



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Diseño de Losa Maciza con Sistema Postensado Adherido para
el Hotel Ibis Budget, Miraflores-2019”**

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

AUTOR:

Luyo Aguilar, Carlos Antonio (ORCID: 0000-0003-2745-7644)

ASESOR:

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo (ORCID: 0000-0002-0655-523X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

Esta tesis va dedicada a mi madre, padre, esposa y sobre todo a mi hijo por haberme apoyado mucho en estos años para lograr ser un profesional de éxito y así me tengan de ejemplo que con esfuerzo, dedicación y voluntad todo se puede lograr.

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a dios y a mis padres por el apoyo incondicional en todo momento.

A mi familia por darme la fuerza y no dejarme vencer a pesar de los obstáculos para cumplir con una de mis metas.

Agradezco a la universidad por la oportunidad que me dio de tener un futuro y al Mg. Ing. Carlos Minaya por su apoyo durante el desarrollo de esta investigación.

Índice de contenidos

| | |
|---|-----------|
| Carátula | i |
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimientos..... | iii |
| Índice de contenidos..... | iv |
| Índice de tablas | v |
| Índice de gráficos y figuras..... | vi |
| Resumen | viii |
| Abstract | ix |
| I.INTRODUCCIÓN | 1 |
| II.MARCO TEÓRICO | 5 |
| III.METODOLOGÍA | 14 |
| 3.1 <i>Tipo y Diseño de investigación - básica o aplicada (CONCYTEC 2018)...</i> | 14 |
| 3.2. <i>Variable y Operacionalización.</i> | 15 |
| 3.3. <i>Población, Muestra y muestreo</i> | 16 |
| 3.4. <i>Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad ..</i> | 17 |
| 3.5. <i>Procedimientos.....</i> | 17 |
| 3.6. <i>Método de Análisis de datos</i> | 18 |
| 3.7. <i>Aspectos éticos</i> | 18 |
| IV.RESULTADOS | 19 |
| V.DISCUSIONES | 48 |
| VI.CONCLUSIONES | 51 |
| VII.RECOMENDACIONES | 53 |
| REFERENCIAS..... | 55 |
| ANEXOS | 61 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1: <i>Tabla pesos de la Edificación-Comparativo</i> | 30 |
| Tabla 2: <i>Tabla de Cortante Basal - Comparativo</i> | 32 |
| Tabla 3: <i>Tabla de Cortante Basal Y - Comparativo</i> | 33 |
| Tabla 4: <i>Tabla de comparativo Deflexión Maciza - Postensado</i> | 37 |
| Tabla 5: <i>Tabla de comparativo Flexión Maciza - Postensado</i> | 38 |
| Tabla 6: <i>tabla de comparativo cortante maciza - postensado</i> | 39 |
| Tabla 7: <i>Tabla de comparativa deflexión 2 Maciza - Postensado</i> | 42 |
| Tabla 8: <i>Tabla de Comparativo Momentos 2 Maciza - Postensado</i> | 43 |
| Tabla 9: <i>Tabla de Comparativo Cortante 2 Maciza - Postensado</i> | 46 |

Índice de gráficos y figuras

| | |
|---|----|
| <i>Figura 1: Vista frontal de la edificación</i> | 19 |
| <i>Figura 2: Vista en Planta</i> | 20 |
| <i>Figura 3: Modelado del Proyecto en Etabs</i> | 22 |
| <i>Figura 4: Espectro de Diseño</i> | 23 |
| <i>Figura 5: Requisitos de resistencia E.030</i> | 24 |
| <i>Figura 6: Modelado de tendones</i> | 24 |
| <i>Figura 7: Envolvente de flexión en Y</i> | 25 |
| <i>Figura 8: Envolvente de flexión en X</i> | 25 |
| <i>Figura 9: Deformada(deflexión)</i> | 26 |
| <i>Figura 10: Momentos en Y</i> | 26 |
| <i>Figura 11: Momentos en X</i> | 27 |
| <i>Figura 12: Cortante en X</i> | 27 |
| <i>Figura 13: Cortante en Y</i> | 27 |
| <i>Figura 14: Verificación de Peralte X</i> | 28 |
| <i>Figura 15: Verificación de Peralte Y</i> | 28 |
| <i>Figura 16: Peso de la Estructura con Losas Macizas</i> | 29 |
| <i>Figura 17: Peso de la Estructura con Losas Postensado</i> | 29 |
| <i>Figura 18: Peso de la Edificación</i> | 30 |
| <i>Figura 19: Cortante Basal X - Maciza</i> | 30 |
| <i>Figura 20: Diagrama Cortante Basal X - Maciza</i> | 31 |
| <i>Figura 21: Diagrama Cortante Basal X - Postensado</i> | 31 |
| <i>Figura 22: Diagrama Cortante Basal X - Postensado</i> | 31 |
| <i>Figura 23: Diagrama Cortante Basal Y - Maciza</i> | 32 |
| <i>Figura 24: Diagrama Cortante Basal X - Maciza</i> | 32 |
| <i>Figura 25: Diagrama Cortante Basal X - Postensado</i> | 33 |
| <i>Figura 26: Diagrama Cortante Basal X - Postensado</i> | 33 |
| <i>Figura 27: Diagrama Cortante Basal X - Postensado</i> | 34 |
| <i>Figura 28: Punto Crítico de Evaluación</i> | 34 |
| <i>Figura 29: Punto Crítico deformada Maciza</i> | 35 |
| <i>Figura 30: Valor de Deformación(deflexión) Maciza</i> | 35 |
| <i>Figura 31: Punto Crítico deformada Postensado</i> | 36 |
| <i>Figura 32: Punto Crítico deformada(deflexión) Postensado</i> | 36 |
| <i>Figura 33: Comparativo Deflexión Macizo-Postensado</i> | 37 |
| <i>Figura 34: Diagrama de Momentos Macizo</i> | 37 |
| <i>Figura 35: Diagrama de Momentos Postensado</i> | 38 |
| <i>Figura 36: Comparativo Flexión Macizo-Postensado</i> | 38 |

| | |
|---|----|
| <i>Figura 37:</i> Diagrama de Cortantes Maciza | 39 |
| <i>Figura 38:</i> Diagrama de Cortantes Postensado..... | 39 |
| <i>Figura 39:</i> Comparativo Cortante Macizo-Postensado | 40 |
| <i>Figura 40:</i> Adicion de Cable..... | 40 |
| <i>Figura 41:</i> Punto Crítico deformada 2 Maciza..... | 41 |
| <i>Figura 42:</i> Valor de Deformación(deflexión) 2 Maciza | 41 |
| <i>Figura 43:</i> Punto Crítico deformada 2 Postensado | 41 |
| <i>Figura 44:</i> Valor de Deformación(deflexión) 2 Maciza | 42 |
| <i>Figura 45:</i> Comparativo Deflexión 2 Macizo-Postensado | 42 |
| <i>Figura 46:</i> Diagrama de Momentos 2 Macizo | 43 |
| <i>Figura 47:</i> Diagrama de Momentos 2 Postensado | 43 |
| <i>Figura 48:</i> Momento Máximo (punto crítico) | 44 |
| <i>Figura 49:</i> Acero de Refuerzo para Postensado..... | 44 |
| <i>Figura 50:</i> Acero de Refuerzo para Maciza | 45 |
| <i>Figura 51:</i> Comparativo Flexión Macizo 2 Postensado | 45 |
| <i>Figura 52:</i> Diagrama de Cortantes 2 Macizo..... | 46 |
| <i>FIGURA 53:</i> Diagrama de Cortantes 2 Postensado | 46 |
| <i>Figura 54:</i> Comparativo Cortante Macizo 2 Postensado | 47 |

Resumen

El presente Informe de Investigación Tuvo como principal objetivo determinar y comparar tanto la composición como el comportamiento estructural de losas macizas tradicional con el sistema postensado adherido, sabiendo que aun a pesar que es un sistema ya utilizado aún sigue siendo resistido por el desconocimiento en su cálculo y aplicación, pero su uso llevaría muchos beneficios estructurales en las construcciones.

Esta Investigación se desarrolló con el único fin de demostrar los beneficios estructurales que tienes la losa postensada en comparación con el de losas macizas tradicional además este análisis permitió estudiar a las losas, dentro del capítulo de concreto Postensado, aplicando las normas del ACI 318-08 (American Concrete Institute), para hormigón Armado y las Normas Técnica Peruana (E-060).

Esta investigación utilizo una metodología experimental donde Se realizó un comparativo, por medio del modelamiento del edificio Hotel Ibis de Siete pisos, con la utilización de un programa especializado de estructuras, cumpliendo con la filosofía de una estructura sismo-resistente posteriormente verificado.

Finalmente dio como resultado los parámetros estructurales y se pudo concluir que el postensado son estructuras de un bajo peralte, altamente resistentes, con una metodología de diseño y construcción diferente al de una losa tradicional de hormigón armado.

Palabras Clave: Losa Maciza, Postensado, Cortante, Flexión, Deflexión.

Abstract

The main objective of this Research Report was to determine and compare both the composition and the structural behavior of traditional solid slabs with the bonded post-tensioned system, knowing that even though it is a system already used, it is still resisted due to the lack of knowledge in its calculation. and application, but its use would bring many structural benefits in constructions.

This Investigation was developed with the sole purpose of demonstrating the structural benefits that the post-tensioned slab has in comparison with that of traditional solid slabs, in addition this analysis allowed to study the slabs, within the Post-tensioned concrete chapter, applying the standards of ACI 318-08 (American Concrete Institute), for Reinforced concrete and the Peruvian Technical Standards (E-060).

This research used an experimental methodology where a comparison was made, through the modeling of the Seven-story Hotel Ibis building, with the use of a specialized program of structures, complying with the philosophy of a later verified earthquake-resistant structure.

Finally, it resulted in the structural parameters and it was possible to conclude that the post-tensioning is low superelevation structures, highly resistant, with a design and construction methodology different from that of a traditional reinforced concrete slab.

Keywords: Solid slab, Post-tensioned, Shear, Bending, Deflection.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el Perú y la ciudad de Lima, el sector construcción a pesar de la crisis política sigue en crecimiento, las empresas constructoras buscan nuevas tecnologías que puedan optimizar procesos constructivos, reducir costos en cuanto a cantidad de materiales, pero sobre todo reducir el tiempo de ejecución de una obra con el mismo o mejor comportamiento estructural. Las construcciones y las estructuras son cada vez más complejas debido a la gran competencia de tener el mejor diseño y el mejor comportamiento estructural. En el presente proyecto de investigación se pretendió determinar el diseño óptimo para losas macizas con sistema postensado adherido para el hotel Ibis Budget, Miraflores-2019 según lo establecido en el R.N.E. y códigos internacionales como el ACI 318S-05 para mejorar los esfuerzos de corte, Flexión y compresión, así también las deflexiones que están vinculados directamente a la resistencia del concreto, producidos en este sistema estructural, cuando las luces son considerables y soportan grandes cargas.

A nivel nacional se han hecho investigaciones comparando el análisis y diseño de losas macizas con el sistema tradicional de concreto reforzado y con concreto prefabricado postensado concluyendo que el sistema de postensado en losas macizas genera un ahorro económico significativo además de que el comportamiento estructural es mucho mejor que las losas de concreto reforzado.

A nivel internacional se han realizado mayor cantidad de investigaciones con el sistema de losas macizas postensadas como en el caso de la Escuela de Ingeniería de Antioquia Ingeniería Civil Envigado donde se ha concluido que la barrera más crítica que impide el uso masivo de losas postensadas en Colombia es el desconocimiento, ignorando importantes beneficios económicos y en tiempos de este sistema de losas postensadas en el ámbito económico y estructural, ya que su comportamiento sísmico es mucho mejor y también su resistencia ante cargas de gravedad.

En los artículos científicos, la investigación fue aún mayor, y se conoció mucho más del sistema de postensado en losas macizas, esto debido a que están muy familiarizados con las normas internacionales que rigen los diseños para este tipo de elementos estructurales, como son los requisitos del ACI 318S-05, pero se observó que en casi todas las edificaciones en la que se usó el postensado son

construcciones de losas de grandes luces, además estas construcciones son de gran área construida.

Además, la mayoría de distritos y Miraflores el reto de la construcción siempre está en el Tiempo de ejecución, estas deben ser en el mejor tiempo posible, es por tal motivo que los nuevos ingenieros deben tener como objetivo poder aplicar las nuevas tecnologías y hacerlas de ser posible su uso masivo, talvez no es su totalidad, sino que dependerá de la evaluación previa que al final también podría determinar el uso de nuevos sistemas. Es por eso que se necesitan construcción con un comportamiento estructural eficiente con menos peso pero que puedan ser construidas en el menos tiempo posible aplicando metodologías modernas y prácticas en la construcción de edificaciones que cuenten con losas macizas con sistema postensado adherido.

Por lo que a pesar de que el sistema de losas postensadas ya ha sido usado en el Perú, aún es un sistema nuevo para los ingenieros, prueba de ello es que aun la normativa relacionada al diseño de estructuras postensadas no puede ser encontrada en la norma E060, la cual norma reglamenta las condiciones mínimas para el diseño de elementos de concreto armado y le dedica solo un capitulo al diseño de estructuras postensadas, es por tal motivo que la información contenida ahí es aún insuficiente. Es la razón por lo que diseño de estructuras postensadas debe ser complementada con normativa externa. Además, por lo comentado se puede deducir que el comportamiento estructural del sistema postensado es desconocido aun por la mayoría de ingenieros estructurales.

La presente investigación ayudo mediante comparativos estructurales de losas macizas con el sistema postensado adherido, demostrar las mejoras estructurales que proporcione el postensado adherido en comparación de la losa macizas tradicional en una construcción con poca área construida y no es de grandes luces, para esto se usó herramientas computacionales y modelos matemáticos que representen una estructura real con este sistema con la aplicación de normativas nacionales contenidas en el RNE y el ACI318-05. Con esta investigación se podrá otorgar la oportunidad de poder mostrar las características estructurales que se optimizaron usando postensado adherido en el Distrito de Miraflores.

Problema General:

¿La losa maciza con sistema postensado adherido, mejora la composición y comportamiento estructural en comparación con el de la losa maciza tradicional en el Hotel Ibis Budget, Miraflores-2019?

Los problemas específicos son:

- ¿En cuánto se reduce el Esfuerzo Cortante en la losa maciza tradicional incluyendo en el diseño el sistema postensado adherido para el hotel Budget, Miraflores-2019?
- ¿En cuánto se reduce el Esfuerzo de Flexión en la losa maciza tradicional incluyendo en el diseño el sistema postensado adherido para el hotel Budget, Miraflores-2019?
- ¿En cuánto se reduce las deflexiones(deformaciones) en la losa maciza tradicional incluyendo en el diseño el sistema postensado adherido para el hotel Budget, Miraflores-2019?
- ¿En cuánto se reduce la cortante basal en la losa maciza tradicional incluyendo en el diseño el sistema postensado adherido para el hotel Budget, Miraflores-2019?

La investigación se argumentó en los aspectos, social, económico, metodológico, ambiental y teórico, porque busco dar a conocer las bondades del sistema estructural en cuanto al diseño y al beneficio económico para el propietario y toda la sociedad civil. El propósito fue que la edificación con losa maciza postensadas presenta un mejor comportamiento sísmico y un ahorro en cuanto a materiales y por último en lo ambiental, al reducir el peralte de losas, lo que lleva a menos concreto, también menos acero de refuerzo, que permiten el uso de menos materia prima que sirve para la elaboración de los materiales relacionados con el concreto y el acero es por esta razón que se benefició al medio ambiente.

Hipótesis General:

Incluir en el Diseño de la losa maciza el sistema postensado adherido, mejora la composición y el comportamiento estructural en comparación de la losa maciza tradicional en el Hotel Ibis Budget, Miraflores-2019.

Las hipótesis específicas de esta investigación son:

- Incluir en el Diseño de la losa maciza el sistema postensado adherido reduce el Esfuerzo Cortante en comparación de la losa maciza tradicional en el hotel Budget, Miraflores-2019.
- Incluir en el Diseño de la losa maciza el sistema postensado adherido reduce el Esfuerzo de Flexión en comparación de la losa maciza tradicional en el hotel Budget, Miraflores-2019.
- Incluir en el Diseño de la losa maciza el sistema postensado adherido reduce las deflexiones (deformaciones) en comparación de losas macizas tradicional en el hotel Budget, Miraflores-2019.
- Incluir en el Diseño de la losa maciza el sistema postensado adherido reduce la cortante Basal en comparación de la losa maciza tradicional en el hotel Budget, Miraflores-2019.

Objetivo General:

Determinar y comparar la composición, así como el comportamiento estructural de la losa maciza con sistema postensado adherido con la losa maciza tradicional en el Hotel Ibis Budget, Miraflores-2019.

Los objetivos específicos de esta investigación son:

- Determinar y comparar el Esfuerzo Cortante en el diseño de losa maciza con sistema postensado adherido con la losa maciza tradicional en el Hotel Ibis Budget, Miraflores-2019.
- Determinar y comparar el Esfuerzo de Flexión en el diseño de losa maciza con sistema postensado adherido con la losa maciza tradicional en el Hotel Ibis Budget, Miraflores-2019.
- Determinar y comparar la Deflexión (deformaciones) en el diseño de la losa maciza con sistema postensado adherido con la losa maciza tradicional en el hotel Ibis Budget, Miraflores-2019.
- Determinar y comparar la Cortante Basal en el diseño de la losa maciza con sistema postensado adherido con la losa maciza tradicional en el hotel Ibis Budget, Miraflores-2019.

II. MARCO TEÓRICO

Vargas A. y Jara J. (2015). En la tesis titulada “Análisis y diseño comparativo en la Aplicación de Concreto Reforzado y Concreto Presforzado–Postensado para la Construcción del Puente Quebrada Honda En el Distrito de Yarabamba-Arequipa”. De la Universidad Católica de Santa María, tuvo como como objetivo de investigación: Realizar un análisis comparativo estructural y económico el cual determine poder elegir el óptimo para el diseño del puente. Fue un estudio de tipo experimental donde se compararon los resultados de diseño de los dos modelos para finalmente elegir al más óptimo. La población en estudio fueron los pobladores del distrito de YARABAMBA en AREQUIPA, la muestra a investigar fue un tramo de la carretera AREQUIPA-CHAPI exactamente desde el kilómetro 6+100 hasta el km 6+439.Obteniendo como resultados, que el postensado hace que mejore las características mecánicas de resistencia del concreto armado de la los además que el sistema de postensado brinda importantes beneficios estructurales como eliminación de grietas y reducción de secciones que llevan a la disminución del peso total del Puente. Concluyendo que el sistema de postensado brinda mejores beneficios en comparación del concreto reforzado.¹

Barrientos J. (2018). En la tesis titulada “Mejoramiento en tiempo, costos y productividad para la Ejecución de una Edificación de oficinas usando losas postensadas frente a una losa tradicional”. De la Universidad Nacional Federico Villareal, tuvo como como objetivo de investigación: mejorar la productividad a la hora de ejecutar un proyecto utilizando losas postensadas con adherencia y así compararla frente a una losa tradicional - maciza. Fue una investigación no experimental de tal forma que se observan los fenómenos tal como se dan para después analizarlos y validar la hipótesis señalada. La población en estudio estará conformada por todos los edificios de oficinas construidos bajo este sistema de losa postensada ubicados en el distrito de Magdalena. La muestra de la investigación será el edificio de oficinas Bloom Tower ubicada en Javier Prado oeste 2501 en el distrito de Magdalena. Se concluyó que para la ejecución de la losa postensada con adherencia obtenemos una reducción del costo en 21% menos al compararla con la ejecución de una losa maciza- tradicional, además de ello se presenta una reducción del 31% en la partida de encofrado y desencofrado.²

Gonzales A. y Herbozo L. (2019). En la tesis titulada “ Propuesta de peralte de losas postensadas como parte del sistema lateral para Edificios Altos con núcleo ”, de la universidad católica del Peru. Tuvo como objetivo principal del proyecto es evaluar el comportamiento que presentan estas losas postensadas en edificios altos mayor de 25 niveles en el Perú, basándose en las Normas Técnicas Peruanas, El proyecto permite observar un análisis de los resultados experimentales de este sistema estructural en diferentes tipos de edificaciones de niveles altos, los resultados las losas postensadas servirán para poder corroborar que dichas losas no presenten ningún tipo de fallas, las cuales de acuerdo con las normas técnicas son por: flexión, cortante y punzonamiento. concluyendo Al realizar el método iterativo explicado en la presente investigación, el momento de inercia de las losas postensadas vario 100% a 5% considerando su nivel de fisuramiento y por ende participación en la rigidez lateral. Se encontró que la variación del $f'c$ de losa tiene mayor impacto a comparación de los elementos verticales para la estabilidad de la edificación, además que para edificaciones mayores a 25 niveles se recomienda un peralte de losa que varía entre 25 y 30cm, pero debido a la altura del edificio para evitar el punzonamiento se decidió que para los primeros pisos se colocara un espesor de losa de 35cm.³

Galarza J. y Juzman J. (2016). En la tesis titulada “Estudio de alternativas para el techado de un Edificio de oficinas”. De la Pontificia Universidad Católica del Perú, tuvo como como objetivo de investigación: evaluar económicamente los diferentes sistemas estructurales de techado tanto en concreto armado como en concreto postensado. Fue un estudio de tipo experimental donde se compararon los resultados de diseño de las diferentes alternativas para finalmente elegir al más óptimo económicamente. La población en estudio fueron las edificaciones que tengan alrededor de 10 pisos en el distrito de Miraflores en la región Lima, la muestra fue un edificio de diez pisos con un área total de 778 m² en el distrito de Miraflores. Obteniendo como resultados, que el sistema de losas aligeradas con vigas intermedias es el más viable económicamente y concluyendo que para este tipo de edificaciones no existe una diferencia económica remarcable entre los sistemas de concreto armado y concreto postensado. La utilización del sistema postensado en vigas eleva el costo ligeramente en un promedio de 3.5%.⁴

Laverde J. y Castrillón F. (2016). En la tesis titulada “Barreras constructivas para el uso intensivo de losas postensadas en Edificaciones en Colombia”. De la Escuela de Ingeniería de Antioquia-Colombia Ingeniería Civil Envigado, tuvo como como objetivo de investigación: Identificar las barreras constructivas y económicas que impiden el uso intensivo de losas postensadas en edificaciones en Colombia. Fue una investigación cualitativa debido a que la recolección de datos será una línea base de referencia sobre procesos constructivos en países que sean potencia en el tema de postensado. La población en estudio fueron las edificaciones con sistema postensado en sus losas en la ciudad de Antioquia, la muestra fue una edificación hipotética de seis pisos en la ciudad de Antioquia. Obteniendo como resultados, la disminución del volumen de concreto en un 13.28%, las cuantías de acero de refuerzo en un 61.66%, el tiempo para desencofrar y el peso de la edificación. Se concluyó que la barrera más crítica que impide el uso masivo de losas postensadas en Colombia es el desconocimiento, ignorando importantes beneficios económicos y en tiempos de este sistema de losas postensadas además menciona q la desventaja más significativa es la falta de mano de obra capacitada.⁵

Bravo J. (2013). En la tesis titulada “Diseño de losas postensadas en edificaciones, con aplicación al caso del edificio “Parque Tecnológico de la Universidad de Cuenca”, Tuvo como como objetivo de investigación: aplicar los fundamentos de cálculo de losas postensadas en edificaciones, utilizadas para salvar grandes luces y realizar una comparación de los resultados contra un sistema de losas alivianadas convencionales sin preesfuerzo. Fue un estudio de tipo experimental donde se compararon los resultados de diseño. La población en estudio fueron las edificaciones de la provincia de Azuzay en la ciudad del Cuenca, la muestra fue un terreno en el sector de Balzay junto al rio Tomebamba. Obteniendo como resultados, que las vigas de las losas postensadas trabajan mayormente a esfuerzos de compresión, esto genera una disminución en el número y tamaño de fisuras en el hormigón, lo cual garantiza una mayor durabilidad. Se concluyó que la aplicación de la técnica del postensado, y realizarlo genera numerosas ventajas obra sin aumentar significativamente (4.83%) el costo de la misma, por lo tanto, es recomendable la aplicación de esta técnica en el proyecto, además en este proyecto las deformaciones se reducen en un 50%.⁶

