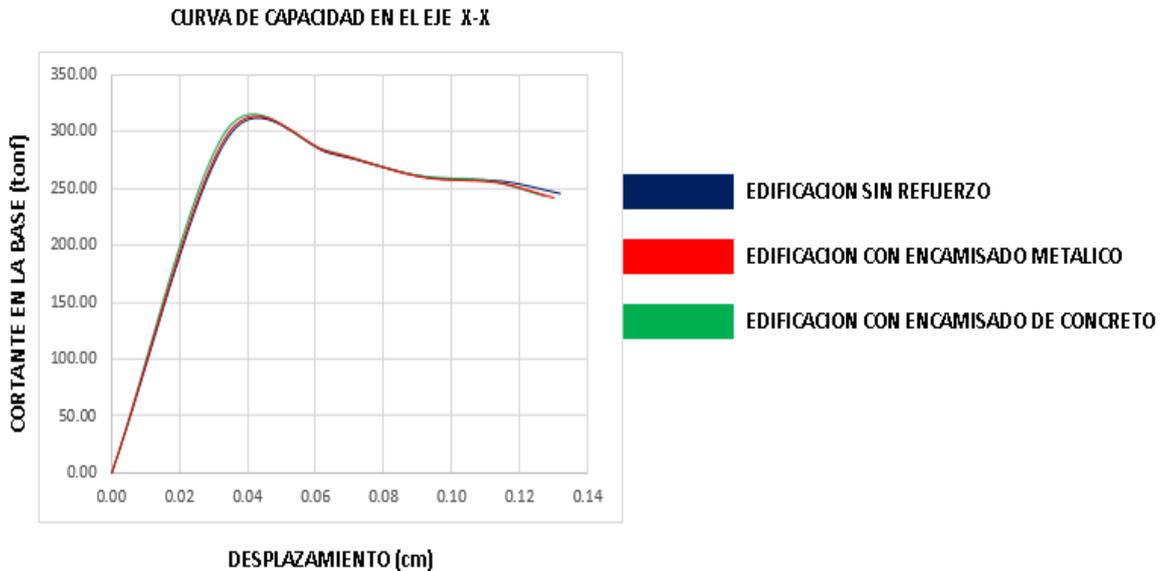


Figura 53. Curva de capacidad en dirección X de la estructura reforzada

Finalmente, los datos obtenidos que están en la Figura 53 en el gráfico de curva de capacidad. Se obtuvo como resultado que la rigidez en el eje x con encamisado metálico aumenta 0.92%

y con el encamisado de concreto se obtuvo 3.66%, ya que al ampliar las secciones de los elementos del edificio modificados crecen de igual manera la rigidez y esto causa también que las cortantes como desplazamiento disminuyan.

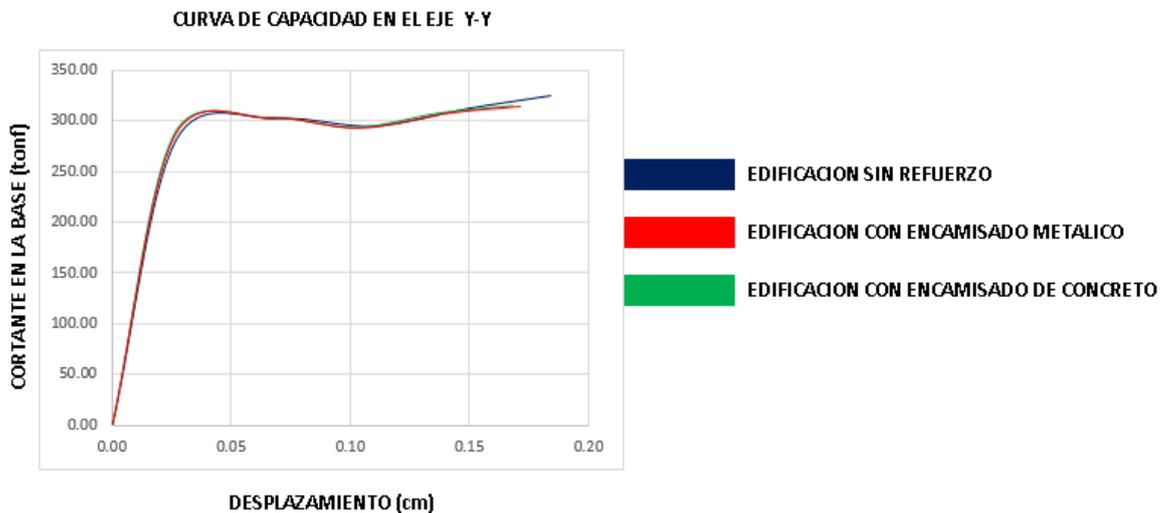


Figura 54. Curva de capacidad en dirección Y de la estructura reforzada.

Finalmente, los datos obtenidos que están en la Figura 54 en el gráfico de curva de capacidad. Se obtuvo como resultado que la rigidez en el eje Y con encamisado metálico aumenta 5.14% y con el encamisado de concreto se obtuvo 7.36%, ya que al ampliar las secciones de los elementos del edificio modificados crecen de igual manera la rigidez y esto causa también que las cortantes como desplazamientos disminuyan.

ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO SÍSMICO EN RELACIÓN A LA CAPACIDAD DE DEFORMACIÓN DEL SISTEMA DE REFORZAMIENTO DE ENCAMISADO DE CONCRETO Y METÁLICO.

- **DESPLAZAMIENTO**

Después de realizar el modelamiento mediante el uso del software ETABS v15, se procedió a obtener los resultados dados por la estructura reforzada. Ya estos datos permitirán que el reforzamiento usado logre disminuir de una manera muy notable las características mecánicas de la estructura, el desplazamiento como las derivas de acuerdo a la norma Peruana E0.70.

Edificación sin refuerzo

Tabla 18. Resultados del desplazamiento en el eje X sin refuerzo.

DEZPLAZAMIENTO EN X-X (EDIFICACIÓN SIN REFUERZO)				
PISOS	Load Case/Combo	Direction	Maximum	DERIVA
			M	
Story5	DINXX ESC	X	0.01317885	0.00217839
Story4	DINXX ESC	X	0.01143613	0.00286211
Story3	DINXX ESC	X	0.00914645	0.00338278
Story2	DINXX ESC	X	0.00644022	0.00374394
Story1	DINXX ESC	X	0.00344507	0.00430634
BASE	DINXX ESC	X	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19. Resultados del desplazamiento en el eje Y sin refuerzo.

DEZPLAZAMIENTO EN Y-Y (EDIFICACIÓN SIN REFUERZO)				
PISOS	Load Case/Combo	Direction	Maximum	DERIVA
			M	
Story5	DINYYESC	Y	0.01838437	0.00434908
Story4	DINYYESC	Y	0.01490511	0.00488375
Story3	DINYYESC	Y	0.01099811	0.00516369
Story2	DINYYESC	Y	0.00686716	0.00525119
Story1	DINYYESC	Y	0.00266621	0.00333276
BASE	DINYYESC	Y	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Edificación con Encamisado de Concreto

Tabla 20. Resultados del desplazamiento en el eje X con Encamisado de concreto.

DEZPLAZAMIENTO EN X-X (EDIFICACIÓN CON ENCAMISADO DE CONCRETO)				
PISOS	Load Case/Combo	Direction	Maximum	DERIVA
			M	
Story5	DINXX ESC	X	0.01274258	0.00206663
Story4	DINXX ESC	X	0.01108927	0.00275339
Story3	DINXX ESC	X	0.00888656	0.00328026
Story2	DINXX ESC	X	0.00626235	0.00365717
Story1	DINXX ESC	X	0.00333661	0.00417076
BASE	DINXX ESC	X	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21. Resultados del desplazamiento en el eje Y con Encamisado de concreto.

DEZPLAZAMIENTO EN Y-Y (EDIFICACIÓN CON ENCAMISADO DE CONCRETO)				
PISOS	Load Case/Combo	Direction	Maximum	DERIVA
			M	
Story5	DINYYESC	Y	0.01683445	0.00386968
Story4	DINYYESC	Y	0.01373871	0.00440792
Story3	DINYYESC	Y	0.01021238	0.00471412
Story2	DINYYESC	Y	0.00644108	0.00484929
Story1	DINYYESC	Y	0.00256165	0.00320206
BASE	DINYYESC	Y	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Edificación con Encamisado Metálico

Tabla 22. Resultados del desplazamiento en el eje X con Encamisado de metálico.

DEZPLAZAMIENTO EN X-X (EDIFICACIÓN CON ENCAMISADO METÁLICO)				
PISOS	Load Case/Combo	Direction	Maximum	DERIVA
			M	
Story5	DINXX ESC	X	0.01299743	0.00210796
Story4	DINXX ESC	X	0.01131106	0.00280846
Story3	DINXX ESC	X	0.00906429	0.00334587
Story2	DINXX ESC	X	0.00638759	0.00373031
Story1	DINXX ESC	X	0.00340334	0.00425418
BASE	DINXX ESC	X	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23. Resultados del desplazamiento en el eje Y con Encamisado de metálico.

DEZPLAZAMIENTO EN Y-Y (EDIFICACIÓN CON ENCAMISADO METÁLICO)				
PISOS	Load Case/Combo	Direction	Maximum	DERIVA
			M	
Story5	DINYYESC	Y	0.01717114	0.00394707
Story4	DINYYESC	Y	0.01401349	0.00449607
Story3	DINYYESC	Y	0.01041663	0.0048084
Story2	DINYYESC	Y	0.0065699	0.00494628
Story1	DINYYESC	Y	0.00261288	0.0032661
BASE	DINYYESC	Y	0	0

Fuente: Elaboración propia.

