



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación técnica y económica del sistema de reforzamiento
estructural de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso,
Callao, 2020

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Limache Gavelán, Eric Adrián (ORCID: 0000-0001-5715-7672)

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

Este trabajo de Investigación está dedicado a mis hijos François y Amy Limache Antonio a mi Pareja Sheyla, por su apoyo condicional y su estima durante el tiempo de mis estudios universitarios.

Así mismo a mi Papa Hugo Efraín Limache Ramírez, por su apoyo incondicional para poder acabar el objetivo principal

Y para mi ángel que siempre están conmigo, Lulu que siempre creyó en mi a pesar de muchas complicaciones que la vida nos dio.

Agradecimiento

Esta tesis si bien he requerido de esfuerzo y mucha dedicación por parte del autor, no hubiese sido posible su finalización sin la cooperación desinteresada de todas y cada una de las personas que a continuación mencionaré, las cuales han sido un soporte muy importante en momentos de angustia y desesperación

Primero y, antes que nada, dar gracias a Dios por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Agradecer hoy y siempre a mi familia que siempre han procurado mi bienestar y que, si no fuese por el esfuerzo realizado por ellos, mis estudios no hubiesen sido posibles; a mi papá, que con sus consejos y experiencia ha ayudado a que se cumplan uno a uno todos los objetivos.

De Igual Manera mi más sincero agradecimiento Lic. Carlos Cox Palomino, por su apoyo condicional para poder brindarme las facilidades para poder realizar la tesis en el municipio donde actualmente es Alcalde de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso.

Paz y Bien

Índice de Contenidos

I. INTRODUCCIÓN.....	11
Formulación del Problema.....	15
Problema General.....	15
Problemas Específicos	15
Objetivos	16
Objetivo General.....	16
Objetivos específicos	16
Hipótesis	16
Hipótesis general	16
Hipótesis específicas	16
Justificación del estudio	17
II. MARCO TEÓRICO.....	18
Trabajos previos.....	19
Teorías relacionadas al tema	22
2.2.1. Variable: Reforzamiento estructural	25
2.2.2. Variable: Evaluación técnica y económica	42
III. METODOLOGÍA	48
3.1. Tipo y diseño de investigación	49
3.1.1. Tipo de diseño de investigación.....	49
Diseño de la investigación	49
Nivel de la investigación	49
3.2. Variables y operacionalización	50
3.3. Población y muestra.....	50
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	51
3.5. Procedimientos.....	52
3.6. Método de análisis de datos	53
3.7. Aspectos éticos	53
IV. RESULTADOS.....	54
Descripción del proyecto	65
4.3. Resultados	122
V. DISCUSIÓN.....	128
VI. Conclusiones.....	132
VII. RECOMENDACIONES	135

Índice de Tablas

Tabla 1. Tipo de análisis estructural	24
Tabla 2. Categorización de métodos de reforzamiento estructural	27
Tabla 3. Resumen de los costos directos	46
Tabla 4. De la ruptura de diamantina del semisótano	61
Tabla 5. Sobre el ensayo de esclerometría del semisótano	62
Tabla 6. De la ruptura de diamantina del primer piso	62
Tabla 7. Sobre el ensayo de esclerometría del primer piso	63
Tabla 8. De la ruptura de diamantina del segundo piso	64
Tabla 9. Sobre el ensayo de esclerometría del segundo piso	64
Tabla 10. De la ruptura de diamantina del tercer piso	64
Tabla 11. Sobre el ensayo de esclerometría del tercer piso	64

Índice de Figuras

Figura 1. Fallas comunes en columnas.....	29
figura 2. Fallas comunes en vigas.....	30
Figura 3. Clasificación de los disipadores de energía.....	32
Figura 4. Composición de disipador fluido viscoso.....	34
Figura 5. Comportamiento fuera de fase.....	36
Figura 6. Estilos básicos de instalación de disipadores.....	41
Figura 1. 3 columnas sin vigas peraltado ubicadas en el piso 2 en el área de accesoria.....	57
Figura 3. Calicata – 2.....	58
Figura 4. Calicata – 1.....	58
Figura 5. Calicata – 3.....	58
Figura 7. Ejecución de golpes.....	59
Figura 6. Picado del tarrajeo para poder encontrar el concreto.....	59
Figura 8. Ejecución de golpes en el esclerómetro y a la costa con la finalidad de medir el nivel de fuerza en una barra.....	59
Figura 9. Ejecución de escaneo en forma vertical y horizontal para conocer la ubicación de los fierros existentes a través de una luz roja; seguidamente, se procede a marcar colocar la broca y realizar la extracción. Previamente, se pica la zona de ubicación a fin de obtener el concreto.....	60
Figura 10. Anclaje de máquina correspondiente para obtener el testigo del concreto.....	61
Figura 11. Luego de la extracción de la diamantina, se deja secar para luego perfilarlo y ejecutar la compresión que conlleve a conocer los niveles de F'c.	61
Figura 12. Ubicación del proyecto.....	66
Figura 13. Zonificación sísmica.....	69
Figura 14. Valores del factor suelo.....	70
Figura 15. Valores periodo T_p y T_l	70
Figura 16. Categoría de las edificaciones.....	71
Figura 17. Sistemas estructurales.....	72
Figura 18. Vista extruida del edificio.....	74
Figura 19. Modos de vibración del edificio.....	74
Figura 20. Espectro de sismo de diseño.....	76
Figura 21. Espectro de aceleraciones.....	76

Figura 24. Derivas obtenidas aplicando disipadores de fluido viscoso, en dirección SISMO EW.....	95
Figura 25. Derivas obtenidas aplicando disipadores de fluido viscoso, en dirección SISMO NS.	95
Figura 26. Derivas obtenidas aplicando disipadores de fluido viscoso.	96
Figura 27. Comparativa de distorsiones en dirección XX.	96
Figura 28. Comparativa de distorsiones en dirección YY.	97
Figura 29. Vista 3D del edificio aplicando muros de corte.	97
Figura 30. Vista en planta del edificio aplicando muros de corte.	98
Figura 31. Modo 1 de la estructura.....	99
Figura 32. Modo 2 de la estructura.....	100
Figura 33. Modo 3 de la estructura.....	100
Figura 34. Derivas inelásticas R=6 en dirección XX.	103
Figura 35. Derivas inelásticas R=6 en dirección YY.	103
Figura 36. Comparación de derivas inelásticas en dirección XX	104
Figura 37. Comparación de derivas inelásticas en dirección YY.	104

RESUMEN

La presente investigación buscó determinar en qué medida los sistemas de reforzamiento estructural influyen en la evaluación técnico y económica del edificio municipal de Carmen de la Legua Reynoso, Calla, método del estudio el aplicado, de diseño cuasi experimental. Se tomó una muestra aleatoria del edificio para analizar las características estructurales mediante ensayos de diamante y esclerometría, que determinó las características del hormigón: estructura, refuerzo del material disipativo y refuerzo del muro cortante. Se utilizó el software Etabs 2018 para la modulación, obteniendo: deriva máxima del eje xx = 0.00601, deriva máxima del eje yy = 0.00682. Al cortar la placa, el desplazamiento máximo del eje xx fue 65 toneladas y 48 toneladas en el eje yy. El costo del radiador y del muro de corte fue de s/.712,256.00 y s/.166,196.67, correspondientemente, con un tiempo de implementación de 20 días y 54 días, respectivamente. Se determinó que las derivas cumplen con la normativa, el periodo fue el más adecuado para la seguridad estructural, el peso soportado en los cortes de placas fue 50 % mayor a la estructura existente, el costo de implementación de los disipadores fue 428.56 % mayor que los muros de corte y los plazos de implementación de los disipadores fue 40% menor que los muros cortantes; por lo tanto, se sugirió el reforzamiento en el sistema de muros cortantes.

Palabras claves: Disipadores energía viscosa, muro de corte, costo de reforzamiento

ABSTRACT

The present investigation seeks to determine to what extent structural reinforcement systems influence the technical and economic evaluation of the municipal building of Carmen de la Legua Reynoso, Calla, using the method of study design. A random sample of the building was taken to analyze the structural characteristics by means of diamond and sclerometry tests, which determined the characteristics of the concrete: structure, reinforcement of the dispositive material and reinforcement of the disposable material and reinforcing material. The etabs 2018 software was used for modulation, obtaining: maximum drift of axis xx = 0.00601, maximum drift of axis yy = 0.00682. When cutting the plate, the maximum displacement of the xx axis was 65 tons and 48 tons on the yy axis. The cost of the radiator and the cutting wall was s/.712,256.00 and s/.166,196.67, correspondingly, with an implementation time of 20 days and 54 days, respectively. It was determined that the drivers comply with the regulations, the period was the most suitable for structural safety, the weight supported in the board cuts was 50% higher than the existing structure, the cost of implementation of the heat sinks was 42% of cutting and the deadlines of implementation of the heat sinks was 40% less than the cutting walls; therefore, reinforcement in the cutting wall system was suggested.

Keywords: Viscous energy dissipators, shear wall plates, reinforcement cost

I. INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCION

Un evento sísmico es aquel acontecimiento sucedido de manera natural, muchos de los cuales han generado pérdidas humanas y daños materiales, llegando a afectar a la economía de las sociedades.

Debido a su ubicación geológica, América Latina se encuentra más expuesta al presentar con mayor frecuencia episodios telúricos, por hallarse dentro de un área sísmica denominada: cinturón de fuego del pacífico que, según se señala en una publicación realizada por el portal de la BBC Mundo (2016): “constituye el 80 % de la actividad sísmica del planeta”; siendo esta una de las principales razones por la que en los países Latinoamericanos experimentan tales eventos con mayor recurrencia.

Asimismo, se tiene la confluencia de tres placas tectónicas activas conocidas como: La Placa Sudamericana, Las Placas de Nazca y las Placas del Caribe, haciendo de América Latina una Región con alta actividad sísmica, volcánica y con consecuencia de tsunamis. Esta sería una de las razones por la que en los últimos años países como Guatemala Ecuador y Chile han registrado estos fenómenos, cuyas magnitudes destructivas han reducido a escombros diversas edificaciones, evidenciando que los códigos de diseño sismo resistentes no brindaban parámetros ni garantizaban condiciones para proteger a las vidas humanas. Por esta razón, fueron obligados a revisar su marco normativo debido a que tales estructuras no fueron diseñadas para ser impactadas por movimientos sísmicos de magnitudes altas.

En términos sísmicos, el Perú también tiene un alto nivel de vulnerabilidad, según muestran los múltiples estudios sobre el comportamiento estructural y de sistemas de reforzamiento, tendiendo como punto de partida las normativas de diseño, las cuales apuntan a optimizar la infraestructura y aminorar los daños en las edificaciones que se producen como consecuencia de los fenómenos sísmicos, empleando criterios, códigos y nuevos métodos en diseño estructural, tanto para las nuevas construcciones como para las existentes.

En ese contexto, la ingeniería sismo resistente se esfuerza por analizar y desarrollar nuevas tecnologías que conlleven a la implementación de métodos y herramientas para el reforzamiento estructural, a fin de que las

construcciones ofrezcan medidas de seguridad y protección a la vida y al patrimonio de sus ocupantes.

En el Perú, dichos procedimientos constructivos se encuentran regulados por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), cuya aplicabilidad tiene carácter obligatorio, el cual está conformado por tres títulos, en cuyo título tercero se establecen códigos referidos a las estructuras, diseño arquitectónico, instalaciones mecánicas, sanitarias y eléctricas de las edificaciones.

Con relación al aspecto estructural, que es el ámbito en el que se desarrolla la siguiente investigación, el RNE ha propuesto diez Normas Técnicas, las cuales plantean una serie de lineamientos para la evaluación, diseño y construcción de edificios, utilizando diversos elementos estructurales. Por ejemplo, la Norma E.030 vigente, se encuentra enfocada a evitar el colapso de las estructuras. Está conformada por 09 capítulos y da alcance a diversos parámetros orientados a determinar el coeficiente de amplificación sísmica, del control de irregularidades, del factor de suelo y del factor de zona. Entonces, las técnicas y sistemas de reforzamiento estructural de construcciones en material de concreto que muestran anomalías en las estructuras, se ejecutan con el objetivo de evitar derrumbes innecesarios de aquellos elementos que no cuenten con la resistencia establecida o donde el material mínimo no fue colocado, implementando obras adicionales que las complementen o les den resistencia.

Los procesos de derrumbamiento o demoliciones de obras como alternativa de solución a los problemas estructurales se vuelven prácticas que conducen al incremento en los costes de la construcción, material desperdiciado, contaminación ambiental, entre otras consecuencias. Es por ello, que resulta necesario implementar determinadas técnicas de reforzamiento estructural a los diferentes elementos para que estas no sean demolidas.

Para ello, es importante realizar evaluaciones permanentes a las construcciones, incluyendo un régimen de monitoreo, cuyos registros permitan conocer los niveles de calidad de los materiales, así como de las propias edificaciones. Por otro lado, es importante señalar que las fallas y observaciones estructurales se debe a múltiples situaciones vinculadas, generalmente, con malos procesos constructivos, falta de mantenimiento o

modificaciones funcionales en la edificación. En ese sentido, las evaluaciones estructurales deben efectuarse de manera eficaz, ya que constituye un indicador sustancial para la toma de decisiones, permitiendo la continuación presupuestal y brindar las mejores opciones de reforzamiento estructural.

En el ámbito del diseño constructivo es aceptable determinado nivel de daño estructural el cual está vinculado con la utilización o grado de significancia de una edificación. En otras palabras, se emplean criterios según los requerimientos de operatividad luego de producirse un desastre, considerando los costes que estos suponen.

Cabe señalar que, mediante la ingeniería, se pretende evidenciar que la aplicación de los métodos de reforzamiento es capaz de estrechar las brechas económicas que ponen límites a su expansión de manera masiva. De ser así, puede redefinirse el procedimiento de evaluación económica convencional sobre estas técnicas, con la finalidad de medir los gastos a causa de los daños materiales, así como las pérdidas humanas que puedan producirse

Actualmente, los sistemas de reforzamiento estructural que han sido implementados en aeropuertos y hospitales, han dado óptimos resultados; no obstante, otro número de construcciones como las sedes municipales mantienen una condición de vulnerabilidad.

En el caso de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, ubicada en la Provincia constitucional del Callao, fue construida en el año 1965 aproximadamente, cuya sede forma parte del ambiente urbano monumental localizado entre las avenidas son la Avenida Primero de Mayo, intersección con el Jirón Víctor Andrés Belaunde. Según el plano de riesgo y el plano de vulnerabilidad, la edificación se encuentra en una zona de gran vulnerabilidad a sismos y zonas de alto riesgo,

La estructura del referido municipio fue levantada en cuatro etapas, cuyo diseño estuvieron concordantes con normas sismo resistentes que a la fecha han sido modificadas como consecuencia de las experiencias provocadas por los sismos y a los nuevos conocimientos que respaldan la construcción de edificaciones con mejores respuestas sísmicas.

Por tal motivo, y ante el silencio sísmico que vive el Perú en la actualidad, surge la necesidad de realizar una evaluación técnica y económica del comportamiento estructural en la sede municipal de Carmen de la Legua

Reynoso, con la finalidad de conocer la pertinencia de aplicar métodos viables que contribuyan con el reforzamiento de su estructura en puntos críticos, orientado a disminuir los riesgos como consecuencia de los fenómenos sísmicos.

En ese sentido, el siguiente trabajo investigativo está orientado a realizar una evaluación técnica y económica del sistema de reforzamiento estructural en la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, aplicando técnicas y procesos para cuantificar el comportamiento de su estructura.

