



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Reducción de la cortante basal cuando se aplican losas con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno, Lima 2019”

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

Ingeniera Civil

**AUTORA:**

Br. Ruiz Hurtado Katherinne Luciana (ORCID: 0000-0002-8612-7904)

**ASESOR:**

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

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA – PERÚ**

**2019**

## **Dedicatoria**

Dedicado a Dios y mi familia.

## **Agradecimiento**

A Dios por guiarme y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome sabiduría para cumplir mis metas y manteniendo unida a mi familia que es el pilar de mis metas.

A mi familia, por haberme dado todo lo necesario para seguir mis metas y haber sido mi apoyo durante todo este tiempo.

## **PÁGINA DEL JURADO**

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD



### Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, **RUIZ HURTADO, Katherinne Luciana** 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:

**“Reducción de la cortante basal cuando se aplican losas con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno, 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 19 de diciembre de 2019

Apellidos y Nombres del Autor <b>RUIZ HURTADO, Katherinne Luciana</b>	
DNI: 73588787	Firma 
ORCID: 0000-0002-8612-7904	



## ÍNDICE

Carátula .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Página de jurado .....	iv
Declaratoria de autenticidad .....	v
Índice.....	vi
Resumen .....	x
Abstract .....	xi
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MÉTODO.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1 Tipo y Diseño De Investigación .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2 Operacionalización de variables .....</b>	<b>19</b>
<b>2.3 Población, Muestra y Muestreo .....</b>	<b>22</b>
<b>2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, Validez y Confiabilidad .....</b>	<b>23</b>
<b>2.5 Procedimiento .....</b>	<b>25</b>
<b>2.6 Métodos de análisis de datos .....</b>	<b>25</b>
<b>2.7 Aspectos Éticos .....</b>	<b>26</b>
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>27</b>
<b>3.1 Desarrollo del Procedimiento.....</b>	<b>28</b>
<b>3.2 Resultados.....</b>	<b>36</b>
<b>IV. DISCUSIÓN.....</b>	<b>56</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>59</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>61</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>63</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>66</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Factores de la Zona Z.....	8
Tabla 2. Factor de suelo “S” .....	9
Tabla 3. Periodos $T_p$ y $T_L$ .....	9
Tabla 4. Características de viguetas pretensadas .....	14
Tabla 5. Luces máximas de viguetas pretensadas.....	14
Tabla 6. Luces entrepisos.....	14
Tabla 7. Luces en azoteas.....	15
Tabla 8. Peso de viguetas con losa .....	15
Tabla 9. Variable Independiente: Losas Aligeradas.....	20
Tabla 10 Variable Dependiente: Reducción de la Cortante Basal .....	21
Tabla 11. Ficha técnica de viguetas prefabricadas .....	23
Tabla 12. Ficha técnica de bovedillas de poliestireno .....	24
Tabla 13: Dimensiones de Columnas, Placas y Vigas .....	31
Tabla 14: Parámetros Sismo resistentes Según Noma E.030.....	32
Tabla 15: Espesor de losa y Espaciamiento entre viguetas .....	34
Tabla 16 Desplazamientos en Losa Tradicional en dirección X-X.....	36
Tabla 17 Desplazamientos en Y-Y .....	37
Tabla 18 Desplazamientos en X-X.....	37
Tabla 19 Desplazamientos en Y-Y .....	38
Tabla 20 Desplazamiento en X-X (Porcentajes).....	40
Tabla 21 Desplazamiento en Y-Y (Porcentajes).....	40
Tabla 22 distorsión en X-X .....	41
Tabla 23 distorsión en Y-Y .....	41
Tabla 24 distorsión en X-X .....	42
Tabla 25 Distorsión en Y-Y .....	42
Tabla 26 Fuerza Axial en X-X.....	44
Tabla 27 Fuerza Axial Columna C2 (Porcentajes) .....	45
Tabla 28 Fuerza Axial Placa P3 (Porcentajes) .....	45
Tabla 29 Fuerza Axial en Y-Y .....	46
Tabla 30 Fuerza Axial Columna (Porcentajes).....	46
Tabla 31 Fuerza Axial Placa (Porcentaje) .....	46
Tabla 32 Momento flector en X-X.....	47
Tabla 33 Momento Flector en la Viga B3 (Porcentaje) .....	47

<b>Tabla 34 Momento Flector en la Placa P3 (Porcentaje) .....</b>	<b>48</b>
<b>Tabla 35 Momento Flector en Y-Y.....</b>	<b>48</b>
<b>Tabla 36 Momento Flector en la Placa P3 en dirección Y-Y (Porcentaje).....</b>	<b>49</b>
<b>Tabla 37 Momento Flector en la Viga B3 en dirección Y-Y (Porcentaje).....</b>	<b>49</b>
<b>Tabla 38 Fuerza Cortante en X-X .....</b>	<b>49</b>
<b>Tabla 39 Fuerza Cortante Placa en la P3 (Porcentaje).....</b>	<b>50</b>
<b>Tabla 40 Fuerza Cortante en la Viga B3 (Porcentaje).....</b>	<b>50</b>
<b>Tabla 41 Fuerza Cortante en Y-Y .....</b>	<b>50</b>
<b>Tabla 42 Fuerza Cortante en la Placa P3 (Porcentaje).....</b>	<b>51</b>
<b>Tabla 43 Fuerza Cortante en la Viga B3 (Porcentaje).....</b>	<b>51</b>
<b>Tabla 44 Peso por Nivel de losa aligerada tradicional.....</b>	<b>52</b>
<b>Tabla 45 Peso Por nivel viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno .....</b>	<b>52</b>
<b>Tabla 46 Peso Total (Porcentaje) .....</b>	<b>53</b>
<b>Tabla 47 Verificación de la Cortante Basal en X-X.....</b>	<b>53</b>
<b>Tabla 48 Verificación de la Cortante Basal en Y-Y .....</b>	<b>54</b>
<b>Tabla 49 Verificación de la Cortante Basal Escalados en X-X.....</b>	<b>54</b>
<b>Tabla 50 Verificación de la Cortante Basal Escalados en Y-Y.....</b>	<b>54</b>
<b>Tabla 51 Cortante Basal en el eje X-X (Porcentaje) .....</b>	<b>55</b>
<b>Tabla 52 Cortante Basal en el eje Y-Y (Porcentaje) .....</b>	<b>55</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1. Cortante basal</b> .....	7
<b>Figura 2. Territorio nacional con las zonas sísmicas (NTE E0.30, 2016)</b> .....	8
<b>Figura 3. Sección de vigueta</b> .....	13
<b>Figura 4 Ubicación del proyecto Vivienda Multifamiliar</b> .....	28
<b>Figura 5 Sótano y Primer nivel</b> .....	29
<b>Figura 6 Nivel 2 al 6 Típicos y Nivel 6</b> .....	29
<b>Figura 7 Nivel 7 y 8</b> .....	30
<b>Figura 8 Licencia ETABS del CSI Caribe</b> .....	30
<b>Figura 9 Propiedades del Material ETABS</b> .....	32
<b>Figura 10 Columnas y Vigas en ETABS</b> .....	33
<b>Figura 11: Planta de losa tradicional</b> .....	34
<b>Figura 12 Planta con viguetas prefabricadas y bovedillas de Poliestireno</b> .....	35
<b>Figura 13 Desplazamientos en X-X</b> .....	36
<b>Figura 14 Desplazamientos en Y-Y</b> .....	37
<b>Figura 15 Desplazamientos en X-X</b> .....	38
<b>Figura 16 Desplazamientos en Y-Y</b> .....	39
<b>Figura 17 Desplazamiento Máximo en X-X entre las dos propuestas de losas</b> .....	39
<b>Figura 18 Desplazamiento Máximo en Y-Y entre las dos propuestas de losas</b> .....	40
<b>Figura 19 distorsión Máxima en X-X ; Y-Y en la losa aligerada tradicional</b> .....	42
<b>Figura 20 distorsión Máxima en X-X; Y-Y en la losa aligerada con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno</b> .....	43
<b>Figura 21: Ubicación de los elementos usados para el análisis, Columna C2 y Placa P3</b> .....	44
<b>Figura 22 Fuerza Axial en dirección X-X</b> .....	45
<b>Figura 23: Fuerza Axial en dirección Y-Y</b> .....	46
<b>Figura 24 Momento flector en X-X</b> .....	47
<b>Figura 25 Momento flector en Y-Y</b> .....	48
<b>Figura 26 Fuerza Cortante en X-X</b> .....	50
<b>Figura 27 Fuerza Cortante en Y-Y</b> .....	51
<b>Figura 28 Peso total</b> .....	53

## RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo principal Evaluar como la aplicación de viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno en losas aligeradas reduce la cortante basal. La metodología utilizada fue de diseño cuasi experimental, de tipo aplicada y a un nivel explicativo casual. Se efectuó 2 modelos usando el programa estructural ETABS, uno de losas aligeradas convencionales y la otra con una losa aligerada con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno. En las cuales se evaluó, el desplazamiento estructural en la dirección X-X e Y-Y, la cual es menor en un 9% la losa de viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno. En la distorsión en la dirección X-X e Y-Y en las dos direcciones están dentro del rango del 0.007 según la Norma E0.30 en el modelamiento d la losa aligerada con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno, pero en el caso de la losa tradicional sobrepasa el límite permitido en la dirección X-X. Como segunda dimensión tenemos las fuerzas en los elementos estructurales donde se analizaron las columnas, placas y vigas en la dirección X-X e Y-Y, en las cuales contamos como menor el todos los casos al modelamiento de viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno; el peso estructural en ambos tipos de losas, en la cual obtuvimos una reducción del 10% en la losa de viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno Como ultima dimensión tenemos la Cortante Basal en ambos ejes, para lo cual nos brinda una reducción del 7% en las losas aligeradas propuestas. En todos los objetivos tuvimos un resultado favorable en la losa aligerada con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno.

**Palabras claves:** cortante basal, sistema de losas, losa convencional, losa con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno.

## ABSTRACT

The main objective of this thesis was to evaluate how the application of prefabricated joists and polystyrene vaults in lightened slabs reduces the basal shear. The methodology used was a quasi-experimental design, applied type and a casual explanatory level. Two models were made using the structural program ETABS, one with conventional lightened slabs and the other with a lightened slab with prefabricated joists and polystyrene vaults. In which it was evaluated the structural displacement in the X-X and Y-Y direction, the slab of prefabricated joists and polystyrene vaults resulted the minor with a 9%. In the distortion in the XX and YY direction, in both directions are in the 0.007 range, according to E0.30 Standard, in the modeling of the lightened slab with prefabricated joists and polystyrene vaults, but in the case of the traditional slab it exceeds the limit allowed in address XX. As a second dimension we have the forces in the structural elements where the columns, plates and beams in the X-X and Y-Y direction were analyzed, and it was the modeling of prefabricated joists and polystyrene vaults the least of all; the structural weight in both types of slabs, in which we obtained a 10% reduction in the slab of prefabricated joists and polystyrene vaults. As the last dimension we have the Basal Shear in both axes that gave us a 7% reduction in the proposed lightened slabs. In all the objectives we had a favorable result in the lightened slab with prefabricated joists and polystyrene vaults.

**Keywords:** basal shear, slab system, conventional slab, slab with prefabricated joists and polystyrene vaults

# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

## 1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA

En el Perú y en el mundo cada día contamos con nuevos elementos estructurales, para así mejorar e innovar los métodos de construcción; no obstante hay métodos aun no tan conocidos; como por ejemplo las viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno que nos aportan mucho a este enfoque de innovación y mejora.

Al conocer sus características, nos encontramos con una propuesta excelente para la población en cuanto al costo reducido y a la optimización tanto de los resultados como en construcción y tiempo, dicho esto vemos que en esta era, el tiempo es muy importante en cada cosa que se realiza, al centrarnos en obtener una construcción con todas las características factibles se opta por dar a conocer estos nuevos métodos, para su uso y estudio.

Por otro lado en México, se han mejorado los métodos y esquemas para construir edificios y viviendas, el poliestireno empezó a reemplazar los elementos rígidos y pesados. La característica más importante del poliestireno, sobre otros materiales, es que sirve como aislante térmico, también funciona como aislante acústico. Si hablamos sobre la calidad de construcción, el poliestireno cuenta con más beneficios, por ejemplo una alta resistencia mecánica por ello resiste a fuertes impactos. Se adapta cabalmente a los requisitos de la mano de obra y al contar con un peso liviano facilita la ejecución y se obtiene un mejor rendimiento. (Casas, 2016)

Como se sabe el Perú es un país altamente sísmico como lo reporta el IGP, en estos últimos años el incremento sísmico fue muy notorio, registrándose así mismo el año 2019 51 temblores. (IGP, 25 de Enero del 2019)

En el Perú los movimientos sísmicos evidenciados han generado grandes pérdidas humanas y económicas. Uno de los movimientos telúricos más violentos ocurrido fue hace 12 años en la ciudad de pisco – Ica, un terremoto que fue epicentro en dicha ciudad con una magnitud de 7.9 grados en la escala de Richter.

Esta investigación quiere dar a conocer el uso de viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno, queremos que los pobladores entiendan que al aligerar el peso de la construcción tendremos una reducción de fuerza basal; lo cual reducirá las fuerza y demás solicitaciones de carga a los que son sometidos durante un sismo los elementos estructurales que conforman las viviendas y edificaciones, y por consiguiente la disminución de daños tanto vitales como materiales.

## 1.2 TRABAJOS PREVIOS

### ANTECEDENTES NACIONALES

Zavaleta, E en el año 2018, tesis *“Comparación del comportamiento estructural y económico de losas aligeradas compuestas por ladrillos de arcilla y bloques de poliestireno Trujillo, 2018”* de la Universidad Privada de Trujillo, ubicada en Trujillo – Perú.

Posee como propósito principal examinar los costos y el proceso constructivo para optar dos soluciones de sistemas estructurales diseñados con bloques de poliestireno y arcilla para las losas aligeradas de un edificio multifamiliar. Para desarrollar las comparaciones estructurales y económicas en las losas aligeradas, se realizó un diseño estructural para ambas soluciones, metrados y el análisis de precios unitarios. Consiguiendo el valor estructural del edificio multifamiliar con el fin de determinar si los bloques de poliestireno expandido y ladrillos de arcilla para las losas aligeradas nos permiten tener un ahorro considerable.

La finalidad de su estudio fue analizar ambos diseños estructurales con los dos tipos de elementos aligerantes verificando que las dimensiones de los elementos estructurales tales como columnas y vigas, no se modifican, debido a que a pesar que la carga muerta se disminuye en las losas aligeradas con el uso de bloques de poliestireno expandido, ésta tiende a disolverse cuando se analiza bajo combinaciones de carga y la fuerza cortante se reduce aproximadamente un 15% al utilizar losas aligeradas con bloques poliestireno expandido.

Según los autores León, M y Gutiérrez, S., presentaron la tesis *“Comparación estructural y económica de un edificio de 7 pisos ante cambio de la norma e.030 diseño sismo resistente”* (2018), tesis encontrada en la Pontificia Universidad Católica del Perú, ubicada en Lima- Perú.

El objetivo principal fue diseñar un edificio de oficinas en Miraflores. El análisis estructural fue realizado con la norma sismo resistente actual. Se verificó la fuerza cortante en la edificación, así como las fuerzas internas de los elementos estructurales. El modelamiento se realizó en el programa ETABS.

Como conclusión la cortante basal que se obtuvo al realizar el análisis dinámico fue menor que el 80% de la cortante basal que se obtuvo realizando el análisis estático; el

factor de la zona en el parámetro sísmico tiene mucha influencia en el análisis sísmico.

Según Castañeda, C. en el año 2017, tesis ***“Uso de viguetas pretensadas para el incremento de la productividad en la obra Escuela PNP-Puente Piedra-Lima-2017”***, de la Universidad Cesar Vallejo.

Tuvo como objetivo principal demostrar que a través del uso de las viguetas pretensadas incrementaría la productividad en la construcción de una losa aligerada. Por consiguiente aclarar que el peso de una losa aligerada construida con viguetas pretensadas es menor al sistema convencional.

Como conclusión el autor determino que con el uso de viguetas pretensadas aumenta la productividad en un 27%, el cual es menor al sistema convencional, donde se ahorra tiempo, costo y peso en la losa aligerada. También demostró que el sistema de viguetas pretensadas y bovedillas es 14% más liviana que la losa construida convencionalmente.

Según los autores Cosinga, A y Gomez, R., presentaron la tesis ***“Análisis comparativo del costo estructural de un edificio empleando losas aligeradas con poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla”***, tesis encontrada en la Universidad de San Martín de Porres, ubicada en Lima- Perú, 2017.

El objetivo principal era determinar el costo de la estructura de un edificio empleando losas aligeradas con poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla, a fin de elegir el material más económico mediante un análisis comparativo de costos. También menciona que el uso del poliestireno en losas aligeradas es muy beneficioso, ya que es un material de bajo peso específico, aparentemente ayuda aminorar la carga muerta y así disminuir secciones, cuantías de vigas y columnas, también el peralte de cimentación; mejor rendimiento en la colocación del material, por defecto ahorro en materiales de la estructura.

Los autores concluyeron que el ladrillo de techo representa del 23% al 26% del peso de la losa aligerada, esto depende del peralte del mismo; la cortante se reduce aproximadamente un 7.5% al utilizar losas aligeradas con poliestireno expandido.

Según Colonia, L., en el año 2017 *“Análisis por desempeño sísmico de un edificio comercial de la ciudad de Carhuaz, Ancash, 2017”* tesis encontrada en la Universidad Cesar Vallejo, Huaraz - Perú.

