



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Evaluación del factor de sobre resistencia en estructuras de concreto armado con aisladores de base tipo LRB, Lima 2019”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Santos Moreno, Miguel Ángel (ORCID: 0000-0002-6748-1377)

**ASESOR:**

Mg. Villegas Martínez, Carlos Alberto (ORCID: 0000-0003-0817-7057)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA - PERÚ**

2019

## **Dedicatoria**

A dios, por permitirme terminar mi tesis. A mis padres y hermanos por haberme apoyado en todo momento de manera incondicional, siendo mí motivo de seguir luchando y llegar a cumplir mi objetivo.

### **Agradecimiento**

A mis padres y hermanos que estuvieron conmigo en el desarrollo de mi tesis, apoyándome y dándome fuerzas para seguir y lograr mi objetivo con éxito.

## **Página del Jurado**

## Declaratoria de Autenticidad



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## Declaratoria de Originalidad del Autor


Yo, **SANTOS MORENO, Miguel Ángel** 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:

**“Evaluación del factor de sobre resistencia en estructuras de concreto armado con aisladores de base tipo LRB, 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 12 de diciembre de 2019

Apellidos y Nombres del Autor <b>SANTOS MORENO, Miguel Ángel</b>	
DNI: 71927816	Firma 
ORCID: 0000-0002-6748-1377	

## **Presentación**

Señores miembros del jurado.

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Evaluación del factor de sobre resistencia en estructuras de hormigón armado con aisladores de base tipo LRB, Lima 2019”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Civil.

Miguel Ángel Santos Moreno

## Índice

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del Jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Presentación	vi
Índice	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	10
<b>II. MÉTODO</b>	53
2.1. Tipo y diseño de la investigación	53
2.2. Operacionalización de variables	54
2.3. Población, muestra y muestreo	55
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	58
2.5. Procedimiento	60
2.6. Método de análisis de datos	61
2.7. Aspectos éticos	61
<b>III. RESULTADOS</b>	63
<b>IV. DISCUSIÓN</b>	98
<b>V. CONCLUSIONES</b>	101
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	103
<b>REFERENCIAS</b>	104
<b>ANEXOS</b>	107

## **RESUMEN**

La Investigación se basa en hallar el factor de sobre resistencia en estructuras aperticadas de concreto armado con la aplicación de aisladores de base tipo LRB mediante el análisis Pushover. En la investigación se presenta una descripción de los problemas que conllevan a realizar la tesis, como son la falta de normas propias de nuestro país, la presencia constante de sismos, y las nuevas tecnologías de protección sísmica; la justificación, que se basa en investigaciones desarrolladas por el Dr. Roberto Aguilar Falconí, en cuanto al procedimiento para encontrar el factor de sobre resistencia y Constantinou, M. & Kalpakidis, I, en cuanto al diseño de aisladores sísmicos; se presentan también las limitaciones que se tuvieron para el desarrollo de la tesis, como son las capacitaciones en cuanto al diseño de aisladores y por último el objetivo fundamental que será el factor de sobre resistencia. Luego se describen los antecedentes de trabajos realizados con la finalidad de demostrar que los procedimientos tienen fundamento valido y por ende la obtención de resultados confiables; para fundamentar más la tesis se presentan las bases teóricas con las cuales se realizaran todos los cálculos necesarios para hallar dicho factor.

Palabras claves: Evaluación sismorresistente, Desempeño, Análisis estático no lineal – Pushover.



## **ABSTRACT**

The investigation is based on finding the over-resistance factor in reinforced concrete framed structures with the application of base insulators type LRB by means of the Pushover analysis. The research presents a description of the problems that lead to carrying out the thesis, such as the lack of standards of our country, the constant presence of earthquakes, and new seismic protection technologies; the justification, which is based on research carried out by Dr. Roberto Angular Falconí, regarding the procedure to find the over-resistance factor and Constantinou, M. & Kalpakidis, I, regarding the design of seismic isolators; The limitations that were had for the development of the thesis are also presented, such as the training in the design of insulators and finally the fundamental objective that will be the over-resistance factor. Then, the antecedents of the work carried out are described in order to demonstrate that the procedures have a valid foundation and therefore obtain reliable results; To further support the thesis, the theoretical bases are presented with which all the necessary calculations will be carried out to find said factor.

**Keywords:** Seismic resistance evaluation, Performance, Nonlinear static analysis - Pushover.

## I. INTRODUCCIÓN

### **Realidad problemática**

El tema del presente estudio trata de evaluar el factor de sobre resistencia de una estructura de concreto armado que presentara aisladores sísmicos de base tipo LRB, ya que este factor es uno de los que más influye en el reconocimiento de la práctica del diseño Sismoresistente de edificaciones. Lo cual coincide con (Gil y Jave, 2018, p. 14), que mencionan que “En nuestro universo es muy habitual distinguir el fisuramiento en el concreto debido al cambio de climas a las que son exhibidas de acuerdo a su zona de desarrollo, los países como lo son la Irack, Argelia, México, India, etc. han tenido que luchar en el remoto tiempo con esta dificultad, de los cuales muchos de estos países son sub desarrollados con sus avances tecnológicos que la de Latino américa. En el continente Latino hay países que su clima no es cálido como los señalados precedentemente poseen secciones en los cuales la temperatura puede variar. Al norte de nuestro país se han registrado calenturas de unos 38 °C en el departamento de Piura.”. Del mismo modo Ramos (2018, p. 14), menciona que “Por consiguiente su reparación será posible si sus causas son detectadas y conocidas para proceder con los respectivos procedimientos de dichas causas, de no hacerlo esta reparación solo sería por el momento, es decir que duraría muy poco y posteriormente se volvería a reparar.”. Estas solicitaciones vendrían a ser los conocidos como eventos sísmicos.

Se ejecutará nuevas soluciones en este proyecto, por consiguiente tendremos mejores soluciones. El factor del aumento térmico del concreto [...] Llegando a hacer el cambio de la temperatura, la cual se asocia a los cambios de humedad con respecto al medio ambiente (Vela, Aguado y Bernart, 2004 p. 103). Este proyecto se ejecutará en la ciudad de Lima en el presente año 2020. Por consiguiente abracará toda la población, de la sociedad. (Meza, 2018, p. 19).

Es importante señalar que tenemos que tomar El siguiente proyecto de investigación se basa a las causas físicas, con respecto a la temperatura, ya que es una de las principales causas del fisuramiento en los diafragmas rígidos y a su vez igualmente se puede demostrar significativamente fallas estructurales y el cual sería por falta de durabilidad.. (Gil y Jave, 2018, p. 14)

Hoy en día “en el siguiente proyecto se dará a conocer los procedimientos a seguir para que el fisuramiento en los diafragmas rígidos al momento de fraguado se minimice o no exista. El desarrollo de la construcción cada día crece más por ende se ha tomado nuevas tecnologías en la materia con aditivos y otros tipos con fines de mejora en la calidad de concreto, brindando nuevas características según vaya con el diseño estructural cada día más exigentes.” (Ramos, 2018, p. 17)

Como ya es de conocimiento el concreto al pasar el tiempo muchas veces incide a fisurarse, es por ello que debe controlar y examinar límites permisibles, de no ser así tendremos un sobre costo en el proyecto, por lo que la estructura no llegará a cumplir con su finalidad pudiendo ser demolido y la ejecución de una nueva estructura. En este caso solo afecta el aspecto de la estructura, por consiguiente los diafragmas rígidos. (Ramos, 2018, p. 17)

## **Trabajos previos**

### **Antecedentes Internacionales**

Macías y Suárez (2015) “*Diseño estructural de un edificio de 6 pisos con aisladores de base elastoméricos*”. Tesis de grado previo a la obtención del título de ingeniero civil en la Universidad Estatal Península de Santa Elena – Ecuador. Nos es oportuno y adecuado el desarrollo de las tecnologías los cuales nos permitan optimizar características del concreto, de esta manera podemos optimizar sus características plásticas y mecánicas, por lo tanto se llega a mejorar completando con aditivos, en forma líquida y/o en polvo, a su vez con fibras sintéticas durante su dosificaciones sugeridas.. El objetivo de esta investigación es La formulación del problema según (Hernández y otros, 2014 p. 204) indican que: el proyecto de la dificultad del estudio es la demarcación precisa y clara de la esencia de la indagación que se ejecuta por medio de interrogaciones, repasos, informaciones pilotos, entrevistas, etc. De este modo se plantió el Problema general de la siguiente manera ¿De qué manera la aplicación de la fibra de polipropileno influye en el diseño de mezcla, para reducir las fisuras en el concreto de diafragmas rígidos, Carabayllo – 2020?? En relación a los problemas específicos: ¿Cómo influye la aplicación de fibras de polipropileno en las propiedades físicas del concreto para reducir fisuras de diafragmas rígidos, Carabayllo – 2020? ¿Cómo influye la aplicación de fibras de polipropileno en las propiedades mecánicas del concreto, para reducir las fisuras de diafragmas rígidos,

Carabayllo – 2020? ¿Cuál será la dosificación óptima de fibras de polipropileno en concreto para reducir fisuras de diafragmas rígidos, Carabayllo – 2020?.

Scaramelli (2017) *“Efecto de la sobrerresistencia y el nivel de ductilidad sobre la probabilidad de falla ante la ocurrencia de sismo”*. Memoria para optar al título de ingeniero civil en la Universidad de Chile – Santiago. Justificación del estudio. En el presente proyecto nos abocaremos al estudio e indagación, con el fin de establecer los diversos procesos de producción en la mezcla, proyecto sin añadir la fibra de polipropileno, y con la aplicación de la fibra de polipropileno, de tal manera podremos evaluar las fisuras que se presentan en el estado plástico del hormigón y así de esta manera podremos encontrar otras propiedades del hormigón. En relación a la justificación práctica, se logra notar de modo seguido los problemas constantes de las fisuras del concreto simple el cual admitirá el valor del mismo, de similar manera se mejorara aplicando fibras de polipropileno para reducir las fisuras en los diafragmas rígidos. En cuanto a la económica, se explica absolutamente de conseguir alternativas de obsesiones laborables perennes en el lapso sostenido con el costo – beneficio. En lo social en contra parte con lo que se pueda causar como consumo de gasto para aplicar la fibra de polipropileno, se localiza los beneficios que llevara su buen desarrollo para reducir las fisuras en el concreto de diafragmas rígidos. La hipótesis según (Hernández y otros, 2014 p. 204) indica que: las hipótesis nos indican lo que queremos encontrar o frecuentando de experimentar y consiguen precisar como definiciones o comprobaciones del fenómeno indagado expresadas a modo de proposiciones. Por consiguiente se plantío la siguiente hipótesis general: La aplicación de la fibra de polipropileno reduce las fisuras en el concreto de diafragmas rígidos, Carabayllo – 2020. En consecuencia las hipótesis específicas: Las fibras de polipropileno mejoran las propiedades físicas del concreto, para reducir las fisuras de diafragmas rígidos, Carabayllo – 2020. Las fibras de polipropileno mejoran las propiedades mecánicas del concreto para reducir las fisuras de diafragmas rígidos, Carabayllo – 2020. La dosificación de la fibra de polipropileno mejora el diseño de mezcla, para reducir las fisuras en el concreto de diafragmas rígidos, Carabayllo – 2020.

Pérez y Vásquez (2016) *“Diseño de aisladores sísmicos de base para edificio de oficinas de 10 niveles con sistema estructural de pórticos rígidos de concreto reforzado”*. Los objetivos según (Hernández y otros, 2014 p. 204) indica que:

un objetivo de investigación es la finalidad que se pretende conseguir en un trabajo, estudio o proyecto de investigación. Así mismo menciona la intención por el que se realiza una investigación. De este modo se indica el objetivo general: Evaluar cómo influye la aplicación de fibras de polipropileno en la reducción de fisuras en el concreto de diafragmas rígidos, Carabayllo – 2020. Para poder conseguir este objetivo general se plantearon los siguientes objetivos específicos: Determinar la influencia de la aplicación de la fibra de polipropileno en las propiedades físicas del diseño de mezcla, para reducir las fisuras en el concreto de diafragmas rígidos, Carabayllo – 2020. Determinar la influencia de la aplicación de fibras de polipropileno en las propiedades mecánicas del concreto para reducir las fisuras de diafragmas rígidos, Carabayllo – 2020. Determinar la influencia de la dosificación de fibras de polipropileno en el diseño de mezcla, para reducir las fisuras en el concreto de diafragmas rígidos, Carabayllo – 2020

Armas, C. (2016) “Efectos de la adición de fibras de polipropileno en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto Hidráulico” Trabajo de grado planteado como requisito para conseguir el título de Ingeniero Civil Universidad señor de Sipan – Perú, toma como objetivo establecer el aumento de las fibras poliméricas (Sika Firber Force PP48) perjudica las características plásticas y mecánicas del concreto con resistencia a la compresión a los 28 MP en la ciudad de Lima, como conclusiones se verifico que la fibra de polipropileno en el hormigón modifica su resistencia en los ensayos del cono de Abrams por consiguiente se llega a la conclusión que el hormigón disminuye de slump de un 12,5% (3 pulg) con la mínima dosis de 2 kg/m<sup>3</sup>, llegando a un 80% (0.75 pulg) con la dosis de 4 kg/m<sup>3</sup> el cual nos da como resultado la perdida de la trabajabilidad del concreto a la hora de su distribución, las recomendaciones es que para las empresas concreteras las cuales van a utilizar este material de polipropileno, por los resultados dados nos puede ayudar a dar un nuevo diseño del hormigón que aporten a la resistencia del hormigón.

León (2016) “*Disipadores y aisladores sísmicos, modelo de puente vehicular con disipador y sin disipador de energía, comparación de la respuesta sísmica*”. Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Civil en la Universidad Católica de Colombia – Bogotá D.C. El objetivo de esta tesis es describir aisladores sísmicos y disipadores de energía, realizar un modelo matemático aplicando sistema de control pasivo que permita identificar las posibles ventajas, en desplazamientos y esfuerzos, al implementar estos sistemas. Así mismo realizar revisión bibliográfica e indagar sobre el uso de aisladores

sísmicos, con el fin de obtener una visión más clara acerca de la posición de Colombia frente al contenido de la investigación. Crear un modelo de un puente de losa y viga que simule la acción del sismo aplicando un sistema de control pasivo comparando el diseño convencional sobre apoyos de neopreno, mediante el uso del software SAP2000. Evaluar y comparar fuerzas internas y deformaciones. En conclusión la “Mezcla con fibra de zanahoria para mejorar las propiedades mecánicas del hormigón”. De la universidad Ricardo Palma – Lima – Perú, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, tuvo como Objetivo principal ejecutar un diseño de mezcla con fibra de zanahoria para aumentar las propiedades mecánicas del hormigón. La metodología empleada fue del tipo descriptivo, explicativo y correlacional, la población de estudio fueron todas las probetas y vigas diseñadas, se tomó como muestra 128 unidades de probetas, los instrumentos empleados fueron las muestras para los ensayos de acuerdo a la norma ASTM y la NTP y los cuadros de datos en el programa de EXCEL. Los resultados obtenidos fue que se logró aumentar las propiedades mecánicas del hormigón. Finalmente, los investigadores llegaron a la conclusión que con la adición del 0.5% de fibra de zanahoria la resistencia a la compresión llega a los 389.50 kg/cm<sup>2</sup>. En cuanto a la tracción alcanzo un máximo de 23.13 kg/cm<sup>2</sup>.

### **Antecedentes Nacionales**

Araujo (2018) “*Análisis comparativo de las fibras de polipropileno y acero en la resistencia a la compresión del concreto*”. Investigación para obtener el nombramiento de Ingeniero Civil en la Universidad César Vallejo – La Libertad - Perú, cuyo objetivo general, es evaluar las fibras de acero y polipropileno adicionadas en el concreto respecto al concreto convencional y determinar su influencia a su resistencia por compresión. Metodología aplicada, de tipo cuantitativo y de carácter experimental. El autor llegó a los siguientes resultados: (a) Resultados por ensayo de compresión a 28 días: Los grupos de la siguiente Tabla I-1, están conformados de la siguiente manera: Probetas de G1 con 1.15g de fibras de polipropileno y 47.71g de fibras de acero; G2 1.72g f. polipropileno y 71.57g f. acero; G3 2.29g f. polipropileno y 95.43g f. acero; G4 0.00g de f. acero y polipropileno. El autor llegó a las siguientes conclusiones: De acuerdo a los ensayos realizados de resistencia por compresión de cilindros de concreto, el resultado que el mayor esfuerzo de resistencia a la compresión es el grupo G3 el cual resulta con un 20% de fibra de acero y fibra de polipropileno, un 8.10% mayor al grupo G2 con 15% de fibra

sintética con fibra de acero, con 4.63% mayor respecto al grupo G4 con 0% de fibra sintética con fibra de acero finalmente el grupo G1 tiene una dosificación de 15% de fibra sintética con fibra de acero el cual tiene un 4.63% de resistencia mayor al grupo G2. La máxima resistencia obtenida por ensayo a la compresión del concreto reforzada con fibras sintética y fibra de acero es para el grupo G3, el cual presenta una dosificación de un 20%, obteniendo un  $f'_{cr} = 322.98 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días de edad. La máxima resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de edad para cada grupo de estudio es G1  $f'_{cr} = 308.45 \text{ kg/cm}^2$ , G2  $f'_{cr} = 312.65 \text{ kg/cm}^2$ , G3  $f'_{cr} = 322.98 \text{ kg/cm}^2$  y G4  $f'_{cr} = 298.81 \text{ kg/cm}^2$ .

García Aymar (2017) *“Verificación de la dosificación de fibras sintéticas para neutralizar las fisuras causadas por retracción plástica en el concreto”*. Estudio para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Univ. Ricardo Palma – Lima. Tiene como objetivo general, determinar el comportamiento del concreto dosificando fibras sintéticas para evitar las fisuras por retracción plástica añadiendo un aditivo al concreto (Tipo D). Metodología aplicada, de tipo cuantitativo y de carácter experimental. El autor llegó a los siguientes resultados: (a) Del ensayo por retracción plástica El autor llegó a las siguientes conclusiones: Para el ensayo por retracción plástica, se neutralizó en su totalidad las fisuras en las muestras de concreto con una la relación a/c de 0.60 usando aditivo reductor de agua – retardante de fragua al concreto (Tipo D) con una dosificación de  $900 \text{ g/cm}^3$  de fibra sintética y  $800 \text{ g/cm}^3$  con a/c de 0.60, 0.65, 0.70 respectivamente. Y para las mismas probetas, pero sin aditivo se redujo hasta un 50% de fisuras. Para el ensayo de resistencia por compresión para concreto con aditivo respecto al concreto sin aditivo a los 7 días de edad, presento mayor resistencia de 30% hasta 50%, para los 14 días de edad desde 20% a 40% y para los 28 días de edad alrededor de 10% hasta 30%, pudiendo concluir que la mayor resistencia se obtuvo a una temprana edad luego fue disminuyendo paulatinamente. Para el ensayo de tracción indirecta por compresión diametral en probetas cilíndricas se puede resumir que tuvo un aumento de hasta 20% al aumentar la dosificación de la fibra, por ende, se puede deducir que la fibra aumenta la tensión en el concreto, pero disminuyo su resistencia a tracción cuando se aumentaba la relación a/c. Para el ensayo a la flexión se observó que cuanto más sea la dosificación de fibra disminuye su resistencia o  $M_r$  para todas las dosificaciones como se aprecia en la gráfica de resultados. En definitiva, se puede concluir que usar fibra sintética más aditivo tipo D en el concreto en proporciones adecuadas ayuda a prevenir las fisuras por efecto

de contracción plástica, pues las fibras aportan tensión al concreto por adherencia y el aditivo ayuda a mantener agua sobre la superficie evitando su evapotranspiración originando tensiones internas tempranas.

Reyes y Rodríguez (2015) "*Análisis de la resistencia a la compresión del concreto al adicionar limalla en un 3%, 4 % y 5 % respecto al peso de la mezcla*". Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil titulada presentada en la Universidad Pontificada Bolivariana seccional Bucaramanga de Colombia, tiene como objetivo de determinar a través de pruebas de laboratorio la constitución más extremada de adicionados para una mezcla de concreto añadiendo el 5 %, 4 % y 2 % de limalla fina, con la única finalidad de minimizar los insumos naturales que no se renuevan para la producción de mezcla (impulsando el perfeccionamiento razonable de las industrias del concreto ) y buscar agrandar la resistencia a la compresión del concreto la metodología fue; aplicada – experimental . Dicho autor llegó a la siguiente conclusión: el 90% de la mezcla que se le añadió limalla incrementando de la resistencia a compresión en relación a las mezcolanzas obligadas. Así mismo la incorporación del 5% de limalla aumentó la resistencia a los 28 días un 37.41% con respecto a la mezcla convencional. Para el ensayo de tracción indirecta por compresión diametral en probetas cilíndricas se puede resumir que tuvo un aumento de hasta 20% al aumentar la dosificación de la fibra, por ende, se puede deducir que la fibra aumenta la tensión en el concreto, pero disminuyo su resistencia a tracción cuando se aumentaba la relación a/c. Para el ensayo a la flexión se observó que cuanto más sea la dosificación de fibra disminuye su resistencia o Mr para todas las dosificaciones como se aprecia en la gráfica de resultados. En definitiva, se puede concluir que usar fibra sintética más aditivo tipo D en el concreto en proporciones adecuadas ayuda a prevenir las fisuras por efecto de contracción plástica, pues las fibras aportan tensión al concreto por adherencia y el aditivo ayuda a mantener agua sobre la superficie evitando su evapotranspiración originando tensiones internas tempranas.

Reyna (2017) "*Análisis comparativo de la respuesta sísmica de estructuras de concreto armado con y sin aisladores sísmicos en la base según su variación en la altura*". Investigación para obtener el nombramiento de Ingeniero Civil titulada presentada en la Universidad Pontificada Bolivariana seccional Bucaramanga de Colombia, tuvo como objetivo mejorar la resistencia a la flexión de un concreto de 3000 psi , agregando viruta de acero la metodología fue; aplicada –experimental . Dicho autor llegó a la siguiente conclusión, el porcentaje que aumenta la resistencia, en las diferentes



edades de curado elementos con añadidos de viruta, se puede visualizar que a las edades adelantadas se consigue un incremento más grande que el que se muestra a 28 días, a los 3 y 7 días reactivamente se presenta un aumento del 40% y 39% y a los 28 días un 35%, por lo tanto, el tipo III del cemento consigue resistencias más grandes a las edades muy adelantadas.

Trujillo (2017) *“Diseño integral de estructuras con sistema de aislación sísmica aplicado a un edificio de concreto armado”*. Presentado en cumplimiento parcial de los requisitos para el grado de Maestría en Ciencias en Ingeniería Civil en el Graduate College de la Universidad de Illinois en Urbana-Champaign - Estados Unidos. Los objetivos de este estudio son: Comprender mejor el problema del agrietamiento en las traviesas de hormigón existentes. Estudiar las aplicaciones del hormigón armado con macro fibra de polipropileno sintético. Evaluar el desempeño de diversas mezclas de hormigón reforzado con fibras mediante las pruebas necesarias y así investigar los mecanismos de post-falla. Comprender mejor el potencial de las macrofibras sintéticas de polipropileno para ser acomodadas por mezclas de concreto autocompactantes para una posible aplicación en las traviesas de concreto. Promover la discusión de los posibles beneficios de las traviesas de hormigón reforzadas con fibras sintéticas de polipropileno. Caracterizar el comportamiento a tracción del hormigón reforzado con fibras. En este trabajo se extrajeron varias conclusiones relativas al comportamiento de las mezclas de hormigón reforzado con fibra: El uso de hormigón reforzado con fibras sintéticas de polipropileno podría ser una técnica útil para aumentar la vida útil de las traviesas de hormigón de ferrocarril debido a la significativa resistencia residual observada después de la fisuración en mezclas de hormigón reforzado con fibra. La resistencia residual promedio (ARS) medida con la ayuda de ASTM C1399 es un parámetro útil que refleja la respuesta posterior al agrietamiento de un material de concreto. Además, este comportamiento se mantiene inalterado con la sustitución del cemento tipo I por cemento tipo III. El aumento de la cantidad de fibras da como resultado un aumento en el valor de la resistencia residual promedio del hormigón reforzado con fibras. Además, se observó un comportamiento de agrietamiento múltiple en algunas de las mezclas de hormigón reforzado con dosis más altas de fibras. Además, las dosis más altas de fibras dieron como resultado grietas más estrechas o menor ancho de grieta.

### **Antecedentes en ingles**

Anton Anton (2016) “Study of confined masonry buildings in seismic areas”. Artículo de investigación en la revista SCIENCE DIRECT. Este artículo aborda la evaluación de áreas sísmicas, para mejorar la interacción entre los ladrillos y el mortero mediante el uso de malla de propileno, no hay motivo para diseñar todos los edificios en una región sísmica para sobrevivir al peor terremoto sin daños, el factor en la formulación para el corte de la base sísmica en los códigos actuales de diseño sísmico asume implícitamente que la estructura es capaz de varios ciclos de deformación inelástica sin pérdida de resistencia lateral debido a la ductilidad intrínseca de la estructura. Las estructuras pueden entrar en el estado plástico. Los códigos sísmicos en vigor sugieren una alta densidad de pared en ambas direcciones del plano ortogonal. Ductilidad, esta última es necesaria para asegurar un buen comportamiento sísmico de la estructura. Para un buen comportamiento sísmico, las bisagras de plástico deben aparecer primero en las vigas de unión y el mecanismo de balanceo debe formarse antes del colapso de la estructura. Se concluye en los siguientes puntos: La mampostería se agrieta primero, pero el edificio no se derrumba antes de que se desarrollen las bisagras de plástico y la estructura se convierta en un mecanismo. Las paredes de mampostería confinada se pueden analizar por separado, ya que las bisagras de plástico en las vigas de unión se desarrollan y la mampostería se aplasta en esa área. Las paredes mantienen casi la misma rigidez hasta que ceden.

Arturo Quiroz Ramírez, Amador Terán Gilmore y Montserrat Serrano Medrano (2017) “EARTHQUAKE - RESISTANT AND ENVIRONMENTAL ADVANTAGES OF DIAGRID SYSTEMS IN HIGH SEISMICITY ZONES”. La metodología empleada fue del tipo descriptivo y explicativo, la población de estudio fueron las probetas cilíndricas de concreto, se tomó como muestra 36 especímenes. Finalmente, la investigadora llegó a la conclusión que el concreto reforzado con 0.2% de fibra del volumen del concreto, mejora la adherencia entre los componentes del concreto, porque luego de los ensayos a compresión es visible que el conjunto permanece unido y no se desprende fácilmente.

Hsing-Chiang Huang, Chin-Sheng Kao, and Chang-Huan Kou (2018) “Optimal Design and Seismic Resistance of Reinforced Concrete Structures Braced with Shear Walls”. Artículo de investigación en la revista EARTH AND ENVIRONMENTAL SCIENCE. Este artículo tiene como objetivo: producir el diseño óptimo y más económico

con un enfoque en resistencia sísmica; Variables de diseño tamaños de sección de elementos de viga-columna como variables de diseño, que son consideradas como variables discretas, para optimizar el diseño. Variables constantes: altura de cada historia, diseño de muro cortante, diseño de viga-columna y unidad. Finalmente, se exploró la correlación entre el diseño óptimo de la estructura y su resistencia sísmica, y se propuso la siguiente conclusión: Basado en la evaluación de la resistencia sísmica de la estructura apuntalada con muros de corte, la optimización del tamaño de la viga, el tamaño de la columna y el espesor de la pared de corte produjeron una mayor resistencia sísmica que la optimizando solo el tamaño de la viga y el tamaño de la columna. La relación entre la optimización de la estructura apuntalada con muros de corte y sísmica la resistencia sugirió que durante el proceso de optimización del tamaño del haz y el tamaño de la columna, el tamaño del haz la optimización tuvo una mayor contribución a los valores de  $A_p$  y fue relativamente más económica en comparación con optimización de columnas de acuerdo con la relación entre la optimización de la estructura del edificio apoyada en los muros de corte y la resistencia sísmica de la estructura, los valores de diseño óptimos pronosticados generados usando el software CAFE demostró valores de  $A_p$  más altos y fue más económico que los generados utilizando un método interactivo heurístico.

## **Teorías relacionadas al tema**

### **Sismología**

Mencionan que el hormigón hecho con cemento Portland tiene ciertas características: es relativamente fuerte en · compresión pero débil en tensión y tiende a ser frágil. Estas dos debilidades han limitado su uso. (Meza, 2015, p. 5)

### **Ingeniería sísmica**

Otra debilidad fundamental del hormigón es que las grietas comienzan a formarse tan pronto como se coloca el hormigón y antes de que se haya endurecido correctamente. Estas grietas son la principal causa de debilidad en el concreto, particularmente en grandes aplicaciones en el sitio que conducen a fracturas y fallas posteriores y a una falta general de durabilidad. Mencionan que el hormigón hecho con cemento Portland tiene ciertas características: es relativamente fuerte en · compresión pero débil en tensión y tiende a ser frágil. Estas dos debilidades han limitado su uso. (Meza, 2015, p. 15).

La debilidad en la tensión puede superarse mediante el uso de un refuerzo de varilla convencional y, en cierta medida, mediante la inclusión de un volumen suficiente de ciertas fibras. El polipropileno es un polímero de hidrocarburo sintético, cuya fibra se fabrica mediante procesos de extrusión mediante estirado en caliente del material a través de una matriz. Este artículo trata de los efectos de la adición de diversas proporciones de fibra de polipropileno sobre las propiedades del hormigón. Esta contribución presenta los resultados de una investigación experimental llevada a cabo para estudiar el efecto del contenido de fibra en los ensayos de compresión, tracción (ensayo de rotura) y flexión del hormigón reforzado con fibra de polipropileno. (Meza, 2015, p. 15).

Se utilizaron fibras de polipropileno de alto rendimiento de diferente contenido de fibra. Se realizaron cubos de compresión (100 mm), cilindro de tensión (prueba de partición) (100x 200 mm) y ensayos de flexión en un punto tanto en el control (sin fibras) como en las muestras de hormigón prismático con muescas con fibras de sección transversal de 100 x 100 mm y luz libre de 400 mm. Los resultados mostraron que las propiedades de compresión, tensión (prueba de división) y flexión de la matriz de concreto no son significativamente buenas por la adición de fibras de polipropileno de alto rendimiento. De las tres pruebas diferentes para fibras de polipropileno que se utilizaron en este estudio, las diferentes dosis de fibras de (0.0%, 0.5%, 1.0% y 1.5%) no mostraron una buena eficiencia en la disminución de la resistencia a la flexión en (63.5%, 59.8 %, 42,6% y 40,5%) respectivamente

Hamed M. y Abdulkader G. (2016) en su artículo “Experimental Study of Polypropylene Fiber-Reinforced Concrete”, en el departamento de Ingeniería Geotécnica, Facultad de Ingeniería, Universidad de Koya, Erbil, Iraq. (Núñez García, 2014, p. 13).

Novry R. (2016). Tesis titulada “Development of polypropylene fiber as concrete reinforcing fiber” Presentada en cumplimiento parcial del requisitos para el grado de Maestría En ciencias Aplicadas, en la Universidad de Columbia británica – Canada. El objetivo de esta investigación es producir fibras de polipropileno con interfaz mejorada pegada con una matriz de hormigón. (Meza, 2015, p. 17).

Las partículas de humo de sílice causaron cambios significativos en la rugosidad de la superficie de la fibra y contribuyó a la mejora del rendimiento de unión en una matriz a base de cemento. La inclusión de las fibras extruidas en una matriz de hormigón también

mejoró la tenacidad a la flexión. Adicional se realizaron pruebas para examinar el desempeño de la fibra extruida en la prevención de agrietamiento por contracción. Se evaluó el mortero reforzado con fibras que contiene fibras de RPP y SFPP. Basado en la eficiencia de reducción del área total de grietas y la eficiencia de reducción del ancho de grietas SFPP las fibras se comportaron mejor que las fibras RPP. Estos resultados indican que el objetivo de desarrollar. Se logró con éxito una fibra de refuerzo de hormigón utilizando equipo de laboratorio

La extrusora mezcladora de laboratorio combinada con la Randcastle. El dispositivo de estirado de líneas de fibra se utilizó para producir fibra a partir de chips de polipropileno (PP). Un objetivo El diámetro de fibra de 0,5 mm se obtuvo a partir de un proceso de 2 etapas en la línea de producción. El esfuerzo mejorar la superficie de la fibra mediante la aplicación de un revestimiento sol-gel de óxido de aluminio no fue satisfactorio debido a la falla de los materiales de revestimiento para adherirse a la fibra. Incorporación de humo de sílice (SF) el polvo en el proceso de extrusión de fibra mejora las propiedades de la fibra. PP coextruido con humo de sílice (SFPP) tiene diferentes características en apariencia, flexibilidad y rugosidad superficial. Más lo que es más importante, las coextrusiones produjeron mejoras significativas en las características de la superficie.: (Meza, 2015, p. 20).

### **Diseño estructural convencional**

Gad, Desai & Shivaji (2016). *“Effect of carbon lamination on the strength of concrete structures”*. University, Kolhapur, and India. Objetivo de este trabajo consiste en la preparación y prueba de diferentes modelos estructurales como cubos, vigas y columnas. Se prueban para la prueba de compresión, la prueba de flexión y la prueba de tracción dividida. La comparación entre los modelos estructurales laminados y no laminados se realizó con el fin de saber cuánta ganancia de resistencia después de probar estos modelos estructurales, por lo que la rehabilitación de cualquier estructura se puede hacer sin demolerla con una relación peso / resistencia menor. (Meza, 2015, p. 17).

## **Aislamiento sísmico**

### **Introducción**

Albicini (2017) "*Comparison Mechanical Properties of Two Types of Light Weight Aggregate Concrete*" - Iraq. En este artículo, el trabajo experimental realizado para emular la influencia de la adición de dos tipos de material liviano; EPA o VP sobre las propiedades cambiantes del hormigón. Se adoptó la estrategia de relación volumétrica para agregar estos materiales en lugar de agregado grueso en la mezcla. La relación volumétrica fue 10, 20, 30, 40 y 50%, respectivamente. El objetivo esencial de este documento es especificar la variación entre las propiedades del concreto con presencia de EPA una vez y otras veces con presencia de VP en la mezcla de concreto.

Además, las propiedades del concreto que contenía EPA o VP como material aditivo en comparación con las propiedades del concreto sin agregar nadan a la especificación de la cantidad real de cambio del comportamiento físico-estructural del concreto. Para lograr este objetivo; Once mezclas de concreto de laboratorio preparadas y sometidas a pruebas de (densidad, resistencia a la compresión y resistencia a la abrasión). Vale la pena señalar que en el laboratorio de Ingeniería de Tecnología de Construcción y Construcción / Universidad Técnica del Norte en Mosul / Iraq, la mezcla de hormigón, la preparación de muestras, así como el material (el ingrediente principal del hormigón) y las pruebas de muestras realizadas. Basado en los resultados experimentales actuales en este artículo.