Entonces, sobre la base de los argumentos indicados, los datos resultantes del siguiente trabajo investigativo podrán ser aplicados para la optimización y reforzamiento estructural de otras construcciones luego de que se reconozcan sus niveles de daños estructurales que conlleven a asumir costes por reparaciones, viabilidad y tiempo de ejecución, bajo lo establecido por el marco normativo vigente, enfocado a beneficiar a los usuarios que demandan mejores espacios y ambientes adecuados para su atención.

Asimismo, los resultados de este estudio plantearán un conjunto de aportaciones que podrán servir para la continuidad de futuros trabajos investigativos.

Bajo esa premisa, se han formulado las siguientes de preguntas, a las cuales de procurará responder buscando y analizando datos que permitan el desarrollo del siguiente estudio:

Formulación del Problema

Problema General

¿En qué medida los sistemas de reforzamientos estructural influyen en la económico del edificio de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, Callao 2020?

Problemas Específicos

¿En qué medida los sistemas de reforzamientos estructural influyen en la deriva del edificio de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, Callao 2020?

¿En qué medida los sistemas de reforzamientos estructural influyen en el periodo del edificio de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, Callao 2020?

¿En qué medida los sistemas de reforzamientos estructural influyen en la corte en placas del edificio de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, Callao 2020?

¿En qué medida los sistemas de reforzamientos estructural influyen en la económico del edificio de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, Callao 2020?

Objetivos

Objetivo General

Determinar en qué medida los sistemas de reforzamientos estructural influyen en la evaluación técnico y económica del edificio de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, Callao.

Objetivos específicos

Determinar en qué medida los sistemas de reforzamientos estructural influyen en la deriva del edificio de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, Callao 2020

Determinar en qué medida los sistemas de reforzamientos estructural influyen en el periodo del edificio de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, Callao 2020

Determinar en qué medida los sistemas de reforzamientos estructural influyen en las cortes de placas del edificio de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, Callao 2020

Determinar en qué medida los sistemas de reforzamientos estructural influyen en las económica del edificio de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, Callao 2020

Hipótesis

Hipótesis general

Los sistemas de reforzamiento con placas influyen en la evaluación técnico y económica del edificio de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, Callao 2020

Hipótesis específicas

Los sistemas de reforzamiento con placas influyen en las derivas del edificio de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, Callao 2020

Los sistemas de reforzamiento con placas influyen en el periodo del edificio de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, Callao 2020

Los sistemas de reforzamiento con placas influyen en el corte en placas del edificio de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, Callao 2020

Los sistemas de reforzamiento con placas influyen en el económica del edificio de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, Callao 2020

Justificación del estudio

La siguiente investigación está enfocada a realizar una evaluación técnica y económica para el reforzamiento estructural en la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, debido a la presencia de un conjunto de deficiencias estructurales y que contraviene la seguridad de sus usuarios.

Los resultados de dicha evaluación conllevarán a que los profesionales y responsables de gestionar la sede municipal tomen las mejores decisiones respecto de la viabilidad de esta propuesta.

En la actualidad, existen una serie de técnicas modernas para reforzamiento estructural, cuya implementación ha generado gran controversia debido a los niveles de dificultad para su ejecución y el alto costo que podrían representar, así como la desinformación entorno a la actuación y las réplicas frente a los elementos de concreto armado.

Para el caso del siguiente trabajo investigativo, se ha considerado la colocación de disipadores de energía tipo viscoso, constituyendo una de las opciones de reforzamiento estructural bastante conocidas en los últimos años, por ser versátiles y de fácil instalación. También cuenta con una serie de características, convirtiéndola en una de las técnicas más compatibles con distintos elementos estructurales. Por otro lado, esta técnica consiste en un procedimiento que evita la destrucción de la arquitectura estructural de las edificaciones, siendo una de las principales ventajas frente a las otras opciones de reforzamiento convencionales.

Por tal motivo, luego de que se ponga en evidencia las posibles fallas u observaciones estructurales en la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, tras realizarse un proceso de evaluación estructural a esta edificación, se podrá conocer la pertinencia para implementar un sistema reforzamiento con disipadores de energía tipo viscoso.

II. MARCO TEÓRICO

II. MARCO TEÓRICO

Trabajos previos

Hernández y Montesinos (2019) propusieron su investigación denominada: Análisis sísmico con disipadores de energía tipo viscoso como propuesta de reforzamiento del pabellón A del módulo 780 del Colegio N°2141 en la ciudad de Lima, la cual tuvo por finalidad analizar la estructura del referido establecimiento educativo con el propósito de implementar dicho sistema de protección sísmica. La estructura fue construida aproximadamente a principios de los años 90 y estuvo compuesta por varios pabellones ubicados alrededor del patio central, los cuales estaban conformados por dos o tres niveles en los que se agrupaban tres salones. El colegio sufrió graves daños estructurales como consecuencia del terremoto en la ciudad de Nazca en 1996, afectando las columnas cortas y tabiquería corta del plantel. También, se evidenció muros no confinados y la separación entre la tabiquería y columnas, lo que fue una clara señal de que la edificación incumplía con el marco normativo vigente. Por tal motivo, se planteó la instalación de disipadores viscosos a fin de aminorar los desplazamientos laterales, las fuerzas cortantes, los momentos flectores, las derivas de la estructura, el objetivo de cumplir con lo dispuesto por la norma peruana vigente hasta ese momento. Asimismo, se pudo demostrar que dicha construcción no contaba con un óptimo desempeño sísmico, como consecuencia de la flexibilidad de su configuración estructural en el eje X, lo que generaba derivas por encima del rango normal de la norma. De esta manera se justificó el desarrollo e implantación del sistema de protección sísmica propuesto, reduciendo así los esfuerzos estructurales mejorando cuantiosamente su comportamiento.

Por su parte, Martínez (2018) en su tesis de tipo aplicada, de diseño cuasi experimental, de nivel explicativo, denominada: Disipadores de fluido viscoso en el modelo estructural de un edificio público y su influencia en la respuesta sísmica, tuvo el objetivo de conocer el grado de incidencia del uso de este sistema de protección sísmica con relación al modelo estructural de la sede del Gobierno Regional de Junín. A través de este estudio se pudo concluir que el sistema de disipadores de fluido viscoso tiene un nivel de incidencia significativa sobre la respuesta sísmica de la sede gubernamental de Junín,

para lo cual se tuvo que modificar las derivas, esfuerzos los elementos estructurales y corrigiendo notablemente la irregularidad en planta.

Del mismo modo, Vásquez (2017) presentó su tesis denominada: Estudio comparativo del comportamiento estructural de una edificación con y sin disipadores de energía considerando el efecto de la interacción suelo estructura, con la aplicabilidad del análisis sísmico propuesto por la norma peruana de diseño sísmico E030-2016 y las normas extranjeras como ASCE710, llevada a cabo en el palacio Municipal del distrito de José Manuel Quiroz. Para su desarrollo, se evaluó de manera mecánica los suelos correspondientes con las bases de la edificación, así como un estudio de esclerometría, cuyo propósito fue determinar los niveles de resistencia a compresión del concreto en vigas y columnas. Por otra parte, se realizó el levantamiento arquitectónico de la estructura con el propósito de conocer sus dimensiones y aplicabilidad del edificio. Para ello, se planteó aplicar dos tipos de sistemas estructurales de la construcción, uno contaba con disipadores de energía de manera convencional, mientras que el otro no, teniendo en consideración la base empotrada, así como el efecto del vínculo suelo-estructura mediante el modelo de la Norma Rusa y los modelos dinámicos de A Savinov y D.D Barkan-O. Para ello, se aplicó el programa de cálculo estructural ETABS 2016, versión 16.1.0. Además, se desarrolló una evaluación sísmica acorde con la Norma E030-2016, mediante la cual se determinó que el sistema de reforzamiento con disipadores de energía respecto del modelo convencional mejoraban el comportamiento estructural, aminorando los desplazamientos hasta un 74.70 %, 76.11 % de reducción de derivas, 57.64 % de reducción del esfuerzo axial máximo, 78.99 % de reducción de la fuerza cortante, 65.13 % de reducción del momento flector, 75.20 % de reducción del momento torsor y 87.85 % de descenso en los niveles de energía sísmica la cual fue disipada a lo largo de la estructura.

Asimismo, Pardo (2017) en su trabajo investigativo denominado: Control de la respuesta dinámica de estructuras mediante el uso de disipadores de energía de fluido viscoso del tipo lineal, tuvo la finalidad de monitorear el control de la respuesta dinámica de una estructural con pórticos de concreto armado, aplicando los referidos dispositivos disipadores de energía. Esta construcción de cinco pisos consistió en un edificio de hormigón armado, cuya

característica principal fue la flexibilidad en su sentido longitudinal, por lo que las deformaciones entre piso sobrepasaban el 50 % de lo establecido en la normativa vigente como consecuencia de los fenómenos sísmicos. Debido a estas condiciones, se propuso realizar el reforzamiento y control de las distorsiones de entre piso mediante los referidos disipadores de energía, los cuales fueron situados en la estructura acorde con la orientación del problema. En consecuencia, se analizó el factor tiempo historia lineal de la edificación, según lo dispuesto en la N10E del Registro Sísmico de Llole; para lo cual se aplicó el software de análisis estructural SAP2000. Como resultado de la aplicación de estos dispositivos, se pudo disminuir la aceleración de los centros de masa de cada piso, los desplazamientos, la velocidad. Del mismo modo, se pudo comprobar un notable aminoramiento en los esfuerzos en la base (corte y momento), con lo cual se evidenció la efectividad de esta técnica de monitoreo y reforzamiento estructural.

Por su parte, Azunción (2016), mediante su tesis titulada: Análisis comparativo de un pórtico convencional con y sin disipadores de fluido viscoso modelado en sap2000, pudo establecer que, luego de haber analizado los desplazamientos y derivas con disipadores de fluido viscoso y un sistema convencional apoyados en los registros 7050 y 7051, se obtuvo una deriva de 1 %, con lo cual se cumplió ambos sistemas, en concordancia con la norma NEC-15 en la que señala que la deriva máxima es de 2 %. Asimismo, se dispuso que los disipadores de fluido viscoso brindan mayores beneficios al aminorar los efectos negativos, ya que permite a la estructura regresar a su fase inicial luego de un eventual movimiento sísmico severo sin la necesidad de llevar a cabo un mantenimiento.

Finalmente, Martínez (2016) en su trabajo investigativo titulado: Análisis de un edificio de acero con amortiguadores viscosos, buscó rehabilitar la referida edificación haciendo una comparación entre los referidos dispositivos, así como contravientos. Dicha estructura, situada en el territorio conocido como lago de Texcoco - Distrito Federal de México, estuvo conformada por diez pisos, diseñada por un esqueleto metálico, con un sistema de piso resistido por vigas secundarias apoyadas encima de los marcos principales conformadas por traveses de acero y columnas. Los principales resultados de este estudio establecieron que a partir de una perspectiva estructural resulta

bastante efectivo un proceso de rehabilitación estructural aplicando disipadores en vez de contravientos.

Teorías relacionadas al tema

Hernández (2009, p.20) señaló que, para la implementación de un sistema de reforzamiento estructural, este debe ajustarse con la configuración sísmica, considerando las siguientes definiciones:

Resistencia

Consiste en la propiedad para resistir esfuerzos y fuerzas aplicadas, cuya finalidad es evitar el rompimiento de los elementos, pudiendo tener algunos efectos negativos como imperfecciones de manera temporal o permanente (Tumialan, Nanni, Ibell y Fukuyama (2002)

Adicionalmente, la Norma E.060 sobre Concreto Armado y la Norma ACI 318 14 plantea distintos conceptos respecto del diseño de elementos de concreto armado, vinculada con la clase de carga aplicada al tipo de ensayo realizado, tipo de diseño, etc. En ese sentido y, según el nivel de alcance de este estudio, se han considerado los siguientes términos:

- Resistencia de Diseño. Consiste en la resistencia nominal multiplicada por el factor de reducción de resistencia ϕ que corresponda. Este factor es $<$ a la unidad que reduce la resistencia teniendo en cuenta la variedad de materiales y dimensiones.
- Resistencia Nominal. Consiste en la firmeza de un componente o de un elemento transversal calculado con las disposiciones, los límites e hipótesis del método de diseño por resistencia, antes de emplear cualquier elemento de reducción de resistencia.
- Resistencia Requerida. Consiste en un mecanismo o elemento transversal con el objetivo de soportar
- los momentos o las cargas amplificadas, combinaciones de cargas y fuerzas internas correspondientes.

Rigidez

Consiste en la particularidad de un elemento para afrontar las deformaciones. Esta particularidad se mide aplicando el módulo de elasticidad, ya que, al recibir el mismo esfuerzo, el elemento con mayor módulo de elasticidad

presentará menores deformaciones, cumpliendo con la Ley de Hooke (Tumialan, 2002).

Esta disposición consiente en acoger factores que conlleven a calcular la rigidez en torsión (GJ) y en flexión (EI) de las columnas, vigas, muros, etc. Todo supuesto adicional, deberá tener cierta consistencia a través de un análisis completo. Por consiguiente, las rigideces EI y GJ adoptados para el análisis estructural, tendrían que presentar las siguientes características:

- Efecto de duración de cargas sostenidas y cargas de corta duración que producen fluencia plástica en el concreto comprimido.
- Nivel de acción inelástica y de fisuración a lo largo de cada elemento antes de la fluencia.

Ductibilidad

Consiste en la característica de cada elemento para sobrellevar las anomalías luego de haber llegado el límite elástico. En otras palabras, es la propiedad de la estructura para desfigurarse en el rango inelástico sin colapsar. (Tumialan, 2002)

Esta principal característica conforma el comportamiento estructural de cualquier edificación de concreto armado para afrontar movimientos sísmicos de grandes magnitudes y poco frecuentes. Por lo tanto, una parte del concreto armado puede lograr la ductilidad del acero de refuerzo, alcanzando imperfecciones después de sobrelimitar su capacidad de elasticidad. En el caso del concreto, sucede todo lo contrario ya que está formado por materiales frágiles y con insuficiente aguante a la tracción (Torrealva, 2007)

La propiedad de la ductilidad puede clasificarse en:

- Ductilidad axial o ductilidad del material, caracterizada por las imperfecciones plásticas del propio material.
- Ductilidad de curvatura o ductilidad de la sección transversal, referida a las deformaciones plásticas de la sección transversal, considerando la correlación entre las partes que componen la sección transversal en sí.
- Ductilidad de desplazamiento o ductilidad de la estructura, tiene en cuenta el comportamiento estructural en su totalidad.
- Ductilidad de rotación o ductilidad del elemento, considerando las particularidades del propio elemento.

Diafragma rígido competente

Consiste en el aseguramiento de la integridad estructural y la repartición de fuerzas horizontales de manera equivalente a la rigidez de las secciones verticales.

Simetría

Tiene el objetivo de mantener la cercanía entre el eje de rigidez y el eje de masa con la finalidad de conservar una simetría en elevación y en planta.

Regularidad

Tiene la finalidad de evitar las áreas de agrupación de esfuerzos.

Continuidad

Permite mantener la prolongación de masa, de sistemas resistentes y de rigidez

Tabla 1.

Tipo de análisis estructural

Tipo	Definición
Análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes	Las fuerzas interactúan conjuntamente en el eje de masa de cada piso de la construcción. Las evaluaciones son efectuadas aplicando este mecanismo en todos los niveles con elementos estructurales normales o anormales situadas en la zona sísmica 1, así como aquellos elementos estructurales con categoría regular, acorde con el numérico 3.5 de la Norma (\leq a 45 m de altura) y las estructuras de muros portantes de albañilería confinada o armada y concreto armado \leq a 15 m de elevación, así sean anormales.
Análisis sísmico dinámico modal espectral	Todas las estructuras pueden ser diseñadas aplicando resultados del análisis dinámico por mixtura modal espectral.