Vizueta A. Y Pabon C. (2019). En la tesis titulada “Estudio comparativo tecnico-economico entre dos modelos de edificios de diez pisos: sistema dual de estructura de hormigón armado con losa postensada sin adherencia y estructura de acero con losa compuesta tipo plataforma de acero”. De la Escuela Politécnica Nacional de Ecuador, tuvo como objetivo de investigación: establecer una solución eficiente al problema constructivo para edificios altos con los dos sistemas estructurales. Fue un estudio de tipo experimental donde se plantea estas dos alternativas estructurales que permitirán definir la estructura más adecuada según las necesidades y exigencias de la zona. La población en estudio fueron las edificaciones de diez pisos en la ciudad de Quito-Ecuador, la muestra fue una edificación de diez pisos en la ciudad de Quito. Obteniendo como resultados, que las propuestas estructurales planteadas son soluciones eficientes ante los retos arquitectónicos que presenta el edificio estudiado. Se concluyó que sistemas postensado y colaborante presentan buenas respuestas ante cargas dinámicas y estáticas, además concluyeron que el coeficiente de la cortante basal para el postensado es de 0.1078 y de la placa colaborante es de 0.0928.⁷

Quilumba M. (2015). En la tesis titulada “Análisis y diseño de losa de hormigón armado con elementos Postensados” de la universidad técnica de Ambato Ecuador, tuvo como objetivo Realizar el análisis y diseño de la losa de hormigón armado con elementos postensados, usando un programa especializado, que garantice el buen comportamiento estructural, Una modalidad experimental, porque con los estudios que se realizaron puedo plantear las posibles soluciones para controlar el problema y de ésta manera mejorar la situación teniendo como resultado El desempeño de la losa postensada es eficiente ante luces mayores de 7m, se demostró que su peralte es pequeño, a comparación de losas tradicionales de hormigón armado además. Concluyo Las herramientas computacionales son importantes en el campo profesional y formativo de la ingeniería, sin descuidar la actualización de conocimientos por parte del Ingeniero, al manipular dicho programa y mantener siempre criterios de ingeniería bajo las normas vigente, además también indico que la cortante basal debido al peso de la edificación se reduce obteniendo una cortante de 183.81 ton, para postensado y 293.56 ton para concreto reforzado tradicional, y también concluyeron que la deformación máxima es de 1.03/1.10cm .⁸

Viviescas A., Herrera L. y Arenas J. (2017), en su Investigación “Determination of resistant capacity of post-tensioned beam-slab concrete bridges using ambient vibration testing: A case study of El Ramo bridge”, de la Universidad Industrial de Santander, tuvo como objetivo de investigación: monitorear y evaluar la salud estructural de obras civiles en estado de operación para determinar la existencia de daño, fue un estudio de tipo experimental donde se captaron las respuestas dinámicas de la estructura bajo acciones naturales. La población en estudio fueron los puentes de concreto postensado en vía terciaria del departamento de Santander, la muestra fue el puente El Ramo; los instrumentos empleados fueron instrumentos de laboratorio especializados para realizar ensayos de tipo estático para identificar sus propiedades dinámicas. Los resultados de validación de modelos numéricos para determinar la salud estructural del puente El Ramo. Se concluyó que el puente El Ramo satisface los criterios de resistencia en términos de esfuerzos y deflexiones estipulados con un margen de 5% y 28%, como dato adicional la máxima deflexión que se obtuvo es de 0.00312m.⁹

Agreso A., Sarmiento S. y Viviescas A. (2016), en su Investigación “Evaluation of Bending Stiffness in Prestressed Concrete Beam and Slab Bridges Based on Load Testing. Case Study: La Parroquia Bridge, La Renta - San Vicente de Chucurí Road”, de la Universidad Industrial de Santander en Colombia, tuvo como objetivo de investigación: el estudio de la prueba de carga para puentes de hormigón Presforzado, tipología viga y losa de luz aproximada de 30 metros. La población en estudio fueron los puentes de concreto pres-forzado del departamento de Santander, la muestra fue el puente El puente La Parroquia; los instrumentos empleados fueron equipos para la prueba de carga en puentes y la observación analítica, los resultados en campo, que muestran la deflexión a la que se ve sometida la estructura después de atender a la solicitud estática de dos volquetas, se procede comparar los datos contra los del modelo numérico simulando las condiciones reales del mismo para realizar distintos análisis. Se concluyó que, en la calibración del modelo matemático, se logró obtener un resultado muy aproximado al obtenido en campo, además que las resistencias a flexión mejoraron en un 10.25% además obtuvieron una mejora en la resistencia del 20% según la simulación y las cargas aplicadas en la evaluación del Puente.¹⁰

Chung K., Park J., Kim Y. y Kim D. (2017) en su investigación "Application of Post-Tension Technology on Tall Buildings" de la Revista internacional de edificios de gran altura de Corea, tuvo como objetivo les gustaría explicar el diseño y la construcción de edificios altos en Corea utilizando tecnología de postensado La población en estudio son todos los edificio de gran altura en corea, la muestra es el Landmark 72 un edificio de 72 pisos altura de 350m, el instrumento de medición fue el Programa de diseño Adapt obtuvo como resultado el diseño estructural con sistema postensado del edificio de gran altura, Este documento tuvo como objetivo mostrar El hormigón pretensado se ha utilizado como alternativa al hormigón armado en todo el mundo , como conclusión que este a tecnología de postensado de Corea se ha desarrollado gradualmente reflejando las características del sitio de construcción coreano durante la última década y está ampliando su aplicación. En un futuro cercano, una tecnología de postensado será una de las soluciones más competitivas para ciertas circunstancias limitadas en Corea. Este documento podría promover el intercambio de ideas para el desarrollo sostenible de la tecnología de postensado en Corea.¹¹

Khattab S., Mohammed H. y Taha K. (2018), en su Investigación "Finite element modeling of bidirectional post-tensioned concrete slabs under bending load", de la Universidad Diyala en Iraq, tuvo como como objetivo de investigación: prevenir el agrietamiento y minimizar la flexión que resulta de las cargas. La población en estudio fueron las losas macizas en dos direcciones de hormigón postensado, la muestra fue una losa de hormigón postensado bidireccional bajo carga a flexión; los instrumentos empleados fueron el software ANSYS para el modelado de la losa bidireccional por el método de los elementos finitos, como objetivo tuvo análisis y demostrar que el método de elementos finitos para las diferentes formas de diseño para losas postensadas es la más segura y se recomienda su uso. los resultados obtenidos del análisis de elementos finitos mostro que la carga de falla en ambas direcciones aumento alrededor del 89% en comparación con la losa en una dirección además que el factor que afecto el comportamiento estructural es la disposición de los tendones. Se concluyó que para mejorar las cargas de figuración y disminuir la deflexión en las cargas de servicio, se utilizó el pretensado para el refuerzo de flexión de losas de hormigón armado.¹²

Definición de postensado

Para el Post-tensioning Institute, el postensado se indica como una técnica de precargar el concreto de tal manera que se reduzca las tensiones a tracción que incluyen las cargas vivas y muertas. En la construcción de edificios, el postensado permite tramos claros más largos, losas más delgadas, menos vigas y elementos más delgados. ¹³

Tipos de sistema de postensado.

“Los postensados se clasifican en adheridos y no adheridos, dependiendo de si los conductos del tendón están rellenos con una lechada de mortero después del tensado (adherido), o si los tendones están engrasados y envueltos en papel, engrasados y cubiertos de plástico o herméticos (no adherido)” [14]

Sistemas de postensado adherido.

Los sistemas de postensado adheridos consisten en tendones con múltiples hebras o barras. Los filamentos o barras se colocan en acero galvanizado corrugado, polietileno de alta densidad (HDPE) o conductos de polipropileno (PP). Los filamentos pueden instalarse antes de colocar el concreto o los conductos pueden instalarse sin los filamentos. ¹⁵

Diseño estructural

método de diseño

“El diseño de estructuras de concreto armado se utilizará el diseño por Resistencia. Deberá proporcionarse a todas las secciones de los elementos estructurales Resistencias de diseño (ϕR_n) adecuadas, de acuerdo con las disposiciones de esta Norma, utilizando los factores de carga (amplificación) y los factores de reducción de resistencia, ϕ ”. [16]

Cargas

“Las estructuras deberán diseñarse para resistir todas las cargas que actúen sobre ella en toda la etapa de vida útil”. [17]

Análisis y diseño de losa de concreto armado (postensado) - método de análisis el RNE, norma E.0.20, se menciona que todos los elementos estructurales deberán diseñarse para resistir los efectos máximos producidos por las cargas amplificadas,

determinados por medio del análisis estructural, suponiendo una respuesta lineal elástica de la estructura. ¹⁸

Normas a cumplir en el diseño

Para losas postensadas con cables no adherentes, una fuerza postensada promedio mínimo de 125 psi es requerido por ACI 318-05. ¹⁹

La tensión de tracción máxima permitida para losas de sistema pretensadas de dos direcciones de concreto es $6\sqrt{f'c}$ que se indica ACI 318-05. ²⁰

Pérdidas por fricción, la fuerza perdida en la superación de la fricción del conducto cuando se tensa el tendón. ²³

Pérdidas en el anclaje, debidas al arrastre de cuña de los dispositivos de anclaje.

Pérdidas a largo plazo, debido a la reducción de la tensión, la reducción de la tensión en el acero debido a la relajación bajo tensión. ²⁴

Efectos del pretensado en el estado límite último

Para los miembros pretensados con tendones no adheridos permanentemente, generalmente es necesario tener en cuenta la deformación de todo el miembro al calcular el aumento de la tensión en el acero pretensado. Si no se realiza un cálculo detallado, se puede suponer que el aumento de la tensión desde el pretensado efectivo hasta la tensión en el estado límite último es del 5%. ²⁵

Efectos del pretensado en el estado límite de servicio y el estado límite de fatiga.

Para los cálculos de capacidad de servicio, se deben tener en cuenta las posibles variaciones en el pretensado. ²⁶

Los análisis estructurales de un miembro de concreto postensado implican el diseño estructural del miembro implica comenzar con criterios arquitectónicos de geometría (vanos y profundidades permisibles) y ocupación (carga), y determinar, por iteración, las dimensiones finales, las propiedades del material y el refuerzo. ²⁷

Aunque todo el diseño estructural implica un proceso iterativo de simplemente adivinar un diseño inicial, un punto de partida, luego analizarlo, modificarlo en función de los resultados del análisis y realizar el análisis en el diseño modificado. Este ciclo continúa hasta que el diseñador esté satisfecho con el diseño final.

El número de iteraciones involucradas en el proceso de diseño es una función de cuán cerca se asemeja la "conjetura" inicial al diseño final. ²⁹

Programa de cálculo de estructuras postensadas

ETABS es un software computacional que realiza los diferentes análisis por el método de los elementos finitos, es un programa informático estándar de la industria de vanguardia para el análisis y diseño de vigas, columnas, muros, losas y sistemas de pisos postensados unidireccionales o bidireccionales. ³⁰

El cortante basal es la acumulación progresiva de las fuerzas cortantes de cada piso, el cual se refleja en la base del mismo. Estos cortantes en cada piso no son más que la aplicación de la fuerza sísmica en un nivel determinado. ³¹

Deflexiones: "Es la deformación que se presenta en un elemento al ser aplicada una fuerza sobre el mismo, siendo generada por una flexión interna o también puede decirse que es una respuesta estructural ante la aplicación de cargas" ³²

Losa maciza son estructuras horizontales que cumplen la función de superficie que soporta las actividades que sobre esta se realicen, además soportan su propio peso, acabados y cargas de diseño. ³³

Esfuerzo de corte, es la fuerza sobre un elemento estructural provocando que la estructura se parta en dos ³⁴

Esfuerzo a Flexión son los esfuerzos que producen un efecto de curvatura hacia abajo sobre el elemento. Este esfuerzo es causado por la acción de momentos sobre la estructura, creando tracciones y ³⁵

El peso se calculará adicionando a la carga permanente y total de la Edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determinará de la siguiente manera. ³⁶

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de investigación - básica o aplicada (CONCYTEC 2018)

Se caracteriza porque busca la aplicación de los conocimientos que se adquieren en el proceso de la investigación. “La investigación aplicada se encuentra estrechamente vinculada con la investigación básica, pues depende de los resultados y avances de esta última; esto queda aclarado si nos percatamos que toda investigación aplicada requiere de un marco teórico. Busca confrontar la teoría con la realidad”. [37]

Por lo tanto, la investigación del presente proyecto es del tipo aplicada, debido a que se busca poner en práctica los conocimientos previos de diseño de losas, Lo indicado en la normativa ACI-318, por la interacción Losa-estructura mediante el uso del software Etabs, con el fin de tomar decisiones en la elección de una mejor composición y comportamiento Estructural, en base a los resultados obtenidos del software y los criterios de Esfuerzo cortante, Flexión, contracción y deflexiones (Losas del Edificio).

Diseño de investigación:

Se les llaman diseños cuasi experimentales porque tienes ciertas restricciones al aplicar el diseño experimental verdadero, pero si, al menos se logra interactuar con una variable independiente (interacción Losa-estructura) con la finalidad de ver el efecto y vínculo con una o más variables dependientes (comportamiento Estructural); se diferencia del experimental verdadero en retrasar la confiabilidad al inicio de los grupos.³⁸

De este modo, el proyecto se considera cuasi experimental, debido a que se manipularán intencionalmente los parámetros del diseño estructural (resistencia del concreto, diseño por corte, diseño por flexión) en el comportamiento estructural, con el objetivo de analizar su comportamiento; además, se sub-clasifica como cuasi-experimental, puesto a que el comportamiento estructural para el presente estudio ha sido pre-definido (análisis Estructural de las losas del edificio Ibis Miraflores) por el investigador, que tienen su propio modo de calcular mediante los indicadores que corresponden a los Esfuerzo cortante, esfuerzos de flexión y

contracción, Deflexiones; indicadores elegidos tentativamente en base a diferentes estudios previos de diversos autores de tesis relacionadas al diseño de estructuras con losas postensada.³⁹

3.2. Variable y Operacionalización.

“La Variable es una característica o propiedad de la realidad que puede variar entre individuos o conjuntos. Cualquier aspecto o propiedad de la realidad que sea susceptible de asumir valores, esto es, de variar de una unidad de observación a otra, de un tiempo a otro, en una misma unidad de observación. [40]

Variable dependiente: Diseño de Losa Maciza

Definición conceptual:

Un elemento horizontal macizo que tiene la capacidad de recibir y transmitir las cargas actuantes a las columnas o muros que la soportan, otorgando un buen comportamiento estructural.⁴¹

Definición operacional:

El sistema de losas macizas, son elementos estructurales que soportan cargas considerables y son ideales para grandes luces, además de tener un buen comportamiento sísmico.

Variable independiente: Sistema Postensado Adherido

Definición conceptual:

“Es un sistema de cables estructurales que se colocan en remplazo de acero de refuerzo en que por diseño los cables forman una continua adherencia a lo largo de la estructura, esta adherencia se transmite a través de la lechada de cemento y el ducto adherente”. [42]

Definición operacional:

Este sistema permite construir losas con grandes luces y cargas considerables, obviando casi en su totalidad los peraltes de vigas, así como el peralte de losa.

Transmitiendo los esfuerzos producidos en la losa al sistema de postensado adherido.⁴³

3.3. Población, Muestra y muestreo

Población

“La población, en términos más exactos la población objetiva, es un conjunto infinito o finito de componentes con rasgos comunes, para los que serán extensivas las conclusiones del trabajo de investigación”. [44]

La población estará compuesta por todos los Edificios con losas macizas y sistema de postensado adherido del distrito de Miraflores.

Muestra

“La muestra es el subconjunto de la población, la cual es limitada para realizar las mediciones o el experimento para la obtención de los resultados, es decir, la muestra es un componente representado por la población”. [45]

Con lo definido, la muestra de la presente investigación será: Las losas del Hotel Ibis Budget-Miraflores.

Muestreo

En esta investigación el tipo de muestro es no probabilístico porque se indica el número de ensayos que es igual a la cantidad. “Los muestreos no probabilísticos son aquellos que desconocen la probabilidad de seleccionar cualquier parte de la población”. [46]

En este presente trabajo se considera un tipo de muestro no probabilístico, ya que este trabajo sigue otro criterio de selección que no depende de la probabilidad, es decir, con las características propias del investigador que se basa en su toma de decisiones, a su vez se centrará en el diseño y análisis del comportamiento estructural de losas maciza con sistema postensado adherido que compone la estructura del hotel Ibis Miraflores usando un programa especializado estructural de alta confiabilidad que permitirán resultados confiables.

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

Descriptiva, “utilizan los datos observados para realizar un resumen de la información que contienen y tienen como finalidad definir, clasificar, catalogar o caracterizar el objeto de estudio”. [47]

La Técnica, como método descriptivo para la recopilación de datos para este proyecto de investigación⁴⁷, será obtener información mediante la obtención de los planos arquitectónicos y estructurales; y el procesamiento de los datos serán aplicados en instrumentos como los programas ETABS 2016 (para la modelación espacial de las losas que conforman parte vital de la estructura del edificio), AutoCAD 2016 (realización de las mediciones, cálculos de áreas y visualizar el elemento estructural), Microsoft Word y Excel. Así mismo, en los instrumentos están vinculadas el análisis de los documentos específicos como las normas vigentes del Perú, reglamentos y tesis realizadas en otros aspectos relacionadas a este tipo de proyecto y del Reglamento Nacional de Edificaciones (E 030 diseño sismo resistente; E 030 concreto armado; E 020 cargas; ACI-318).

3.5. Procedimientos

a) Descriptivo:

El procedimiento de esta investigación consistió primero en estudiar el tema que se ha elegido, para luego proceder con el diseño de losa para el Hotel Ibis en Miraflores, seguidamente se recurre a las normas influyentes como la norma peruana–Reglamento Nacional de Edificaciones, así como en la norma internacional que es el ACI-318, luego se recurrió a la obtención de los planos específicos para realizar el estudio, en seguida se realiza el análisis de los resultados que servirán para el comparativo de los coeficientes requeridos en los diversos modelos que se ha tomado para su estudio considerando el análisis de la Interacción Losa– estructura, llevándolo (modelación del edificio) al software ETABS, previo a esto se definió las características de cada materiales así como sus dimensiones, todos estos valores y medidas están indicadas en el expediente técnico del proyecto. Por último, se obtuvo y visualizó la respuesta estructural en el comportamiento estructural y así llegar a la discusión de los resultados.

3.6. Método de Análisis de datos

Descriptivo, se realiza una observación y registro de los hechos. Para ello se realizarán ingreso de datos validados con la normativa tanto peruana E.060 como del ACI-318, seguidamente se realizará el modelamiento y diseño en el software.

ETABS para realizar las diferentes verificaciones que se exigen en las normativas de diseño estructural. Los resultados de diseño tanto manuales como con el software ETABS se plasmarán en los planos estructurales, por lo que al final se obtendrá un nuevo diseño de losas macizas con sistema postensado adherido. Para esto los instrumentos de medición ayudaran en validar los datos ingresados, así como su validez según lo indicado en la norma.

Para terminar y dar por valido el diseño se debe proceder con algunas verificaciones tal como lo indica la norma. Solo si los valores de verificaciones son menores a los máximos permisibles según las normativas de diseño E.060 y ACI-318 se procederá con dar el visto bueno al diseño de la losa maciza.

Es por eso que todos los datos ingresados constados con la normativa que rige al sistema de postensado, más el diseño en el programa especializado determinaran que este sistema mejora el comportamiento estructural de las construcciones, así como beneficios adicionales relacionados con el nuevo diseño estructural.

3.7. Aspectos éticos

La ética es el estudio y examen de lo que constituye una buena o mala conducta. También, es la clasificación de comportamientos específicos como correctos o incorrectos dentro de una profesión. Debido a la importancia de la ética, estas pautas son la base del éxito o el fracaso en la vida personal o privada.

Siendo alumnos de la carrera profesional de Ingeniería Civil, el presente proyecto de investigación se desarrollará con total honestidad, honradez, respeto y confianza de no haber copiado parte de las tesis de otros autores, respetando sus aportes, indicando todos los manuales, normas e instrumentos que se usarán en el proyecto de investigación con las respectivas resoluciones, los cuales al final serán comparados por la herramienta web Turnitin.

IV. RESULTADOS

Tema proyectado

La presente investigación consistió en diseñar y mostrar las características estructurales (cortante, flexión, deflexión, y basal), comparando tanto para las losas postensadas y losas macizas con el sistema convencional en el distrito de Miraflores de Lima, departamento de Lima.

Trabajo obtención de datos

Esta investigación se usó un análisis descriptivo, basándose en las normas técnicas peruanas y la del ACI 318, el cual nos dará las pautas que permitan obtener los valores para poder compararlos y donde se demostró los beneficios, para eso usaremos un programa de gran calidad, el Etabs permitirá datos confiables que ayudaron en esta investigación.

Descripción del proyecto

La estructura cuenta con 7 niveles más una azotea y tres sótanos.



Figura 1: Vista frontal de la edificación
Fuente: Elaboración Propia

Losas

Las losas macizas son de concreto armado de 20cm de espesor en los techos de sótanos y postensadas de 20cm y 25cm en los techos desde el 2do nivel debido a las luces que se tienen y con la intención de evitar problemas de servicio como las excesivas vibraciones o el ruido entre departamentos.

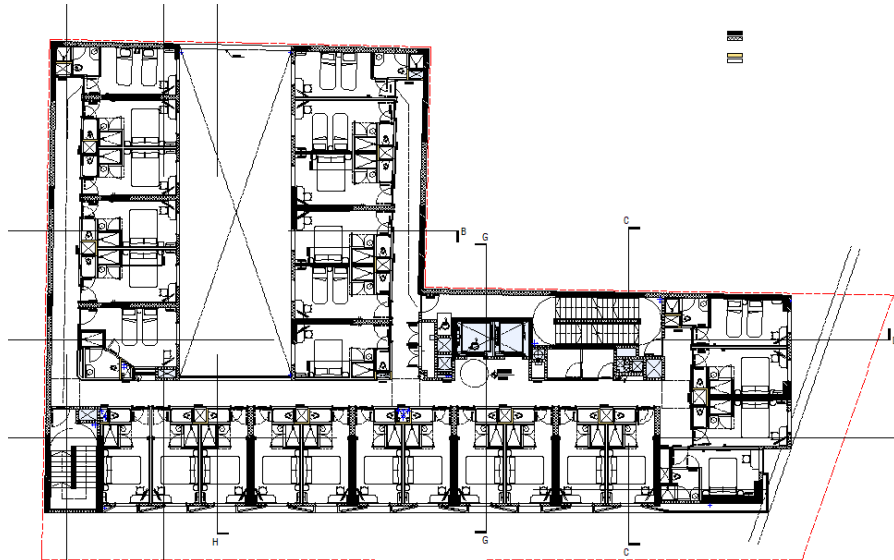


Figura 2: Vista en Planta
Fuente: Elaboración Propia

Estructura

El edificio se estructuró con el sistema de muros portantes de concreto armado y pórticos de concreto armado. Los muros son de 25 y 30 cm. Y cumplen con los requerimientos de esfuerzos tanto para cargas verticales como para cargas de sismo. Estos anchos se debieron a diferentes razones, como son requerimientos arquitectónicos, ubicación de tuberías, o necesidades estructurales para solicitaciones sísmicas.

Cargas sísmicas.