Las principales conclusiones pueden resumirse como sigue: (a) El incremento de la dosis de EPA en la mezcla de concreto del 10 al 50% con un paso de variación del 10% contribuye a disminuir la densidad del concreto del 13.75 al 38.19% en comparación con la mezcla de referencia. Con la misma variación paso de incremento; pero usando material VP, el rango de disminución de la densidad del concreto de 11.91 a 24.23% en comparación con la mezcla de referencia.

En consecuencia, la presencia de EPA en la mezcla de concreto fue un impacto mayor para disminuir la densidad del concreto que VP. (b) Bajo el porcentaje máximo de agregado grueso de reemplazo volumétrico por material VP (50%), la disminución en la resistencia a la compresión de C11 no superó el 37.37%, mientras que solo bajo 20% del agregado grueso de reemplazo volumétrico por EPA (C3) la resistencia a la compresión disminuyó en 42.11% en comparación con la mezcla de referencia. Por lo tanto, la

influencia de agregar un VP como sustancia alternativa al agregado grueso fue menos efectiva en la disminución de la resistencia a la compresión del concreto que la EPA. (c) La tendencia de aumentar tanto el valor de la profundidad de desgaste como de los materiales desgastados fue más con la existencia de EPA dentro de la mezcla de concreto que con VP. Por lo tanto, la muestra contiene VP exhibió más resistencia a la abrasión que la EPA. Los valores más altos de profundidad de desgaste y materiales desgastados se alcanzaron en C6 (con la dosis porcentual más alta de EPA) y fue de 0,68 mm, 32 g, respectivamente. (d) Una mirada más cercana a los hallazgos obtenidos de este trabajo ilustra que la resistencia a la compresión es un parámetro importante que afecta la resistencia a la abrasión de la mezcla de concreto.

### **Tipos de aisladores sísmicos**

Mohamed (2017) Tesis doctoral donde consiste en contribuir a la mejora del conocimiento del comportamiento adherente a largo plazo de los sistemas de refuerzo NSM FRP, así como proporcionar su datos experimentales contrastadas. Con esta finalidad se ha realizado un estudio de la respuesta adherencia-deslizamiento a largo plazo de laminados de NSM FRP de carbono (CFRP) con hormigón sometidos a cargas mantenidas y diferentes condiciones ambientales.

### **Aislador Elastomérico Convencional**

Metodología: En el presente estudio se han llevado a cabo dos campañas experimentales. En la primera se han realizado cuatro series de ensayos para estudiar la fluencia con cargas de tracción de un adhesivo epoxídico sometido a la combinación de diferentes cargas mantenidas y diferentes condiciones de temperatura y humedad.

En la segunda campaña se ha realizado un estudio del comportamiento adherente a largo plazo, en términos de la respuesta adherencia-deslizamiento, de laminados NSM CFRP con hormigón, tanto a nivel experimental como analítico, con el fin de ampliar en conocimiento en este campo. Resultados: En este sentido, se han ejecutado cinco series de ensayos de pull-out a cortante simple, con carga mantenida, en los que el hormigón estaba reforzado con láminas de NSM CFRP. Como parámetros de estudio se han considerado diferentes valores de la carga mantenida, longitud adherente, anchura de ranura, temperatura y humedad. (Ramos, 2018, p. 4)

## Aislador Elastomérico de Bajo Amortiguamiento (LDR)

Según Herrera (2018, p. 9) “Los resultados experimentales a largo plazo de ambas campañas se han presentado y analizado, habiéndose observado que los cambios en los parámetros estudiados tuvieron un efecto relevante en la respuesta a largo plazo. Adicionalmente, se ha presentado una metodología simplificada para la simulación analítica del comportamiento adherente de la respuesta adherencia-deslizamiento a largo plazo de los laminados NSM FRP con hormigón”.

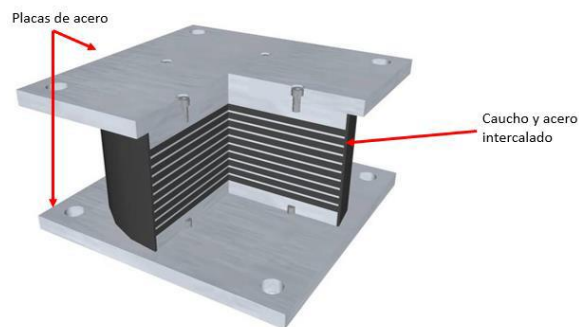


Figura 1. Aislador elastoméricos de bajo amortiguamiento.

La metodología propuesta se ha comprobado mediante la comparación de los datos experimentales con las predicciones obtenidas analíticamente. Evaluación según Manzano, J. (2014), En su investigación el procedimiento del concreto adicionado con fibra y a su vez utilizados con el objetivo de impedir fenómenos nocivos el cual disminuya la resistencia de los elementos ejecutados de concreto, expone a su vez que se descubrirá los tipos de fenómenos los cuales se encuentran relacionados a la contracción del concreto ya que llegaran a ser disminuidos en el uso de fibras en la mezcla (Herrera, 2018, p. 10)

## Aisladores de bajo amortiguamiento con núcleo de plomo (LRB)

Uso de concreto con fibra de polipropileno consiste en investigar y evaluar la influencia de la fibra de polipropileno sean empleados en el concreto fresco y endurecido, los cuales se utilizaron herramientas y técnicas de investigación los cuales nos dan resultados del tipo experimental sobre la conducta de las fibras tipos de agregados estándares. De esta manera se determina que el incremento de la fibra y micro fibras de polipropileno con la mezcla nos da buenos resultados reduciendo la aparición de agrietamientos en contracción plástica (Gil y Jave, 2018, p. 26)



El concreto según Neville y Brooks (2010), en su libro Tecnología del Concreto dice: el concreto es un producto o masa conformada por un medio aglutinador. Por lo general es producto de la reacción que genera el cemento hidráulico y agua. No obstante esta aclaración comprende una extensa gama de productos; hay concretos elaborados con distintos tipos de cemento: puzolana, ceniza, aditivo “dosificado”, ingredientes para la mezcla, polímeros y fibras, entré otros. (p.10)

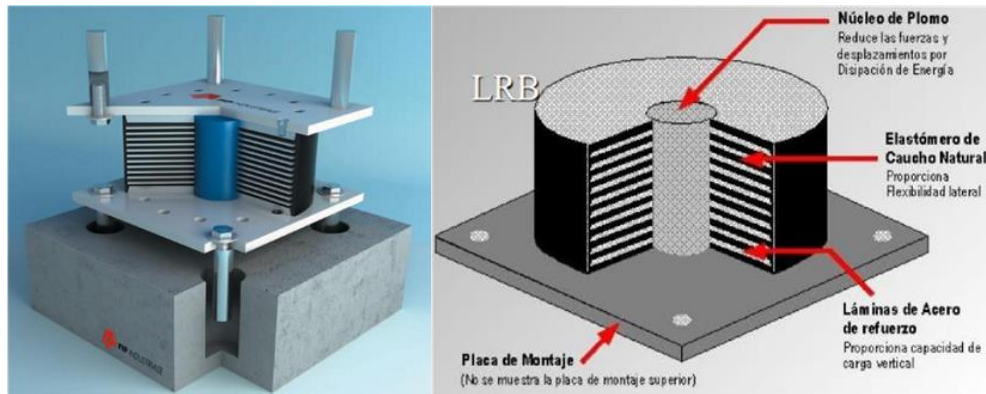


Figura 2. Aislador elastomérico con núcleo de plomo.

#### Losa de aislación

Características del concreto. Las proporciones de los ingredientes que forman parte del metro cúbico del concreto, serán seleccionadas de tal forma que el concreto permita la facilidad de colocación, consistencia, resistencia y durabilidad.

Trabajabilidad. Característica del concreto en condición no endurecido, con la capacidad para ser manipulado, trasladado, colocado y acabado convenientemente sin presentar segregación. Continuamente se recomienda trabajar con la mínima cantidad de agua, con la finalidad de obtener la trabajabilidad y resistencia optimas sin afectar la durabilidad.

Consistencia. Precisa la plasticidad de la mezcla por el nivel de fluidez, a mayor humedad en la mezcla mayor será la fluidez del concreto durante su colocación. El concreto adquiere consistencia seca, plástica o fluida. El procedimiento con el cual definimos su consistencia, es por medio de la prueba de revenimiento, la misma que determina la fluidez de la mezcla por el asentamiento. En la presente exploración; se usara un concreto de consistencia plástica, al Cual le corresponde revenimientos de 3” – 4” (75mm a 100 mm) según la Norma Alemana y criterios norteamericanos.

Resistencia. Es el esfuerzo máximo que Máximo resiste el concreto sin quebrarse, puesto que el concreto trabaja esencialmente a esfuerzos de compresión, la resistencia es un indicador de calidad del mismo y es empleada para aceptación o rechazo del concreto.

Durabilidad. El concreto tiene la capacidad de endurecer y sostener sus características en el tiempo, generalmente las exigencias de exposición como es el caso de esta investigación, el clima de temperatura variable, podrían hacer perder su capacidad de durabilidad, por las fisuras y la pérdida de resistencia que generan los ciclos, reduciendo su vida útil. Siendo un concreto durable aquel que es capaz de resistir, a las condiciones de medio ambiente que se encuentre sometido.

Cemento. Neville y Brooks (2010), en su libro Tecnología del Concreto dice:

1.1.1. Estos materiales tienden a fraguar y endurecer cuando entran en contacto con el agua, ya que experimentan un cambio químico. Esta hecho fundamentalmente de la composición de un material calcáreo-como piedra caliza y yeso y una base de sílice y alúmina, como arcilla o esquisto. (p.15)

$$DO \approx (3 \text{ a } 6) Di \quad \text{Ecuación (1)}$$

*Dónde:*

*DO = Diámetro exterior.*

*Di = Diámetro interior.*

$$T_r \geq Di \quad \text{Ecuación (2)}$$

*Dónde:*

*T<sub>r</sub> = Altura total de gomas.*

*Di = Diámetro interior.*

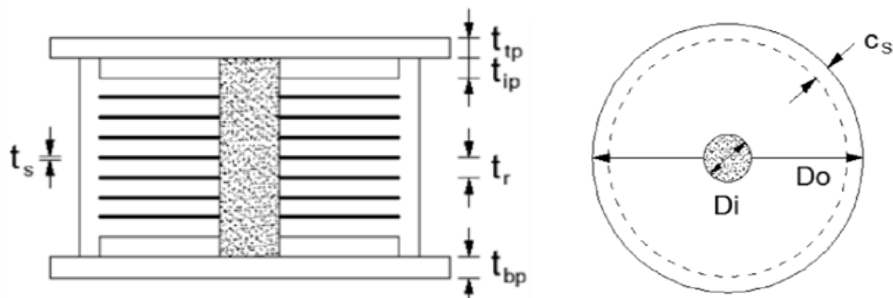


Figura 3. Dimensiones de un aislador con núcleo de plomo.

### Propiedades de los materiales

Áridos Gruesos, según la norma NTP 400.037 es el árido consistente en grava, piedra fraccionada, concreto reciclado, o la combinación de los mismos. Material que no pasa el tamiz 4.75 um (N° 4), como se muestra en la tabla N° 3” (Gil y Jave, 2018, p. 32).

### Viga de aislación

Gradación de áridos norma ASTM C 136. La granulometría de un agregado, es el procedimiento que puede ser manual o mecánico, por el cual separamos las partículas que constituyen al árido según sus tamaños, pudiendo notar la porción en peso de cada diámetro, por malla que otorga al peso total. Se utilizan mallas de diferentes aberturas, generalmente cuadradas.

Es por ellos porcentajes acumulados se realiza el trazado de la gráfica de datos del árido.

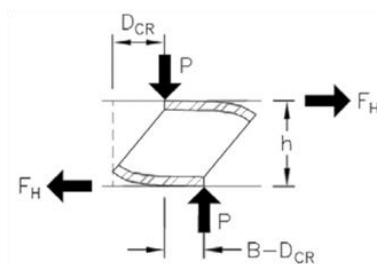


Figura 4. Descripción de desprendimiento del aislador.

Gradación del árido fino (NTP 400.037). Los requerimientos de las normas ASTM C 33, permiten un rango de granulometría, la separación por tamaños de las partículas se define a través de una secuencia de mallas reguladas, siendo en el caso del árido fino las siguientes. N° 4, 8, 16, 30,50 y 100, la norma fija límites para el control de la granulometría que se muestran.

Gradación del árido fino (NTP 400.037). Los requerimientos de las normas ASTM C 33, permiten un rango de granulometría, la separación por tamaños de las partículas se define a través de una secuencia de mallas reguladas, siendo en el caso del árido fino las siguientes. N° 4, 8, 16, 30,50 y 100, la norma fija límites para el control de la granulometría que se muestran.

Control de espesor de goma

**Gradación del árido grueso (NTP 400.037).** Árido grueso es aquel que no pasa el tamiz 4.75 mm (N° 4) y acata los parámetros continua. Seguidamente se muestran los requerimientos de granulometría del árido grueso definidos por la norma NTP 400.037 o ASTM C 33, la gradación tendrá que ser de preferencia. El tamiz que separa al agregado fino del agregado grueso es el de 4.75 mm, todo árido menor a 4.75 mm será considerado como agregado fino. (pp. 188 - 189).

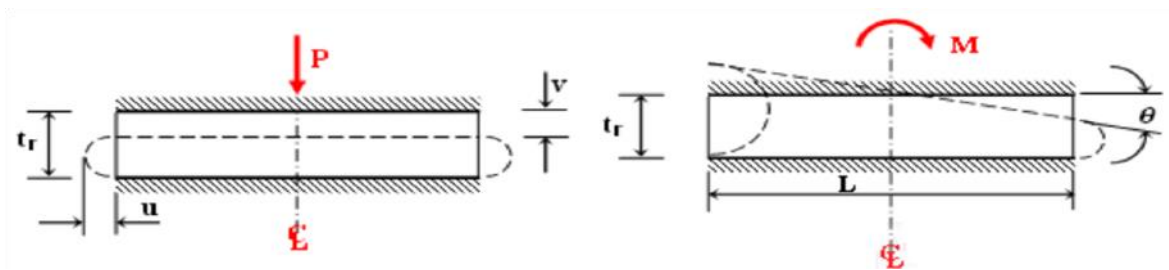


Figura 5. Cargas, desplazamientos y giro actuando en un aislador.

### Área reducida de goma

“Tamaño máximo nominal de áridos. Abanto (2009), en su libro Tecnología del Concreto dice: La medida máxima de los agregados, se da dependiendo del orificio de la malla superior a la que detiene el 15% o más, al tamizar por ella el agregado más grueso” (Aguar, 2013, p. 189).

$$A_r = A \left( \frac{\delta - \text{sen } \delta}{\pi} \right) \quad \text{Ecuación (2)}$$

Dónde:

$A_r$  = Área reducida.

$A$  = Área.

$\delta$  = Deformacion equivalente.

$$\delta = 2 \cos^{-1} \left( \frac{u}{D_0} \right) \quad \text{Ecuación (2)}$$

Dónde:

$\delta$  = Deformacion equivalente,

$u$  = Desplazamiento horizontal.

$D_0$  = Diametro exterior.

$$A = \frac{\pi}{4} (D_o^2 - D_i^2) \quad \text{Ecuación (2)}$$

Donde:

$A$  = Área.

$D_0$  = Diametro exterior.

$D_i$  = Diámetro interior.

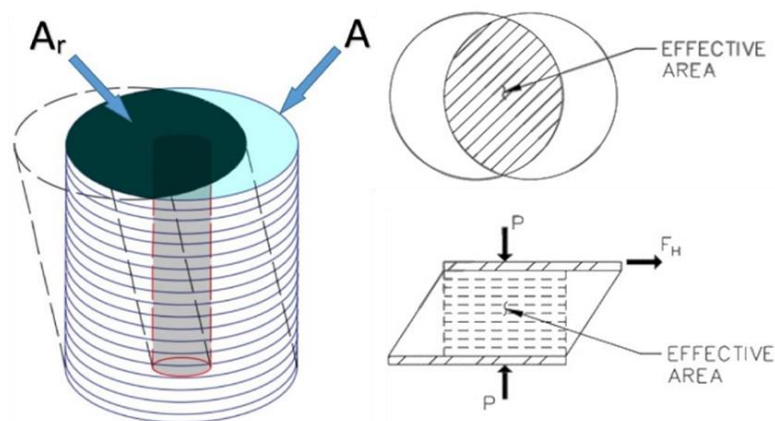


Figura 6. Área efectiva de un aislador elastomérico.

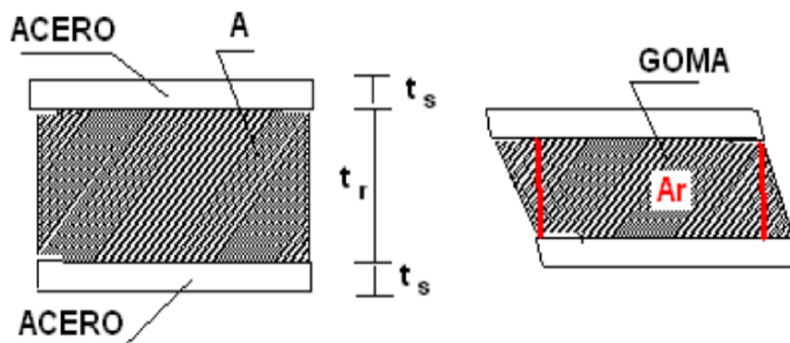


Figura 7. Área reducida en un aislador elastomérico.

### Cálculo de las deformaciones angulares

“Agua para mezcla de concreto. Abanto (2017), libro Tecnología del Concreto dice: El agua a utilizarse en la elaboración de la mezcla, será pura sin presencia de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica y algún otro contenido que pueden perjudicar al concreto” (Aguiar, 2013, p. 189).

$$\gamma_c = \frac{P_u}{A_r G S} f_1 \leq 3.5 \quad \text{Ecuación (2)}$$

*Dónde:*

$\gamma_c =$  *Deformación angular por corte.*

$P_u =$  *Carga axial.*

$A_r =$  *Área reducida.*

$G =$  *Módulo de corte de la goma.*

$S =$  *Factor de forma.*

“Agua para curado de concreto. El agua para curado deberá también ser apta, potable de manera de no afectar al concreto, siendo el curado después del vaciado muy importante, debido a que el concreto seguirá desarrollando resistencia, mientras encuentre cemento sin hidratar, esto debido a que se vuelve a colmar el concreto luego del secado, lo cual provoca que la hidratación se reanude y por consiguiente la resistencia siga aumentando.” (Aguiar, 2013, p. 190).

“Los aditivos a utilizarse en la mezcla acataran con las especificaciones de la norma.” (Aguiar, 2013, p. 195).

$$\gamma_r = \frac{D_0^2 \theta}{t_r T_r} f_2 \quad \text{Ecuación (2)}$$

*Dónde:*

$\gamma_r =$  *Deformación angular por rotación.*

$D_0 =$  *Diametro exterior.*

$\theta =$  *Rotación.*

$t_r =$  *Espesor de capa de goma.*

$T_r =$  *Altura de capas de goma.*

“Que son los aditivos en el concreto. Abanto (2017), en su libro Tecnología del concreto dice: Sustancias adicionadas a los ingredientes básicos objetivo de alterar ver tabla N° 6” (Aguiar, 2013, p. 195).

**Tabla 1.** Valores de  $f_2$  para un aislador circular.

S	k/G			
	2000	4000	6000	$\theta$
5.0	1.02	1.01	1.01	1.00
7.5	1.05	1.03	1.02	1.00
10.0	1.10	1.05	1.03	1.00
12.5	1.15	1.08	1.05	1.00
15.0	1.20	1.11	1.07	1.00
17.5	1.27	1.14	1.10	1.00
20.0	1.34	1.18	1.13	1.00
22.5	1.41	1.23	1.16	1.00
25.0	1.49	1.27	1.19	1.00
27.5	1.57	1.32	1.23	1.00
30.0	1.66	1.37	1.26	1.00

“Se proporcionara según recomendación del fabricante en 4% del peso del cemento:”  
(Aguiar, 2013, p. 196).

$$\gamma_s = \frac{u}{T_r} \quad \text{Ecuación (2)}$$

Dónde:

$\gamma_s$  = Deformación angular por corte.

$u$  = Desplazamiento horizontal.

$T_r$  = Altura de capas de goma.

“Aditivos aceleradores de fragua. Los aditivos aceleradores son usados, para estimular el proceso de fraguado a temprana edad y el correspondiente incremento de resistencia del concreto, en el caso de esta investigación, se busca que el concreto fragüe y adquiera resistencia a edad temprana con la finalidad que el concreto no sea afectado por el congelamiento, y que es causal de afectación en la resistencia y en la existencia de las estructuras de concreto” (Aguiar, 2013, p. 196).

**Tabla 2.** Controles

Estado de Carga	Control
$1.2D + 1.6L$	$\gamma_c + \gamma_r + \gamma_s < 6$
$1.2D + 0.5L + 1.0S_{DE}$	$\gamma_c + 0.5\gamma_r + \gamma_s < 7$
$1.2D + 0.25L + 1.0S_{MCE}$	$\gamma_c + 0.25\gamma_r + \gamma_s < 9$

Fuente: Microzonificación sísmica de Quito - Roberto Aguiar Falconí

## Control de placas SHIM

“Fibras en el concreto. Neville y Brooks (2010), en su libro Tecnología del Concreto dicen: Las fibras pueden ser de material natural o son producto manufacturado como vidrio, acero, carbón y polímero (polipropileno). Con el fin de fortalecer el cemento con base de fibras, es aumentar la resistencia a la tensión y aplazar el crecimiento de grietas e incrementar el endurecimiento” (Aguiar, 2013, p. 196).

“La fibra de polipropileno es un material agregado de fibras continuas o discontinuas el cual es un material que proviene del plástico, el cual es utilizado como material de refuerzo en el concreto ya que cumple con sus propiedades de impermeabilidad y evita el traspaso de la humedad, de esta manera aumenta la resistencia a la tracción alta, de esta manera comprime la formación de grietas:” (Aguiar, 2013, p. 201).

$$\sigma_r = \sigma_\theta = \frac{t_r}{t_s} \frac{P}{A_r} \left( \frac{3+v}{2} \right) \quad \text{Ecuación (2)}$$

*Dónde:*

$\sigma_r$  = *Esfuerzo radial.*

$\sigma_\theta$  = *Esfuerzo angular.*

$t_r$  = *Espesor de capas de goma.*

$t_s$  = *Espesor de placas SHIM.*

$P$  = *carga axial.*

$A_r$  = *Área reducida,*

$v$  = *Módulo de poisson.*

$$\sigma_z = -2 \frac{P}{A_r} \quad \text{Ecuación (2)}$$

*Dónde:*

$\sigma_z$  = *Esfuerzo vertical.*

$P$  = *carga axial.*

$A_r$  = *Área reducida,*



“Este material cuenta con muy buenas características el cual hace que sea un elemento de suma importancia e ideal para obtener algunas ventajas en las obras el cual es añadido a la mezcla.” (Aguiar, 2013, p .202).

$$\sigma_r = \sigma_\theta = 1.65 \frac{t_r \rho}{t_s A_r} \quad \text{Ecuación (2)}$$

*Dónde:*

$\sigma_r =$  *Esfuerzo radial.*

$\sigma_\theta =$  *Esfuerzo angular.*

$t_r =$  *Espesor de capas de goma.*

$t_s =$  *Espesor de placas SHIM.*

$P =$  *carga axial.*

$A_r =$  *Área reducida,*

Se muestra en la figura N° 8.

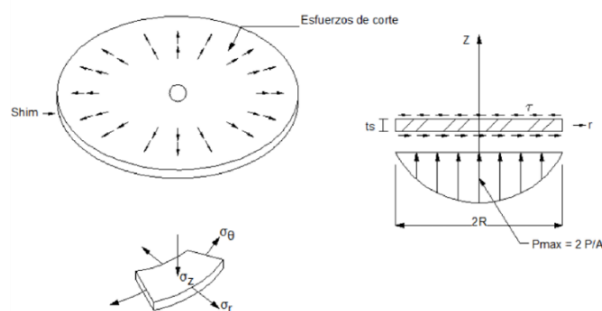


Figura 8. Esfuerzos del aislador.

$$\tau_{max} = \left( \frac{\sigma_r + \sigma_z}{2} \right) \quad \text{Ecuación (2)}$$

*Dónde:*

$\tau_{max} =$  *Esfuerzo máximo.*

$\sigma_r =$  *Esfuerzo radial.*

$\sigma_z =$  *Esfuerzo vertical.*

Al reemplazar  $\sigma_r$  y  $\sigma_z$  se tiene:

$$\tau_{max} = \frac{1.65 \frac{t_r}{t_s} \frac{P}{A_r} + 2 \frac{\rho}{A_r}}{2} = \frac{\rho}{2 A_r} \left( 2 + 1.65 \frac{t_r}{t_s} \right) \quad \text{Ecuación (2)}$$

*Dónde:*

$\tau_{max}$  = Esfuerzo máximo.

$t_r$  = Espesor de capas de goma.

$t_s$  = Espesor de placas SHIM.

$P$  = carga axial.

$A_r$  = Área reducida.

“La fibra de polipropileno es un material compuesto de fibra continua o discontinua compuesta de una matriz plástica dicho material se va a utilizar en la mezcla como refuerzo por tener buenas características como una buena resistencia química, evita el paso de la humedad, y tiene un menor peso específico.” (Aguiar, 2013, p .202).

$$\tau_{max} = 0.54 f_y \quad \text{Ecuación (2)}$$

*Dónde:*

$\tau_{max}$  = Esfuerzo máximo.

$f_y$  = Esfuerzo de fluencia del acero.

Con lo que se tiene:

$$0.54 f_y = \frac{P}{2 A_r} \left( 2 + 1.65 \frac{t_r}{t_s} \right) \quad \text{Ecuación (2)}$$

*Dónde:*

$f_y$  = Esfuerzo de fluencia del acero.

$t_r$  = Espesor de capas de goma.

$t_s$  = Espesor de placas SHIM.

$P$  = carga axial.

$A_r$  = Área reducida.

Al despejar el valor de  $t_s$  de esta última ecuación se tiene:

$$t_s = \frac{1.65 t_r}{1.08 f_y \frac{A_r}{P} - 2} \quad \text{Ecuación (2)}$$

*Dónde:*

$t_s =$  *Espesor de placas SHIM.*

$P =$  *carga axial.*

$A_r =$  *Área reducida.*

$f_y =$  *Esfuerzo de fluencia del acero.*

$t_r =$  *Espesor de capas de goma.*

“Lógicamente en su libro Tecnología del Concreto dice: Las componentes de la mezcla, tendrán que ser elegidas proporcionalmente para llegar a una óptima trabajabilidad, con una resistencia y durabilidad específica para el desarrollo de este trabajo” (Aguiar, 2013, p .203).

$$t_s \geq \frac{\alpha t_r}{1.08 f_y \frac{A_r}{P} - 2} \quad \text{Ecuación (2)}$$

*Dónde:*

$t_s =$  *Espesor de placas SHIM.*

$\alpha =$  *Factor de seguridad.*

$P =$  *carga axial.*

$A_r =$  *Área reducida.*

$f_y =$  *Esfuerzo de fluencia del acero.*

$t_r =$  *Espesor de capas de goma.*

“Las características dependerán del uso que se le quiera dar al concreto, las condiciones a las que estará expuesto, las propiedades físicas del concreto, en este caso estará expuesto a hielo y deshielo, el diseño buscara contrarrestar el problema de la temperatura por medio del fraguado acelerado del concreto y la inclusión de fibras sintéticas, para que no afecte en su resistencia proyectada, además se minimice las fisuras, y se pueda incrementar su durabilidad.”. (p .203).

## Control de pandeo

“Información necesaria para el diseño de mezcla. Las características que se requieran y el empleo que tendrá el concreto, el medio ambiente al cual estará expuesto, información básica sobre las particularidades de los materiales a ser utilizados son de carácter importante. Información obtenida del laboratorio en las experimentaciones de los materiales a ser usados en el diseño” (Aguiar, 2013, p .205).

$$P_{cr} = \frac{\pi \sqrt{\lambda} G S A_c}{T_r} \quad \text{Ecuación (2)}$$

*Dónde:*

$P_{cr}$  = Carga crítica de pandeo.

$G$  = Módulo de corte de la goma.

$S$  = Factor de forma.

$A_c$  = Área a corte.

$T_r$  = Altura de espesores de goma.

“Tecnología del concreto, dice: “La resistencia mecánica, se calcula rompiendo los testigos cilíndricos de concreto” (Aguiar, 2013, p .205).

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}} \quad \text{Ecuación (2)}$$

*Dónde:*

$r$  = Radio de giro.

$I$  = Momento de inercia.

$A$  = Área.

“Diafragmas. Las losas de piso que se comportan como diafragmas, tal como son usados en las edificaciones, son elementos estructurales que cumplen las siguientes funciones:” (Aguiar, 2013, p .205).

$$P_{cr} = 0.2181 \frac{G D^4}{t_r T_r} \quad \text{Ecuación (2)}$$

*Dónde:*

$P_{cr}$  = Carga crítica de pandeo.

$G =$  Módulo de corte de la goma,

$D =$  Diámetro del aislador sin orificios.

$t_r =$  Espesor de capas de goma,

$T_r =$  Altura de espesores de goma,

Apoyan los elementos de la estructura como los muros, tabiques, etc., que resisten fuerzas horizontales, los cuales no son parte del sistema vertical que resiste a éstas fuerzas (p. 205).

$$P_{cr} = 0.2181 \frac{G D_o^4 \left(1 - \frac{D_i}{D_o}\right) \left(1 - \frac{D_i^2}{D_o^2}\right)}{t_r T_r \left(1 + \frac{D_i^2}{D_o^2}\right)} \quad \text{Ecuación (2)}$$

*Dónde:*

$P_{cr} =$  Carga crítica de pandeo.  $G =$  Módulo de corte de la goma,

$D_o =$  Diámetro exterior.

$D_i =$  Diámetro interior.

$t_r =$  Espesor de capas de goma,

$T_r =$  Altura de espesores de goma.

“Y, transfieren las fuerzas laterales desde el punto de aplicación al sistema vertical. Las distribuciones de las fuerzas internas de los diafragmas se muestran” (Aguilar, 2013, p. 205).

$$P_{cr}' = P_{cr} \frac{A_r}{A} \quad \text{Ecuación (2)}$$

*Dónde:*

$P_{cr}' =$  Carga crítica de pandeo con desplazamiento lateral,

$P_{cr} =$  Carga crítica de pandeo sin desplazamiento lateral.

$A =$  Área,

$A_r =$  Área reducida.

**Diseño de mezclas método ACI.** Elaboro una secuencia en su diseño de mezclas de carácter sencillo, el cual se basa en las tablas creadas en la experimentación de los áridos, permitiéndonos adquirir indicadores de los distintos ingredientes que componen la unidad cubica del concreto. (Aguiar, 2013, p .206). Ver figura N° 9.

$$P_{cr}' > 0.15 P_{cr} \quad \text{Ecuación (2-23)}$$

(Aguiar-Ec (8.37))

*Dónde:*

$P_{cr}' =$  Carga crítica de pandeo con desplazamiento lateral,

$P_{cr} =$  Carga crítica de pandeo sin desplazamiento lateral.

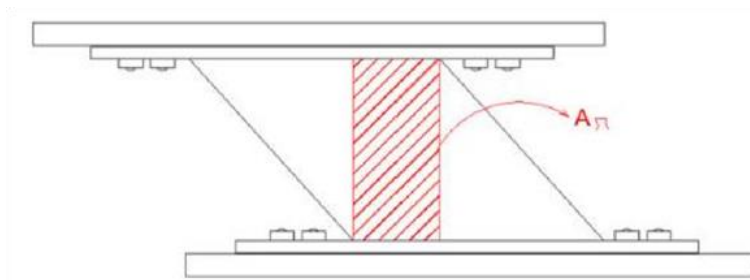


Figura 9. Carga crítica de pandeo cuando existe desplazamiento.

Se eligió el método ACI, para el diseño de mezclas, contiene en comparación con el método Walker, y también posee menos cemento lo cual lo hace más económico y con las mismas características.

$$\frac{P_{cr}'}{P_u} > 2 \quad \text{Ecuación (2)}$$

*Dónde:*

$P_{cr}' =$  Carga crítica de pandeo con desplazamiento lateral.

$P_u =$  Carga última.

Para cargas verticales más sino MCE

$$\frac{P_{cr}'}{P_u} > 1.1 \quad \text{Ecuación (2)}$$

*Dónde:*

$P_{cr}' =$  Carga crítica de pandeo con desplazamiento lateral.

$P_u =$  Carga última.

## Control de placas exteriores

Resistencia a la compresión diametral: Es primordial determinar este ensayo para las estructuras de concreto liso por su vulnerabilidad al agrietamiento que pueden estar expuestos a terremotos como la presa. Normalmente es utilizada para losas de pavimentos y pista de aeródromos (Hindari, 2013, parr. 2). Se puede obtener cumpliendo la metodología de la NTP 339.084 (Aguiar, 2013, p. 208).

$$L = D_0 - 2 C_s \quad \text{Ecuación (2)}$$

*Dónde:*

*L = Largo de columna rectangular equivalente.*

*D<sub>0</sub> = Diámetro exterior.*

*C<sub>s</sub> = Recubrimiento de la goma*

$$b = \frac{A_r}{L} \quad \text{Ecuación (2)}$$

*Dónde:*

*b = Ancho de la columna rectangular equivalente.*

*L = Largo de columna rectangular equivalente.*

*A<sub>r</sub> = Área reducida.*

Resistencia a la compresión diametral: Es primordial determinar este ensayo para las estructuras de concreto liso por su vulnerabilidad al agrietamiento que pueden estar expuestos a terremotos como la presa. Normalmente es utilizada para losas de pavimentos y pista de aeródromos (Hindari, 2013, parr. 2). Se puede obtener cumpliendo la metodología de la NTP 339.084 (Aguiar, 2013, p. 209). Ver figura N° 10

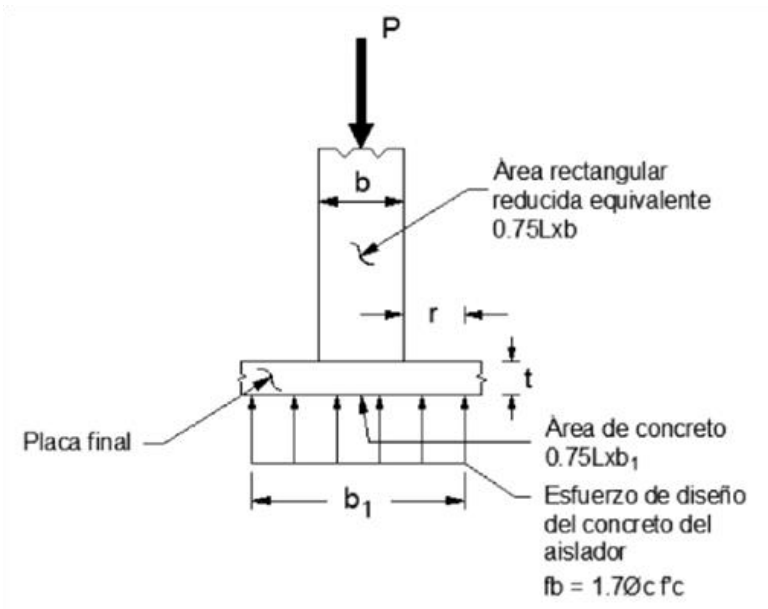


Figura 10. Método de placas externas.

$$f_b = 1.7 \phi_c f_c' \quad \text{Ecuación (2)}$$

*Dónde:*

$f_b$  = Esfuerzo del concreto.