Fuente: NT E0.30

2.2.1. Variable: Reforzamiento estructural

En el Perú, así como a nivel mundial, se presentan diversos procedimientos y técnicas para implementar un sistema de reforzamiento estructural. Dependerá del análisis o de la evaluación previa realizada por los profesionales, para decidir sobre cuál es la más viable de aplicar.

El procedimiento de reforzamiento estructural deberá tener la capacidad de proporcionar a la edificación ciertas condiciones de rigidez, resistencia y ductilidad, enfocadas a garantizar un adecuado comportamiento sísmico que podrían ocurrir a futuro.

Entonces, para lograr un mejor entendimiento sobre el concepto de reforzamiento estructural, a continuación, se hacen algunas precisiones:

Reparación estructural

Consiste en los procedimientos para intervenir posibles fallas y fisuras estructurales con el objetivo de restablecer las particularidades iniciales de resistencia, como producto de un eventual fenómeno que los dañó. Estos procedimientos interventores pueden efectuarse por los siguientes motivos:

- **Materiales deteriorados:** Condición determinada mediante una evaluación técnica. Los materiales que pueden deteriorarse son: el acero y el concreto. Entre las principales causas de esta condición se encuentran la humedad climática y las reacciones químicas
- **Acontecimientos poco frecuentes:** Entre las principales causas de esta condición se encuentran los movimientos sísmicos de leve o mediana intensidad, deflagraciones, incendios u otros.

Restauración

Procedimiento para intervenir a las edificaciones con la finalidad de recobrar sus propiedades arquitectónicas, sin que ello signifique la restitución de las particularidades estructurales de resistencia mecánica.

Rehabilitación

Procedimiento interventor que tiene por finalidad recuperar la funcionalidad estructural que se haya perdido como consecuencia de impacto de gran

intensidad como un fenómeno sísmico de grado mayor a 8, el cual podría ocasionar que las edificaciones afectadas sean inhabitables.

Reforzamiento

Consiste en determinado procedimiento para aumentar la capacidad estructural de las edificaciones (dañadas o no), aumentando los materiales o incorporando otros nuevos. Mediante este procedimiento se optimizan las propiedades estructurales respecto de las originales. Asimismo, este procedimiento incrementa el desempeño estructural respecto su desempeño original.

El refuerzo de las estructuras de cualquier construcción tiene el propósito de brindar soporte a una edificación que le permite mejorar su desempeño estructural. Por consiguientes estos métodos que permiten reforzar las estructuras pueden generar variaciones en la estabilidad, firmeza y ductilidad, aspectos que deberán considerarse al momento de modificar las cargas que afectarán a la estructura.

En ese sentido, Jácome (2016) precisó que: “las acciones de reforzamiento estructural radican en aumentar los niveles de comportamiento estructural. Es necesario remozar las estructuras debido a las modificatorias asociadas con el tipo ocupacional de las estructuras para lo cual no fueron diseñadas desde su origen” (p.44).

Por consiguiente, debido a la necesidad de enfrentar una carencia o fallo estructural, se origina el proceso de reforzamiento.

Por su parte Rosero (2013) mencionó que las necesidades principales para implementar un proceso de reforzamiento, son:

- Actualización de la normativa para dar una respuesta ante fenómenos sísmicos.
- Actualización de las disposiciones reglamentarias para el diseño de construcción.
- Actualización y supresión parcial o total de determinados materiales; es decir, cuando se registran nuevas hendiduras en losas de entrepiso, debido a la ausencia de gradas instantáneas o ductos de eliminación de residuos o una conexión de entrepisos, entre otras.

- Asentamientos diferenciales. Este tipo de anomalía provoca deficiencias en la cimentación debido a inconvenientes de suelos que no fueron tomados en cuenta durante la evaluación y esquema de la construcción.
- Deterioros generados por accidentes eventuales.
- Detonación, incendios, impacto y otros factores que suprimen o invalidan la capacidad total de resistencia estructural de una construcción, alguna de sus partes o ciertos elementos.
- Fallas debido al transcurrir de los años o materiales expuestos al medio ambiente o elementos químicos, cuyos efectos son: oxidación y corrosión.
- Fallas durante la etapa de proyecto o diseño, las cuales complican la durabilidad y resistencia estructural.
- Fallas producidas durante la etapa de ejecución o construcción, debido a errores humanos o falta de monitoreo de la obra.
- Fallas provocadas por deterioro o desperfectos de los materiales de construcción.
- Modificatoria sobre la utilización de la edificación, debido a que este procedimiento admite aguantar cargas mayores a las establecidas desde el inicio del diseño o que su propia distribución sea íntegramente desigual a las establecidas originalmente. Ejemplo: si han sido considerados espacios para oficinas desde el principio y luego de hace una modificación y se determina que sean utilizados como depósitos o almacenes los cuales tienen cargas de servicio superiores.

En resumen, las causales anteriormente citadas conllevan a realizar evaluaciones estructurales, empleando técnicas para poder intervenirlas, con la finalidad de implementar los mecanismos pertinentes a fin de efectuar un proceso de reforzamiento utilizando distintos elementos y metodologías que conviertan a una edificación una estructura segura y confiable.

Categorización de métodos de reforzamiento estructural

Acorde con Rocafuerte (2014) se propuso la siguiente clasificación del procedimiento de reforzamiento estructural:

Tabla 2.

Categorización de sistemáticas de reforzamiento estructural

Incremento de Resistencia	Incremento de Ductilidad	Combinación de Resistencia y Ductilidad
<ul style="list-style-type: none"> • Aditamento de contravientos (armadura) • Aditamento de muros de cortantes • Aditamento de muros laterales a las columnas • Aditamento de pórticos • Incorporación de holguras, especialmente en muros cortos • Reforzamiento de vigas 	<ul style="list-style-type: none"> • Aditamento de contravientos • Aditamento de muros cortantes • Aminoramiento de carga muerta • Reforzamiento de vigas 	<ul style="list-style-type: none"> • Aditamento de muros laterales a las columnas • Contracción de carga muerta • Refuerzo de la cimentación

Fuente: Elaboración propia.

Fallas comunes en elementos estructurales

La ejecución errónea en la construcción de elementos estructurales, y la incremento de no ejecutar apropiadamente, esto se puede dar a severos daños. En lo individual si anhelamos realizar un reforzamiento con fines de desarrollo, necesitamos saber las fallas más frecuentes que debemos impedir las cuales se muestran a continuación.



Figura 1. Fallas comunes en columnas.

Fuente: Torrealva, 2007.

Fallas en columnas

Las fallas que se muestra en las columnas según Soto (2008), son:

- Averías severas en el concreto como consecuencia de los diversos números de desproporciones cíclicas inelásticas a las que fueron sometidas, así como una disminución en la capacidad vertical originada por un inconveniente en el refuerzo transversal.
- Deterioro por columna fragmenta. El aporte de los muros no estructurales a la rigidez contiguo de la edificación tiene efectos perjudiciales en las situaciones en donde el muro se ensancha parcialmente debido a la altura del entrepiso entre la columna, originando la longitud libre de la columna e incrementa su rigidez efectiva, atrayendo más fuerza cortante.

- Resquebrajadura diagonal a la mitad de su altura como consecuencia de las fuerzas de cortante con patrones cruzados a causa de las desproporciones cíclicas.

Fallas en vigas

Acorde con Soto (2008), las fallas en vigas se producen por:

- Aplastamiento del concreto próximo a la unión como efecto de las grandes fuerzas de flexión ocasionadas por los sismos.
- Desconchones del concreto a causa del arqueado del reforzamiento longitudinal, así como por el exceso de la capacidad del concreto.
- Resquebrajadura diagonal próxima a la unión viga-columna.

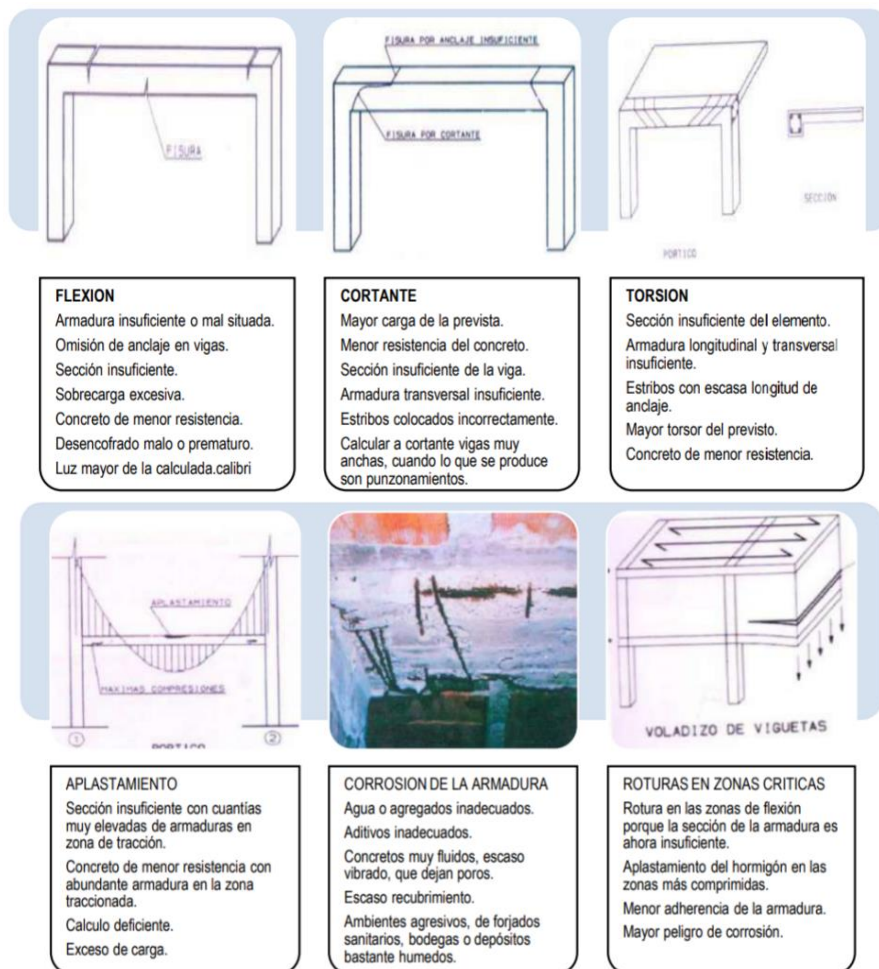


Figura 2. Fallas comunes en vigas.

Fuente: Torrealva, 2007.

Fallas en las cimentaciones

De modo habitual, se puede señalar que las fallas en las cimentaciones derivan principalmente de deficiencias o deterioro del cimiento como mecanismo constructivo estructural derivados de insuficiencia inicial o por disminución de capacidad de carga, derivados de mayores cargas, cambios de uso, incrementos etc.

- Asientos diferenciales excesivos, suelos expansivos.
- Deficiencias constructivas y/o estructural - Insuficiencia de desplazamiento portante de terreno.
- Deterioro del cimiento como elemento constructivo.
- Escapes de terrenos en terrenos arcillosos limosos.
- Variedad en cimentación.
- Modificaciones en las cargas.
- Movimientos derivados de actuaciones en edificios colindantes.
- Llenos insuficientemente petrificados que se asientan (espontáneamente o inundación accidental).

El asunto de las cimentaciones profundas logramos mencionar - Reconocimiento geotécnico incompleto o inadecuado.

- Defectos.
- Destrucción por agentes agresivos.
- Mala interpretación del reconocimiento geotécnico

Dimensiones de la variable: Reforzamiento estructural

Los resultados de un proceso de evaluación estructural, por lo general muestran insuficiencias en flexión y compresión de las edificaciones, así como en los distintos elementos de su estructura. Es precisamente a estos elementos registrados como deteriorados, los cuales son sometidos a métodos convencionales y no convencionales con la finalidad de optimizar vigas y columnas.

Dimensión: Disipadores de energía fluido viscoso

Se trata de elementos cuya función es la disipación de energía, de acuerdo con lo determinado por ASCE 2010 y el FEMA 273. Estos dispositivos

dependen de la velocidad y del desplazamiento. Además, se subcategorizan en una tercera clase relacionada con dispositivos que dependen del deslizamiento y la rapidez, con el propósito de aislar todos los dispositivos en cumplimiento con el rol para el cual fueron diseñados.

Los dispositivos, acorde con el desplazamiento, pueden ser clasificados así que los dispositivos de fluencia de metales y de fricción (Diaz, 2014).

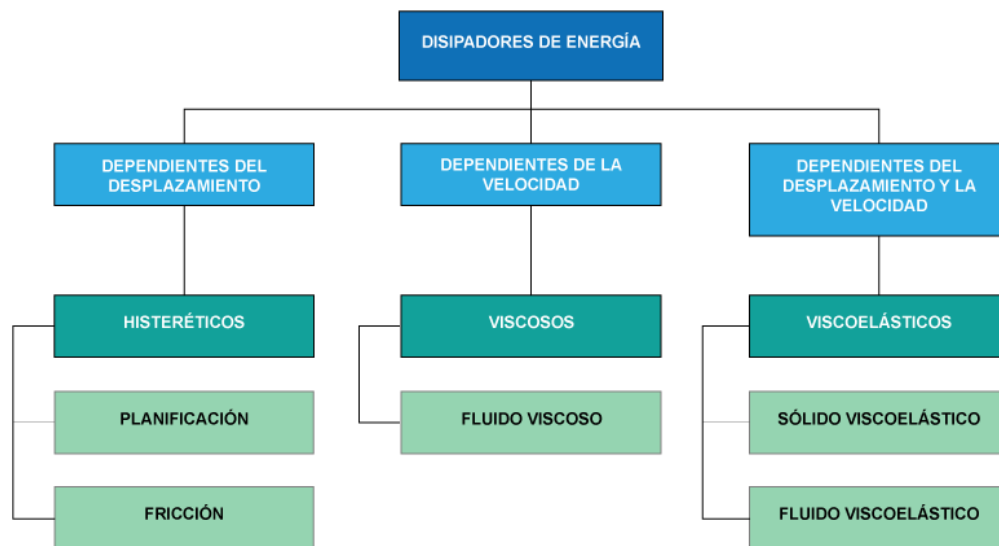


Figura 3. Tipos de los disipadores de energía
Fuente: Elaboración propia

Para esta investigación, se considerarán a los disipadores de energía dependientes de la velocidad. “Estos terminales disipan la energía utilizando la velocidad relativa de entrepiso, sin generar ningún impacto sobre la severidad estructura, manteniendo intacto su propio periodo” (Torres y Guevara, 2012).

En ese sentido, los disipadores de fluido viscoso son una especie de depósitos llenos de un fluido los cuales deben permanecer operativos durante la vigencia estructural de la construcción.

Su función es bastante simple, ya que, ante un eventual sismo, la edificación sufre desplazamientos relativos entre los pisos, causando aumento de velocidad y movimientos en el dispositivo viscoso; a su vez, regula la circulación de fluido mediante orificios minúsculos, disipando inmediatamente la energía sísmica a través de este fluido de un aparato a otra (Diaz, 2014).

El sitio web Mabie Perú, se estableció que: al igual que la técnica de aislamiento sísmico, el principal rol de los disipadores de fluido viscoso incorporados en las edificaciones, consiste en la absorción total o parcial de la energía sísmica, cuyo propósito es disipar la energía primaria de los elementos estructurales y minimizar los posibles daños estructurales.