La evaluación los efectos de las cargas sísmicas sobre las edificaciones se han considerado los siguientes parámetros. Según la norma E-030 ya mencionada:

Tabla 1: Tabla pesos de la Edificación-Comparativo

| Descripción | Valor |
|----------------|---|
| Zona | Zona 4, el factor a considerar es $Z = 0.45$ (ver anexo figura 1 y tabla N°1) |
| Suelo. - | El suelo tipo S1, y le corresponde un factor de suelo de $s_1 = 1.00$ (ver anexo tabla N°3) |
| Período | Período predominante de vibración de $t_p = 0.40$ seg. (Ver anexo tabla N°4) |
| Uso. | Categoría c y le corresponde un factor de $u = 1.0$ (ver anexo Tabla N°5 y Tabla N°6) |
| F.de R. de F.S | Consideró un factor r de 5.40 para X / Y. (ver anexo Tabla N°7, N°8, N°9, N°10) |
| Peso. - | Categoría C el peso considerado a CM más 25% CV |

Fuente: Elaboración Propia

Materiales

Las características de los materiales, en cuanto a sus resistencias, se tomaron de los Ensayos difundidos por los fabricantes, como son el Acero, las Unidades de Albañilería, y en el caso específico del Concreto para certificar que alcanzo la resistencia requerida la cual podemos comprobar en los ensayos que se realizaron en la ejecución de la obra donde se usó el concreto postensado para las losas Típicas (Ver Anexo ensayo de laboratorio de Resistencia). Cabe mencionar que todas las características de los materiales están señaladas en el expediente técnico del proyecto (Ver Anexos), por lo tanto, estos valores no fueron diseñados, analizados, o calculados, pero al ser un proyecto que se ejecutó se pueden considerar estos valores para poder usarlos si fueren necesarios en algunos de los cálculos relacionados a las losas.

Tabla 1: *Tabla pesos de la Edificación-Comparativo*

| Descripción | Características/Propiedades |
|--|---|
| Resistencia a la Compresión del Concreto | $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ |
| Módulo de Elasticidad del Concreto | $E_c = 250998.01 \text{ Kg/cm}^2$ |
| Módulo de Corte del Concreto | $G = 104582.50 \text{ Kg/cm}^2$ |
| Módulo de Poisson del Concreto | $\nu = 0,20$ |
| Módulo de Elasticidad del Acero | $E_s = 2,0 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$ |
| Esfuerzo de Fluencia del Acero | $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ |
| Resistencia de la Albañilería | $f'm = 60 \text{ Kg/cm}^2$ |
| Módulo de Elasticidad de la albañilería | $E_m = 30000 \text{ Kg/cm}^2$ |
| Módulo de Poisson de la Albañilería | $\nu = 0,25$ |
| Peso | $= 1.102 \text{ Kg/m}$ |
| Carga Fluencia | $= 23922.54 \text{ Kg}$ |
| Resistencia a la Ruptura | $= 26584 \text{ Kg}$ |
| Coefficiente de Dilatación Térmica | $= 0.0000117 \text{ 1/C}$ |

Fuente: Elaboración Propia

Modelamiento en Etabs v16.

Para el comparativo se diseñó la torre del proyecto para comparar los resultados y poder mostrar sus resultados.

Para eso se hizo el modelamiento de Todos los niveles, los datos estructurales se consideraron según el expediente técnico del proyecto indicados anteriormente, la investigación no se evaluó los elementos estructurales del proyecto, lo que se analizó fueron las losas de los niveles superiores. El resto de elementos cumplen todas las especificaciones y características indicadas en los planos y los expedientes.

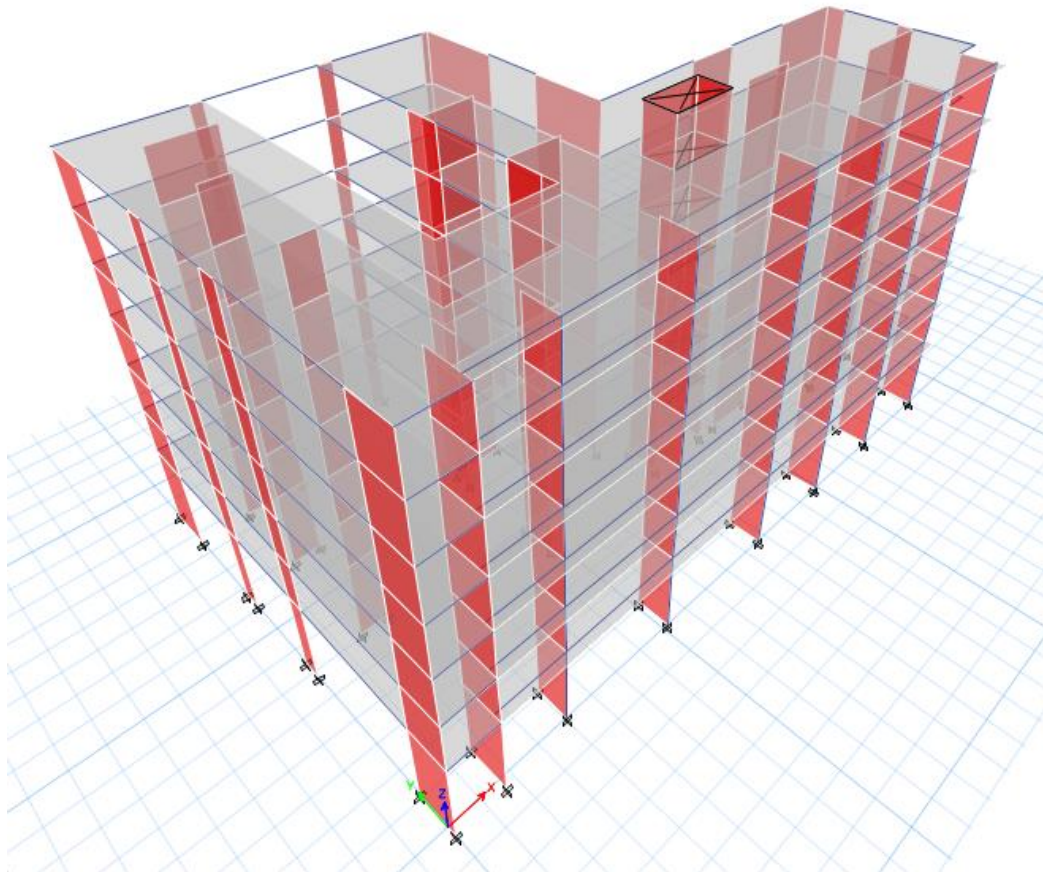


Figura 3: Modelado del Proyecto en Etabs
Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente imagen se mostró el espectro de diseño de diseño con las especificaciones técnica, además con los datos y el modelamiento en el Etabs se muestra el espectro de diseño. El $V=0.179$ es el valor que se utilizara en el diseño del estabs. Los valores resultantes se copiarán en un archivo txt para poder importarlos al Etabs.

La siguiente imagen muestra todos los parámetros que se consideraron para el cálculo del factor de la cortante basal que luego con el peso se podrá determinar la fuerza sísmica que luego se compararon la losa maciza con la Postensada.

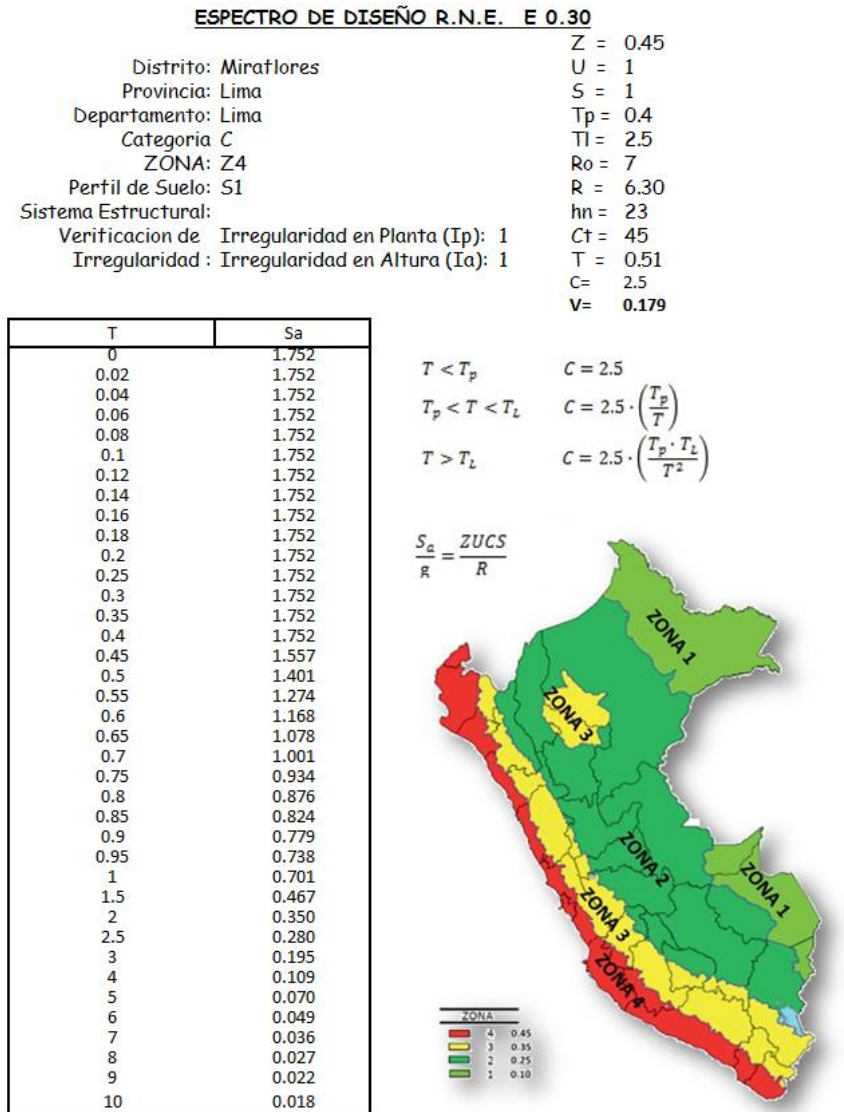


Figura 4: Espectro de Diseño
Fuente: Elaboración Propia

Diseño en concreto armado E.060, E.030

Se asignaron cargas, se crearon las cargas muertas, cargas vivas, sismos en x, sismo en y, postensado final, postensado en transferencia. Además, se cargó los diferentes casos que la norma te pido aplicar en tu edificación, además cargar las combinaciones de carga que te piden en la norma E.30. También se calcularán las derivas. Al ser un hotel el proyecto que se avaluó que al ser una edificación de tipo C (hotel), se consideró un 25% de la carga viva y un 100% de la carga muerta.

La siguiente imagen presenta los requisitos que debe cumplir la losa en el diseño con respecto a su resistencia, estos son indicados en la norma técnica peruana para las losas de concreto E.60.

PARTE 1 - REQUISITOS GENERALES DE RESISTENCIA

9.2 RESISTENCIA REQUERIDA

9.2.1 La resistencia requerida para cargas muertas (CM) y cargas vivas (CV) será como mínimo:

$$U = 1,4 CM + 1,7 CV \quad (9-1)$$

9.2.2 Si en el diseño se tuvieran que considerar cargas de viento (CVI), además de lo indicado en 9.2.1, la resistencia requerida será como mínimo:

$$U = 1,25 (CM + CV \pm CVI) \quad (9-2)$$

$$U = 0,9 CM \pm 1,25 CVI \quad (9-3)$$

9.2.3 Si en el diseño se tuvieran que considerar cargas de sismo (CS), además de lo indicado en 9.2.1, la resistencia requerida será como mínimo:

$$U = 1,25 (CM + CV) \pm CS \quad (9-4)$$

$$U = 0,9 CM \pm CS \quad (9-5)$$

9.2.4 No será necesario considerar acciones de sismo y de viento simultáneamente.

9.2.5 Si fuera necesario incluir en el diseño el efecto del peso y empuje lateral de los suelos (CE), la presión ejercida por el agua contenida en el suelo o la presión y peso ejercidos por otros materiales, además de lo indicado en 9.2.1, la resistencia requerida será como mínimo:

$$U = 1,4 CM + 1,7 CV + 1,7 CE \quad (9-6)$$

En el caso en que la carga muerta o la carga viva reduzcan el efecto del empuje lateral, se

Figura 5: Requisitos de resistencia E.030

Fuente: NTP.0.60

Modelamiento del Sistema Postensado

Toda la edificación se modelo como un sistema tradicional, una vez el modelo este terminado, recién se procedio a hacer el trazo de los tendones.

Previo se agrego las propiedades de los tendones a utilizar en el diseño, donde se indicaron los esfuerzos, la forma, diametro, los esfuerzos. Los tendones se diseñaron en el eje X y el Eje Y.

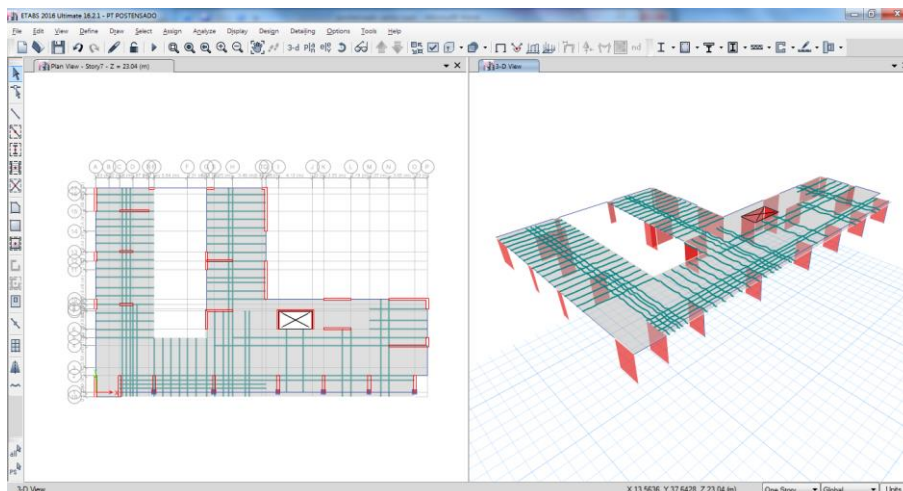


Figura 6: Modelado de tendones

Fuente: Fuente Propia

Una vez que se diseñó los tendones y se les asigno sus propiedades se procedió a analizar la estructura y se muestran los resultados.

La imagen muestra el Refuerzo envolvente de flexión en el eje YY calculado mediante el modelado en el Etabs.

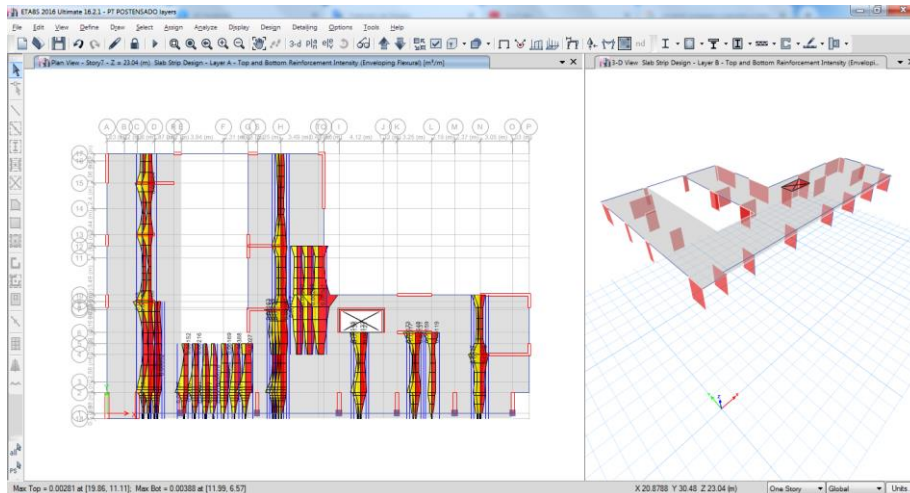


Figura 7: Envolvente de flexión en Y
Fuente: Fuente Propia

Esta imagen muestra el Refuerzo envolvente de flexión en el eje XX que el estabs calcula y analiza luego que modelamos la edificación.

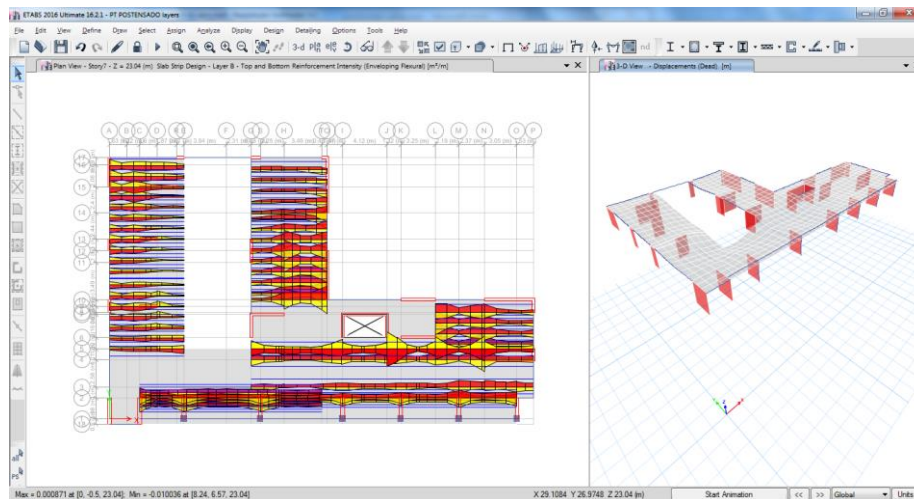


Figura 8: Envolvente de flexión en X
Fuente: Fuente Propia

Toda la edificación típica, se evaluó la losa modelo Típica tal como se muestra en la Figura 24, Se pudo observar que la zona crítica donde se produjo la mayor deformación de toda la estructura en este caso la losa que es nuestro elemento de análisis, hay una zona en particular más crítica según lo que se muestra en la siguiente imagen.

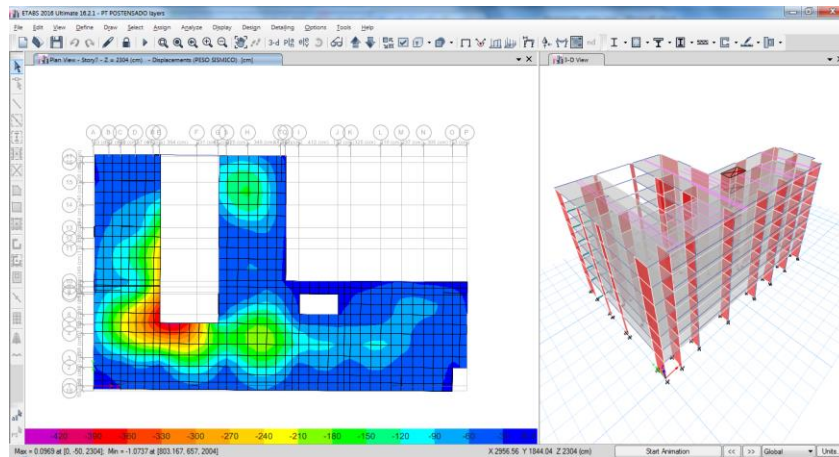


Figura 9: Deformada(deflexión)
Fuente: Fuente Propia

Tal como se mencionó la imagen anterior se determinó que entre el Eje C con 5, es la zona más crítica, por tal motivo al ser el más desfavorable, todos los resultados como cortante, momentos(flexión), y deformaciones(deflexiones) fueron los que analizamos y comparamos para poder afirmar o negar las hipótesis que se establecieron en un principio en la presente investigación. Esta comparación ayudo al mejor entendimiento de los beneficios estructurales del Postensado.

Además, en las siguientes imágenes se pudo mostrar los diagramas de momentos en los tendones de postensado en el eje Y en la figura 25, y en el eje X en la figura 26.

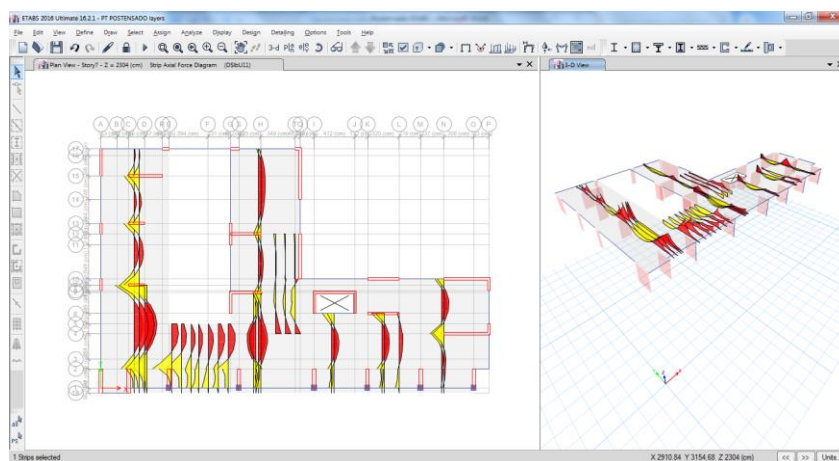


Figura 10: Momentos en Y
Fuente: Fuente Propia

La figura 10 y 11 muestran básicamente los diagramas de momentos tanto para el eje X como el eje Y, estos momentos permitieron dependiendo la zona más crítica realizar el comparativo que demostró los beneficios que con lleva usar el postensado en una construcción.

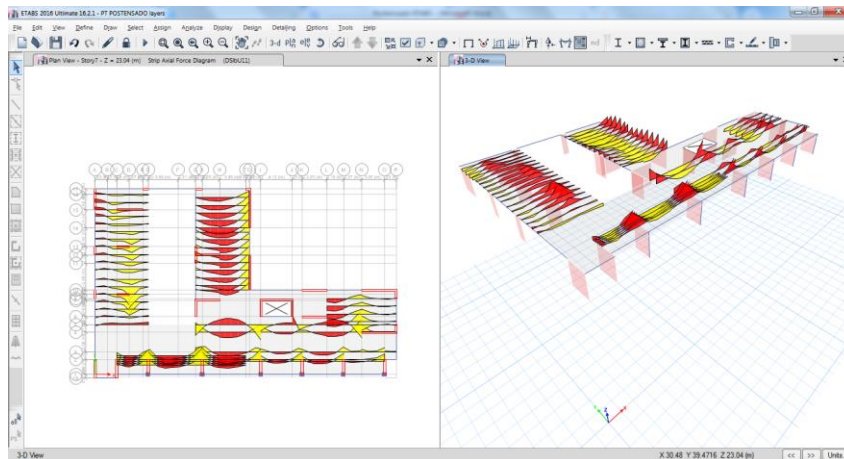


Figura 11: Momentos en X
Fuente: Fuente Propia

Del modelado y posterior análisis también se pudo determinar los diagramas de cortantes que se generar por los esfuerzos, y cargas generadas en el diseño, ver figura 12 y 13.

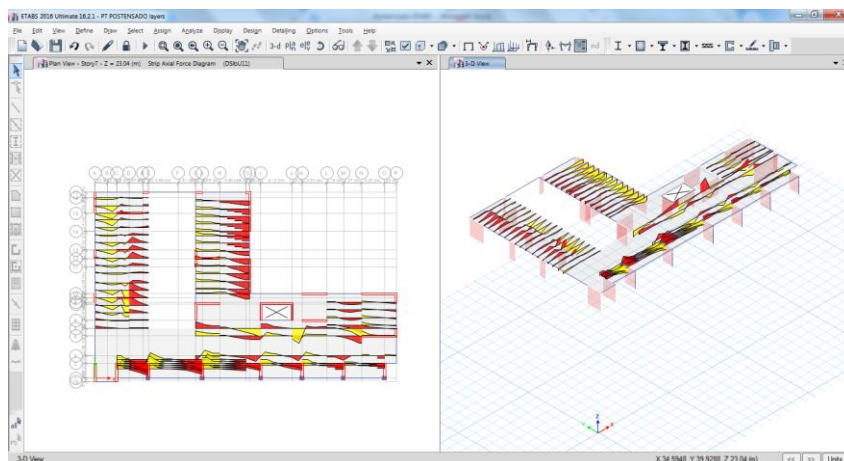


Figura 12: Cortante en X
Fuente: Fuente Propia

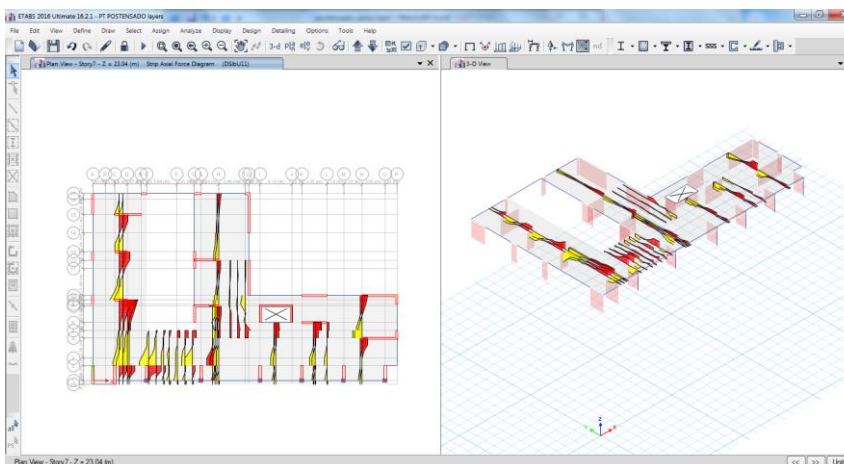


Figura 13: Cortante en Y
Fuente: Fuente Propia

Los resultados de los valores por corte en los cables de postensado son inferiores a 1 por lo tanto el peralte es óptimo. Obteniendo que el peralte es el óptimo pedido por la norma, se procederá a hacer un análisis de los resultados. (Imagen 14,15).