El objetivo de la presente tesis es desarrollar el análisis sísmico con la NTP E.030-2016 Y determinar los otros espectros de demandas sísmicas; para ello se realizara un modelamiento estructural de la edificación en el programa ETABS v.16.2.0. Se obtendrá el punto de desempeño post sismo de la estructura.

En dicha tesis tuvo como conclusiones que al realizar el análisis sísmico por la NTP E.030-2016, se obtuvo valores con irregularidades estructurales tales como en la altura  $la= 0.75$  e irregularidad estructural en planta  $lp=0.75$ . Las irregularidades no fueron extremas.

## **ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

Según Macías, J (2016), “Análisis comparativo de costo de tiempo de construcción de una losa tradicional vs losa alivianada de poliestireno de una vivienda”, tesis encontrada en la Universidad de Guayaquil, Ecuador.

Este estudio tuvo como objetivo establecer parámetros de ventajas de tiempo y costo entre los dos sistemas losa de poliestireno y sistema tradicional.

El autor concluyo que existe una diferencia en costo, tiempo y peso entre los dos métodos. El poliestireno como material de aliviamiento de losas disminuye el peso de la losa con respecto a las locas tradicionales.

Según Alvarado, J (2015), “Estudio de los coeficientes de reducción de respuesta estructural “R” de la norma ecuatoriana de la construcción”, tesis encontrada en la Universidad de Cuenca, Ecuador.

Uno de sus objetivos fue analizar la variación del factor “R” según el tipo de estructura a manejar. Concluyo que al ser Ecuador un país con un sistema sísmico muy activo, la actividad tectónica genera graves daños a las poblaciones en el pasado. También se determinó que el factor “R” posibilita una reducción de las fuerzas sísmicas de diseño, lo cual es consentido siempre que las estructuras y sus conexiones se planteen para desarrollar un mecanismo de falla previsible y con adecuada ductilidad, donde el desgaste se reúna en secciones especialmente detalladas para función como rotulas plásticas.

Según Cofre, A (2003), “Bovedillas de EPS (poliestireno expandido): una alternativa para la construcción de losas prefabricadas”, tesis encontrada en la Universidad Austral de Chile.

En la presente tesis hace referencia esencialmente a un material liviano llamado Bovedilla de EPS (Poliestireno Expandido) usado como un material prefabricado en losas y también como moldaje incorporado, se describe el mismo. Asimismo de los materiales que se usan en la construcción de dicha losa prefabricada.

El autor concluyo que el poliestireno debido a su menor peso propio tiene un impacto favorable desde el punto de vista de diseño; también son una buena alternativa de utilización ya que logra mayor eficiencia, productividad y disminución de costos, visualizando siempre la dependencia del proyecto.

Según los autores Sanabria B. y Monrroy E. titulado “*Quantitative differences among in situ and prefabricated construction systems for mezzanine floor slabs as a decision-making support*”, (Diferencias cuantitativas entre sistemas constructivos in situ y prefabricados para losas de entrepiso como soporte para la toma de decisiones), publicado en el año 2018.

Los autores nos dan a conocer la viabilidad con la implementación de soluciones prefabricadas en las construcciones y así nos permiten una mejora en la toma de decisiones para la producción. Nos da a conocer el comparativo de la construcción de losas con los diferentes sistemas, como el método in situ y prefabricados.

Como conclusión vemos que los prefabricados son ejecutados con estrictos parámetros de calidad, con proceso especiales para el transporte y el puesto en obra con equipo mínimos. Al haber evaluado dos sistemas nos encontramos con un mejor resultado de diseño, calidad en la construcción, cumplimiento de plazos. Para lo cual se pone un panorama favorable para la aplicación de elementos prefabricados en la construcción.

El artículo de investigación publicado por la Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Bolivariana, San Cristóbal, Estado Táchira, República Bolivariana de Venezuela (2016).

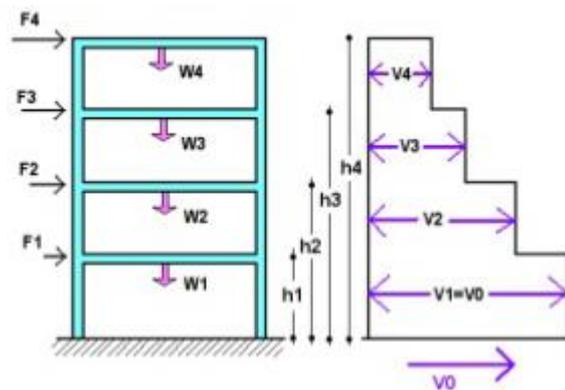
Nos da a conocer la cortante basal donde nos menciona: que mayormente nos enfocamos

en su esbeltez, dicha de la estructura; sería más factible e importante la condición sismo-resistente de nuestra estructura, es un cambio de factores de estudio que al realizar el diseño se debe tener presente. Se concluyó que en el diseño sismo-resistente de cualquier calculo estructural debemos basarnos en las fundaciones de esta, y siempre se debe tener en cuenta que al cimentar las fundaciones debemos revisar la composición del suelo, tal así como la calidad; donde haremos las fundaciones de la estructura diseñada, originado a que estos datos nos brindaran una información calificada de cómo debemos trabajar en este suelo.

### 1.3 TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA

#### Cortante Basal

Saavedra nos dice que es la acumulación progresiva de las fuerzas cortantes de cada piso, el cual se refleja en la base de la edificación. Dichos cortantes se refieren a la aplicación de la fuerza sísmica en un nivel determinado los cuales se acumulan a medida que se acercan a la base.



**Figura 1. Cortante basal**

Se refiere a la cortante basal total de diseño  $V$ , a nivel de cargas últimas, que será aplicado a una estructura en una dirección especificada, se determinará mediante las expresiones.

$$V = \frac{ZUCS}{R} P \quad C/R \geq 0.125 \quad C = 2,5\left(\frac{T_P}{T}\right); C \leq 2,5$$

#### Zonificación

El territorio peruano está dividido en 4 zonas sísmicas, las cuales fueron distribuidas por su sismicidad observada, movimientos sísmicos y atenuación en la distancia epicentral e información neotectónica. Dichas zonas son asignadas a un factor  $Z$ , los cuales son

interpretados como la aceleración máxima horizontal en el suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 5 años. El factor Z esta expresado con una fracción de la aceleración de la gravedad.



*Figura 2. Territorio nacional con las zonas sísmicas (NTE E0.30, 2016)*

*Tabla 1. Factores de la Zona Z.*

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

*Fuente: NTE E.030, 2016*

**Factor S, Factor  $T_P$  y Factor  $T_L$**

Según la NTE E.030, el factor S es el fenómeno de amplificación de las ondas sísmicas según el tipo de suelo. El factor  $T_P$  es el periodo que define la plataforma del factor de amplificación sísmica (C) y el factor  $T_L$  es el periodo que define el inicio de la zona del factor de amplificación sísmica (C).

Se cuenta con cinco tipos de suelo:

- Perfil Tipo  $S_0$ : Roca dura, aquí encontramos las rocas sanas con una dispersión de ondas

de corte Vs mayores de 1500 m/s.

- Perfil Tipo  $S_1$ : Roca o suelos muy rígidos, hallaremos rocas con grados de facturación diferentes; sus velocidades de propagación de onda de corte Vs serán entre 500 m/s y 1500 m/s.

- Perfil Tipo  $S_2$ : Suelos intermedios, corresponden los suelos rígidos medianamente con Vs en el rango de 180 m/s y 500 m/s.

- Perfil Tipo  $S_3$ : Suelos blandos, hallaremos suelos flexibles con Vs menores o igual a 180 m/s.

- Perfil Tipo  $S_4$ : Condiciones excepcionales, aquí se presentan los suelos excepcionalmente flexibles, con condiciones geológicas desfavorables. Para ello se necesita un estudio específico.

**Tabla 2. Factor de suelo "S"**

FACTOR DE SUELO "S"				
ZONA	SUELO			
	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
$Z_4$	0.80	1.00	1.05	1.10
$Z_3$	0.80	1.00	1.15	1.20
$Z_2$	0.80	1.00	1.20	1.40
$Z_1$	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: NTE E.030, 2016

**Tabla 3. Periodos  $T_p$  y  $T_L$**

PERIODOS " $T_p$ " y " $T_L$ "				
	Perfil de Suelo			
	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
$T_p$	0.30	0.40	0.60	1.00
$T_L$	3.00	2.50	2.00	1.60

Fuente: NTE E.030, 2016

### Factor de Amplificación Sísmica (C)

Este factor se define según las características del lugar y se usan las siguientes expresiones:

$$T < T_p \quad C = 2.5(T_p/T)$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2.5(T_p/T)$$

$$T > T_L \quad C = 2.5(T_p \cdot T_L \cdot T^2)$$

### **Factor “U”**

Las estructuras están clasificadas según categorías. Asimismo la Norma Técnica Peruana Sismo resistente E 0.30, nos indica que para edificios que cuentan con aislamiento sísmico aislamiento en la base se considera 1 como factor U.

La NTE E0.30 nos da a conocer 4 categorías las cuales están divididas por:

A: edificaciones esenciales contando con un factor U= 1,5

B: edificaciones importantes con un factor U= 1,3

C: edificaciones comunes con un factor U= 1,0

D: edificaciones temporales (en estas edificaciones se debe ver la resistencia y rigidez).

### **Coefficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas “Ro”**

Ro se aplicara solo a estructuras en la que los elementos tanto horizontales como verticales permitan la disipación de la energía, para así mantener la estabilidad de la estructura.

Los sistemas estructurales de concreto armado cuentan con coeficientes básicos de reducción de esta manera:

- Pórticos = 8
- Dual = 7
- De muros estructurales = 6
- Muros de ductilidad limitada = 4

### **Coefficiente de reducción de la fuerza sísmica “R”**

Para obtener el coeficiente de reducción de la fuerza sísmica “R”, se debe determinar qué tipo de sistema estructural de concreto usaremos así hallaremos el coeficiente básico de reducción de la fuerza sísmica dándonos el Ro. Para determinar las irregularidades estructurales en altura la Norma E0.30 nos indica que contamos con 6 tipos y 5 tipos de irregularidades estructurales en planta.

$$R = R_o \cdot I_a \cdot I_p$$

Dónde:

la: irregularidad estructural en altura

lp: irregularidad estructural en planta

### **Estimación de Peso**

Esto se realiza añadiendo a la carga total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga. Para ello tenemos la Norma E 0.30 nos indica lo siguiente:

- Para las categorías A y B se tomara el 50 % de la carga viva,
- Categoría C un 25 % de la carga viva,
- En depósitos un 80%,
- En azoteas y techos un 25% y
- En estructuras de tanques, silos un 100% de la carga contenida.

### **Losa Aligerada**

La losa aligerada, es llamada así por ser un estilo de construcción liviano, en donde el concreto u hormigón es reemplazado por otra clase de materiales como poliestireno, cajones de madera y esferas, entre otras. En el caso de las construcciones de hogares con dos plantas, la losa aligerada, reemplaza el concreto con bloques o ladrillos, al realizar este reemplazo disminuimos el peso de la losa se aligera, pudiendo cubrir el mismo espacio de manera más práctica y económica. Por otra parte, la losa aligerada, no precisa de la utilización de encofrados, ya que el ladrillo actúa lateralmente como encofrado en las viguetas.

### **Vulnerabilidad Sísmica**

Según Barbat nos dice que se debe tener en cuenta que la vulnerabilidad sísmica de una estructura es una propiedad intrínseca a la misma, y además, es independiente de la peligrosidad del lugar ya que se ha observado en sismos anteriores que edificaciones de un tipo estructural similar sufren daños diferentes, teniendo en cuenta que se encuentran en la misma zona sísmica. Por consiguiente se refiere a que una estructura puede ser vulnerable, pero no estar en riesgo si no se encuentra en un lugar con un determinado peligro sísmico o amenaza sísmica.

### **Viguetas Prefabricadas y Bovedillas de Poliestireno**

Es el sistema de losa aligerada que consta de 2 elementos prefabricados. Las viguetas prefabricadas que pueden ser: la semi-vigüeta de alma abierta llamadas viguetas fert,

vigueta pretensada o viga metálica llamada Viga T y las bovedillas de poliestireno.

### **Poliestireno Expandido EPS**

El poliestireno se obtiene por la polimerización del estireno, se coloca un agente de expansión que es el petano. Su fabricación se obtiene a través de tres fases: la pre-expansión, maduración de las perlas pre-expandida y por último el moldeo.

El poliestireno cuenta con algunas propiedades como:

- Aislamiento térmico
- Resistencia a la humedad
- Durabilidad (por su resistencia al envejecimiento)
- Resistencia mecánica
- Versatilidad
- Compatibilidad
- Facilidad de manejo y transporte

El poliestireno es un material inerte el cual no ataca el medio ambiente, ni salud; una de las características más importantes es que es 100% reciclable.

### **Bovedillas de Poliestireno**

Es uno de los elementos imprescindibles en una losa prefabricada a base de vigueta y bovedilla, es el aligerante intermedio entre los elementos de carga llamadas vigas de transferencia (viguetas) y su función se limita a llenar un espacio para ahorrar en gran volumen el uso de concreto aligerando la estructura por ello elimina carga negativa de peso muerto. Bovedillas No son un elemento estructural de carga.

### **Ventajas sobre el peso**

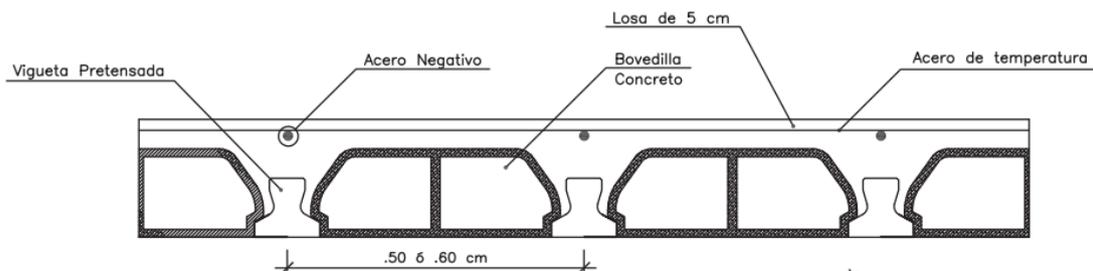
Al contar con menos peso en las Bovedillas, este influirá en un excelente funcionamiento tanto en tensiones como en tensiones dadas para cualquier estructura diseñada.

Las bovedillas de poliestireno resultan extraordinariamente ligeras a comparación de las bovedillas tradicionales. La reducción del peso puede estar alrededor de 100 a 130 kg/m<sup>2</sup>. Al referirnos a esta reducción de peso hablamos sobre la disminución de cargas permanentes sobre la estructura.

## Viguetas prefabricadas

Castillo nos define que las viguetas prefabricadas (pretensadas) FIRTH están diseñadas con la norma peruana de estructuras capítulo 18(concreto pre esforzado) y con el ACI 318-99. En el capítulo 21(concreto prefabricado) cumple con las disposiciones de esta; de igual manera en el capítulo 22 donde habla sobre elementos de concretos compuestos sujetos a flexión.

Según Concretec, la vigueta pertenece a un sistema estructural que compone una losa de entre piso, esta tiene como función absorber los esfuerzos de flexión que se dan en los nervios modulares de la placa de losa; la forma de colocación y sentido permiten transmitir las cargas de uso funcional a la estructura del edificio, luego son transmitidas a las fundaciones.



**Figura 3. Sección de vigueta**

La resistencia de las viguetas varía según la cantidad de armadura, y la excentricidad de la carga de pretensado, diferenciándose de esta forma las series de producción standard que se adecuan a los requerimientos de cálculo.

Las viguetas pretensadas están compuestas por cemento, arena gruesa, confitillo, acero pretensado.

La vigueta por sí misma no es una estructura, sino es la armadura de la losa. Y su función es absorber los esfuerzos de tracción a los cuales estará sometida

Techomax nos indica las características de las viguetas pretensadas, donde nos indica la resistencia última del acero, resistencia especificada del concreto y excentricidad del acero de la vigueta.

**Tabla 4. Características de viguetas pretensadas**

Serie	Area de acero (cm <sup>2</sup> )	fpu (Kg/cm <sup>2</sup> )	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	ep (cm)	Volumen vigueta (m <sup>3</sup> )	Peso vigueta kg/ml
V101	0.378	18900	350	0.54	0.0072	17.0
V102	0.504	18900	350	1.09	0.0072	17.0
V103	0.630	18900	420	1.01	0.0072	17.0
V104	0.784	18900	420	1.09	0.0072	17.0
V105	0.980	18900	500	1.31	0.0072	17.0

*Fuente:* Techomax, 2018

Según Concremax las luces máximas para cada serie pretensada son las siguientes:

**Tabla 5. Luces máximas de viguetas pretensadas**

Serie de Vigueta	Luz Máxima (m)
V-101	5.5
V-102	6.5
V-103	7.5
V-104	7.5
V-105	8.5

*Fuente:* Techomax, 2018

Alturas de la losa considerando su funcionalidad

Entrepisos:

**Tabla 6. Luces entrepisos**

Luces (m)	0-5.10	5.10 - 6.00	6.00 - 7.50	7.50 - 8.50
Altura de Losa	17 @ 60	20 @ 50	25 @ 50	30 @ 50

*Fuente:* Techomax, 2018

Azoteas:

**Tabla 7. Luces en azoteas**

Luces (m)	0 - 6.00	6.00 - 6.50	6.50 - 8.00	8.00 - 8.50
Altura de Losa	17 @ 60	20 @ 50	25 @ 50	30 @ 50

Fuente: Techomax, 2018

### Peso Del Elemento De Vigueta Prefabricada

El peso de las viguetas van de acuerdo con las especificaciones técnicas y elementos que intervienen en su construcción, por lo tanto cada pieza contara con un peso que será dado por metro lineal, brindándonos así un ratio para poder cuantificarlo y así obtener el peso exacto de dicho elemento prefabricado.