Se ha evidenciado que, durante un sismo, las estructuras no vibran de manera indefinida. Este fenómeno ejerce fuerzas de fricción o de amortiguamiento, presentes en todos los sistemas en movimiento; por consiguiente, estas fuerzas dispersan la energía.

Asimismo, las mismas fuerzas de fricción conforman un sistema a través del cual la energía mecánica y cinética de este mecanismo se convierten en otras características de energía como el calor.

La energía introducida a un sistema es transformada, y eventualmente disipada:

$$E_T = E_K + E_S + E_I + E_\xi$$

Donde:

E_T = es la energía que un agente externo (Sismo o Viento) introduce a un sistema.

E_K = Energía cinética, es la parte de la energía total que se transforma en movimiento.

E_S = Energía elástica de deformación, es la parte de la energía que se transforma en deformación de los elementos del sistema.

E_I = Energía inelástica, es la parte de la energía relacionada con la deformación inelástica de los elementos del sistema.

E_ξ = Energía de amortiguamiento, es la parte de la energía que es disipada por fuentes de amortiguamiento.

La finalidad de incorporar disipadores de energía a las edificaciones es aminorar la energía cinética E_K o modificar una fracción de esa energía en calor, acrecentando la energía de amortiguamiento E_ξ mediante estos dispositivos. Este mecanismo fue desarrollado en un principio para el sector castrense e industrial.

Solo un amortiguador de fluido viscoso dispersa la energía impulsando el líquido mediante un orificio, generando una presión de amortiguamiento que, a su vez origina una fuerza, la cual no aumenta de manera significativa las cargas sísmicas respecto de las malformaciones estructurales.

Estos dispositivos están elaborados en material de acero inoxidable y el líquido de amortiguamiento consiste en un elemento aceitoso de silicona. El amortiguamiento es una propiedad generada por el flujo del fluido o por medio de la cabeza del pistón, la cual se introduce holgadamente al interior del cilindro hacia la parte externa de la cabeza del pistón, formando un orificio anular.

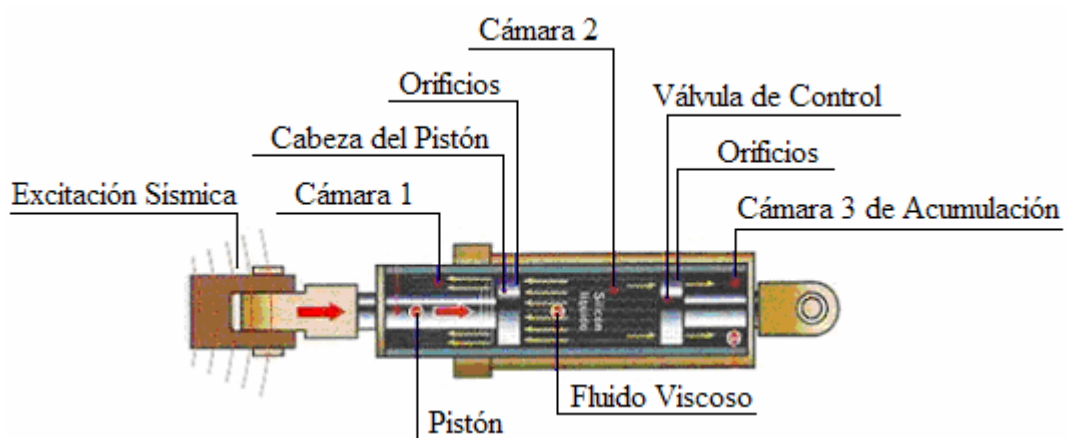


Figura 4. Composición de disipador fluido viscoso
Fuente: Mabie Perú

Fuentes (2015), describió cada una de las partes de estos dispositivos:

- Barra del pistón. Esta debe ser sumamente resistente para activarse ante la totalidad de las fuerzas de amortiguación. Dado que el comportamiento del pistón es semejante a una columna relativamente esbelta, por lo general se elabora con material de acero de alta resistencia, de manera preferente en acero inoxidable. La parte extrema externa de este aparato se sujeta a una de ambas horquillas de montaje del dispositivo; mientras que el extremo interno se conecta con la cabeza del pistón.
- Fluido. Aquellos dispositivos que conforman los sistemas estructurales utilizan fluidos con determinadas características y propiedades de seguridad. Tales particularidades, provienen de la familia de las

siliconas, las cuales muestran una alta resistencia al fuego (teniendo a los 340° C como mayor un punto de inflamación); además, son inertes, no presentan niveles de toxicidad y con estabilidad térmica.

- Cilindro. Funciona como un depósito a presión cuyo principal contenido es el fluido. Por lo general, se trata de un tubo de acero de una única pieza, ya que no se permiten las soldaduras o ensamblaje de piezas para cilindros de disipadores con la finalidad de evitar agrietamientos como efecto de los esfuerzos.
- Sellos. Se recomienda que estos dispositivos tengan una vida de utilidad no menor a 25 años para evitar que sean reemplazados periódicamente. Ya que los disipadores tendrán largos períodos sin actividad en las estructuras, los sellos no deberán tener adherencias a largo plazo ni filtraciones graduales del fluido.
- Cabeza del pistón. Aísla ambas cámaras de presión ubicadas al interior del cilindro. Este dispositivo desliza el fluido mediante los orificios localizados en su parte interna, originando la presión de amortiguamiento.
- Orificios. Estas cavidades intervienen el flujo presurizado del fluido mediante la cabeza del pistón. Va a depender de la estructura y del área de los orificios para poder conseguir las fuerzas equivalentes a: $|u|^\alpha$, siendo: u la velocidad relativa entre los extremos del disipador y α corresponde al exponente intacto.

Conducta de disipadores fluido viscoso

La principal particularidad de los disipadores de energía de fluido viscoso consiste en su prerrogativa de disminuir los desplazamientos, sin agregar esfuerzos a la estructura al momento de producirse un impacto sísmico. Debido a que estos dispositivos transforman su fuerza únicamente con la velocidad, proporciona una reacción inherente fuera de fase, utilizando los esfuerzos como efecto de la flexibilidad estructural (Villarreal y Oviedo, 2009). Asimismo, estos dispositivos reducen la deflexión y los esfuerzos de manera sincrónica, debido a que la fuerza del disipador se encuentra totalmente fuera de cambio con los esfuerzos, originada por la flexión de las columnas. Esta

propiedad se cumple únicamente con el amortiguamiento de fluido viscoso, variando la velocidad con la fuerza del disipador.

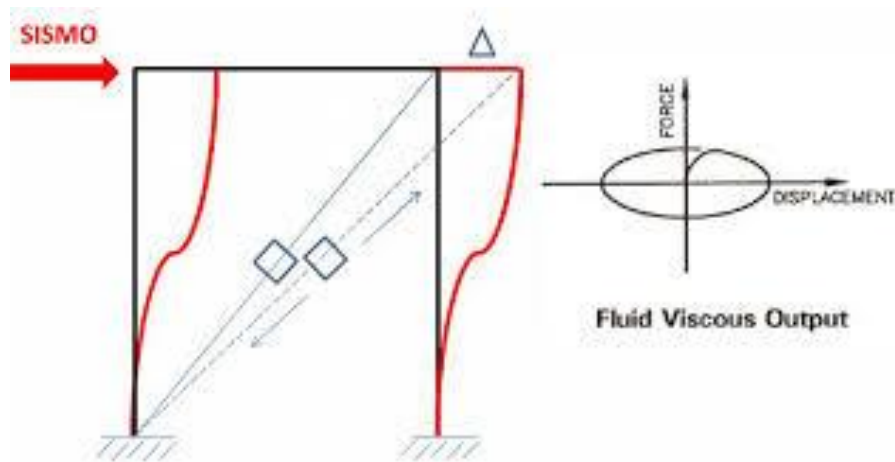


Figura 5. Comportamiento fuera de fase

Fuente: Mabie Perú

Entonces, al momento de que la estructura logra su máxima deflexión, en consecuencia, alcanza la fuerza lateral máxima. Justamente en ese instante se minimiza la fuerza en el disipador viscoso. Cabe señalar que esa misma reacción no ocurre con otros tipos de disipadores.

Como se ha señalado, los disipadores viscosos tienen el principal objetivo de disipar energía sísmica utilizando la velocidad. Por consiguiente, la fuerza de amortiguamiento generada por estos dispositivos equivale a: $F = CV^\alpha$. Por eso, la velocidad está en fase directamente con la fuerza de amortiguamiento. Bajo esa premisa, es posible observar que cuando el pórtico alcance un nivel máximo de desplazamiento (relámpago antes de cambiar de trayectoria), la fuerza de amortiguamiento en el dispositivo viscoso tendrá un valor equivalente a cero, ya que en este preciso momento el nivel de velocidad es igual a cero. Del mismo modo, el valor máximo en la fuerza de amortiguamiento se presenta al momento de alcanzar la velocidad máxima, cuyo desplazamiento de las columnas es cero (Diaz, 2014)

Fuerza generada por el amortiguamiento del disipador

La respuesta del amortiguador de un disipador viscoso es calculada por la siguiente fórmula:

$$F = CV^{\alpha}$$

Dónde:

F = es la fuerza del disipador, lb

V = velocidad relativa entre el amortiguador, pulg/seg

C = constante de amortiguamiento (lb x seg / pulg)

α = exponente de velocidad (0.3 - 1.0)"

Ecuaciones del comportamiento

Acorde con Diaz (2014), en principio, se debe determinar el elemento de reducción de la respuesta (β) a través del cociente:

$$\beta = \frac{D_{m\acute{a}xma}}{D_{objetivo}} \dots Ec$$

Donde:

$D_{m\acute{a}xima}$ = Deriva obtenida del análisis tiempo historia para el sismo de diseño seleccionado.

$D_{objetivo}$ = Deriva que se espera obtener después del análisis de la estructura con los disipadores.

La deriva objetivo planteada es de 0.007, acorde con la regla para el diseño sismo resistente de obras de concreto armado.

Luego, es necesario determinar el amortiguamiento efectivo (β_{eff}), para lo cual se aplica el siguiente esquema:

$$\beta = \frac{2.31 - 0.41 \ln(\beta_0)}{2.31 - 0.41 \ln(\beta_{eff})} \dots Ec$$

Donde:

β_0 = Amortiguamiento viscoso equivalente de la estructura. Para el presente trabajo se fijará un amortiguamiento inherente igual a 5 % del amortiguamiento crítico.

β_{eff} = Amortiguamiento que incluye tanto el amortiguamiento inherente como el amortiguamiento adicionado por los disipadores.

El resultado del amortiguamiento viscoso que se requiere añadir, se obtiene sustrayendo el amortiguamiento inseparable del amortiguamiento efectivo.

$$\beta_H = \beta_{eff} - \beta_0 \dots \dots \dots Ec$$

La fuerza resistente del disipador, según se precisó, se obtiene de:

$$F = CV \dots \dots \dots Ec.$$

Donde:

F = Fuerza en el disipador.

C = Constante de amortiguamiento.

V = Velocidad relativa en el amortiguador.

α = Exponente de velocidad.

Cabe mencionar que nunca existe ninguna fuerza de tensor en esta fórmula. La fuerza del disipador depende de la velocidad. Entonces, tanto la velocidad como la fuerza serán equivalentes en cualquier punto del disipador de energía.

Del mismo modo, a fin de calcular el valor del coeficiente de amortiguamiento (C) para dispositivos no lineales, es necesario aplicar el siguiente esquema establecido por el FEMA 274 (Diaz, 2014).

$$\Sigma C_j = \frac{\beta_H (2\pi A^{1-\alpha}) \omega^{2-\alpha} (\Sigma_I m_i \phi_i^2)}{\lambda (\Sigma \phi_{rj}^{1+\alpha} \cos \theta_j^{1+\alpha})} \dots \dots \dots Ec.$$

Donde:

C_j = Coeficiente de amortiguamiento del disipador j.

A = Amplitud o Máximo desplazamiento del primer modo de vibración de acuerdo al porcentaje de masa participativa en cada dirección.

ω = Frecuencia del sistema.

m_i = Masa del nivel i.

ϕ_i = Desplazamiento del nivel i con nuestro sismo de diseño (m).

λ = Parámetro adimensional Lambda.

θ_j = Ángulo de inclinación del disipador.

ϕ_{rj} = Desplazamiento relativo con nuestro sismo de diseño (m).

También, se estableció los siguientes valores para la obtención del parámetro lambda de manera directa con el valor del exponente α :

Tabla 3.

Valores del parámetro lambda.

Coefficiente de velocidad α	Valores del parámetro lambda λ
0.25	3.7
0.50	3.5
0.75	3.3
1.00	3.1
1.25	3.0
1.50	2.9
1.75	2.8
2.00	2.7

Fuente: Díaz, 2014.

El factor α establece la respuesta del disipador respecto de los niveles de impactos de velocidad. Además, delimita el comportamiento histerético de los dispositivos utilizados.

Por otra parte, los dispositivos con factor α equivalente a uno son conocidos como: disipadores lineales, cuya fuerza es claramente igual a la velocidad relativa; mientras que los disipadores equivalentes a una cuantía α mayor o menor a uno son conocidos como disipadores no lineales.

También, ciertos productos menores a 1 tienen la capacidad de aminorar las pulsadas de alta velocidad. Asimismo, los disipadores con valor de α mayor a 1 no son utilizados en estructuras ya que se requerirían de grandes velocidades para tener un aumento significativo de la fuerza del disipador (Díaz, 2014).

Rigidez del dispositivo

Según se ha mencionado, el tipo de dispositivos depende únicamente de la rapidez para inspeccionar la respuesta dinámica de la estructura. Por consiguiente, a fin de que esta respuesta se lleve a cabo en la modelación aplicando el software ETABS, es necesario tener en cuenta que la rigidez del dispositivo equivale a la rigidez del brazo metálico que une el dispositivo a la estructura. Acorde con Torres y Guevara (2012), esto se debe a que la rigidez axial supera a la rigidez del disipador.

En ese sentido, para calcular el valor de la rigidez de este brazo se debe efectuar la siguiente fórmula:

$$K = \frac{EA}{L} \dots Ec$$

Donde:

E = Coeficiente de elasticidad del acero.

A = Área de la sección del brazo metálico.

L = Longitud del brazo metálico.

Con la finalidad de aminorar las deflexiones elásticas en el brazo y potenciar las del dispositivo, se requiere que el perfil metálico posea un área (A) significativa, orientado a activar completamente el disipador ante un eventual movimiento sísmico.

Del mismo modo, se requiere que el perfil metálico escogido posea momento de inercia (I) y área (A) en cantidades suficientes con la finalidad de obtener resistencia frente al pandeo en la trayectoria de compresión.

Principales estilos de instalación de disipadores de energía sísmica

Los disipadores de energía con fluido viscoso pueden ser instalados de múltiples formas como piezas diagonales; además, pueden ser atados en los arriostres, tal como se señala en la siguiente figura:

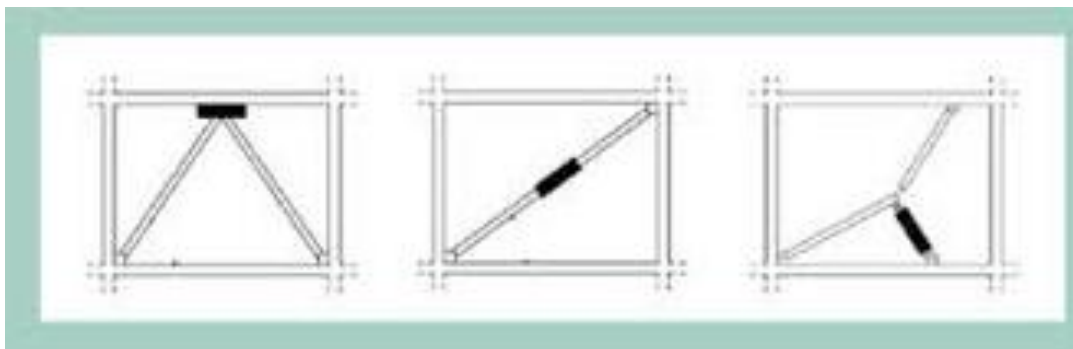


Figura 6. Estilos básicos de instalación de disipadores

Fuente: Mabie Perú

Dimensión: Reforzamiento con muros cortante

La principal función de las cimentaciones es transferir los esfuerzos de la edificación hacia un plano superior del suelo. Además, cumple un rol preventivo y de monitoreo ante cualquier asentamiento primario o rotación excesivo. También es el encargado de brindar seguridad ante eventuales deslizamientos y volteos de la misma construcción.