Para el modelado y el posterior análisis comparativo se asumió el peralte de la losa maciza de 25cm y para el postensado de 20cm. Estos valores se calcularon mediante los siguientes valores, tomando en cuenta que la mayor luz libre en la zona critica es de 6.88, $6.88/45=0.15m$, según tabla 2.2.2-1 que se muestran en los anexos de peralte del sr Aalami, pero asumimos por criterio de diseños previos 0.20m, para la losa maciza $6.88/36=0.19$, según el cuadro de peralte mínimos indicados en la norma E.60(ver Anexos tabla 9.3 peraltes mínimos) pero por criterio de diseño asumiremos un peralte de 25cm.

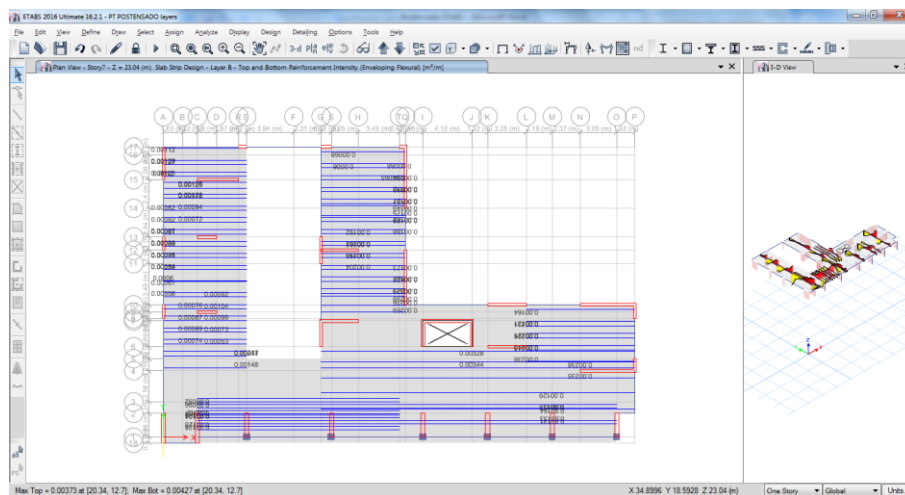


Figura 14: Verificación de Peralte X
Fuente: Fuente Propia

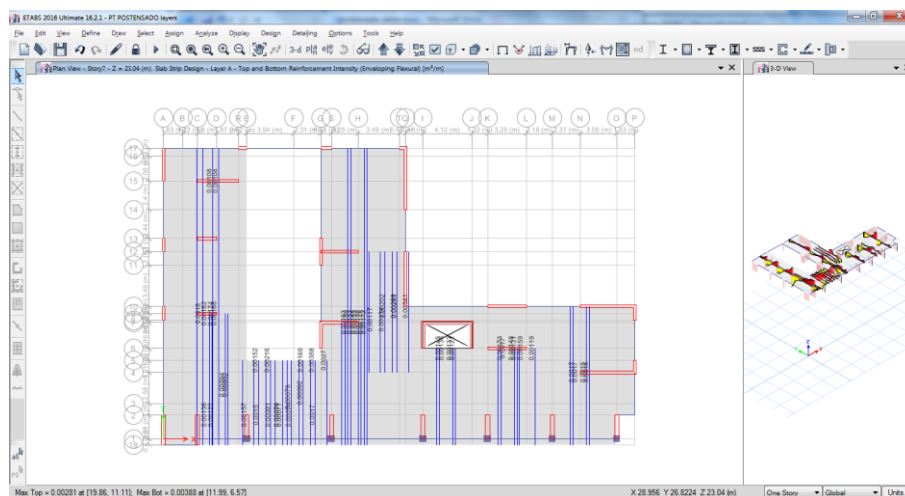


Figura 15: Verificación de Peralte Y
Fuente: Fuente Propia

Comparativo de cálculos

Con los resultados que se obtuvieron en el software Etabs v16 del sistema losa maciza vs el sistema con losas postensadas adheridas, se procedió a realizar las comparaciones del peso, cortante basal, cortantes. Flexión y deformaciones, que permitieron realizar el comparativo que fue el objetivo principal de esta investigación.

Peso de la edificación

Peso de la edificación con losa maciza

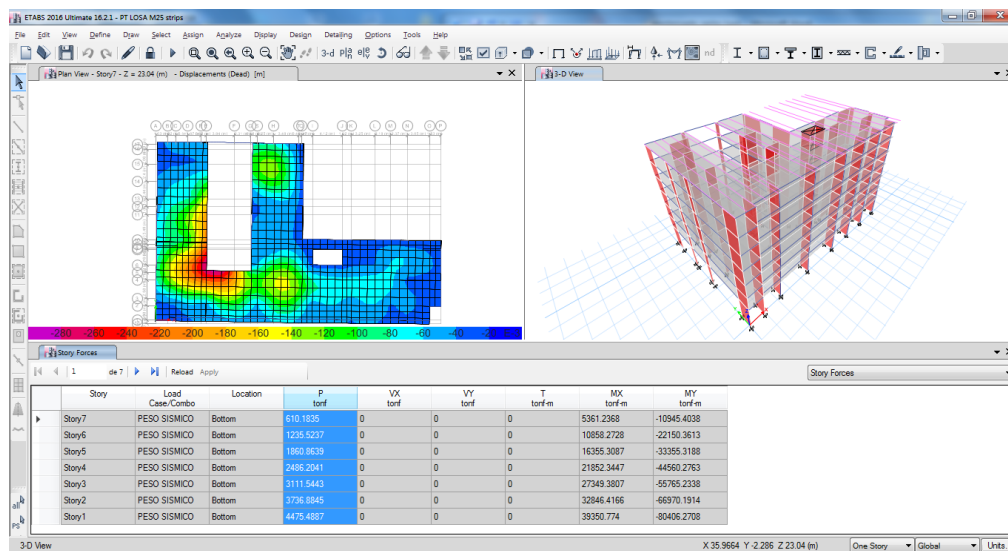


Figura 16: Peso de la Estructura con Losas Macizas
Fuente: Fuente Propia

Peso de la edificación con sistema Postensado

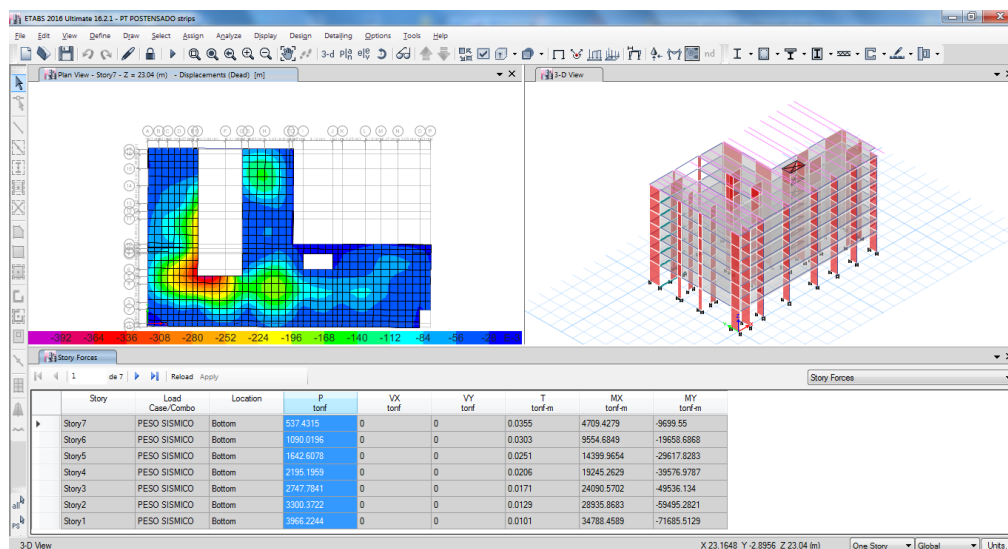


Figura 17: Peso de la Estructura con Losas Postensado
Fuente: Fuente Propia

Cuadro resumen de peso de la edificación

Tabla 1: Tabla pesos de la Edificación-Comparativo

| Losas macizas | Losas postensadas |
|---------------|-------------------|
| 4475.49 Tn | 3966.22 Tn |

Fuente: Elaboración Propia



Figura 18: Peso de la Edificación

Fuente: Fuente Propia

Interpretación: Como se observó en el gráfico, podemos ver que aplicando el sistema postensado en reemplazo del sistema de losas tradicional macizo se obtuvo una reducción del peso de la edificación en un 11.38%.

Cortante basal de la edificación

Cortante Basal X de la edificación con losa maciza

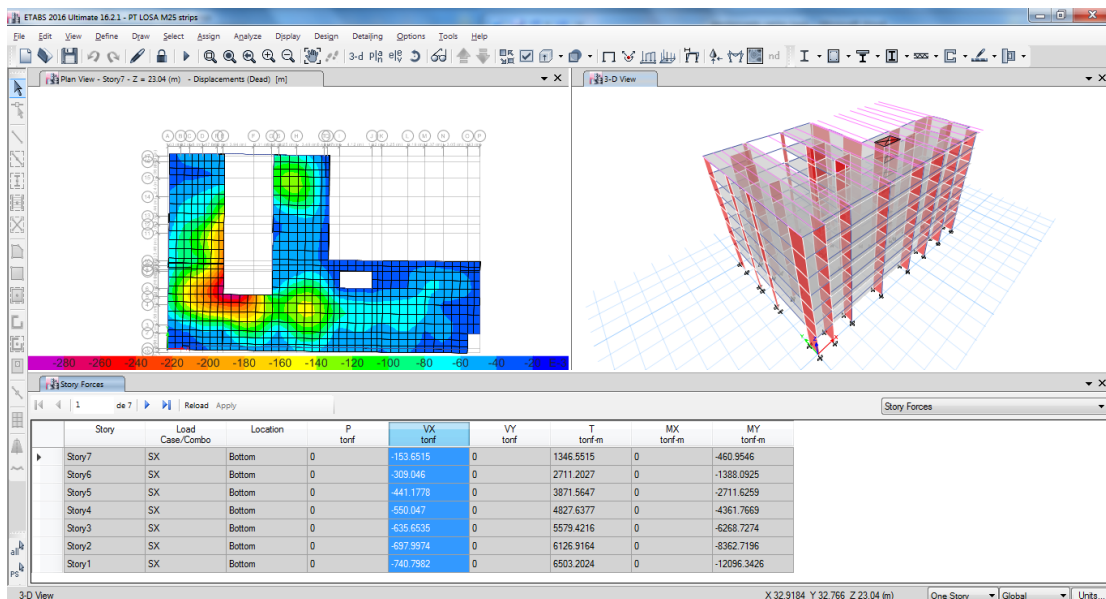


Figura 19: Cortante Basal X - Maciza

Fuente: Fuente Propia

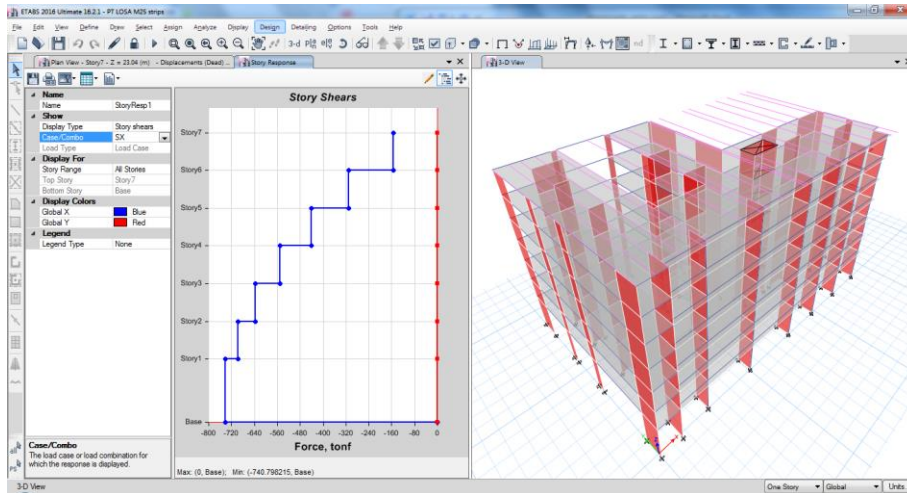


Figura 20: Diagrama Cortante Basal X - Maciza
Fuente: Fuente Propia

Cortante Basal X de la edificación con sistema Postensado

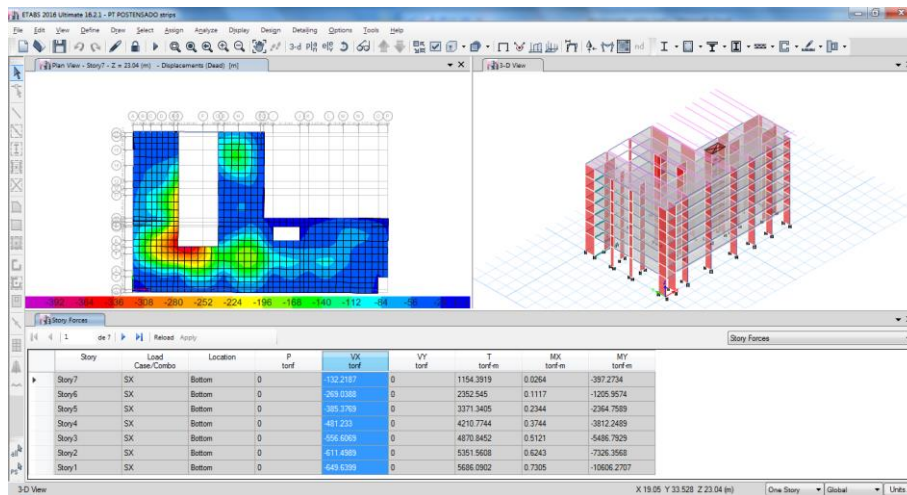


Figura 21: Diagrama Cortante Basal X - Postensado
Fuente: Fuente Propia

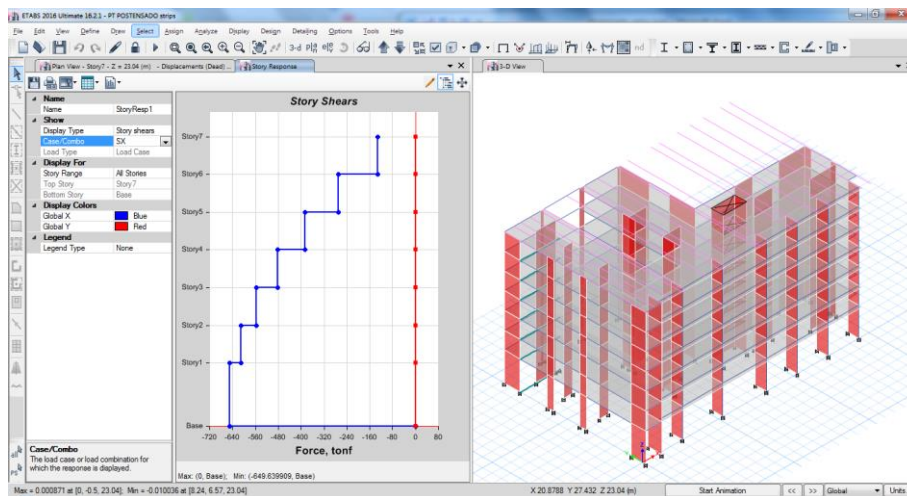


Figura 22: Diagrama Cortante Basal X - Postensado
Fuente: Fuente Propia

Cuadro resumen de Cortante Basal X de la edificación

Tabla 2: Tabla de Cortante Basal - Comparativo

| Losca maciza | Losca postensada |
|--------------|------------------|
| 740.79 Tn | 649.64 Tn |

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: La tabla 2 indico que la reducción de la Cortante Basal X de la estructura del hotel ibis nos dio como resultado 12.30%.

Cortante Basal Y de la edificación con losca maciza

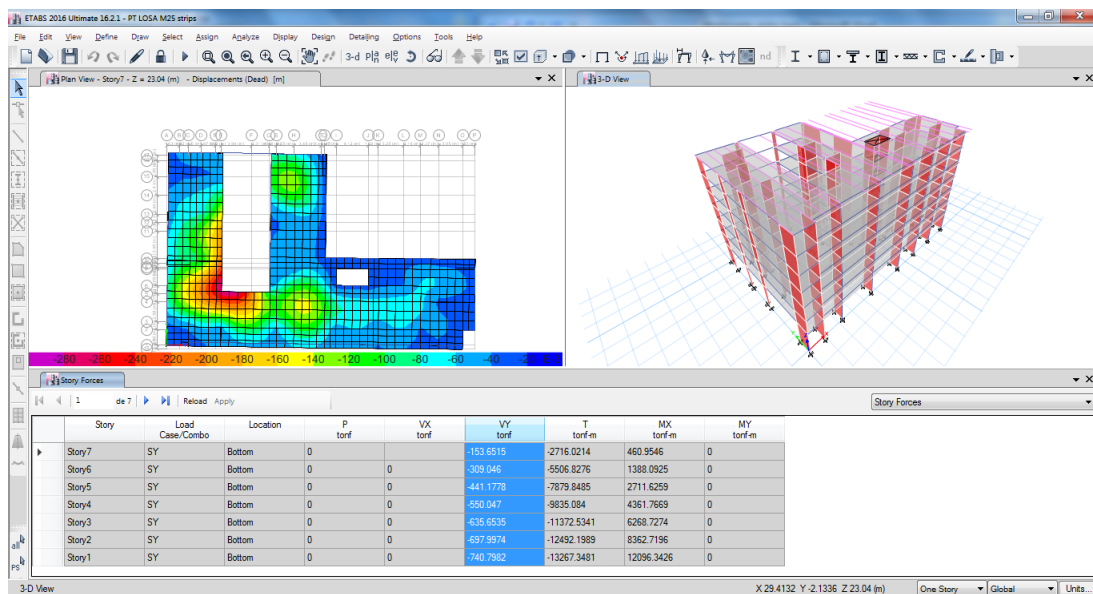


Figura 23: Diagrama Cortante Basal Y - Maciza

Fuente: Fuente Propia

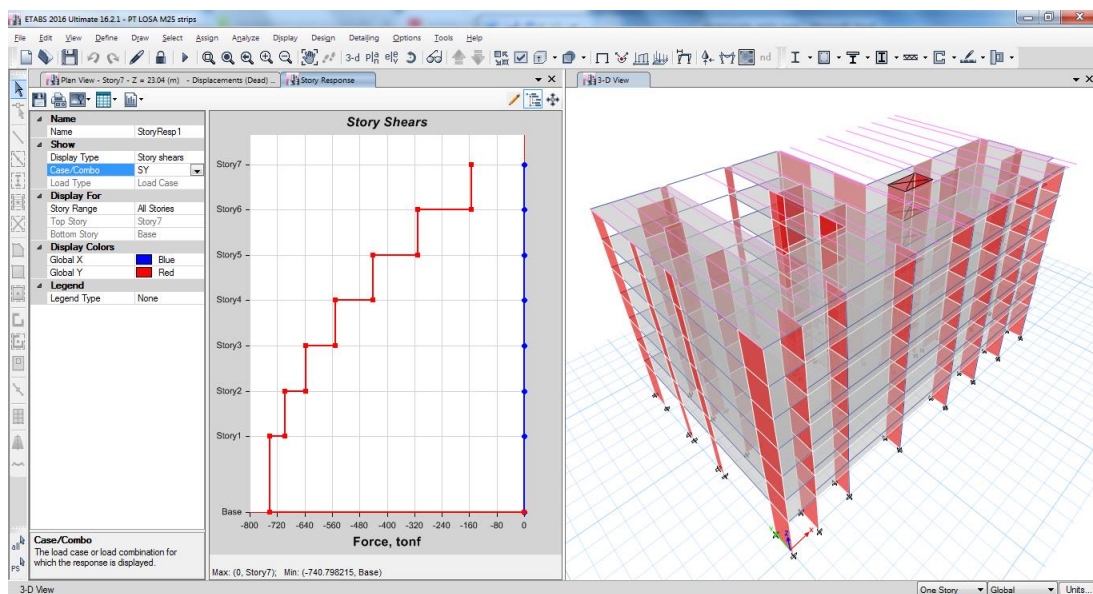


Figura 24: Diagrama Cortante Basal X - Maciza

Fuente: Fuente Propia

Cortante Basal Y de la edificación con sistema Postensado

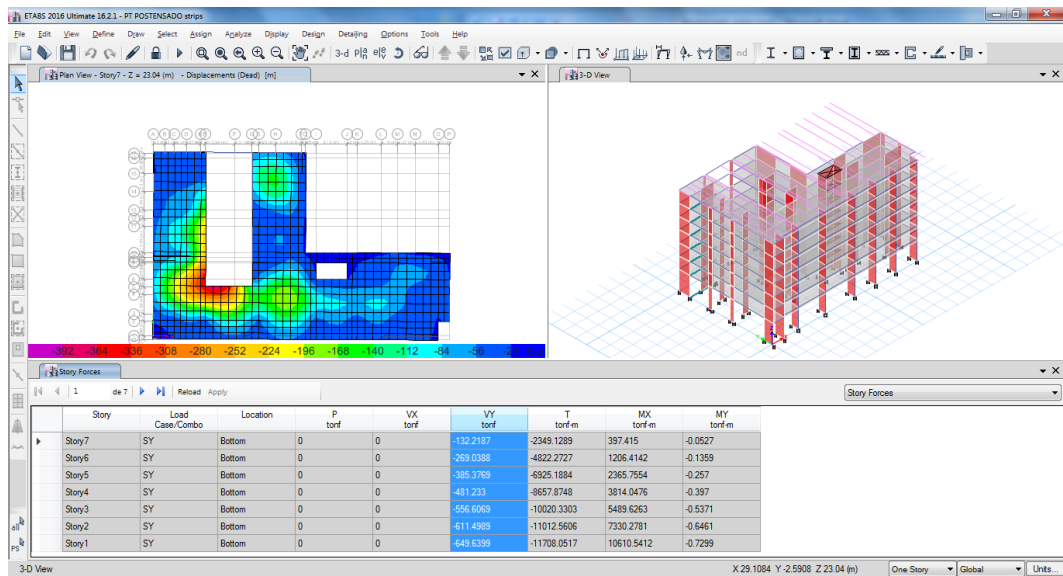


Figura 25: Diagrama Cortante Basal X - Postensado

Fuente: Fuente Propia

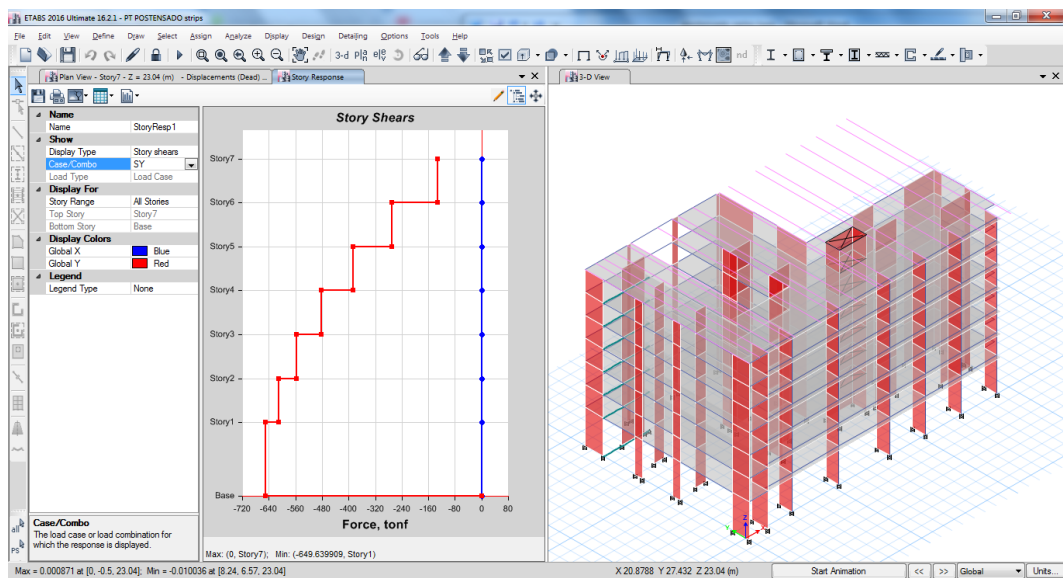


Figura 26: Diagrama Cortante Basal X - Postensado

Fuente: Fuente Propia

Cuadro resumen de Cortante Basal Y de la edificación

Esta tabla nos servirá para poder realizar el comparativo final.