Techomax nos brinda un cuadro con las especificaciones técnicas sobre el peso de las viguetas pretensadas.

**Tabla 8. Peso de viguetas con losa**

ALTURA DE LOSA (cm)	LOSA TRADICIONAL	SISTEMA DE LOSAS ALIGERADAS CON VIGUETAS TECHOMAX					
	ARCILLA A 40cm (kg/m <sup>2</sup> )	LOSA CON VIGUETAS SIMPLES				LOSA CON VIGUETAS DOBLES	
		ARCILLA A 50cm (kg/m <sup>2</sup> )	POLIESTIRENO A 50cm (kg/m <sup>2</sup> )	CONCRETO A 50cm (kg/m <sup>2</sup> )	BANDEJA + BLOQUE POL A 50cm (kg/m <sup>2</sup> )	ARCILLA A 50cm (kg/m <sup>2</sup> )	POLIESTIRENO A 50cm (kg/m <sup>2</sup> )
17 @ 60	270	-----	180	-----	-----	-----	-----
17 @ 50	270	265	190	-----	260.02	290	230
20 @ 60	300	-----	195	-----	-----	-----	-----
20 @ 50	300	280	210	315	277.53	345	280
25 @ 60	350	-----	225	-----	-----	-----	-----
25 @ 50	350	335	250	375	306.23	430	350
30 @ 60	400	-----	255	-----	-----	-----	-----
30 @ 50	400	400	300	-----	335.89	515	420

Fuente: Techomax, 2018

### Descripción del programa ETABS

ETABS es un software de ingeniería muy conocido ya que cuenta con una capacidad amplia para el desarrollo de análisis estructural, modelaciones y dimensionamientos en 2D y 3D, estos pueden ser para diferentes tipos de estructuras tales como edificios, puentes, estructuras industriales y cualquier tipo de estructura.

## **1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **Problema General**

¿La aplicación de viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno en losas aligeradas reduce la cortante basal?

### **Problemas específicos**

- ¿La aplicación de viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno en losas aligeradas reduce la cortante basal?
- ¿La aplicación de viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno en losas aligeradas reduce la cortante basal en relación a la fuerza de los elementos estructurales?
- ¿La aplicación de viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno en losas aligeradas reduce la cortante basal en relación al peso estructural?

## **1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

**Justificación Técnica:** La presente investigación se justifica por cuanto demostrara la practicidad del diseño de la reducción de la cortante basal cuando se aplica losas aligeradas con vigas prefabricadas y bovedillas de poliestireno. A fin que esto sea replicado y se use como alternativa de reducción de la vulnerabilidad sísmica.

**Justificación Teórico:** Se verifica una serie de aspectos establecidos del Reglamento Nacional de Edificaciones E.030, con el fin de analizar si las viviendas cumplen con la filosofía y los principios del diseño sismo resistente que consiste en: Evitar pérdidas humanas y así asegurar la continuidad de los servicios básicos y por otro lado Minimizar los daños a la propiedad.

**Justificación Social:** el motivo de esta investigación es informar a la población que hay nuevos métodos de construcción los cuales aporrataran mucho a la mejora, tanto como en calidad, costos y productividad. Si bien el Perú es un país altamente sísmico esta investigación busca disminuir los daños sísmicos a través de la reducción basal mediante el uso de viguetas prefabricadas con bovedillas de poliestireno.

## **1.6 HIPÓTESIS**

### **HIPÓTESIS GENERAL**

La cortante basal se reducirá al aplicar en losas aligeradas, viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno.

### **HIPÓTESIS ESPECÍFICOS**

- La aplicación de viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno en losas aligeradas reducirá la cortante basal en relación al desplazamiento estructural
- La aplicación de viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno en losas aligeradas reducirá la cortante basal en relación a la fuerza de los elementos estructurales

La aplicación de viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno en losas aligeradas reducirá la cortante basal en relación al peso estructural

## **1.7 OBJETIVOS**

Objetivo general:

Determinar que utilizando las viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno en las losas aligeradas reduciremos la cortante basal.

Objetivos específicos:

- Determinar como la aplicación de viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno en losas aligeradas reduce la cortante basal en relación al desplazamiento estructural
- Determinar como la aplicación de viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno en losas aligeradas reduce la cortante basal en relación a la fuerza de los elementos estructurales
- Determinar como la aplicación de viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno en losas aligeradas reduce la cortante basal en relación al peso estructural

# **CAPÍTULO II**

## **MÉTODO**

## **II. MÉTODO**

En este capítulo se explicara cómo se irá desarrollando la investigación con el fin de responder las preguntas hechas en el presente trabajo y por lo tanto probar la hipótesis. Se explicarán aspectos importantes del procedimiento, técnicas e instrumentos de medición.

### **2.1 Tipo y Diseño De Investigación**

#### **Tipo de Investigación**

El tipo de investigación es aplicada, debido a que la presente investigación tiene como finalidad dar soluciones a los problemas en forma práctica.

Según Caballero, A. La investigación de tipo aplicada hace referencia a lo siguiente: “su propósito es dar solución a problemas prácticos”.

#### **Diseño de Investigación**

El diseño de investigación es cuasi experimental; El diseño cuasi-experimental consiste en la escogencia de los grupos, en los que se prueba una variable para ver su efecto en la otra.

#### **Nivel de Investigación**

Con respecto al nivel de investigación es explicativa causal, este tipo de investigación tiene relación causal, no sólo persigue describir o acercarse a un problema, sino que intenta encontrar las causas del mismo. Además, tratan de buscar la explicación del comportamiento de las variables.

La investigación es de tiempo transversal o transeccional ya que los datos se recogerán en un tiempo y momento único.

### **2.2 Operacionalización de variables**

#### **Definición Conceptual**

##### **Variable dependiente**

- Losas Aligeradas

##### **Variable Independiente**

- Reducción de la Cortante Basal

**Tabla 9. Variable Independiente: Losas Aligeradas**

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	instrumento de medición
LOSAS ALIEGRADAS	Es el sistema de losa alivianada que consta de 2 elementos prefabricados. Las viguetas prefabricadas que pueden ser: la semi-vigueta de alma abierta llamadas viguetas fert, vigueta pretensada o viga metálica llamada Viga T y las bovedillas de poliestireno.	Se usaran las viguetas pretensadas y bovedillas de poliestireno para corroborar que el peso de la losa se reduce, lo cual ayuda a la reducción de la cortante basal.	Losa aligerada convencional	Espesor de losa	Fichas de Observación Fichas Técnicas
				Tipo de concreto	
			Losa aligerada con bovedillas de poliestireno	Espesor de losa	
				Tipo de concreto	

Fuente: elaboración propia

**Tabla 10 Variable Dependiente: Reducción de la Cortante Basal**

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento de medición
Reducción de la Cortante Basal	<p>Saavedra nos dice que es la acumulación progresiva de las fuerzas cortantes de cada piso, el cual se refleja en la base de la edificación. Dichos cortantes se refieren a la aplicación de la fuerza sísmica en un nivel determinado los cuales se acumulan a medida que se acercan a la base.</p>	<p>Se usara el programa ETABS V.17 para realizar el modelado de diseño.</p>	DESPLAZAMIENTO ESTRUCTURAL	DESPLAZAMIENTO MÁXIMO	Programa Estructural ETABS V.17
				DISTORCION	
			FUERZAS EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES	COLUMNAS(FUERZA AXIAL)	
				VIGAS(MOMENTO FLECTOR Y FUERZA CORTANTE)	
				PLACAS ( MOMENTO FLECTOR, FUERZA AXIAL Y FUERZA CORTANTE)	
			PESO ESTRUCTURAL	CARGA POR GRAVEDAD	
CORTANTE BASAL	CORTANTE BASAL ESTATICO				
	CORTANTE BASAL DINAMICO				

Fuente: elaboración propia

## **2.3 Población, Muestra y Muestreo**

### **Población**

Arias no dice que la población es un conjunto de elementos con características similares las cuales pueden ser finitas o infinitas. Estas son delimitadas por el problema propuesto y los objetivos.

El universo poblacional estuvo conformado por todas las edificaciones construidas hasta la actualidad de manera tradicional en el distrito de Magdalena del Mar, provincia de Lima y departamento de Lima. Según la normativa y planos de altura de edificación, los edificios recurrentes son los que cuentan con 8 pisos pasando del 50% en el distrito.

### **Muestra**

Para (Caballero, Alejandro, 2014), es el tamaño mínimo de para que sea representativa del total de la población. (p, 180). Se utilizó una muestra no probabilística sujeto al criterio del investigador.

Según Cea, D', la muestra es una de las decisiones primordiales en cualquier tipo de investigación ya que será la población analizada. La muestra dependerá del problema y de los objetivos de dicha investigación.

El tamaño de la muestra para la evaluación estuvo compuesto por el edificio Villa Jiménez es un edificio ubicado en el distrito de Magdalena del Mar en la ciudad de Lima, la cual cuenta con 8 plantas, cuenta con 217.25 m<sup>2</sup>. Los criterios de selección fueron que esta edificación es la muestra representativa considerando que en el distrito indicado se encuentra la mayor cantidad de edificaciones recurrentes de 8 niveles y la edificación mencionada tiene características similares a las demás considerando que la evaluación puede ser usada para las demás edificaciones.

### **Muestreo**

En la presente investigación el muestreo será no probabilístico, escogido específicamente por conveniencia.

Según Velasco las unidades de estudio se seleccionan al momento de la recolección de datos, ya que es fácil y económico.

## 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, Validez y Confiabilidad

### Técnicas de recolección de datos

Al referirnos de técnicas de recolección de datos Monje nos dice que esto nos servirá para utilizarlo y adecuarlos para la temática de la investigación. Para la realización de estas tenemos que tener en cuenta lo que necesitamos identificar para darle un uso exacto.

Caballero nos dice que la técnica de observación, es un proceso cuya función primera e inmediata es recoger información sobre el objeto que se toma en consideración.

### Instrumentos de recolección de datos

Para la presente investigación se usará el programa ETABS V.17 el cual nos ayudará con el modelamiento de la estructura.

Por otro lado, usaremos como instrumento la ficha de recopilación de datos que se utilizará para medir las variables viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno.

**Tabla 11. Ficha técnica de viguetas prefabricadas**

Ficha tecnica del instrumento: Viguetas prefabricadas	
Aspectos complementarios	Detalles
Nombre del instrumento	Ficha de recopilacion de datos sobre la utilidad de las viguetas prefabricadas
Autor	Ruiz Hurtado Katherinne Luciana
Lugar	Lima
Objetivo	Determinar que utilizando viguetas pretensadas en la construccion de una losa reducimos el peso por lo tanto la cortante basal
Forma de aplicación	Directa
Duracion de la aplicación	40 min
Descripcion del instrumento	se aplicara una ficha de recopilacion de datos que nos brindara datos sobre el uso de las viguetas pretensadas en las dimensiones costo del elemento, peso del elemento y aregados y componentes.

Fuente: elaboración propia

**Tabla 12. Ficha técnica de bovedillas de poliestireno**

Ficha tecnica del instrumento: Bovedillas de poliestireno	
Aspectos complementarios	Detalles
Nombre del instrumento	Ficha de recopilacion de datos sobre la utilidad de las bovedillas de poliestireno
Autor	Ruiz Hurtado Katherinne Luciana
Lugar	Lima
Objetivo	Determinar que utilizando bovedillas de poliestireno en la construccion de una losa reducimos el peso por lo tanto la cortante basal.
Forma de aplicación	Directa
Duracion de la aplicación	40 min
Descripcion del instrumento	se aplicara una ficha de recopilacion de datos que nos brindara datos sobre el uso de las bovedillas de poliestireno en las dimensiones costo del elemento, peso del elemento.

*Fuente:* elaboración propia

### **Validez**

Hernández nos dice que el instrumento de medición debe demostrar su veracidad y confiabilidad. Si la investigación no cuenta con una validez y confiabilidad no deben tomarse en cuenta los resultados.

La validez del presente estudio se determinará a través del procesamiento de datos con el software ETABS que nos servirá de apoyo para el modelamiento. El cual nos proporcionará resultados que al ser digitados correctamente serán cercanos al comportamiento real de las estructuras. Los datos insertados serán determinados para que nos puedan otorgar resultados veraces.

Los instrumentos de esta investigación serán validados por expertos, los cuales afirmaran si las fichas realizadas son óptimas para el uso en la presente investigación. (Anexo 04)

### **Confiabilidad**

La confiabilidad hace referencia que su aplicación de un instrumento repetida al mismo sujeto u objeto produce iguales resultados. Es decir, la confiabilidad de un instrumento de medición se ve relacionada con el grado de precisión o exactitud de la medida (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p. 302).

Para la presente investigación se tendrá la licencia de usuario del software ETABS la cual garantice la confiabilidad de los estudios.

## **2.5 Procedimiento**

1. Para la evaluación del presente proyecto de investigación se uso una ficha de recolección de datos, en donde se detalle la altura de piso, espesor de losa y dimensiones de viga y columnas.
2. Luego de ello se corroborar los datos con los planos de la edificación Vivienda Multifamiliar Villa Jimenez.
3. Con los datos de los planos y la medida de la estructura a evaluar se procedio al modelamiento estructural del edificio Villa Jiménez.
4. Se realizaro una evaluación mediante un análisis estático lineal de la estructura para ver su comportamiento y la cortante basal actuante en la edificación.
5. Se modelo la edificación con la implementación de viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno.
6. Se realizo una evaluación mediante un análisis estático lineal de la estructura mejorada para ver su comportamiento y la cortante basal actuante en la edificación.
7. Procedente a ello se haizo una comparación entre la edificación actual y la edificación implementada con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno referente a la cortante basal presente en ambas edificaciones.
8. El procesamiento de datos se realizo con la ayuda de una ficha resumen de cada sistema evaluado en Microsoft Excel; teniendo en cuenta las hojas de cálculo para ambas edificaciones y los gráficos considerados para cada una de ellas.
9. Procedente a ello se realizará la discusión de los resultados con los autores, luego se realizará las conclusiones y recomendaciones para una próxima construcción de una edificación y para una investigación futura.

## **2.6 Métodos de análisis de datos**

De acuerdo a los datos recolectados a través de la ficha de recopilación, se realizará un modelamiento de diseño. Para ellos se usará el programa ETABS V. 17; con el resultado de ello, se contrastará la cortante basal obtenida con parámetros normativos y evaluados a través de una estadística descriptiva.

## **Estadística descriptiva**

En el caso de la estadística descriptiva se sustituye o reduce el conjunto de datos obtenidos por un pequeño número de valores descriptivos, como pueden ser: el promedio, la mediana, la media geométrica, la varianza, la desviación típica, etc.

### **2.7 Aspectos éticos**

Para esta investigación se han cumplido las normas dadas por la Universidad Cesar Vallejo, por ello cuenta con originalidad y veracidad.

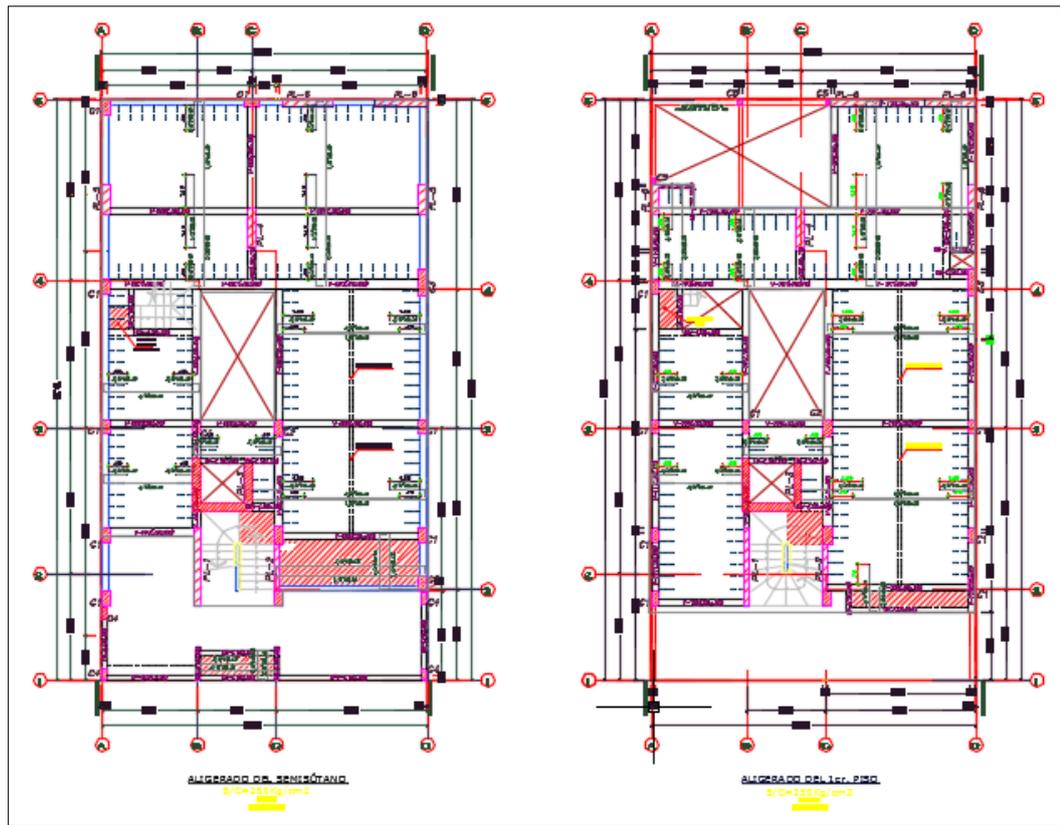
En el continuo desarrollo del trabajo de investigación se usará la Norma Técnica Peruana E.030; se trabajará con el programa ETABS V.17, y se usará en RNE.