El tipo de suelo es un factor sumamente importante que debe ser considerado para diseñar las cimentaciones, ya que sobre este elemento se ejercen determinados esfuerzos que conllevan a que el factor de cimentación tenga cierto comportamiento con relación a la propia edificación, estableciendo su nivel de resistencia ante los fenómenos sísmicos. Debido a las particularidades del suelo y de la estructura es posible tener distintas clases de cimentaciones.

Entonces, la selección de la clase de cimentación dependerá específicamente de las propiedades mecánicas del suelo, teniendo en cuenta la magnitud de las cargas existentes, la posición del nivel freático, su ángulo de rozamiento interno y su cohesión que conlleven a calcular la capacidad portante; la cual, juntamente con la homogeneidad del suelo, es aconsejable aplicar un tipo u

otro diferente de cimentación. Por lo general, se utilizan cimentaciones superficiales, por su bajo costo y versatilidad para ejecutarse.

2.2.2. Variable: Evaluación técnica y económica

Consiste en un procedimiento mediante el cual se evidencian las anomalías de las edificaciones o parte de los elementos estructurales, los cuales son analizados y comparados en concordancia con las normativas y especificaciones técnicas, con la finalidad de verificar el total cumplimiento de todas las pautas sobre el comportamiento sísmico resistente de las edificaciones.

Para llevar a cabo un proceso de evaluación técnica y económica es necesario efectuar diversos ensayos que diagnostiquen el nivel de daño estructural, considerando una serie de pautas:

- Chequeo del acero de refuerzo
- Evaluación de la resistencia del concreto existente
- Monitoreo y evaluación de fisuras y grietas
- Inspecciones de fisuras y grietas
- Medición vibraciones ambientales
- Revisión de información disponible
- Toma de medidas y imágenes
- Verificación de la cimentación

Seguidamente, se procede a elaborar modelos matemáticos o cálculos económicos que darán viabilidad para intervenir la estructura analizada, para lo cual se necesita que dichos mecanismos deben ser puntuales y orientados a tener una reacción ante las insuficiencias estructurales.

Por otra parte, la evaluación técnica y económica estandariza conforma una serie de procedimientos que brindan garantías para obtener un diagnóstico exacto de la edificación a evaluar, configurados con determinados criterios los cuales pueden coadyuvar a desarrollar un proceso de evaluación estructural de manera eficaz.

2.2.2.1. Dimensiones de la variable: Evaluación técnica y económica.

La evaluación técnica estructural, constituye una disciplina encargada de realizar procedimientos de cálculo, orientados a determinar la durabilidad, estabilidad, resistencia, rigidez y seguridad estructural (Villareal, 2009, p. 4). Del mismo modo, forma parte del proyecto de ingeniería estructural. En esta

etapa, se plantean las predicciones del comportamiento de las estructuras, en concordancia con las fuerzas externas y la acción de cargas. Los aspectos comportamentales particulares relacionados con el diseño estructural están determinados por: deflexiones, esfuerzo resultante y reacciones de soporte. La evaluación estructural, por lo general, involucra el cálculo de las cantidades originadas por las cargas dadas y otros factores externo; así como cambios de temperatura y desplazamientos de soportes. Esto determinará si se trata de estructuras regulares o irregulares

Derivas

Las derivas de entrepiso constituyen indicadores de daño estructural como consecuencia de los movimientos sísmicos. En aquellas construcciones aisladas, el valor superior de las derivas es más preciso que en las de base fija, debido a que el propósito de los sistemas de protección es, justamente, aminorar los deterioro. Por lo tanto, se circunscribe el valor máximo de las derivas a 0.3 % en estructuras aisladas, resultando ser más moderado que el límite de 0.7% planteado hacia las de base fija.

Cortante

Utilizando el mismo criterio para hallar deficiencias por flexión en vez de una por corte, se tiene que la fuerza cortante de diseño (V_u) se determinará partiendo de la resistencia nominal en flexión (M_n), asociado a la fuerza actuante axial P_u , buscando un efecto mayor momento nominal posible. La resistencia al dependerá del aporte del concreto y del acero de refuerzo usado en estribos, cumpliendo la siguiente ecuación:

$$\phi V_c + \phi V_s \geq V_u$$

Además, la última fuerza cortante o de diseño, será calculada manteniendo los criterios de diseño por capacidad, los momentos:

$M_{n_{sup}} + M_{n_{in}}$, serán hallados mediante el diagrama de iteraciones de la columna en estudio y se relacionarán con la siguiente ecuación:

$$V_u = \frac{(Mn_{sup} + Mn_{inf})}{hn}$$

Para la cortante máxima que se logra dar en una sección, estará limitada según la norma E060 por:

$$Vu_{max} = 2.6\phi\sqrt{f'}cb_wd$$

El elemento, además de estar sometido a cortante y flexión, también está bajo carga axial, por lo que la cortante que aporta el concreto será dada por la siguiente igualdad:

$$V_c = 0.53\sqrt{f'}cb_wd\left(1 + 0.0071\frac{N_u}{A_g}\right)$$

Para calcular la participación a la resistencia del acero de refuerzo o estribo, se utilizará la siguiente ecuación y el coeficiente de reducción para cortante ϕ será:

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c \quad ; \quad \phi = 0.85$$

Para proporcionar una adecuada ductilidad se debe limitar una longitud mínima L_o , según la siguiente ecuación:

$$L_o \geq \begin{cases} \text{Max}(a; b) \\ 45 \text{ cm} \end{cases}$$

El espaciamiento requerido se dará mediante de acuerdo con la siguiente relación, pero respetando el valor límite del espaciamiento según los requisitos sísmicos planteados en sus restricciones:

$$S = Avf'y \frac{d}{V_s}$$

$$S \leq$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Min} \left(\frac{a}{2}; \frac{b}{2} \right) \\ 10 \text{ cm} \end{array} \right. ; \text{dentro de confinamiento}$$

$$S \leq$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 16 \text{ veces } \emptyset \text{ barra} \\ \text{Min}(a; b) \\ 30 \text{ cm} \end{array} \right. ; \text{fuera de confinamiento}$$

Dimensión económica

El objetivo de la presente dimensión es presentar una propuesta económica, de reforzamiento estructural. Para ello, se propondrá y desarrollará una evaluación directa, acorde con las pautas tradicionales que determinen un presupuesto de obras. Además, se deberá realizar una evaluación indirecta estimando y valorizando las fallas estructurales de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso.

Un proceso de evaluación económica deberá calcular las utilidades, los costes directos, los gastos generales, así como el flujo del costo del proyecto, cuyas tasas de interés concuerden con lo establecido por el mercado.

Por consiguiente, los efectos de la evaluación económica inmediata e indirecta serán expresados en requisitos del costo directo de obra y a valor actual, con el objetivo de poder comparar y obtener conclusiones más exactas y precisas.

El proceso de evaluación económica directa se refiere al contraste del costo directo de obra y la mejor alternativa económica. Este procedimiento se encuentra pautado por las siguientes consideraciones:

- Las variantes por concepto de reforzamiento estructural, tienen un nivel de incidencia significativa al coste directo del proyecto.
- Los cálculos obtenidos luego de comparar los presupuestos, no deben ser definitivos. En efecto, la evaluación directa únicamente figura cuánto costaría realizar cada una de las propuestas a fin de conocer su nivel de pertinencia, para lo cual, se deberá complementar con una evaluación

en la que se tenga en cuenta las ventajas del sistema de reforzamiento estructural.

Presupuesto

El presupuesto se obtendrá a partir de los metrados y costes unitarios utilizados para la realización del proyecto. Por consiguiente, en este análisis no será recalcular el costos unitarios por el uso de la fórmula polinómica.

Entonces, utilizando la siguiente tabla, se colocarán costos directos de la implementación del sistema de reforzamiento, a través de la cual se apreciará qué estructuras tendrán mayor incidencia en el costo directo.

Tabla 4.

Resumen de los costos directos.

Especialidades	Monto	% incidencia
Obras preliminares y provisionales	Cantidad en soles	Cantidad en porcentaje
Especialidad de estructuras	Cantidad en soles	Cantidad en porcentaje
Especialidad de arquitectura	Cantidad en soles	Cantidad en porcentaje
Instalaciones sanitarias	Cantidad en soles	Cantidad en porcentaje
Instalaciones eléctricas	Cantidad en soles	Cantidad en porcentaje
Sistema contra incendio	Cantidad en soles	Cantidad en porcentaje
Sistema gas	Cantidad en soles	Cantidad en porcentaje
Equipamiento	Cantidad en soles	Cantidad en porcentaje
Equipo de obra	Cantidad en soles	Cantidad en porcentaje
Total del costo directo	Cantidad en soles	Cantidad en porcentaje

Asimismo, la evaluación económica tiene como objetivo medir las ventajas del sistema de reforzamiento en el escenario de un movimiento sísmico de gran magnitud. En el Perú, este tipo de ejercicios no es tan usual, por lo que no existe un procedimiento regulado por alguna normativa que conlleve a calcular el impacto económico de un sismo. En consecuencia, ante esta necesidad, se aplicará el método de estimación de daños por curva de vulnerabilidad.

La curva de vulnerabilidad consiste en un cálculo para medir los daños estructurales causados por los sismos, cuantificando la relación entre las fallas

estructurales y las derivas de entrepiso utilizando datos estadísticos, considerando la máxima deriva de entrepiso.

En el ámbito de la ingeniería estructural, se sabe que las derivas se encuentran vinculadas con el nivel de deterioro estructural, cuyos valores están limitados por las normas que regulan el diseño.

Por lo tanto, en función de los resultados que se obtendrán de los análisis sísmicos, se estimarán los daños estructurales, que determinarán el costo final, el costo directo va a reflejar la especificación estructural de la edificación.

III.METODOLOGÍA

III. METODOLOGIA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de diseño de investigación

Para el desarrollo de esta investigación se ha considerado un diseño aplicada, ya que la información que crearemos abordará cuestiones útiles y propondrá una alternativa de solución que conlleve a implementar un sistema de reforzamiento estructural en la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso.

Al respecto, una investigación aplicada consiste en una labor específica e inapelable con el propósito de demostrar principios generales. Este tipo de diseño investigativo debe concordar con un ejemplo de averiguación, y estar relacionado con la investigación básica (Valderrama, 2015, p. 184).

Diseño de la investigación

El diseño establecido para el siguiente trabajo investigativo corresponderá a una investigación cuasiexperimental, debido a que la variable independiente no será manipulada; sin embargo, serán observadas en su propio contexto real. Es preciso mencionar que, a través de esta investigación se determinarán los tipos y propiedades de los elementos como estructurales, lo único esto basado en la investigación previas, los cuales no influirán en los resultados que se obtengan.

También será un estudio transversal, debido al proceso de evaluación y análisis de los datos, efectuado en un único momento.

Al respecto, se puede determinar que el diseño transversal aplica el proceso de recojo información en un único tiempo, con la finalidad de detallar las características de cada una de las variables y analizar su correlación o nivel de influencia en un cierto momento (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 154).

Nivel de la investigación

El siguiente trabajo investigativo corresponderá a un estudio descriptivo, mediante el cual se medirá, especificará y describirá las características de los

hechos o fenómenos, procurando recoger información en forma individual o grupal respecto de cada una de las variables referentes.

Por lo tanto, mediante la presente investigación se describirán las particularidades y los procedimientos asociados con los resultados del análisis y diseño de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, aplicando las normas vigentes (Hernández, Fernández y Baptista, P., 2014)

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Variables

Consisten en los rasgos verificables que caracterizan a cada individuo, elemento u organismo que, los cuales pueden ser medidos y cuantificados (Valderrama, 2015, p. 150). En ese sentido, las variables que se analizarán y evaluarán en esta investigación son:

- Variable 1: Reforzamiento estructural.
- Variable 2: Evaluación técnica y económica.

3.2.2. Operacionalización de variables

La variable que se experimentará será la variable independiente al sumar la variable dependiente y los sucesos que esta logrará en el aumento de parte técnico y económica.

- Variable 1: Reforzamiento estructural.
- Variable 2: Evaluación técnica y económica.

Se observa más tendidamente el desarrollo de la operacionalización de las variables en el Anexo N°1 - Anexo N° 2

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

Valderrama (2015) sostuvo que: “se trata de una serie de elementos, unidades, objetos y entidades, que poseen atribuciones o particularidades comunes, sujetos a verificación, predispuestos a ser estudiados” (p. 179). En ese sentido, la población de este estudio estará constituida por las edificaciones municipales de que se encuentran dentro del ambiente urbano de la Provincia Constitucional del Callao, ubicadas en la zona sísmica 4 del Perú.

3.3.2. Muestra

Consiste en un subconjunto del universo o de la totalidad poblacional, debiendo tener cualidades o particularidades representativas de esta. “En las muestras no probabilísticas, se seleccionan a la selección de los elementos teniendo en cuenta los principios y fundamentos del estudio” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 175).

La consecuencia es el trabajo investigativo la muestra será no probabilística o muestra dirigida, no aleatorio, ya que una muestra no probabilística supone un tipo de selección en base a las particularidades del estudio, en vez de parámetros estadísticos generales.

En ese sentido, la muestra queda representada por el edificio de la sede de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, Callao y sus elementos estructurales que, a criterio del investigador, se analizarán.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Estos procedimientos consisten en operaciones y actividades tales como la observación, la entrevista, documentación etc. En ese sentido, para el adelanto del siguiente estudio, se aplicará el análisis documental de aquellos archivos alcanzados por la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, así como los planos catastrales y los planos del INDECI.

Por otro lado, se hará uso de la observación sistemática para llevar un registro sistemático de la respuesta sísmica ante diferentes iteraciones y ubicaciones de los disipadores y muros de corte en el modelo estructural.

Para ello, se utilizarán los siguientes programas digitales:

ETABS 2016 [23], para la creación de los diagramas de iteración de columnas y placas. Excel 2013, para el cálculo de parámetros sísmicos

Anexo	Ficha	Observación
Anexo 4	Ficha 1	Comparativa de distorsiones aplicado reforzamiento
Anexo 5	Ficha 2	Verificación de Derivas de por el Disipador de fluido viscoso
Anexo 6	Ficha 3	Verificación de Derivas por Análisis Sísmico Dinámico
Anexo 7	Ficha 4	Especificaciones Para Reforzamiento Con Muros Cortantes

3.5. Procedimientos

Al respecto, Valderrama (2015, p.198) indicó que: “se trata de una serie de técnicas enfocadas a estudiar los hechos cuyos resultados pueden ser expresados en cifras, cuyo objetivo es obtener información valida y confiable”. En ese sentido, como se ha mencionado, el procedimiento para la obtención de las características de la sede municipal se iniciará a través de la observación, para lo cual se realizará:

- **Etapa 1**
Proceso administrativo
- **Etapa 2**
Levantamiento del esquema estructurales
- **Etapa 3**
Estudio de Suelo.
- **Etapa 4**
Estudio de calidad del concreto (ensayo de Diamantina y Esclerometria)
- **Etapa 5**
Análisis y Evaluación de la estructura existente estado actual de la edificación
- **Etapa 6**
Análisis y Evaluación reforzamiento estructural con el reforzamiento de disipadores de energía fluido viscoso.
- **Etapa 7**
Análisis y Evaluación reforzamiento estructural con el reforzamiento muros cortante.