- **CAPACIDAD DE DEFORMACIÓN**

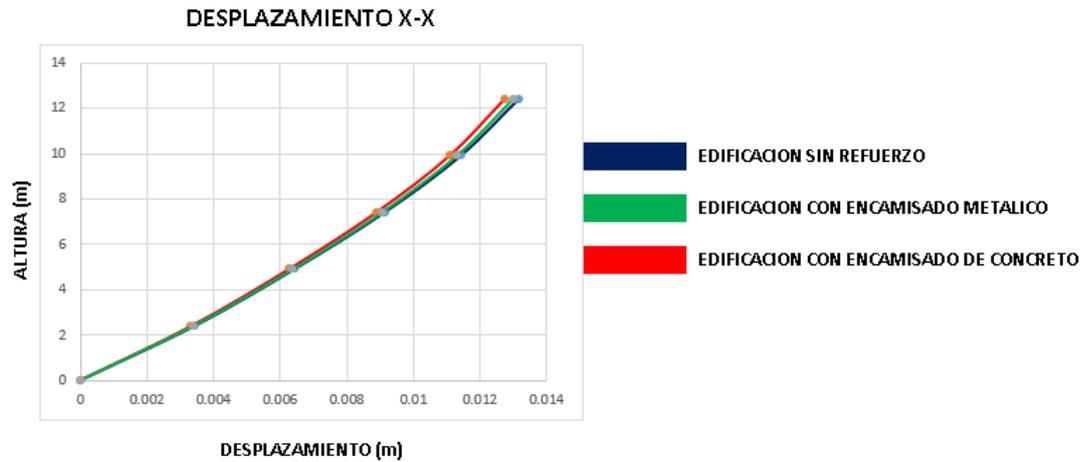


Figura 55. Desplazamiento en dirección X de la estructura reforzada.

Finalmente, los datos obtenidos que están en la Figura 55 en el gráfico de capacidad de deformación. Se obtuvo como resultado que el desplazamiento máximo en el eje x con encamisado metálico disminuye 1.02% y con el encamisado de concreto se obtuvo 3.08%, ya que al ampliar las secciones de los elementos del edificio modificados crece de igual manera la rigidez crece y esto causa también que los desplazamientos disminuyan.

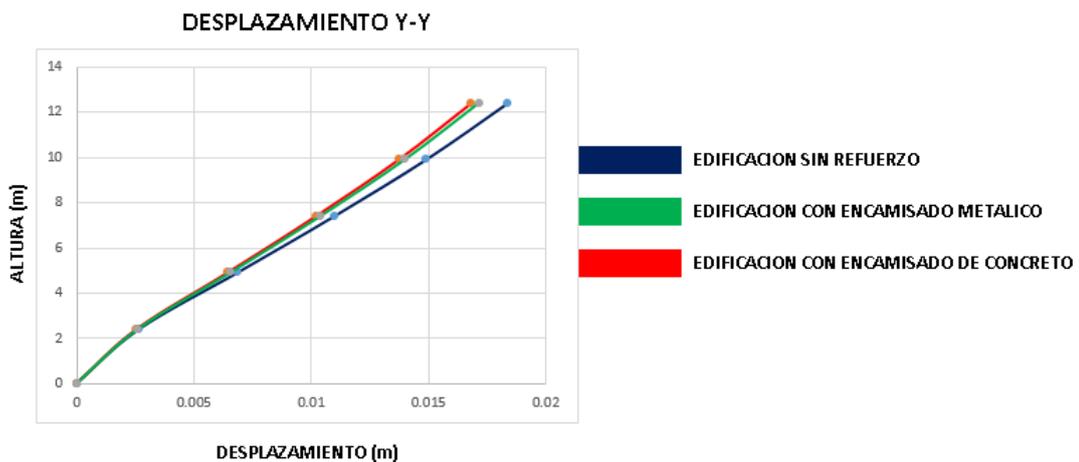


Figura 56. Desplazamiento en dirección Y de la estructura reforzada.

Finalmente, los datos obtenidos que están en la Figura 56 en el gráfico de capacidad de deformación. Se obtuvo como resultado que el desplazamiento máximo en el eje x con

encamisado metálico disminuye 4.84% y con el encamisado de concreto se obtuvo 6.71%, ya que al ampliar las secciones de los elementos del edificio modificados crece de igual manera la rigidez crece y esto causa también que los desplazamientos disminuyan.

- **DERIVA**

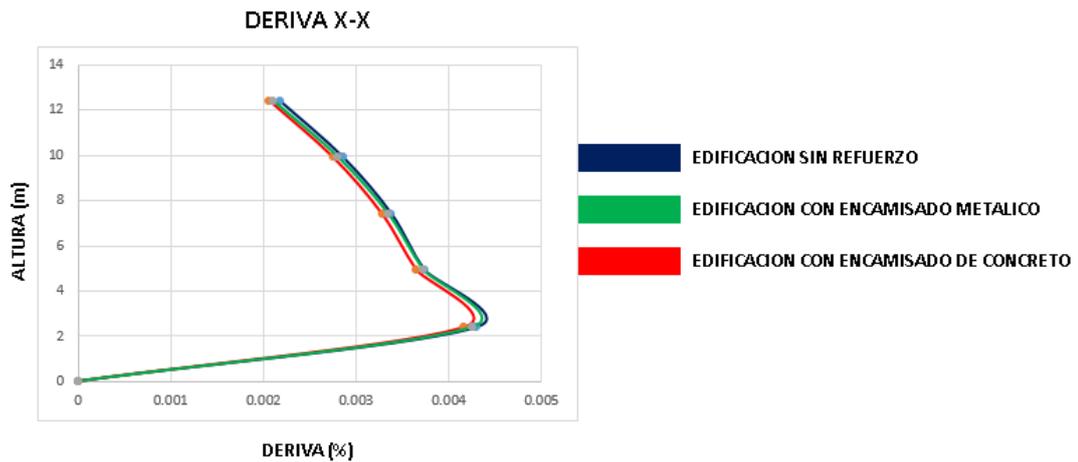


Figura 57. Deriva en dirección X de la estructura reforzada.

Finalmente, los datos obtenidos que están en la Figura 57 en el gráfico de deriva. Se obtuvo como resultado de la deriva del eje X si cumple con la edificación sin refuerzo, así mismo la deriva con encamisado metálico disminuye 1.55% y con el encamisado de concreto se obtuvo 3.49%, y estas cumplen de acuerdo a la norma E0.70 que la deriva máxima para albañilería es 0.005.

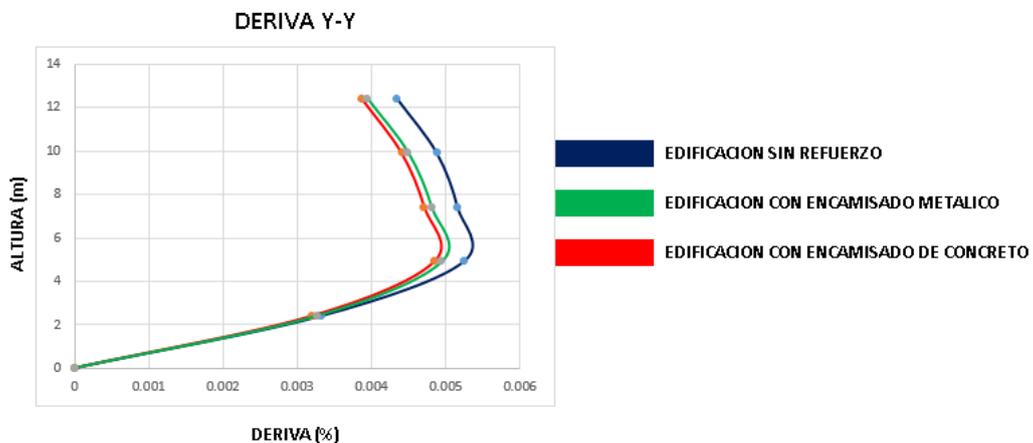


Figura 58. Deriva en dirección Y de la estructura reforzada.

Finalmente, los datos obtenidos que están en la Figura 58 en el gráfico de deriva. Se obtuvo como resultado de la deriva del eje Y no cumple con la edificación sin refuerzo, así mismo la deriva con encamisado metálico disminuye 6.37% y con el encamisado de concreto se obtuvo 8.21%, y estas cumplen de acuerdo a la norma E0.70 que la deriva máxima para albañilería es 0.005.

ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO SÍSMICO DEL SISTEMA DE REFORZAMIENTO DE ENCAMISADO DE CONCRETO Y METÁLICO.

- **PUNTO DE DESEMPEÑO.**

Para definir los puntos de desempeño primero se necesita determinar lo que es la curva de capacidad. Estos puntos se determinan a través de los valores más probables de los desplazamientos, este nos ayudara para poder establecer el nivel de daño esperado en la edificación analizada.

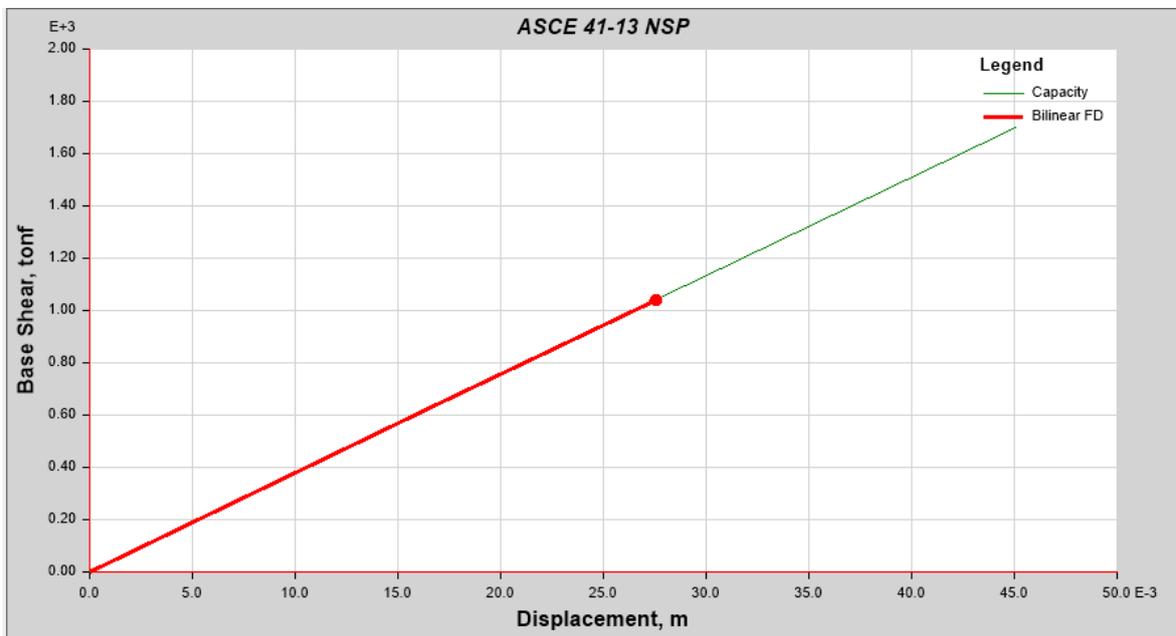


Figura 59. Determinación del punto de desempeño de la estructura analizada en el eje x