El desarrollo de la presente investigación se trabajará de manera transparente, buscando resultados veraces y confiables.

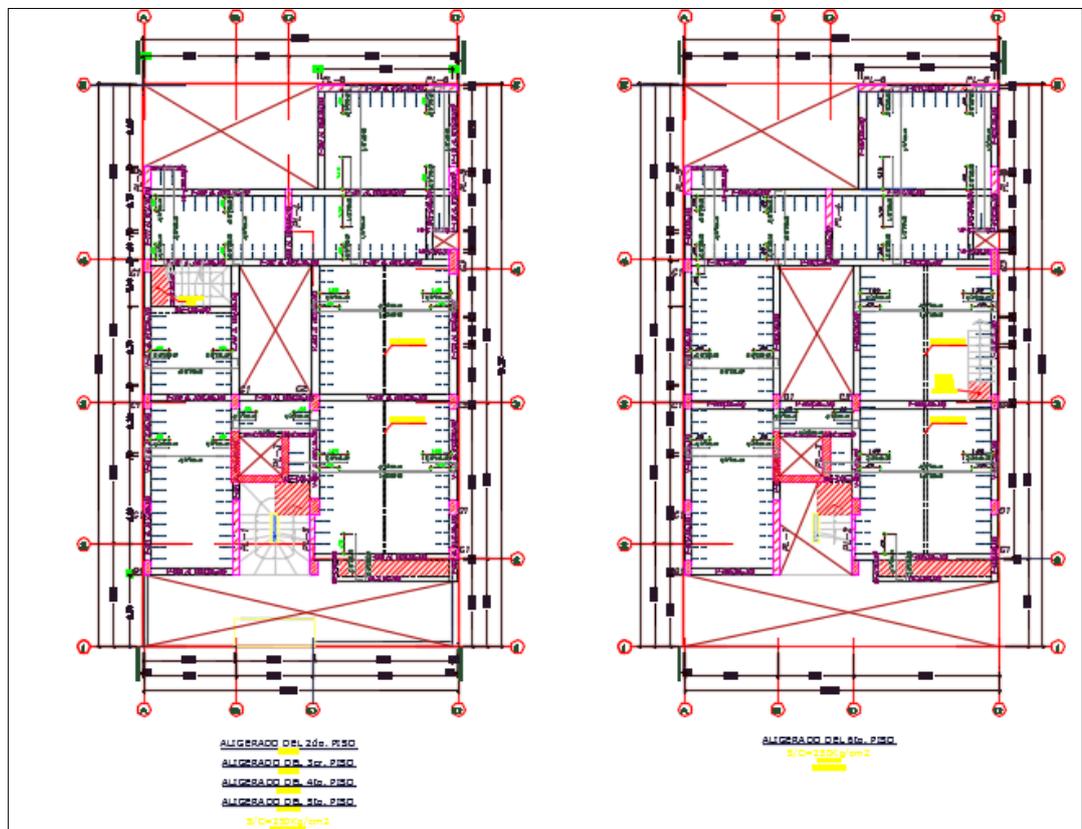
# **CAPÍTULO III**

## **RESULTADOS**

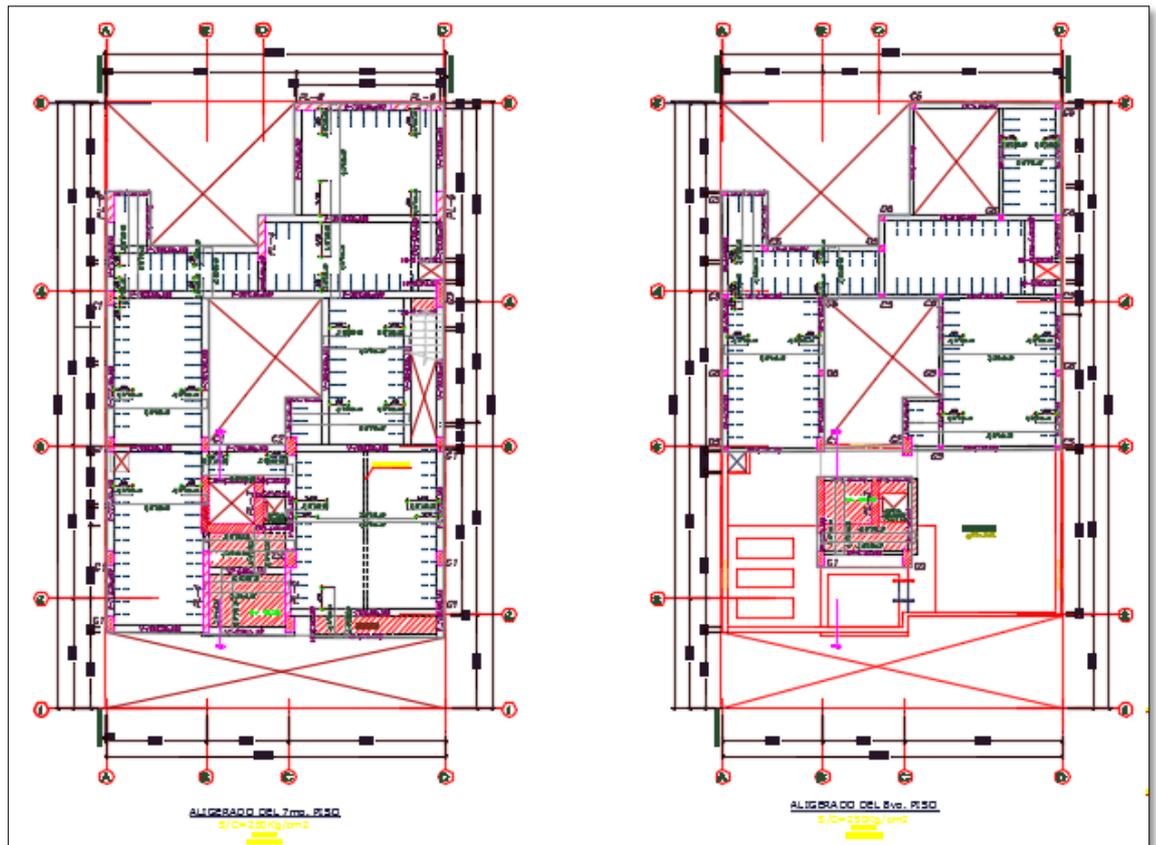




*Figura 5 Sótano y Primer nivel*



*Figura 6 Nivel 2 al 6 Típicos y Nivel 6*



**Figura 7 Nivel 7 y 8**

### 3.1.3 Licencia del Software ETABS

Un gusto saludarlo, en relación a su consulta referente al uso de la licencia para la elaboración de su tesis, la casa matriz nos indica que:

Podría ser la versión de evaluación, la cual pueden descargar del siguiente link:

<https://www.csiamerica.com/support/downloads/software-evaluation-request?productid=5&product=2>

La versión de evaluación es completamente funcional, solo para uno no comercial.

Es importante resaltar que estas versiones de prueba no son compatibles con la versiones comerciales, por lo que los trabajos realizados en estas no podrán ser abiertos en las versiones adquiridas bajo licencia comercial. Favor no utilizar para iniciar proyectos reales.

La versión de evaluación tiene una duración de un año, no imprime, no es compatible con la versión comercial y los modelos se guardan durante un mes.

Quedamos a su disposición para cualquier consulta adicional

Atentamente  
Carla Inostroza

**Figura 8 Licencia ETABS del CSI Caribe**

3.1.4 Para la evaluación del presente proyecto de investigación se usó una ficha de recolección de datos, en donde se detalle la altura de piso, espesor de losa y dimensiones de vigas, placas y columnas.

**Tabla 13: Dimensiones de Columnas, Placas y Vigas**

Espesor de Losa	20 cm.	
Altura de Piso	2.40 m	
Descripción	A m.	B m.
Columna C-1	5.00	0.50
Columna C-2	0.30	0.60
Columna C-3	0.25	0.85
Columna C-4	0.15	0.40
Descripción	Peralte m.	Base m.
Viga S01	0.50	0.25
Viga S02	0.50	0.25
Viga S03	0.60	0.30
Viga S04	0.50	0.25
Viga S05	0.50	0.25
Viga S06	0.50	0.25
Viga S07	0.50	0.30
Viga S08	0.50	0.25
Viga P	0.50	0.30
Viga P-1	0.35	0.15
Viga B	0.20	0.15
Viga Ch1	0.20	0.20
Viga Ch2	0.20	0.30
Descripción	A m.	B m.
Placa PI1	0.20	2.65
Placa PI2	0.25	2.70
Placa PI3	0.15	1.80
Placa PI5	0.25	1.50
Placa PI4	0.25	1.05
Placa PI6	0.25	1.70

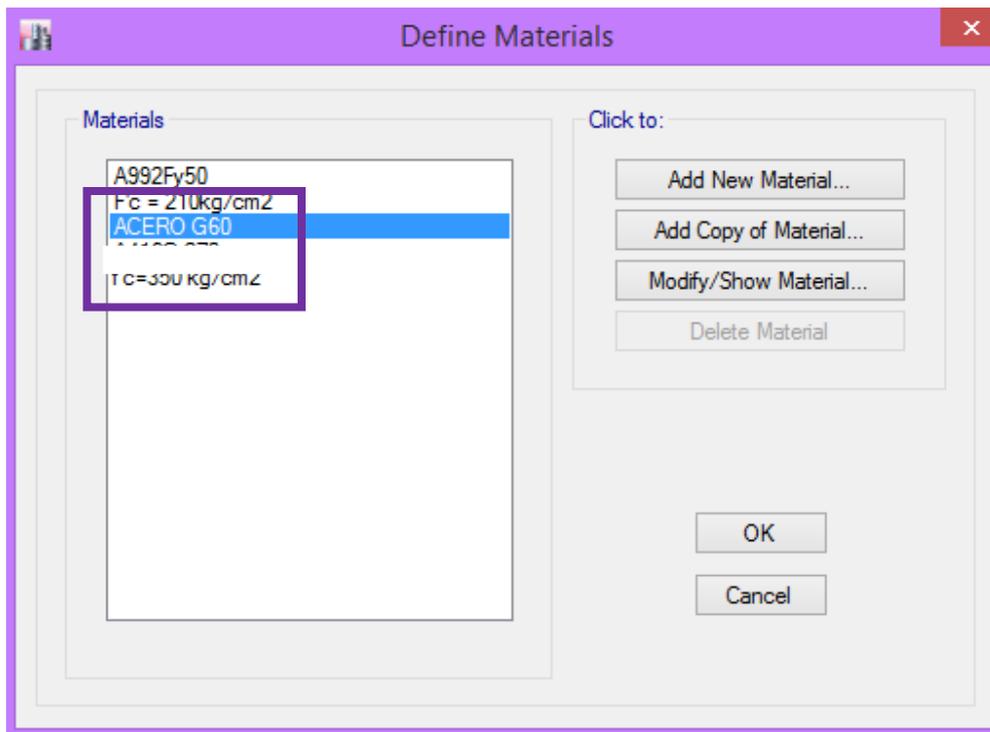
Fuente: elaboración propia

3.1.5 Modelamiento en el programa estructural ETABS de la Vivienda Multifamiliar Villa Jiménez.

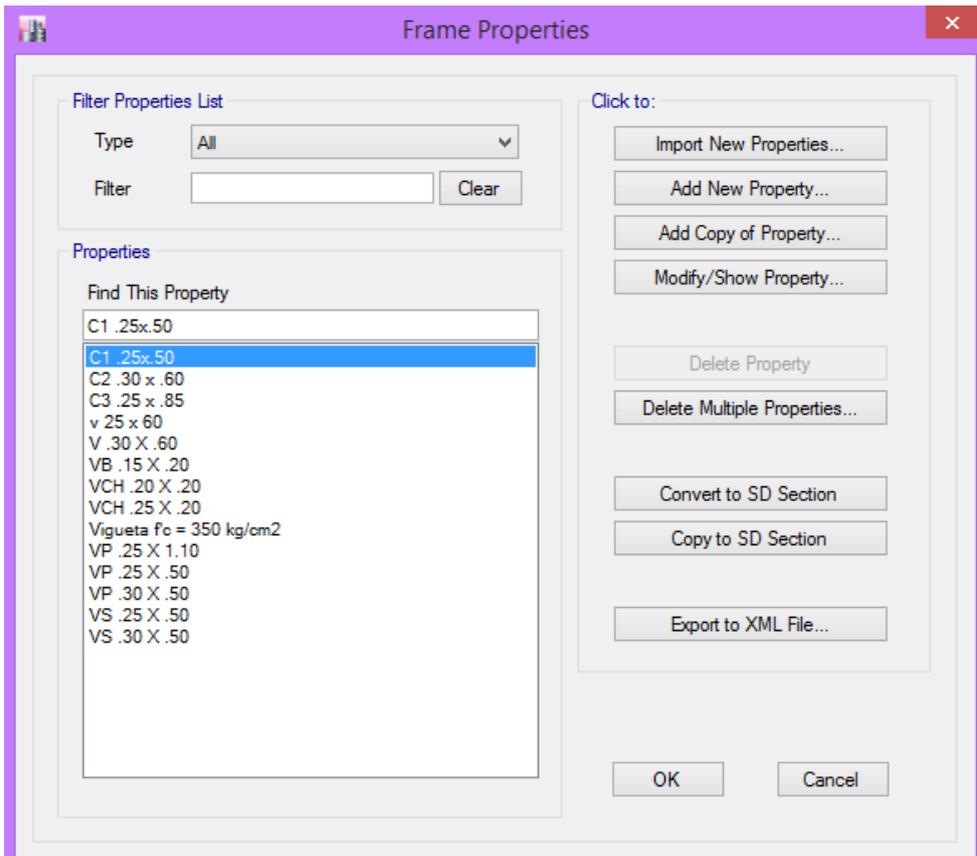
**Tabla 14: Parámetros Sismo resistentes Según Noma E.030**

Factor	Descripción	Valor
Factor de zona, Z	Zona Sísmica 4	0.45
Factor de suelo, S	Perfil Tipo S1	1
Periodo Tp	Parámetros de sitio	0.4
Periodo TI	Parámetros de sitio	2.5
Factor de uso, U	Edificaciones Comunes	1
Factor de amplificación sísmica, C	Norma	2.5
Factor de reducción de fuerzas, R	Pórticos	8