- **Etapa 8**

Análisis y Evaluación económica de los dos reforzamientos estructural

3.6. Método de análisis de datos

Según Valderrama (2015, p. 198): “consiste en una serie de estrategias que analizan los hechos cuyas expresiones se determinan a través de cantidades, a fin de demostrar datos confiables y válidos”.

Para efectos de esta investigación, después de obtener los datos, se realizará su respectivo análisis descriptivo y debido procesamiento.

3.7. Aspectos éticos

Acorde con Valderrama (2015) señaló que: “un trabajo investigativo no se trata únicamente de un acto técnico; sino que, además, sobrelleva aspectos como la responsabilidad. Desde este punto, la ética en un proceso investigativo, debe ser planteado como un acto asociado con la moral, debido a que está abarcado por un aspecto ético-profesional (p. 221).

Por consiguiente, el aspecto ético de esta investigación estará enfocado a que la información que se recogerá provenga estrictamente de la muestra de estudio, cuyo procesamiento se realizará de forma fidedigna.

Todos los datos recolectados serán registrados en los instrumentos que se aplicarán durante la recopilación de información. También se tendrá en cuenta tal información no sea adulterada durante los ensayos o pruebas, para favorecer el proceso investigativo.

Finalmente, es preciso señalar que las teorías y señalamientos de los autores citados a lo largo del presente estudios, se encuentran referenciados en la bibliografía de este estudio.

IV. RESULTADOS

IV.RESULTADOS

4.1. Desarrollo del procedimiento

Etapa 1: Proceso administrativo

De acuerdo con la Carta presentada en fecha 03 de Agosto del 2020, mediante la cual se solicitó una audiencia que permitieran autorizar los estudios técnicos sobre la investigación denominada: “**Evaluación Técnica y Económica del Sistema de Reforzamiento Estructural de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, Callao, 2020**”, con la finalidad de realizar los estudios de diamantina, esclerometría y estudio de suelo, conducente a la culminación de la carrera universitaria de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejos, para ello se tomó las siguientes acciones:

- En fecha 12 de agosto del 2020 se presentó la **Carta N°001-2020-EALG-EIC/UCV**, mediante la cual se solicitó a la Gerencia de Desarrollo Urbano de la Municipalidad de Carmen de la Legua - Reynoso de la Provincia Constitucional del Callao, tengan a bien brindar los planos en el formato de AUTO CAD y/o en físico del edificio del Palacio Municipal ubicado en la Av. Primero de Mayo N° 898, conducentes a iniciar las acciones de evaluación técnica y económica del sistema de reforzamiento estructural del Palacio Municipal.
- Se recibió el plano de arquitectura y se observó la ausencia del plano de estructuras, por ello se procedió a realizar un recorrido de la edificación del Palacio Municipal ubicado en la Av. Primero de Mayo N° 898, siendo una recomendación de los asesores de la tesis en mención con la finalidad de identificar las estructuras de la referida edificación.
- En fecha 26 de Agosto del 2020 se presentó la **Carta N°002-2020-EALG-EIC/UCV y Carta N°002-2020-EALG-EIC/UCV**, solicitando a la Gerencia de Desarrollo Urbano de la Municipalidad de Carmen de la Legua - Reynoso de la Provincia Constitucional del Callao autorice y brinde las disposiciones para la ejecución de los **estudios de suelo, el estudio de diamantina y ensayo de esclerometría** del Palacio Municipal ubicado

en la Av. Primero de Mayo N° 898, Distrito de Carmen de la Legua – Reynoso, programados para el día sábado 29 de agosto del 2020. Estas acciones incluyeron la ejecución de 3 calicatas de 3 metros de profundidad cada una en tres puntos diferentes del referido edificio, las cuales estuvieron a cargo del personal especializado. Dichas actividades forman parte del proceso de Evaluación Técnica y Económica del Sistema de reforzamiento estructura del palacio municipal.

- En fecha 27 de agosto del 2020 se presenta la **Carta N°004-2020-EALG-EIC/UCV**, se solicitó la autorización para el ingreso del personal de la Empresa MTL Geotecnia I.R.L, encargada de realizar las calicatas correspondientes al **Estudio de Suelo y el Estudio de Diamantina del Palacio Municipal** Ubicado en la Av. Primero de Mayo N° 898. Dichas acciones fueron autorizadas mediante la “**Carta N°036-2020-SGOYC-GDUE-MDCLR**”, **en la cual se dispuso** para realizar los días 29 de agosto, 5 de setiembre y 12 de setiembre para los ensayos correspondientes al estudio de suelo, ensayos de diamantina y esclerometría.

Etapas 2: Levantamiento del esquema estructural

Se realizó el requerimiento de los planos del Municipio de Carmen de la Legua Reynoso, los cuales mostraron una realidad que no existía en los planos estructurales. Para eso se realizó el “Levantamiento elementos estructurales” donde se pudo observar que al contrastar con el plano proporcionado por el área de Obra y Castraste del Municipio, se corroboró la inexistencia de columnas. Durante el levantamiento del esquema estructural también se observó que solo se contaba con vigas peraltadas en ciertos tramos de los pisos: el semi sótano hasta el 2do piso; mientras que, en el 3er piso, las vigas peraltadas sobresalían unos 15 cm a 20 cm sin contar la losa aligerada. En cuanto a las columnas, se comprobó su inexistencia.



Figura 8. 3 columnas sin vigas peraltado ubicadas en el piso 2 en el área de accesoria.



Figura 7. Vigas peraltadas con losa sobresaliente en 22 cm (aprox.) ubicadas en el piso 3 en el área

Etapa 3: Estudio de Suelo.

Se realizó 3 punto de calitas, cada una mayor a igual a 3 metros de profundidad, los cuales fueron realizados en diferentes ubicaciones dentro del palacio municipal. A cada punto se les denominó: C-1, C-2 y C-3. Durante el proceso de calicata 1, se halló en el nivel freático de profundidad, entre el 2.50 o 3 m, un buzón a través del cual, presuntamente se producían filtraciones. Del mismo modo, en las otras calicatas no se encontró ninguna deformación

- **Calicata N°1:** Ubicado en el jardín del Palacio Municipal Jr. Víctor Andrés Belaunde espalda de la Sub – Gerencia de Desarrollo Económico.
- **Calicata N°2:** Ubicada en el área libre de escalera del semisótano que se accede al Primer Piso, al lado derecho se encuentra La Sub. Gerencia de Tesorería – Caja
- **Calicata N°3:** Ubicada en el jardín del Palacio Municipal Av. Primero de Mayo a la espalda de la rampa del ingreso a la sala de espera.

Calicata – 1

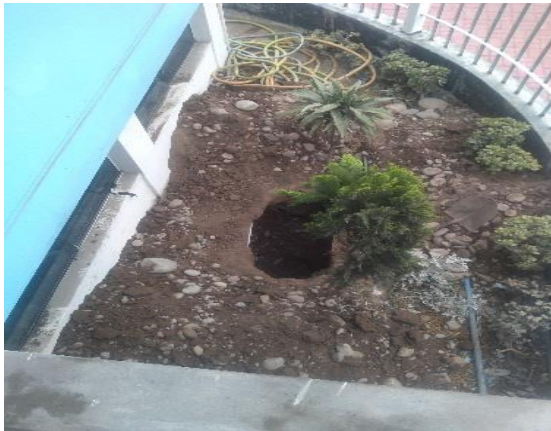


Figura 10. Calicata – 1

Calicata – 2



Figura 9. Calicata – 2



Figura 11. Calicata – 3

Etapa 4: Estudio de calidad de los materiales

Esclerometría

Se realizó el picado del tarrajeo de las columnas o vigas, aproximadamente 5 cm con la finalidad de encontrar el concreto en ambas estructuras. En este caso se realizó los golpes con el esclerómetro que permitió observar múltiples diferencias; es decir, al momento de realizar los tiros en columnas o vigas, se generaban vibraciones. Por lo tanto, se procedió a colocar:

- **Semisótano:** Se realizó 3 puntos, principalmente en las columnas.
- **Primer Piso:** Se realizó 4 puntos: 2 puntos en columnas y 2 puntos en vigas.
- **Segundo Piso:** Se realizó 1 punto, principalmente en las columnas.
- **Tercer Piso:** Se realizó 4 puntos: 2 puntos en columnas y 2 puntos en vigas.

Condiciones para la correlación: Puede observarse que este procedimiento se ha realizado en los mismos puntos donde se hicieron los ensayos de diamantina.

Herramientas Utilizar: Comba, cincel, esclerómetro, lija y plumón.



Figura 13. Picado del tarrajeo para poder encontrar el concreto.

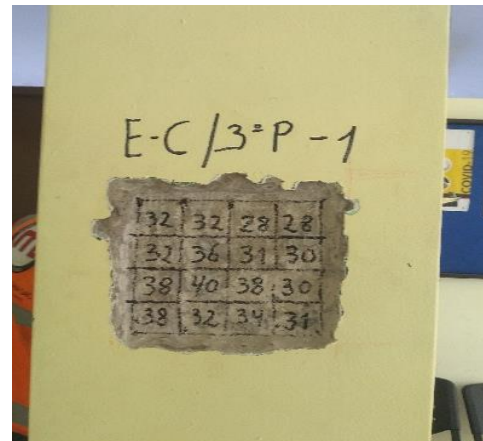


Figura 12. Ejecución de golpes



Figura 14. Ejecución de golpes en el esclerómetro y a la costa con la finalidad de medir el nivel de fuerza en una barra.

Diamantina

Procedimiento realizado con el escáner con la finalidad de buscar fierros horizontales y verticales. Esta acción permitió marcar y trazar la ubicación del cruce de los fierros a fin de saber qué tipo de broca se colocará para realizar la extracción. En este caso, se utilizó una broca 3" que permitió extraer 12 testigos en diferentes lugares del palacio municipal. Para ello, fue necesario realizar el pico el tarrajeo hasta dejar el concreto expuesto. Seguidamente, se realizó la perforación para colocar el anclaje y proceder a anclar el taladro de diamantina.

- **Semisótano:** Se realizó 3 puntos, principalmente en las columnas.
- **Primer Piso:** Se realizó 4 puntos: 2 puntos en columnas y 2 puntos en vigas.
- **Segundo Piso:** Se realizó 1 punto, principalmente en las columnas.
- **Tercer Piso:** Se realizó 4 puntos: 2 puntos en columnas y 2 puntos en vigas.

Herramientas Utilizar: Taladro, taladro de diamantina, anclajes, escáner.



Figura 15. Ejecución de escaneo en forma vertical y horizontal para conocer la ubicación de los fierros existentes a través de una luz roja; seguidamente, se procede a marcar colocar la broca y realizar la extracción. Previamente, se pica la zona de ubicación a fin de obtener el concreto



Figura 16. Anclaje de máquina correspondiente para obtener el testigo del concreto.



Figura 17. Luego de la extracción de la diamantina, se deja secar para luego perfilarlo y ejecutar la compresión que conlleve a conocer los niveles de F'c.

Con respecto al **Ensayo de Diamantina y Ensayo de Esclerometría**, se muestra los resultados especificados por niveles:

Semisótano

Tabla 5.

De la ruptura de diamantina del semisótano

N° Testigos	Identificación	Carga Máxima (g)	Resistencia (kg/cm ²)
P1	Columna Semisótano	7815.8	200.7
P2	Columna Semisótano	4003.0	104.0
P3	Columna Semisótano	2639.6	69.1

Tabla 6.

Sobre el ensayo de esclerometría del semisótano

Elemento	Ángulo de Disparo	Índice de rebote
E-C/ S-1	0°	38
E-C/ S-2	0°	29
E-C/ S-3	0°	22

- Se puede verificar la realización de 3 puntos de ambos ensayos en donde se:
- **observa que en el P1** se tiene un concreto 200.7 e índice de rebote equivalente a 38, lo cual indican que el primero punto comparado con la actual norma de concreto armado E.060 que el concreto $F'c=210$ kg/cm², evidenciando un rango de Intermedio ya que se podría aceptar como punto de apoyo.
- **Mientras en el P2** se halla la resistencia del concreto armado con 104.0 kg/cm² y el índice de rebote con 29, evidenciando un severo comparado con la norma de concreto armado actual, lo cual indica un nivel bajo. Si se compara con la norma anterior donde era permitido el $F'c=175$ kg/cm², el nivel es intermedio. Por lo tanto, no es correcto que el concreto se muestre tan bajo para un punto de apoyo.
- **Durante la parte del P3** se halla un concreto armado 69.1 y el índice de rebote equivalente a 22. Sobre este punto se puede observar un concreto demasiado pobre, sin la calidad necesaria para considerarlo un apoyo; con lo cual, se evidencia el incumplimiento de lo dispuesto en ambas normas sobre el concreto.

Primer Piso

Tabla 7.

De la ruptura de diamantina del primer piso

N° Testigos	Identificación	Carga Máxima (g)	Resistencia (kg/cm ²)
P1	Columna 1er Piso	3372.0	87.4
P2	Columna 1er Piso	4483.0	116.1
P3	Viga 1er Piso	5781.0	149.1
P4	Viga 1er Piso	12617.2	306.7

Tabla 8.

Sobre el ensayo de esclerometría del primer piso

Elemento	Angulo de Disparo	Índice de rebote
E-C/ P1 -1	0°	22
E-C/ P1 -2	0°	35
E-V/ P1-3	0°	34
E-V/ P1-4	0°	38

- Con relación a las tablas de las resistencia y rebote en el Primer Piso se observa que en la **muestra Punto 1** en columnas, se realizó en la columna una resistencia de 87.4 kg/cm² y un rebote de 22, **mientras el Punto 2** se tiene un concreto con respecto a la resistencia de la ruptura equivalente a 116.1 y en el rebote 35. De esta manera se puede verificar que el concreto no está cumpliendo con lo que se requiere; además, con un concreto de 210 kg/cm² o 175 kg/cm² está demasiado baja entre ambos puntos críticos respecto de las cargas en las vigas.
- Con relación a las vigas, se verificó que el **Punto 3** tiene una resistencia equivalente a 149.1 kg/cm² y en rebote igual a 34; mientras que en el **Punto 4** se tiene una resistencia de 306.7 kg/cm² y un rebote equivalente a 38. De esta manera, se puede observar que la viga cumple con los requisitos, pero a la vez es una viga cuyo peso es demasiado para las columnas mostradas.

Segundo Piso

Tabla 9.

De la ruptura de diamantina del segundo piso

N° Testigos	Identificación	Carga Máxima (g)	Resistencia (kg/cm²)
P1	Columna 2do Piso	4549.3	118.3

Tabla 10.

Sobre el ensayo de esclerometría del segundo piso

Elemento	Angulo de Disparo	Índice de rebote
E-C/ P1 -1	0°	36

Se muestra que se tiene un concreto en la ruptura de 118.3 kg/cm² y rebote 36 con lo cual se evidencia que el concreto aún sigue siendo bajo y a pesar de que se han realizado en varias etapas el concreto mínimo debe ser 175 kg/cm², observándose una diferencia alta. Por otra parte, no se realizó más puntos en el 2 piso por los espacios y se encontró ubicación de espacios disponibles.