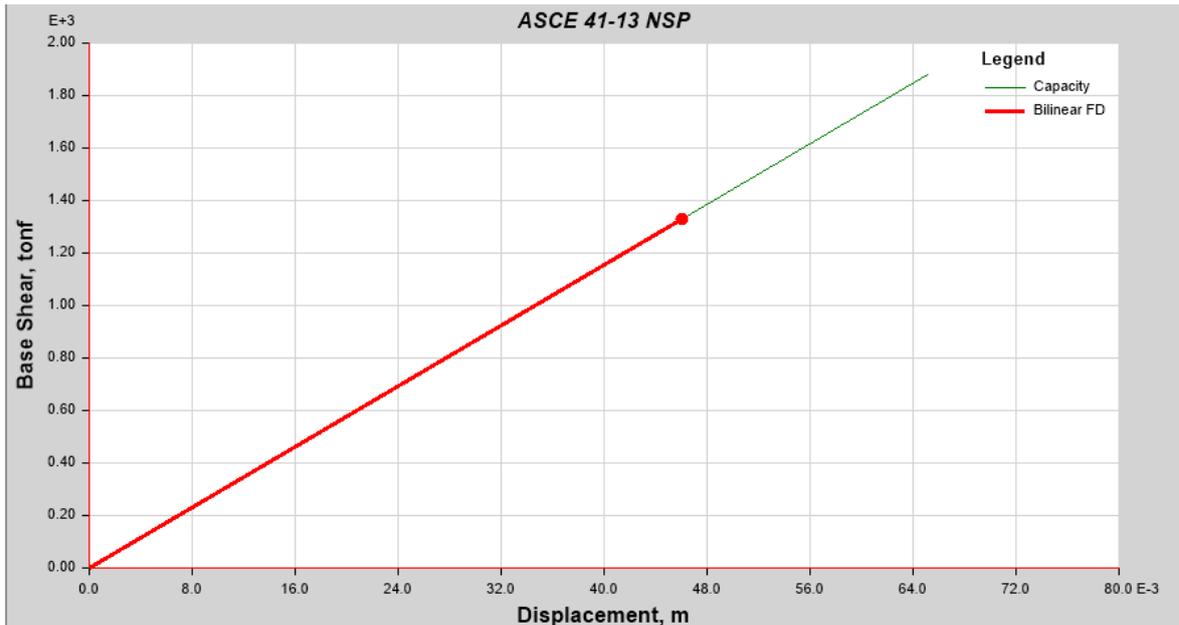


Figura 60. Determinación del punto de desempeño de la estructura analizada en el eje Y

Finalmente, nos muestra que el punto de desempeño para la resistencia lateral de la edificación con respecto al eje y es de 110 Tn. Este resultado muestra de una manera clara un aumento tanto para la rigidez como para la resistencia de la edificación reforzada.

- **NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO**

Tabla 24. Nivel de desempeño sísmico

		Nivel de desempeño sísmico esperado			
		Totalmente operacional	Operacional	Asegura la vida	Cerca al colapso
Nivel del sismo de diseño	Frecuente (43 años)	Objetivo basico	Comportamiento inaceptable (para construcciones nuevas)	Comportamiento inaceptable (para construcciones nuevas)	Comportamiento inaceptable (para construcciones nuevas)
	Ocasional (72 años)	Objetivo de riesgo esencial	Objetivo basico	Comportamiento inaceptable (para construcciones nuevas)	Comportamiento inaceptable (para construcciones nuevas)
	Raro (475 años)	Objetivo de seguridad critica	Objetivo de riesgo esencial	Objetivo basico	Comportamiento inaceptable (para construcciones nuevas)
	Muy raro (970 años)	Objetivo de seguridad critica	Objetivo de seguridad critica	Objetivo de riesgo esencial	Objetivo basico

Fuente: Unidad de Instrumentación sísmica.

Los resultados que se obtuvieron en la tabla 24, nos hablan que la estructura estudiada puede ser muy vulnerable ante un sismo con un periodo de retorno de 475 años, sismo de acuerdo a la norma de diseño sísmico E030. Se llegó a la conclusión a través del espectro de demanda y la curva de capacidad que se encuentran en las figuras 53 y 54 que el sismo que se ha considerado supera demasiado las capacidades sísmicas de la edificación analizada.

IV. DISCUSIÓN

- Según en la tesis de Martínez (2014) y Flores (2015), quienes en sus análisis de Desempeño sísmico han hallado baja **rigidez lateral** esto significa una continuación de amenazas respecto a la estabilidad en muros de albañilería confinada, ya que en el eje x se obtuvo 6.10%, mientras que en el eje y se obtuvo 2.4% por lo que provoca que la demasiada rigidez lateral obtenidas en dirección específica en los muros de albañilería confinada no tenga mucho dominio en el aumento de la resistencia. De acuerdo con mi tesis al análisis del desempeño sísmico en relación a la rigidez lateral se obtuvo como resultado que la rigidez en el eje x con encamisado metálico aumenta 0.92% y con encamisado de concreto se obtuvo 3.66% y asimismo la rigidez en el eje y con encamisado metálico aumenta 5.14% y con encamisado de concreto se obtuvo 7.36%. Como se puede apreciar en las tablas 16 y 17 los resultados son diferentes, esto se debe a que una estructura aún no ha sido reforzada es por eso que los datos anteriores son más bajas. Se concluye que en mi trabajo de investigación la rigidez lateral de la edificación estudiada notablemente mejoró por lo que se estaría confirmando la hipótesis.
- Según la tesis de Muñoz (2012) y Quiun (2012), quienes en su análisis de Desempeño sísmico han hallado que la **capacidad de deformación** de la estructura mejoró notablemente, ya que la adición del refuerzo con encamisado de acero el desplazamiento en el eje x disminuye 1.15% y con el encamisado de concreto se tuvo 3.62%. De acuerdo con mi tesis se obtuvo como resultado que el desplazamiento máximo en el eje x con encamisado metálico disminuye 1.02% y con el encamisado de concreto se obtuvo 3.08%, ya que al ampliar las secciones de los elementos del edificio modificados crece, de igual manera la rigidez también crece, esto hace que los desplazamientos disminuyan y en el eje y con encamisado metálico disminuye 4.84% y con el encamisado de concreto se obtuvo 6.71% ya que al momento de ampliar las secciones las secciones y la rigidez aumentan esto causa también que el desplazamiento disminuya. Como se puede apreciar en las figuras 55 y 56 ambos resultados son parecidos y cumplen la misma función, disminuir los desplazamientos. Esto se debe a que al ampliar las secciones de la edificación aumenta la rigidez por lo tanto mejorará el desempeño sísmico en relación a la capacidad de deformación, esto confirmaría la hipótesis.

V. CONCLUSIONES

- Se determinó que el reforzamiento aplicando con el sistema de encamisado si mejoró un 50% en el desempeño sísmico del edificio multifamiliar. Esto nos hace ver que el reforzamiento ha permitido que reduzcan las distorsiones desde el entrepiso a los límites que exige la norma peruana de diseño sísmico. Respecto al análisis no lineal que se realizaron, se pudo observar en la tabla 24. Que la edificación evaluada alcanza los niveles de desempeño antes del reforzamiento y puede ser muy vulnerable ante un sismo con un periodo de retorno de 475 años, sismo de acuerdo a la norma de diseño sísmico E030. Se llegó a la conclusión a través del espectro de demanda y la curva de capacidad que el sismo que se ha considerado supera demasiado las capacidades sísmicas de la edificación analizada.
- Se determinó a través del resultado que la rigidez lateral en el eje x con encamisado metálico aumenta 0.92% y con encamisado de concreto se obtuvo 3.66% y asimismo la rigidez lateral en el eje y con encamisado metálico aumenta 5.14% y con encamisado de concreto se obtuvo 7.36%, la cual en los dos casos se incrementó el módulo de elasticidad por lo tanto la rigidez lateral de la edificación analizada mejoro de una manera notable por lo que se estaría confirmando la hipótesis de mi investigación.
- Se determinó que la colocación estratégica de encamisado en las columnas, nos ayuda a perfeccionar la capacidad de deformación de la edificación ya que el desplazamiento máximo en el eje x con encamisado metálico disminuye 1.02% y con el encamisado de concreto se obtuvo 3.08%, esto nos viene afirma la hipótesis de la investigación. Esta mejora de la capacidad de deformación, se debe a la suma de acero de refuerzo que se puso en el encamisado de columnas lo podemos observar en el diagrama de momento curvatura de la sección reforzada que se encuentra en la Figura 28.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda reforzar las columnas sin perjudicar la parte de arquitectura de la vivienda ya que esto podría perjudicar a los ocupantes del edificio multifamiliar. Por lo tanto, se recomienda que al momento de reforzar se realice en la parte posterior de la edificación y también las que están ubicadas cercas a muros de albañilería.
- Se recomienda que para un reforzamiento en una edificación se debe realizar con el encamisado de concreto ya que ayuda a la rigidez lateral del edificio y su uso es más comercial. Viendo el tema económico el encamisado de concreto es un poco más cómodo, ya que para realizar un reforzamiento con encamisado metálico se tiene que mandar hacer los moldes metálicos. En el Perú actualmente no realizan muchos proyectos de reforzamiento con encamisado metálico.
- Se recomienda informar a las familias que están iniciando a construir sus viviendas sin supervisión de algún ingeniero o técnico que se debe tomar en cuenta los riesgos que pueden tener en el futuro, ya que las viviendas son construidas por albañiles y muchas veces no están actualizados a las normas técnicas, por lo tanto, pueden ser altamente vulnerables ante la presencia de un sismo severo.