$\phi_c$  = Factor de minoración de esfuerzos.

$f_c'$  = Resistencia del concreto a compresión

Resistencia a la compresión diametral: Es primordial determinar este ensayo para las estructuras de concreto liso por su vulnerabilidad al agrietamiento que pueden estar expuestos a terremotos como la presa. Normalmente es utilizada para losas de pavimentos y pista de aeródromos (Hindari, 2013, parr. 2). Se puede obtener cumpliendo la metodología de la NTP 339.084 (Aguar, 2013, p .209).

$$b_1 = \frac{P}{0.75 L f_b} \quad \text{Ecuación (2)}$$

*Dónde:*

$b_1$  = Ancho del concreto.

$L$  = Largo de columna rectangular equivalente.

$f_b$  = Esfuerzo del concreto,

$P$  = Carga axial.



$$r = \frac{b_1 - b}{2} \quad \text{Ecuación (2)}$$

*Dónde:*

*r = Brazo de momento.*

*b<sub>1</sub> = Ancho del concreto.*

*b = Ancho de la columna rectangular equivalente.*

Unidad de longitud, es:

$$M_u = \frac{f_b r^2}{2} \quad \text{Ecuación (2)}$$

*Dónde:*

*M<sub>u</sub> = Momento último.*

*r = Brazo de momento.*

*f<sub>b</sub> = Esfuerzo del concreto.*

El espesor.

$$t \geq \sqrt{\frac{4 M_u}{\phi_b f_y}} \quad \text{Ecuación (2)}$$

*Dónde:*

*t = Espesor de placas SHIM.*

*M<sub>u</sub> = Momento último.*

*r = Brazo de momento.*

*φ<sub>b</sub> = Factor de minoración de esfuerzos por sismos.*

*f<sub>y</sub> = Esfuerzo de fluencia de las placas de acero.*

## Análisis dinámico modal espectral

### Espectro de respuesta

Resistencia a la compresión diametral: Es primordial determinar este ensayo para las estructuras de concreto liso por su vulnerabilidad al agrietamiento que pueden estar expuestos a terremotos como la presa. Normalmente es utilizada para losas de pavimentos y pista de aeródromos (Hindari, 2013, parr. 2). Se puede obtener cumpliendo la metodología de la NTP 339.084 (Chopra, 2014, p. 207).

### Parámetros de espectro de pseudo aceleraciones

#### Zonificación y factor de zona

Resistencia a la compresión diametral: Es primordial determinar este ensayo para las estructuras de concreto liso por su vulnerabilidad al agrietamiento que pueden estar expuestos a terremotos como la presa. Normalmente es utilizada para losas de pavimentos y pista de aeródromos (Hindari, 2013, parr. 2). Se puede obtener cumpliendo la metodología de la NTP 339.084 (Norma Técnica E 030 Diseño Sismorresistente, 2018, p. 4).



Figura 11. Zonas sísmicas.

### Factor de ampliación sísmica

E 030, 2018, Resistencia a la compresión diametral: Es primordial determinar este ensayo para las estructuras de concreto liso por su vulnerabilidad al agrietamiento que pueden estar expuestos a terremotos como la presa. Normalmente es utilizada para losas de pavimentos y pista de aeródromos (Hindari, 2013, parr. 2). Se puede obtener cumpliendo la metodología de la NTP 339.084. (Art. 2.5).

$$C = \left\{ \begin{array}{ll} T < T_P & C = 2.5 \\ T_P < T < T_L & C = 2.5 \left( \frac{T_P}{T} \right) \\ T > T_L & C = 2.5 \left( \frac{T_P T_L}{T^2} \right) \end{array} \right\} \quad \text{Ecuación (2)}$$

*Dónde:*

$T$  = *Periodo de la estructura.*

$T_P$  = *Periodo corto.*

$T_L$  = *Periodo largo.*

### Coefficiente de reducción de las fuerzas sísmicas

Se determina con la siguiente expresión de en donde se muestra con la tabla N° 14:

$$R = R_0 \cdot I_p \quad \text{Ecuación (2)}$$

**Tabla 3.** *Categoría de las edificaciones*

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A EDIFICACIONES ESENCIALES	A1: Resistencia a la compresión diametral: Es primordial determinar este ensayo para las estructuras de concreto liso por su vulnerabilidad al agrietamiento que pueden estar expuestos a terremotos como la presa.	1,00
	A2: Normalmente es utilizada para losas de pavimentos y pista de aeródromos (Hindari, 2013	1,5
	Resistencia a la compresión diametral: Es primordial determinar este ensayo para las estructuras de concreto liso	
	Se puede obtener cumpliendo la metodología de la NTP 339.084.	
	Resistencia a la compresión diametral: Es primordial determinar este ensayo para las estructuras de concreto liso por su vulnerabilidad al agrietamiento que pueden estar expuestos a terremotos como la presa.	
	Se puede obtener cumpliendo la metodología de la NTP 339.084	
Resistencia a la compresión diametral: Es primordial determinar este ensayo para las estructuras de concreto liso por su vulnerabilidad al agrietamiento que pueden estar expuestos a terremotos como la presa.		

Fuente E.030

**Tipos de espectros para suelo S2, zona 4 y sistema de pórticos de concreto armado.**

Se muestra.

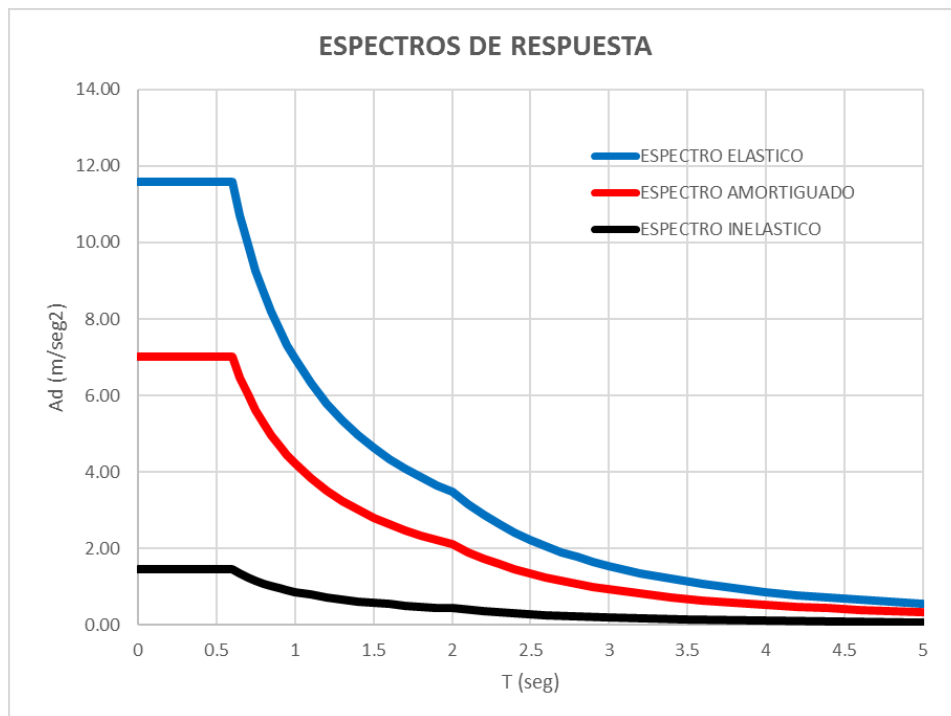


Figura 12. Espectros.

### Espectro de pseudo-aceleraciones elástico

Los factores,

$$S_{a(E)} = Z.U.S.C.g \quad \text{Ecuación (2)}$$

Dónde:

$(E)$ =Aceleración espectral elástica.

$Z$ =Factor de zona.

$U$ =Factor de uso.

$S$ =Factor del tipo de suelo.

$C$ =Factor de amplificación sísmica.

$g$ =Coeficiente de gravedad.

## ATC

El Consejo de Tecnología Aplicada (ATC) Tecnología del Concreto dicen: dividiendo entre 100. Es un indicador del tamaño medio del árido, permite verificar la uniformidad de los mismos. Según la Norma ASTM el árido fino no tendrá. Estructurales de California. La misión de ATC es desarrollar y promover recursos y aplicaciones de ingeniería de vanguardia y fáciles de usar para mitigar los otros tipos en el entorno construido. ATC también identifica y fomenta la investigación necesaria y desarrolla opiniones consensuadas sobre temas de ingeniería estructural en un formato no propietario. ATC cumple así un papel único en la transferencia de información financiada. (Consejo de Tecnología Aplicada, 1978, p. 144).

### Longitud de rotula plástica

Como se observa, el diafragma permite la distribución de las cargas hacia los elementos verticales. Este análisis y diseño se realiza asumiendo que las losas se comportan como una viga continua horizontal que se apoya.

En detalle, la losa actuaría como el alma de la viga continua, y a su vez, las vigas perimetrales como las alas de la viga. Paulay y Priestley, (1992 en su investigación, resalta dos puntos sobre la importancia de la rigidez de un diafragma, su correcto uso y análisis. Primero, menciona que la flexibilidad del diafragma actúa sobre la respuesta del edificio mediante las fuerzas y desplazamientos internos, los cuales cambian el periodo de la estructura por lo que transforma la fuerza transmitida, es decir, un diafragma flexible es directamente proporcional a las fuerzas cortantes y de momento flector.

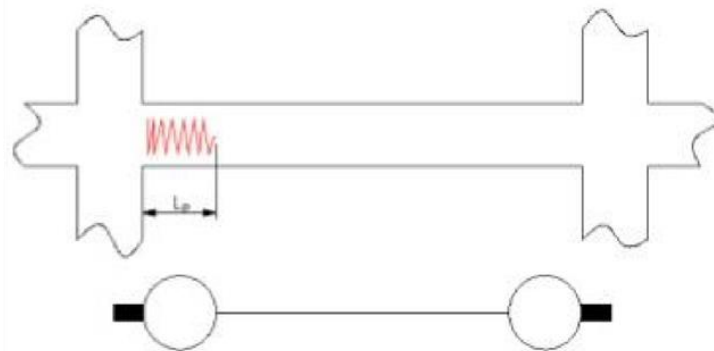


Figura 13. Longitud de rotula plástica.

## Idealización de la curva fuerza-desplazamiento

Como se observa, el diafragma permite la distribución de las cargas hacia los elementos verticales. Este análisis y diseño se realiza asumiendo que las losas se comportan como una viga continua horizontal que se apoya en los elementos resistentes a las cargas laterales. En detalle, la losa actuaría como el alma de la viga continua, y a su vez, las vigas perimetrales como las alas de la viga.

Poveda (2013) en su investigación, resalta dos puntos sobre la importancia de la rigidez de un diafragma, su correcto uso y análisis. Primero, menciona que la flexibilidad del diafragma actúa sobre la respuesta del edificio mediante las fuerzas y desplazamientos internos, los cuales cambian el periodo de la estructura por lo que transforma la fuerza transmitida, es decir, un diafragma flexible es directamente proporcional a las fuerzas cortantes y de momento flector

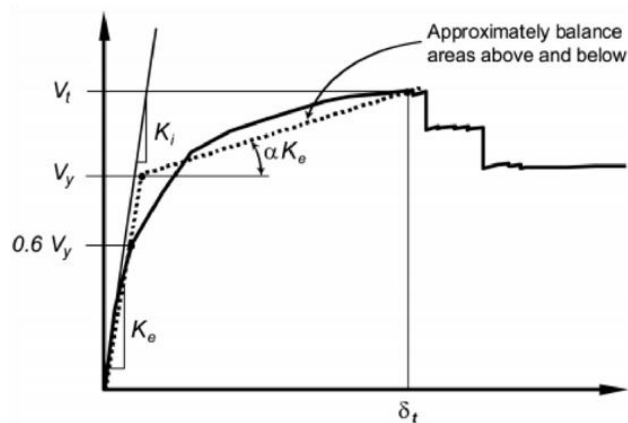


Figura 14. Curvatura en vigas.

## Relaciones generalizadas fuerza-deformación de concreto

Es una medición a la resistencia de tracción donde puede ser ensayado en una viga o losa sin refuerzo, donde es utilizada para el diseño de pavimentos rígidos en la elaboración del diseño como su mantenimiento

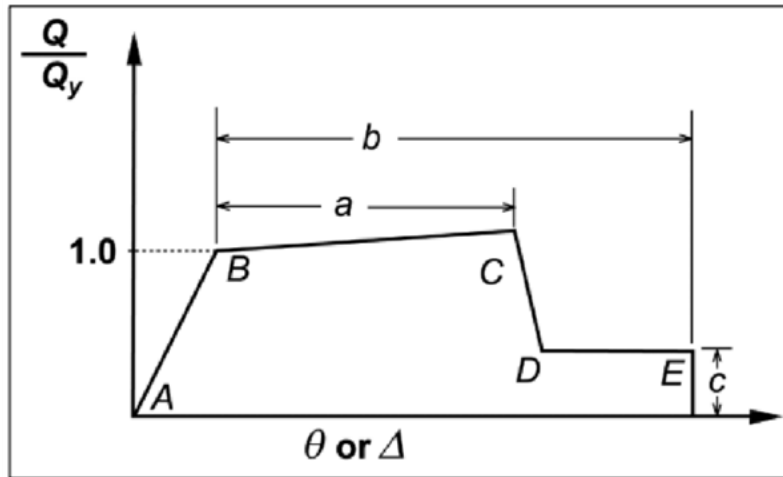


Figura 15. Curvatura en vigas.

Tipo II: Poveda (2013) en su investigación, resalta dos puntos sobre la importancia de la rigidez de un diafragma, su correcto uso y análisis. Primero, menciona que la flexibilidad del diafragma actúa sobre la respuesta del edificio mediante las fuerzas y desplazamientos internos, los cuales cambian el periodo de la estructura por lo que transforma la fuerza transmitida, es decir, un diafragma flexible es directamente proporcional a las fuerzas cortantes y de momento flector.

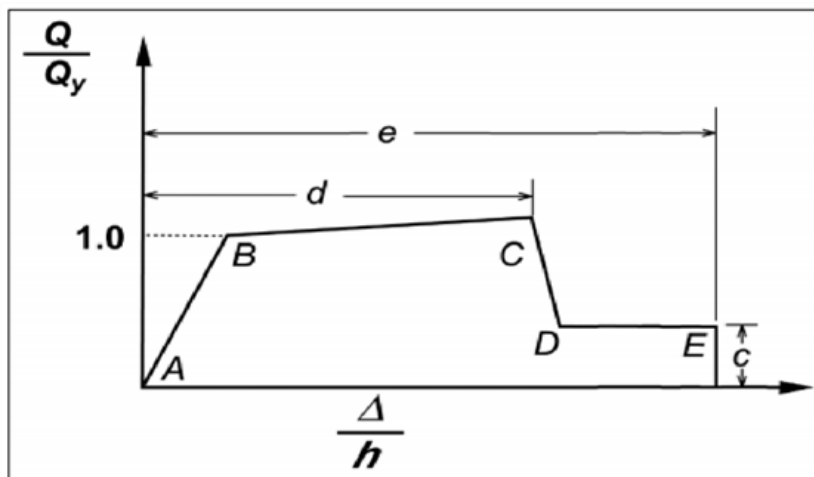


Figura 16. Curvatura en columnas.

### Factor de reducción de sobre resistencia

La sobre resistencia toma en su investigación, resalta dos puntos sobre la importancia de la rigidez de un diafragma, su correcto uso y análisis. Primero, menciona que la flexibilidad del diafragma actúa sobre la respuesta del edificio mediante las fuerzas y desplazamientos internos, los cuales cambian el periodo de la estructura por lo que



transforma la fuerza transmitida, es decir, un diafragma flexible es directamente proporcional a las fuerzas cortantes y de momento flector (Aguiar, 2009, p. 46) ver Figura N° 17.

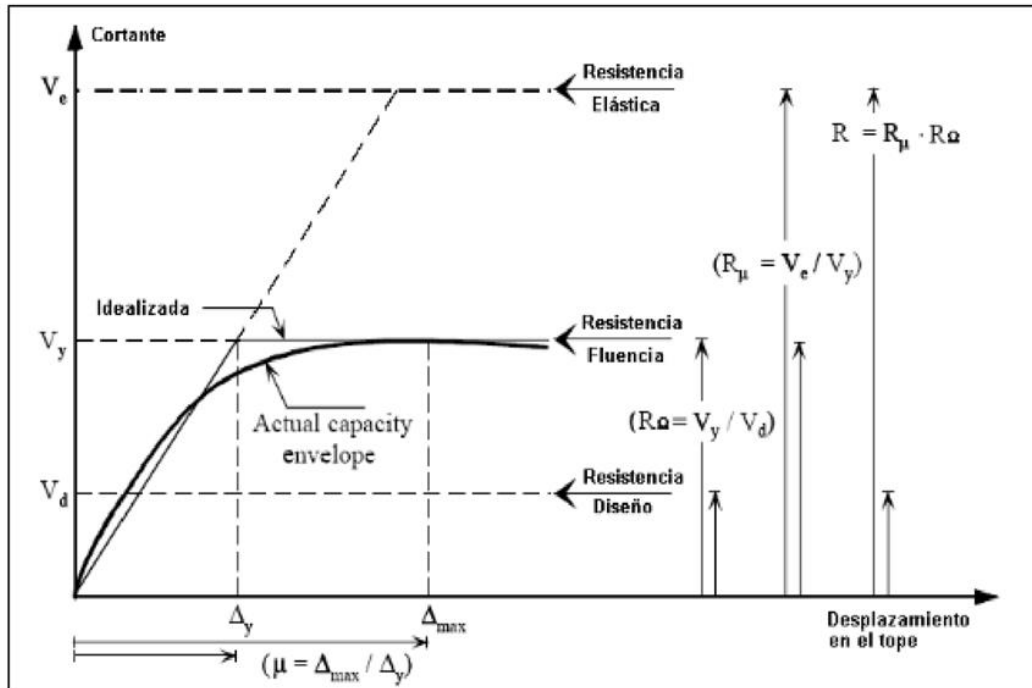


Figura 17. Curva de ductilidad.

La NTP 339.035(2005) donde el cumplimiento nos permite gracias al uso del cono de Abrams (p. 2).

Concreto en estado endurecido: Tiene una estructura sólida basada de juntar los elementos básicos como cemento y agua, que se une con los agregados inertes siendo grueso, finos, aire y vacíos. El esqueleto del concreto es de material heterogéneo.

Es importante mencionar que la porosidad influye de alguna manera en la resistencia de 1 concreto, la proporción de agua que participa en la mezcla, tiene un papel primordial en el estado plástico, encontrarse en las líneas de flujo y en zonas de sedimentación de sólidos, se produce el endurecimiento y la evaporación el agua debido el incremento de temperatura, originando poros vacíos que condicionan el comportamiento del concreto, es decir generan una capacidad de

Se define la incorporación del agua en los vacíos gracias a las bondades del concreto. El método está establecido por la NTP 339.187; se obtendrá mediante la siguiente relación:

$$R_{\Omega} = \frac{V_U}{V_Y} \quad \text{Ecuación (2)}$$

*Dónde:*

$R_{\Omega}$  = *Factor de sobre resistencia de la estructura.*

$V_U$  = *Cortante último de colapso.*

$V_Y$  = *Cortante de fluencia proveniente de la curva bilineal.*

### **Nueva norma peruana E 031.**

Según la nueva norma peruana E 031, publicada el 06 de noviembre del 2019, mencionan que: el factor de sobre resistencia, se calcula como  $3/8R_0$ . (2019, p. 76)

### **Formulación del problema**

#### **Problema general**

- ¿Cuál es el factor de sobre resistencia en estructuras de concreto armado con aisladores de base tipo LRB, Lima 2019?

#### **Problemas específicos**

- ¿Cuál es la influencia de la cortante basal ultima en el factor de sobre resistencia en estructuras de concreto armado con aisladores de base tipo LRB, Lima 2019?
- ¿Cuál es la influencia de la cortante basal de fluencia en el factor de sobre resistencia en estructuras de concreto armado con aisladores de base tipo LRB, Lima 2019?
- ¿Cómo el análisis estático no lineal (PUSHOVER) determina la capacidad de las estructuras de concreto armado con base aislada, Lima – 2019?

## **Justificación del estudio**

### **Justificación teórica**

El concreto es un material de gran calidad para resistir fuerzas de compresión, caso contrario sucede con la tensión. Se conoce que la carga de tensión es un décimo de la carga de compresión. Debido a esto se le incorpora elementos metálicos conocidos como aceros longitudinales y estribos estos se encargaran de tomar las principales cargas de tensión en la estructura esto permite que el concreto sea dúctil. En el momento que es sobrepasado las fuerzas de tensión se podrá observar las fisuras.

### **Justificación económica**

Se conoce que la carga de tensión es un décimo de la carga de compresión. Debido a esto se le incorpora elementos metálicos conocidos como aceros longitudinales y estribos estos se encargaran de tomar las principales cargas de tensión en la estructura esto permite que el concreto sea dúctil. En el momento que es sobrepasado las fuerzas de tensión se podrá observar las fisuras.

### **Justificación práctica**

En el momento que es sobrepasado las fuerzas de tensión se podrá observar las fisuras. El concreto es un material de gran calidad para resistir fuerzas de compresión, caso contrario sucede con la tensión. Se conoce que la carga de tensión es un décimo de la carga de compresión. Debido a esto se le incorpora elementos metálicos conocidos como aceros longitudinales y estribos estos se encargaran de tomar las principales cargas de tensión en la estructura esto permite que el concreto sea dúctil.

## **Hipótesis**

### **Hipótesis general**

- El factor de sobre resistencia para estructuras aporticadas de concreto armado con aisladores de base tipo LRB varía entre 1 a 2.

## **Hipótesis específicas**

- La cortante basal ultima influye en forma considerable en el factor de sobre resistencia en estructuras de concreto armado con aisladores de base tipo LRB, Lima 2019.
- La cortante basal de fluencia influye en forma considerable en el factor de sobre resistencia en estructuras de concreto armado con aisladores de base tipo LRB, Lima 2019.
- El análisis estático no lineal en estructuras de concreto armado con base aislada cumple con los criterios establecidos en la norma ATC-40.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

- Determinar el factor de sobre resistencia en estructuras de concreto armado con aisladores de base tipo LRB, Lima 2019.

### **Objetivos específicos**

- Determinar la influencia de la cortante basal ultima en el factor de sobre resistencia en estructuras de concreto armado con aisladores de base tipo LRB, Lima 2019.
- Determinar la influencia de la cortante basal de fluencia en el factor de sobre resistencia en estructuras de concreto armado con aisladores de base tipo LRB, Lima 2019.
- Evaluar el análisis estático no lineal (PUSHOVER) para determinar la capacidad de las estructuras de concreto armado con base aislada, Lima – 2019

## II. MÉTODO

### 2.1. Tipo y diseño de la investigación

#### Diseño de la investigación

Valderrama (2015) sostiene que los diseños de investigación experimentales se dividen pre experimentales y cuasiexperimentales, “Los diseños cuasiexperimentales implican adecuar por lo menos una variable y notar el impacto con las otras” (p. 65).

Comprende el diseño con preprueba y posprueba de manera no aleatoria.

**G: 01 X 02**

**Dónde: X:** Variable independiente (Aisladores de base tipo LRB)

**01:** Se efectúan mediciones previas

**02:** Se efectúan mediciones posteriores

La presente investigación se situó en el diseño cuasiexperimentales,

#### Tipo de investigación

Para (Niño Rojas, 2011, p. 38), “la investigación aplicada, se encarga de la solución de problemas prácticos, dentro de la aplicación de la ciencia”. Se puede afirmar que este trabajo es de tipo de investigación **aplicada**, ya que se busca determinar el comportamiento del concreto al aplicarle fibras de polipropileno con el fin de poder determinar sus propiedades físicas y mecánicas, de esa manera poder diagnosticar una mejora o reestructuración a nuestro modelo..

#### Nivel de la investigación

La presente investigación se ubica en nivel correlacional.

Según (Hernández, y otros, 2014 p. 152) definen que “es correlacional, porque se ha evaluado el nivel, grado o vínculo de ambas variables”.

Del mismo modo Valderrama (2013, p. 165) señala que: La investigación aplicada es una averiguación para corregir el entorno existente de los especímenes o acumulaciones de

individuos y con esto se tiene que entremeterse. La investigación aplicada desplazada por el ánimo de la averiguación primordial ha encaminado la aplicación a través de mejorar y resolver el problemas más que sobre la enunciación de proposiciones [...]. Se representa a deducciones del momento y se encuentra ensañada en el progreso de los organismos participantes en el transcurso de la investigación.

## **2.2 Operacionalización de variables**

Variable independiente

- Aisladores de base tipo LRB

Variable dependiente

- Factor de sobre resistencia en estructuras de concreto armado.

<b>Variabes</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
<b>V. Dependiente</b>  Factor de sobre resistencia en estructuras de concreto armado.	Gil y Jave (2018) Es un parámetro que determina la resistencia adicional que es capaz de resistir la estructura al momento de incursionar en un rango inelástico.	Es un parámetro que se obtiene mediante la curva de capacidad sísmica resistente de la estructura.	Cortante basal último	Fuerza cortante del colapso
				Desplazamiento lateral máximo
				Curva bilineal de capacidad
			Cortante basal de fluencia	Esfuerzo de fluencia del acero
Desplazamiento de fluencia				
Curva bilineal de capacidad				
Análisis estático no lineal	PUSHOVER			
<b>V. Independiente</b>  Aisladores de base tipo LRB.	Meza (2015) Los aisladores con núcleo de plomo (LRB) se construyen generalmente con caucho de bajo amortiguamiento intercalado con láminas de acero y en el centro se deja un agujero en el que se introduce el núcleo de plomo, que es un poco más ancho que el agujero, bajo presión se convierten en una unidad.	Es aquel mecanismo que producirá una reducción de desplazamiento a la edificación con el fin de evitar que se produzcan aceleraciones fuertes y disminuyendo el esfuerzo de cargas en cada uno de los niveles.	Elastoméricos	Relleno de plomo
				Láminas de goma
				Láminas de acero
				Placa de anclaje superior

### 2.3. Población, muestra y muestreo

#### Población

En esta investigación nuestra población consiste en todos los modelos estructurales aporticado con características simétricas considerando las diferentes combinaciones de número de pisos, numero de ejes y longitud entre ejes.

## Definición del proyecto

Ubicación tomada para nuestro proyecto es: Ignacio Merino 3822, Distrito de Lima 15301

Las edificaciones planteadas están conformadas por 18 modelos estructurales aporticados que han sido conformados teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- 3, 4 y 5 pisos
- 4, 5 y 6 metros de espaciamiento entre ejes
- 4 y 5 ejes

Para mostrar las características de la edificación se muestra la vista en planta del modelo 3 Pisos – 4 Ejes – 4 metros entre ejes en la figura N° 18.

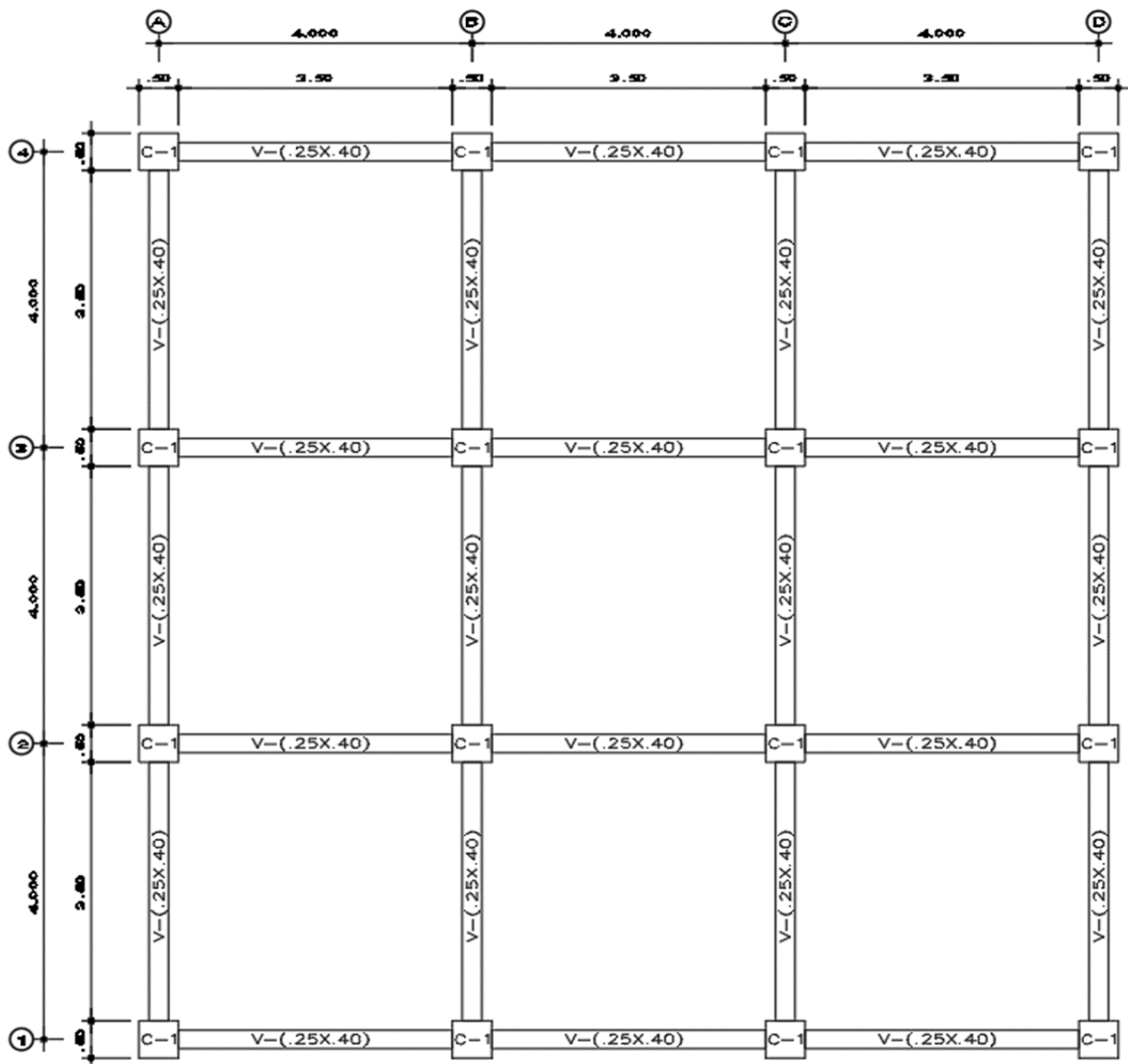


Figura 18. Plano de planta de la edificación la cual su nomenclatura indica:

(3P – 4E – 4m).



## Localización

Para el análisis de las estructuras se tomó en cuenta la siguiente ubicación. Jr. Carlos Monge, Mz. M Lt. 22 Los olivos - Lima. Ver figura N° 19

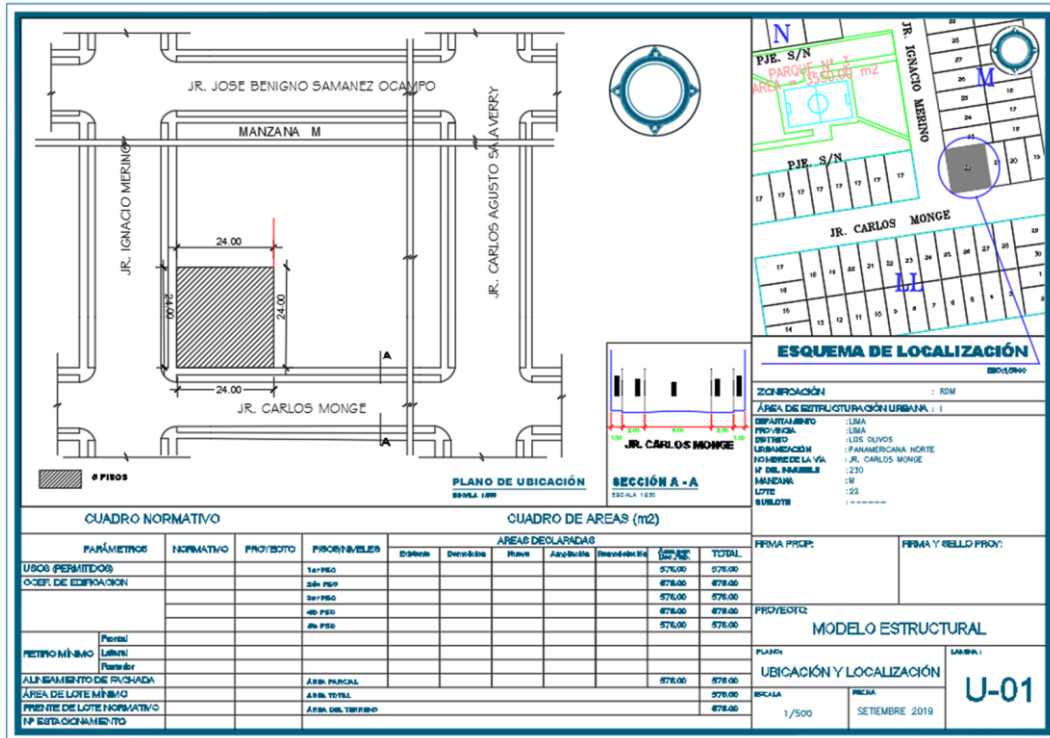


Figura 19. Plano de ubicación.