Tabla 3: Tabla de Cortante Basal Y - Comparativo

| Losa maciza | Losa postensada |
|-------------|-----------------|
| 740.78 Tn | 649.64 Tn |

Fuente: Elaboración Propia

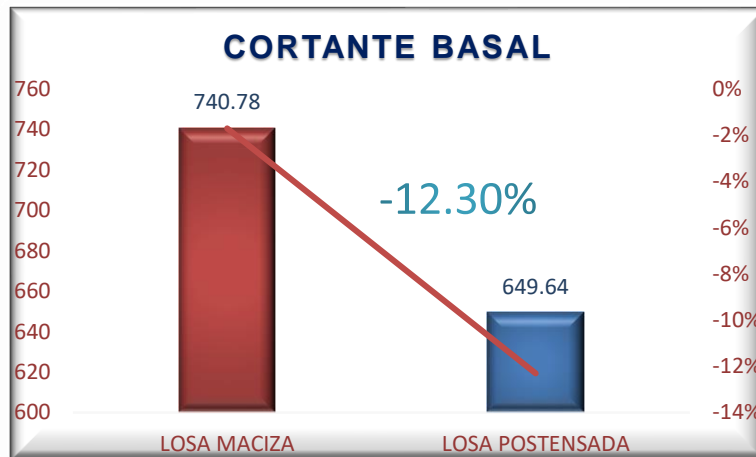


Figura 27: Diagrama Cortante Basal X - Postensado
Fuente: Fuente Propia

Interpretación: La Figura 27 mostro que el diseño de la losa de la estructura del hotel Ibis al incluir el sistema postensado produjo como resultado la reducción de la Cortante Basal de la edificación en un 12.30%, esto se produjo por la reducción del peralte de la losa que resulto 25cm para macizo y 20cm para el postensado, también podríamos interpretar que hay una reducción del peso de la estructura debido a la reducción de la cuantía de acero de refuerzo.

Análisis del comportamiento Estructural de la losa

Para el análisis por cargas de servicio se ha considerado el peso propio de los elementos estructurales, cargas permanentes, sobrecarga de uso y fuerzas de pre-esfuerzo. La figura 43 muestra los resultados de los desplazamientos verticales máximos considerando el efecto del postensado para típica. El punto indicado en la imagen es el cual se eligió para los análisis de deformadas, momentos y cortantes

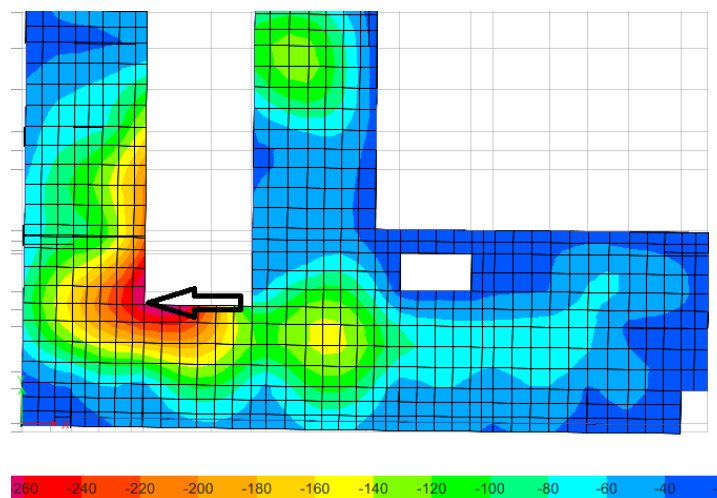


Figura 28: Punto Crítico de Evaluación
Fuente: Fuente Propia

Deformada(Deflexión) de las losas

La Deformación de la losa maciza que muestra en la imagen 29, la que pudimos observar que tal como se mencionó en el comentario de la imagen 28 el punto crítico es el centro de la losa alrededor del ducto. Es esta zona servirá para realizar el comparativo final entre la losa postensada y la maciza, cabe mencionar que no se realizaron el análisis de todas las zonas porque al realizar el análisis del punto crítico pudimos cubrir las solicitaciones necesarias para poder garantizar el mejor comportamiento estructura de toda la estructura, además la investigación de no se basa en el óptimo diseño, sino que se compara los beneficios que nos da el postensado en las estructuras.

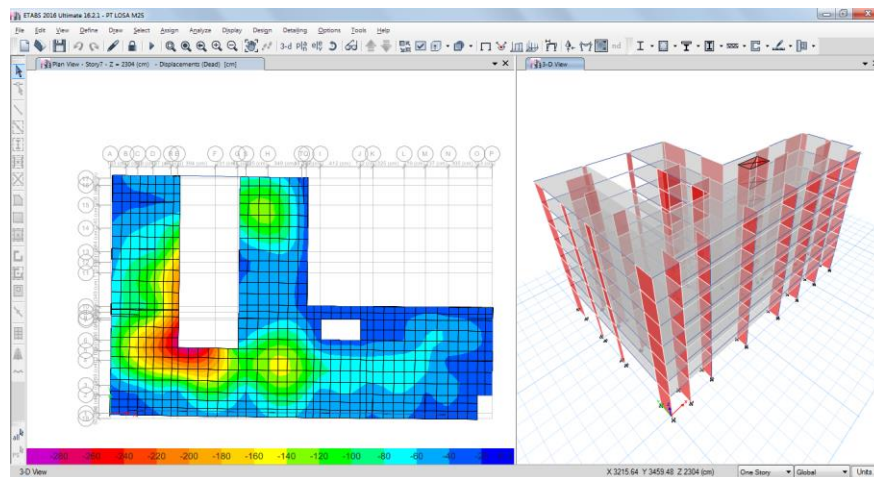
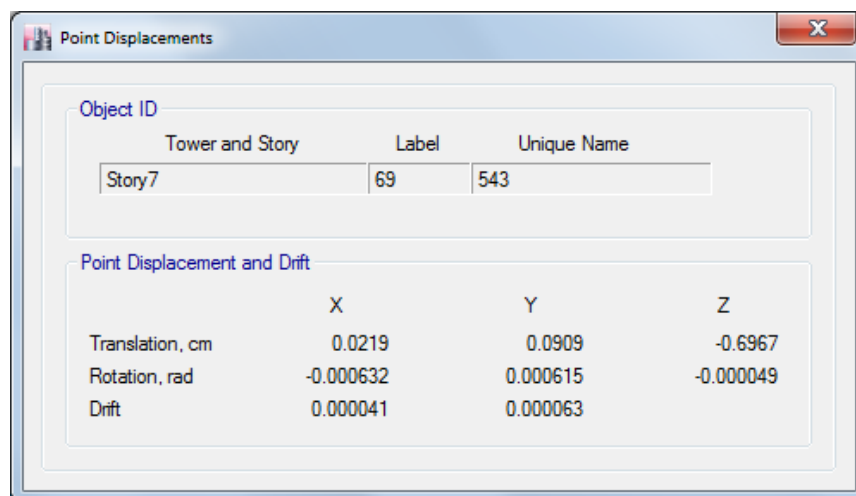


Figura 29: Punto Crítico deformada Maciza
Fuente: Fuente Propia

Se pudo observar el valor que resulta de la deformada máxima en la zona crítica indicada en la imagen 28, es de 0.6967cm, en el centro de la losa.

The screenshot shows the 'Point Displacements' dialog box in ETABS. It displays the object ID 'Story7' with label '69' and unique name '543'. The table below shows the point displacement and drift values for this object.

| | X | Y | Z |
|-----------------|-----------|----------|-----------|
| Translation, cm | 0.0219 | 0.0909 | -0.6967 |
| Rotation, rad | -0.000632 | 0.000615 | -0.000049 |
| Drift | 0.000041 | 0.000063 | |

Figura 30: Valor de Deformación(deflexión) Maciza
Fuente: Fuente Propia

Los que nos mostró, la imagen es los puntos donde ocurren las deflexiones en la losa postensada, al igual que la losa maciza podemos ver en la imagen 31, el punto crítico también se da en el mismo lugar, pero también apreciamos menos deformaciones negativas en comparación que la de la losa maciza.

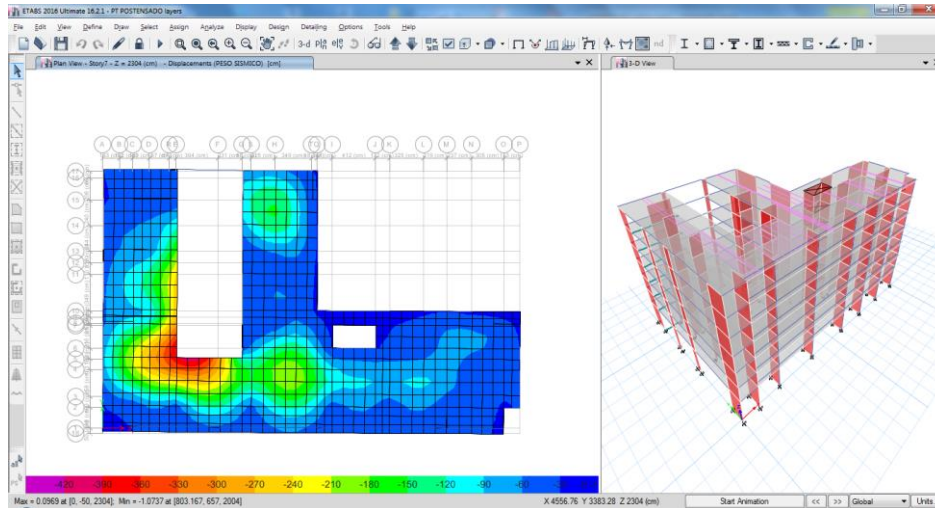


Figura 31: Punto Crítico deformada Postensado
Fuente: Fuente Propia

Para el caso de la losa Postensada la máxima deformada en el punto crítico, es de 0.9845 cm tal como nos muestra la imagen 32.

| Point Displacements | | | |
|------------------------------|-----------|-------------|-----------|
| Object ID | | | |
| Tower and Story | Label | Unique Name | |
| Story7 | 69 | 543 | |
| Point Displacement and Drift | | | |
| | X | Y | Z |
| Translation, cm | 0.0184 | 0.0686 | -0.9845 |
| Rotation, rad | -0.000867 | 0.001075 | -0.000039 |
| Drift | 0.000000 | 0.000000 | |

Figura 32: Punto Crítico deformada(deflexión) Postensado
Fuente: Fuente Propia

De tabla 9.20 de deflexiones admisibles de la norma técnica E.60(ver anexos) se aprecia que la zona crítica presenta una flecha máxima de 0.6967 y 0.9845 para losa maciza y losa postensada respectivamente que son inferiores al límite máximo de $L/480$. Es decir $1250/480 = 2.67$ cm por lo tanto los valores son aceptables. En las figuras 44 y 46, nos muestra el resto de deflexiones son menores a las críticas.

Cuadro resumen de deflexión(deformación)

Tabla 4: *Tabla de comparativo Deflexión Maciza - Postensado*

| Losas maciza | Losas postensada |
|--------------|------------------|
| -0.6967 cm | -0.9845 cm |

Fuente: Elaboración Propia

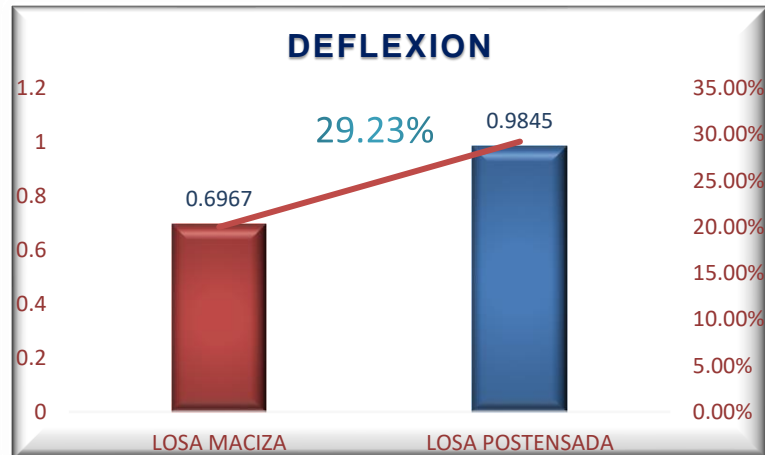


Figura 33: Comparativo Deflexión Macizo-Postensado

Fuente: Fuente Propia

Interpretación: El grafico 33 nos mostró el aumento de la deformación de la losa postensada en un 29.23% con respecto a la losa maciza, pero se señala que se observó las figuras 29 y 30, en las cuales se pudo interpretar que las losas postensadas generan menores deformaciones negativas, las zonas en azul representan zonas que las deformaciones son casi nulas.

Diagrama de momentos en losas(flexión)

Diagrama de momentos losa maciza (Layer A)

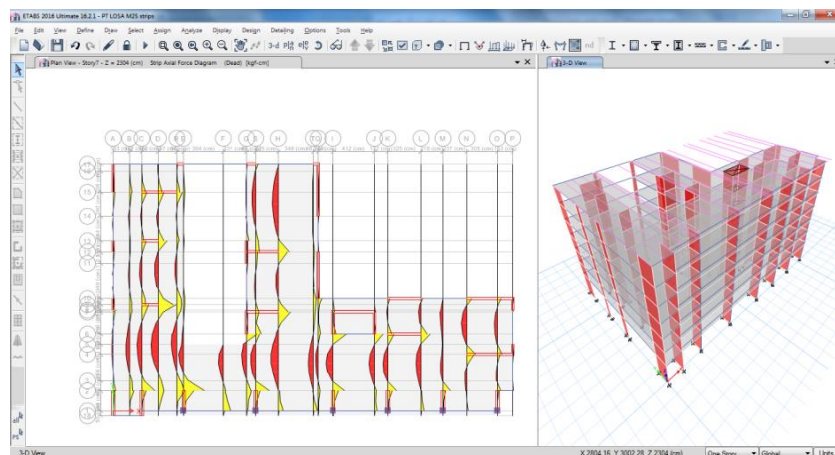


Figura 34: Diagrama de Momentos Macizo

Fuente: Fuente Propia

Diagrama de momentos postensado (Layer A)

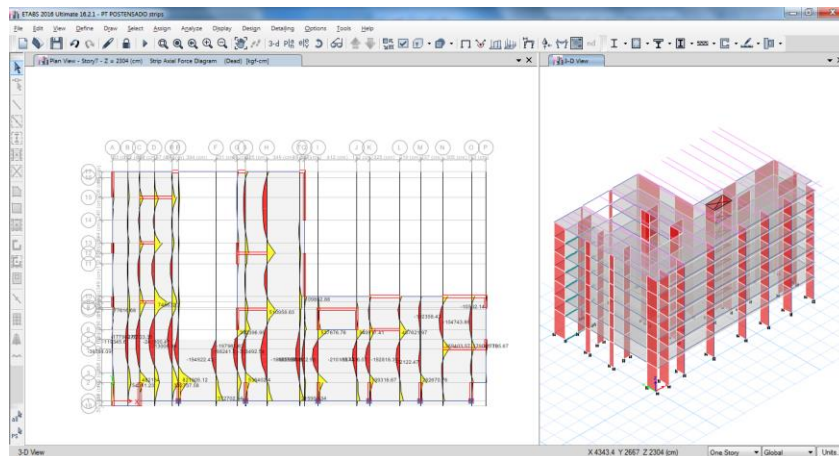


Figura 35: Diagrama de Momentos Postensado
Fuente: Fuente Propia

Cuadro resumen de momentos(flexión)

Según el modelamiento se obtienen estos valores tanto para postensado como para la losa maciza.

Tabla 5: Tabla de comparativo Flexión Maciza - Postensado

| Losa maciza | Losa postensada |
|-----------------|-----------------|
| 116243.68 Kg-cm | 95061 Kg-cm |

Fuente: Elaboración Propia

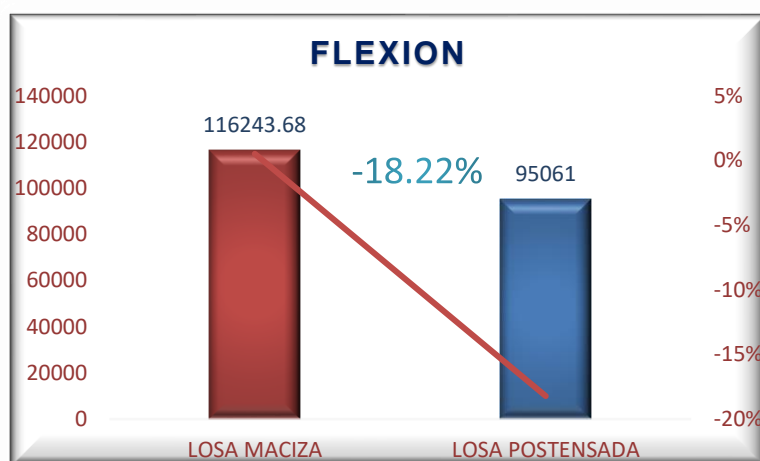


Figura 36: Comparativo Flexión Macizo-Postensado

Fuente: Fuente Propia

Interpretación: El grafico 36 mostro que usando postensado se redujo los Momentos a Flexión en un 18.22% estos valores se verán reflejadas en las cuantías de acero de refuerzo, el Etabs usa el método iterativo que es más confiables para el cálculo dela acero de refuerzo.

Diagrama de cortantes

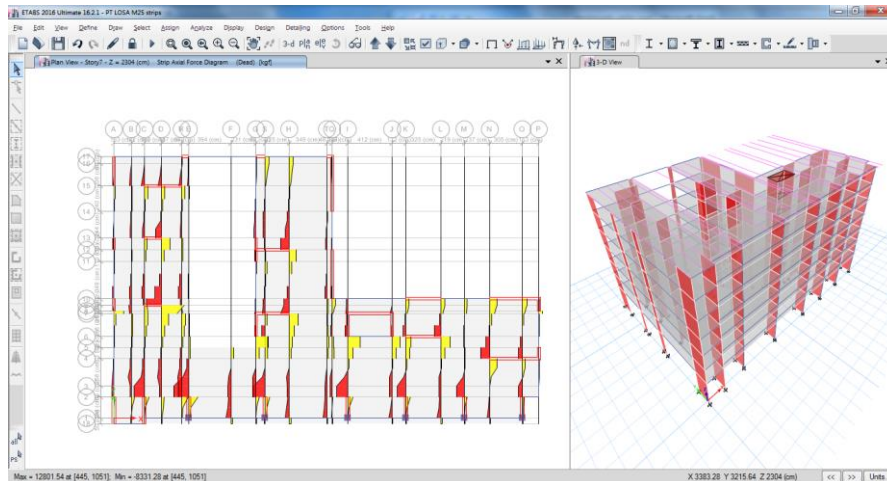


Figura 37: Diagrama de Cortantes Maciza
Fuente: Fuente Propia

Diagrama de cortante losa postensada (Layer A)

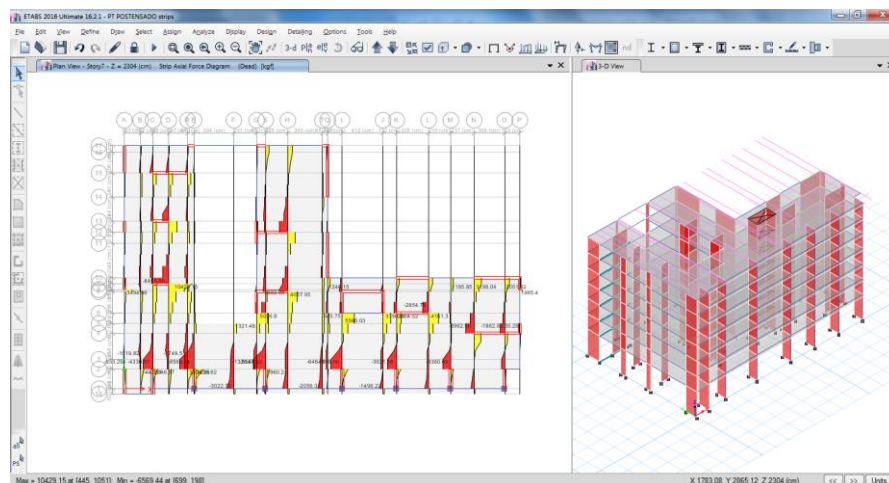


Figura 38: Diagrama de Cortantes Postensado
Fuente: Fuente Propia

Cuadro resumen de cortantes

TABLA 6: TABLA DE COMPARATIVO CORTANTE MACIZA - POSTENSADO

| Losa maciza | Losa postensada |
|-------------|-----------------|
| 827.71 Kg | 735.3 Kg |

Fuente: Elaboración Propia

Las cortantes máximas que se muestran en la imagen 37 y 38, nos servirán en el comparativo, pero la zona que nos interesa es la más crítica que ya se mencionó en la imagen 29-31, con estos datos elaboramos el grafico comparativo de las cortantes máximas.

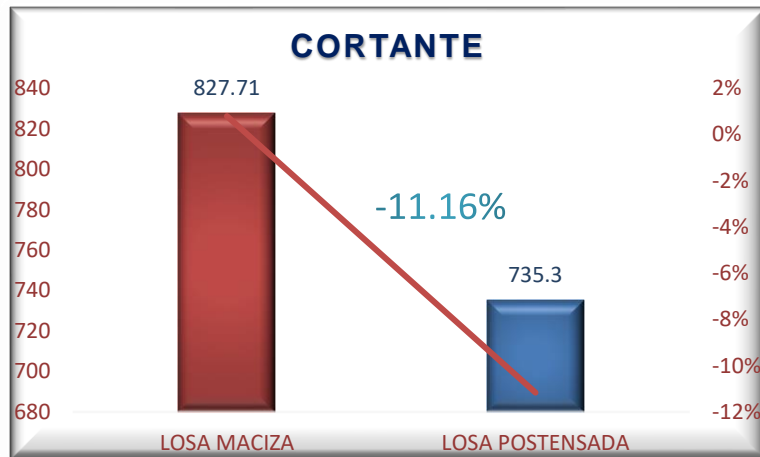


Figura 39: Comparativo Cortante Macizo-Postensado
Fuente: Fuente Propia

Interpretación: La imagen 39 nos mostró que aplicando el postensado en el diseño de la losa maciza tradicional en el hotel ibis, los esfuerzos cortantes se reducen en un 11.16%. cabe precisar que esto se debe básicamente a la reducción del peralte, además el Etabs convalida que el peralte está dentro de lo que la norma solicita.

Se observó según el grafico 33 que en la cortante y la flexión se redujo sus valores, pero con respecto a las deflexiones no se pudieron reducir y al contrario las deflexiones aumentaron, cabe indicar que, si aumentan, pero igual siguen cumpliendo con lo que la norma del ACI nos pone como máximas deformaciones(2.67cm), para poder sustentar aún más este aumento se decidió hacer otra prueba agregando cables en la zona crítica. A continuación, mostramos los resultados (figura 40).