REFERENCIAS

- ALCOCER, Kimbal. Structural and Rehabilitation of Multi Storeyed residential Buildings at ONGC colony Chandkheda, Ahmedabad, Gujrat, 2012.
- ASTM C42M -13; Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete, 2003.
- ASTM C805M; Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete, 2003.
- ASTM C 1231M; Uso de Tapas no Adheridas en la Determinación del Esfuerzo de Compresión de Cilindros de Concreto ", 2003.
- BASSAM, Tayeh., MOHAMMEND, Abu., SAMIR, Shihada y MOHAMMED, Arafa. Research Article Repairing and Stregthening of Damaged RC Columns using thin Concrete Jacheting. Palestina, 2019.
- BSISU, Khair. Structural Assessment of a 40-Year-Old R.C. Building, 2006.
- BOURNAS Y TRIANTEFILLOU. Innovative seismic retrofitting of oldtype rc columns through jacketing: textile-reinforced mortars (trm) versus fiberreinforced polymers (frp). 8th congreso mundial de ingeniería sísmica, 2008. Beijing, 2012.
- CARRILLO, Julian. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de estructuras utilizando un diseño por desempeño. México, 2008.
- CHOPRA, Anil K. Dinámica de Estructuras. México, 2014
- CHUNQUE, J. Nivel de desempeño sísmico del edificio "A" de la Universidad Privada del Norte- Sede Cajamarca. Tesis Ing. Civil. Cajamarca, Perú. UNC. 102 p., 2013.
- FERNÁNDEZ, M. ACR1, a gene encoding a protein related to mitochondrial carriers. Journal Article | Research Support, 1994.
- FLORES DE LOS SANTOS, R. Diagnostico preliminar de la vulnerabilidad sísmica de la autoconstrucción en Lima. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2015.
- GAYTAN, E. Retrofit of reinforced concrete columns, Universidad Estatal de Ohio, 2017.
- GÓMEZ, M. Introducción a la metodología de la investigación científica. Brujas, Cordova, 2009.
- HERNÁNDEZ, Roberto., FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación, 5ª Edición. México: Mc Graw Hill, 2010. pp 613. ISBN: 978-607-15-0291-9, 2010.
- Instituto Geofísico del Perú.
Disponibile en: <http://portal.igp.gob.pe/servicio-sismologico-nacional>

- JIRSA, J. Repair of damaged buildings in México City. Pacific Conference on Earthquake Engineering, New Zealand, 5-8 August, 1987, pp. 25-34.
- MAMANI, Alfredo. Evaluación del desempeño sismorresistente de un módulo de oficinas, analizado y diseñado con el método convencional, 2015.
- MEDINA, María. El déficit de viviendas se incrementa en 100 mil cada año [en línea]. Correo.pe. 20 de abril del 2016.
Disponible en: <https://diariocorreo.pe/economia/el-deficit-de-viviendas-se-incrementa-en100-mil-cada-ano-667491/>
- Mirmiran et al. Model of Concrete Confined by Fiber Composites, 1998.
- MOYA, Ricardo. Reforzamiento sísmico de pórticos usando técnicas de optimización. Lima: Pontificia Universidad Católica de Perú, 2013. pp.19.
- MUÑOZ, Peláez. Reparación y reforzamiento sísmico de edificios educativos y hospitales afectados por el terremoto de junio 2001 en el sur del Perú: Pontificia Universidad Católica de Perú, 2012.
- NEWMAN, Judith. Action research: A brief overview [14 paragraphs]. Forum: Qualitative Social Research, 1(1), Art. 17, 2000.
Disponible en: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0114-fqs0001173>.
- Normas Técnicas de Edificaciones E0.30- Diseño sismorresistente. Lima: s.n., 2016.
- Normas Técnicas de Edificaciones E060 - Concreto Armado. Lima: s.n., 2009.
- OLIVARES, A. Evaluación de la durabilidad de estructuras de concreto armado utilizando equipos y métodos de ensayos no destructivos. Tesis de pregrado Ing. Civil. Lima – Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2013.
- OVIEDO, S. Métodos de Reforzamiento en Edificios de Concreto Armado, Lima, 2010.
- ORTIZ, F. Metodología de la investigación el proceso y sus técnicas. Limusa S.A, México, 2016.
- PEREA, Yubeli. Sistemas Constructivos y Estructurales aplicados al desarrollo habitacional, 2012.
- PINILLA, Ramos y CAMILO, Ignacio. Correlación entre el perfil de velocidad de propagación de ondas de corte y el espectro de respuesta en suelos. Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2012.

- QUIJUM, M. Reforzamiento sísmico de edificios de salud y educativos afectados por el terremoto de junio 2001 en el sur del Perú: Pontificia Universidad Católica de Perú, 2012.
- RIVERA, Darío. Evaluación simplificada de la vulnerabilidad sísmica de puentes urbanos. México: Centro Nacional de Prevención de desastres CENAPRED, 2015.
- ROSERO, L. Reforzamiento de estructuras de hormigón armado con FRP (Fiber Reinforced Polymers), Tesis de pregrado, Sangolqui, Ecuador, 2013.
- RUBÉN, Mauricio. Evaluación del desempeño sísmico de viviendas de albañilería confinada con reforzamiento de columnas mediante encamisado. Condevilla, San Martín de Porres, 2018.
- RUIZ, C. Instrumentos de Investigación Educativa. Venezuela: Fedupel, 2002.
- SINGH, H. Structural and Rehabilitation of Multi Storeyed residential Buildings at ONGC colony Chandkheda, Ahmedabad, Gujrat, 2013
- SILVA, Natalia y BUSTOS, Andrea. Vulnerabilidad sísmica estructural en viviendas sociales y evaluación preliminar de riesgo sísmico en la región metropolitana. Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2012.
- SILVA, Pedro. Refuerzo Estructural con fibra de carbón y encamisado de concreto, Quito, 2016.
- TERÁN, Amador. Consideraciones Para El Diseño Sísmico De Edificios Altos De Mampostería Confinada Ubicados En Zonas Sísmicas, 2009.
- TERÁN, A.; and RUIZ, J. Reinforced concrete jacketing of existing structures, Proceeding of the Tenth World Conference on Earthquake Engineering, Madrid, Spain, vol. 9, pp. 5107-5113, 1992.
- VIERA, Manuel. Importancia y actualidad del análisis y diseño estructural por desempeño, párr. 2, 2004.

ANEXOS

ANEXO N° 1. Matrices

Matriz De Consistencia

TÍTULO: **DESEMPEÑO SÍSMICO DEL SISTEMA DE REFORZAMIENTO DE ENCAMISADO DE CONCRETO Y METÁLICO EN EDIFICIO MULTIFAMILIAR, HUARAL, LIMA, 2019**

MATRIZ RELACIONAL				OPERACIONALIZACIÓN		Metodología
FORMULACIÓN DE PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	VARIABLE INDEPENDIENTE: REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL		
GENERAL	GENERAL	GENERAL	INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	
¿Cuál es el desempeño sísmico del sistema de reforzamiento de encamisado de concreto y metálico en edificio Multifamiliar, Huaral, Lima 2019?	Determinar el desempeño sísmico del sistema de reforzamiento de encamisado de concreto y metálico en edificio Multifamiliar, Huaral, Lima 2019	Será mejorable el desempeño sísmico del sistema de reforzamiento de encamisado de concreto y metálico en edificio Multifamiliar, Huaral, Lima 2019	VARIABLE ID: SISTEMA DE REFORZAMIENTO DE ENCAMISADO DE CONCRETO Y METALICO	ENCAMISADO DE CONCRETO	REFUERZO ADICIONAL, TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL.	
					NUEVA DIMENSION DE SECCION	
				ENCAMISADO METÁLICO	PLANTINAS METALICAS	
					ADICION DE PERFILES METALICOS	
MATRIZ RELACIONAL				OPERACIONALIZACIÓN		Enfoque: Cuantitativo Tipo de Investigación: Aplicada Nivel de Investigación: Explicativo Diseño de Investigación: experimental
FORMULACIÓN DE PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	VARIABLE DEPENDIENTE: DESEMPEÑO SISMICO		
ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICAS	DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	
¿cual es el desempeño sísmico en relacion a la rigidez lateral del sistema de reforzamiento de encamisado de concreto y metalico en edificio multifamiliar, Huaral, Lima 2019?	Determinar el desempeño sísmico del sistema de reforzamiento de encamisado de concreto y metalico en edificio multifamiliar en relacion a la rigidez lateral	Será mejorable el desempeño sísmico del sistema de reforzamiento de encamisado de concreto en edificio multifamiliar en relacion a la rigidez lateral.	VARIABLE D.: DESEMPEÑO SÍSMICO	RIGIDEZ LATERAL	CURVA DE CAPACIDAD	
					CORTANTE BASAL	
¿cual es el desempeño sísmico en relacion a la capacidad de deformacion del sistema de reforzamiento de encamisado de concreto y metalico en edificio multifamiliar, Huaral, Lima 2019?	Determinar el desempeño sísmico del sistema de reforzamiento de encamisado de concreto y metalico en edificio multifamiliar en relacion a la capacidad de deformacion	Será mejorable el desempeño sísmico del sistema de reforzamiento de encamisado de concreto en edificio multifamiliar en relacion a la capacidad de deformacion	VARIABLE D.: DESEMPEÑO SÍSMICO	CAPACIDAD DE DEFORMACIÓN	PUNTO DE DESEMPEÑO	
					NIVELES DE DESEMPEÑO	

Fuente: Elaboración propia.

Matriz operacional

TÍTULO: **DESEMPEÑO SÍSMICO DEL SISTEMA DE REFORZAMIENTO DE ENCAMISADO DE CONCRETO Y METÁLICO EN EDIFICIO MULTIFAMILIAR, HUARAL, LIMA, 2019**

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	Escala de medición
VARIABLE ID: SISTEMA DE REFORZAMIENTO DE ENCAMISADO DE CONCRETO Y METÁLICO	"Es la utilización de ciertas técnicas y de diversos materiales, para la reparación y rehabilitación de las estructuras con el fin de prevenir los posibles colapsos en caso de suceda un de sismo de gran magnitud" (Bassam Tayeh, Mohammend Abu and Mohamemend Arafa, 2019)	La variable permite ver las características de los materiales utilizados para las viviendas. Las característica mas importantes son la sección transversal, cantidad y distribución del refuerzo	ENCAMISADO DE CONCRETO	Refuerzo adicional, transversal y longitudinal	Enfoque: Cuantitativo Tipo de investigación: Aplicada Nivel de investigación: Explicativo Diseño de investigación: experimental
				Nueva dimensión de seccion	
		ENCAMISADO METÁLICO	Plantinas metálicas		
			Adiccion de perfiles metálicas		
VARIABLE D.: DESEMPEÑO SÍSMICO	"Es la manera de observar como una estructura se comporta frente a un sismo de gran magnitud ayudando a determinar qué tan dañado se encuentra la estructura frente a un nivel determinado de cargas laterales" (Tonkikh, G.,Glagolev, A., Buzin, R., 2017)	El desempeño sísmico de una vivienda se caracteriza por los diferentes valores de rigidez, resistencia y punto de desempeño que una estructura soporta frente a la acción de un sismo.	RIGIDEZ LATERAL	Curva de capacidad	
				Cortante basal	
			CAPACIDAD DE DEFORMACIÓN	Punto de desempeño	
			Niveles de desempeño		

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO N° 2. Formato de fichas de Medición

Ficha de Medición para vigas.