## Muestra

Nuestra muestra son 18 modelos estructurales aporticados con características simétricas considerando las diferentes combinaciones en las cuales tendremos: ver tabla N° 17

Tabla 4. Los 18 modelos estructurales.

3 pisos, 4 ejes y 4 metros	3 pisos, 5 ejes y 4 metros
3 pisos, 4 ejes y 5 metros	3 pisos, 5 ejes y 5 metros
3 pisos, 4 ejes y 6 metros	3 pisos, 5 ejes y 6 metros
4 pisos, 4 ejes y 4 metros	4 pisos, 5 ejes y 4 metros
4 pisos, 4 ejes y 5 metros	4 pisos, 5 ejes y 5 metros
3 pisos, 4 ejes y 6 metros	3 pisos, 5 ejes y 6 metros
5 pisos, 4 ejes y 4 metros	5 pisos, 5 ejes y 4 metros
5 pisos, 4 ejes y 5 metros	5 pisos, 5 ejes y 5 metros
5 pisos, 4 ejes y 6 metros	5 pisos, 5 ejes y 6 metros

Fuente Elaboración propia

## **Muestreo**

Según (Hernández y otros, 2014 p. 128) definen que “para poder diseñar un modelo o método que permita desenvolver y alcanzar la teoría y práctica que se demanda en una averiguación e indicar al proyecto”.

Valderrama (2015) “sostiene que los diseños de investigación experimentales consiste en la manipulación deliberada de una variable cambiando sus propiedades y características en función, “Los diseños experimentales implican adecuar por lo menos una variable y notar el impacto con las otras” (p. 65).

Este trabajo de tesis se ubicó en el diseño será **experimental**, debido a la manipulación de la variable independiente mediante aplicación de pruebas que permitan corroborar su impacto en la variable dependiente.

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

#### **Técnicas de recolección de datos**

Para (Valderrama, 2018, p. 45) “La investigación explicativa va más allá de la explicación de conceptos, fenómenos de cambios establecidos en relación a los conceptos. Se encuentra dirigido a la respuesta de las causas de los eventos físicos y sociales. Esto se basa en el descubrimiento por la que ocurren estos fenómenos, de esta manera se establecerá las condiciones de dos o más variables se encuentran relacionadas.

Se tiene que en nuestro estudio será de nivel **descriptivo**, ya que se describirá los hechos como ocurran según se valla realizando el análisis de los resultados obtenidos en la investigación.

Del mismo modo (Hernández y otros, 2014 p. 92) puntualizan que “es descriptivo, porque pesquisa puntualizar los perfiles, las características y las propiedades de objetos, procesos, grupos, personas, comunidades o cualquiera sea distinto fenómeno o acción que se involucre en un estudio. Detalla disposiciones de una población o grupo”.

## **Instrumentos de recolección de datos**

Se realizará mediante la norma ACI 318 - 14, estos tienen la posibilidad de ser algún ente de la naturaleza (fenómenos, elementos o seres vivos); estas variables al instante atañen con otras cambiantes importan para la exploración científica debido a que del mismo modo se les nombra una creación hipotética.

## **Validez del instrumento**

Para (Valderrama, 2018, p. 45) “La investigación explicativa va más allá de la explicación de conceptos, fenómenos de cambios establecidos en relación a los conceptos. Se encuentra dirigido a la respuesta de las causas de los eventos físicos y sociales. Esto se basa en el descubrimiento por la que ocurren estos fenómenos, de esta manera se establecerá las condiciones de dos o más variables se encuentran relacionadas la confiabilidad acorde con los expertos del tema en evaluar la variable del estudio”.

Para la presente investigación se hizo uso de la ficha técnica de recopilación de datos y del programa educativo ETABS que a los conceptos. Se encuentra dirigido a la respuesta de las causas de los eventos físicos y sociales. Esto se basa en el descubrimiento por la que ocurren estos fenómenos, de esta manera se establecerá las condiciones de dos o más variables se encuentran relacionadas.

## **Confiabilidad**

Se encuentra dirigido a la respuesta de las causas de los eventos físicos y sociales. Esto se basa en el descubrimiento por la que ocurren estos fenómenos, de esta manera se establecerá las condiciones de dos o más variables se encuentran relacionadas.

El uso de la ficha técnica de recopilación de datos es confiable ya que nos permite conocer las características de la estructura para luego ser corroboradas con el plano, también se empleó el programa ETABS porque se encuentra dirigido a la respuesta de las causas de los eventos físicos y sociales. Esto se basa en el descubrimiento por la que ocurren estos fenómenos, de esta manera se establecerá las condiciones de dos o más variables se encuentran relacionadas.

## **2.5 Procedimiento**

Este concepto es usado para argumentar el trámite por el cual se cambia una variable de ilustración abstracta a muestras precisas, debido a que se tienen la posibilidad de ver y medir, en otras palabras, crear su extensión e indicador; por lo habitual se simboliza en un cuadro. Las fibras de polipropileno es un material compuesto consistentemente por hilos de fibra cortas o continuas, las cuales son de un material plástico, que cuenta con buenas resistencia química evita la humedad y tiene un menor peso específico, María Millán (2013).será de 4 a 6 metros. Finalmente se procede a comparar los resultados de la estructura.

## **2.6 Método de análisis de datos**

Henríquez y Zepeda (2004) nos comentan que los datos obtenidos deberán ser analizados y deberá reflejar que los procedimientos de ejecución fueron los apropiados para la medición de datos y el desarrollo del análisis que estará íntimamente relacionada con el objetivo (p.20).

Se analizará los datos obtenidos en la primera fase, con la recopilación de datos de los agregados finos como gruesos de la cantera, de donde se llevará al laboratorio para realizar las pruebas pertinentes para determinar las propiedades de los agregados; en la segunda fase se realizará el diseño de mezcla en relación de agua / cemento 0.50,0.55y 0.60.

En la última fase se realiza ensayos en concreto fresco y endurecido; donde registrarán en formatos para luego ser desarrollados en tablas, cuadros y figuras usando el programa de Microsoft Excel donde serán analizados en forma cuantitativamente. También se realizará el llenado del formato para concreto fresco que indica asentamiento del concreto fresco, resistencia a la compresión y flexión.

Posteriormente se obtendrá las conclusiones con la adición de fibra de polipropileno al 5%, 7.5% y 10% respecto al peso del concreto cumpliendo la norma NTP Y ASTM.

## **2.7 Aspectos éticos**

Torres (2014, p. 26) sostiene que “la ética es el pensamiento filosófico y/o ciencia que tiene como objeto de estudio y este es la moral”.

En el trabajo de investigación se dio a conocer el nombre de los ingenieros que validaron las fichas de levantamiento de información de campo para poder ser contrastadas con los planos para la realización del modelamiento estructural haciendo uso del programa ETABS para conocer su nivel de desempeño sismorresistente. Asimismo, se cuidó en todo momento guardar los aspectos éticos de honestidad que demanda una investigación.

### **Aspectos administrativos**

#### **Recursos y presupuesto**

- Recursos humanos

Investigador: Santos Moreno Miguel Angel.

Asesor metodológico: Mg. Ing. Villegas Martínez Carlos Alberto.

## Materiales y presupuesto

**Tabla 5.** Materiales y presupuesto

<b>Etapa</b>	<b>Rubro</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Un. Medida</b>	<b>Precio unitario (nuevos soles)</b>	<b>Total (nuevos soles)</b>
<b>PI</b>	Laptop	4	Meses	140	560
	Útiles de oficina	1	Unidad	200	200
	Acceso al internet	4	Meses	90	360
	Impresora Epson a color	4	Meses	200	800
	Transporte y refrigerio	4	Meses	250	1000
	Cartucho de tinta	4	Unidad	50	200
	Anillados	7	Unidad	10	70
	otros	4	meces	60	240
	Sub total				3430
<b>DPI</b>	laptop	5	Meses	180	900
	Útiles de oficina	2	Unidad	150	300
	Acceso al internet	5	Meses	120	600
	Impresora Epson a color	4	Meses	200	800
	Transporte y refrigerio	6	Meses	200	1200
	Cartucho de tinta	4	Unidad	50	200
	Anillados	7	Unidad	10	70
	Programa ETABS	5	Medes	200	1000
	Otros	6	Medes	150	900
	Sub total				5070
	<b>Total</b>				<b>8500</b>

Fuente: Elaboración propia

## Financiamiento

En la actual tesis los recursos a emplear serán autofinanciados por el investigador.

### III. RESULTADOS

#### Modelación estructural

El uso de la fibra de polipropileno por tener buenas características en el concreto será empleado en el concreto fresco y endurecido, los cuales nos dan buenos resultados por tener buena resistencia química, ser un material impermeable y tener peso específico los cuales nos brinda buenos resultados reduciendo la aparición de grietas en la contracción plástica.

Las diafragmas rígidos de elementos estructurales que tiene una resistencia a la flexión y corte los cuales presentan agrietamientos por los cambios físicos y químicos, por tal motivo se incrementa en el concreto las fibras de polipropileno para mejora la resistencia y reducir las fisuras en el concreto de losas macizas.

#### Modelo empotrado

En la figura N° 20, el estudio de la presente investigación trata de la comparación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto para reducción de fisuras en diafragmas rígidos con y sin fibra de polipropileno.

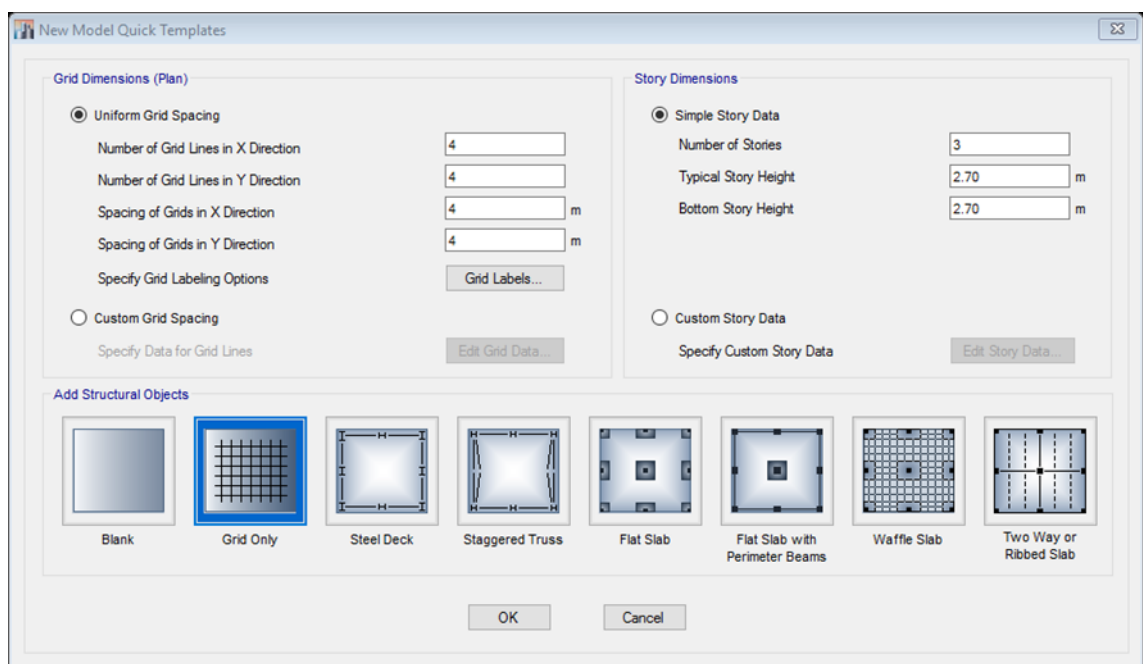


Figura 20. Descripción de grillas en planta y altura

Se observa en la figura N° 21 el llenado de las propiedades de concreto en el software ETABS según los planos indicados en el proyecto.

Material Property Data

General Data

Material Name: FC+210 Kg/cm2

Material Type: Concrete

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color: [Color Selection] Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density  Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 2.4 tonf/m<sup>3</sup>

Mass per Unit Volume: 0.244732 tonf-s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 2188190 tonf/m<sup>2</sup>

Poisson's Ratio, U: 0.2

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000099 1/C

Shear Modulus, G: 911745.83 tonf/m<sup>2</sup>

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...

OK Cancel

Figura 21. Propiedades del concreto.

Se observa en la figura N° 22 el llenado del esfuerzo de compresión del concreto en el software ETABS según los planos indicados en el proyecto.

Material Property Design Data

Material Name and Type

Material Name: FC+210 Kg/cm2

Material Type: Concrete, Isotropic

Design Properties for Concrete Materials

Specified Concrete Compressive Strength, Fc: 2100 tonf/m<sup>2</sup>

Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor: [Field]

OK Cancel

Figura 22. Esfuerzo de compresión del concreto.



Se observa en la figura N° 23 el llenado de las propiedades del acero de refuerzo en el software ETABS según los planos indicados en el proyecto.

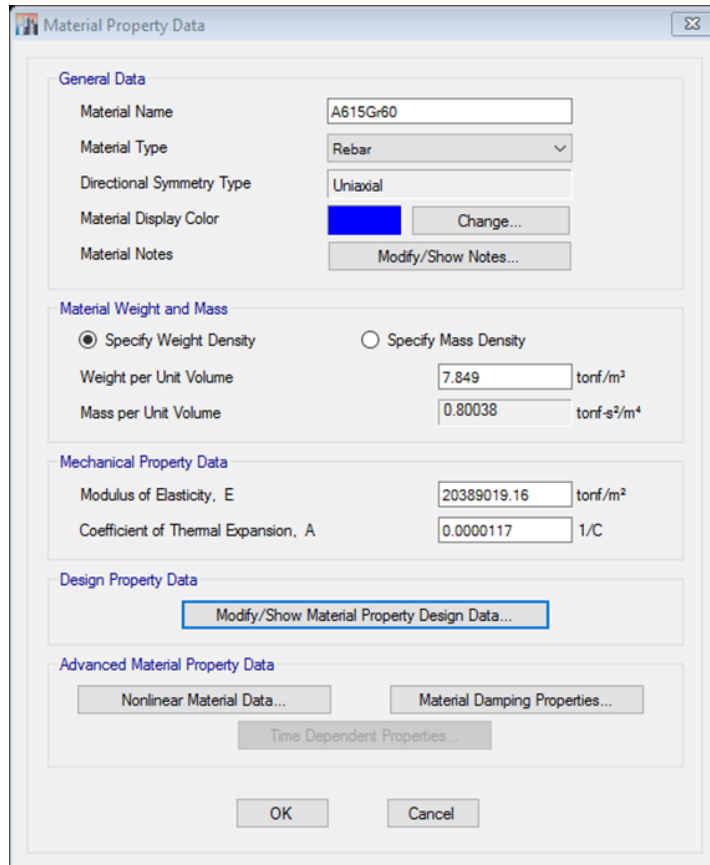


Figura 23. Propiedades del acero de refuerzo.

Se observa en la figura N° 24 el llenado de las propiedades del acero de refuerzo en el software ETABS según los planos indicados en el proyecto.

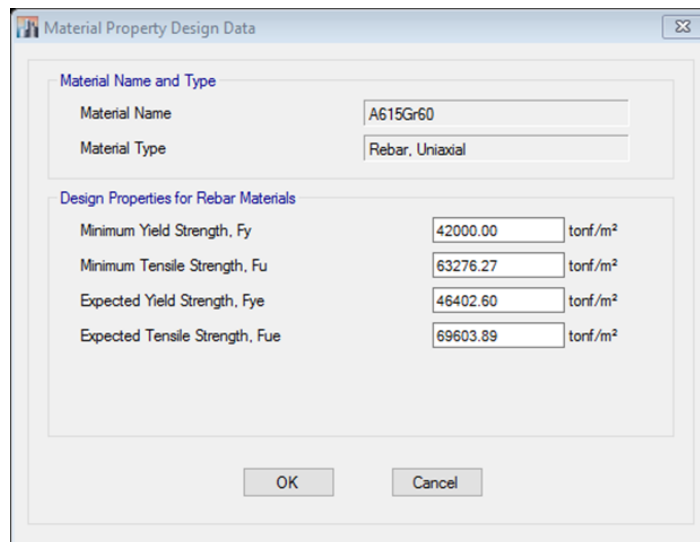


Figura 24. Esfuerzo de fluencia del acero.

Se observa en la figura N° 25 el llenado de la sección de columna de concreto armado en el software ETABS según los planos indicados en el proyecto.

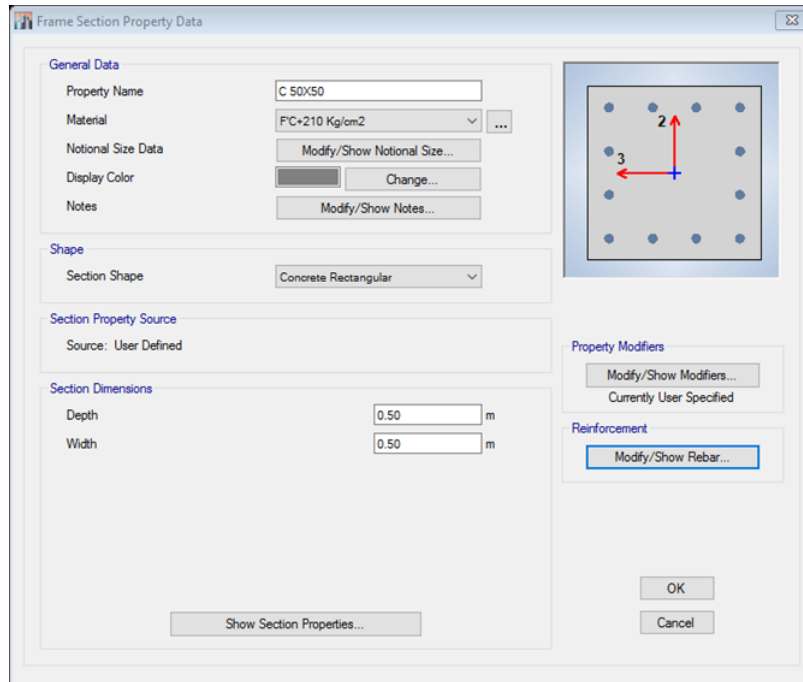


Figura 25. Sección de columna de concreto armado.

Se observa en la figura N° 26 el llenado de la sección de vigas de concreto de concreto armado en el software ETABS según los planos indicados en el proyecto.

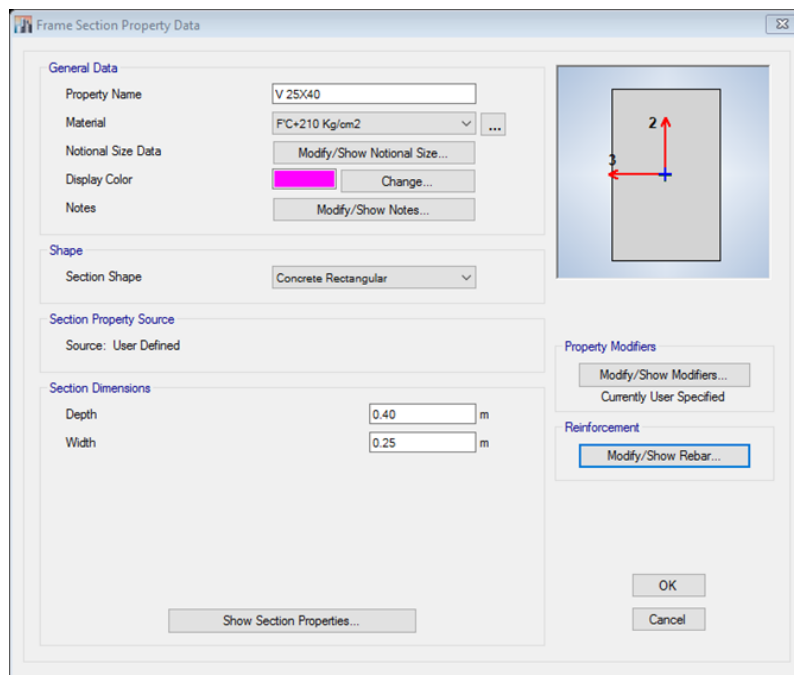


Figura 26. Sección de viga de concreto armado.

Se observa en la figura N° 27 el llenado de la sección de losa maciza de concreto de concreto armado en el software ETABS según los planos indicados en el proyecto.

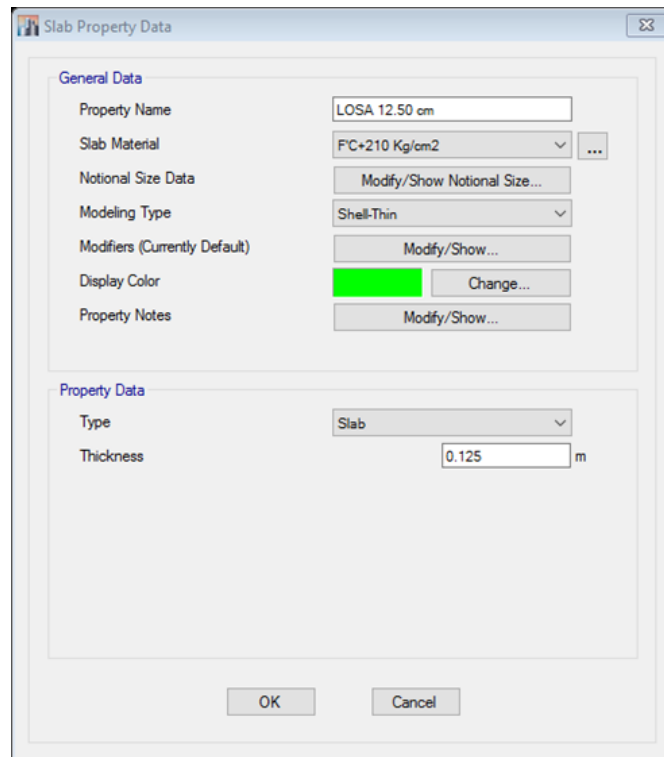


Figura 27. Espesor de losa maciza de concreto armado.

En la figura n.º 28, para el procedimiento tomaremos muestras para ensayos tanto de concreto preparado de forma tradicional, como muestras para ensayos de concreto preparado con fibra de polipropileno para su uso las obras en diafragmas rígidos de Lima.

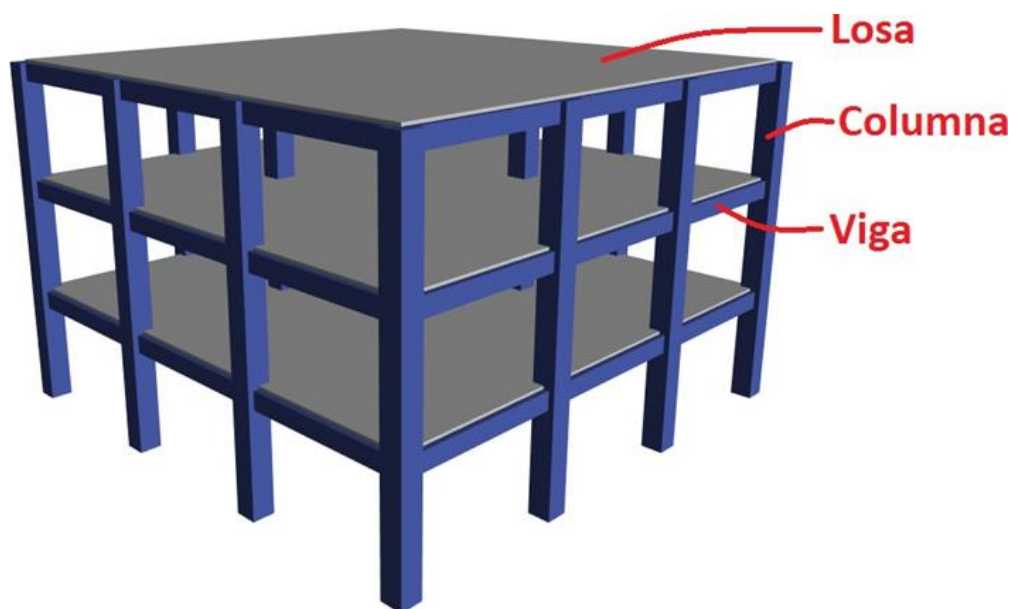


Figura 28. Modelo estructural en 3D.

Por lo tanto, la muestra estará conformada por la mezcla en estado fresco y por un total de 72 probetas, siendo así 36 probetas cilíndricas de (150mm x 300mm) y 36 probetas tipo viga de (150 x 150 x 450 mm) con fibra de polipropileno; las cuales se detallan según la NTP-ISO 285-1, como lo muestra la figura n.º 29.

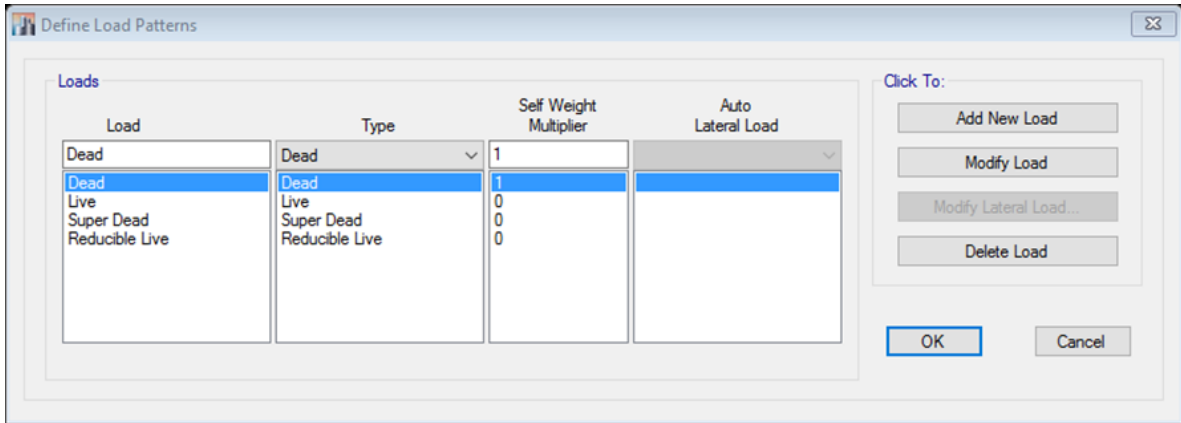


Figura 29. Definición de tipos de cargas.

Precisan que “la muestra que no está formada por probabilidad en este caso no probabilística es una parte de un grupo de la población en la que la acción de elegir los elementos no está basada de la probabilidad por el contrario solo se rige a las propiedades de la investigación en la figura n.º 30

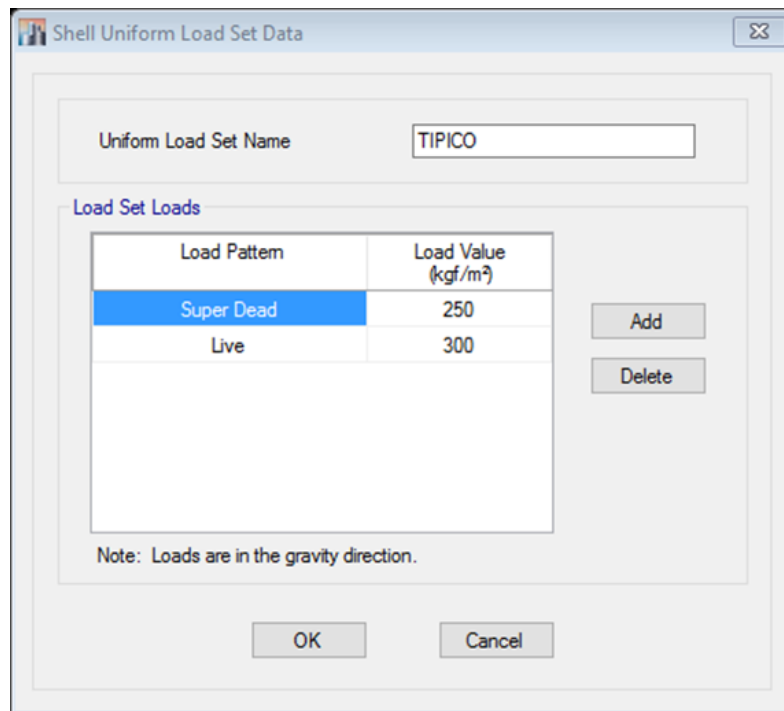


Figura 30. Cargas del piso típico.

Soportarán la azotea, figura n.º 31

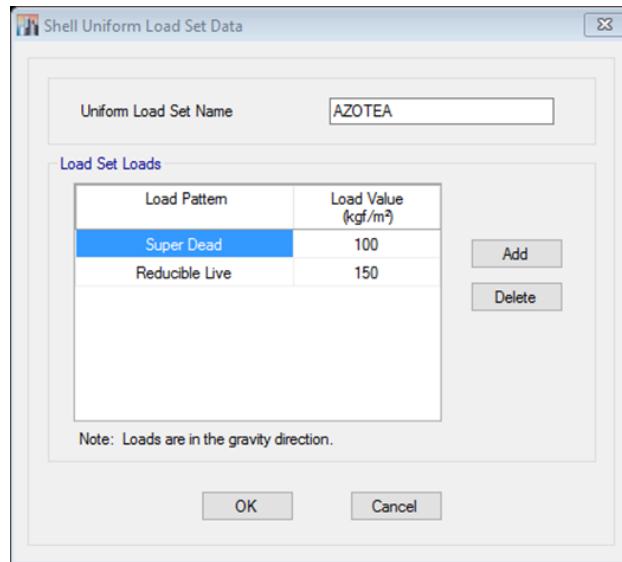


Figura 31. Cargas de azotea.

Soportarán la azotea, como se observa en la figura n.º 32.

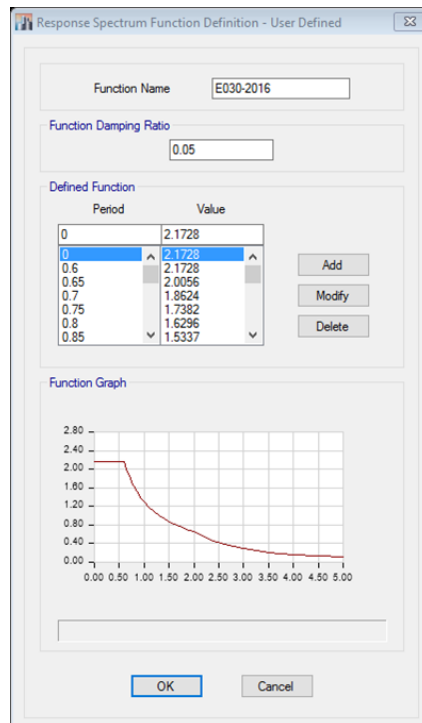


Figura 32. Espectro de respuesta E 030-2018.

La muestra que no está formada por probabilidad en este caso no probabilística es una parte de un grupo de la localidad en la que la acción de elegir los resúmenes no está basada de la evento por el contrario solo se rige a las propiedades de la investigación en la figura n.º 33.

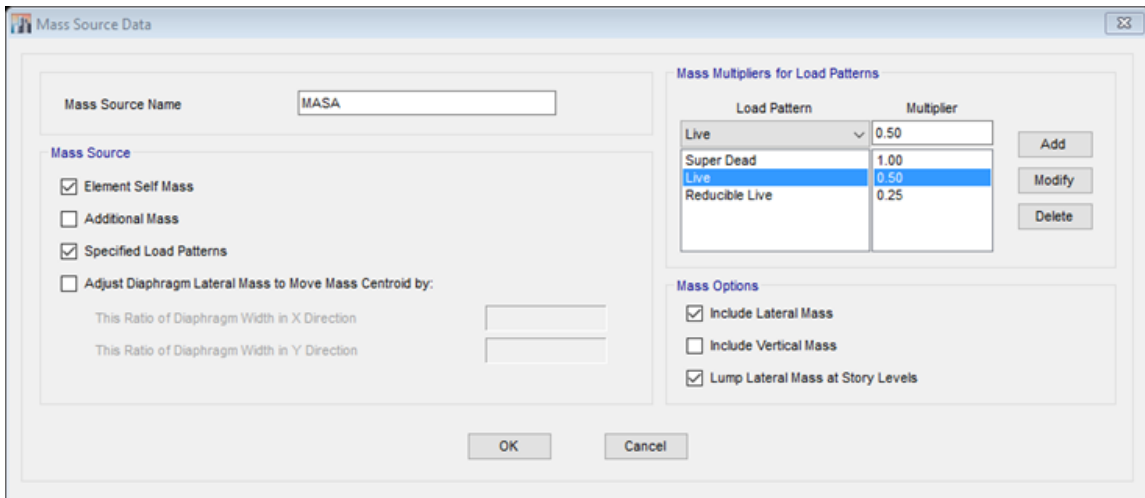


Figura 33. Porcentajes de masa de la estructura.

Por esto se considera que la elección del diseño muestral dependerá solo de las característica y propiedades que nos muestre y requiera esta investigación ya que no dependerá de ningún cálculo de probabilidades. Para las propiedades físicas se tomara 3 porciones de muestra (Tiempo de fraguado, Densidad y Contenido de aire).

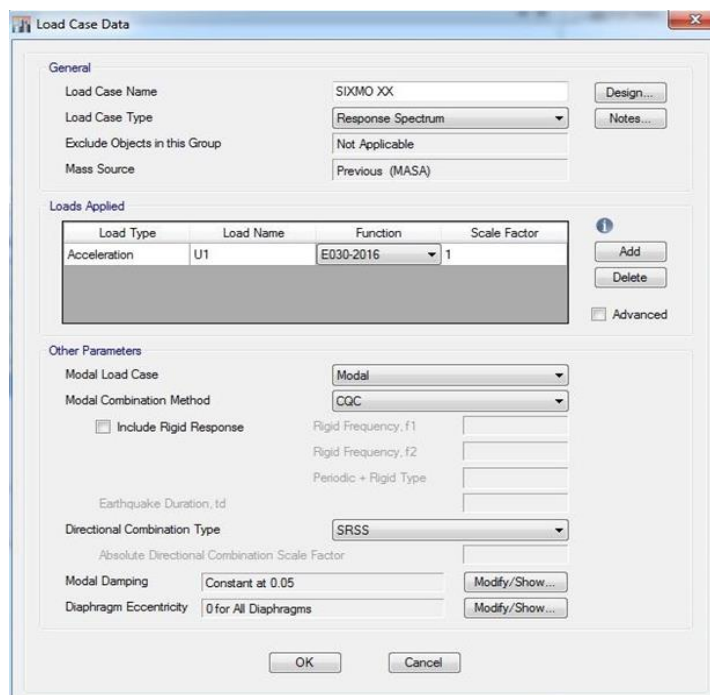


Figura 34. Caso espectral.

## Modelo aislado

La técnica para el recojo de información en la presente investigación es las fichas técnicas para reparación de fisuras. Los instrumentos que se utilizarán son ficha técnica de material, ficha de recolección de datos así como los ensayos de laboratorio correspondientes figuras n.º 35.