Tercer Piso

Tabla 11.

De la ruptura de diamantina del tercer piso

N° Testigos	Identificación	Carga Máxima (g)	Resistencia (kg/cm²)
P1	Columna 3er Piso	3372.0	136
P2	Columna 3er Piso	4483.0	170.0
P3	Viga 3er Piso	5781.0	140
P4	Viga 3er Piso	12617.2	222.8

Tabla 12.

Sobre el ensayo de esclerometría del tercer piso

Elemento	Angulo de Disparo	Índice de rebote
E-C/ P3 -1	0°	22
E-C/ P3 -2	0°	35
E-V/ P3 -3	0°	34
E-V/ P3 -4	0°	38

- Con relación a la columna del **Punto 1**, se tiene una ruptura de concreto 136 kg/cm² y el rebote de 22; mientras que en la columna **punto 2** se tiene un concreto 170 kg/cm² y el número de rebote 35. De esta manera se evidencia una estructura moderna realizada con concreto, con un nivel de rendimiento intermedio.
- Con relación a las Vigas en **el punto 3**, se tiene un concreto equivalente a 140 kg/cm² y el rebote 34; mientras que en la viga del **punto 4** se tiene un concreto 222.8 kg/cm² y en rebote 38.
- Con estos resultados se puede tener un promedio para realizar las modulaciones que ayudará a saber cuáles son los factores, los puntos o columnas, vigas que requieran un mejor reforzamiento en el palacio municipal.

Etapas 5: Análisis y Evaluación de la estructura existente estado actual de la edificación

Cuando se realizó la primera modulación se trabajó con respecto al esquema de los elementos estructurales con el fin de lograr el acero mínimo. Además, se trabajó con el concreto obtenidos en los ensayos de diamantina y esclerometría, cuando se realizó la modulación el software Etabs 2018 De esta manera, se observó que al trabajar con un concreto de $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ se comprobó que no era apto ya que se generaba algunas deformaciones, y que no cumplían con las derivas.

Descripción del proyecto

La edificación a evaluar tiene la siguiente ubicación, Av. Primero de mayo 898, Carmen de La Legua - Reynoso 07006.

Ubicación

Geográficamente, el edificio del estudio se encuentra ubicada en el territorio de la costa del Perú, en el Departamento de Lima, distrito de Carmen de la Legua de la Provincia constitucional del Callao. Esta edificación es de tipo común.

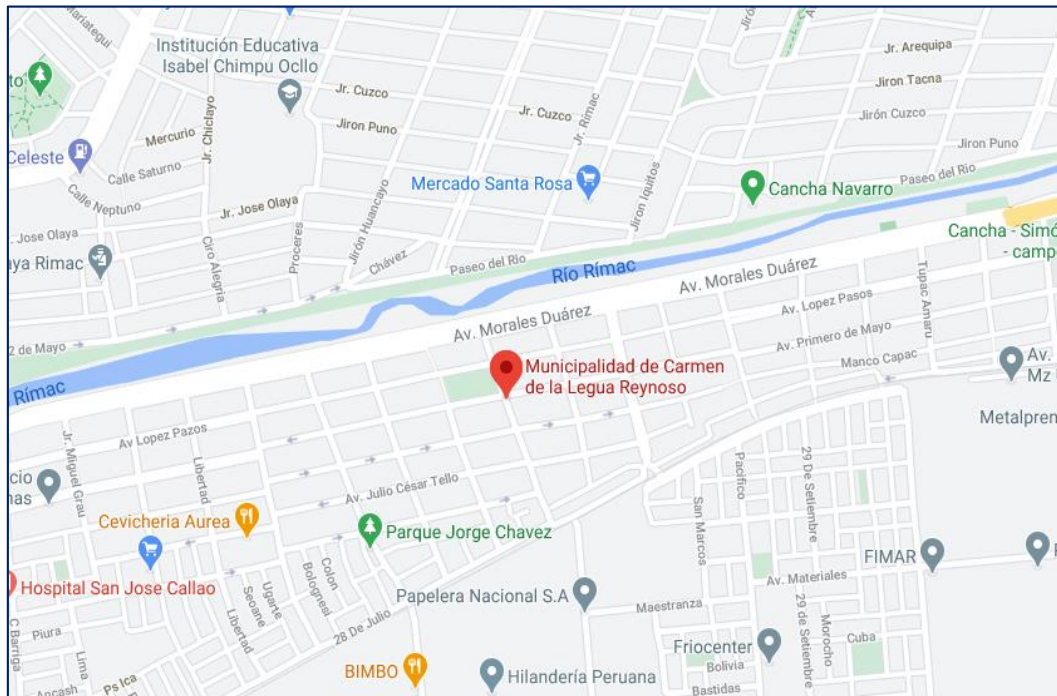


Figura 18. Ubicación del proyecto

Los Tipos del concreto y acero de refuerzo a utilizar

En continuación, se describen las particularidades del acero de refuerzo y del concreto especificadas para el diseño y análisis:

NRO. MUESTRA	f'c (kg/cm2)	(x-x!)^2	Obs
1	200.70	5700.25	P1
2	104.00	449.44	P2
3	69.10	3147.21	P3
4	87.40	1428.84	P1
5	116.10	82.81	P2
6	118.30	47.61	P1
7	136.00	116.64	P1
8	170.00	2007.04	P2
T	1001.60	12979.84	8
P	125.20		

Por desviación estándar:

s

43.06

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

Resistencia promedio requerida

Resistencia especificada f'_c , kg/cm ² (psi)	Resistencia promedio requerida, f_{cr} , kg/cm ² (psi)
Menos de 350 (5000)	Escoger el mayor valor obtenido de las siguientes ecuaciones: $f_{cr} = f'_c + 1.34s$ $f_{cr} = f'_c + 2.33s - 35$ ($f'_c + 2.33s - 500$)
Mayor de 350 (5000)	Escoger el mayor valor obtenido de las siguientes ecuaciones: $f_{cr} = f'_c + 1.34s$ $f_{cr} = 0.90f'_c + 2.33s$

f'_{cr} 267.27 kg/cm²

f'_{cr} 275.33 kg/cm²

valor maximo 275.33 kg/cm²

Niveles de control	F'_{cr}
Regular o malo	1.3 f'_c a 1.5 f'_c
210-350	1.2 f'_c
>350	1.1 f'_c

1.4 f'_c 275.33 kg/cm²

f'_c **196.67** **kg/cm²**

Concreto Armado

Resistencia a la compresión del concreto: $f'_c = 197$ kgf/cm²

Módulo de poisson del concreto: $\mu = 0.15$

Módulo de elasticidad del concreto: $E_c = 211938.65$
kgf/cm²

Peso específico del concreto: $\gamma_c = 2400$ kgf/m³

Acero de refuerzo

Esfuerzo de fluencia del acero: $f_y = 4200$ kgf/cm²

Módulo de elasticidad del acero: $E_s = 2000000$ kgf/cm²

Peso específico del acero: $\gamma_s = 7850$ kgf/m³

Análisis estructural de la edificación

Por lo general, el tipo de análisis estructural utilizados para este tipo de edificaciones, es el análisis estático (fuerzas equivalentes), análisis dinámico espectral o el análisis tiempo historia.

En la actualidad, el reglamento nacional de edificaciones (E.030) considera la utilización del análisis tiempo historia que complementa al análisis dinámico espectral; de esta manera, se requiere emplear un modelo con disipadores de energía y otro con sistema estructural de muros de corte, al momento de evaluar las edificaciones.

Con la finalidad de realizar un análisis estructural, es necesario establecer las fuerzas internas en los elementos estructurales que conlleven a diseñarlo; de esta manera, se podrá calcular los desplazamientos laterales en la edificación. La normativa E.030 - 2018 determina que el límite permisible de desplazamiento lateral es del 0.007 (deriva), para edificaciones de concreto armado.

Parámetros sísmicos

Zonificación, según E.030 – 2018 pág. 7.

La normativa E.030 divide al Perú en 4 zonas. Considera información geotectónica, así como los tipos generales de los movimientos telúricos y la atenuación de estos con el punto del epicentro y la distribución espacial de la sismicidad observada.

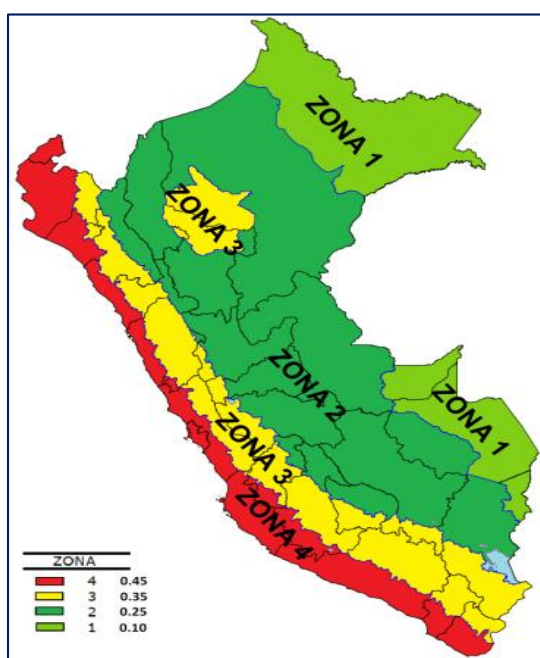


Figura 19. Zonificación sísmica

Perfil del suelo, según E.030 – 2018 pág. 10

Acorde con lo establecido por la Norma, los perfiles son clasificados considerando la velocidad de intermedio de difusión de las ondas de corte (\bar{V}_s), o alternativamente el promedio ponderado de los \bar{N}_{60} obtenidos mediante un ensayo estándar de penetración (SPT) para suelos granulares o en la media ponderado de la resistencia al corte no drenado (\bar{S}_u) para suelos cohesivos.

Para ello, es necesario establecerse los 30 metros principales del perfil de suelo calculados desde la altura de la base de cimentación.

Para las superficies granulares se calcula \bar{N}_{60} considerando únicamente los volúmenes de repetición de uno de las capas granulares.

Para los suelos adherentes la resistencia al corte no drenado \bar{S}_u se calcula como el promedio ponderado de los valores convenientes a cada estrato cohesivo.

Para los casos en los que no se disponga de las propiedades del suelo hasta la profundidad de 30 m, o cuando no sea necesario efectuar un estudio de mecánica de suelos (EMS), se faculta al profesional responsable calcular las cifras adecuados respecto de la base de las condiciones geológicas. A continuación, se establecen los tipos de perfiles de suelo:

Perfil Tipo S0:	Roca dura
Perfil Tipo S1:	Roca o suelos muy rígidos
Perfil Tipo S2:	Suelos intermedios
Perfil Tipo S3:	Suelos blandos
Perfil Tipo S4:	Condiciones excepcionales

Parámetro de sitio (S, Tp y TI)

Se debe considerar el tipo de perfil que detalle con mayor precisión los contextos locales, aplicando valores de los factores de aumento del suelo S y las fases TP y TL.

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

Figura 20. Valores del factor suelo.

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

Figura 21. Valores periodo T_p y T_l.

Factor de amplificación sísmica, según E.030 – 2018 pág. 12.

Acorde con los tipos de sitio, es necesario definir el elemento de amplificación sísmica (C) aplicando los valores detallados a continuación:

$$T < T_P \quad C = 2,5$$

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

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

Clase de edificios y factor de uso, según E.030 – 2018 pág. 12.

Las estructuras deben ser clasificadas teniendo en cuenta su condición, a los cuales les corresponde un factor de uso o importancia.

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, 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. - Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. - Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. - Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.	1,5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	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

Figura 22. Categoría de las edificaciones

Factor básico de disminución de fuerzas sísmicas, según E.030 – 2018, pág. 15.

Acorde con según la NTE E.030, sobre los lineamientos para sistemas estructurales de concreto armado, se estable los siguientes valores:

Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coefficiente Básico de Reducción R_d (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	5
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	4
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	7
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	4
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	7(**)

(*) Estos coeficientes se aplican únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura. No se aplican a estructuras tipo péndulo invertido.

(**) Para diseño por esfuerzos admisibles.

Figura 23. Sistemas estructurales.

El factor de reducción sísmica está ligado a características de irregularidades estructurales que presente dicha estructura, lo cuales son 2 tipos básicos de irregularidad, la planta o altura, y cada uno posee aspectos específicos de anomalía que exhiben un factor (I_a o I_p).

Para cada una de estas categorías se debe elegir la condición de anomalía con el mínimo valor. En el caso de no presentar, se le asignará de valor 1.

Para obtener más información sobre las irregularidades en planta como en altura, puede revisar las tablas 13 y 14 de la actual norma E.030 – 2018.

Peso sísmico

Este valor es calculado adicionando la carga muerta y una participación de la carga viva, según el uso o importancia de la misma.

Categoría A	U=1.50	Edificaciones esenciales	50% C.V.
Categoría B	U=1.30	Edificaciones importantes	
Categoría C	U=1.00	Edificaciones comunes	25% C.V.

Categoría D	Ver E.030	Edificaciones temporales	Ver E.030
-------------	--------------	-----------------------------	--------------

Procedimiento para el análisis

Con la finalidad de realizar un análisis sísmico es necesario aplicar uno de los aspectos establecido a continuación: Análisis dinámico modal espectral o Análisis estático de fuerzas equivalentes.

Asimismo, se tendrá en cuenta un esquema de comportamiento elástico y lineal con los requerimientos sísmicos reducidos. Después se realiza el Análisis Tiempo-Historia y se procede con el “rápido análisis no-lineal” que se debe de proceder para los disipadores de fluido viscoso. El mismo procedimiento se ha de realizar para el sistema aplicando muros de corte de concreto armado (muros estructurales).

Análisis de resultados

Se realiza el análisis sísmico con el fin de saber en qué estado se encuentra la edificación, con ello se podrá verificar el porcentaje de masa participativa, cortantes basales, derivas, etc.

Esquema de los elementos estructurales

El esquema utilizado para columnas y vigas estuvo conformado por barras de eje recto conteniendo deformaciones por flexión, carga axial, fuerza cortante y torsión. Dicho esquema acoge el efecto tridimensional del aporte de rigidez de cada elemento estructural.

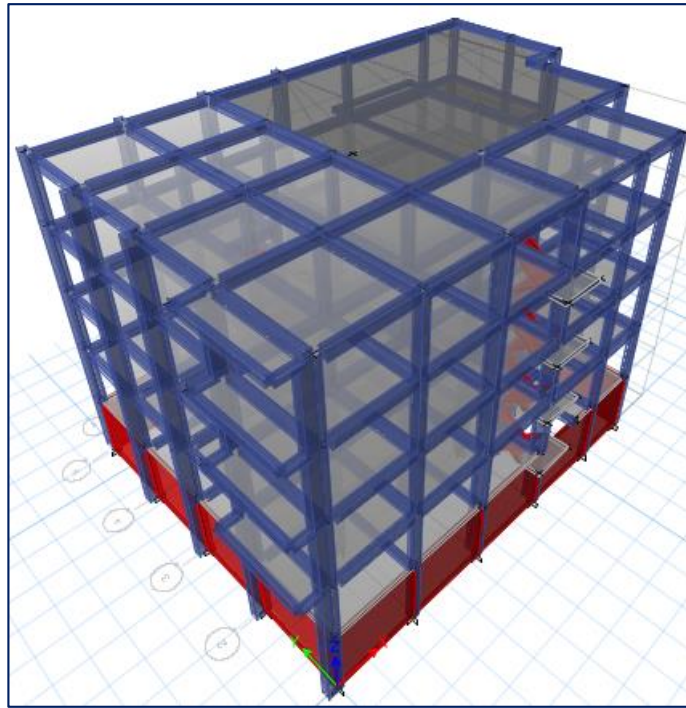


Figura 24. Vista extruida del edificio.