		FICHA TÉCNICA DE MEDICIÓN				
TÍTULO DE TESIS:		"DESEMPEÑO SÍSMICO DEL SISTEMA DE REFORZAMIENTO DE ENCAMISADO DE CONCRETO Y METÁLICO EN EDIFICIO MULTIFAMILIAR, HUARAL, LIMA, 2019"				
ESTUDIANTE:		JOHANNA CARLA ROJAS NICHÓ				
TIPO DE ENSAYO:		ESCLEROMETRÍA ASTM C 805				
DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO ASTM C 805						
IDENTIFICACIÓN	ENSAYO N° 1	ENSAYO N° 2	ENSAYO N° 3	ENSAYO N° 4	ENSAYO N° 5	ENSAYO N° 6
	C-8 / piso 1	C-5 / piso 1	C-10 / piso 1	C-3 / piso 2	C-8 / piso 2	C-10 / piso 2
Rebote N°1						
Rebote N°2						
Rebote N°3						
Rebote N°4						
Rebote N°5						
Rebote N°6						
Rebote N°7						
Rebote N°8						
Rebote N°9						
Rebote N°10						
Índice de Rebote (IR)						
Resistencia a la Compresión Aproximada (Kg/cm ²)						
Promedio IR						

EXPERTO CALIFICADOR		CALIFICACIÓN	FIRMA
1	Ing. Jose Luis Changa Sosa		
2	Ing. William Aldo Segovia Herrera		
3	Ing. Sergio Miguel Escalante Aguilar		

Fuente: Elaboración propia.

Ficha de Medición para Columnas.

		FICHA TÉCNICA DE MEDICIÓN				
TÍTULO DE TESIS:		"DESEMPEÑO SÍSMICO DEL SISTEMA DE REFORZAMIENTO DE ENCAMISADO DE CONCRETO Y METÁLICO EN EDIFICIO MULTIFAMILIAR, HUARAL, LIMA, 2019"				
ESTUDIANTE:		JOHANNA CARLA ROJAS NICHÓ				
TIPO DE ENSAYO:		ESCLEROMETRÍA ASTM C 805				
DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO ASTM C 805						
SENTIDO DEL ESCLEROMETRO	←	←	←	↓	↓	↓
IDENTIFICACIÓN	ENSAYO N° 1	ENSAYO N° 2	ENSAYO N° 3	ENSAYO N° 4	ENSAYO N° 5	ENSAYO N° 6
Rebote N°1						
Rebote N°2						
Rebote N°3						
Rebote N°4						
Rebote N°5						
Rebote N°6						
Rebote N°7						
Rebote N°8						
Rebote N°9						
Rebote N°10						
Índice de Rebote (IR)						
Resistencia a la Compresión Aproximada (Kg/cm²)						
Promedio IR						

EXPERTO CALIFICADOR		CALIFICACIÓN	FIRMA
1	Ing. Jose Luis Changa Sosa		
2	Ing. William Aldo Segovia Herrera		
3	Ing. Sergio Miguel Escalante Aguilar		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 3. Ensayo no destructivo - Esclerometría

TÍTULO DE TESIS: "DESEMPEÑO SÍSMICO DEL SISTEMA DE REFORZAMIENTO DE ENCAMISADO DE CONCRETO Y METÁLICO EN EDIFICIO MULTIFAMILIAR, HUARAL, LIMA, 2019"

ESTUDIANTE: JOHANNA CARLA ROJAS NICHÓ

TIPO DE ENSAYO: ESCLEROMETRÍA ASTM C 805

DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO ASTM C 805

IDENTIFICACIÓN	ENSAYO N° 1	ENSAYO N° 2	ENSAYO N° 3	ENSAYO N° 4	ENSAYO N° 5	ENSAYO N° 6
	C-8 / piso 1	C-5 / piso 1	C-10 / piso 1	C-3 / piso 2	C-8 / piso 2	C-10 / piso 2
Rebote N°1	27	31	37	32	34	30
Rebote N°2	28	34	37	32	34	30
Rebote N°3	25	31	35	38	35	32
Rebote N°4	25	31	35	37	34	31
Rebote N°5	27	34	36	32	35	30
Rebote N°6	28	31	35	33	35	31
Rebote N°7	26	30	36	32	33	30
Rebote N°8	25	31	36	36	36	30
Rebote N°9	26	32	35	37	32	31
Rebote N°10	25	33	36	33	34	30
Índice de Rebote (IR)	26	32	36	34	34	31
Resistencia a la Compresión Aproximada (Kg/cm ²)	158	238	290	260	260	220
Promedio IR	238					

EXPERTO CALIFICADOR		CALIFICACIÓN	FIRMA
1	Ing. Jose Luis Changa Sosa		
2	Ing. William Aldo Segovia Herrera		
3	Ing. Sergio Miguel Escalante Aguilar		

Fuente: Elaboración propia

TÍTULO DE TESIS: "DESEMPEÑO SÍSMICO DEL SISTEMA DE REFORZAMIENTO DE ENCAMISADO DE CONCRETO Y METÁLICO EN EDIFICIO MULTIFAMILIAR, HUARAL, LIMA, 2019"

ESTUDIANTE: JOHANNA CARLA ROJAS NICHÓ

TIPO DE ENSAYO: ESCLEROMETRÍA ASTM C 805

DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO ASTM C 805

SENTIDO DEL ESCLEROMETRO	←	←	←	↓	↓	↓
IDENTIFICACIÓN	ENSAYO N° 1	ENSAYO N° 2	ENSAYO N° 3	ENSAYO N° 4	ENSAYO N° 5	ENSAYO N° 6
	V-4 / piso 1	V-3 / piso 1	V-CENTRAL / piso 1	V-3 / piso 2	V-1 / Piso 2	V-4 / piso 2
Rebote N°1	30	30	32	27	29	30
Rebote N°2	32	35	32	29	29	30
Rebote N°3	30	33	31	28	32	28
Rebote N°4	32	33	34	26	30	28
Rebote N°5	31	32	35	27	31	28
Rebote N°6	32	31	34	27	30	28
Rebote N°7	31	31	31	28	29	29
Rebote N°8	36	32	31	27	29	28
Rebote N°9	32	31	34	27	31	29
Rebote N°10	31	35	32	26	33	30
Índice de Rebote (IR)	32	32	33	27	30	29
Resistencia a la Compresión Aproximada (Kg/cm²)	238	238	250	105	145	138
Promedio IR	186					

EXPERTO CALIFICADOR		CALIFICACIÓN	FIRMA
1	Ing. Jose Luis Changa Sosa		
2	Ing. William Aldo Segovia Herrera		
3	Ing. Sergio Miguel Escalante Aguilar		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 4. Ensayo destructivo - Diamantina

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA - LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

SOLICITANTE : ROSAUNA BOJAR
PROYECTO : PROYECTO DE TERRE
UBICACIÓN : HUAYLAL - LIMA
MUESTRA : TESTIGOS DE CONCRETO ENDURECIDO (IRAMANTINA)
FECHA : 14/10/2019

Método de prueba estándar para Obtención y ensayo de Núcleos perforados y vigas serradas de Hormigón ASTM C42

Nº de Testigos	Modificación	Fecha de Ensayo	Área (cm²)	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Relación altura / diámetro	Factor de corrección	Carga Máxima (kg)	Resistencia (kg/cm²)	Resistencia corregida (kg/cm²)
1	COLUMENA 8, PISO 1 (M-1)	14/10/19	16.3	6.2	53.36	1.96	1.000	5584	105.0	105.0
2	COLUMENA 8, PISO 1 (M-2)	14/10/19	15.6	6.2	52.81	1.93	0.990	4600	87.0	86.1
3	COLUMENA 10, PISO 1 (M-3)	14/10/19	15.3	6.2	52.81	1.87	0.990	6632	129.0	127.7
4	VIGLA 1, PISO 1 (M-1)	14/10/19	9.4	6.2	52.81	1.15	0.870	11296	214.0	186.2
5	VIGLA 3, PISO 1 (M-2)	14/10/19	9.0	4.5	15.90	2.00	1.000	3877	244.0	244.0
6	VIGLA 4, PISO 1 (M-3)	14/10/19	8.9	4.5	16.05	1.97	0.990	2772	173.0	171.3
7	COLUMENA 1, PISO 2 (M-1)	14/10/19	16.3	6.2	52.81	1.99	1.000	5387	102.0	102.0
8	COLUMENA 8, PISO 2 (M-2)	14/10/19	16.3	6.3	54.10	1.96	0.990	9045	167.0	165.3
9	COLUMENA 6, PISO 2 (M-3)	14/10/19	15.2	6.3	54.10	1.83	0.990	11780	218.0	215.6
10	VIGLA 2, PISO 2 (M-1)	14/10/19	9.0	4.5	15.90	2.00	1.000	3754	236.0	236.0
11	VIGLA 2, PISO 2 (M-1)	14/10/19	8.9	4.5	16.05	1.97	0.990	3155	197.0	195.0

PLANET CONSULTORES E.I.R.L.
 WILLIAM ALDO SEGOVIA HERRERA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 146028



PLANET CONSULTORES E.I.R.L.
 ESCALANTE FERNANDEZ
 DE LABORATORIO
 S-C-A



Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 5. Perfil Estratigráfico

Calicata N°01

	ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS	FECHA: 16/09/19
	PERFIL ESTRATIGRAFICO / CALICATA	REPORTE: BRIGADA: 01

Cliente: JOHANNA ROJAS Proyecto: TESIS

DESCRIPCION DE CALICATA (NTP 339.116, 339.150/ASTM D 2488 - 09a)

	PROYECTO :	PROYECTO DE TESIS
	UBICACIÓN :	HUARAL - LIMA
	CALICATA :	C - 01
	POZO :	M - 01
	DESCRIPCION DE CALICATA	
	COORDENADAS: Este	-
	Norte	-
	TAMAÑO MAXIMO :	
	PROFUNDIDAD (m)	0,00 - 2,20 m.
	NIVEL FREATICO :	-
PROF. RAICES :		
CONDICIONES DE LA SUPERFICIE:		
ESTIMACION VISUAL		

PROF. (m)	MUESTRA N°	DESCRIPCION DEL MATERIAL (Nombre del grupo/Símbolo del grupo).Plasticidad, color, olor, humedad, reacción con el HCl, consistencia, características adicionales.	Clasificación SUCS	Gráfico	% SOBRETAMAÑO	% Grava 2	% ARENA 2	% FINOS 2	COLOR	CONSISTENCIA 3,1	PLASTICIDAD	CEMENTACION 5	OTROS TESTS 6,7
0,10		0.00 - 0.20 Losa de concreto de resistencia baja.											
0,20		0.20 - 0.50 m. Relleno desclasificado											
0,30		0.50 - 0.90 Arcilla de color marrón oscuro, humedo, compacto.											
0,40		0.90 - 2.00 m. Arena fina, limomsa, de color marrón oscuro, humedo, compacto.											
0,50		de 2.00 m. se encontro afloramiento rocoso.											
0,60													
0,70													
0,80													
0,90													
1,00													
1,10													
1,20													
1,30													
1,40													
1,50													
1,60													
1,70													
1,80													
1,90													
2,00													
2,10													
2,20													
2,30													
2,40													
2,50													
2,60													
2,70													
2,80													
2,90													
3,00													

NOTAS: 1 Porcentaje > 3 pulgadas 2 Suma de gravas, arenas y finos = 100% 3 Para suelos de grano fino: Muy blando, blando, firme, duro y muy duro muy duro.	4 Para suelos de grano grueso: muy suelto, suelto, compacto, denso, muy denso. 5 Débil, moderado, fuerte 6 Penetro metro de bolsillo, densidad in situ 7 Estratificado, laminado, fisurado, rajado, en bloques, lenticular, homogéneo
--	--

Fuente: Laboratorio Planet Consultores E.I.R.L.