Story	Height m	Elevation m	Master Story	Similar To	Splice Story	Splice Height m	Story Color m
TECHO_3	2.7	9.158	Yes	None	No	0	Yellow
TECHO_2	2.7	6.458	No	TECHO_3	No	0	Grey
TECHO_1	2.7	3.758	No	TECHO_3	No	0	Blue
BASE_EMP	0.8	1.058	No	TECHO_3	No	0	Green
BASE_AIS	0.258	0.258	No	TECHO_3	No	0	Cyan
BASE	0	0	No	TECHO_3	No	0	Grey

Figura 35. Definición de pisos.

La técnica para el recojo de información en la presente investigación es las fichas técnicas para reparación de fisuras. Los instrumentos que se utilizarán son ficha técnica de material, ficha de recolección de datos así como los ensayos de laboratorio correspondientes a las figuras n.º 36.

General Data

Property Name: VA 30X60

Material: FFC+210KG/CM2

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 0.60 m

Width: 0.30 m

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...  
Currently User Specified

Reinforcement

Modify/Show Rebar...

Show Section Properties...

OK

Cancel

Figura 36. Sección de viga de aislación.

Se tiene que incluir las secciones figuras n° 37.

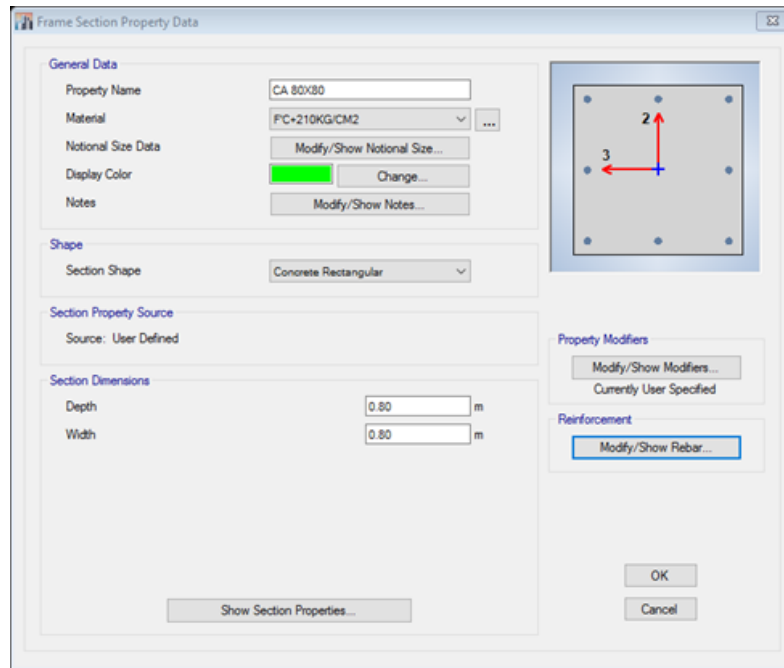


Figura 37. Sección de capitel.

Propiedades de aislador LRB – DE\_LB, figuras n° 38.

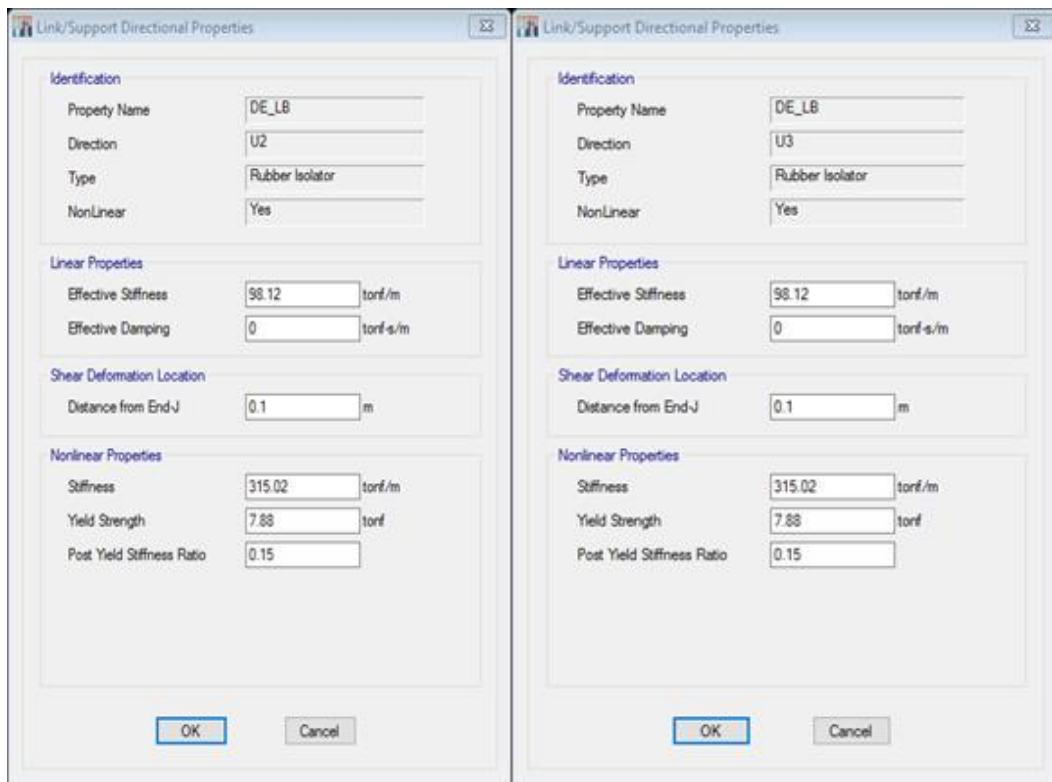


Figura 38. Propiedades de aislador LRB – DE\_LB.



Propiedades de aislador LRB – DE\_LB, figuras n° 39.

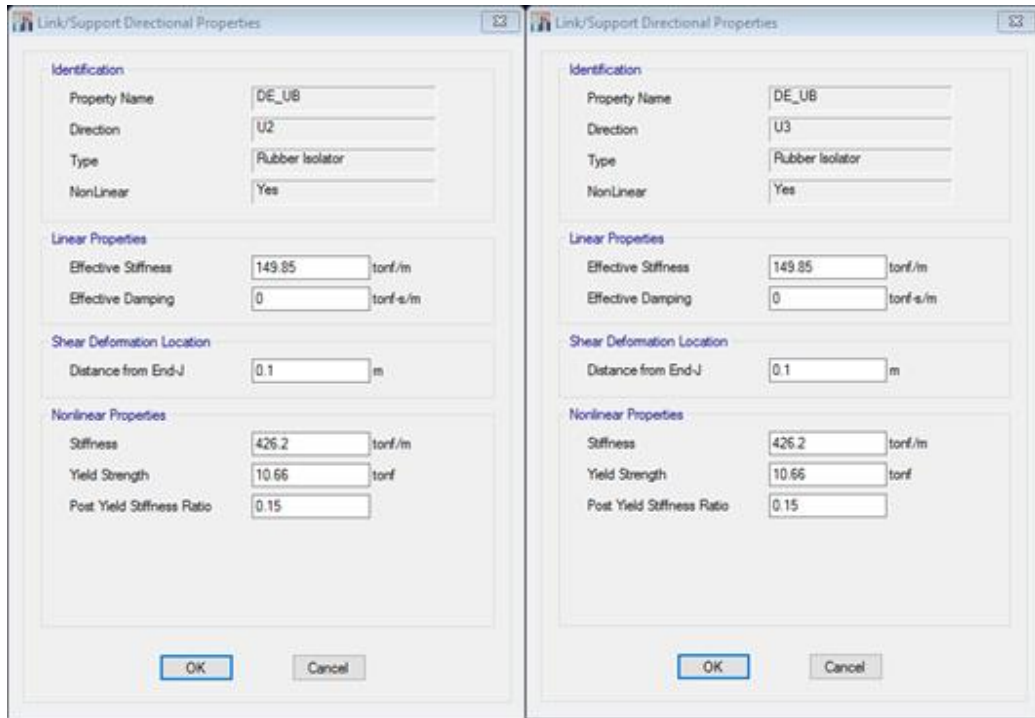


Figura 39. Propiedades de aislador LRB – DE\_UB.

Posteriormente se tiene que definir las propiedades del aislador LRB – MCE\_LB. Figuras n° 40.

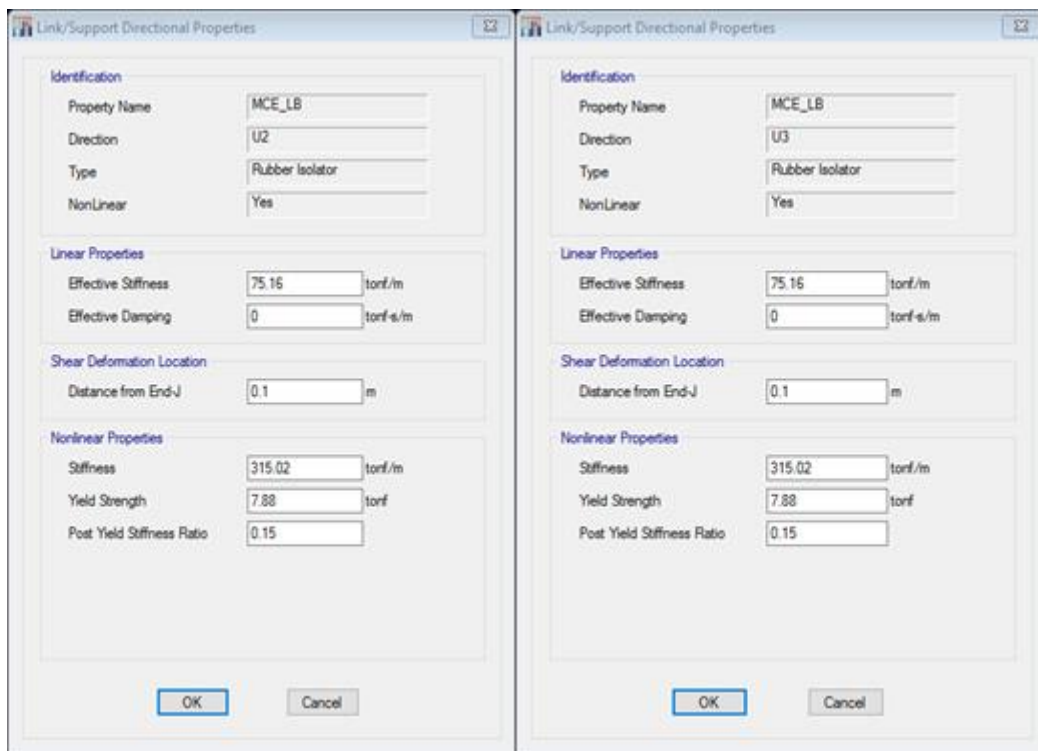


Figura 40. Propiedades de aislador LRB – MCE\_LB.

Aislador LRB – MCE\_LB. Las figuras n° 41.

The screenshot shows the 'Link/Support Directional Properties' dialog box for property 'MCE\_UB' in direction 'U1'. The 'Type' is 'Rubber Isolator' and 'NonLinear' is 'No'. The 'Linear Properties' section shows 'Effective Stiffness' as 4067.34 tonf/m and 'Effective Damping' as 0 tonf-s/m.

Property Name	Value	Unit
Property Name	MCE_UB	
Direction	U1	
Type	Rubber Isolator	
NonLinear	No	
Effective Stiffness	4067.34	tonf/m
Effective Damping	0	tonf-s/m

The two screenshots show the 'Link/Support Directional Properties' dialog box for property 'MCE\_UB' in directions 'U2' and 'U3'. Both have 'Type' as 'Rubber Isolator' and 'NonLinear' as 'Yes'. The 'Linear Properties' section shows 'Effective Stiffness' as 111.14 tonf/m and 'Effective Damping' as 0 tonf-s/m. The 'Shear Deformation Location' section shows 'Distance from End-J' as 0.1 m. The 'Nonlinear Properties' section shows 'Stiffness' as 426.2 tonf/m, 'Yield Strength' as 10.66 tonf, and 'Post Yield Stiffness Ratio' as 0.15.

Property Name	Value	Unit
Property Name	MCE_UB	
Direction	U2	
Type	Rubber Isolator	
NonLinear	Yes	
Effective Stiffness	111.14	tonf/m
Effective Damping	0	tonf-s/m
Distance from End-J	0.1	m
Stiffness	426.2	tonf/m
Yield Strength	10.66	tonf
Post Yield Stiffness Ratio	0.15	

Property Name	Value	Unit
Property Name	MCE_UB	
Direction	U3	
Type	Rubber Isolator	
NonLinear	Yes	
Effective Stiffness	111.14	tonf/m
Effective Damping	0	tonf-s/m
Distance from End-J	0.1	m
Stiffness	426.2	tonf/m
Yield Strength	10.66	tonf
Post Yield Stiffness Ratio	0.15	

Figura 41. Propiedades de aislador LRB – MCE\_LB.

Se muestra el modelo estructural en ETABS. Figuras n° 42.

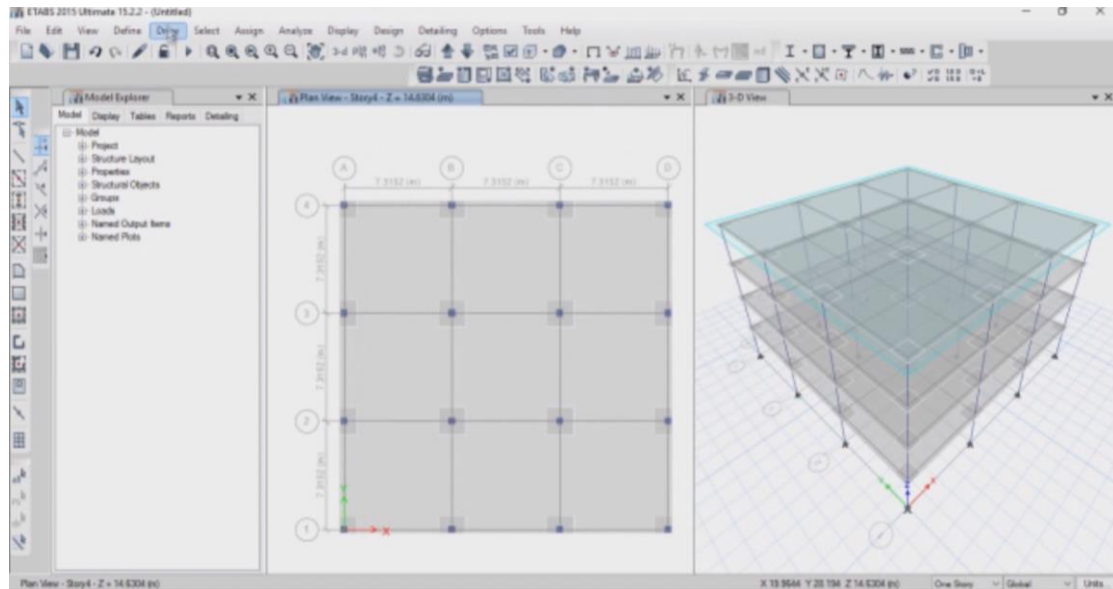


Figura 42. Modelo estructural en ETABS.

Los agregados se obtendrán de la Cantera Romana S.A.C. ubicada en Perú, Provincia Constitucional del Callao, con dirección en Autopista Néstor Gambeta – Kilometro 8.5/entre la Refinería la Pampilla y el cementerio Baquijano N°2 de Ventanilla - Callao. De donde se me proporcionarán los agregados finos y gruesos, los cuales serán empleados en los ensayos de agregados en la presente investigación.

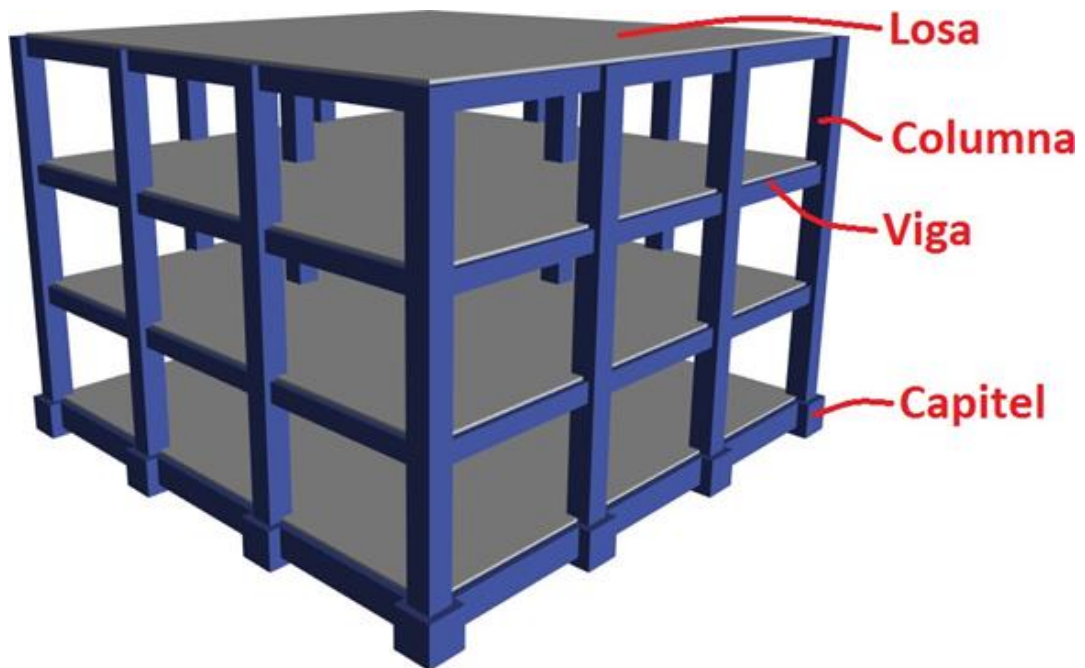


Figura 43. Modelado 3D de estructura aislada.

Será producida por la empresa Sika Perú S.A. con dirección en Habilitación Industrial.  
 Como se ilustra en la figura n.º 44.

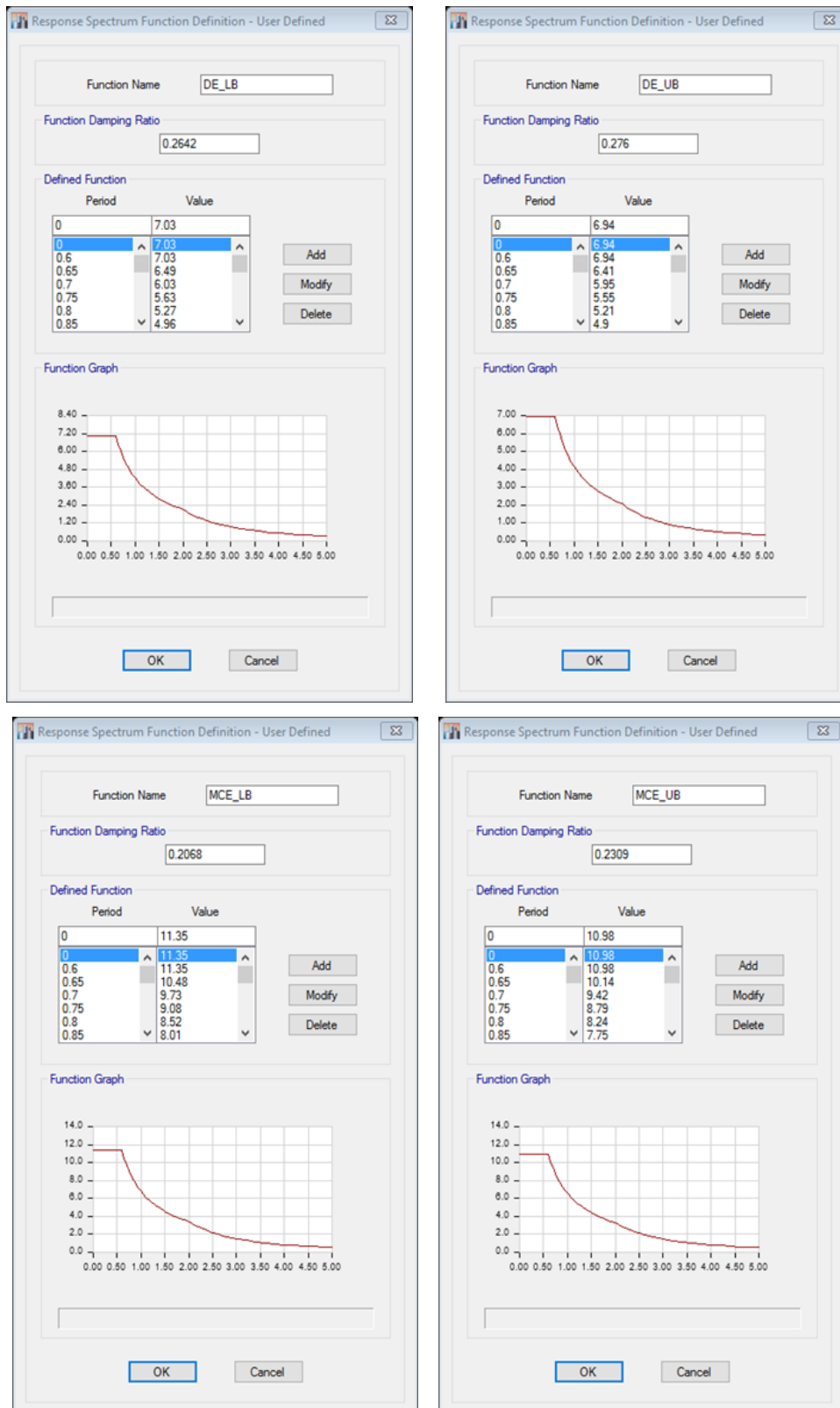


Figura 44. Espectros de respuesta de diseño y máximos considerados.

Será producida por la empresa Sika Perú S.A. con dirección en la figura n.º 45.

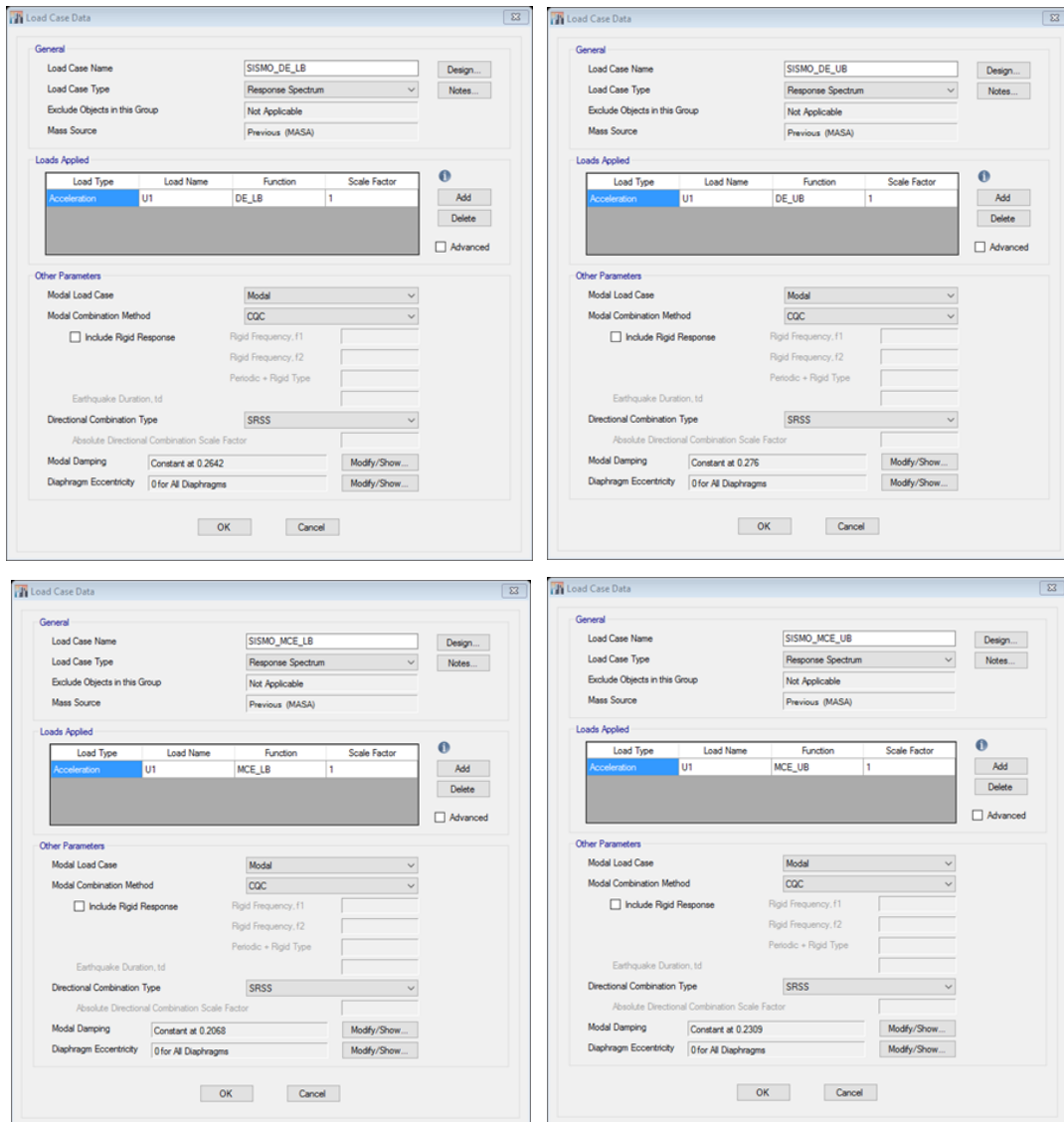


Figura 45. Casos de carga dinámica modal espectral para aislación sísmica.

## Modelo Pushover

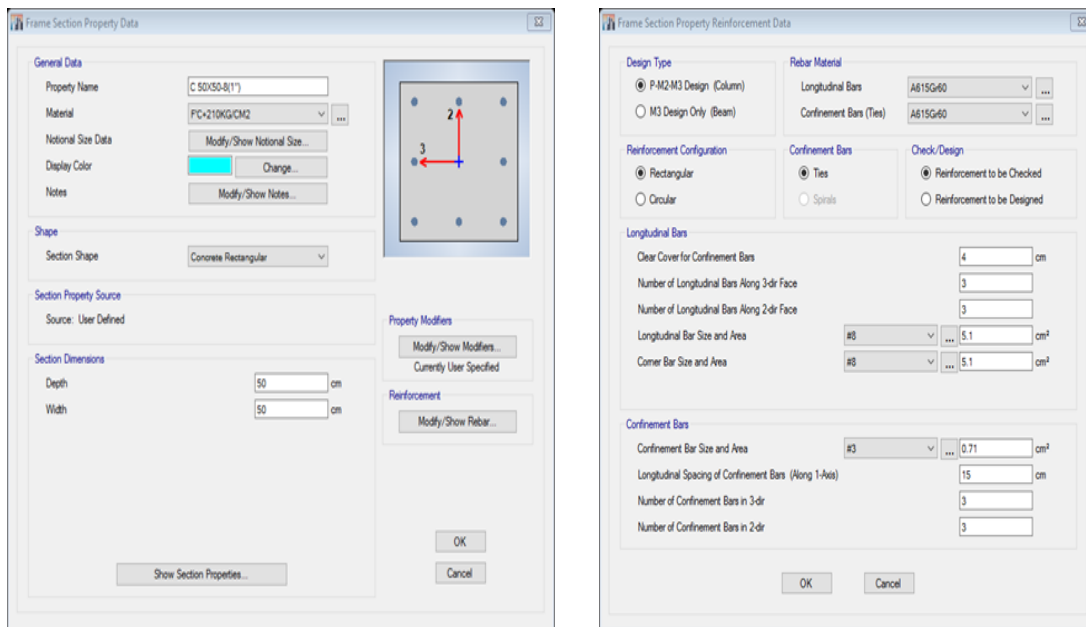


Figura 46. Sección armada de columna.

Se tiene que asignar la sección armada de columna, como se muestra en la figura n.º 47

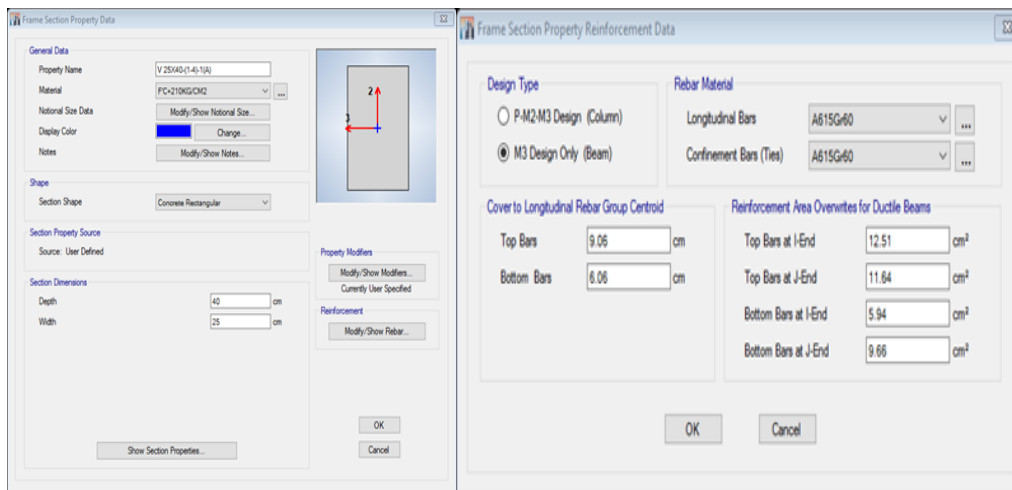


Figura 47. Sección armada de viga.

Se tiene que asignar las rotulas plásticas de vigas y columnas, como se muestra en la figura n.º 48.

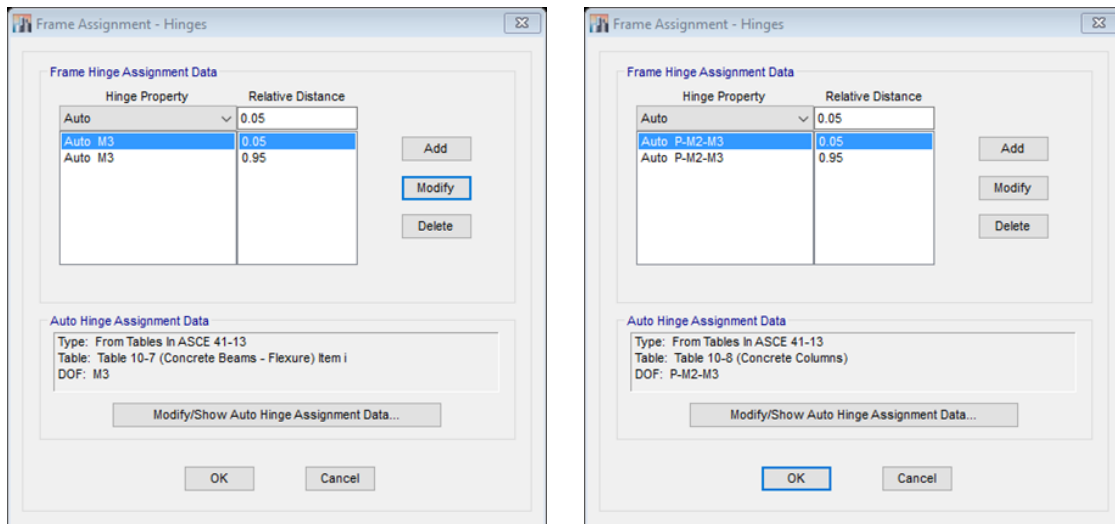


Figura 48. Rotulas plásticas de vigas y columnas.

Los agregados y la fibra de polipropileno serán trasladados a las instalaciones del laboratorio de la empresa JBO INGENIEROS S.A.C. Ubicada en Perú, Provincia de Lima, con dirección en Valladolid 149, Ate 15012. En donde se realizarán los ensayos físicos y mecánicos del concreto.

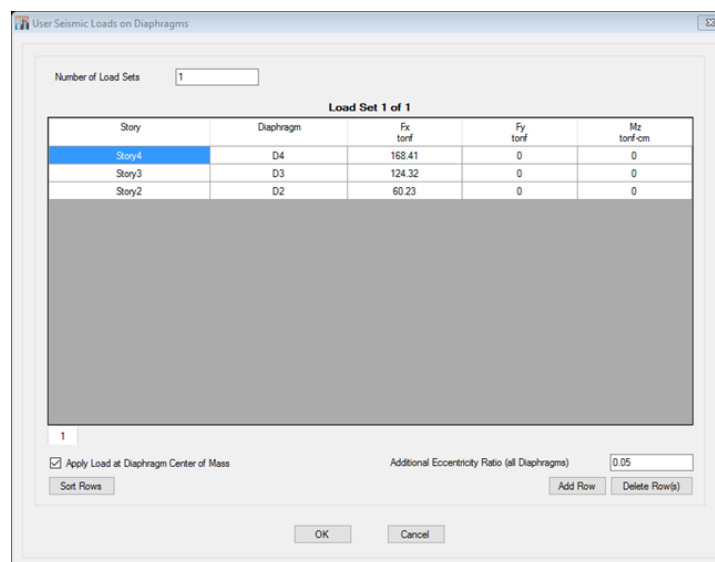


Figura 49. Patrón de cargas del primer modo.

Cargas de gravedad, como se muestra en las figuras n.º 50.

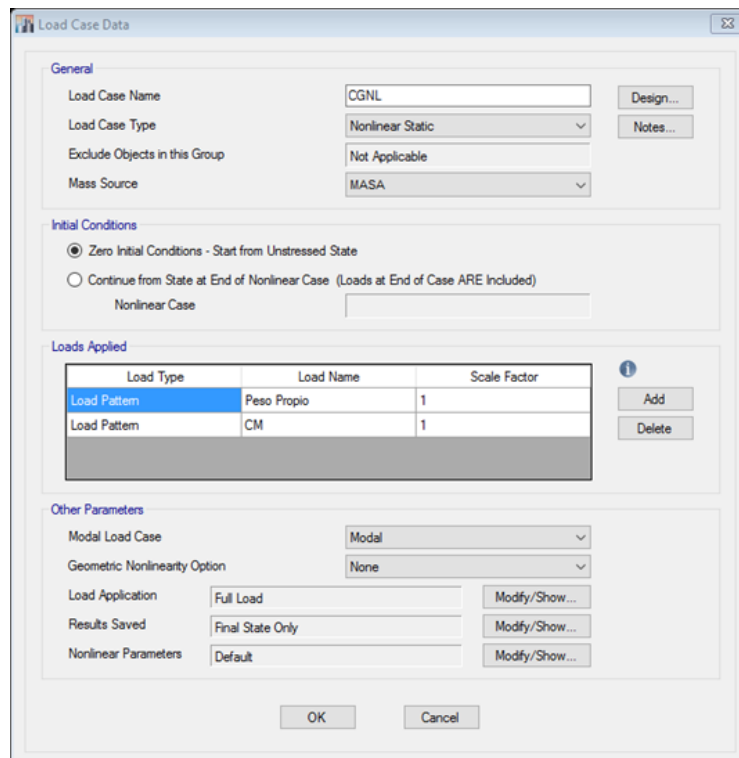


Figura 50. Caso de carga por gravedad.