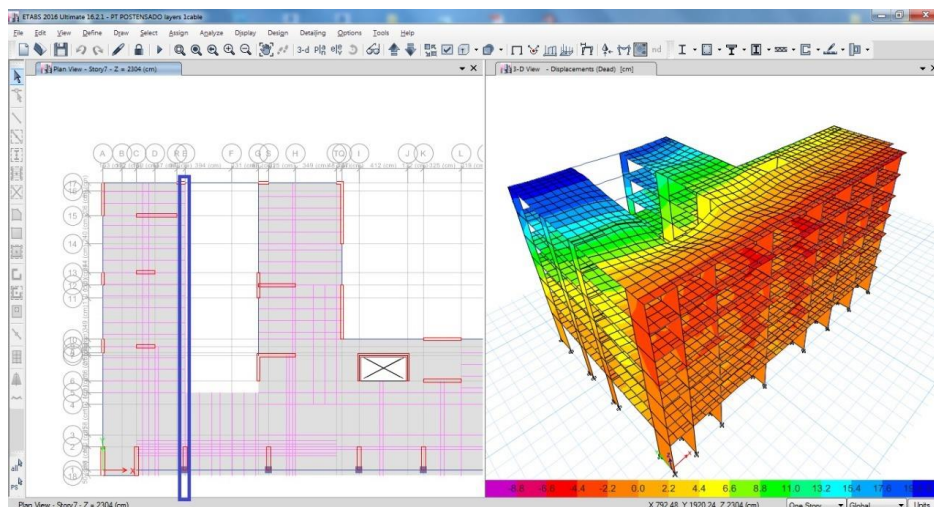


Figura 40: Adición de Cable
Fuente: Fuente Propia

Deformada de las losas(Deflexión)

Deformada de la losa maciza

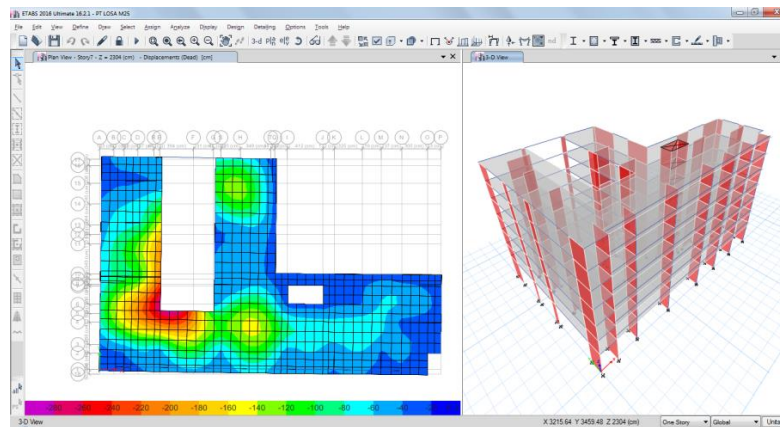


Figura 41: Punto Crítico deformada 2 Maciza
Fuente: Fuente Propia

Deformada de la losa maciza

| Point Displacements | | | |
|------------------------------|-----------|-------------|-----------|
| Object ID | | | |
| Tower and Story | Label | Unique Name | |
| Story7 | 69 | 543 | |
| Point Displacement and Drift | | | |
| | X | Y | Z |
| Translation, cm | 0.0219 | 0.0909 | -0.6967 |
| Rotation, rad | -0.000632 | 0.000615 | -0.000049 |
| Drift | 0.000041 | 0.000063 | |

Figura 42: Valor de Deformación(deflexión) 2 Maciza
Fuente: Fuente Propia

Deformada de la losa postensada

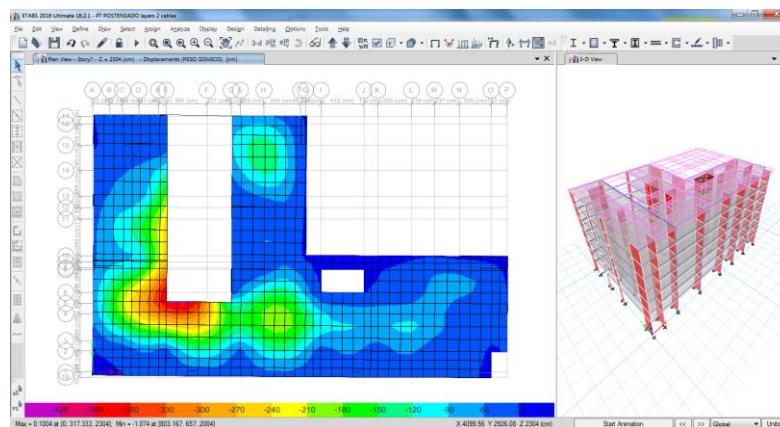
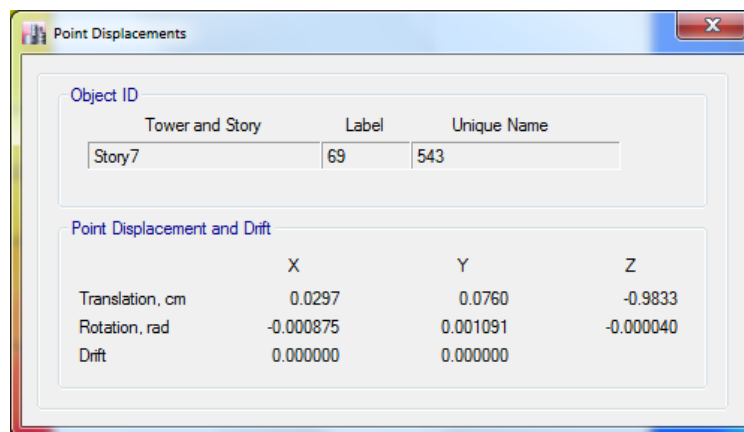


Figura 43: Punto Crítico deformada 2 Postensado
Fuente: Fuente Propia

Deformada de la losa postensada



The screenshot shows a window titled "Point Displacements" with a table of data for "Story7".

| Object ID | | | |
|-----------------|-------|-------------|--|
| Tower and Story | Label | Unique Name | |
| Story7 | 69 | 543 | |

| Point Displacement and Drift | | | |
|------------------------------|-----------|----------|-----------|
| | X | Y | Z |
| Translation, cm | 0.0297 | 0.0760 | -0.9833 |
| Rotation, rad | -0.000875 | 0.001091 | -0.000040 |
| Drift | 0.000000 | 0.000000 | |

Figura 44: Valor de Deformación(deflexión) 2 Maciza
Fuente: Fuente Propia

Resumen de deformaciones.

Tabla 7: Tabla de comparativa deflexión 2 Maciza - Postensado

| Losa maciza | Losa postensada |
|-------------|-----------------|
| -0.6967 cm | -0.9833 cm |

Fuente: Elaboración Propia

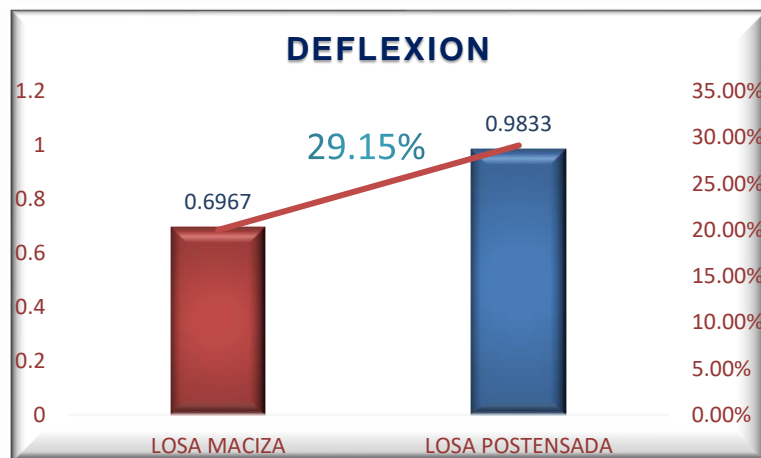


Figura 45: Comparativo Deflexión 2 Macizo-Postensado
Fuente: Fuente Propia

Interpretación: El grafico 45 mostro el aumento de la deformación de la losa postensada en un 29.15% con respecto a la losa maciza con sistema tradicional, pero cabe señalar que se observó las figuras y se determinó que las losas postensadas generan menores zonas con deformaciones más desfavorables.

Al aumentar los cables en la zona critica se pudo reducir un poco las deformaciones, pero para poder llegar a mejorar la deformación con respecto al obtenido con la losa maciza se debería agregar mucho cable.

Diagrama de momentos en losas

Diagrama de momentos losa maciza (Layer A)

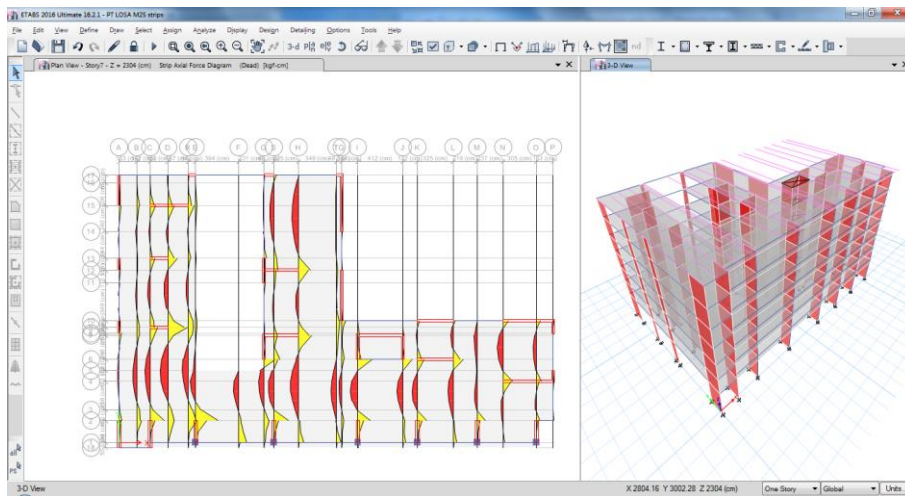


Figura 46: Diagrama de Momentos 2 Macizo
Fuente: Fuente Propia

Diagrama de momentos postensado (Layer A)

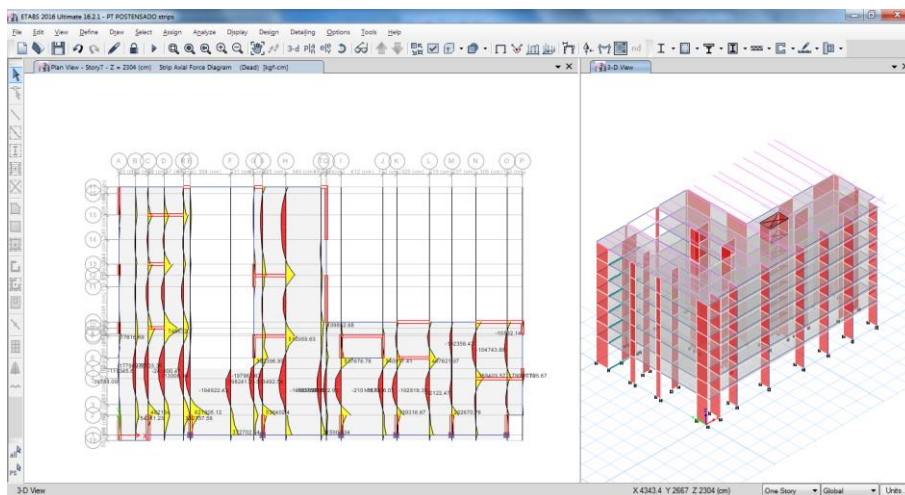


Figura 47: Diagrama de Momentos 2 Postensado
Fuente: Fuente Propia

Cuadro resumen de Momentos

Tabla 8: Tabla de Comparativo Momentos 2 Maciza - Postensado

| Losas maciza | Losas postensada |
|-----------------|------------------|
| 116243.68 Kg-cm | 62850.16Kg-cm |

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 8 muestra que al agregar cable se potencia aún más la reducción de momentos a flexión, esto se analizó a más profundidad en la 51.

Para verificar que el diseño este en función de lo que la norma técnica peruana establece, mostramos los valores que nos da el Etabs una vez modelado y procediendo con el análisis correspondiente.

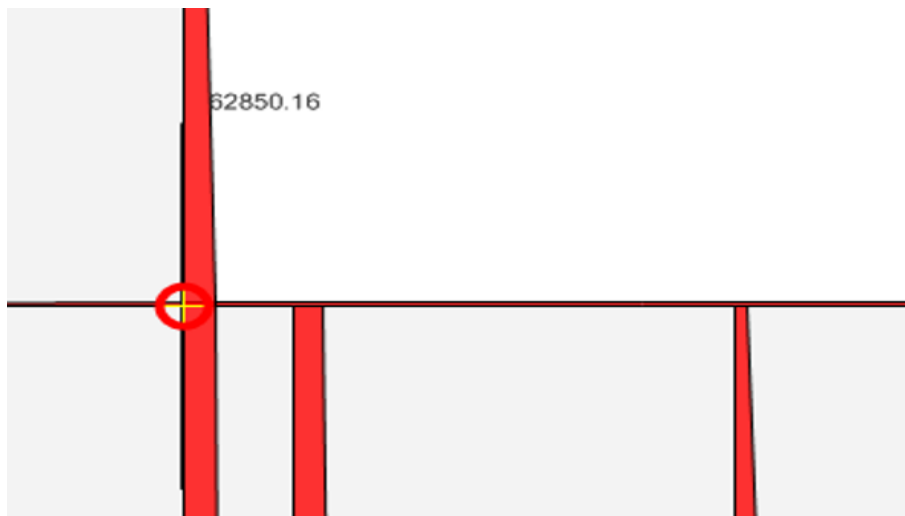


Figura 48: Momento Máximo (punto crítico)
Fuente: Fuente Propia

Los momentos que se obtiene se verifican según el ACI-318-08, tal como lo vemos en la imagen para el postensado se usara para el acero de refuerzo es # 3 que en nuestro mercado representa la varilla de 3/8" (imagen 49), así también para la losa maciza se considera un refuerzo #4 (1/2") (imagen 50), además cabe indicar que el Etabs analiza estos valores y los compara con los permitidos en la norma, el color azul de los resultados mostrados indica que los valores son aceptados por la norma.

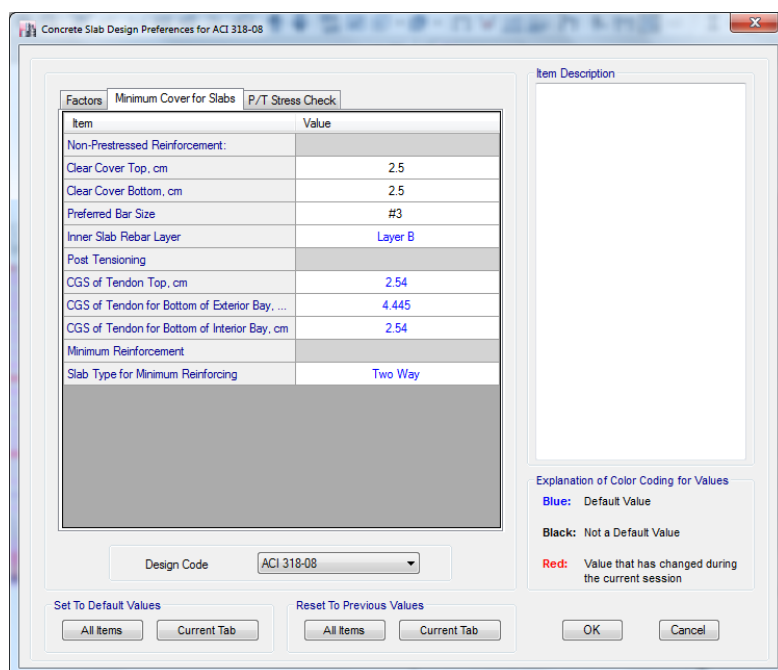


Figura 49: Acero de Refuerzo para Postensado
Fuente: Fuente Propia

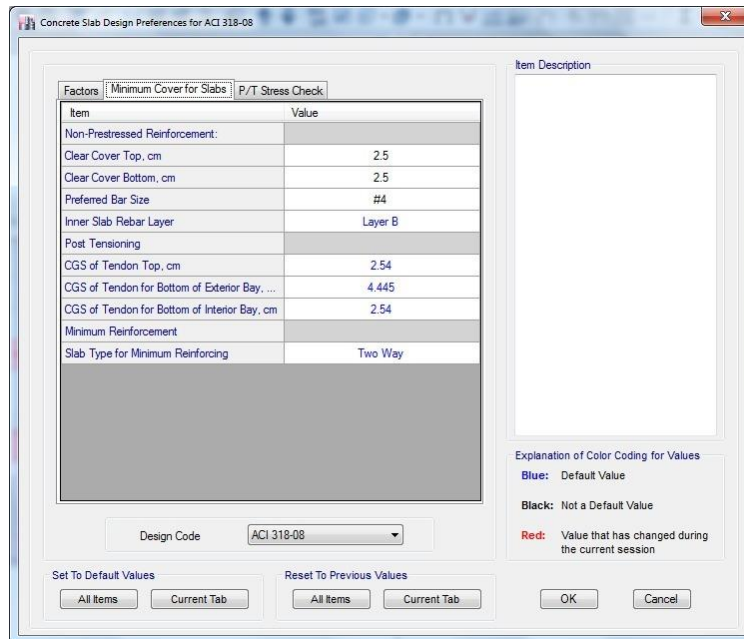


Figura 50: Acero de Refuerzo para Maciza
Fuente: Fuente Propia

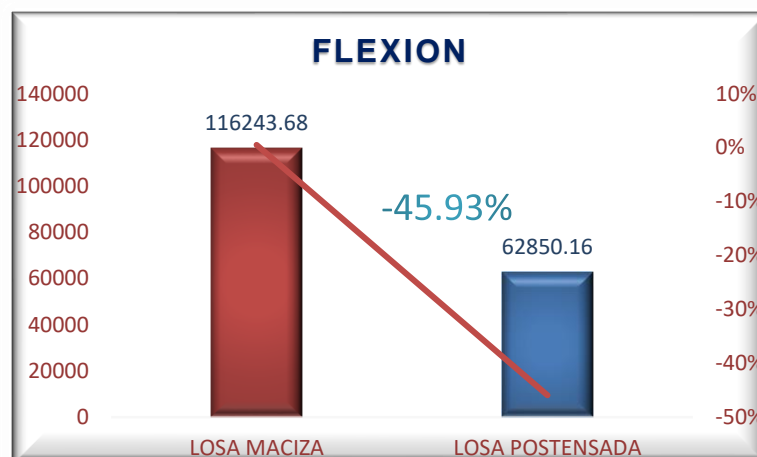


Figura 51: Comparativo Flexión Macizo 2 Postensado
Fuente: Fuente Propia

Interpretación: La figura 51 mostro que usando losas con sistema postensado se pudo reducir los Momentos a (Flexión) en un 45.93% con respecto a la loza maciza con sistema tradicional, estos valores se verán reflejados en las cuantías de acero para el refuerzo, el Etabs usa el método iterativo que es más confiables en la actualidad para el cálculo dela acero de refuerzo, por lo tanto, debido a que se redijo los momentos máximos, las cantidad de aceros de esfuerzo serán menores para el postensado , esto se puede constatar en las figuras 49 y 50, por que observamos que para el postensado se usa varillas de 3/8" y para la maciza 1/2", además a medida que aumentemos los cables se podrá reducir los momentos considerablemente.

Diagrama de cortantes

Diagrama de cortantes losas macizas (Layer A)

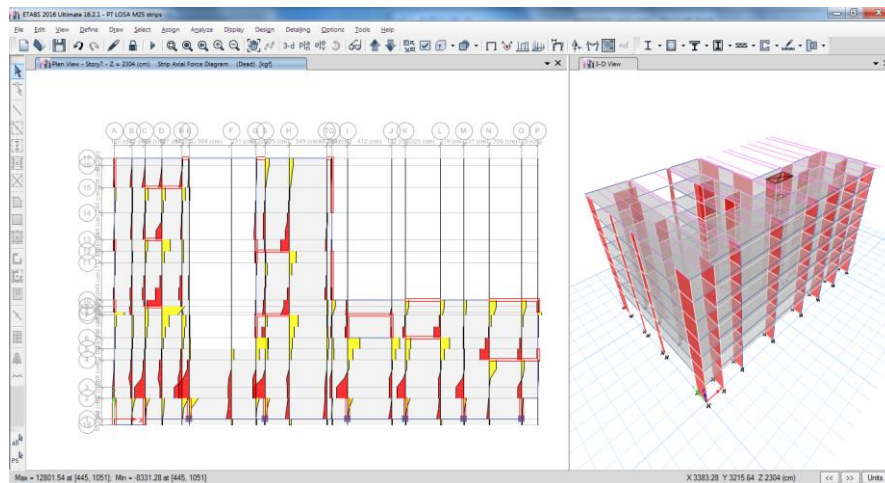


Figura 52: Diagrama de Cortantes 2 Macizo
Fuente: Fuente Propia

Diagrama de cortantes losas postensada (Layer A)

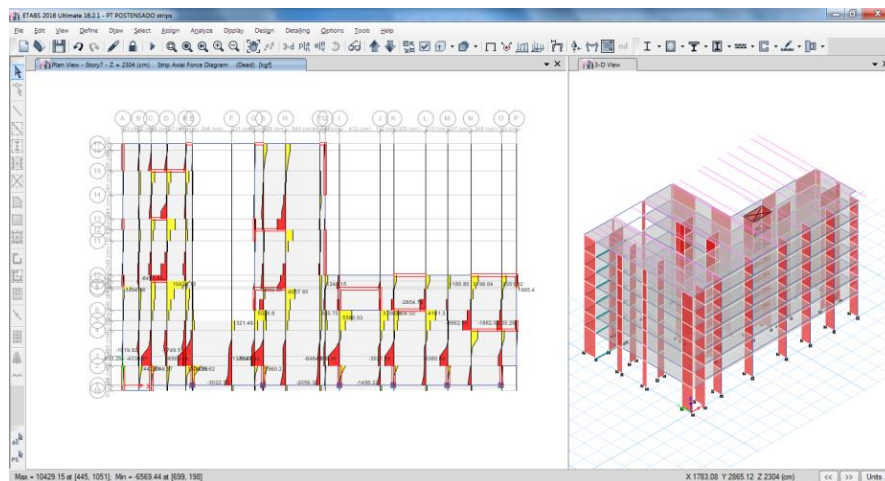


FIGURA 53: Diagrama de Cortantes 2 Postensado
Fuente: Fuente Propia

Cuadro resumen de Cortantes

Tabla 9: Tabla de Comparativo Cortante 2 Maciza - Postensado

| Losas maciza | Losas postensada |
|--------------|------------------|
| 827.71 Kg | 487.01 Kg |

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 9 al igual que la tabla 8, muestra una reducción considerable al agregar más cable en la zona crítica, por lo tanto, podemos deducir que a medida se agregue cables la reducción seguirá reduciéndose.

Para cumplir con lo indicado en la norma la Relación de Demanda/Capacidad debe ser inferior a 1.0, lo que indica que el diseño está bien en forma de verificación a largo plazo, la imagen significa que la demanda debido a las cargas por las que es requerida la losa no es mayor a la capacidad de la losa, tal como lo refleja en la figura 54.