Fuente: elaboracion propia

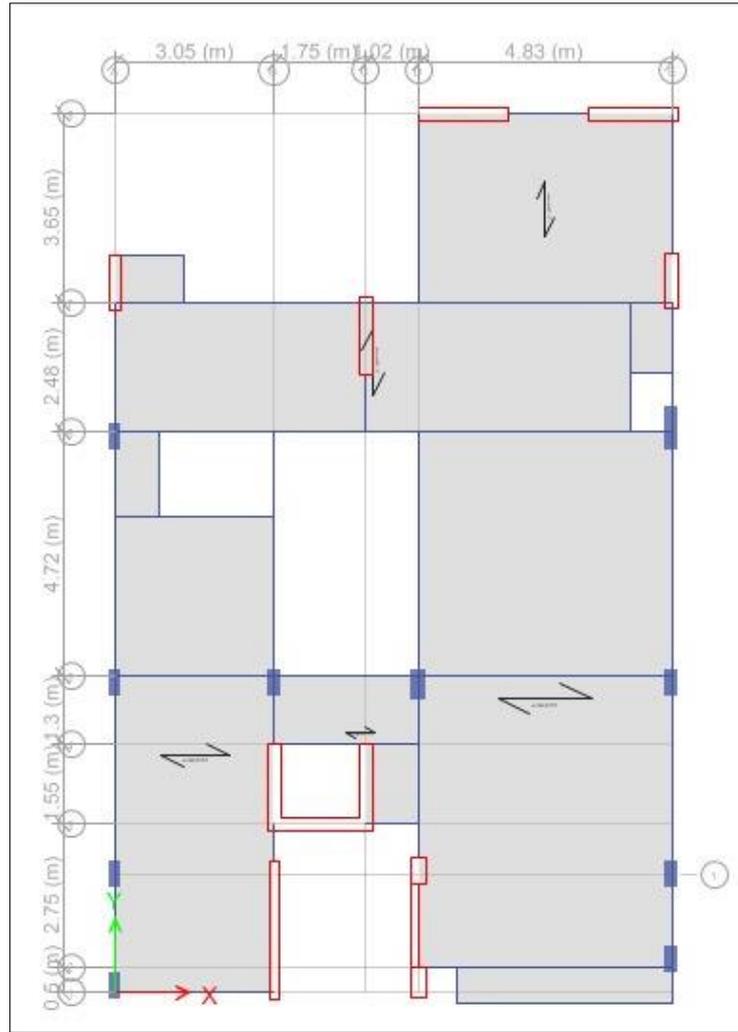


**Figura 9 Propiedades del Material ETABS**



**Figura 10** Columnas y Vigas en ETABS

### 3.1.6 Modelamiento Estructural de la Losa tradicional

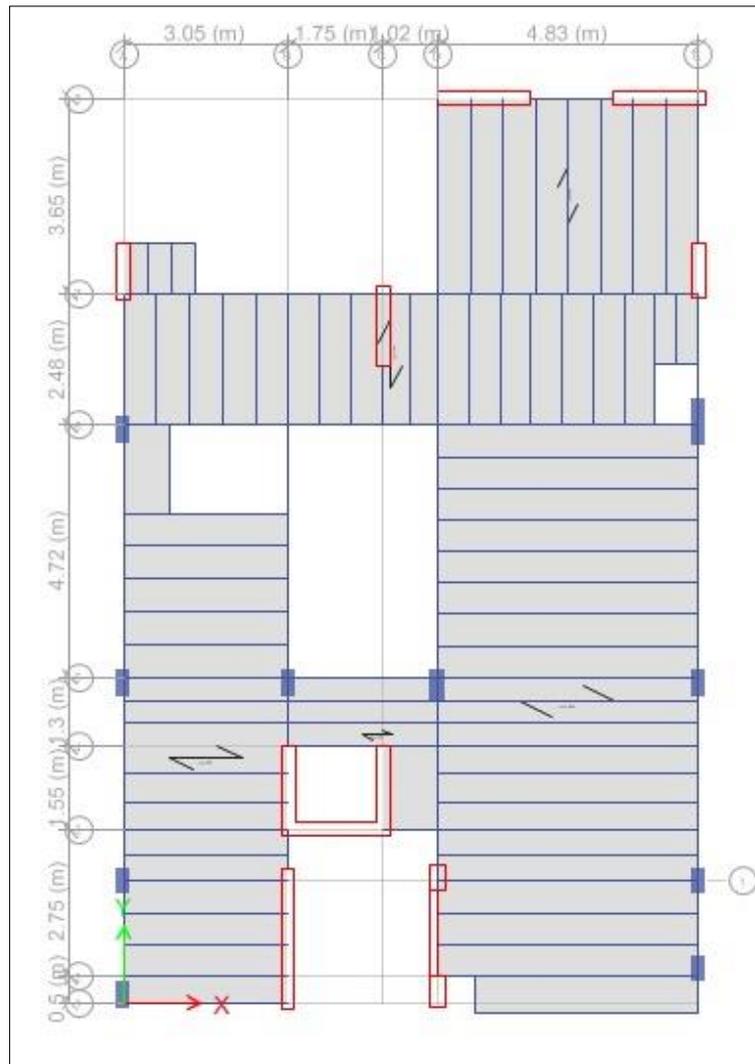


**Figura 11: Planta de losa tradicional**

3.1.7 Modelamiento estructural con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno

**Tabla 15: Espesor de losa y Espaciamiento entre viguetas**

aligerado con Bovedilla de Poliestireno	
espesor de losa	20 cm
espaciamiento	60 cm



**Figura 12** Planta con viguetas prefabricadas y bovedillas de Poliestireno

## 3.2 Resultados

### 3.2.1 Desplazamientos

#### 3.2.1.1 Losa Tradicional

**Tabla 16 Desplazamientos en Losa Tradicional en dirección X-X**

Nivel	Desplazamiento
8° Nivel	0.093564
7° Nivel	0.085755
6° Nivel	0.075112
5° Nivel	0.063432
4° Nivel	0.050945
3° Nivel	0.038049
2° Nivel	0.025439
1° Nivel	0.014089
Semisótano	0.005286

Fuente: elaboracion propia



**Figura 13 Desplazamientos en X-X**

Fuente: elaboración propia

**Tabla 17 Desplazamientos en Y-Y**

Nivel	Desplazamiento
8° Nivel	0.036749
7° Nivel	0.033569
6° Nivel	0.029661
5° Nivel	0.025123
4° Nivel	0.020054
3° Nivel	0.014651
2° Nivel	0.009238
1° Nivel	0.004326
Semisótano	0.000752

Fuente: elaboración propia



**Figura 14 Desplazamientos en Y-Y**

Fuente: elaboración propia

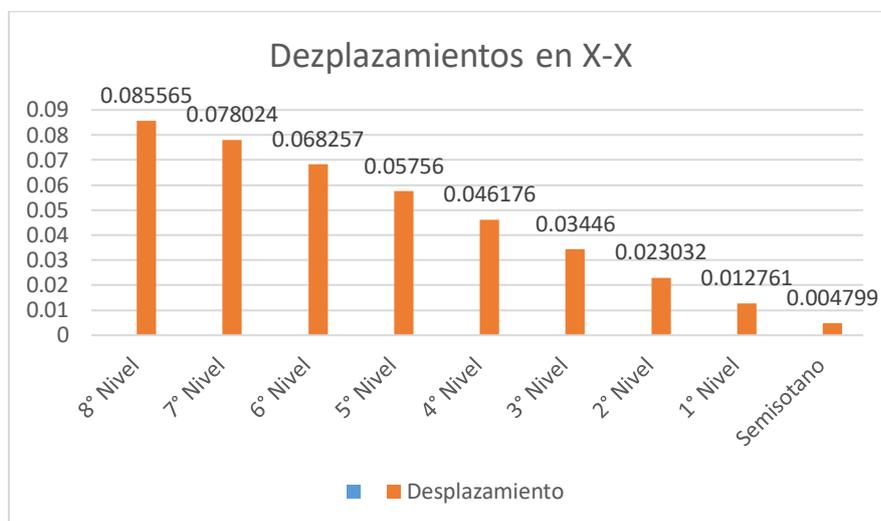
### 3.2.1.2 Losa con Viguetas Prefabricadas y Bovedillas de Poliestireno

**Tabla 18 Desplazamientos en X-X**

Nivel	Desplazamiento
8° Nivel	0.085565
7° Nivel	0.078024
6° Nivel	0.068257
5° Nivel	0.05756
4° Nivel	0.046176
3° Nivel	0.03446
2° Nivel	0.023032

1° Nivel	0.012761
Semisótano	0.004799

Fuente: elaboración propia



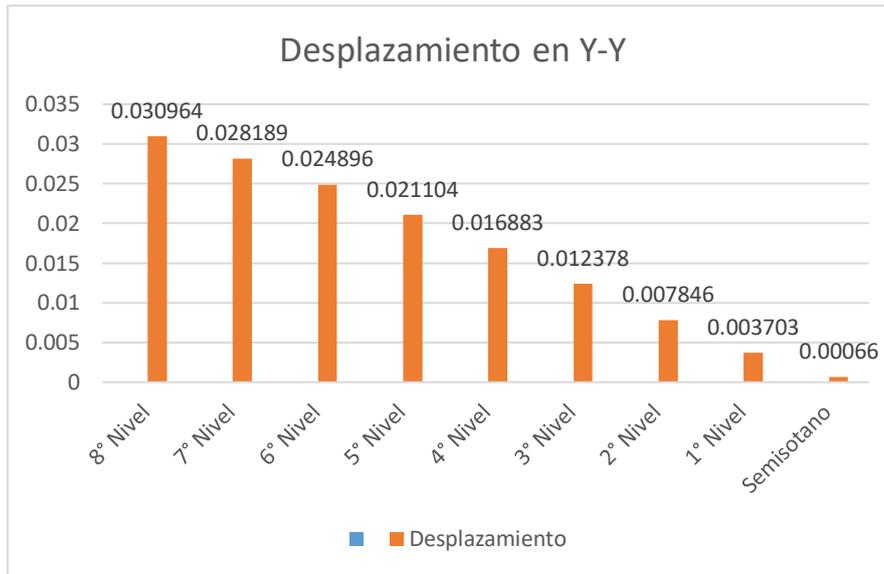
**Figura 15 Desplazamientos en X-X**

Fuente: elaboración propia

**Tabla 19 Desplazamientos en Y-Y**

Nivel	Desplazamiento
8° Nivel	0.030964
7° Nivel	0.028189
6° Nivel	0.024896
5° Nivel	0.021104
4° Nivel	0.016883
3° Nivel	0.012378
2° Nivel	0.007846
1° Nivel	0.003703
Semisótano	0.00066

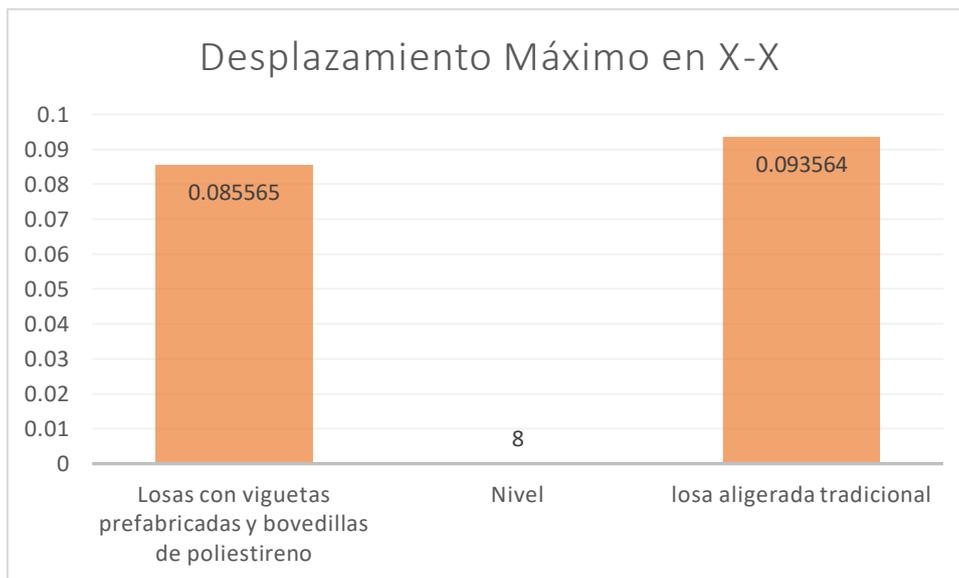
Fuente: elaboración propia



**Figura 16 Desplazamientos en Y-Y**

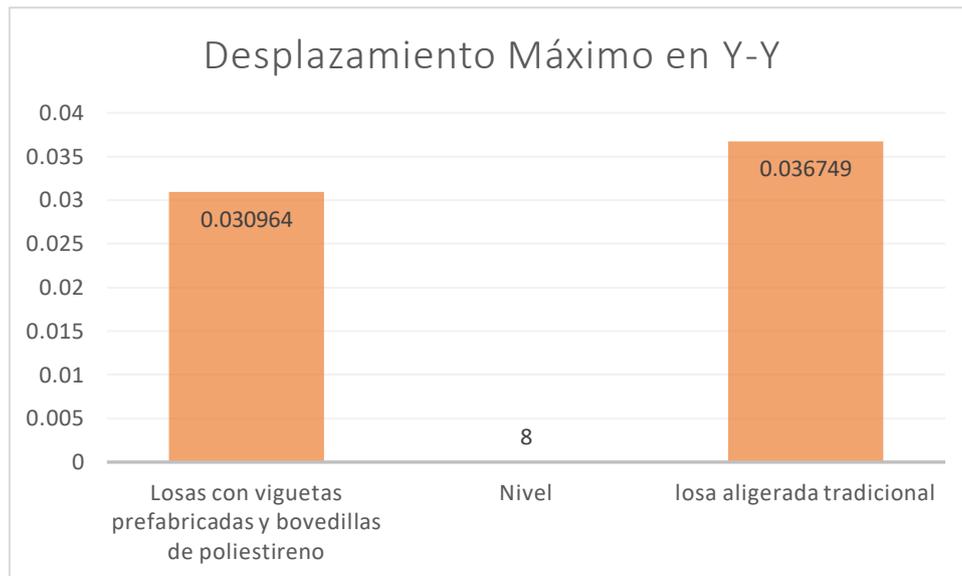
Fuente: elaboración propia

Desplazamientos Máximos entre la losa aligerada tradicional y la losa aligerada con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno



**Figura 17 Desplazamiento Máximo en X-X entre las dos propuestas de losas**

Fuente: elaboración propia



**Figura 18 Desplazamiento Máximo en Y-Y entre las dos propuestas de losas**

Fuente: elaboración propia

**Tabla 20 Desplazamiento en X-X (Porcentajes)**

Tipos de Losas	Desplazamiento en X-X	%
Losa Convencional	0.093564	9%
Losa con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno	0.085565	

Fuente: elaboración propia

**Tabla 21 Desplazamiento en Y-Y (Porcentajes)**

Tipos de Losas	Desplazamiento en Y-Y	%
Losa Convencional	0.036749	16%
Losa con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno	0.030964	

Fuente: elaboración propia

**Interpretación:** Se observa en la tabla 20 los desplazamientos en X-X, siendo el menor el de las losas aligeradas con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno con una diferencia del 9% al de la losa aligerada convencional. De igual manera en la tabla 21 el desplazamiento en Y-Y obtenemos como menor las losas con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno con una diferencia del 16% al de la losa aligerada convencional.

### 3.2.2 Distorsión

#### 3.2.2.1 Losa aligerada tradicional

**Tabla 22 distorsión en X-X**

Nivel	Carga	D X- X		Norma < 0.007
		X	y	
8° Nivel	SD. X-X	0.004566	0.000884	OK
7° Nivel	SD. X-X	0.00664	0.001267	OK
6° Nivel	SD. X-X	0.007161	0.001345	NO
5° Nivel	SD. X-X	0.007414	0.001368	NO
4° Nivel	SD. X-X	0.007478	0.001361	NO
3° Nivel	SD. X-X	0.007233	0.001301	NO
2° Nivel	SD. X-X	0.0066	0.001176	OK
1° Nivel	SD. X-X	0.005365	0.000966	OK
Semisótano	SD. X-X	0.001956	0.000306	OK

Fuente: elaboración propia

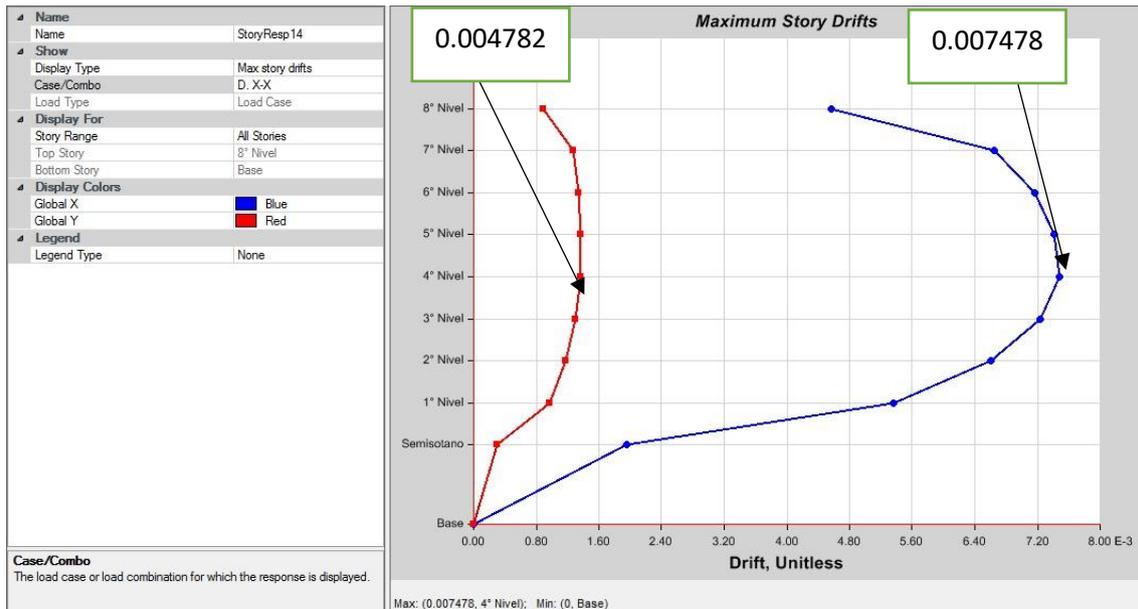
**Tabla 23 distorsión en Y-Y**

Nivel	Carga	D Y- Y		Norma < 0.007
		X	y	
8° Nivel	SD. X-X	0.002394	0.003007	OK
7° Nivel	SD. X-X	0.002627	0.003878	OK
6° Nivel	SD. X-X	0.002985	0.004288	OK
5° Nivel	SD. X-X	0.00331	0.004618	OK
4° Nivel	SD. X-X	0.003502	0.004782	OK
3° Nivel	SD. X-X	0.003451	0.004668	OK
2° Nivel	SD. X-X	0.003004	0.004209	OK
1° Nivel	SD. X-X	0.001919	0.003048	OK
Semisótano	SD. X-X	0.000368	0.000355	OK

Fuente: elaboración propia

Distorsión máxima de entrepiso dirección más perjudicial:

La distorsión máxima mostrada es 0.007478 la cual es mayor a la permisible según la norma E.030 que sería 0.007



**Figura 19** distorsión Máxima en X-X ; Y-Y en la losa aligerada tradicional

Interpretación: En la figura 19 nos muestra la distorsión máxima en X-X siendo 0.007478 la cual no está dentro de lo permitido. También nos muestra las distorsiones máximas en Y-Y siendo 0.004782 la mayor la cual está en el rango de 0.007 lo cual está especificado en la Norma E.030.