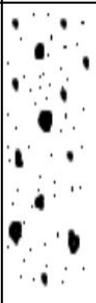
Calicata N° 02

	ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS	FECHA: 16/09/19
	PERFIL ESTRATIGRAFICO / CALICATA	REPORTE: BRIGADA: 01

Cliente: JOHANNA ROJAS Proyecto: TESIS

DESCRIPCION DE CALICATA (NTP 339.116, 339.150/ASTM D 2488 - 09a)

	PROYECTO :	PROYECTO DE TESIS
	UBICACIÓN :	HUARAL - LIMA
	CALICATA :	C - 02
	POZO :	M - 01
	DESCRIPCION DE CALICATA	
	COORDENADAS: Este	-
	Norte	-
	TAMAÑO MAXIMO :	
	PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 3.00 m.
	NIVEL FREÁTICO :	-
PROF. RAICES :		
CONDICIONES DE LA SUPERFICIE:		
ESTIMACION VISUAL		

PROF. (m)	MUESTRA N°	DESCRIPCION DEL MATERIAL (Nombre del grupo/Símbolo del grupo).Plasticidad, color, olor, humedad, reacción con el HCl, consistencia, características adicionales.	Clasificación SUCS	Gráfico	% SOBRETAMANO	% Grava ²	% ARENA ²	% FINOS ²	COLOR	CONSISTENCIA ^{3,4}	PLASTICIDAD	CEMENTACION ⁵	OTROS TESTS ^{6,7}
0,10		0.00 - 0.60 m. Relleno de material desclasificado.											
0.20													
0.30													
0.40													
0.50													
0.60													
0.70		0.60 - 1.50 m. limo arcilloso de color marrón oscuro, húmedo, medianamente compacto.											
0.80													
0.90													
1.00													
1.10													
1.20													
1.30		1.50 - 3.00 m Material compuesto por Grava arenosa mal gradada, (GP) según la clasificación SUCS, pardo grisáceo, húmedo, el suelo es estable al momento de la excavación, su composición esta formado por gravas (84%), Arenas (15%) y finos (1%). no presenta plasticidad.	GP		84	15	1						
1.40													
1.50													
1.60													
1.70													
1.80													
1.90													
2.00													
2.10													
2.20													
2.30													
2.40													
2.50													
2.60													
2.70													
2.80													
2.90													
3.00													

NOTAS:	1 Porcentaje > 3 pulgadas	4 Para suelos de grano grueso: muy suelto, suelto, compacto, denso, muy denso.
	2 Suma de gravas, arenas y finos=100%	5 Débil, moderado, fuerte
	3 Para suelos de grano fino: Muy blando, blando, firme, duro y muy duro muy duro.	6 Penetro metro de bolsillo, densidad in situ
		7 Estratificado, laminado, fisurado, rajado, en bloques, lenticular, homogéneo

Fuente: Laboratorio Planet Consultores E.I.R.L.

ANEXO N° 6. Ensayos de Laboratorio

DETERMINACION DEL INDICE DE RESISTENCIA A LA CARGA PUNTUAL
(NORMA ASTM D5731)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SOLICITANTE : JOHANNA ROJAS
PROYECTO : PROYECTO DE TESIS
UBICACIÓN : HUARAL - LIMA
FECHA : 14/10/19

DATOS DE LA MUESTRA

PTO. MUESTREO : C-1
MUESTRA : M-001
PROFUNDIDAD (m) : 2.00 m.

DATOS		1	2	3	Promedio Is	
LARGO	L	8.11	7.05	9.32	29.62	
ANCHO	W	3.25	4.56	5.24		
DIAMETRO	D	2.2	2.30	2.30		
CARGA	Kg	322.50	387.23	375.20		
De	Cm	3.0	3.7	3.917		
De ²	Cm ²	9.1	13.4	15.3		
INDICE DE CARGA (Is)	Kg/cm²	35.43	29.00	24.45		
HUMEDAD	%	0.11	0.13	0.08	0.11	
f	#	K	0.464633769	0.552058062	0.587691835	
		ucs	330.3509201	392.5088989	417.844228	
		ucs (Mpa)	33	39	42	38

Observaciones: La muestra fue proporcionado e identificado por el solicitante

PLANET CONSULTORES E.I.R.L.
WILLIAM ALDO SEGOVIA HERRERA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 148028



PLANET CONSULTORES E.I.R.L.
ING. ESCALANTE FERNANDEZ
DE LABORATORIO
S.C.A.



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PC-LMS-090-19

Solicitante : JOHANNA ROJAS

Calicata : C - 2

Proyecto : PROYECTO DE TESIS

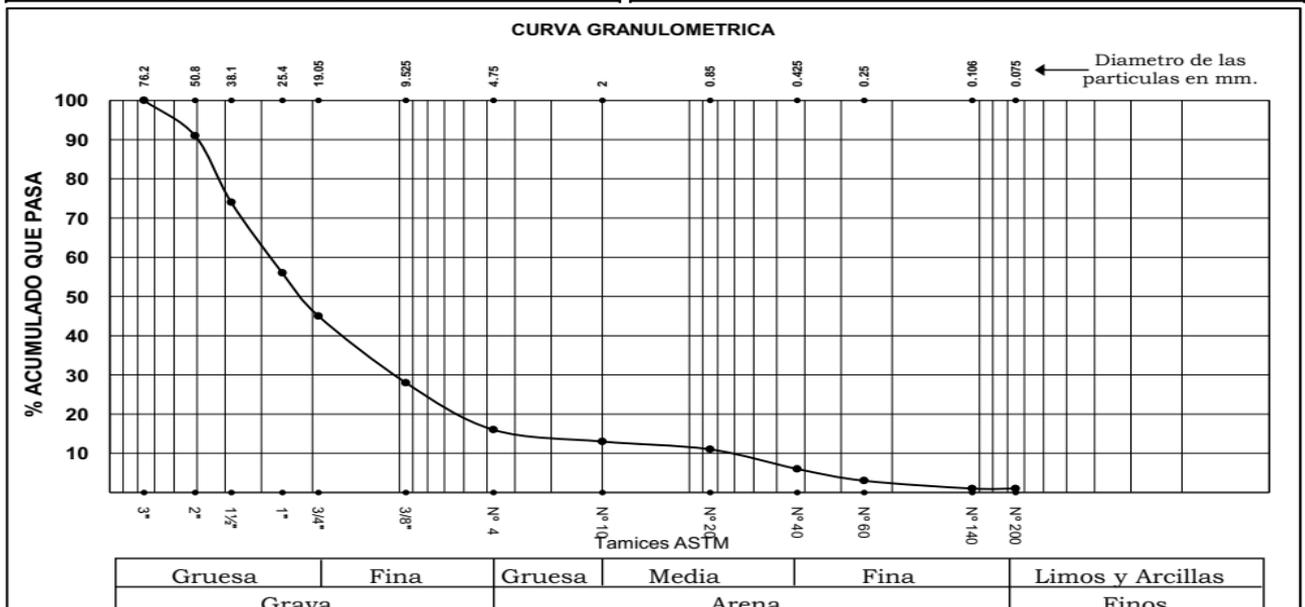
Muestra : MAB - 1

Ubicación : HUARAL - LIMA

Profundidad : 3.00 m.

Fecha : Lima 14 de octubre de 2019

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO NTP 339.128 / ASTM - D 422			LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - D 427 / D 4318	
MALLA	ABERTURA mm.	% QUE PASA	ASTM - D 427 / D 4318	
3"	76.20	100	Limite liquido (%)	NT
2"	50.80	91	Limite plastico (%)	NP
1 1/2"	38.10	74	Indice plastico (%)	-
1"	25.40	56	Limite de contraccion (%)	-
3/4"	19.05	45	Resultados: ASTM - D 2487 / D 3282	
3/8"	9.525	28	Coeficiente de:	
Nº 4	4.750	16	-Uniformidad	37.33
Nº 10	2.000	13	-Curvatura	4.94
Nº 20	0.850	11	Material:	
Nº 40	0.425	6	-Grava %	84
Nº 60	0.250	3	-Arena %	15
Nº 140	0.106	1	-Finos %	1
Nº 200	0.075	1	Clasificacion:	
			-AASHTO	
			-SUCS	GP con arena
			Nombre de grupo:	
			CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216	
			Humedad natural (%)	1.27



Fuente: Laboratorio Planet Consultores E.I.R.L.