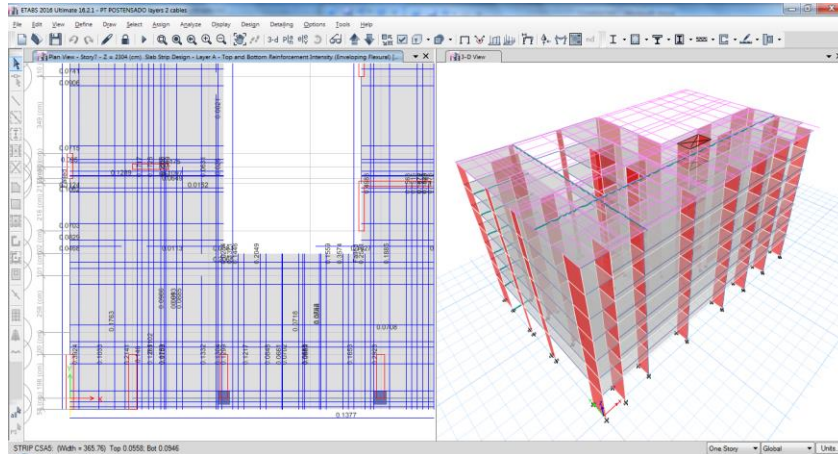


Figura 54: Verificación de cortantes
Fuente: Fuente Propia

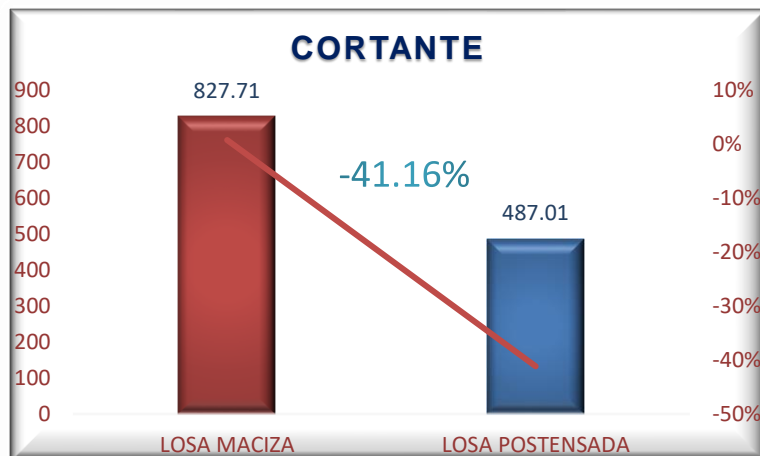


Figura 55: Comparativo Cortante Macizo 2 Postensado
Fuente: Fuente Propia

Interpretación: En la figura 55 se pudo ver la Reducción de esfuerzos cortantes de la losa postensada en un 41.16%, por lo tanto, se determinó que la reducción de la cortante es proporcional a la cantidad de cable postensado que se incluya en el diseño, en la zona critica se pudo lograr una reducción mayor con respecto a la que se obtuvo en la imagen 39, pasando de un 11.16% a un 41.16%.

V. DISCUSIONES

RESULTADO: Los esfuerzos por corte con postensado adherido se reducen.

Antecedente: Viviescas A., Herrera L. y Arenas J. (2017), en su investigación el rango de mejora los esfuerzos cortantes en un margen de 5% - 28%, lo que también pudimos constatar ya que nuestros valores de mejora obtenidos están dentro de ese rango en un inicio.

Hipótesis 1: Incluir al Diseño el sistema postensado adherido reduce el Esfuerzo Cortante en comparación de losas macizas tradicionales para el hotel Budget, Miraflores-2019. Mediante del Análisis del diseño estructural con el Etabs se afirma que la cortante se logra reducir al incluir en el diseño de la estructura de la losa.

Pregunta 1: ¿En cuánto se reduce el Esfuerzo Cortante en la losa maciza tradicional incluyendo en el diseño el sistema postensado adherido para el hotel Budget, Miraflores-2019?, al finalizar con el análisis se pudo determinar que la cortante se reduce en un 11.16%, al agregar cable esta reducción aumenta en un 41.16%

Consideración 1: La hipótesis en caso de la cortante es afirmativa ya que la losa con sistema postensado adherido, el esfuerzo cortante se redujo en un 11.16% con respecto a la losa maciza. En el segundo diseño agregando más cable en la zona crítica obtuvimos que los esfuerzos por corte se reducen en un 41.16%.

RESULTADO: Los esfuerzos por flexión con postensado adherido se reducen.

Antecedente: Agreso A., Sarmiento S. y Viviescas A. (2016), en su Investigación los esfuerzos a flexión mejoraron en un 10.25%, en nuestra investigación pudimos reducir en un porcentaje similar al obtenido por el autor. Vargas A. y Jara J. (2015), en su investigación al igual que esta investigación se pudo demostrar que los beneficios estructurales del postensado son mejores que la de la losa maciza.

Hipótesis 2: Incluir en el Diseño el sistema postensado adherido reduce el Esfuerzo de Flexión y Contracción en comparación de losas macizas tradicionales para el hotel Budget, Miraflores-2019. Por medio del diseño y el posterior análisis se confirmó que la inclusión de cable postensado reduce los esfuerzos a flexión.

Pregunta 2: ¿En cuánto se reduce el Esfuerzo de Flexión en la losa maciza tradicional incluyendo en el diseño el sistema postensado adherido para el hotel Budget, Miraflores-2019?, al momento que se realizó el análisis la estructura de la losa con el postensado adherido se pudo reducir en un 18.22% la flexión, esto se

repotencia al agregar cable en la zona crítica ya que pudimos reducir aún más la flexión llegando a un 45.93%

Consideración 2: Al realizar el diseño se pudo reducir el esfuerzo a flexión ya que los tendones del postensado tienen como particularidad de absorber los momentos de las losas, es decir que al agregar cable podremos seguir reduciéndolo.

RESULTADO: Las deflexiones con postensado adherido aumentaron.

Antecedentes: Khattab S., Mohammed H. y Taha K. (2018), en su Investigación, si se logró disminuir la deflexión, cabe precisar que esta estructura es de mayor envergadura que el proyecto de la presente investigación. Viviescas A., Herrera L. y Arenas J. (2017), en su Investigación pudo reducir en un rango de 5% y 28%, obteniendo una deflexión máxima con postensado de 0.312cm, en la presente investigación pudimos obtener 0.9833cm. Quilumba M. (2015), en su investigación, pudo obtener una deformación máxima de 1.10cm, los resultados obtenidos en la presente investigación resultó 0.9833.

Hipótesis 3: Incluir al Diseño el sistema postensado adherido aumenta las deflexiones en comparación de losas macizas tradicionales para el hotel Budget, Miraflores-2019. Por medio del análisis de la estructura modelada en el Etabs, se pudo negar la hipótesis ya que se pudo llegar a reducir las deformaciones.

Pregunta 3: ¿En cuánto se reduce las deflexiones en la losa maciza tradicional incluyendo en el diseño el sistema postensado adherido para el hotel Budget, Miraflores-2019?, mediante el análisis se incrementó en un 29.33% y a pesar que se agregó más cable en la zona crítica obteniendo 29.15% no se pudo lograr una reducción.

Consideración 3: Aumentaron las deformaciones para el sistema de losas con sistema postensado adherido en un 29.33%-29.15%, debido a que el cálculo de la deformación de la losa está en función del peralte de las losas y a su resistencia.

RESULTADO: La cortante basal usando postensado adherido se redujo.

Antecedente: Laverde J. y Castrillón F. (2016), en su investigación reduce el volumen del concreto en un 13.8%, lo que se puede interpretar que el peso disminuye en el mismo porcentaje si se considera solo el concreto. Vizueta A. Y Pabon C. (2019), en su investigación pudo obtener el coeficiente de la cortante

basal de 0.1078 y 0.179. Quilumba M. (2015), en su investigación obtuvo 183.81 ton para postensado y 293.6 ton para losa maciza, lo que resulta un 59.73% de reducción, la presente investigación obtuvo 12.30%.

Hipótesis 4: Incluir en el Diseño el sistema postensado adherido reduce la cortante Basal en comparación de losas macizas tradicional para el hotel Budget, Miraflores-2019. En base al análisis del diseño con postensado, se pudo afirmar la hipótesis ya que si se logró poder reducir la cortante usando postensado adherido.

Pregunta 4: ¿En Cuánto se reduce la cortante basal en la losa maciza tradicional incluyendo en el diseño el sistema postensado adherido para el hotel Budget, Miraflores-2019?, en base a los resultados que se obtuvieron en el análisis del diseño se logró reducir en un 12.30% la cortante basal.

Consideración 4: La Cortante basal comparándola con el sistema postensado y el sistema de losas macizas tradicional para el cálculo son relativamente los mismos datos, lo único que cambia entre una y otra es el peso, en este caso analizamos la torre donde se obtuvo que se reduce el peso de la edificación usando el postensado reduce en un 11.38%, esto lleva a que en el cálculo de la cortante basal se reduzca en 12.30% con respecto a las losas macizas con sistema tradicional.

VI. CONCLUSIONES

Diseño de Losa Maciza con sistema Postensado adherido para el Hotel Ibis Budget, Miraflores-2019.

Objetivo general, se evaluó tanto la composición como el comportamiento estructural de la losa maciza tradicional vs el de losa postensado adherido, observando en el sistema de losas postensadas un mejor comportamiento sísmico ya que se redujo el peso de la edificación lo cual hace que las fuerzas sísmicas por nivel también se reduzcan, generando menores desplazamientos ante un eventual fenómeno sísmico en el sistema de losas con el sistema postensado adherido para el Hotel Ibis Budget, Miraflores-2019.

Objetivo específico 1, Se determinó y comparo los esfuerzos cortantes de la losa maciza tradicional y el de losa con postensado adherido concluyendo que los esfuerzos por corte se reducen en un 11.16%, además tal como se vio al agregar cables en la zona crítica los esfuerzos de corte se redujeron aún más llegando a una reducción del 41.16%. Esto es producto de la reducción del peralte de la losa maciza, así como fue incluir los cables de alta resistencia que en comparación con el acero de construcción brindan mejor comportamiento y compensan la reducción del peralte para el Hotel Ibis Budget, Miraflores-2019.

Objetivo específico 2, Se determinó y comparo los esfuerzos de Flexión y Contracción de la losa maciza tradicional y el de losa con postensado adherido concluyendo que el esfuerzo por flexión se redujo en un 18.22%. Esto se debe a que la mayor parte de los momentos generados por la losa los absorben los tendones de alta resistencia del sistema de losas postensado. Además, se pudo determinar que a medida que agregamos cable el esfuerzo por flexión se sigue reduciendo, en la zona crítica llegamos a una reducción de 45.93%.

Objetivo específico 3, Se determinó y comparo las deflexiones de la losa maciza tradicional y el de losa con postensado adherido concluyendo que las deformaciones aumentan en 29.33%. Se evaluó también agregando cable en la

zona crítica, pero aun así se obtuvo un aumento de la deflexión del 29.15%. Esto debido a que el cálculo de la flecha está en función al peralte de la losa y a la resistencia a la compresión.

Objetivo específico 4. Se determinó y comparo los resultados del cálculo de la cortante basal de la losa maciza tradicional y el de la losa con postensado adherido concluyendo que se reducen en un 12.30% tanto para X y para Y. Esto debido a que el cálculo está en función al peso de la edificación que también se redujo en un 11.38%, es decir que la cortante basal se reducirá a medida que baja el peso de la edificación.

VII. RECOMENDACIONES

Objetivo específico 1, En la presente investigación se recomienda utilizar la losa con postensado adherido para el Hotel Ibis Budget, Miraflores-2019. Ya que con este sistema los esfuerzos por corte se redujeron en un 11.16%, esta reducción podría seguir aumentando a medida que se agreguen más cables, en el cual para la zona crítica se obtuvo una reducción de 41.16%, además también se recomienda realizar una evaluación costo beneficio al usar la losas postensada adherido, ya que también reduce la altura de la edificación, la cantidad de vigas, y el tiempo de ejecución.

Objetivo específico 2, En la presente investigación se recomienda utilizar el sistema de losas con postensado adherido para el Hotel Ibis Budget, Miraflores-2019. Ya que con este sistema los esfuerzos por flexión se redujeron en un 29.33%. Esta reducción podría ser mayor y llegar hasta una reducción del 45.93%, pero todo esto llevaría a un costo más elevado. Además, recomendamos tomar en cuenta que, al usar diámetro de refuerzos menores con el postensado, el costo también se vería reflejado, además que el peso de la reducción de las varillas de refuerzos también se vería reflejados en el peso.

Objetivo específico 3, En la presente investigación se recomienda utilizar el sistema de losas con postensado adherido para el Hotel Ibis Budget, Miraflores-2019. Ya que a pesar que hay un aumento de la deformación del 29.33%, la cortante, la flexión, el peso y la cortante basal se reducen con el postensado. Además, se debe mencionar que a pesar que el postensado no mejora la deformación si cumple con lo solicitado en la norma, además podemos indicar que debido a que este resultado ocurre en la zona crítica podríamos aumentar la cantidad de cables o agregar alguna viga que compense la deformación en la zona crítica, todo este análisis se podría proponer para futuras Investigaciones, también podríamos recomendar aumentar la resistencia de la losa, que actualmente es de 280, y por ultimo podríamos agregar el acero en tracción ya que a mayor acero en tracción las deflexiones disminuyen.

Objetivo específico 4, En la presente investigación se recomienda utilizar el sistema de losas con postensado adherido para el Hotel Ibis Budget, Miraflores-2019. Ya que la cortante basal se redujo en un 12.30% así también debido a la reducción del peralte el peso se redujo en un 11.38%. también podremos tener en cuenta que la reducción del peso llevaría a un diseño de la cimentación más favorable, ya que está ligada al peso de la estructura.

REFERENCIAS

1. VARGAS, Angie, JARA, Jimmy, "Análisis y diseño comparativo en la aplicación de concreto reforzado y concreto Presforzado – postensado para la construcción del puente quebrada honda en el distrito de yarabamba-arequipa". Tesis de Licenciatura, Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú,2015. <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/2148>
2. BARRIENTOS, Julio, "Mejoramiento en tiempo, costos y productividad para la ejecución de una edificación de oficinas usando losas postensadas frente a una losa tradicional". Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Federico Villareal, Lima, Peru,2018. <http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/2238/BARRIENTOS%20MALPARTIDA%20JULIO%20CESAR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
3. GONZALEZ, Alejandro, HERBOZO, Luis, "Propuesta de peralte de losas postensadas como parte del sistema lateral para edificios altos con núcleo". Tesis de Licenciatura, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Peru,2019. <http://hdl.handle.net/10757/648672>
4. GALARZA, Joan, GUZMÁN, Jean, "Estudio de Alternativas Para El Techado De Un Edificio De Oficinas". Tesis de Licenciatura, Universidad Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú, 2016. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/7572>
5. LAVERDE, Juan, CASTRILLON, Ernesto, "Barreras constructivas para el uso intensivo de losas postensadas en Edificaciones en Colombia". Tesis de Licenciatura, Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín, Colombia,2016. https://repository.eia.edu.co/bitstream/11190/2024/1/LaverdeJuan_2014_BarrerasConstructivasUso.pdf
6. BRAVO, Jorge, "Diseño de losas postensadas en edificaciones, con aplicación al caso del edificio Parque tecnológico de la universidad de cuenca". Tesis de Licenciatura, Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador, 2015. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/2858>
7. Vizueta, Adolfo, Pabon, Christian, "Estudio comparativo tecnico-economico entre dos modelos de edificios de diez pisos: sistema dual de estructura de hormigón armado con losa postensada sin adherencia y estructura de acero

- con losa compuesta tipo plataforma de acero*". Tesis de Licenciatura, Escuela Politécnica Nacional de Ecuador, Quito, Ecuador, 2019.
<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20158>
8. Quilumba, Marco, *"Análisis y diseño de losa de hormigón armado con elementos Postensados"*. Tesis de Licenciatura, Universidad técnica de Ambato Ecuador, Ambato, Ecuador, 2015.
<http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/11819>
 9. VIVIESCAS A., HERRERA L. y ARENAS J. *"Determination of resistant capacity of post-tensioned beam-slab concrete bridges using ambient vibration testing: A case study of El Ramo bridge"*. INGE CUC, vol. 13 no. 1, pp. 2-10 enero – Junio, 2017. ISSN 0122-6517.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5880494.pdf>
 10. AGRESO A., SARMIENTO S. Y VIVIESCAS A., *"Evaluation of Bending Stiffness in Prestressed Concrete Beam and Slab Bridges Based on Load Testing. Case Study: La Parroquia Bridge, La Renta - San Vicente de Chucurí Road"*, UIS Ingenierías, vol. 15, no. 2, pp. 145-159, Jul-Dic 2016. ISSN: 1657-4583.
<https://www.researchgate.net/publication/313019339> Evaluacion de la rigidez a flexion de puentes de viga y losa en concreto presforzado a partir de pruebas de carga Caso de estudio Puente La Parroquia via La Renta - San Vicente de Chucuri
 11. CHUNG K., PARK J., KIM Y. Y KIM D., *"Application of Post-Tension Technology on Tall Buildings"*, International Journal of High-Rise Buildings. International Journal of High-Rise Buildings September 2017, Vol 6, No 3, 285-296, 2017. ISSN; 22889930- 22347224.
<https://global.ctbuh.org/resources/papers/download/3403-application-of-post-tension-technology-on-tall-buildings.pdf>
 12. KHATTAB S., MOHAMMED H. Y TAHA K., *"Finite Element Modeling of Post-Tensioned Two-Way Concrete Slabs under Flexural Loading"*, Civil Engineering Journal, Vol. 4, No. 1, Iraq, 2018. ISSN; 2676- 6957.
<https://www.researchgate.net/publication/323001679> Finite Element Modeling of Post-Tensioned Two-Way Concrete Slabs under Flexural Loading

13. Post Tensing Institute, Post Tensioning Institute,2006. <https://www.post-tensioning.org/education/publications/ptijournalarticles.aspx>
14. PAWAN, Rodrigo, Sistemas de postensado en la construcción, 2006. http://www.fadu.edu.uy/tesinas/files/2012/08/TESINA_Fernanda-Morales_Anah%C3%AD-Torres-Pardo_Hormig%C3%B3n-Pretesado-y-Postesado.pdf
15. The Concrete Society, Technical Report 43:Post-tensioned concrete floors. Design Handbook, 2nd Ed. 2005.<https://vdocuments.mx/post-tensioned-concrete-floors-tr43.html>
16. REGLAMENTO Nacional de Edificaciones (Perú). E.060, 2006. http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060_CONCRETO_ARMADO.pdf
17. REGLAMENTO Nacional de Edificaciones (Perú). E.020, 2006. <https://ww3.vivienda.gob.pe/DGPRVU/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20III%20Edificaciones/50%20E.020%20CARGAS.pdf>
18. REGLAMENTO Nacional de Edificaciones (Perú). E.030, 2006. <http://www3.vivienda.gob.pe/dgprvu/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20III%20Edificaciones/51%20E.030%20DISENO%20SISMORRESISTENTE.pdf>
19. ACI 318-08, A. C.Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 310-08). En A. C. ACI 318-08, Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 310-08),2008. https://www.oaxaca.gob.mx/sinfra/wp-content/uploads/sites/14/2016/02/ACI_318_2005.pdf
20. RANZI G., & OSTINELLI A. Ultimate Behaviour and Design of Post-Tensioned composite Slabs. Engineering Structures, 150, pp. (711-718), 2017. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2017.07.075>
21. BELLIDO, José. Elementos Pre y Postensados de concreto, bases de diseño, control en obra. Santiago, Chile, pp (12-13),2002. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/bmfcig261e/doc/bmfcig261e.pdf>
22. CONSTRUCTIVO, Edificio El Golf 2001. Losas Postensadas con Adherencia,pp 15,2013.<https://biblioteca.cchc.cl/datafiles/16107.pdf>
23. SÜLEYMANOĞLU H., UZEL A., ARSLAN G. Use of Post-tensioned Concrete Slabs for Sustainable Design of Buildings. In: Hordijk D., Luković M. (eds) High Tech Concrete: Where Technology and Engineering Meet, pp. (2390-2395).

- Istambul: Springer, Cham, 2018.
https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-59471-2_272
24. CLÉMENT, PINHO amos, A., FERNÁNDEZ, M., & Muttoni, A. Influence of prestressing on the punching strength of post-tensioned slabs. 2014.
<https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2014.04.034>.
 25. ARTHUR, Nilson (2017) Libro de Diseño de estructuras de concreto presforzado. <https://aportealaingcivil.blogspot.com/2017/03/libro-de-diseno-de-estructuras-de.html>
 26. ROMO, Fernando. Fundamentos y Ecuaciones para diseño de Hormigón Pretensado, pp. (36),2013.
<http://192.188.53.14/bitstream/23000/1692/1/103314.pdf>
 27. VSL Perú SAC. "Manual de Instalación para Losas Postensadas", Lima 2013.
<https://es.scribd.com/document/453369725/Manual-LPT-R10>
 28. VALLECILLA, Andrea, Puentes en concreto postensado: Teoría y práctica, 2a ed. Bogotá: Ed. Bauen,pp 36,2014.
<https://isbn.cloud/9789584450487/puentes-en-concreto-postensado-teoria-y-practica/>
 29. SOTOMAYOR, Álvarez. Diseño Estructural de un Edificio de Aulas – Laboratorio de Concreto Armado y evaluación Económica del uso de Vigas Postensadas. Título de ingeniero civil, Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, pp 25,2016.
<http://hdl.handle.net/20.500.12404/6622>
 30. CSI (Computers and Structures Inc.). ETABS 2016: Integrated analysis, design and drafting of building systems. Walnut Creek, CA, USA (2016).
https://www.academia.edu/7626677/ETABS_Integrated_Building_Design_Software_User_Interface_Reference_Manual
 31. SAAVEDRA, Carlos, verificación de la Cortante Basal. Lima, pp (36-45),2015. <https://saavedraonline.wordpress.com/2016/10/29/verificacion-del-cortante-basal-seguncovenin-1756-2001/>
 32. Herrera, C., Rodriguez, H., Gomez, J. y Bolaño, M."Esfuerzos y deflexiones en vigas", pp. (25-36), 2018.<https://www.researchgate.net/publication/328552987>

33. Nilson, A. Concreto reforzado un enfoque básico. México: Prentice-Hall Hispanoamericana, 1999. <https://vagosdeunisucrev2.files.wordpress.com/2016/11/158964289-concreto-reforzado-un-enfoque-basico-edward-g-nawy-pdf.pdf>
34. ESPERANZA, Lourdes. Aspectos Fundamentales Del Concreto Presforzado, pp 25, 2016. <http://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/3828>
35. PRATIM, Roy. Prestressed Concrete in Building: Advantages and Economics. ADAPT International, pp. (72), 2016. https://www.researchgate.net/publication/270482699_Structural_and_Economic_Benefits_of_PrecastPrestressed_Concrete_Construction
36. KELLEY, G.S., "Prestress Losses in Post-Tensioned Structures, PTI Technical Notes, No. 10", Sept. 2000, 6 pp. <https://www.post-tensioning.org/Portals/13/Files/Pdfs/Education/Technote10.pdf>
37. B BEHAR, D. *Metodología de la investigación*. ISBN: 978- 959 – 212 – 783-7, 2008.
38. GONZÁLEZ, PE. El método cuasi experimental. [Fecha de acceso 15/10/2020]. Disponible en: <http://www.ur.mx/ur/fachycs/maestros/claudiap/1.htm>
39. DELFINA, Juan. Tesis Análisis y diseño de edificio habitacional a base de losas postensadas, México, pp 35, 2009. <http://tesis.ipn.mx:8080/xmlui/handle/123456789/4577>
40. MONGE, Carlos, Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa, 2011.
41. CROSS, Edward. Post-tensioning in building structures, pp.(30), 2014 https://www.structuraltechnologies.com/wp-content/uploads/2018/02/PT_Buildings.pdf
42. AALAMI, B.O., Deflection of Concrete Floor Systems for Serviceability, ADAPT Corporation, Redwood City, pp 28, 2008. <https://pdf4pro.com/amp/view/deflection-of-concrete-floor-systems-for-serviceability-4918d1.html>

43. GATICA, María. “*Estudio Comparativo Entre Losa Tradicional De Concreto Armado y Losa Postensada Con Adherencia Santiago de Chile*”, pp (12),2009.
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/bmfcig261e/doc/bmfcig261e.pdf>
44. WEIERS, Albert, Estructura poblacional y demografía genética en poblaciones, pp (85), 2006.
45. HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la investigación, pp. (35), 2010.
46. PIMIEN, Lastra. Investigación sobre muestra.2012.
<https://issuu.com/maiquim.floresm./docs/259310380-metodologia-de-la-investi>
47. CORTES, Mario, e IGLESIAS, Miguel. “*Generalidades sobre Metodología de la Investigación*”. Universidad Autónoma del Carmen. México. ISBN: 968-6624-87-2.
http://www.unacar.mx/contenido/gaceta/ediciones/metodologia_investigacion.pdf
48. GIANLUCA Ranzi, SAFAT Al-Deen, GUY Hollingum, TIMOTHY Hone, SUBO Gowripalan, BRIAN Uy, An experimental study on the ultimate behaviour of simply-supported post-tensioned composite slabs,Journal of Constructional Steel Research,Volume 89,pp.(293-306),ISSN 0143-974X, 2013.
<https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2013.07.013>.