Cargas laterales, como se muestra en las figuras n.º 51.

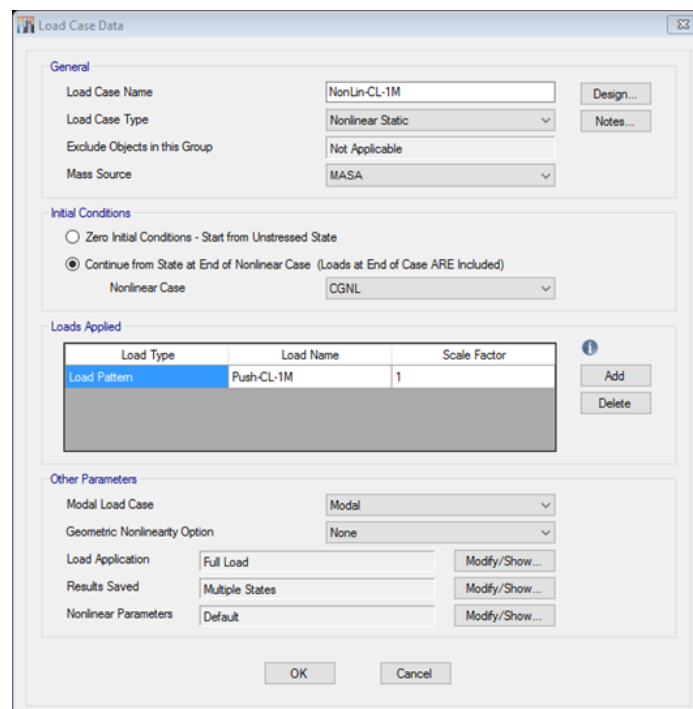


Figura 51. Caso de carga lateral.



Carga para la verificación de aisladores sísmicos, en la figura n.º 52, se puede observar dichas combinaciones de carga.

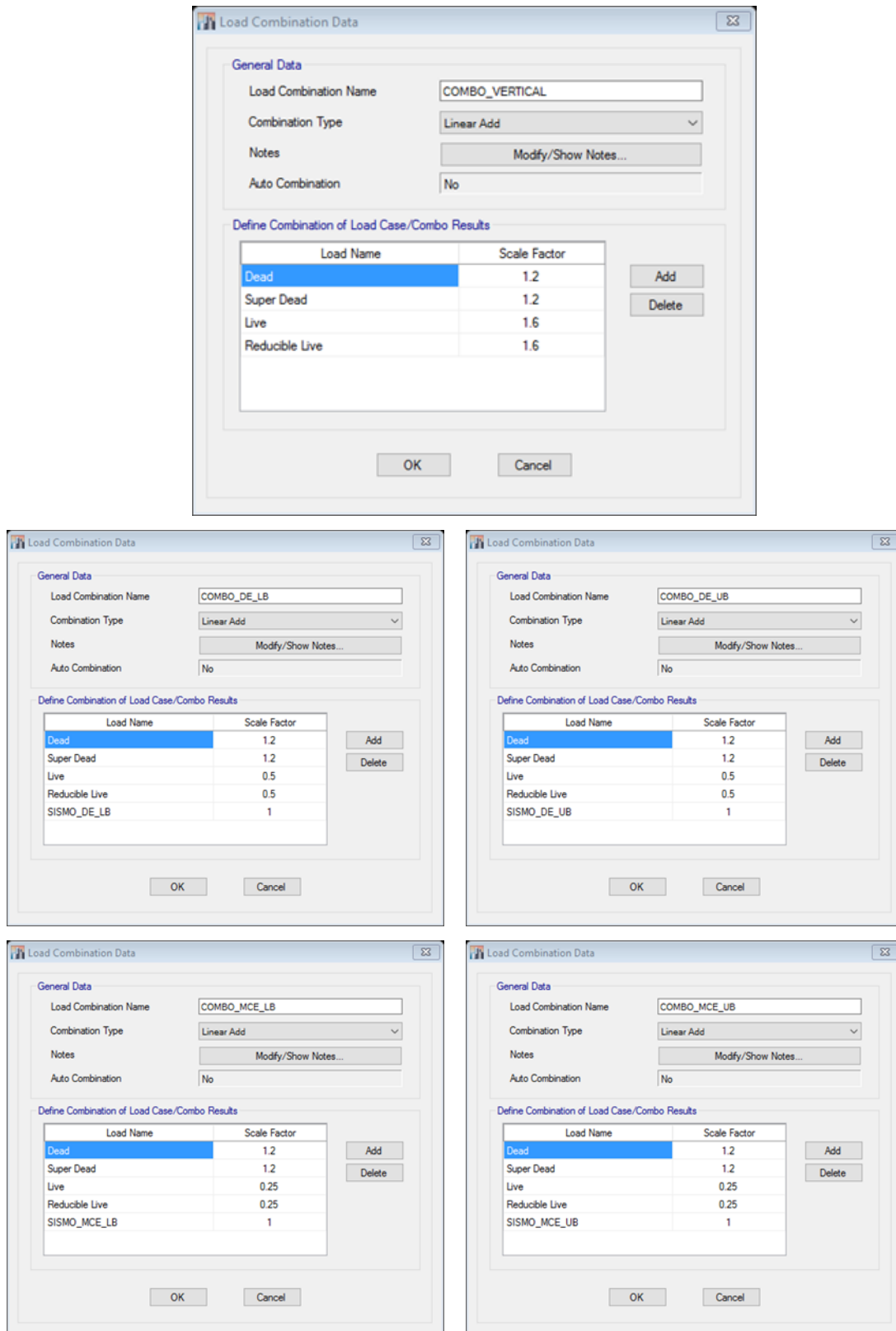


Figura 52. Caso de carga lateral Combinaciones de carga para verificación de aisladores.

Y por último se crean las combinaciones del diseño de elementos de concreto armado, en las figuras n.º 53, se puede observar dichas combinaciones de carga.

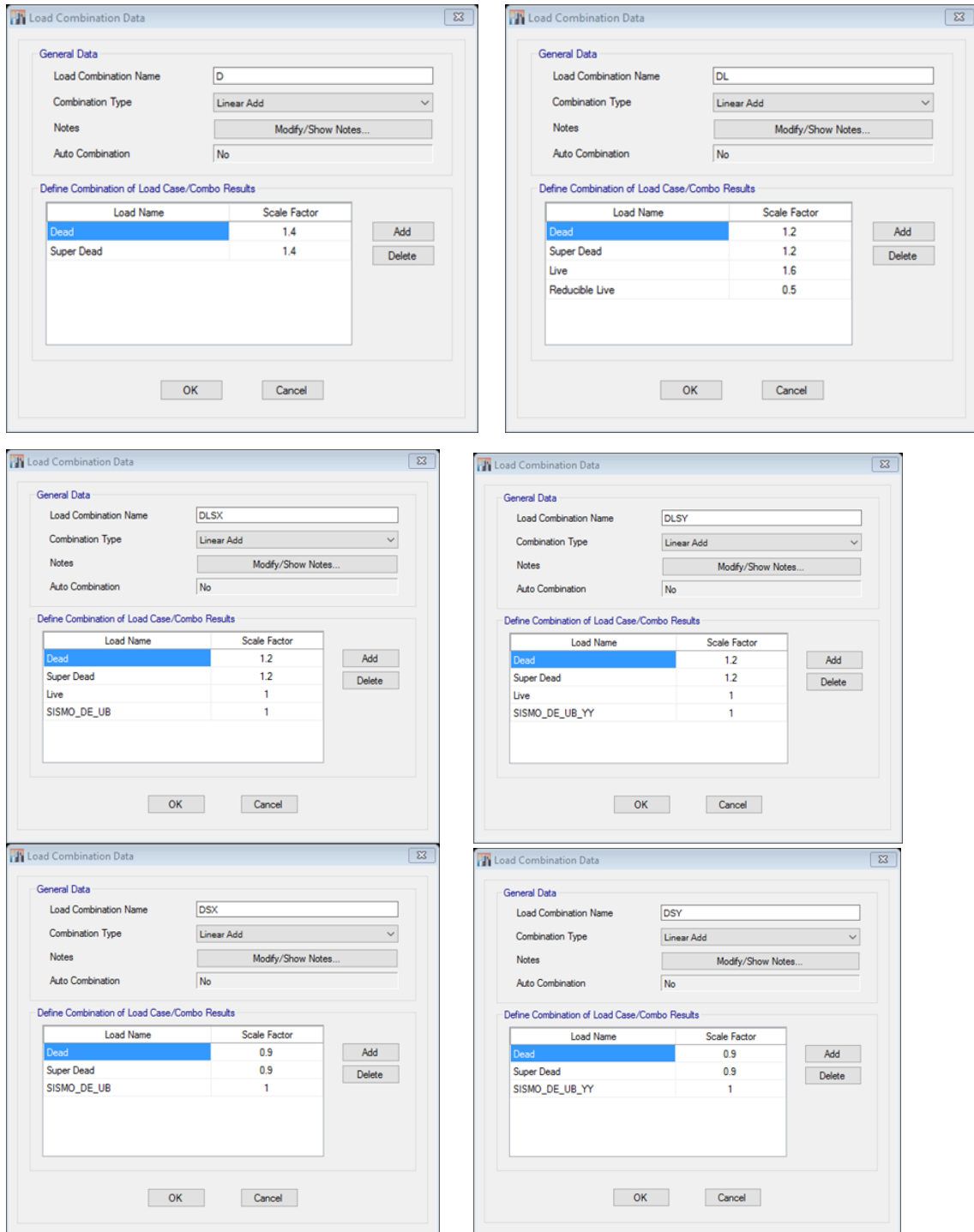


Figura 53. Combinaciones.

En la tabla n.º 6, se fabricaran 72 probetas, siendo así 36 probetas cilíndricas de (150mm x 300mm) y 36 probetas tipo viga de (150 x 150 x 450 mm) con o sin fibra de polipropileno para el ensayo de compresión y flexión. Para las propiedades físicas se tomara 3 porciones de muestra (Tiempo de fraguado, Densidad y Contenido de aire).

**Tabla 6. Dimensionamiento.**

N° Ejes	N° Pisos	Longitud de Ejes		
		4 m.	5 m.	6 m.
4	3	Do (40.50)	Do (45.50)	Do (52.00)
		Di (10.00)	Di (12.50)	Di (15.00)
	4	Do (45.50)	Do (52.00)	Do (57.00)
Di (10.00)		Di (12.50)	Di (15.00)	
5	3	Do (52.00)	Do (57.00)	Do (65.00)
		Di (10.00)	Di (12.50)	Di (15.00)
	4	Do (40.50)	Do (45.50)	Do (52.00)
Di (10.00)		Di (12.50)	Di (15.00)	
5	4	Do (45.50)	Do (52.00)	Do (57.00)
		Di (10.00)	Di (12.50)	Di (15.00)
	5	Do (52.00)	Do (57.00)	Do (65.00)
Di (10.00)		Di (12.50)	Di (15.00)	

Fuente Elaboración propia

Se elaboraran los porcentajes de 5%, 7.5% y 10%.

El trabajo de investigación se realizará con la meta de aumentar el conocimiento del uso de la fibra de polipropileno en el concreto. Se desarrollará el proyecto de investigación usando debidamente las normas técnicas y los resultados obtenidos en un laboratorio certificado, nos garantizan su autenticidad en la tabla n.º 7, la fibra de polipropileno en el concreto. Se desarrollará el proyecto de investigación usando debidamente las normas técnicas y los resultados obtenidos en un laboratorio certificado, nos garantizan su autenticidad.

**Tabla 7. Metrado.**

1°	Columnas	P.P	m3	16	2.40	0.50	0.50	2.70	25.92
	Vigas	P.P	m3	24	2.40	3.50	0.25	0.40	20.16
	Losa maciza	P.P	m3	9	2.40	4.00	4.00	0.125	43.20
	Acabados	C.M	m3	9	0.10	4.00	4.00	-	14.40
	Tabiquería	C.M	m3	9	0.15	4.00	4.00	-	21.60
	Sobrecarga	C.V	m3	9	0.30	4.00	4.00	-	43.20
2°	Columnas	P.P	m3	16	2.40	0.50	0.50	2.70	25.92
	Vigas	P.P	m3	24	2.40	3.50	0.25	0.40	20.16
	Losa maciza	P.P	m3	9	2.40	4.00	4.00	0.125	43.20
	Acabados	C.M	m3	9	0.10	4.00	4.00	-	14.40
	Tabiquería	C.M	m3	9	0.15	4.00	4.00	-	21.60
	Sobrecarga	C.V	m3	9	0.30	4.00	4.00	-	43.20
3°	Columnas	P.P	m3	16	2.40	0.50	0.50	2.70	25.92
	Vigas	P.P	m3	24	2.40	3.50	0.25	0.40	20.16
	Losa maciza	P.P	m3	9	2.40	4.00	4.00	0.125	43.20
	Acabados	C.M	m3	9	0.10	4.00	4.00	-	14.40
	Sobrecarga	C.V	m3	9	0.15	4.00	4.00	-	21.60
	<b>PESO TOTAL</b>								

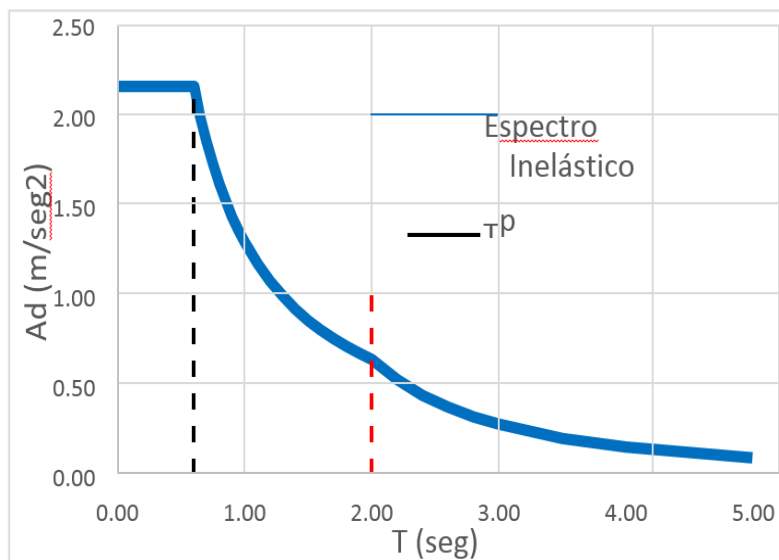
Fuente Elaboración propia

La meta de aumentar el conocimiento del uso de la fibra de polipropileno en el concreto. Se desarrollará el proyecto de investigación usando debidamente las normas técnicas y los resultados obtenidos en un laboratorio certificado, nos garantizan su autenticidad. Ver tabla 8.

**Tabla 8. Parámetros.**

Descripción	Tipo/ Und	factor
"Z"	4	0.45
"S"	S2	1.05
"A"	A2	1.50
"R"	Pórtico	8
"fip"	No	1
"fia"	No	1
"Tp"	s	0.60
"Tl"	s	2.00

Fuente Elaboración propia



*Figura 54. Espectro de respuesta reducido de aceleraciones.*

**Tabla 9. Metrado.**

AIS	Capitel	P.P	m3	16	2.40	0.80	0.80	0.80	19.66
	Vigas	P.P	m3	24	2.40	3.20	0.30	0.60	33.18
	Losa maciza	P.P	m3	9	2.40	4.00	4.00	0.125	43.20
	Acabados	C.M	m3	9	0.10	4.00	4.00	-	14.40
	Tabiquería	C.M	m3	9	0.15	4.00	4.00	-	21.60
	Sobrecarga	C.V	m3	9	0.30	4.00	4.00	-	43.20
1°	Columnas	P.P	m3	16	2.40	0.50	0.50	2.70	25.92
	Vigas	P.P	m3	24	2.40	3.50	0.25	0.40	20.16
	Losa maciza	P.P	m3	9	2.40	4.00	4.00	0.125	43.20
	Acabados	C.M	m3	9	0.10	4.00	4.00	-	14.40
	Tabiquería	C.M	m3	9	0.15	4.00	4.00	-	21.60
	Sobrecarga	C.V	m3	9	0.30	4.00	4.00	-	43.20
2°	Columnas	P.P	m3	16	2.40	0.50	0.50	2.70	25.92
	Vigas	P.P	m3	24	2.40	3.50	0.25	0.40	20.16
	Losa maciza	P.P	m3	9	2.40	4.00	4.00	0.125	43.20
	Acabados	C.M	m3	9	0.10	4.00	4.00	-	14.40
	Tabiquería	C.M	m3	9	0.15	4.00	4.00	-	21.60
	Sobrecarga	C.V	m3	9	0.30	4.00	4.00	-	43.20
3°	Columnas	P.P	m3	16	2.40	0.50	0.50	2.70	25.92
	Vigas	P.P	m3	24	2.40	3.50	0.25	0.40	20.16
	Losa maciza	P.P	m3	9	2.40	4.00	4.00	0.125	43.20
	Acabados	C.M	m3	9	0.10	4.00	4.00	-	14.40
	Sobrecarga	C.V	m3	9	0.15	4.00	4.00	-	21.60
	PESO TOTAL								

Fuente Elaboración propia

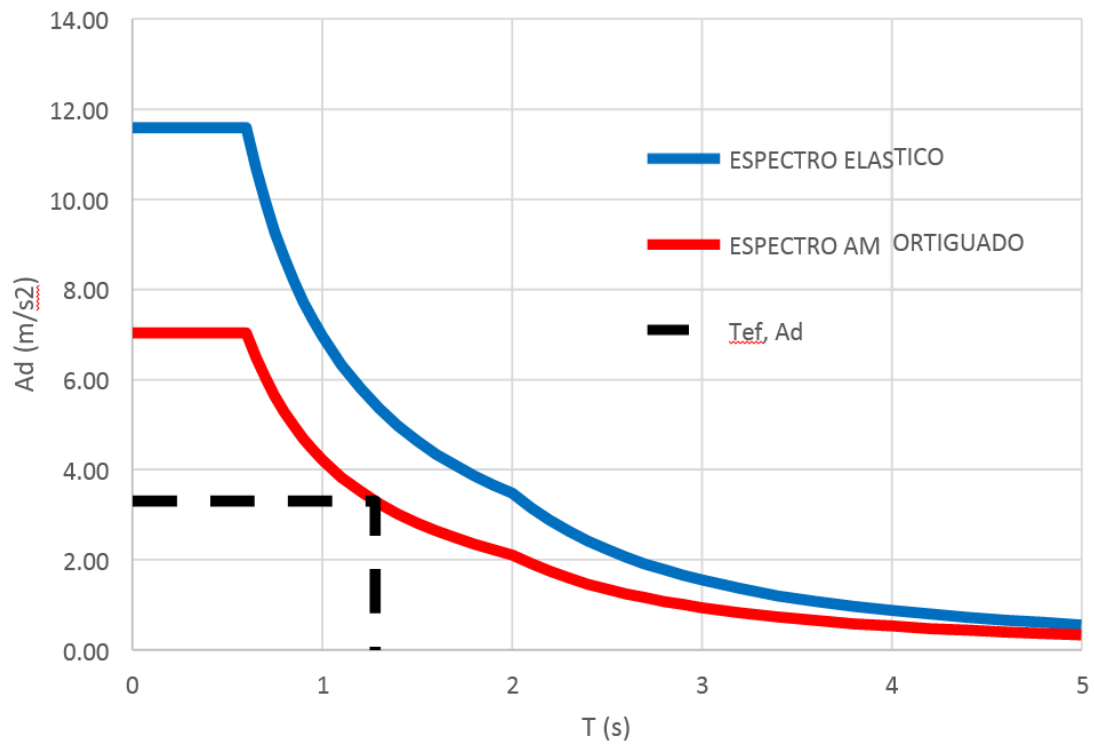
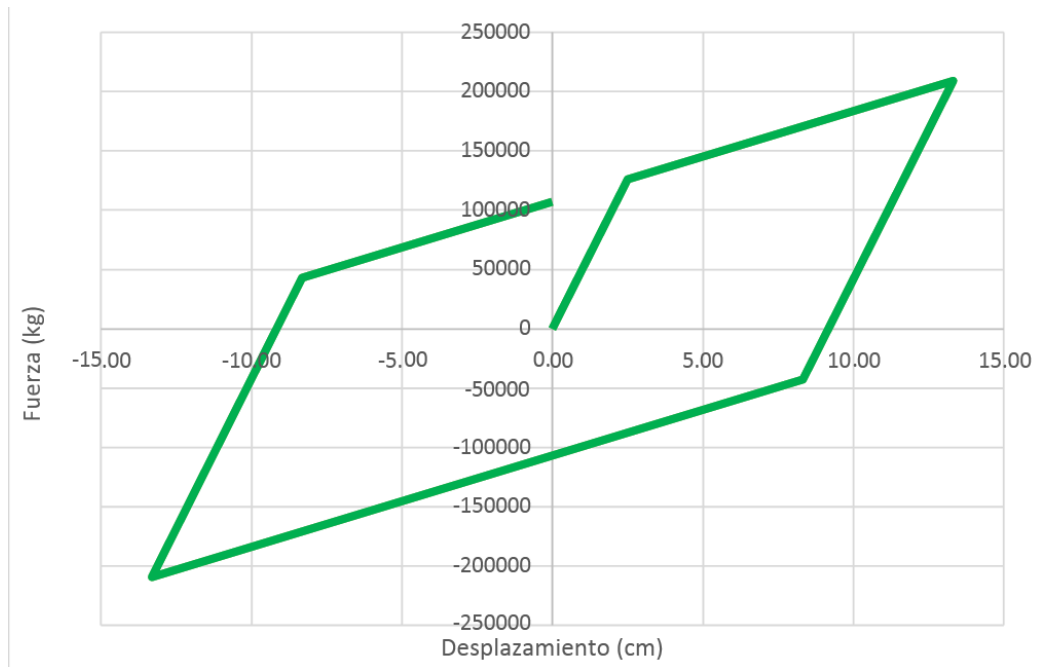


Figura 55. Respuesta DE\_LB.

Diagramas de histéresis y espectro de respuesta DE\_UB. Se visualizan en las figura 56.

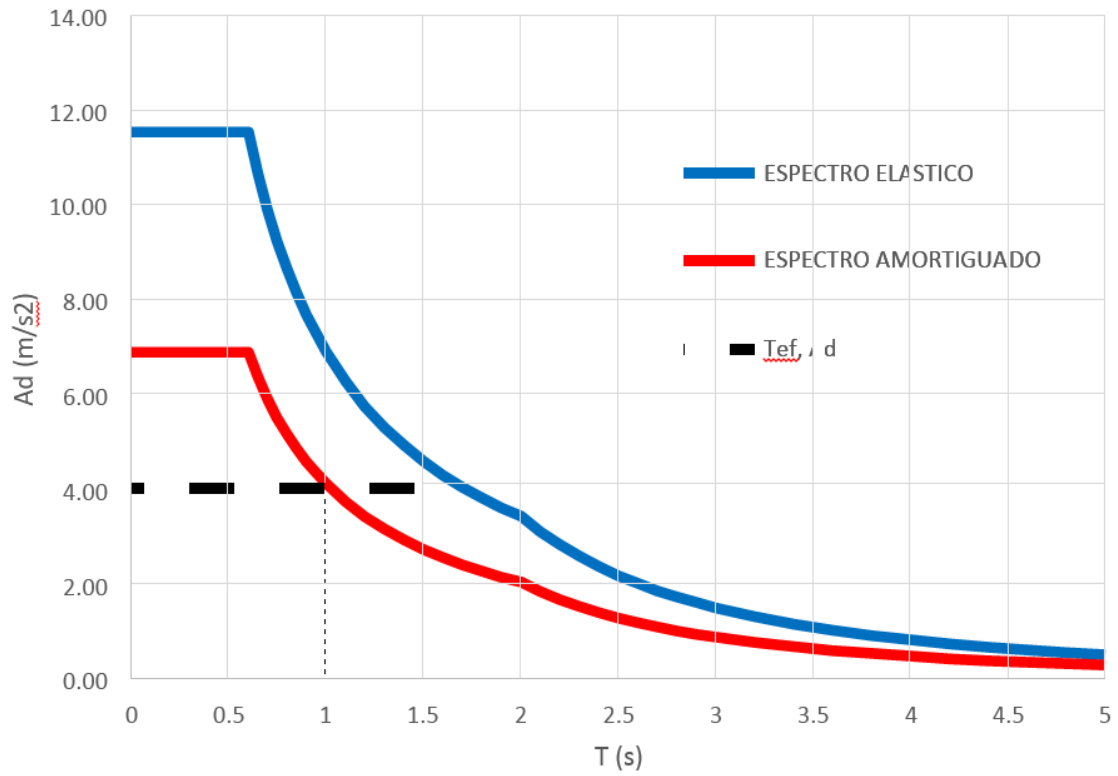
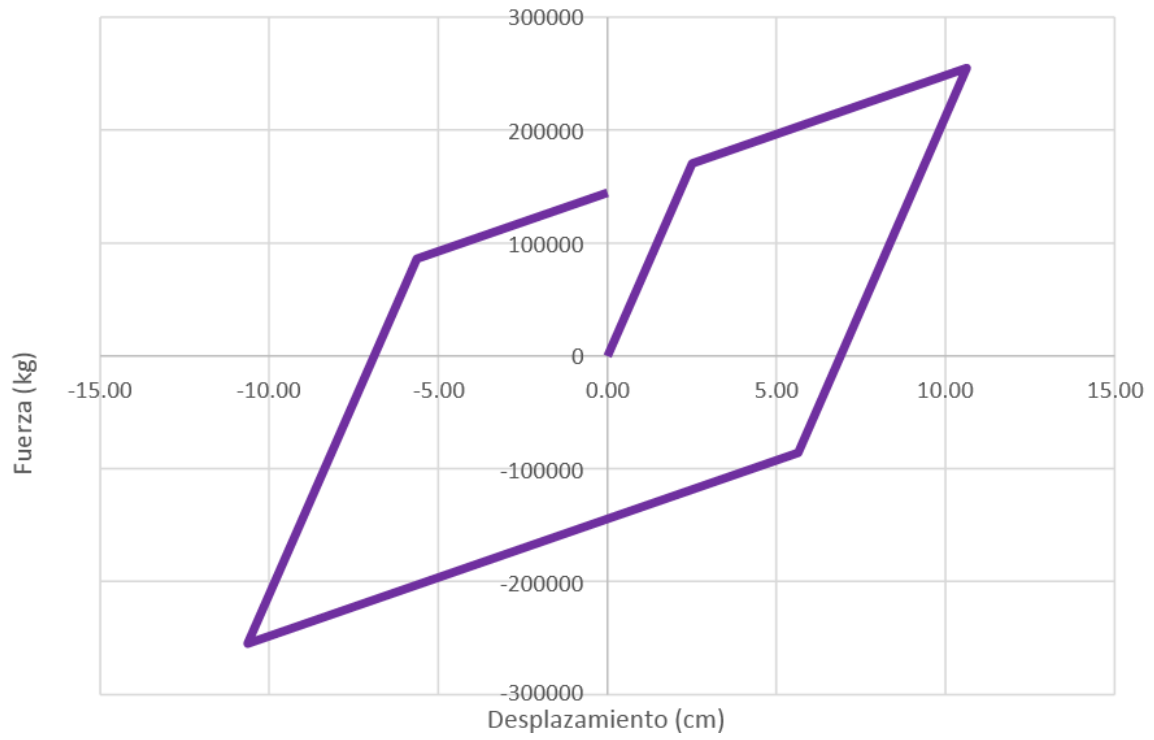


Figura 56. Respuesta DE\_UB.

Como resultado. Se visualizan en las figura 57.

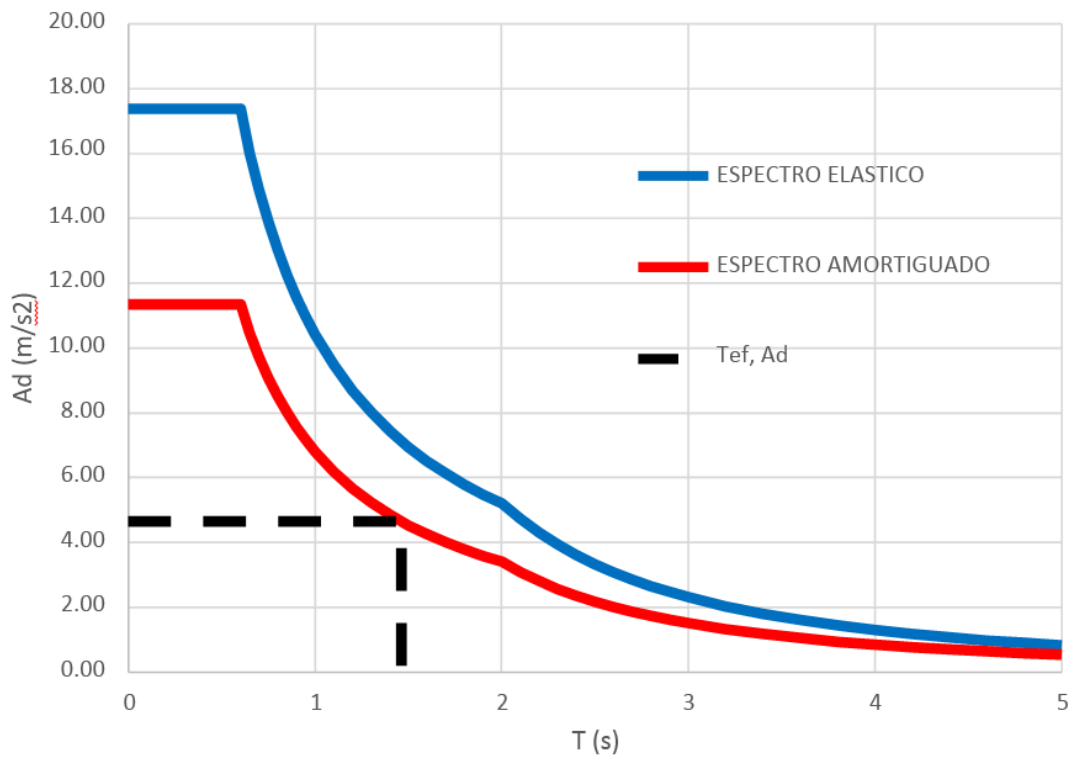
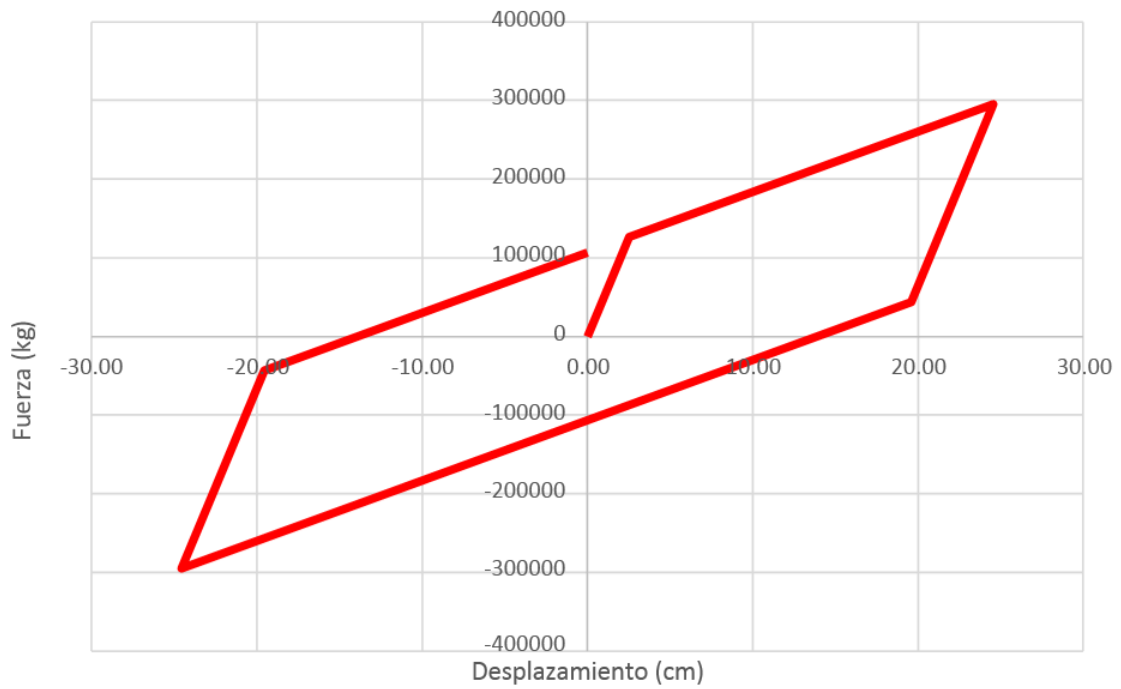


Figura 57. Respuesta MCE\_LB



Se visualizan en las figura 56.