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D - 3080**

SOLICITANTE : JOHANNA ROJAS
PROYECTO : PROYECTO DE TESIS
UBICACIÓN : HUARAL - LIMA
CALICATA : C - 02
PROFUNDIDAD : 3.00 m.
FECHA : Lima 14/10/2019

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

	1	2	3
Especimen			
Area (cm²)	30.876	30.876	30.876
Altura (cm)	2.544	2.544	2.544
Densidad Seca (gr/cm³)	1.635	1.635	1.635
Humedad Inicial (%)	1.27	1.27	1.27
Humedad Saturación (%)	18.2	18.19	17.98
Esfuerzo Normal (kg/cm²)	0.50	1.00	1.50

	Esfuerzo Cortante (kg/cm²)		
	0.5	1.0	1.5
0.5	0.10	0.17	0.25
1.0	0.21	0.42	0.64
2.0	0.34	0.74	0.94
3.0	0.37	0.76	1.08
4.0	0.38	0.76	1.14
5.0	0.38	0.75	1.14
6.0	0.37	0.73	1.12
7.0	0.35	0.71	1.11
8.0	0.33	0.69	1.09
9.0	0.32	0.67	1.07
10.0	0.31	0.66	1.07
11.0	0.30	0.65	1.06
13.0	0.30	0.63	1.06
15.0	0.30	0.62	1.05

Ángulo de Fricción Interna del Suelo (°) 31.29
Cohesión Aparente del Suelo (kg/cm²) 0.00

proyectos@planetconsultores.com

WWW.PLANETCONSULTORES.COM

PLANET CONSULTORES E.I.R.L.
WILLIAM ALDO SEGOVIA HERRERA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 146028



PLANET CONSULTORES E.I.R.L.
ESCALANTE FERNANDEZ
DE LABORATORIO
S.C.A.

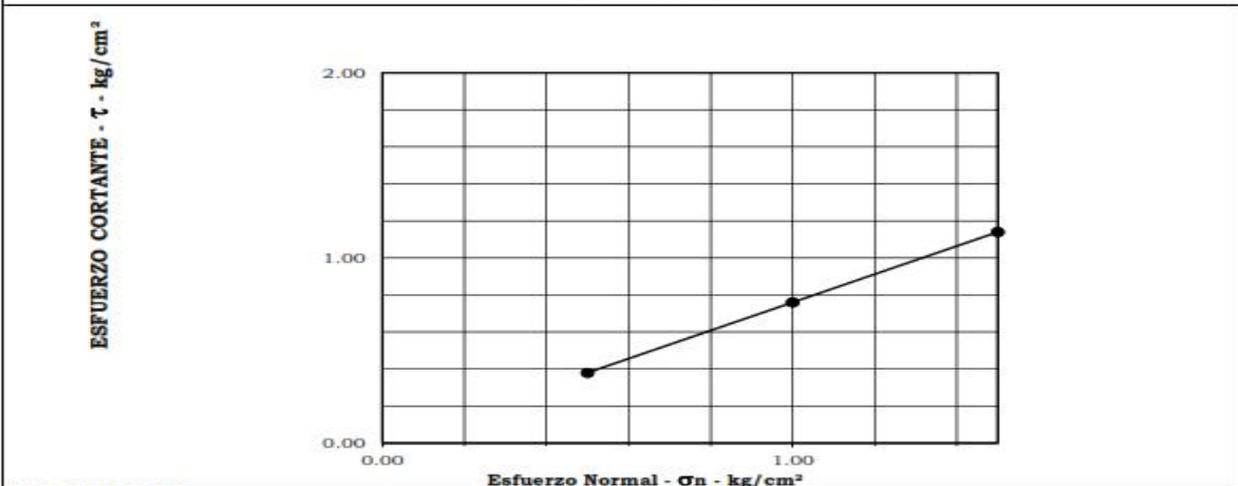
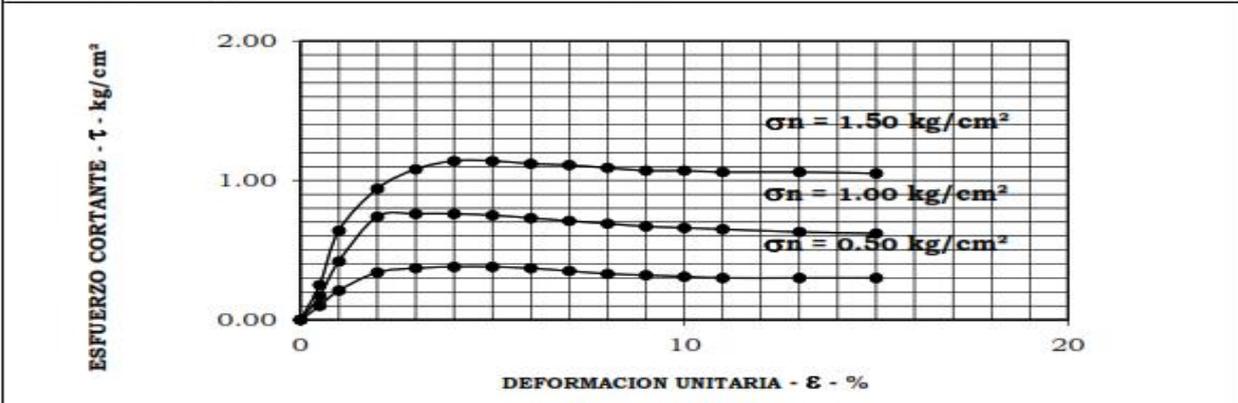


Fuente: Laboratorio Planet Consultores E.I.R.L.

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D - 3080**

Solicitante : JOHANNA ROJAS	INFORME N° PC-LMS-090-19
Proyecto : PROYECTO DE TESIS	
Ubicación : HUARAL - LIMA	
Calicata : C - 02	Fecha 14/10/2019
Muestra : MAB - 1 Profundidad : 3.00 m.	

Ángulo de fricción interna del suelo	: 31.29 °
Cohesión Aparente del suelo	: 0.00 kg/cm ²
Densidad Seca Promedio (γ _d < N°4)	: 1.635 gr/cm ³
Humedad Natural (%)	: 1.27 %



Observación :
proyectos@planetconsultores.com WWW.PLANETCONSULTORES.COM

PLANET CONSULTORES E.I.R.L.
WILLIAM ALDO SEGOVIA HERRERA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 146028



PLANET CONSULTORES E.I.R.L.
ING. ESCALANTE FERNANDEZ
DE LABORATORIO
S-C-A



ANALISIS DE SUELO - SALES

SOLICITANTE : JOHANNA ROJAS
PROYECTO : PROYECTO DE TESIS
UBICACIÓN : HUARAL - LIMA
CALICATA : C - 2
RESP. ANALISIS : J.C.E.F.
FECHA DE ANALISIS : 14 de Octubre de 2019



PLANET CONSULTORES E.I.R.L.
 WILLIAM ALDO SEGOVIA HERRERA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 146028

N° Lab.	N° Campo	S.S.T. (ppm)	Cl ⁻ (ppm)	SO ₄ ⁼ (ppm)
PLAN.090	HUARAL - LIMA PROF.: 3.00 m	1100.80	315.20	784.32



PLANET CONSULTORES E.I.R.L.
 ESCALANTE FERNANDEZ
 DE LABORATORIO
 S-C-A

Métodos

Sales Solubles Totales: Determ. de Sales Solubles en suelos y agua subterránea - NTP339.152 - 2002

Cloruro Soluble: Determ. de cloruros solubles en suelos y agua subterránea - NTP339.177 - 2002

Sulfato Soluble: Determ. de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea - NTP339.178 - 2002

Fuente: Laboratorio Planet Consultores E.I.R.L.

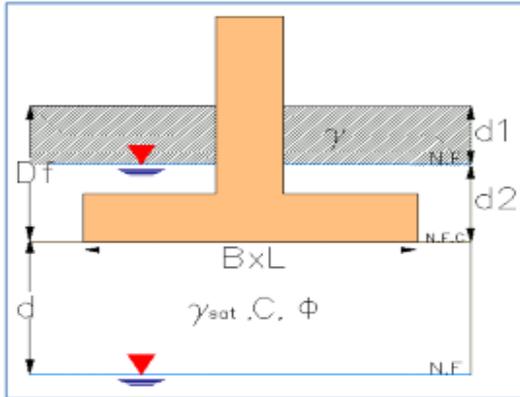
ANEXO N° 7. Memoria de Cálculo

Proyecto: **E.M.S. MULTIFAMILIAR**

Ubicación: **PASAMAYO - HUARAL**

cimentación N°

Superficial



DATOS

Ancho de cimentación (m)	B	1.20
Profundidad de desplante (m)	Df	1.20
Cohesion (KN/m ²)	c	0.00
Ángulo de fricción corregido(°)	Φ	22.10
Nivel Freático	N.F	N.E.

PARÁMETROS DE CÁLCULO

factores de profundidad		factor de forma		factor de inclinación		factores de capacidad de carga	
Fcd	1.40	Fcs	1.09	β (°)	0.00	Nq	7.90
Fqd	1.32	Fqs	1.08	Fci=Fqi	1.00	Nc	16.99
Fyd	1.00	Fys	0.92	Fyi	1.00	Ny	4.14

Tipo de suelo de cimentación	Tipo de Cimiento	Profundidad de desplante Df	Ancho de zapata	qu (carga última) (kg/cm ²)	F.S (factor de seguridad)	qadm (carga admisible) (kg/cm ²)
GP con arena	Cuadrada	1.20	1.50	3.0	3.00	1.0
		1.20	2.00	3.0	3.00	1.0
	Rectangular L/B=2	1.20	1.50	2.7	3.00	0.9
		1.20	2.00	2.7	3.00	0.9
	Corrida L/B=5	1.20	1.00	2.4	3.00	0.8
		1.20	1.20	2.6	3.00	0.9

Comentarios:

PLANET CONSULTORES E.I.R.L.
WILLIAM ALDO SEGOVIA HERRERA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 146028



CASO I

el N.F se encuentra por encima del N.F.C
d1 <= Df

CASO II

N.F se encuentra por debajo del N.F.C tal que
d <= B

CASO III

el N.F se encuentra muy por debajo del N.F.C
d > B

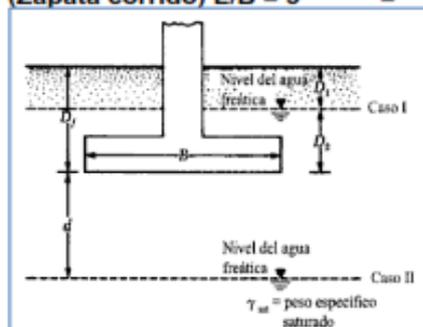
Proyecto: E.M.S. MULTIFAMILIAR

Ubicación: PASAMAYO - HUARAL

Datos

ms (poisson) = 0.15
Es (Elasticidad) = 5000 T/m²

If (Zapata cuadrada) = 112 (cm/m)
If (Cimiento rectangular) L/B = 2 = 153 (cm/m)
If (Zapata corrido) L/B = 5 = 210 (cm/m)