Anexo 1

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

Anexo 2

| Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S" | | | | |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|
| SUELO ZONA | 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 |

Anexo 3

| Tabla N° 4 PERÍODOS "T_P" Y "T_L" | | | | |
|--|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Perfil de suelo | | | |
| | S ₀ | S ₁ | S ₂ | S ₃ |
| T _P (s) | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 1,0 |
| T _L (s) | 3,0 | 2,5 | 2,0 | 1,6 |

Anexo 4

| Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U" | | |
|---|--|-----------------|
| CATEGORÍA | DESCRIPCIÓN | FACTOR <i>U</i> |
| A Edificaciones Esenciales | A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud. | Ver nota 1 |
| | <p>A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. <p>Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades.</p> <p>Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos.</p> <p>Edificios que almacenen archivos e información</p> | 1,5 |
| | esencial del Estado. | |
| B Edificaciones Importantes | <p>Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas.</p> <p>También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.</p> | 1,3 |
| C Edificaciones Comunes | Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes. | 1,0 |
| D Edificaciones Temporales | Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares. | Ver nota 2 |

Anexo 5

| Tabla N° 6 | | |
|---|-------------|---|
| CATEGORÍA Y SISTEMA ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES | | |
| Categoría de la Edificación | Zona | Sistema Estructural |
| A1 | 4 y 3 | Aislamiento Sísmico con cualquier sistema estructural. |
| | 2 y 1 | Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada. |
| A2 (*) | 4, 3 y 2 | Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada. |
| | 1 | Cualquier sistema. |
| B | 4, 3 y 2 | Estructuras de acero tipo SMF, IMF, SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Pórticos, Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada. Estructuras de madera |
| | 1 | Cualquier sistema. |
| C | 4, 3, 2 y 1 | Cualquier sistema. |

Anexo 6

| Tabla N° 7 | |
|--|--|
| SISTEMAS ESTRUCTURALES | |
| Sistema Estructural | Coefficiente Básico de Reducción R_0 (*) |
| Acero: | |
| Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF) | 8 |
| Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF) | 7 |
| Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF) | 6 |
| Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF) | 8 |
| Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF) | 6 |
| Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF) | 8 |
| Concreto Armado: | |
| Pórticos | 8 |
| Dual | 7 |
| De muros estructurales | 6 |
| Muros de ductilidad limitada | 4 |
| Albañilería Armada o Confinada. | 3 |
| Madera (Por esfuerzos admisibles) | 7 |

Anexo 7

| Tabla N° 8 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA | Factor de Irregularidad I_a |
|---|---|
| <p>Irregularidad de Rigidez – Piso Blando Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,4 veces el correspondiente valor en el entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,25 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.</p> <p>Irregularidades de Resistencia – Piso Débil Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p> | 0,75 |
| <p>Irregularidad Extrema de Rigidez (Ver Tabla N° 10) Se considera que existe irregularidad extrema en la rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,6 veces el correspondiente valor del entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,4 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.</p> <p>Irregularidad Extrema de Resistencia (Ver Tabla N° 10) Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p> | 0,50 |
| <p>Irregularidad de Masa o Peso Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el numeral 4.3, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p> | 0,90 |
| <p>Irregularidad Geométrica Vertical La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p> | 0,90 |
| <p>Discontinuidad en los Sistemas Resistentes Se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más de 10 % de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25 % de la correspondiente dimensión del elemento.</p> | 0,80 |

Anexo 8

| <p align="center">Tabla N° 9 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA</p> | <p align="center">Factor de Irregularidad I_p</p> |
|---|---|
| <p>Irregularidad Torsional Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental ($\Delta_{m\acute{a}x}$), es mayor que 1,2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{CM}). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.</p> | <p align="center">0,75</p> |
| <p>Irregularidad Torsional Extrema (Ver Tabla N° 10) Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental ($\Delta_{m\acute{a}x}$), es mayor que 1,5 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{CM}). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.</p> | <p align="center">0,60</p> |
| <p>Esquinas Entrantes La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20 % de la correspondiente dimensión total en planta.</p> | <p align="center">0,90</p> |
| <p>Discontinuidad del Diafragma La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50 % del área bruta del diafragma. También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25 % del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.</p> | <p align="center">0,85</p> |
| <p>Sistemas no Paralelos Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10 % de la fuerza cortante del piso.</p> | <p align="center">0,90</p> |

Anexo 9

| Tabla N° 10 | | |
|---|----------|---|
| CATEGORÍA Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES | | |
| Categoría de la Edificación | Zona | Restricciones |
| A1 y A2 | 4, 3 y 2 | No se permiten irregularidades |
| | 1 | No se permiten irregularidades extremas |
| B | 4, 3 y 2 | No se permiten irregularidades extremas |
| | 1 | Sin restricciones |
| C | 4 y 3 | No se permiten irregularidades extremas |
| | 2 | No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m de altura total |
| | 1 | Sin restricciones |

Anexo 10

TABLA 9.2
DEFLEXIONES MÁXIMAS ADMISIBLES

| Tipo de elemento | Deflexión considerada | Límite de deflexión |
|--|--|---------------------|
| Techos planos que no soporten ni estén ligados a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes. | Deflexión inmediata debida a la carga viva | $l/180^*$ |
| Pisos que no soporten ni estén ligados a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes. | Deflexión inmediata debida a la carga viva | $l/360$ |
| Pisos o techos que soporten o estén ligados a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes. | La parte de la deflexión total que ocurre después de la unión de los elementos no estructurales (la suma de la deflexión a largo plazo debida a todas las cargas permanentes, y la deflexión inmediata debida a cualquier carga viva adicional)† | $l/480‡$ |
| Pisos o techos que soporten o estén ligados a elementos no estructurales no susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes. | | $l/240§$ |

Anexo 11

**TABLA 9.3
ESPEORES MÍNIMOS DE LOSAS SIN VIGAS INTERIORES***

| f_y MPa † | Sin ábacos ‡ | | | Con ábacos ‡ | | |
|----------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| | Paneles exteriores | | Paneles interiores | Paneles exteriores | | Paneles interiores |
| | Sin vigas de borde | Con vigas de borde § | | Sin vigas de borde | Con vigas de borde § | |
| 280 | $\frac{\ell_n}{33}$ | $\frac{\ell_n}{36}$ | $\frac{\ell_n}{36}$ | $\frac{\ell_n}{36}$ | $\frac{\ell_n}{40}$ | $\frac{\ell_n}{40}$ |
| 420 | $\frac{\ell_n}{30}$ | $\frac{\ell_n}{33}$ | $\frac{\ell_n}{33}$ | $\frac{\ell_n}{33}$ | $\frac{\ell_n}{36}$ | $\frac{\ell_n}{36}$ |
| 520 | $\frac{\ell_n}{28}$ | $\frac{\ell_n}{31}$ | $\frac{\ell_n}{31}$ | $\frac{\ell_n}{31}$ | $\frac{\ell_n}{34}$ | $\frac{\ell_n}{34}$ |

Anexo 12

TABLE 2.2.2-1: RECOMMENDED SPAN/DEPTH RATIOS

| | Continuous Spans | | Simple Spans | |
|--|------------------|-------|--------------|-------|
| | Roof | Floor | Roof | Floor |
| One-way solid slabs | 50 | 45 | 45 | 40 |
| Two-way solid slabs (supported on columns only) | 45-48 | 40-45 | -- | -- |
| Two-way waffle slabs (1m pans) | 40 | 35 | 35 | 30 |
| Beams | 35 | 30 | 30 | 26 |
| One-way joists | 42 | 38 | 38 | 35 |

Note: The above ratios may be increased if calculations verify that deflection, camber, and vibrations are not objectionable.

Anexo 13



INFORME N° C122/2019

ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO
Norma Técnica Peruana 339.034 - American Society for Testing and Materials C-39

| | |
|-------------------|--|
| Peticionario: | HV - CONTRATISTAS S.A. |
| Proyecto/Obra: | HOTEL IBIS |
| Ubicación: | AV. BOLIVAR 172 MIRAFLORES |
| Elemento: | LOSA TECHO EJES C-1/2-13 PISO 02 |
| Atención: | Ing. Liliana Maza |
| Fecha de ensayo: | 14/08/2019 |
| Fecha de emisión: | 14/08/2019 |
| Observaciones: | <ul style="list-style-type: none"> - Muestra proporcionada e identificada por el Peticionario. - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad. - El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados. |

| | | |
|-----------------------------|---------------------|---------------------------------------|
| DATOS DE PRENSA | | |
| Marca : ELE - INTERNATIONAL | Modelo : 39-2690/06 | N° de serie del equipo: 36-0650-10002 |

| N° | DESCRIPCIÓN | f'c Diseño (kg/cm ²) | N° DE GUIA | FECHA DE MUESTREO | FECHA DE ENSAYO | EDAD (DÍAS) | PROMEDIO DE DIAMETRO (cm) | ÁREA (cm ²) | TIPO DE FALLA | CARGA (kg) | RESISTENCIA (kg/cm ²) |
|----|----------------------------------|--|-------------|-------------------|-----------------|-------------|---------------------------|-------------------------|---------------|------------|-----------------------------------|
| 1 | LOSA TECHO EJES C-1/2-13 PISO 02 | 280 | 059-0116241 | 17/07/2019 | 21/07/2019 | 4 | 10 | 80 | 2 | 18591 | 232 |
| 2 | | | | | | | 10 | 80 | 3 | 18730 | 234 |
| 3 | | | | | | | 10 | 80 | 3 | 18625 | 233 |
| 4 | | | | | 24/07/2019 | 7 | 10 | 80 | 3 | 21273 | 266 |
| 5 | | | | | | | 10 | 80 | 2 | 20911 | 261 |
| 6 | | | | | | | 10 | 80 | 5 | 21412 | 268 |
| 7 | | | | | 14/08/2019 | 28 | 10 | 80 | 3 | 24477 | 306 |
| 8 | | | | | | | 10 | 80 | 3 | 25905 | 324 |
| 9 | | | | | | | 10 | 80 | 3 | 24352 | 304 |


 TECNOLOGIA Y LABORATORIO S.A.C.
 CIP. 157195
 Ing. Rosaluz Gonzalez Uribe
 Jefe de Laboratorio



ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS
HOTEL IBIS BUDGET
MIRAFLORES, LIMA

Estudio No M4645
Lima, Setiembre de 2016



En la calicata C- 3, se encontró bajo la capa superior de relleno, una capa de 0.60 m de espesor de relleno antiguo constituida por grava arenosa, limosa, medianamente densa.

Bajo las capas de relleno indicadas, a partir de profundidades comprendidas entre 0.40 y 2.00 m, subyace un depósito de grava arenosa, mal graduada, con piedras y bolones redondeados de 10 pulgadas de tamaño máximo, cuya densidad relativa tiende a aumentar con la profundidad, encontrándose en estado suelto a medianamente denso hasta profundidades comprendidas entre 2.00 y 2.60 m, en estado medianamente denso hasta profundidades comprendidas entre 4.00 y 4.50 m, y en estado medianamente denso a denso hasta el límite de la profundidad investigada (10.00 m).

En las calicatas excavadas no se detectó el nivel de la napa freática.

Recomendaciones para la Cimentación

- Tipo de cimentación: convencional por medio de zapatas y/o cimientos corridos.
- Material sobre el cual debe apoyarse la cimentación: grava arenosa, medianamente densa a densa.
- Profundidad mínima de cimentación: $D_f \text{ mín} = 1.00 \text{ m}$ por debajo del piso del sótano inferior.
- Presión admisible: $q_a = 5.50 \text{ Kg/cm}^2$.
- Asentamiento total tolerable considerado en los cálculos: $\delta = 2.50 \text{ cm}$.
- Factor de seguridad por esfuerzo cortante: $FS > 3$.
- Tipo de suelo según la Norma Técnica de Edificación E030: Diseño Sismorresistente: S_1
- Factor de suelo: $S = 1.0$
- Periodos Predominantes de Vibración $T_p = 0.4 \text{ s}$ y $T_1 = 2.5 \text{ s}$
- Factor de Zona: $Z = 0.45$.
- Recomendaciones adicionales:
 - En el caso que al nivel de cimentación se encuentre un lente o bolsón de suelos finos (arena, arcilla y/o limo) o de grava sin matriz arenosa suelta, deberá profundizarse la

ANEXO: MATRIZ DE CONSISTENCIA

“DISEÑO DE LOSA MACIZA CON SISTEMA POSTENSADO ADHERIDO PARA EL HOTEL IBIS BUDGET, MIRAFLORES-2019”

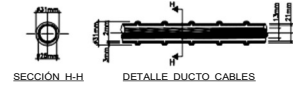
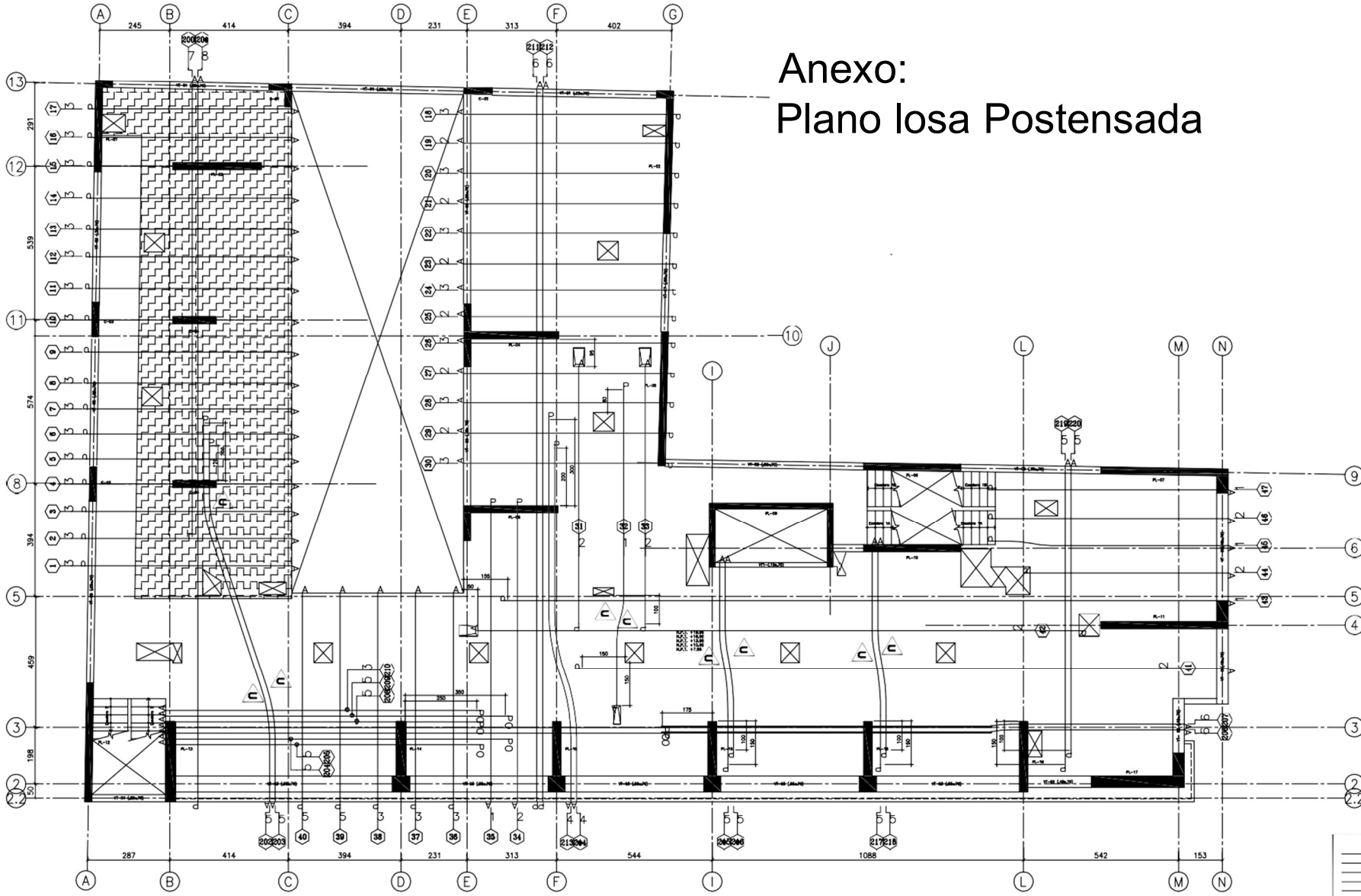
| PROBLEMA GENERAL | OBJETIVO GENERAL | HIPOTESIS GENERAL | VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES | DISEÑO METODOLOGICO |
|---|--|--|--|----------------------------|--|---|
| ¿El Sistema de losa con postensado adherido, mejora la composición y comportamiento estructural en comparación con el de la losa maciza tradicional en el Hotel Ibis Budget, Miraflores-2019? | Determinar y comparar la composición, así como el comportamiento estructural de la losa maciza con postensado adherido con la losa maciza tradicional en el Hotel Ibis Budget, Miraflores-2019 | Incluir en el Diseño de la losa maciza el postensado adherido, mejora la composición y el comportamiento estructural en comparación de la losa maciza tradicional en el Hotel Ibis Budget, Miraflores-2019 | Dependiente: Losa maciza | Comportamiento Estructural | - Esfuerzos Cortante. - Esfuerzos de Flexión y Contracción. - Deflexiones. - Cortante Basal | Tipo de estudio Aplicada y de enfoque cuantitativo. Diseño: Cuasi Experimental Área de estudio: Hotel Ibis Budget, Miraflores-2019. Población: Edificaciones con losas macizas y sistema de postensado adherido. Muestra Hotel Ibis Budget, Miraflores-2019 Instrumentos: - Expediente Técnico - Cálculos manuales según requerimientos del ACI-318. - Resultados del software ETABS |
| PROBLEMAS ESPECIFICOS | OBJETIVOS ESPECIFICOS | HIPOTESIS ESPECIFICAS | | | | |
| ¿En cuánto se reduce el Esfuerzo Cortante en la losa maciza tradicional incluyendo en el diseño el postensado adherido para el hotel Budget, Miraflores-2019? | Determinar y comparar el Esfuerzo Cortante en el diseño de losa maciza con postensado adherido con la losa maciza tradicional en el Hotel Ibis Budget, Miraflores-2019. | Incluir en el Diseño de la losa maciza el postensado adherido reduce el Esfuerzo Cortante en comparación de la losa maciza tradicional en el hotel Budget, Miraflores-2019 | | | | |
| ¿En cuánto se reduce el Esfuerzo de Flexión en la losa maciza tradicional incluyendo en el diseño el postensado adherido para el hotel Budget, Miraflores-2019? | Determinar y comparar el Esfuerzo de Flexión en el diseño de losa maciza con postensado adherido con la losa maciza tradicional en el Hotel Ibis Budget, Miraflores-2019 | Incluir en el Diseño de la losa maciza el postensado adherido reduce el Esfuerzo de Flexión en comparación de la losa maciza tradicional en el hotel Budget, Miraflores-2019 | Independiente: Sistema Postensado adherido | Comportamiento Estructural | - Esfuerzos Cortante. - Esfuerzos de Flexión y Contracción. - Deflexiones. - Cortante Basal | |
| ¿En cuánto se reduce las deflexiones(deformaciones) en la losa maciza tradicional incluyendo en el diseño el postensado adherido para el hotel Budget, Miraflores-2019? | Determinar y comparar la Deflexión (deformaciones) en el diseño de la losa maciza con postensado adherido con la losa maciza tradicional en el hotel Ibis Budget, Miraflores-2019 | Incluir en el Diseño de la losa maciza el postensado adherido reduce las deflexiones (deformaciones) en comparación de las macizas tradicionales en el hotel Budget, Miraflores-2019 | | | | |
| ¿En cuánto se reduce la cortante basal en la losa maciza tradicional incluyendo en el diseño el postensado adherido para el hotel Budget, Miraflores-2019? | Determinar y comparar la Cortante Basal en el diseño de la losa maciza con postensado adherido con la losa maciza tradicional en el hotel Ibis Budget, Miraflores-2019 | Incluir en el Diseño de la losa maciza el sistema postensado adherido reduce la cortante Basal en comparación de la losa maciza tradicional en el hotel Budget, Miraflores-2019. | | | | |

ANEXO: Matriz de Operacionalización de Variables.

| VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIÓN | INDICADORES | INSTRUMENTO DE MEDIDA |
|--------------------------------|---|---|----------------------------|---|---|
| Diseño de Losa Maciza | Losa maciza es: Un elemento horizontal macizo que tiene la capacidad de recibir y transmitir las cargas actuantes a las columnas o muros que la soportan, otorgando un buen comportamiento estructural. | Tipo de losas estructural que soporta mayores cargas a diferentes de otros sistemas, en las construcciones cumplen un valor importante en el comportamiento sísmico e la estructura | Comportamiento Estructural | - Esfuerzos Cortante. -Esfuerzos de Flexión y Contracción. -Deflexiones. -Cortante Basal | Descriptivo: -Libros que sustenten dicha información - ACI-318S08 |
| Sistema Postensado no Adherido | Según Dr. Alami B. (2014) nos menciona que: Es un sistema de cables estructurales que se colocan en remplazo de acero de refuerzo en que por diseño los cables forman una continua adherencia a lo largo de la estructura, esta adherencia se transmite a través de la lechada de cemento y el ducto adherente. | Este sistema permite grandes luces obviando casi en su totalidad los peraltes de vigas, así como el peralte de losa. Transmitiendo el esfuerzo a través del postensado. | Comportamiento Estructural | - Esfuerzos Cortante. -Esfuerzos de Flexión y Contracción. -Deflexiones. -Cortante Basal | - NTP -Programa especializado de diseño |

| REVISIONES | | |
|------------|-------|--------------|
| # | FECHA | INDICACIONES |
| 1 | | |

Anexo: Plano losa Postensada



| SIMBOLOGÍA. | |
|-------------|---|
| | UN CABLE |
| | DOS CABLES JUNTOS |
| | TRÉS CABLES JUNTOS |
| | CUATRO CABLES JUNTOS |
| | CINCO CABLES JUNTOS |
| | SEIS CABLES JUNTOS |
| | ARQUEADO 90° 45° |
| | EXTREMO FIJO |
| | EXTREMO PARA TENSADO |
| | CABLE ADICIONAL |
| | PUNTO FIJO INTERMEDIO COLOCADO EN CAMPO |
| | ① - NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN DEL GRUPO |
| | C.G.T. - CENTRO DE GRAVEDAD DE LOS CABLES |

| LEYENDA | |
|---------|--------------|
| | LOSA + 20 cm |
| | LOSA + 25 cm |

NOTAS:
1. DURANTE LA CONSTRUCCION NO SE DEBEN HACER GRUPOS CON MAS DE 3 CABLES.
2. NO TRASLAPAR MALLAS AL CENTRO DEL VANO PARA RESPECTAR ALTURA MINIMA.

CURSO DE PROYECTO: **BARCELONA - 7871**
 UBICACION Y NOMBRE DE ARROYO: **AV. PROYECTOR SAN VICENTE / HOTEL 1 ESTRELLA BIS BUDGET**

PRISMA INGENIERIA
 ALVARO GIBALDI M.T.
 PROYECTO: **HOTEL 1 ESTRELLA BIS BUDGET**

UBICACION:
 PLANTA: **PLANTA 2**
 TIPO DE PROYECTO: **ESTRUCTURA**

PROPIETARIO:
INVERSIONES FIBRAFOR S.A.C.

ESTRUCTURA
 PLANO:
PLANO DE CABLES PLANTA TERCERA AL 8º PISO

ETIQUETA:
 - **FINES TUBOS BARRA**
 - **BARRO AZULETA TUBO**
 - **PARQUE CABLE ARQUEADO**

AL RESPONSABLE:
L.L.L.C. M.T.J.

LABOR:
E-32
 FECHA: **AUGUSTO 2017** ESCALA: **1/50**