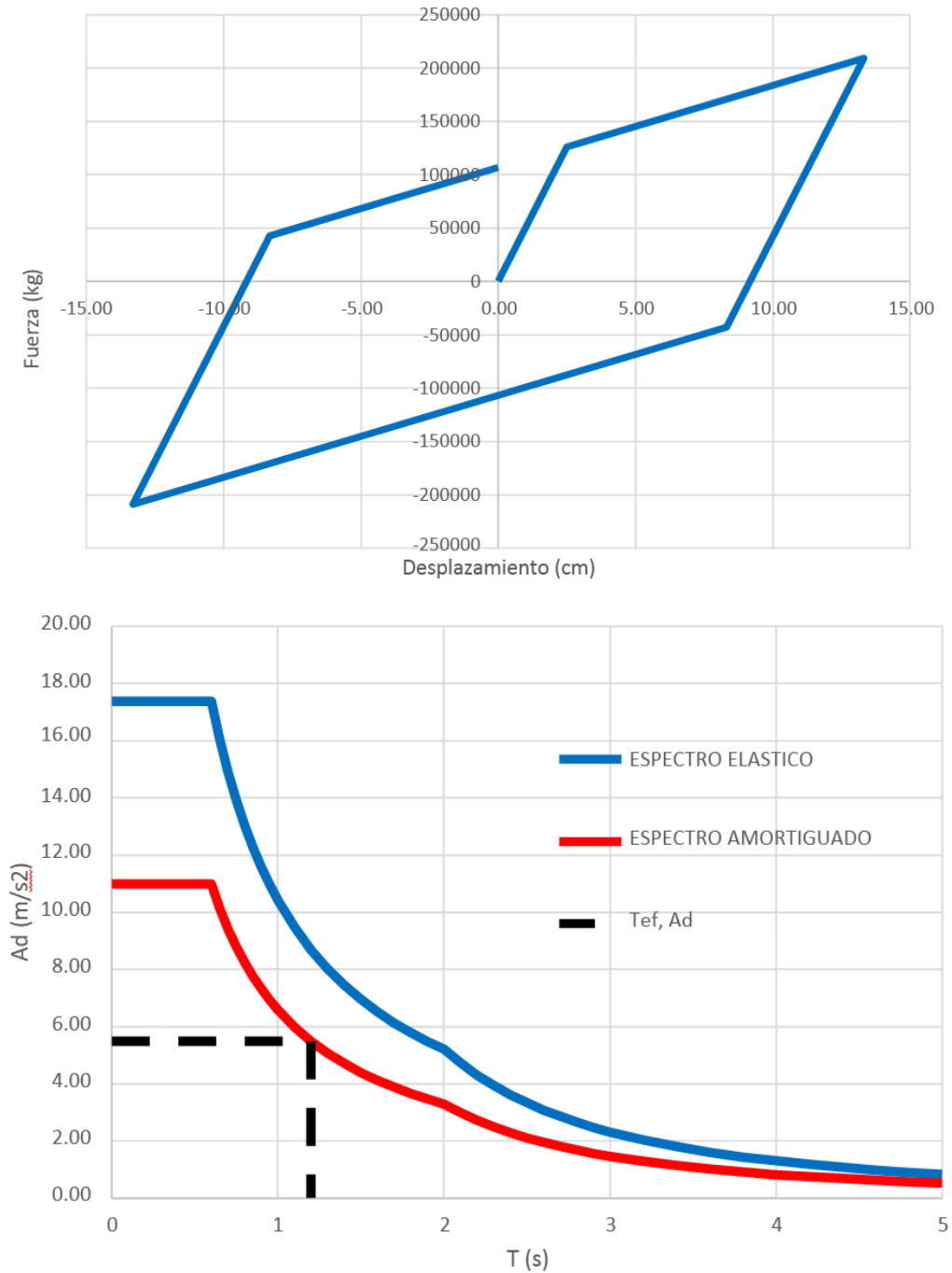


Figura 56. Respuesta MCE\_UB.

Diagrama n° 57.

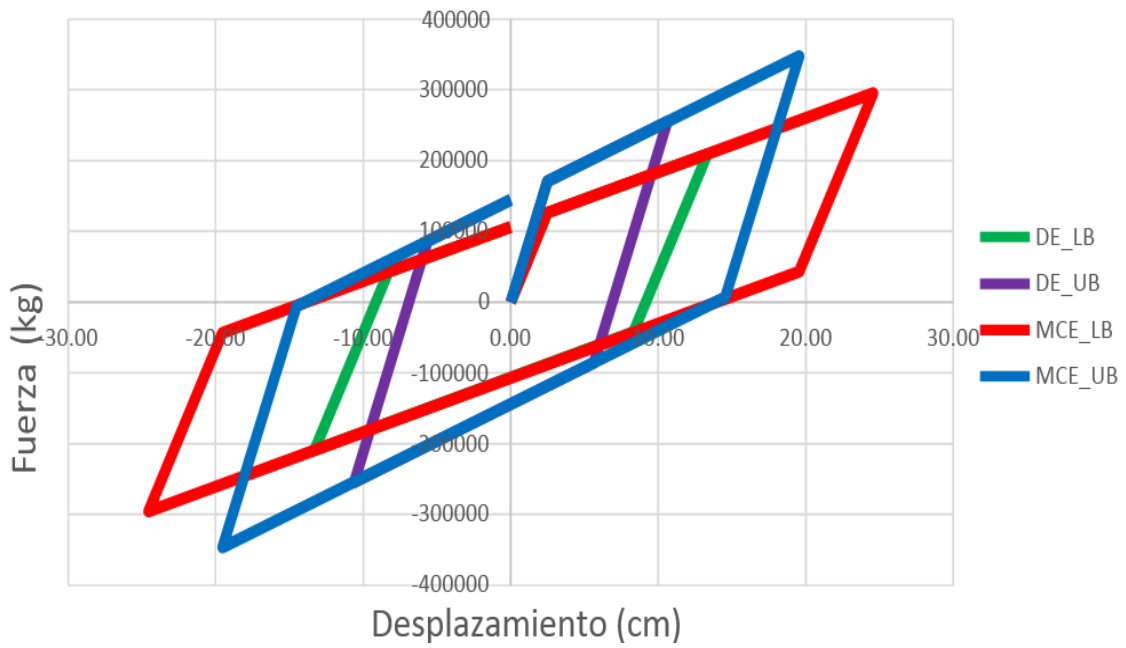


Figura 57. Superposición de las curvas de histéresis

Los Periodos naturales de vibración. Como los descritos en las tablas n.º 10.

**Tabla 10.** Periodos.

12	2.231	2.012	2.395	2.16
11	2.228	2.009	2.392	2.157
10	2.024	1.838	2.165	1.965
9	1.216	1.208	1.218	1.211
8	1.217	1.209	1.219	1.212
7	1.151	1.15	1.152	1.151
6	1.07	1.069	1.07	1.07
5	1.073	1.072	1.073	1.073
4	1.063	1.063	1.063	1.063
3	1.04	1.04	1.04	1.04
2	1.039	1.039	1.039	1.039
1	1.035	1.035	1.035	1.035

Fuente Elaboración propia

Aceleraciones espectrales. Como los descritos en las tablas n.º 11.

**Tabla 11.** Aceleraciones

12	4.442	5.122	5.902	6.702
11	4.439	5.119	5.899	6.699
10	5.118	5.958	6.848	7.818
9	8.031	7.941	12.351	11.981
8	8.032	7.942	12.352	11.982
7	8.029	7.939	12.349	11.979
6	8.028	7.938	12.348	11.978
5	8.031	7.941	12.351	11.981
4	8.032	7.942	12.352	11.982
3	8.029	7.939	12.349	11.979
2	8.028	7.938	12.348	11.978
1	8.031	7.941	12.351	11.981

Fuente Elaboración propia

Factores de participación modal en dirección "X". Como los descritos en las tablas n.º 12.

**Tabla 12.** Dirección "X".

12	1.8032	1.9944	1.9965	1.9951
11	1.1957	1.0024	1.0033	1.0035
10	1.1937	1.0004	1.0013	1.0015
9	1.0028	1.0051	1.0022	1.0033
8	1.0008	1.0031	1.0002	1.0013
7	1.0007	1.0030	1.0001	1.0012
6	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
5	1.0010	1.0010	1.0010	1.0010
4	1.0020	1.0020	1.0020	1.0020
3	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
2	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
1	1.0010	1.0010	1.0010	1.0010

Fuente Elaboración propia

Fuerzas en el centro de masas. Como los descritos en las tablas n.º 13.

**Tabla 13.** Fuerzas

Aislado	193.33	231.01	274.84	319.55
3	140.64	169.42	198.96	232.73
2	89.98	109.19	126.63	148.94
1	37.00	45.10	51.62	60.94

Fuente Elaboración propia

**Tabla 14.** Desplazamientos en el centro de masas.

Aislado	13.39	10.75	23.96	19.12
3	13.98	11.42	24.80	20.05
2	14.57	12.11	25.64	20.99
1	15.02	12.61	26.28	21.69

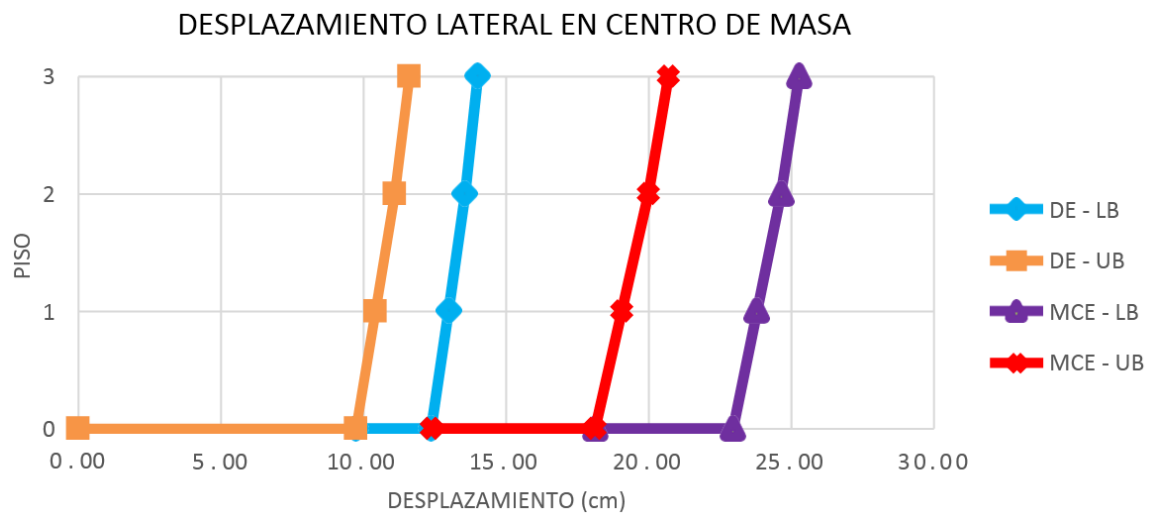
Fuente Elaboración propia

**Tabla 15.** Derivas de entrepiso.

3	3.20	3.52	4.12	4.46
2	3.21	3.54	4.12	4.48
1	2.67	2.89	3.36	3.59

Fuente Elaboración propia

Con respecto a las derivas esta investigación nos genera una inversión de los siguientes recursos, la que va será dividida de la siguiente manera.



*Figura 58. Desplazamientos laterales del centro de masas para cada sismo*

**Tabla 16.** Cargas axiales, desplazamientos y rotaciones

Interior	41851.099	0.001	0.005	41767.199	0.001	0.005
Exterior	33969.302	0.002	0.008	33363.602	0.002	0.008
SISMO DE 1.2 D + 0.5 L + 1.0 E						
Exterior	36869.302	12.382	0.002	38346.802	9.742	0.002
Interior	37334.299	12.379	0.000	37857.099	9.739	0.000
SISMO MCE 1.2 D + 0.25 L + 1.0 E						
Exterior	39298.202	22.952	0.002	42128.502	18.112	0.002
Interior	37114.599	22.949	0.000	37721.599	18.109	0.001

Fuente Elaboración propia

En la tabla n.º 17

**Tabla 17.** Deformaciones.

Deformación Angular por Compresión " $\gamma_c$ "						
Aislador	CARGA VERTICAL		SISMO DE		SISMO MCE	
	LB	UB	LB	UB	LB	UB
Interior	0.303	0.232	0.531	0.377	1.088	0.643
Exterior	0.369	0.287	0.535	0.38	1.03	0.58
"						
Interior	0.399	0.359	0.029	0.022	0.023	0.020
Exterior	0.377	0.374	0.040	0.04	0.04	0.04
Interior	0.002	0.002	0.827	0.647	1.528	1.205
Exterior	-0.001	-0.001	0.824	0.65	1.53	1.21

Fuente Elaboración propia

**Tabla 18.** Controles de deformaciones

Control	LB	UB
$\gamma_c < 3.5$	0.302	0.232
	0.369	0.289
$\gamma_c + \gamma_r + \gamma_s < 6$	0.698	0.588
	0.75	0.66
$\gamma_c + 0.5 \gamma_r + \gamma_s < 7$	1.3720	1.0420
	1.3790	1.0390
$\gamma_c + 0.25 \gamma_r + \gamma_s < 9$	2.6280	1.8580
	2.5710	1.7910

Fuente Elaboración propia

**Tabla 19.** Espesor de placas SHIM

Exterior	0.018	0.018	0.030	0.024	0.044	0.032
Interior	0.019	0.019	0.028	0.03	0.04	0.03

Fuente Elaboración propia

**Tabla 20.** Controles por pandeo.

Control	CARGA VERTICAL		SISMO MCE	
	LB	UB	LB	UB
$P'_{cr} / P_{cr} > 0.15$	1.002	1.002	0.322	0.452
$P'_{cr} / P_u > 2$	9.129	12.579		
	7.408	10.048		
$P'_{cr} / P_u > 1.1$			2.52	4.49
			2.6720	5.0120

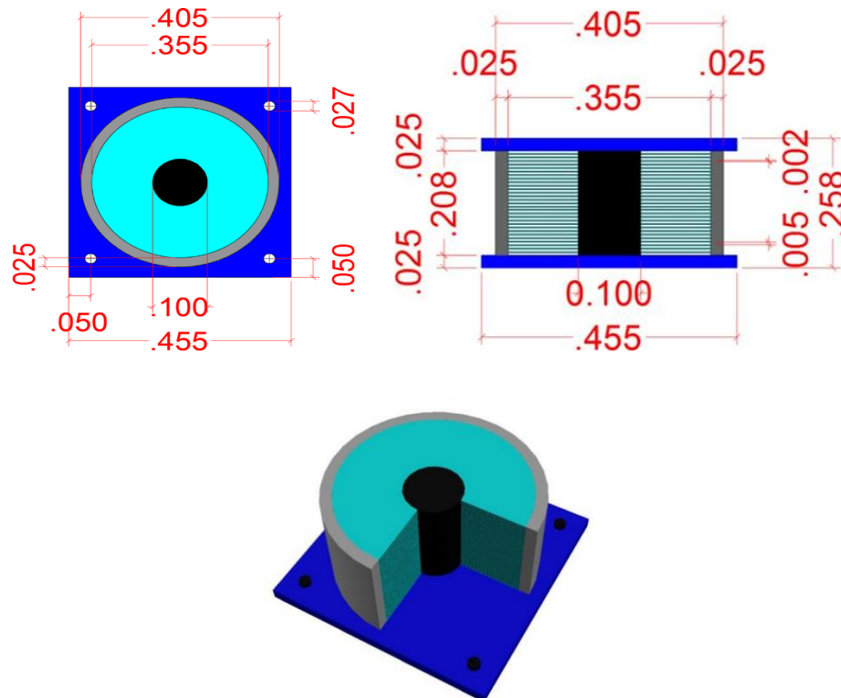
Fuente Elaboración propia

**Tabla 21.** Espesor de placas exteriores

Exterior	0.027	0.027	0.031	0.025	0.045	0.033
Interior	0.026	0.026	0.029	0.03	0.05	0.03

Fuente Elaboración propia

En planta, en corte y en 3D.

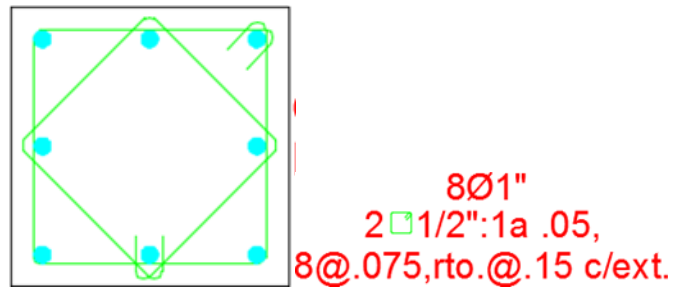


*Figura 59. 3D*

**Tabla 22.** Solicitaciones.

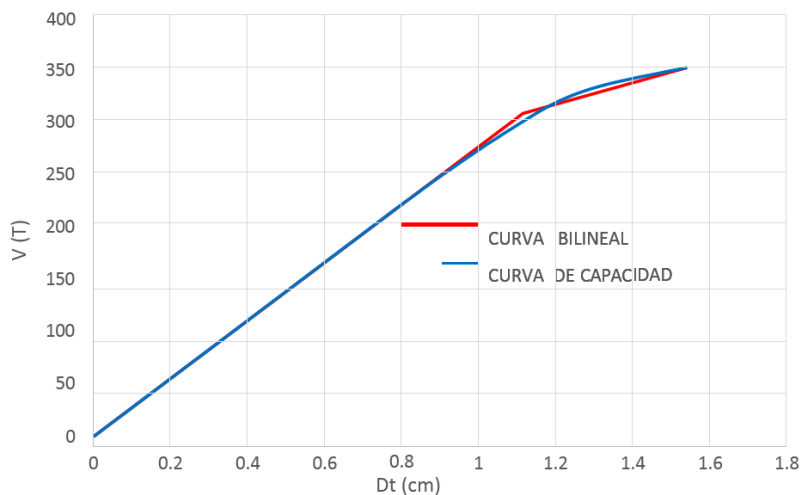
1	1.4 D	Top	-98.53	-6.58	-6.58	2.95	2.95
		Bottom	-101.07	-6.58	-6.58	-10.86	-10.86
2	1.2 D + 1.6 L + 0.5 Lr	Top	-112.99	-8.11	-8.11	3.66	3.66
		Bottom	-115.17	-8.11	-8.11	-13.38	-13.38
3	1.2 D + 1.0 L + 1.0 Sx	Top	-105.63	19.28	-7.03	3.23	18.79
		Bottom	-107.81	-33.46	-7.15	-11.79	-51.49
4	1.2 D + 1.0 L + 1.0 Sy	Top	-105.63	-7.03	19.28	18.79	3.23
		Bottom	-107.81	-7.15	-33.46	-51.49	-11.79
5	0.9 D + 1.0 Sx	Top	-67.42	22.14	-4.17	1.93	17.50
		Bottom	-69.05	-30.60	-4.29	-7.08	-46.77
6	0.9 D + 1.0 Sy	Top	-67.42	-4.17	22.14	17.50	1.93
		Bottom	-69.05	-4.29	-30.60	-46.77	-7.08

Fuente Elaboración propia



*Figura 60.* Diseño de columna de 55 cm x 55 cm

En la figura 60



*Figura 61.* Curva Pushover y Curva Bilineal.

Podemos observar que el cortante último es de 352.96 toneladas y una cortante de fluencia de 309.20 toneladas de ahí la división entre las dos es de 1.4 que resultaría ser nuestro Factor de Sobre Resistencia.

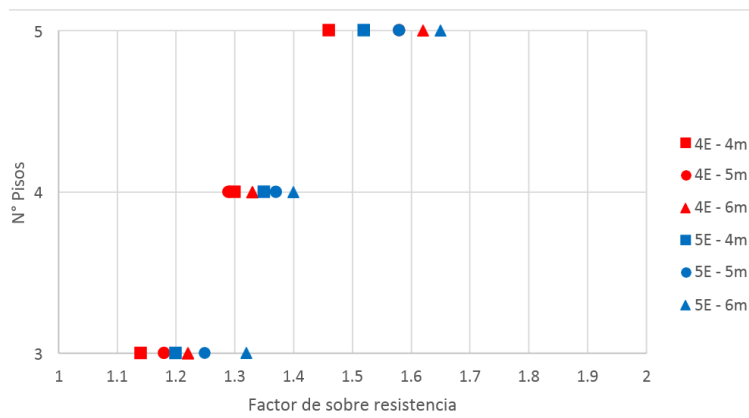
Se encuentra en dentro de los parámetros que indica la norma E 031 2019.

**Tabla 23.** Factores de sobre resistencia.

N° Pisos	4 Ejes			5 Ejes		
	4 m.	5 m.	6 m.	4 m.	5 m.	6 m.
3	1.138	2.173	3.236	2.225	0.244	2.267
4	2.327	1.314	2.293	4.361	2.363	1.395
5	0.428	0.598	1.648	3.439	1.539	0.659

Fuente Elaboración propia

En la figura 62.



*Figura 62. Factores*

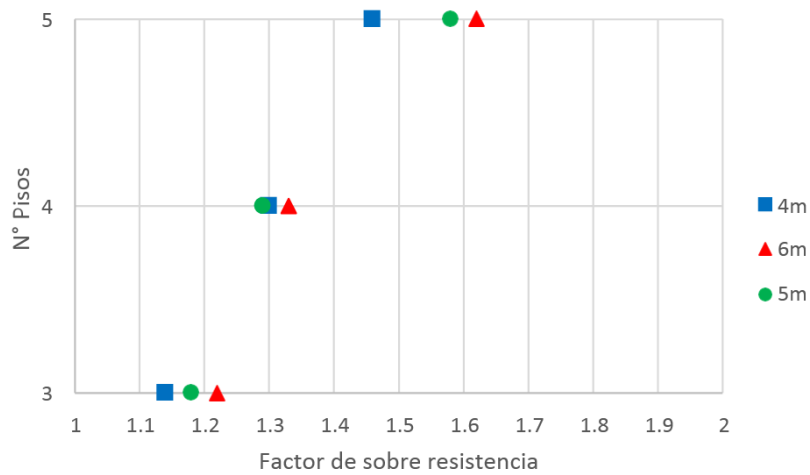




Figura 63. Factor.

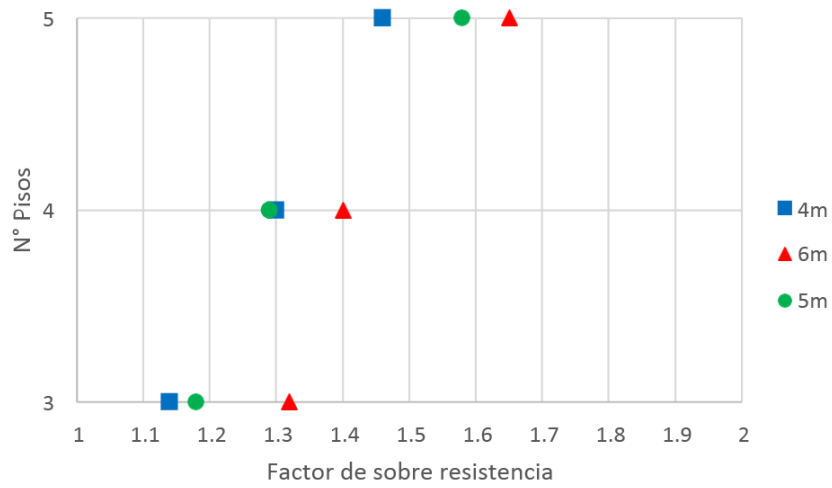


Figura 64. Factor

Sin aisladores sísmicos. Se encuentra en dentro de los parámetros que indica la norma E 031 - 2019.

**Tabla 24.** Factores sin aisladores sísmicos.

3	1.8	1.84	1.88	1.86	1.91	1.94
4	1.96	1.95	1.99	2.03	2.05	2.09
5	2.12	2.24	2.28	2.08	2.26	2.3

Fuente Elaboración propia

## **IV. DISCUSIÓN**

### **4.2.1 Determinar el factor de sobre resistencia en estructuras de concreto armado con aisladores de base tipo LRB, Lima 2019.**

Según Gil y Jave (2018), en su estudio de investigación. Determinación del factor de sobre resistencia mediante un análisis estático no lineal (pushover) en estructuras con aisladores de base tipo LRB. Se determinó el factor de sobre resistencia donde como era de esperarse se mostró un valor que variaba proporcionalmente a las características de cada modelos, donde de acuerdo a cada modelo el factor de sobre resistencia vario proporcionalmente entre 1.11 a 1.46.

Estos resultados del trabajo de investigación, son similares con respecto al antecedente mencionado. Puesto que, con la determinación del factor de sobre resistencia en estructuras aporricadas de concreto armado con aisladores de base tipo LRB en la ciudad de Lima, donde como era de esperarse se mostró un valor que cambiaba proporcionalmente a las características de cada modelos, ya que cada modelo mostraba un aumento en su factor de sobre resistencia y aumentaba proporcionalmente de acuerdo al aumento de los niveles como del número de ejes del mismo modo que la distancia entre los ejes, este factor de sobre resistencia de los 18 modelos se encuentra entre 1.138 a 1.659.

### **4.2 Discusión de objetivos específicos**

#### **4.2.1 Determinar la influencia de la cortante basal ultima en el factor de sobre resistencia en estructuras de concreto armado con aisladores de base tipo LRB, Lima 2019.**

Según Trujillo (2017), en su trabajo de investigación. Diseño integral de estructuras con sistema de aislación sísmica aplicado a un edificio de concreto armado, se llegó a la conclusión que para satisfacer los requerimientos de corte basal y conseguir un aislador con factores de seguridad a la deformación y a la estabilidad mayores que 1.5 y 2.0, respectivamente. Además, en función de la distribución de cargas gravitacionales se debe buscar la manera de minimizar los efectos torsionales que afectan a edificios con excentricidad de masa respecto al centro de rigidez de la estructura. Este proceso iterativo condujo a usar distintos tipos de dispositivos.

Estos resultados del trabajo de investigación son similares con respecto al antecedente mencionado. Ya que la cortante basal última influye en forma considerable en el factor de sobre resistencia en estructuras de concreto armado con aisladores de base tipo LRB para los edificios aislados de 3 pisos, 4 pisos y 5 pisos, podemos señalar que la cortante basal última permite un factores de seguridad a la deformación y a la estabilidad que se encuentran dentro del rango de 1.138 a 1.659, correspondiendo el menor valor al menor número de ejes y el mayor valor al mayor número de ejes.

#### **4.2.2 Determinar la influencia de la cortante basal de fluencia en el factor de sobre resistencia en estructuras de concreto armado con aisladores de base tipo LRB, Lima 2019.**

Según Macías y Suárez (2015), en su trabajo de investigación. Diseño estructural de un edificio de 6 pisos con aisladores de base elastoméricos. Se concluyó que el diseño estructural del Edificio Solemare con aisladores de base elastomérico se fundamentó que la cortante de fluencia influía en el periodo fundamental de la estructura, como quedo demostrdo que en la estructura convencional sin aislación sísmica fue de 0.803 seg, y el periodo fundamental de la estructura con aislación sísmica mixta LRB-SLIDER fue de 2,777.

Estos resultados del trabajo de investigación son similares con respecto al antecedente mencionado. Ya que en nuestro estudio se realizó el análisis sísmico dinámico modal espectral con base empotrada para los 18 modelos, se verificó las cortante basal de fluencia influye en las fuerzas laterales, momentos y derivas de entrepiso; donde se comprobó que el periodo fundamental de los modelos están entre 1.01 a 1.13 segundos.

### **4.2.3 Evaluar el análisis estático no lineal (PUSHOVER) para determinar la capacidad de las estructuras de concreto armado con base aislada, Lima – 2019**

Según Herrera (2018), en su trabajo de investigación. Desempeño sísmico en edificaciones con aisladores elastoméricos y amortiguadores de fluido viscoso, presenta las características de los amortiguadores y de los aisladores que existen en el mercado. Presentar metodologías para dimensionar los dispositivos sísmicos usando las especificaciones del FEMA 274 (1997). Presentar un ejemplo de análisis de una estructura de edificación con aisladores y con amortiguadores. Los aisladores, que desacoplan la estructura del terreno, reducen notablemente la rigidez del sistema estructural haciendo que el periodo fundamental de la estructura aislada sea mucho mayor que el de la misma estructura con base fija. No obstante, en las edificaciones más esbeltas el incremento del periodo es mínimo, siendo los aisladores poco eficientes.

Estos resultados del trabajo de investigación son similares con respecto al antecedente mencionado. Debido a que el análisis estático no lineal en estructuras de concreto armado con base aislada cumple con los criterios establecidos en la norma ATC-40. En base a los resultados mostrados en las 18 edificaciones de estudio.

## V. CONCLUSIONES

- ❖ Se determinó el factor de sobre resistencia en estructuras de concreto armado con aisladores de base tipo LRB en la ciudad de Lima, donde como era de esperarse se mostró un valor que variaba proporcionalmente a las características de cada modelos, donde de acuerdo a cada modelo el factor de sobre resistencia vario proporcionalmente entre 1.138 a 1.659 para modelo estructural de 3 pisos 4 ejes y 3 metros entre ejes asi como para el modelo estructural de 5 pisos 5 ejes y 6 metros entre ejes respectivamente lo cual se cumple la hipótesis general donde esta variación del factor de sobre resistencia está dentro de 1 y 2.
- ❖ La cortante basal ultima influye en forma considerable en el factor de sobre resistencia en estructuras de concreto armado con aisladores de base tipo LRB, lo cual se demostro como por ejemplo en la cortante basal ultima de 349.78 T del modelo estructural de 3 pisos 4 ejes y 3 metros, lo cual nos permite encontrar nuestro factor de sobre resistencia de 1.138 para dicha edificación. También de este modo se verifica que hay un aumento casi proporcional al peso del edificio en relación a la cortante basal última, lo cual muestra que necesita más refuerzo en consecuencia implica tener mayor resistencia.
- ❖ Se logra demostrar que la cortante basal de fluencia influye en forma considerable en el factor de sobre resistencia en estructuras de concreto armado con aisladores de base tipo LRB, si tomamos como ejemplo el modelo estructural de 3 pisos 4 ejes y 3 metros, su cortante basal de fluencia es de 307.47 T y esta al operarla con la cortante basal ultima nos brinda un factor de sobre resistencia de 1.138 y a mayor sea la cortante basal de fluencia menor será el factor de sobre resistencia. También se destaca que el incremento del factor de sobre resistencia conforme aumenta el número de ejes, está asociado al mayor número de elementos.

- ❖ Se determinó mediante el análisis estático no lineal en los 18 modelos de estructuras de concreto armado con base aislada, que la curva de capacidad de desplazamiento inelástico se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la norma ATC-40. Esto indica que ante un evento sísmico considerable no se generen fisuras graves que afecten la integridad de la estructura debido a que los desplazamientos en relación con la base aislada sean menores.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- ❖ Emplear un nuevo estudio en relación con la nueva norma E 031 aceptada en este año 2019, para ver su relevancia y análisis en el cálculo de edificaciones con aisladores sísmicos en edificaciones de concreto armado.
- ❖ Realizar un estudio para determinar el factor de redundancia y el factor de ductilidad para completar los tres factores que componen el factor de reducción sísmica que no considera la E 0.30 para estructuras aisladas, mientras otras normas donde el cálculo del amortiguamiento histórico está en función a los elementos estructurales a lo largo del evento sísmico.
- ❖ Los factores de sobre resistencia obtenidos en la presente tesis solo son válidos para estructuras regulares tanto en planta y altura, por tanto, si se usa estructuras irregulares se tendrá que tomar en consideración otros parámetros que profundicen los estudios a analizar y recolecten datos representativos para generar modelos más exactos.
- ❖ De igual manera es necesario realizar estudios para elaborar lineamientos que conduzcan a la preparación de normas nacionales referentes a sistemas de protección sísmica.
- ❖ Diseñar la conexión entre los aisladores y la estructura para un mayor detalle.

## REFERENCIAS

AASHTO Guide Specification for Seismic Isolation Design (American Association of State Highway and Transportation Officials, 1999).

ACI 318S-14. Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural. 2014.

Aguiar Falconí, R. (2007). Factor de reducción de las fuerzas sísmicas en edificios de hormigón armado sin muros de corte. Ecuador: Centro de Investigaciones Científicas. Editorial A.H. Barbat

Aguiar Falconí, R. (2010). Análisis sísmico de edificios. Ecuador: Centro de Investigaciones Científicas

Aguiar Falconí, R. (2013). Microzonificación sísmica de Quito, Quito, Ecuador.

Aguiar, Almazán, Dechent y Suarez (2008). Aisladores de base elastoméricos y FPS. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Quito, Ecuador

Aguiar, Vergara y Guaygua (2014). Análisis sísmico de una estructura con aisladores FPS de primera y segunda generación y elastoméricos con núcleo de plomo, Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras, Quito, Ecuador

Aislamiento sísmico para edificaciones y puentes - Dynamic Isolation Systems

Arriagada Rosas, J. (2005). Aislación Sísmica de un Edificio de Oficinas de Siete Pisos. (Análisis Comparativo de Comportamiento y Costos con un Edificio Tradicional) (Tesis de Licenciatura). Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile

ASCE/SEI. Seismic Rehabilitation of Existing Buildings. (41-06). 2007.

ATC (1996). Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings. Technical report, ATC-

40. Applied Technology Council. Redwood City, California

Bazán, E. & Meli, R. (2013). Diseño sísmico de edificios. México: Limusa

BLANCO BLASCO, ANTONIO (1991) Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado/ Libro 2 de la colección del Ingeniero Civil, Lima, Perú



- Centro de Computación de la Universidad de Chile ([CEC-UCHILE], 2010).
- Chopra, ANIL K. (2014) Dinámica de estructuras. Cuarta edición. México: Pearson
- Constantinou, M. & Kalpakidis, I (2011). LRFD-Based Analysis and Design Procedures for Bridge Bearings and Seismic Isolators, University at Buffalo, United States.
- Diseño Sismorresistente de Pórticos Resistentes a Momento en Estructuras de Concreto Armado - Sísmica Adiestramiento
- Elastomeric Isolators – FIP INDUSTRIALE
- FEMA 356. Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings. Federal Emergency Management Agency Washington, D.C. 2000
- Gálvez Villacorta, A. (2008). Propuesta del factor de reducción de fuerza sísmica para sistemas estructurales en concreto armado con muros reforzados por barras dúctiles y mallas electrosoldadas. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Korswagen, Arias y Huaranga (2012). Análisis y diseño de estructuras con aisladores sísmicos en el Perú, Pontificia Universidad Católica del Perú (Tesis de Licenciatura), Lima, Perú.
- Mc Cormac, Jack y Brown, Russell. Diseño de Concreto Reforzado. Octava Edición. México: Alfaomega.
- Minimum Design Loads for Building and Other Structures”, ASCE/SEI 7-10, Structural Engineering Institute of the American Society of Civil Engineers, Reston, Virginia, USA, 2010.
- Ottazi Passino, G. Material de apoyo para la enseñanza de los cursos de diseño y comportamiento del concreto armado (Tesis de Maestría), Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Paulay y Priestley (1992). Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings
- Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). (2006). E.020 Cargas. Lima.

Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). (2009). E.060 Diseño en concreto armado. Lima.

Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). (2016). E.030 Diseño sismo resistente. Lima.

Romero Aguilar, J. (2012). Análisis de una cimentación compensada tipo cajón en suelo compresible por medio del método de los elementos finitos (Tesis de Maestría). IPN, México.

Romo Proaño, M. (2010). Temas de hormigón armado. Escuela Politécnica del Ejercicio, Quito, Ecuador.

Sistemas de protección sísmica de edificios – Pontificia Universidad Católica del Perú.

Soriano Cacho, J. (2014). Comparación de la respuesta estructural del pabellón de la Universidad Privada del Norte con aisladores sísmicos elastoméricos y sin aisladores sísmicos, Universidad Privada del Norte (Tesis de Licenciatura), Cajamarca, Perú.

Toledo Espinoza, V. (2011). La Ingeniería Sísmica Basada en Desempeño (Performance-Based Earthquake Engineering, PBEE).