Cálculo de asentamiento inmediato (de acuerdo a la teoría elástica)

$$S_e = q * B * \frac{(1 - \mu^2)}{E} I_f$$

TIPO DE SUELO DE CIMENTACION	TIPO DE CIMENTACIÓN	Df	B	q adm- neto	Si (mm)
		(m)	(m)	(Ton / m ²)	
GP con arena	Zapata Cuadrada	1.20	1.50	10	3
		1.20	2.00	10	4
	Zapata Rectangular	1.20	1.50	9	4
		1.20	2.00	9	5
	Zapata Corrida	1.20	1.00	8	3
		1.20	1.20	9	4

PLANET CONSULTORES E.I.R.L.
WILLIAM ALDO SEGOVIA HERRERA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 146028



		cimentación N ^o Cuadrada	
Proyecto:	EDIFICIO MULTIFAMILIAR		LATITUD
Ubicación:	HUARAL - PASAMAYO		LONGITUD
Departamento	LIMA		COTA

Datos Ingreso

C =	5 kPa
φ =	41.59 °
γ =	24 kN/m ³
E =	384.55 MPa
u =	0.2
FR	0.85
L =	5 m
B =	5 m
FS	3

Factores de corrección

FC	
N _c	1.25
N _γ	0.85

Expresiones de cálculo

$$q_{ult} = cN_c + 0.5\gamma BN_\gamma + \gamma D_f N_q$$

$$N_c = N_\phi^2$$

$$N_\phi = \tan^2(45 + \phi/2)$$

$$N_c = 2N_\phi^{0.5}(N_\phi + 1)$$

$$N_\gamma = \sqrt{N_\phi}(N_\phi^2 - 1)$$

Cálculos previos

No =	4.95		
Nq =	24.49		
Nc =	26.47	N*c =	33.084
Ny =	52.26	N*y =	44.418

* Corregidos

Resultados

Zapata cuadrada

DF(m)	B(m)	qu(kPa)	qadm(k)	qadm(kg/cm ²)
0.5	5.0	3124.4	1041.5	10.4
1.0	5.0	3418.2	1139.4	11.4
1.5	5.0	3712.1	1237.4	12.4
2.0	5.0	4006.0	1335.3	13.4

Ubicación	φ	c	γ	Df	B	q _{ult}	q _a
	(°)	(KPa)	(kN/m ³)	(m)	(m)	(MPa)	(kg/cm ²)
EDIFICIO MULTIFAMILIAR	41.59	5	24	0.5	5.0	1.04	10.4
				1.0	5.0	1.14	11.4
				1.5	5.0	1.24	12.4
				2.0	5.0	1.34	13.4

Referencias:

(EM1110-1-2908 - Rock_Foundations, U.S. Army Corps of Engineers, Sección 6)

PLANET CONSULTORES E.I.R.L.

 WILLIAM ALDO SEGOVIA HERRERA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 146028



			cimentación	Cuadrada
Proyecto:	EDIFICIO MULTIFAMILIAR		LATITUD	
Ubicación:	HUARAL - PASAMAYO		LONGITUD	
Departamento	LIMA		COTA	

Expresiones de cálculo

$$S_i = \frac{1.12 \Delta q B (1 - \nu^2) (L / B)^{0.5}}{E'_m} FR$$

Resultados de asentamientos $F_s=3.0$

DF(m)	B(m)	qadm(Kg/cm ²)	qadm(MPa)	S(mm)
0.5	5.0	10.4	1.041	12.4
1	5.0	11.4	1.139	13.5
1.5	5.0	12.4	1.237	14.7
2	5.0	13.4	1.335	15.9

Ubicación	E (Mpa)	u (°)	Df (m)	B (m)	q _a (kg/cm ²)	q _a (MPa)	S (mm)
EDIFICIO MULTIFAMILIAR	384.55	0.2	0.5	5.0	10.41	1.04	12.4
			1.0	5.0	11.39	1.14	13.5
			1.5	5.0	12.37	1.24	14.7
			2.0	5.0	13.35	1.34	15.9

Referencias:

(EM1110-1-2908 - Rock Foundations, U.S. Army Corps of Engineers, Sección 5)

PLANET CONSULTORES E.I.R.L.
WILLIAM ALDO SEGOVIA HERRERA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 146028



Fuente: Laboratorio Planet Consultores E.I.R.L.

ANEXO N° 8. Panel fotográfico

PANEL FOTOGRÁFICO – EVALUACION DE ESTRUCTURA – EDIFICIO MULTIFAMILIAR

FECHA DE INVESTIGACION: 16/09/19

C-01



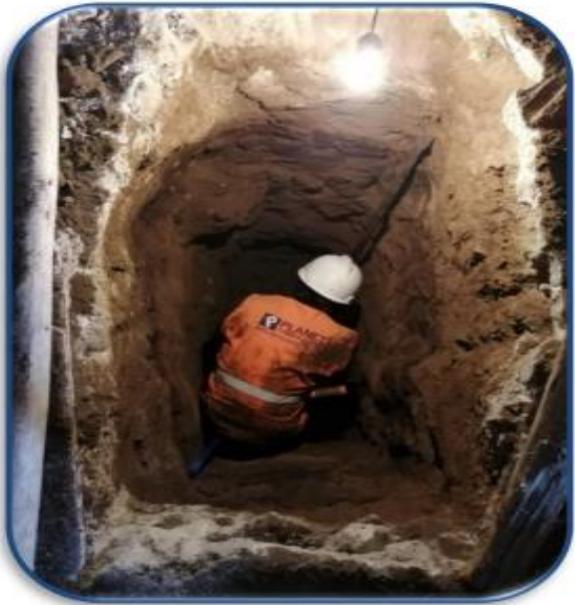
Vista panoramica de la ubicacion de la calicata

Vista panoramica de la ubicación de la calicata





Vista panoramica de la excavacion de la calicata



Vista panoramica de la excavacion de la calicata



Vista panoramica del perfil estratigrafico



Vista panoramica del perfil estratigrafico

PANEL FOTOGRÁFICO – EVALUACION DE ESTRUCTURA – EDIFICIO MULTIFAMILIAR

FECHA DE INVESTIGACION: 16/09/19

C-02



Vista panoramica de la ubicacion de la calicata



Vista panoramica de la ubicación de la calicata



Vista panoramica de la excavacion de la calicata



Vista panoramica de la excavacion de la calicata



Vista panorámica del perfil estratigráfico



Vista panorámica del perfil estratigráfico

ANEXO N° 9. Planos de Ubicación



UBICACION
 DEPARTAMENTO: LIMA
 PROVINCIA: HUARAL
 DISTRITO: AUCALLAMA



COORDENADAS UTM		
POINT	ESTE	NORTE
A	256213.161	6716036.963
B	256209.620	6716046.231
C	256221.633	6716050.963
D	256224.662	6716044.351

AREA: 96.665 m²
 PERIMETRO: 41.119 m



TÍTULO DEL PROYECTO:
 Desempeño sísmico del sistema de reforzamiento
 de encamisado de concreto y metálico en
 edificio multifamiliar, Huaral, Lima, 2019

PLANO:
 UBICACIÓN

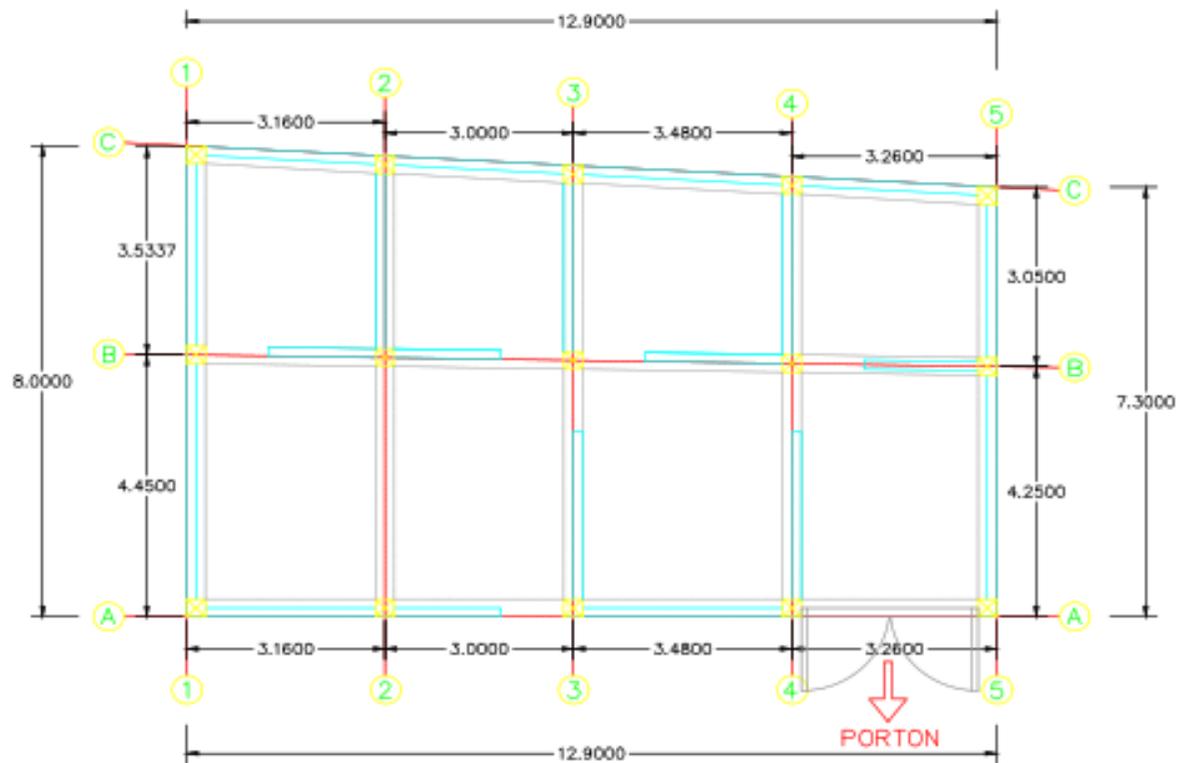
ASESOR:
 ALUMNO:

REVISION:
 FECHA:
 OCTUBRE 2019

ESCALA:
 DIBUJO:

PLANO:
 PU-01

ANEXO N° 10. Plano de Arquitectura



TÍTULO DEL PROYECTO:
Desempeño sísmico del sistema de reforzamiento
de encamisado de concreto y metálico en
edificio multifamiliar, Huaral, Lima, 2019

PLANO:
ESTRUCTURA

ASESOR:
Ing. Dr. Omar D. Tello Malpartida
ALUMNA:
Johanna Rojas Nicho

REVISION:
FECHA:
OCTUBRE 2019

ESCALA:
DIBUJO:
E-01