### 3.2.2.1 Losa con viguetas prefabricadas y Bovedillas de Poliestireno

**Tabla 24** distorsión en X-X

Nivel	Carga	D X- X		Norma < 0.007
		X	y	
8° Nivel	SD. X-X	0.004439	0.000801	OK
7° Nivel	SD. X-X	0.006223	0.000965	OK
6° Nivel	SD. X-X	0.006693	0.001019	OK
5° Nivel	SD. X-X	0.006921	0.001031	OK
4° Nivel	SD. X-X	0.006975	0.001027	OK
3° Nivel	SD. X-X	0.006743	0.000987	OK
2° Nivel	SD. X-X	0.006152	0.000909	OK
1° Nivel	SD. X-X	0.005002	0.000781	OK
Semisótano	SD. X-X	0.001827	0.000291	OK

Fuente: elaboración propia

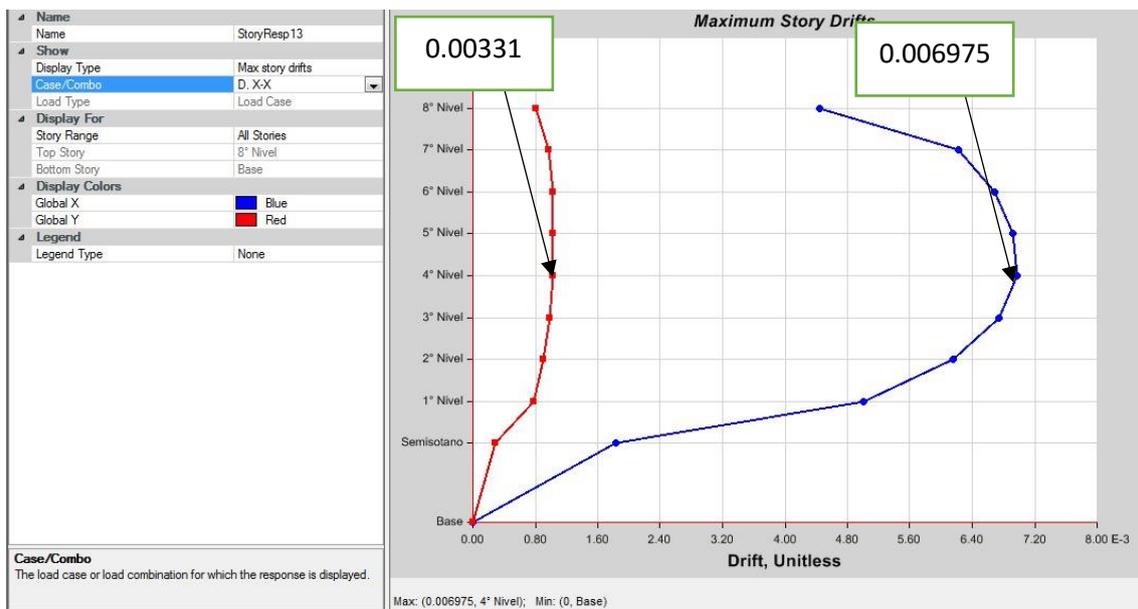
**Tabla 25** Distorsión en Y-Y

Nivel	Carga	D Y- Y		Norma < 0.007
		X	y	
8° Nivel	SD. X-X	0.002335	0.002906	OK
7° Nivel	SD. X-X	0.002547	0.003671	OK
6° Nivel	SD. X-X	0.002867	0.004036	OK
5° Nivel	SD. X-X	0.003152	0.004333	OK
4° Nivel	SD. X-X	0.00331	0.004478	OK
3° Nivel	SD. X-X	0.003242	0.004366	OK
2° Nivel	SD. X-X	0.002806	0.00389	OK
1° Nivel	SD. X-X	0.001816	0.002819	OK
Semisótano	SD. X-X	0.000341	0.000341	OK

Fuente: elaboración propia

Distorsión máxima de entrepiso dirección más perjudicial:

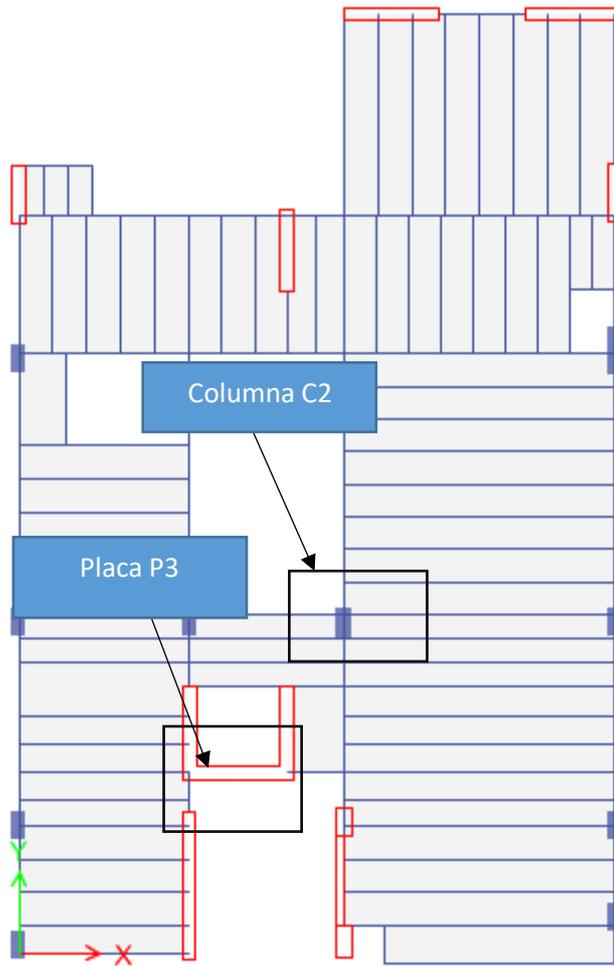
La distorsión máxima mostrada es 0.006975 la cual es menor a la permisible según la norma E.020 que sería 0.007



**Figura 20 distorsión Máxima en X-X; Y-Y en la losa aligerada con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno**

**Interpretación:** En la figura 20 nos muestra las distorsiones máximas en X-X siendo 0.006975 la mayor la cual está en el rango de 0.007 lo cual está especificado en la Norma E.030. De igual manera nos muestra la distorsión máxima en Y-Y siendo 0.00331 la cual está dentro de lo permitido.

### 3.2.3 Fuerzas en los elementos estructurales:

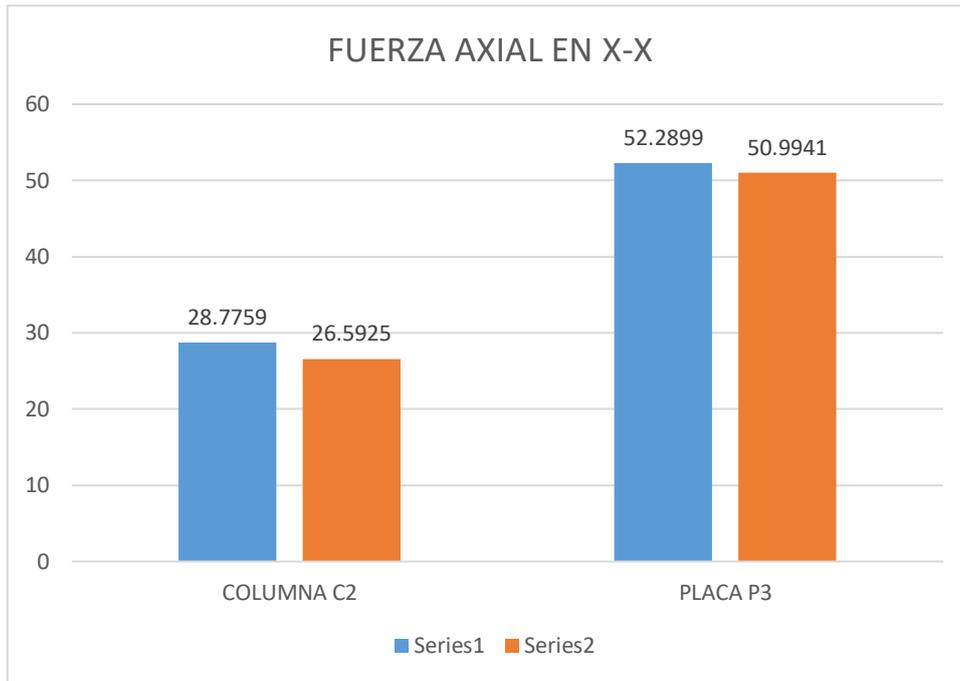


*Figura 21: Ubicación de los elementos usados para el análisis, Columna C2 y Placa P3*

*Tabla 26 Fuerza Axial en X-X*

	Losa Convencional	Losa Con Viguetas Prefabricadas Y Bovedillas De Poliestireno
COLUMNA C2	-28.7759	-26.5925
PLACA P3	-52.2899	-50.9941

Fuente: Elaboración propia



**Figura 22 Fuerza Axial en dirección X-X**

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 27 Fuerza Axial Columna C2 (Porcentajes)**

Tipos de Losas	Fuerza Axial Columna C2	%
Losa Convencional	28.7759	8%
Losa con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno	26.5925	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 28 Fuerza Axial Placa P3 (Porcentajes)**

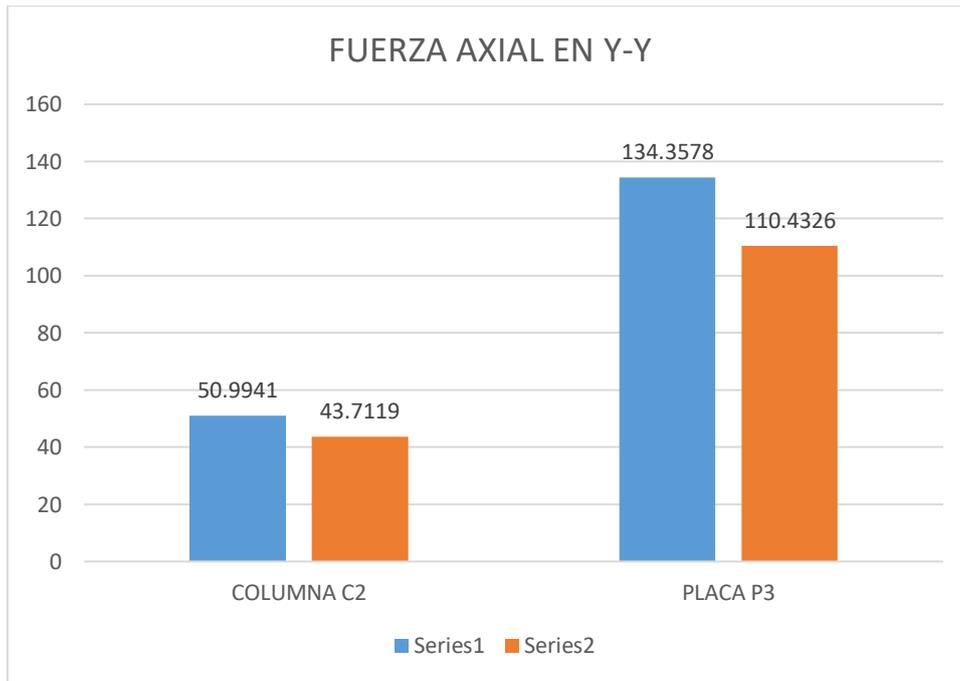
Tipos de Losas	Fuerza Axial Placa P3	%
Losa Convencional	52.2899	3%
Losa con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno	50.9941	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 29 Fuerza Axial en Y-Y**

	Losa Convencional	Losa Con Viguetas Prefabricadas Y Bovedillas De Poliestireno
COLUMNA C2	50.9941	43.7119
PLACA P3	134.3578	110.4326

Fuente: Elaboración propia



**Figura 23: Fuerza Axial en dirección Y-Y**

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 30 Fuerza Axial Columna (Porcentajes)**

Tipos de Losas	Fuerza Axial Columna C2	%
Losa Convencional	50.9941	14%
Losa con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno	43.7119	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 31 Fuerza Axial Placa (Porcentaje)**

Tipos de Losas	Fuerza Cortante Placa P3	%
Losa Convencional	17.5636	13%
Losa con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno	15.2664	

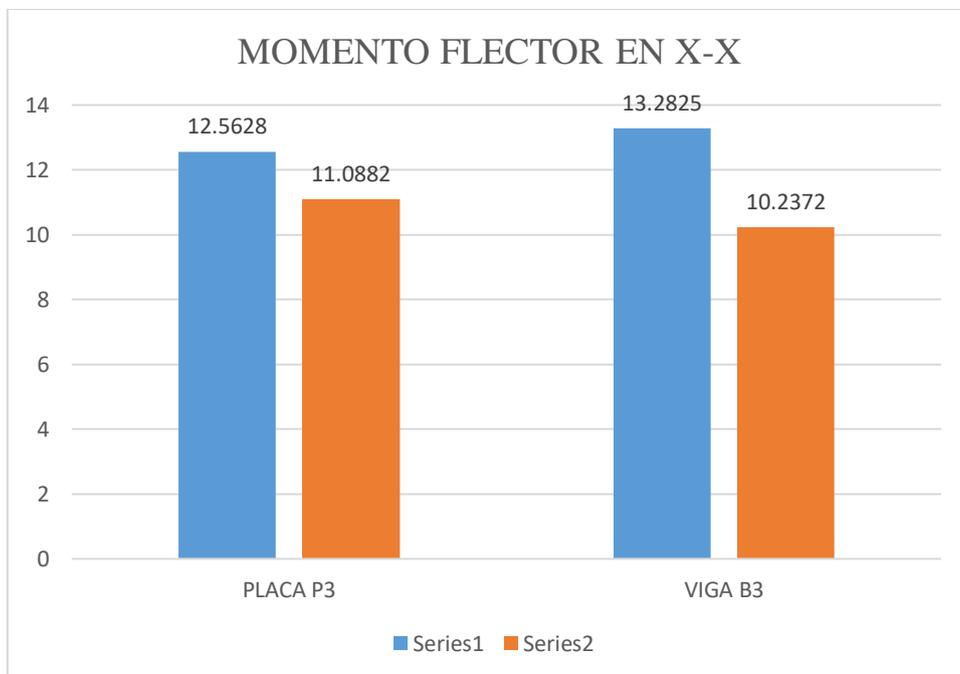
Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la tabla 27 observamos que la fuerza axial en X-X es menor con un 8 % en las columnas de la losa con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno. En la tabla 28 observamos que de igual manera en las placas contamos con un 3% menos de fuerza axial en la propuesta de Vigueras y prefabricadas. En la tabla 30 observamos que la Fuerza Axial en las columnas en la dirección Y-Y es 14% menor en la losa con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno. En la tabla 31 nos muestra que la fuerza axial en Y-Y de las placas es menor por 13% en la losa propuesta con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno.

**Tabla 32 Momento flector en X-X**

	Losa Convencional	Losa Con Viguetas Prefabricadas Y Bovedillas De Poliestireno
PLACA P3	-12.5628	-11.0882
VIGA B3	-13.2825	-10.2372

Fuente: Elaboración propia



**Figura 24 Momento flector en X-X**

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 33 Momento Flector en la Viga B3 (Porcentaje)**

Tipos de Losas	Momento Flector Viga B3	%
Losa Convencional	13.2825	23%
Losa con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno	10.2372	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 34 Momento Flector en la Placa P3 (Porcentaje)**

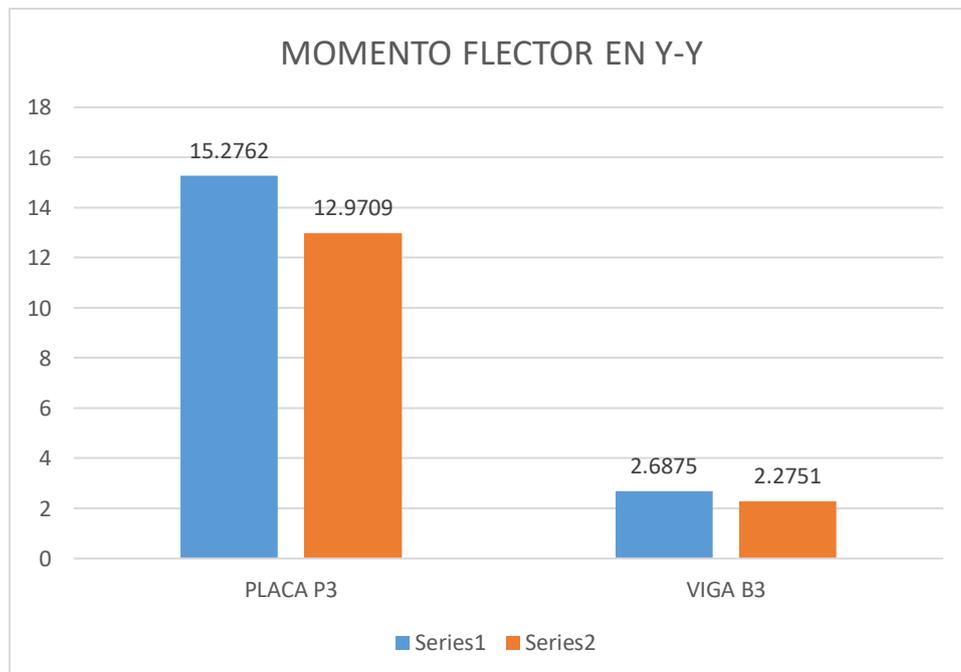
Tipos de Losas	Momento Flector Placa P3	%
Losa Convencional	12.5628	12%
Losa con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno	11.0882	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 35 Momento Flector en Y-Y**

	Losa Convencional	Losa Con Viguetas Prefabricadas Y Bovedillas De Poliestireno
PLACA P3	-15.2762	-12.9709
VIGA B3	2.6875	2.2751

Fuente: Elaboración propia



**Figura 25 Momento flector en Y-Y**

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 36 Momento Flector en la Placa P3 en dirección Y-Y (Porcentaje)**