Vergara y Zevallos (2014). Análisis sísmico por desempeño estático no lineal de un edificio de 6 niveles en la Ciudad de Trujillo (Tesis de Licenciatura), La Libertad. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.

Villagómez Molero (2015). Lineamientos para el análisis y diseño de edificaciones sísmicamente aisladas en el Perú (Tesis de Maestría), Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

Villarreal Castro, G. & Oviedo Sarmiento, R. (2009). Edificaciones con disipadores de energía (Libro Premio Nacional ANR 2008). Lima: Asamblea Nacional de Rectores

## **ANEXOS**

### Anexo 1: Matriz de consistencia

TÍTULO: “Evaluación del factor de sobre resistencia en estructuras de concreto armado con aisladores de base tipo LRB, Lima 2019”						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES			
<p><b>Problema general:</b> ¿Cuál es el factor de sobre resistencia en estructuras de concreto armado con aisladores de base tipo LRB, Lima 2019?</p> <p><b>Problemas específicos:</b></p> <p>¿Cuál es la influencia de la cortante basal ultima en el factor de sobre resistencia en estructuras de concreto armado con aisladores de base tipo LRB, Lima 2019?</p> <p>¿Cuál es la influencia de la cortante basal de fluencia en el factor de sobre resistencia en estructuras de concreto armado con aisladores de base tipo LRB, Lima 2019?</p> <p>¿Cómo el análisis estático no lineal (PUSHOVER) determina la capacidad de las estructuras de concreto armado con base aislada, Lima – 2019?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Determinar el factor de sobre resistencia en estructuras de concreto armado con aisladores de base tipo LRB, Lima 2019.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>Determinar la influencia de la cortante basal ultima en el factor de sobre resistencia en estructuras de concreto armado con aisladores de base tipo LRB, Lima 2019.</p> <p>Determinar la influencia de la cortante basal de fluencia en el factor de sobre resistencia en estructuras de concreto armado con aisladores de base tipo LRB, Lima 2019.</p> <p>Evaluar el análisis estático no lineal (PUSHOVER) para determinar la capacidad de las estructuras de concreto armado con base aislada, Lima – 2019</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> El factor de sobre resistencia para estructuras aporcadas de concreto armado con aisladores de base tipo LRB varía entre 1 a 2.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b></p> <p>La cortante basal ultima influye en forma considerable en el factor de sobre resistencia en estructuras de concreto armado con aisladores de base tipo LRB, Lima 2019.</p> <p>La cortante basal de fluencia influye en forma considerable en el factor de sobre resistencia en estructuras de concreto armado con aisladores de base tipo LRB, Lima 2019.</p> <p>El análisis estático no lineal en estructuras de concreto armado con base aislada cumple con los criterios establecidos en la norma ATC-40.</p>	<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Factor de sobre resistencia en estructuras de concreto armado.			
			<b>Dimensiones</b>		<b>Indicadores</b>	
			Cortante basal último	Fuerza cortante del colapso		<p><b>Metodología</b></p> <p><b>Tipo de investigación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicada</li> </ul> <p><b>Nivel de investigación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descriptivo</li> </ul> <p><b>Diseño de la investigación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuasi experimental</li> </ul> <p><b>Población</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos los modelos estructurales aporcado</li> </ul> <p><b>Muestra</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 18 modelos estructurales aporcados</li> </ul> <p><b>Diseño Muestral</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No probabilístico o dirigido</li> </ul>
				Desplazamiento lateral máximo		
				Curva bilineal de capacidad		
			Cortante basal de fluencia	Esfuerzo de fluencia del acero		
				Desplazamiento de fluencia		
				Curva bilineal de capacidad		
			Análisis estático no lineal	PUSHOVER		
			<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> Aisladores de base tipo LRB.			
<b>Dimensiones</b>		<b>Indicadores</b>				
Elastoméricos	Núcleo de plomo					
	Láminas de goma					
	Láminas de acero					
	Placa de anclaje superior					

## Anexo 2: Operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
<p style="text-align: center;"><b>V. Dependiente</b></p> <p>Factor de sobre resistencia en estructuras de concreto armado.</p>	<p>Gil y Jave (2018) Es un parámetro que determina la resistencia adicional que es capaz de resistir la estructura al momento de incursionar en un rango inelástico.</p>	<p>Es un parámetro que se obtiene mediante la curva de capacidad sísmica resistente de la estructura.</p>	<p>Cortante basal último</p>	Fuerza cortante del colapso
				Desplazamiento lateral máximo
				Curva bilineal de capacidad
			<p>Cortante basal de fluencia</p>	Esfuerzo de fluencia del acero
				Desplazamiento de fluencia
				Curva bilineal de capacidad
<p>Análisis estático no lineal</p>	<p>PUSHOVER</p>			
<p style="text-align: center;"><b>V. Independiente</b></p> <p>Aisladores de base tipo LRB.</p>	<p>Meza (2015) Los aisladores con núcleo de plomo (LRB) se construyen generalmente con caucho de bajo amortiguamiento intercalado con láminas de acero y en el centro se deja un agujero en el que se introduce el núcleo de plomo, que es un poco más ancho que el agujero, bajo presión se convierten en una unidad.</p>	<p>Es aquel mecanismo que producirá una reducción de desplazamiento a la edificación con el fin de evitar que se produzcan aceleraciones fuertes y disminuyendo el esfuerzo de cargas en cada uno de los niveles.</p>	<p>Elastoméricos</p>	Relleno de plomo
				Láminas de goma
				Láminas de acero
				Placa de anclaje superior

### Anexo 3: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Nº	ACTIVIDADES	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10	SEM 11	SEM 12	SEM 13	SEM 14	SEM 15	SEM 16
1	Reunión de coordinación.	■							■					■			
2	Presentación del esquema de proyecto de investigación.	■															
3	Asignación de los temas de investigación.	■	■														
4	Pautas para la búsqueda de información.	■	■														
5	Planteamiento del problema y fundamentación teórica.		■														
6	Justificación, hipótesis y objetivos de la investigación.			■													
7	Diseño, tipo y nivel de investigación.				■												
8	Variables, Operacionalización.					■											
9	Presenta el diseño metodológico.						■										
10	<b>JORNADA DE INVESTIGACIÓN Nº 1:</b> Presentación del primer avance.							■									
11	Población y muestra.								■	■							
12	Técnicas e instrumentos de obtención de datos, métodos de análisis y aspectos administrativos. Designación del jurado: un metodólogo y dos especialistas.										■	■					
13	Presenta el Proyecto de investigación para su revisión y aprobación.												■				
14	Presenta el Proyecto de investigación con observaciones levantadas.													■			
15	<b>JORNADA DE INVESTIGACIÓN Nº 2:</b> Sustentación del Proyecto de investigación.														■	■	■

Anexo 4: Estudio de suelos

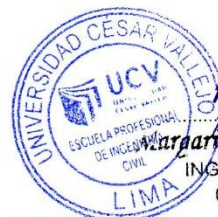


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

<b>Solicitante:</b>	Alumno: Miguel Ángel Santos Moreno
<b>Proyecto:</b>	Evaluación del Factor de Sobre Resistencia en Estructuras de Concreto Armado con Aisladores de Base Tipo LRB
<b>Ubicación:</b>	Jr. Carlos Monge N° 230 Urb. Panamericana Norte Distrito Los Olivos-Lima
<b>Fecha:</b>	Lima 04 de noviembre de 2019

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216				
N°	LOS OLIVOS	C - 1	C - 2	C - 3
	PROFUNDIDAD	0.40-1.40	1.40-1.90	1.90-2.50
1	Peso recipiente + suelo húmedo	84.46	88.38	84.04
2	Peso recipiente + suelo seco	76.71	80.00	81.03
3	Peso recipiente	21.21	21.27	21.51
4	Peso agua (1-2)	7.75	8.38	3.01
5	Peso suelo seco (2-3)	55.50	58.73	59.52
6	Humedad (4/5) * 100 (%)	13.96	14.27	5.06

Téc. Julio Ernesto Díaz Gutiérrez



Margarita Boza Olaechea  
INGENIERA CIVIL  
CIP. 80500

Mg. Margarita Boza Olaechea  
EAPIC – UCV



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

<b>Solicitante:</b>	Alumno Miguel Ángel Santos Moreno
<b>Proyecto:</b>	Evaluación del Factor de Sobre Resistencia en Estructuras de Concreto Armado con Aisladores de Base Tipo LRB
<b>Ubicación:</b>	Jr. Carlos Monge N° 230-Urb. Panamericana Norte Distrito Los Olivos - Lima
<b>Fecha:</b>	Lima 04 de noviembre de 2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422				
Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Que Pasa (%)
3"	75.000			
2"	50.000			
1-1/2"	37.500			
1"	25.000			100.00
3/4"	19.000	54.64	2.69	97.31
1/2"	12.500	23.87	1.18	96.13
3/8"	9.500	3.94	0.19	95.94
1/4"	6.300	7.79	0.38	95.55
N° 4	4.750	6.58	0.32	95.23
N° 10	2.000	1.54	2.71	92.52
N° 20	0.840	2.03	3.75	88.77
N° 40	0.425	1.66	3.07	85.70
N° 60	0.250	2.41	4.45	81.24
N° 140	0.106	10.05	18.58	62.67
N° 200	0.075	3.50	6.47	56.20
Fondo	-	0.08		
Peso suelo Seco Total (gr)			2030.00	
Peso suelo seco < N° 4 (gr)			54.10	
Calicata C - 1; Profundidad: 0,30-1,40 m.				

Téc. Julio Ernesto Díaz Gutiérrez



Margarita Boza Olaechea  
INGENIERA CIVIL  
CIP. 80500

Mg. Margarita Boza Olaechea  
EAPIC - UCV






UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

<b>Solicitante:</b> Alumno Miguel Ángel Santos Moreno
<b>Proyecto:</b> Evaluación del Factor de Sobre Resistencia en Estructuras de Concreto Armado con Aisladores de Base Tipo LRB
<b>Ubicación:</b> Jr. Carlos Monge N° 230-Urb. Panamericana Norte Distrito Los Olivos - Lima
<b>Fecha:</b> Lima 04 de noviembre de 2019

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422				
Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Porcentaje Retenido (%)	Porcentaje Que Pasa (%)
3"	75.000			
2"	50.000			
1-1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000			
1/2"	12.500			
3/8"	9.500			
1/4"	6.300			
N° 4	4.750			100.00
N° 10	2.000	0.65	1.25	98.75
N° 20	0.840	1.28	2.46	96.30
N° 40	0.425	1.62	3.11	93.19
N° 60	0.250	2.60	4.99	88.20
N° 140	0.106	9.43	18.09	70.11
N° 200	0.075	2.58	4.95	65.16
Fondo	-	0.04		
Peso suelo Seco Total (gr)			-	
Peso suelo seco < N° 4 (gr)			52.13	
Calicata C - 2; Profundidad: 1,40-1,90 m.				

  
Téc. Julio Ernesto Díaz Gutiérrez

  
  
Margarita Boza Olaechea  
INGENIERA CIVIL  
CIP. 80500  
Mg. Margarita Boza Olaechea  
EAPIC - UCV



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

<b>Solicitante:</b>	Alumno Miguel Ángel Santos Moreno
<b>Proyecto:</b>	Evaluación del Factor de Sobre Resistencia en Estructuras de Concreto Armado con Aisladores de Base Tipo LRB
<b>Ubicación:</b>	Jr. Carlos Monge N° 230-Urb. Panamericana Norte Distrito Los Olivos - Lima
<b>Fecha:</b>	Lima 04 de noviembre de 2019

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422				
Tamiz	Abertura	Peso Retenido	Porcentaje Retenido	Porcentaje Que Pasa
	(mm)	(gr)	(%)	(%)
3"	75.000			
2"	50.000			
1-1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000			
1/2"	12.500			
3/8"	9.500			
1/4"	6.300			
N° 4	4.750			100.00
N° 10	2.000	0.50	0.79	99.21
N° 20	0.840	1.86	2.92	96.29
N° 40	0.425	3.76	5.91	90.38
N° 60	0.250	4.54	7.13	83.25
N° 140	0.106	30.48	47.89	35.37
N° 200	0.075	6.18	9.71	25.66
Fondo	-	0.40		
Peso suelo Seco Total (gr)			-	
Peso suelo seco < N° 4 (gr)			63.65	
Calicata C - 3; Profundidad: 1,90-2,50 m.				

Téc. Julio Ernesto Díaz Gutiérrez



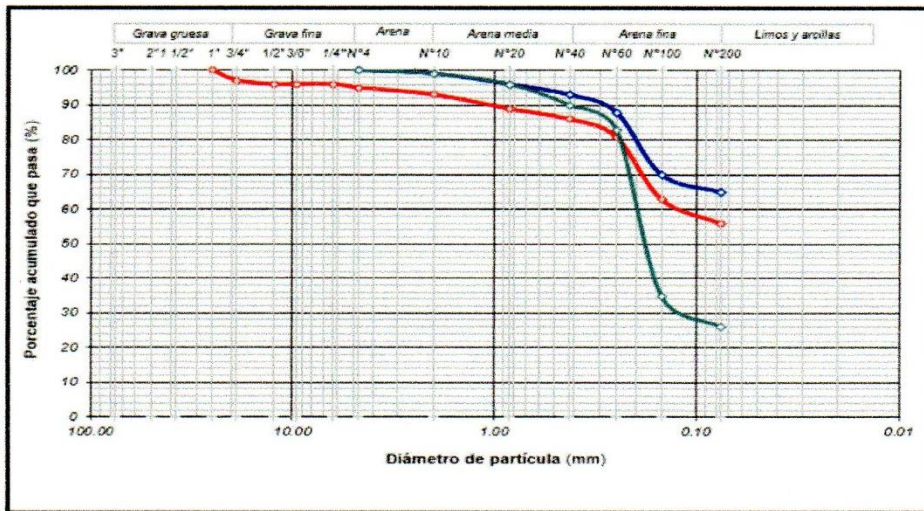
Margarita Boza Olaechea  
INGENIERA CIVIL  
CIP. 80500

Mg. Margarita Boza Olaechea  
EAPIC - UCV



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Solicitante	ALUMNO MIGUEL ANGEL SANTOS MORENO			Elaboró	J.E.D.G.
Obra	EVALUACION DEL FACTOR DE SOBRE RESISTENCIA EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO CON AISLADORES DE BASE TIPO LRB			Revisó	J.E.D.G.
Ubicación	JR. CARLOS MONGE N° 230 - URB. PAN-NOR-DISTRITO LOS OLIVOS-LIMA			Técnico	J.E.D.G.
Calicata	C - 1			Fecha	lu. 04-11-19
Muestra	M - 1				
Profundidad (m)	0,30-1,40				
<b>Análisis Granulométrico por Tamizado - ASTM D 422</b>					
Tamiz (mm)	% Que Pasa				
3"	75.00				
2"	50.00				
1 1/2"	38.10				
1"	25.00	100			
3/4"	19.00	97			
1/2"	12.50	96			
3/8"	9.50	96			
1/4"	6.30	96			
N° 4	4.75	95	100	100	
N° 10	2.00	93	99	99	
N° 20	0.85	89	96	96	
N° 40	0.425	86	93	90	
N° 60	0.25	81	88	83	
N° 100	0.15	63	70	35	
N° 200	0.075	56	65	26	
<b>Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad - ASTM D 4318 (95)</b>					
Límite Líquido	25	25	N.T.		
Límite Plástico	19	18	N.P.		
Índice de Plasticidad	6	7	N.T.		
<b>Clasificación de Suelos SUCS - ASTM D 2487 (93)</b>					
Clasificación	CL-ML arenoso	CL-ML arenoso	SM		



*Julio Ernesto Díaz Gutiérrez*

Téc. Julio Ernesto Díaz Gutiérrez



*Margarita Boza Olaechea*  
 Mg. Margarita Boza Olaechea  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP. 80500

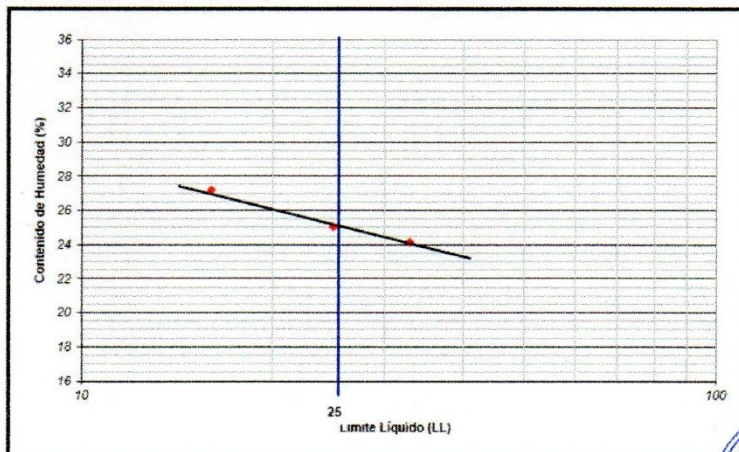
Mg. Margarita Boza Olaechea  
 EAPIC - UCV



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Solicitante:	ALUMNO MIGUEL ANGEL SANTOS MORENO		
Proyecto:	EVALUACION DEL FACTOR DE SOBRE RESISTENCIA EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO CON AISLADORES DE BASE TIPO LRB		
Ubicación:	JR. CARLOS MONGE N° 230- URB. PANAMERICANA NORTE DISTRITO DE LOS OLIVOS - LIMA		
Calicata:	C - 1	Elaboró	J.E.D.G.
		Revisó	J.E.D.G.
Muestra:	M - 1	Realizado	J.E.D.G.
Profundidad:	0.30 - 1.20 m.	Fecha	lu. 04-11-19

Limite Líquido (LL) , Limite Plástico (LP) e Índice de Plasticidad (IP) - ASTM D 4318 (95)				
<b>Limite Líquido (LL) - Método A</b>				
Peso del suelo húmedo + Tara	34.67	32.53	34.23	
Peso del suelo seco + Tara	32.02	30.28	31.47	
Peso de tara	21.04	21.28	21.33	
Peso de agua	2.65	2.25	2.76	
Peso del suelo Seco	10.98	9.00	10.14	
Contenido de Humedad	24.1	25.0	27.2	
Número de golpes	33	25	16	
<b>Limite Plástico (LP)</b>				
Peso del suelo húmedo + Tara	36.34	38.94		
Peso del suelo seco + Tara	33.97	36.13		
Peso de tara	21.12	21.17		
Peso de agua	2.4	2.8		
Peso del suelo seco	12.9	15.0		
Contenido de humedad	18.4	18.8		
<b>Limite Líquido (LL)</b>	<b>25.00</b>	<b>Limite Plástico (LP)</b>	<b>18.61</b>	<b>Índice de Plasticidad (IP)</b>
				<b>6.39</b>
				<b>SUCS</b>
				<b>CL- ML</b>
<b>Observaciones</b>				



  
 Téc. Julio Ernesto Díaz Gutiérrez

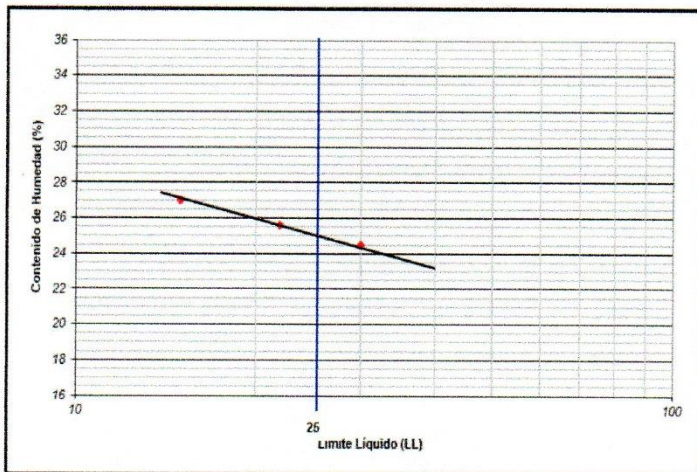
  
 Margarita Boza Olaechea  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP. 80500  
 EAPIC - UCV




# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Solicitante:	ALUMNO MIGUEL ANGEL SANTOS MORENO		
Proyecto:	EVALUACION DEL FACTOR DE SOBRE RESISTENCIA EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO CON AISLADORES DE BASE TIPO LRB		
Ubicación:	JR. CARLOS MONGE N° 230- URB. PANAMERICANA NORTE - DISTRITO DE LOS OLIVOS - LIMA		
Calicata:	C - 2	Elaboró	J.E.D.G.
		Revisó	J.E.D.G.
Muestra:	M - 1	Realizado	J.E.D.G.
Profundidad:	1.40 - 1.90 m.	Fecha	lu. 04-11-19

Límite Líquido (LL) , Límite Plástico (LP) e Índice de Plasticidad (IP) - ASTM D 4318 (95)				
<b>Límite Líquido (LL) - Método A</b>				
Peso del suelo húmedo + Tara	37.42	35.96	34.79	
Peso del suelo seco + Tara	34.20	32.94	31.93	
Peso de tara	21.04	21.14	21.34	
Peso de agua	3.22	3.02	2.86	
Peso del suelo Seco	13.16	11.80	10.59	
Contenido de Humedad	24.5	25.6	27.0	
Número de golpes	30	22	15	
<b>Límite Plástico (LP)</b>				
Peso del suelo húmedo + Tara	41.20	42.12		
Peso del suelo seco + Tara	38.07	38.91		
Peso de tara	21.02	21.47		
Peso de agua	3.1	3.2		
Peso del suelo seco	17.1	17.4		
Contenido de humedad	18.4	18.4		
<b>Límite Líquido (LL)</b>	<b>25.10</b>	<b>Límite Plástico (LP)</b>	<b>18.38</b>	<b>Índice de Plasticidad (IP)</b>
				<b>SUCS</b>
				<b>CL- ML</b>
<b>Observaciones</b>				



  
 Téc. Julio Ernesto Díaz Gutiérrez

  
 Mg. Margarita Boza Olacchca  
 EAPIC - UCV



## UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

<b>Solicitante:</b>	Alumno Miguel Ángel Santos Moreno
<b>Proyecto:</b>	Evaluación del Factor de Sobre Resistencia en Estructuras de Concreto Armado con Aisladores de Base Tipo LRB
<b>Ubicación:</b>	Jr. Carlos Monge N° 230-Urb. Panamericana Norte Distrito Los Olivos - Lima
<b>Fecha:</b>	Lima 04 de noviembre de 2019

DENSIDAD DEL SUELO IN-SITU		C - 1	C - 2
		1.20	1.50
1	Peso de Suelo húmedo + recipiente (gr)	9708	9880
2	Peso de recipiente (gr)	6574	6574
3	Peso Suelo húmedo (gr) (1-2)	3134	3306
4	Volumen molde (cm <sup>3</sup> )	2085	2087
5	Densidad húmeda del suelo (4/5) (gr/cm <sup>3</sup> )	1.503	1.584
6	Contenido de humedad (%)	13.96	14.27
7	Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.319	1.386

Téc. Julio Ernesto Díaz Gutiérrez



*Margarita Boza Olaechea*  
INGENIERA CIVIL  
CIP. 80500

Mg. Margarita Boza Olaechea  
EAPIC – UCV



Solicitante:	ALUMNO MIGUEL ANGEL SANTOS MORENO	Elaboró	J.E.D.G.
Proyecto:	EVALUACION DEL FACTOR DE SOBRE RESISTENCIA EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO CON AISLADORES DE BASE TIPO LRB	Revisó	J.E.D.G.
		Técnico	J.E.D.G.
Ubicación:	JR- CARLOS MONGE N° 230 URB. PANAMERICANA NORTE - LOS OLIVOS - LIMA	Fecha	lu. 04-11-19
Calicata:	C - 2		
Muestra:	M - 1		
Profundidad (m):	1,40-1,90		

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D - 3080				
Especimen :		A	B	C
Lado :	(cm)	6,30	6,30	6,30
Altura :	(cm)	2,20	2,20	2,20
Densidad Seca :	(g/cm <sup>3</sup> )	1.38	1.38	1.38
Humedad Inicial :	(%)	14.27	14.27	14.27
Humedad Saturado :	(%)	15.11	15.19	15.27
Esfuerzo Normal :	(kg/cm <sup>2</sup> )	0.50	1.00	1.50

Deformación Unitaria ( $\epsilon$ -%)	Esfuerzo Cortante (kg/cm <sup>2</sup> )		
0.0	0.00	0.00	0.00
0.5	0.04	0.07	0.11
1.0	0.09	0.14	0.21
2.0	0.17	0.29	0.33
3.0	0.20	0.37	0.41
4.0	0.23	0.42	0.49
5.0	0.27	0.48	0.56
7.0	0.26	0.57	0.65
9.0	0.22	0.54	0.67
11.0	0.20	0.48	0.64
13.0	0.19	0.43	0.62
15.0	0.17	0.41	0.60
<b>Angulo de Friccion Interna del Suelo</b>	21.74	(°)	
<b>Cohesion Aparente del Suelo</b>	0.100	(kg/cm <sup>2</sup> )	

*Julio Ernesto Díaz Gutiérrez*

Téc. Julio Ernesto Díaz Gutiérrez

*Margarita Boza Olacoea*  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 CIP. 80500  
 Mg. Margarita Boza Olacoea  
 EAPIC – UCV



## ANÁLISIS DE LA CIMENTACION

Se presenta a continuación el análisis de cimentación, que incluye recomendaciones para su diseño, el mismo que se realizó considerando como suelo de cimentación arcilla limosa arenosa de baja plasticidad, semicompacta, húmeda.

### 1.1 Profundidad de la Cimentación

En base a las características del perfil y las cargas transmitidas por las estructuras proyectadas, se recomienda cimentar a una profundidad mínima en arcilla limosa arenosa de baja plasticidad semicompacta, húmeda a 1,50 metros.

### 1.2 Tipo de Cimentación

Dada la naturaleza del material arcilla limosa arenosa, baja plasticidad, semicompacto, húmedo será cimentación tipo superficial, con cimientos corridos y rectangulares conectados armados.

### 1.3 Cálculo de la Capacidad Admisible de Carga

Se ha determinado la capacidad de carga admisible del terreno basándose en las características resistentes del subsuelo. La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck (1967) con los parámetros de Vesic (1973).

$$q_u = c N_c S_c + q N_q S_q + 0.5 \gamma B N_\gamma S_\gamma$$

$$Q_{ad} = \frac{q_u}{F_s}$$

*César Vallejo*





Donde:

$q_u$  = Capacidad última de carga

$q_{ad}$  = Capacidad admisible de carga

$F_s$  = Factor de seguridad

$C$  = Cohesión

$Q = \gamma D_f$

$\gamma$  = Peso volumétrico del suelo

$D_f$  = Profundidad de cimentación

$N_c, N_q, N_\gamma$  = Parámetros de capacidad portante en función de  $\phi$

$S_c, S_q, S_\gamma$  = Factores de forma (Vesic, 1973)

Con la finalidad de establecer los parámetros de resistencia cortante del material de fundación se realizaron los ensayos de corte directo muestra remoldeada saturada, para Evaluación del Factor de Sobre Resistencia en Estructuras de Concreto Armado con aisladores de Base Tipo LRB:



LOS OLIVOS (CL-ML arenosa)		
Variable		
	Símbolo	
<b>Muestra</b>		
Angulo de Fricción	$\phi$	21, 74°
Cohesión	$c$	0,10
	$Nc$	16,60
Factores de Capacidad de Carga	$Nq$	7,62
	$N\gamma$	6,87
Peso Volumétrico del Suelo	$\gamma_1, \gamma_2$	1580 kg/m <sup>3</sup>
Profundidad		1,50 m
Ancho de Cimiento		1,00 m
Factor de forma del Cimiento Corrido	$Sc, Sq, S\gamma$	1,00
Factor de Seguridad por Corte	<b>FS</b>	3

Los Olivos (CL-ML arenosa)	
Cimiento Corrido	
Ancho	Presión Admisible
B	$q_a$ (kg/cm <sup>2</sup> )
(m)	Df = 1,50 m
0,60	1,23
0,90	1,29
1,20	1,34



Los Olivos (CL-ML arenoso)		
Zapata Rectangular		
Ancho B (m)	Largo L (m)	Presión Admisible $q_a$ (kg/cm <sup>2</sup> )
		Df = 1,50 m
1,00	1,50	1,58
1,50	2,00	1,68
2,00	2,50	1,76

Cimiento Continuo (B=0,60 m)

$$q_{ult.} = 1000 \times 16,60 \times 1,00 + 1500 \times 1,50 \times 7,62 \times 1,00 + 0,50 \times 1580 \times 0,60 \times 6,87 \times 1,00$$

$$q_u = \frac{37,001 \text{ kg/m}^2}{3}$$

$$q_{ad} = 1,23 \text{ kg/cm}^2$$

Cimiento Continuo (B=0,90 m)

$$q_{ult.} = 1000 \times 16,60 \times 1,00 + 1500 \times 1,50 \times 7,62 \times 1,00 + 0,50 \times 1580 \times 0,90 \times 6,87 \times 1,00$$

$$q_u = \frac{38,630 \text{ kg/m}^2}{3}$$

$$q_{ad} = 1,29 \text{ kg/cm}^2$$

*Cey*



Cimiento Continuo (B=1,20 m)

$$q_{ult.} = 1000 \times 16,60 \times 1,00 + 1500 \times 1,50 \times 7,62 \times 1,00 + 0,50 \times 1580 \times 1,20 \times 6,87 \times 1,00$$

$$q_u = \frac{40,288 \text{ kg/m}^2}{3}$$

$$q_{ad} = 1,34 \text{ kg/cm}^2$$

Cimiento Rectangular (B=1,00 m)

$$q_{ult.} = 1000 \times 16,60 \times 1,31 + 1500 \times 1,50 \times 7,62 \times 1,27 + 0,50 \times 1580 \times 1,00 \times 6,87 \times 0,73$$

$$q_u = \frac{47,366 \text{ kg/m}^2}{3}$$

$$q_{ad} = 1,58 \text{ kg/cm}^2$$

Cimiento Rectangular (B=1,50 m)

$$q_{ult.} = 1000 \times 16,60 \times 1,34 + 1500 \times 1,50 \times 7,62 \times 1,30 + 0,50 \times 1580 \times 1,50 \times 6,87 \times 0,70$$

$$q_u = \frac{50,289 \text{ kg/m}^2}{3}$$

$$q_{ad} = 1,68 \text{ kg/cm}^2$$



Cimiento Rectangular (B=2,00 m)

$$q_{ult.} = 1000 \times 16,60 \times 1,37 + 1500 \times 1,50 \times 7,62 \times 1,22 + 0,50 \times 1580 \times 2,00 \times 6,87 \times 0,68$$

$$q_u = \frac{52,695 \text{ kg/m}^2}{3}$$

$$q_{ad} = 1,76 \text{ kg/cm}^2$$

#### 1.4 Cálculo del Asentamiento

El diseño de una cimentación requiere una seguridad razonable respecto a la resistencia por corte y a los asentamientos admisibles con la presión de trabajo adoptada.

El índice de compresión se obtiene de la relación para suelo normalmente consolidada,  $C_c = (25,10 - 10,00) \times 0,007 = 0,11$ .

Normalmente las deformaciones que interesa conocer y limitar son las verticales, denominados asentamientos. Las evaluaciones de estos están en función al tipo de suelo encontrado; para determinar el asentamiento, uno de los sistemas de cálculo es aplicar la relación de **Skempton** y considerando una cimentación continua y rectangular conectada armada obteniéndose los asentamientos aplicando la siguiente relación:



Relación de *SKEMPTON* Arcilla limosa arenosa de baja plasticidad

$$\Delta H = \frac{C_c}{1 + e_o} \log \frac{\sigma_o + \Delta\sigma}{\sigma_o} H$$

Donde:

$\Delta H$  = Asentamiento del estrato en cm.

H = Altura del espesor del estrato = 1,50 m.

Cc = Índice de compresión = 0,11

e<sub>o</sub> = Relación de vacíos = 0,950

$\sigma_o$  = Presión inicial del propio terreno = 0,24 kg/cm<sup>2</sup>

$\Delta\sigma$  = Incremento de presión = 0,190 kg/cm<sup>2</sup>

$$\Delta H = \frac{0.110}{1 + 0.950} \log \frac{0.24 + 0.19}{0.24} 150$$

$$\Delta H = 2014 \text{ cm}$$

## 1.5 Empuje de Tierras

La fuerza o empuje resultante activo y pasivo por unidad de longitud de muro:

$$\text{Fuerza Activa} = P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a$$

$$\text{Fuerza Pasiva} = P_p = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_p$$



<i>Coefficientes Empujes de Tierras</i>		
<i>Variable</i>	<i>Símbolo</i>	<i>Valor</i>
<i>Angulo de Fricción</i>	$\emptyset$ (°)	21,74
<i>Coefficiente de Presión Activa</i>	$Ka$	0,459
<i>Coefficiente de Presión Pasiva</i>	$Kp$	2,177
<i>Coefficiente Presión en Reposo</i>	$Ko$	0,630
<i>Coefficiente de Fricción</i>	$f$	0,50
<i>Profundidad de Cimentación</i>	$Df$ (min)	1,50
<i>Peso Volumétrico del Suelo</i>	$\gamma$	1580 kg/m <sup>3</sup>

### 1.6 Parámetros para el Diseño Sismo-resistente

Según la norma E 030 Diseño sismorresistente, al Perú se considera cuatro zonas sísmicas y a cada una se le asigna un factor  $Z$  que interpreta la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedido en 50 años. En el presente caso para determinar la sismicidad del lugar se han analizados las aceleraciones procedentes de los mapas de aceleraciones máximas para periodos de recurrencia sísmicas de 30, 50 y 100 años propuesta por Casaverde y Martínez V. (1980) los que



indican que el terreno estudiado está en una **zona 4 de alta sismicidad**, corresponde un valor igual a 0,45.

El factor de amplificación sísmica de suelo se determina a partir del perfil estratigráfico, propiedades mecánicas de suelos, periodo fundamental del suelo para vibración de baja amplitud, espesor del estrato y velocidad de propagación de las ondas de corte.

Según los mapas de Zonificación Sísmicas y Mapas de Máximas Intensidades Sísmicas del Perú y de acuerdo a las Normas Sismo-resistentes del Reglamento Nacional de Edificaciones E-30 del año 2019, el distrito de Los Olivos – Lima – Lima, se encuentra comprendida en la Zona 4 correspondiéndole una sismicidad Alta con un suelo de cimentación como arcilla limosa arenosa, Tipo II, correspondiéndole un factor de suelo  $S_2 = 1,05$  y un periodo predominante de vibración del suelo ( $T_p$ ) igual a 0,60 segundos.

Téc. Julio Ernesto Díaz Gutiérrez



Mg. Margarita Boza Olaechea  
EAPIC - UCV



### Anexo 5: Fotos