Tipos de Losas	Momento Flector Placa P3	%
Losa Convencional	15.2762	15%
Losa con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno	12.9709	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 37 Momento Flector en la Viga B3 en dirección Y-Y (Porcentaje)**

Tipos de Losas	Momento Flector Viga B3	%
Losa Convencional	2.6875	15%
Losa con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno	2.2751	

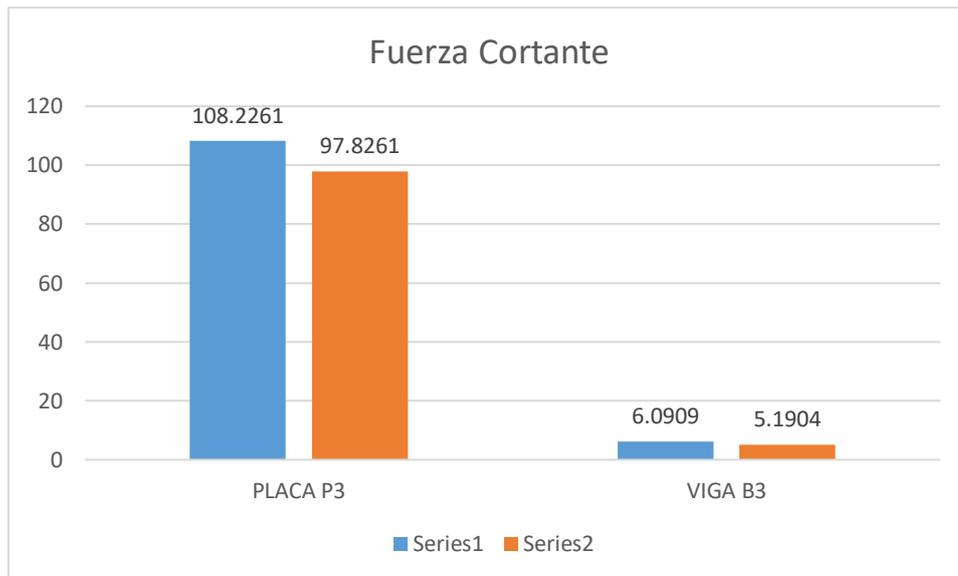
Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Como se observa en la tabla 33 tenemos el momento flector en la Viga B3 en el eje X-X donde observamos una variación de 23% entre la losa aligerada tradicional y la losa aligerada con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno. En la tabla 34 tenemos una variación del 12 % favorable para la Placa P3 de la losa aligerada con viguetas prefabricadas y bovedillas de polietireno. En la tabla 36 nos muestra el momento flector en la placa P3 en la cual tenemos un variación del 15% entre ambos modelamientos, siendo el menor las placas de la losa aligeradas con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno. De igual manera en la tabla 37 observamos el momento flector en la viga B3 en el eje Y-Y siendo menor con un 15% la viga en el losa aligerada propuesta.

**Tabla 38 Fuerza Cortante en X-X**

	Losa Convencional	Losa Con Viguetas Prefabricadas Y Bovedillas De Poliestireno
PLACA P3	108.2261	97.8261
VIGA B3	6.0909	5.1904

Fuente: Elaboración propia



**Figura 26 Fuerza Cortante en X-X**

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 39 Fuerza Cortante Placa en la P3 (Porcentaje)**

Tipos de Losas	Fuerza Cortante Placa P3	%
Losa Convencional	108.2261	10%
Losa con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno	97.8261	

Fuente: Elaboración propia

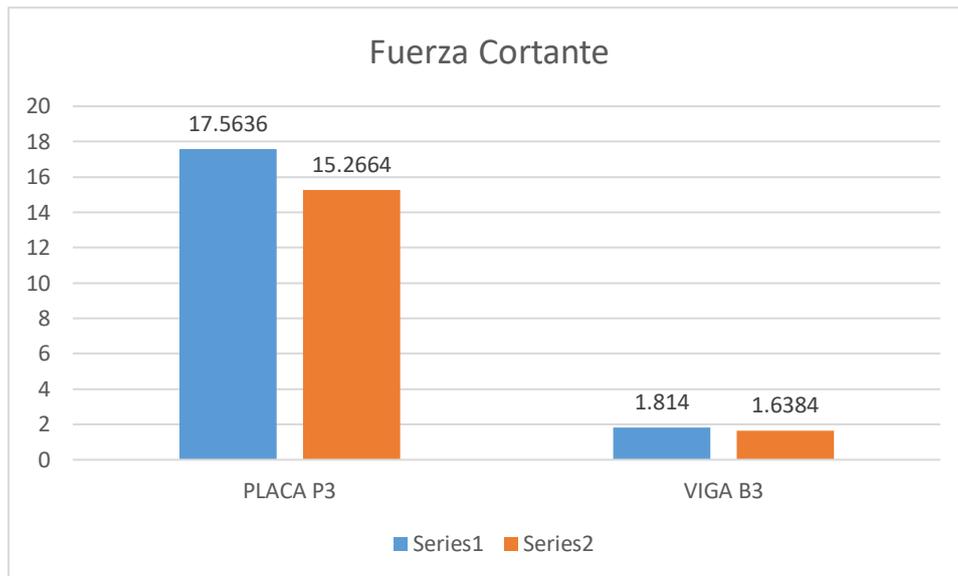
**Tabla 40 Fuerza Cortante en la Viga B3 (Porcentaje)**

Tipos de Losas	Fuerza Cortante Viga B3	%
Losa Convencional	6.0909	15%
Losa con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno	5.1904	

**Tabla 41 Fuerza Cortante en Y-Y**

	Losa Convencional	Losa Con Viguetas Prefabricadas Y Bovedillas De Poliestireno
PLACA P3	17.5636	15.2664
VIGA B3	1.814	1.6384

Fuente: Elaboración propia



**Figura 27 Fuerza Cortante en Y-Y**

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 42 Fuerza Cortante en la Placa P3 (Porcentaje)**

Tipos de Losas	Fuerza Cortante Placa P3	%
Losa Convencional	17.5636	13%
Losa con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno	15.2664	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 43 Fuerza Cortante en la Viga B3 (Porcentaje)**

Tipos de Losas	Fuerza Cortante Viga B3	%
Losa Convencional	1.814	10%
Losa con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno	1.6384	

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** según se observa en la tabla 39 la fuerza cortante en la Placa P3 en X-X cuenta con una variación de 10%. En la tabla 40 observamos que la viga cuenta con una variación de 15%, siendo menor dicha placa y viga del modelamiento de la losa aligerada con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno.

En la tabla 42 observamos la fuerza cortante en Y-Y la cual es menor en la placa P3 del modelamiento de la losa con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno con un

13%. En la tabla 43 vemos la fuerza cortante de la viga B3 en Y-Y siendo menor con un 10% la viga de la losa aligerada propuesta(viguetas y bovedillas de poliestireno).

### 3.2.4 Peso Estructural:

**Tabla 44** *Peso por Nivel de losa aligerada tradicional*

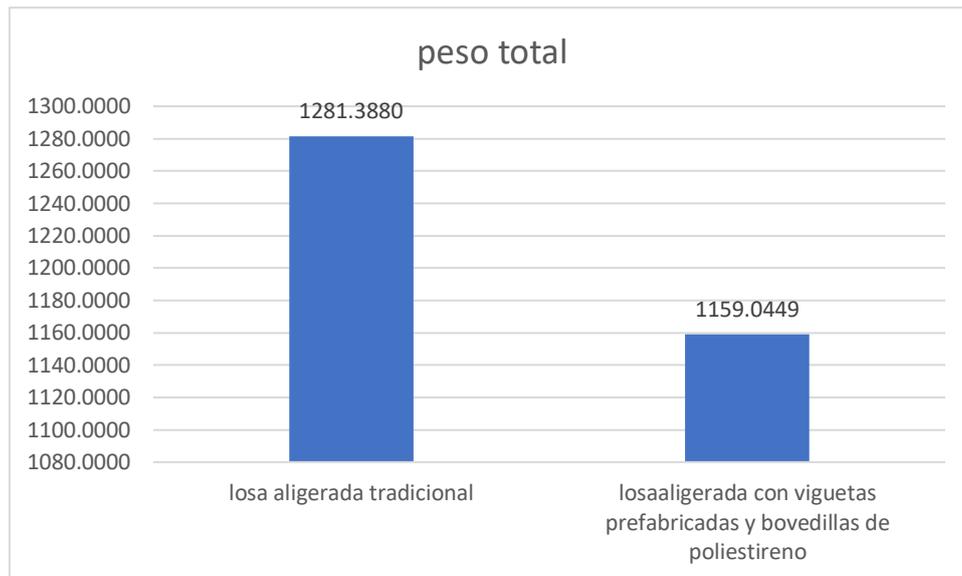
Nivel	Masa	Peso	Und.
8° Nivel	5.92939	58.14715597	Tonf.
7° Nivel	12.47685	122.3554772	Tonf.
6° Nivel	14.01758	137.4648	Tonf.
5° Nivel	13.89736	136.2858506	Tonf.
4° Nivel	13.89736	136.2858506	Tonf.
3° Nivel	13.89736	136.2858506	Tonf.
2° Nivel	13.89736	136.2858506	Tonf.
1° Nivel	13.89736	136.2858506	Tonf.
Semisótano	28.75526	281.9913327	Tonf.
total		1281.3880	Tonf.

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 45** *Peso Por nivel viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno*

Nivel	Masa	Peso	Und.
8° Nivel	5.714	56.0369	Tonf.
7° Nivel	12.249	120.1248	Tonf.
6° Nivel	12.336	120.9725	Tonf.
5° Nivel	12.263	120.2565	Tonf.
4° Nivel	12.263	120.2565	Tonf.
3° Nivel	12.263	120.2565	Tonf.
2° Nivel	12.263	120.2565	Tonf.
1° Nivel	12.263	120.2565	Tonf.
Semisótano	26.577	260.6284	Tonf.
total		1159.0449	Tonf.

Fuente: Elaboración propia



**Figura 28 Peso total**

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 46 Peso Total (Porcentaje)**

Tipos de Losas	Peso Total	%
Losa Convencional	1281.388	10%
Losa Con Viguetas Prefabricadas Y Bovedillas De Poliestireno	1159.0449	

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En los modelamientos realizados contamos con una diferencia del 10% en reducción del peso, saliendo favorable el modelamiento de la losa con viguetas prefabricadas con bovedillas de poliestireno con 1159.0449 TonF y para las losas aligeradas tradicionales con 1281.3880 TonF.

### 3.2.5 Cortante Basal

**Tabla 47 Verificación de la Cortante Basal en X-X**

Verificación de la Cortante Basal en el eje X-X					
TIPO DE LOSA ALIGERADA	Vx	Vx. Din	0.80*Vx	(Vx/VxDin)	Verificación
Losa Aligerada Convencional	307.7135	111.5097	246.1708	2.75952227	NO

Losa Aligerada Con Viguetas Prefabricadas Y Bovedillas De Poliestireno	287.6071	103.8689	230.08568	2.76894335	NO
--	----------	----------	-----------	------------	----

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 48 Verificación de la Cortante Basal en Y-Y**

Verificación de la Cortante Basal en el eje Y-Y					
TIPO DE LOSA ALIGERADA	Vx	Vx. Din	0.80*Vx	(Vx/VxDin)	Verificación
Losa Aligerada Convencional	264.0917	106.7926	211.27336	2.47294007	NO
Losa Aligerada Con Viguetas Prefabricadas Y Bovedillas De Poliestireno	239.6718	102.0458	191.73744	2.34866893	NO

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 49 Verificación de la Cortante Basal Escalados en X-X**

Verificación de la Cortante Basal en el eje X-X					
TIPO DE LOSA ALIGERADA	Vx	Vx. Din	0.80*Vx	(Vx/VxDin)	Verificación
Losa Aligerada Convencional	307.7135	307.7684	246.1708	0.99982162	SI
Losa Aligerada Con Viguetas Prefabricadas Y Bovedillas De Poliestireno	287.6071	287.615	230.08568	0.99997253	SI

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 50 Verificación de la Cortante Basal Escalados en Y-Y**

Verificación de la Cortante Basal en el eje Y-Y					
TIPO DE LOSA ALIGERADA	Vx	Vx. Din	0.80*Vx	(Vx/VxDin)	Verificación
Losa Aligerada Convencional	264.0917	264.8429	211.27336	0.9971636	SI
Losa Aligerada Con Viguetas Prefabricadas Y Bovedillas De Poliestireno	239.6718	239.6762	191.73744	0.99998164	SI

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 51 Cortante Basal en el eje X-X (Porcentaje)**

TIPO DE LOSA ALIGERADA	Vx	%
Losa Aligerada Convencional	307.7135	7%
Losa Aligerada Con Viguetas Prefabricadas Y Bovedillas De Poliestireno	287.6071	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 52 Cortante Basal en el eje Y-Y (Porcentaje)**

TIPO DE LOSA ALIGERADA	Vx	%
Losa Aligerada Convencional	264.0917	10%
Losa Aligerada Con Viguetas Prefabricadas Y Bovedillas De Poliestireno	239.6718	

Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** Como observamos en la tabla 49 se realizó la verificación de la cortante basal en el eje X-X el cual tuvo que ser escalado para cumplir con dicha verificación según la Norma E0.30 de igual manera para el eje Y-Y como nos muestra la tabla 50. En la tabla 51 nos muestra la diferencia de la cortante basal con un porcentaje de 7% entre la losa convencional y la losa aligerada con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno siendo menor esta última. En la tabla. En la tabla 52 nos muestra la cortante Basal en el eje Y-Y con un porcentaje de diferencia del 10% siendo menor la losa aligerada con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno.

**CAPÍTULO IV**  
**DISCUSIÓN**

### **Desplazamiento Estructural:**

COLONIA, Luis (2017), en su tesis *Análisis por desempeño sísmico de un edificio comercial de la ciudad de Carhuaz, Ancash, 2017*” obtuvo como resultados que, el desplazamiento máximo en X-X es 1.71 cm y en Y-Y es 3.85 cm. En nuestra tesis obtuvimos como resultado el desplazamiento máximo en la losa convencional en X-X es 9.41 cm y en Y-Y es 4.0399 de igual manera en la losa con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno tenemos como desplazamiento máximo en X-X es 8.6451 y en Y-Y es 3.4193. En nuestra tesis comparamos los dos tipos de losas por lo cual nuestra más favorable es la losa con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno. La diferencia de dichos desplazamientos sería porque el edificio evaluado por Colonia fue de 4 pisos lo cual en nuestra tesis evaluamos un edificio de 8 pisos.

COSIGNA, A y GOMEZ, R (2017), en su tesis *“Análisis comparativo del costo estructural de un edificio empleando losas aligeradas con poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla”* llegó a obtener como resultados que, en el modelamiento tradicional obtuvo como máxima distorsión en X-X 0.0016 y en Y-Y 0.0053 comparándolo así mismo con el análisis en el modelamiento de poliestireno expandido obtuvo como máxima distorsión en X-X 0.0015 y en Y-Y 0.00049. En nuestra tesis tenemos como resultado de distorsión máxima en el análisis de la losa tradicional en X-X 0.007478 y en Y-Y 0.004782 y en el análisis de la losa con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno obtuvimos en X-X 0.006975 y en Y-Y 0.004478. Al comparar los resultados verificamos que solo los autores usaron la distorsión de la losa tradicional más no en las losas aligeradas con poliestireno, por lo cual no pueden ser comparados.

### **Fuerzas en los Elementos Estructurales:**

LEON, M Y GUTIERREZ, S (2018), en su tesis *“Comparación estructural y económica de un edificio de 7 pisos ante cambio de la norma e.030 diseño sismo resistente”* llegaron a obtener como resultados, el momento flector en X-X en la viga principal fue de 21.23, y como fuerza cortante 14.14. En nuestra tesis tuvimos como resultado para el momento flector en la viga B3 para la losa tradicional en X-X 13.2825 y en Y-Y 2.6875, para nuestra losa con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno obtuvimos en X-X 10.2372 y en Y-Y 2.2751. Al realizar la discusión nos damos cuenta que las losas tradicionales tienen una variación del 37% en X-X y en Y-Y 81% siendo mucho mayor dicha tesis en comparación, aunque dicha edificación solo cuente con 7 pisos.

LEON, M Y GUTIERREZ, S (2018), en su tesis “*Comparación estructural y económica de un edificio de 7 pisos ante cambio de la norma e.030 diseño sismo resistente*” llegaron a obtener como resultados, la fuerza cortante de la placa más influyente en X-X 6.57 y en Y-Y 19.5; en el caso de nuestra placa P3 en X-X nos sale 108.2261 y en Y-Y nos sale 17.5636 en el caso de la losa tradicional. Nos damos cuenta que la fuerza cortante tiene una variación del 93% en X-X y en Y-Y 10% siendo mayor nuestra tesis con la diferencia de un piso.

#### **Peso Estructural:**

CASTAÑEDA, Carlos (2017), en su tesis titulada “*Uso de viguetas pretensadas para el incremento de la productividad en la obra Escuela PNP-Puente Piedra-Lima-2017*” obtuvo los siguientes resultados, que el peso estructural tiene una variación del 14% en comparación de la losa tradicional y la propuesta que sería con las viguetas pretensadas, al ser comparado con nuestra tesis vemos una variación del 10% entre la losa tradicional y la losa con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno. Ver tabla 46.

#### **Cortante Basal:**

COSIGNA, A y GOMEZ, R (2017), en su tesis “*Análisis comparativo del costo estructural de un edificio empleando losas aligeradas con poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla*” nos dicen que la cortante se reduce un 7.5 % al utilizar losas aligeradas con poliestireno expandido. Lo cual comprobamos que al usar las viguetas prefabricadas y bovedillas de polietireno contamos con una reducción en la cortante basal de 7% En el eje X-X.

**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES**

Se determinó que el desplazamiento estructural en X-X es menor por un 9% en la losa propuesta según la tabla 20, de igual manera en la dirección Y-Y con 16% según la tabla 21. Se determinó que al reducir los desplazamientos en la losa propuesta obtenemos una reducción en la cortante basal.

Se determinó que al evaluar las losas aligeradas con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno obtenemos una distorsión según la norma E.030 igual a 0.007 tanto para X-X e Y-Y, teniendo como distorsión máxima para X-X es 0.006975 y en Y-Y es 0.004478 según la figura 19; al evaluar el modelamiento tradicional encontramos que nuestro desplazamiento es mayor que lo permitido según la Norma E.030 en el eje X-X siendo la máxima distorsión 0.007478 y en el eje Y-Y 0.004668, según la figura 20.

Se determinó que en relación de las fuerzas estructurales se reduce la cortante basal, empezamos por las columnas en la fuerza Axial en el eje X-X lo cual nos dio como resultado una variación entre la losa aligerada convencional y la losa de viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno del 8% según tabla 27 y en Y-Y 14% como se muestra en la tabla 30. Lo mismo para las placas en el eje X-X es 3% según la tabla 28 y en eje Y-Y es 18% ver tabla 331. La fuerza cortante para las placas en X-X 10% ver tabla 39 y en Y-Y 13% ver tabla 42. Momento flector para la placa en X-X es 12% ver tabla 34 y en Y-Y es 15% ver tabla 36. La fuerza cortante para vigas en X-X es 15% ver tabla 40 y en Y-Y es 10% ver tabla 43. Momento flector en la viga en X-X es 23 % ver tabla 33 y en Y-Y es 15% ver tabla 37. Siendo menor en todos los casos el modelamiento de la losa aligerada con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno.

Finalmente se puede concluir que al comparar los dos modelamientos entre la losa aligerada convencional y la losa aligerada con viguetas prefabricadas y bovedillas de polietireno tenemos una reducción del peso de 1281.388 al 1159.0449 lo cual sería un 10% lo cual podemos decir que al reducir el peso estructural reduciremos la cortante basal. Ver tabla 46. Lo cual comprobamos que al usar las viguetas prefabricadas y bovedillas de polietireno contamos con una reducción de la cortante basal de 7% en el eje X-X ver tabla 51 y en el eje Y-Y un 10% ver tabla 52.

**CAPÍTULO VI**  
**RECOMENDACIONES**

Se recomienda emplear la losa aligerada con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno ya que este sistema tiene capacidad de reducir los desplazamientos, así mismo se debe analizar la estructura para las edificaciones como ya se demostró que el sistema de losas aligeradas con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno según la Norma E.030.

Se recomienda emplear el sistema de viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno ya que la fuerza en los elementos estructurales es disminuida en la dirección X-X e Y-Y, en lo cual contaremos también con una reducción de la cortante basal. Según se analizó en el programa ETABS.

Se recomienda usar las losas con viguetas prefabricadas con bovedillas de poliestireno ya que reduce la cortante basal considerablemente en comparación con la losa tradicional.

Por último Se recomienda usar la losa aligerada con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno ya que reduce considerablemente el peso propio de la estructura, lo cual también nos ayuda a reducir la cortante basal de acuerdo con todo lo hallado anteriormente. Se debe tener en cuenta los parámetros sismo resistentes especificados en la Norma E030. Para realizar un adecuado modela miento en el programa estructural ETABS. Ver anexo 04

## REFERENCIAS

ALVARADO ABAD, Juan. Estudio de los coeficientes de reducción de respuesta estructural “R” de la norma ecuatoriana de la construcción. 2015. Para obtener el título profesional de ingeniero civil

Applied Technology Council, ATC 40 - Seismic evaluation and retrofit of concrete building, California, 1996.

Arias, Fidas (2006). El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica. (5°. ed.) Caracas - Venezuela: Episteme.

BARBAT, Alex. Vulnerabilidad Sísmica. 1° Ed, 1994.  
ISBN: 848992516

CABALLERO ROMERO, Alejandro. Metodología integral innovadora para planes y tesis. 2014. México

CANO CISNEROS, David. Comparación del diseño sismoresistente empleando losas aligeradas convencionales versus VIGACERO, AA.HH Cruz de Motupe, San Juan de Lurigancho, 2018. Para obtener el título profesional de ingeniero civil

CASTILLO ARAVENA, María. Viguetas prefabricadas pretensadas.2004 Manual de diseño, proceso constructivo y de detalles.

CASAS AGUILAR. La verdad sobre Unicel en la construcción. Septiembre 2016.

CASTAÑEDA BRICEÑO, Carlos. Uso de viguetas pretensadas para el incremento de la productividad en la obra Escuela PNP-Puente Piedra-Lima-2017. Para obtener el título profesional de ingeniero civil

COSIGNA, Anthony y GOMEZ, Rodolfo. Análisis comparativo del costo estructural de un edificio empleando losas aligeradas con poliestireno expandido versus ladrillo de

arcilla. 2018. Para obtener el título profesional de ingeniero civil.

COFRE ALVARADO, Alex. Bovedillas de EPS (poliestireno expandido): una alternativa para la construcción de losas prefabricadas. 2003 Para obtener el título profesional de ingeniero civil

COLONIA VITORIO, Luis. Análisis por desempeño sísmico de un edificio comercial de la ciudad de Carhuaz, Ancash, 2017. Para obtener el título profesional de ingeniero civil.

COMPUTER AND STRUCTURES, INC. [En línea]. España, 2017 [fecha de consulta: 12 de junio del 2019] Información General Software ETABS. Disponible en: <http://www.csiespana.com/software/5/etabs>

CONCREMAX. [En línea]. Lima, 2015 [fecha de consulta: 12 de junio del 2019] Información de Viguetas Pretensadas. Disponible en: <http://www.concremax.com.pe/categoria/techomax-losas-aligeradas-pretensadas>

INSTITUTO DE LA CONSTRUCCION Y GERENCIA. 2009. Norma Técnica de Edificación E060, Concreto Armado.

LEON, Maycol y GUTIERREZ, Sergio 2018. Comparación estructural y económica de edificio de 7 pisos ante cambio de la norma E.030 diseño sismorresistente. Para obtener el título profesional de ingeniero civil.

MACIAS OLIVO, Juan. Análisis comparativo de costo y de tiempo de construcción de una losa tradicional vs losa alivianada de poliestireno de una vivienda. 2016. Para obtener el título profesional de ingeniero civil

PUCUHUAYLA CARLOS, Oscar. Evaluación De Vulnerabilidad Sísmica De La Institución Educativa Santa Rosa N°5092, Utilizando El Etabs En El Aa.Hh. Bocanegra - Callao 2018. Para obtener el título profesional de ingeniero civil

Rojas, Víctor Miguel Niño. 2011. Metodología de la investigación diseño y ejecución. Colombia: Ediciones de la U, 2011. ISBN. 978-958-8675-94-7

SAAVEDRA, Carlos [En línea]. Lima, 2001 [fecha de consulta: 12 de junio del 2019] verificación de la Cortante Basal. Disponible en:  
<https://saavedraonline.wordpress.com/2016/10/29/verificacion-del-cortante-basal-segun-covenin-1756-2001/>

Sanabria B. y Monroy, E. Quantitative differences among in situ and prefabricated construction systems for mezzanine floor slabs as a decision-making support. julio.2018

SAMPIERI, (2015), Metodología de la investigación, ISBN: 978-607-15-0291-9

SENCICO. 20016. Norma Técnica de Edificación E0.30, Diseño Sismorresistente. Reglamento Nacional de Construcciones.

SENCICO. 20016. Norma Técnica de Edificación E0.20, Cargas. Reglamento Nacional de Construcciones.

SENCICO. 20016. Norma Técnica de Edificación E0.50, Suelos y Cimentaciones. Reglamento Nacional de Construcciones.

Valderrama, S. (2013). Pasos para Elaborar Proyectos de Investigación Científica Cuantitativa, cualitativa y Mixta. 5.ª reimpresión. Lima: San Marcos.

ZAVALETA EUSTAQUIO, Erwin. Comparación del comportamiento estructural y económico de losas aligeradas compuestas por ladrillos de arcilla y bloques de poliestireno Trujillo, 2018. Universidad Privada de Trujillo. Para obtener el título profesional de ingeniero civil.

## **ANEXOS**

**ANEXO 01: Matriz de Consistencia**

**ANEXO 02: Variable Independiente: Losas Aligeradas**

**ANEXO 03: Variable Dependiente: Reducción de la Cortante Basal**

**ANEXO 04: Parámetros Sismoresistentes Según Norma E0.30**

**ANEXO 05 – ANEXO 08: Tabla de Evaluación de Expertos**

**ANEXO 09: Fuerzas De Cortantes Basales Escalados – Eje XX – Losa Aligerada Tradicional**

**ANEXO 10: Fuerzas De Cortantes Basales Escalados – Eje YY – Losa Aligerada Tradicional**

**ANEXO 11: Fuerzas De Cortantes Basales Escalados – Eje XX – Losa Aligerada con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno**

**ANEXO 12: Fuerzas De Cortantes Basales Escalados – Eje YY – Losa Aligerada con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno**

## ANEXO 01: Matriz de Consistencia

Reducción de la cortante basal cuando se aplican losas con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno, Lima 2019					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>General</b>	<b>General</b>	<b>General</b>	<b>Independiente</b>		
¿La aplicación de viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno en losas aligeradas reduce la cortante basal?	Evaluar como la aplicación de viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno en losas aligeradas reduce la cortante basal	La aplicación de viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno en losas aligeradas reducirá la cortante basal	<b>Losas Aligeradas</b>	Losas aligeradas convencionales	Espesor de losa
					Tipo de Concreto
				Losas aligeradas con bovedillas de poliestireno	Espesor de losa
					Tipo de Concreto
<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLE</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>
<b>Específicos</b>	<b>Específicos</b>	<b>Específicos</b>	<b>Dependiente</b>		
¿La aplicación de viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno en losas aligeradas reduce la cortante basal en relación al desplazamiento estructural?	Determinar como la aplicación de viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno en losas aligeradas reduce la cortante basal en relación al desplazamiento estructural	La aplicación de viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno en losas aligeradas reducirá la cortante basal en relación al desplazamiento estructural	<b>Reducción de la cortante basal</b>	Desplazamiento estructural	Desplazamiento Lateral Maximo
					Distorsión
¿La aplicación de viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno en losas aligeradas reduce la cortante basal en relación a la fuerza de los elementos estructurales?	Determinar como la aplicación de viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno en losas aligeradas reduce la cortante basal en relación a la fuerza de los elementos estructurales	La aplicación de viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno en losas aligeradas reducirá la cortante basal en relación a la fuerza de los elementos estructurales	<b>Reducción de la cortante basal</b>	Fuerzas en los elementos estructurales	Columnas (fuerza axial)
					Vigas (momento flector y fuerza cortante)
					Placas (momento flector, fuerza axial y fuerza cortante)
¿La aplicación de viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno en losas aligeradas reduce la cortante basal en relación al peso estructural?	Determinar como la aplicación de viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno en losas aligeradas reduce la cortante basal en relación al peso estructural	La aplicación de viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno en losas aligeradas reducirá la cortante basal en relación al peso estructural	<b>Reducción de la cortante basal</b>	Peso estructural	Carga de gravedad
				Cortante Basal	Cortante Basal Estático
					Cortante Basal Dinámico

**ANEXO 02: Variable Independiente: Losas Aligeradas**

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	instrumento de medición
LOSAS ALIEGRADAS	Es el sistema de losa aligerada que consta de 2 elementos prefabricados. Las viguetas prefabricadas que pueden ser: la semi-vigüeta de alma abierta llamadas viguetas fert, vigüeta pretensada o viga metálica llamada Viga T y las bovedillas de poliestireno.	Se usaran las viguetas pretensadas y bovedillas de poliestireno para corroborar que el peso de la losa se reduce, lo cual ayuda a la reducción de la cortante basal.	Losa aligerada Convencional	Espesor de losa	Fichas de Observación  Fichas Técnicas
				Tipo de concreto	
			Losa aligerada con bovedillas de poliestireno	Espesor de losa	
				Tipo de concreto	

### ANEXO 03: Variable Dependiente: Reducción de la Cortante Basal

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento de medición
Reducción de la Cortante Basal	<p>Saavedra nos dice que es la acumulación progresiva de las fuerzas cortantes de cada piso, el cual se refleja en la base de la edificación. Dichos cortantes se refieren a la aplicación de la fuerza sísmica en un nivel determinado los cuales se acumulan a medida que se acercan a la base.</p>	Se usara el programa ETABS V.17 para realizar el modelado de diseño.	DESPLAZAMIENTO ESTRUCTURAL	DESPLAZAMIENTO MÁXIMO	Programa Estructural ETABS V.17
				DISTORCION	
			FUERZAS EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES	COLUMNAS(FUERZA AXIAL)	
				VIGAS(MOMENTO FLECTOR Y FUERZA CORTANTE)	
				PLACAS ( MOMENTO FLECTOR, FUERZA AXIAL Y FUERZA CORTANTE)	
			PESO ESTRUCTURAL	CARGA POR GRAVEDAD	
CORTANTE BASAL	CORTANTE BASAL ESTATICO				
	CORTANTE BASAL DINAMICO				

## ANEXO 04: Parámetros Sismoresistentes Según Norma E0.30

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		
FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS		
TÍTULO	"REDUCCION DE LA CORTANTE BASAL CUANDO SE APLICA EN LOSAS CON VIGUETAS PREFABRICADAS Y BOVEDILLAS DE PLIESTIRENO, LIMA 2019"	
AUTOR	RUIZ HURTADO KATHERINNE LUCIANA	
FECHA		
Ficha de Recoleccion de datos : Parametros Sismoresistentes según Norma Tecnica E0.30		
Factor	Descripcion	Valor
Factor de zona, Z	Zona Sismica 4	0.45
Factor de suelo, S	Perfil Tipo S1	1
Periodo Tp	Parametros de sitio	0.4
Periodo TI	Parametros de sitio	2.5
Factor de uso, U	Edificaciones Comunes	1
Factor de amplificacion sismica, C	Formula	2.5
Factor de reduccion de fuerzas, R	Portios	8

## **ANEXO 05: Tabla de Evaluación de Expertos**

## **ANEXO 06: Tabla de Evaluación de Expertos**

## **ANEXO 07: ANEXO 07: Tabla de Evaluación de Expertos**

## **ANEXO 08: Tabla de Evaluación de Expertos**

## ANEXO 09: Fuerzas De Cortantes Basales Escalados – Eje XX – Losa Aligerada Tradicional

Load Case Data

**General**

Load Case Name: SD. X-X [Design...]

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

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Previous (Peso simico)

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	E.030 X-X	27.0665

[Add] [Delete] [Advanced]

**Other Parameters**

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: CQC

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1: [ ]

Rigid Frequency, f2: [ ]

Periodic + Rigid Type: [ ]

Earthquake Duration, td: [ ]

Directional Combination Type: SRSS

Absolute Directional Combination Scale Factor: [ ]

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

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

[OK] [Cancel]

## ANEXO 10: Fuerzas De Cortantes Basales Escalados – Eje YY – Losa Aligerada Tradicional

**Load Case Data**

**General**

Load Case Name: SD.Y-Y

Load Case Type: Response Spectrum

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Previous (Peso simico)

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	E.030 Y-Y	24.3206

**Other Parameters**

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: CQC

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1: [ ]

Rigid Frequency, f2: [ ]

Periodic + Rigid Type: [ ]

Earthquake Duration, td: [ ]

Directional Combination Type: SRSS

Absolute Directional Combination Scale Factor: [ ]

Modal Damping: Constant at 0.05

Diaphragm Eccentricity: 0.05 for All Diaphragms

OK Cancel

**ANEXO 11: Fuerzas De Cortantes Basales Escalados – Eje XX – Losa Aligerada con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno**

Load Case Data

---

**General**

Load Case Name:  Design...

Load Case Type:  Notes...

Exclude Objects in this Group:

Mass Source:

---

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	E.030 X-X	27.1548

Info  
Add  
Delete  
 Advanced

---

**Other Parameters**

Modal Load Case:

Modal Combination Method:

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1:

Rigid Frequency, f2:

Periodic + Rigid Type:

Earthquake Duration, td:

Directional Combination Type:

Absolute Directional Combination Scale Factor:

Modal Damping:  Modify/Show...

Diaphragm Eccentricity:  Modify/Show...

OK Cancel

**ANEXO 12: Fuerzas De Cortantes Basales Escalados – Eje YY – Losa Aligerada con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno**

**Load Case Data**

---

**General**

Load Case Name:  Design...

Load Case Type:  Notes...

Exclude Objects in this Group:

Mass Source:

---

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	E.030 Y-Y	23.033

Add  
Delete  
 Advanced

---

**Other Parameters**

Modal Load Case:

Modal Combination Method:

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1:   
 Rigid Frequency, f2:   
 Periodic + Rigid Type:

Earthquake Duration, td:

Directional Combination Type:

Absolute Directional Combination Scale Factor:

Modal Damping:  Modify/Show...

Diaphragm Eccentricity:  Modify/Show...

OK
Cancel