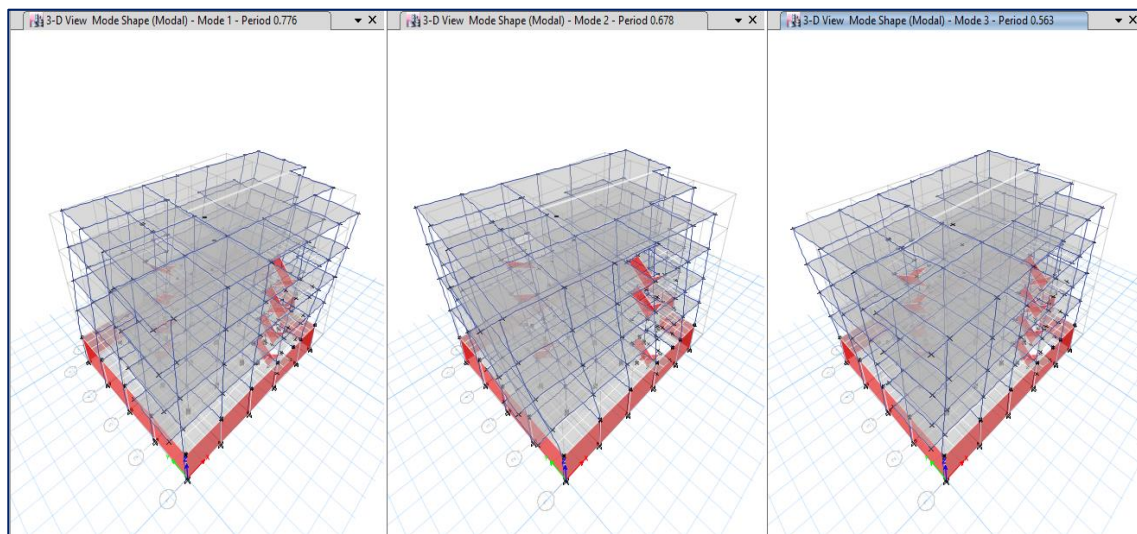


Figura 25. Modos de vibración del edificio.

Masas para el análisis dinámico modal y sísmico

Las masas provenientes de la sobrecarga, las losas y de piso terminado, se reúnen a nivel del centro de masas de cada losa. Por otra parte, las masas provenientes del propio peso de las columnas y vigas, se reconocen distribuidas en la totalidad de su longitud.

Seguidamente, el programa traslada la masa de los elementos estructurales hacia los nudos extremos. Para calcular la masa estructural, se consideró la totalidad de la carga muerta, así como el 25% de la carga viva.

MASA SÍSMICA
100%CM+25%CV

Análisis sísmico

Se hizo un estudio sísmico dinámico por superposición modal espectral. Estos parámetros utilizados para calcular el espectro de respuesta son:

Factor de Zona	Z=0.45 (Zona 4)
Factor de Uso	U=1.00 (Categoría C)
Factor de Suelo	S=1.05 (Según zonificación S2)
Periodo que define la plataforma del espectro	Tp=0.60
	Tl=2.00
Factor básico de reducción de fuerza sísmica.	Rxx=8 (Sistema aporticados)
	Ryy=8 (Sistema aporticados)

Con la finalidad de efectuar la incorporación de los modos, se aplicó la fórmula de la composición cuadrática completa considerando un 5% de amortiguamiento crítico.

C	T (seg)	Sa/g-XX	Sa/g-YY
2.500	0.00	0.1477	0.1477
2.500	0.05	0.1477	0.1477
2.500	0.10	0.1477	0.1477
2.500	0.15	0.1477	0.1477
2.500	0.20	0.1477	0.1477
1.875	0.80	0.1107	0.1107
1.765	0.85	0.1042	0.1042
1.667	0.90	0.0984	0.0984
1.579	0.95	0.0933	0.0933
1.500	1.00	0.0886	0.0886
1.429	1.05	0.0844	0.0844
1.364	1.10	0.0805	0.0805
0.412	2.70	0.0243	0.0243
0.397	2.75	0.0234	0.0234
0.383	2.80	0.0226	0.0226
0.369	2.85	0.0218	0.0218
0.357	2.90	0.0211	0.0211
0.345	2.95	0.0204	0.0204
0.333	3.00	0.0197	0.0197
0.323	3.05	0.0190	0.0190
0.139	4.65	0.0082	0.0082
0.136	4.70	0.0080	0.0080
0.122	4.95	0.0072	0.0072
0.120	5.00	0.0071	0.0071

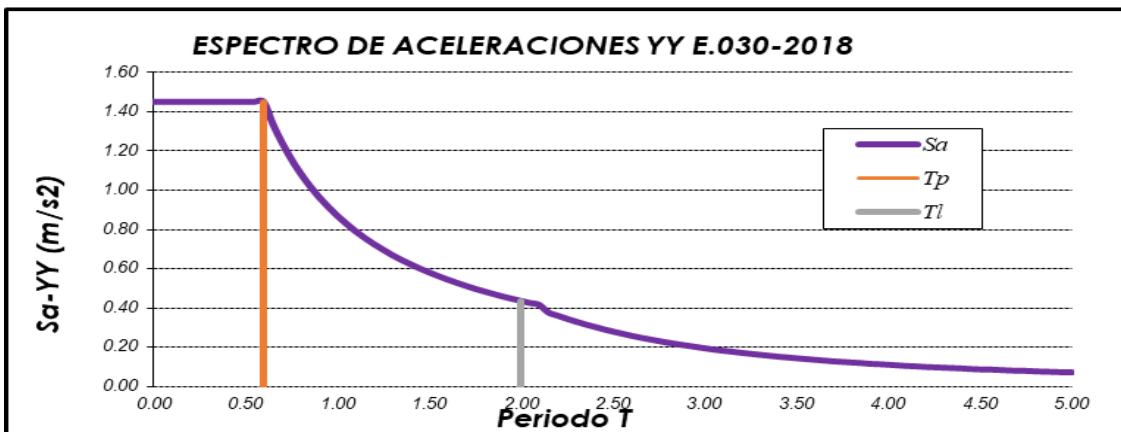
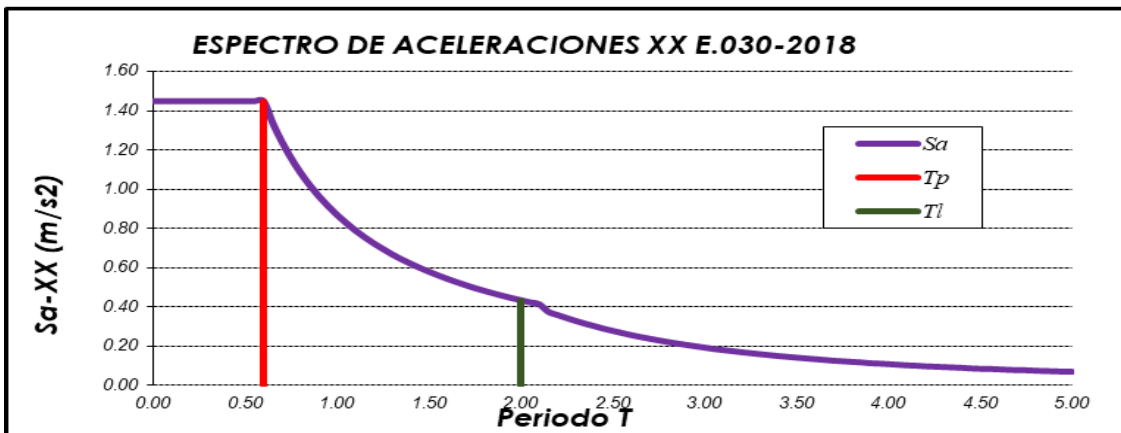
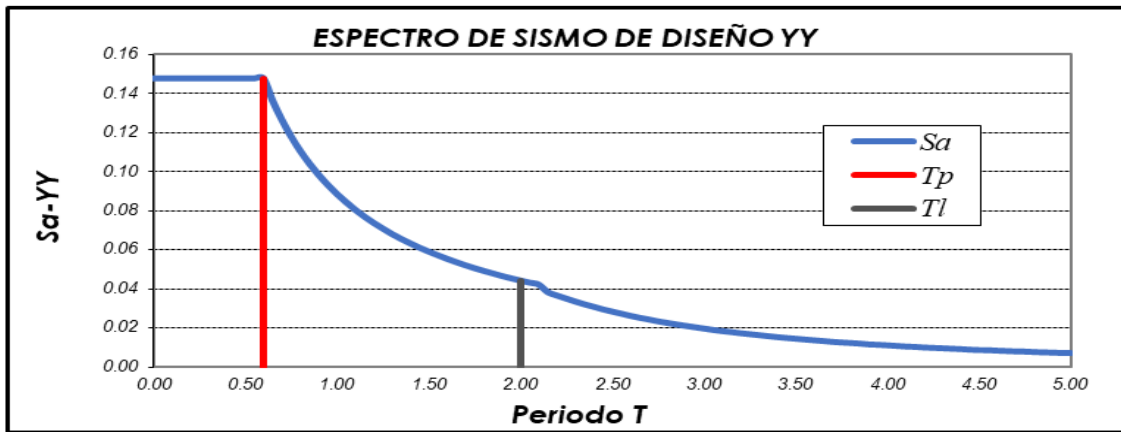
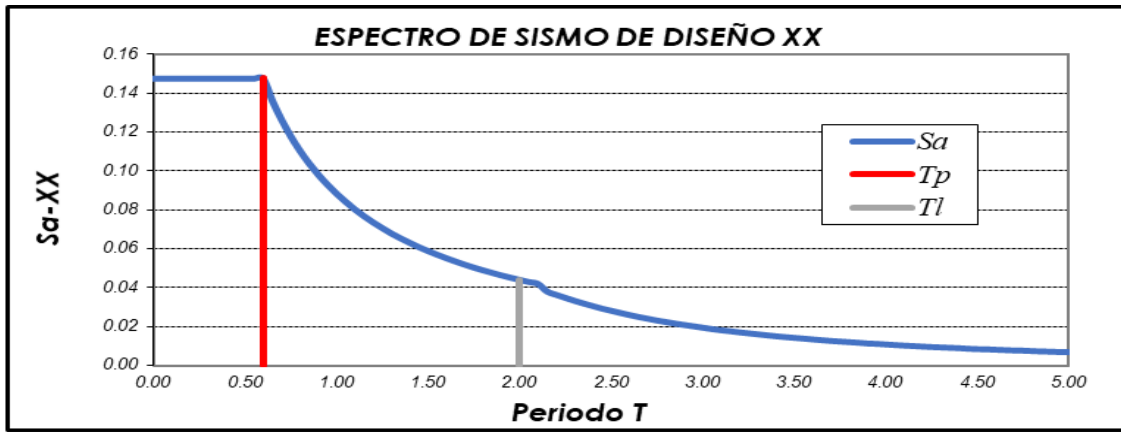


Figura 27. Espectro de aceleraciones.

Factor de masa participativa

Case	Mode	Period sec	UX	UY	RZ	Sum UX	Sum UY	Sum RZ
Modal	1	0.788	0.0704	0.4151	0.2318	0.0704	0.4151	0.2318
Modal	2	0.689	0.3158	0.0481	0.3849	0.3863	0.4632	0.6168
Modal	3	0.572	0.3357	0.2541	0.137	0.722	0.7172	0.7538
Modal	4	0.275	0.0074	0.0664	0.0286	0.7294	0.7836	0.7824
Modal	5	0.226	0.0695	0.0012	0.0277	0.7989	0.7849	0.8101
Modal	6	0.199	0.0231	0.0339	0.0396	0.8219	0.8188	0.8497
Modal	7	0.153	0.0007	0.0198	0.0115	0.8227	0.8386	0.8612
Modal	8	0.125	0.0316	5E-05	0.0042	0.8543	0.8387	0.8654
Modal	9	0.112	0.005	0.0194	0.018	0.8593	0.8581	0.8834
Modal	10	0.107	0.0005	0.0056	0.0053	0.8598	0.8638	0.8888
Modal	11	0.086	0.0054	0.0001	0.0019	0.8652	0.8638	0.8907
Modal	12	0.083	1E-05	1E-05	4E-05	0.8652	0.8638	0.8907

Tabla 5 – Modal Participating Mass Ratios

Resultados obtenidos del estudio sísmico estático y dinámico, cabe mencionar que se toma la cortante desde el nivel dos porque el sistema considera el nivel uno como sótano.

Story	Load Case/Combo	Location	VX	VY
			tonf	tonf
Story2	SDXX Max	Bottom	189.56	114.98
Story2	SDYY Max	Bottom	117.18	172.08
Story2	SEX	Bottom	-240.16	0.00
Story2	SEY	Bottom	0.00	-304.74

Para cada una de las direcciones consideradas en la prospección, la fuerza cortante en el primer entrepiso del inmueble no podrá ser menos que el 80% del análisis del calculado según la numeración 4.5 para estructuras regulares, ni una pequeña es de 90 % para estructuras irregulares.

Si fuera obligatorio incrementar el breve para cumplir los mínimos señalados, se responsabilizarán resquilar proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos, indemne los desplazamientos.

Dirección	Cortante Estática	Cortante Dinámica	f.e
DIR XX	240.16	189.56	1.04
DIR YY	3044.74	172.08	1.49

Verificación de desplazamientos permisibles

Verificación de DRIFT en dirección XX.

Story	Load Case/Co	Direction	Drift	Drift limite	Obs.
Story5	DDXX	X	0.0066	0.007	Ok
Story4	DDXX	X	0.0097	0.007	NO CUMPLE
Story3	DDXX	X	0.0118	0.007	NO CUMPLE
Story2	DDXX	X	0.0092	0.007	NO CUMPLE

Verificación de DRIFT en dirección YY

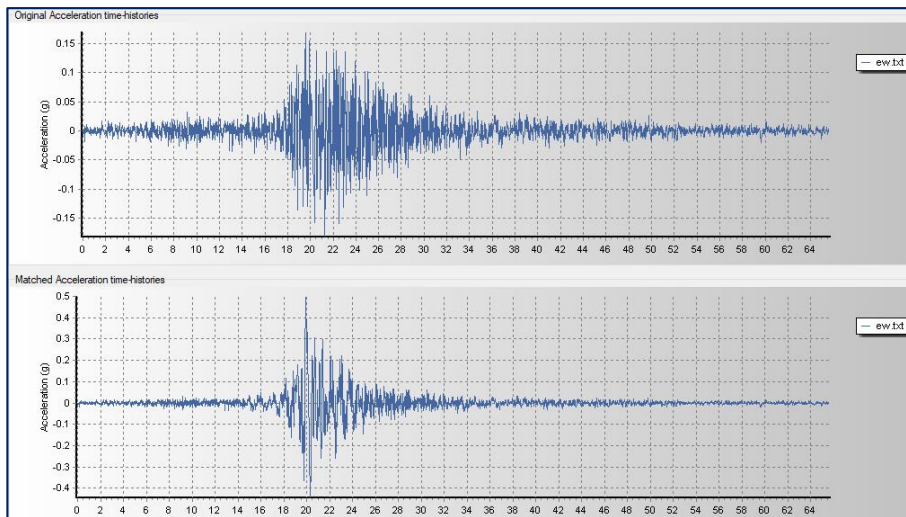
Story	Load Case/Co	Direction	Drift	Drift limite	Obs.
Story5	DDYY	Y	0.0109	0.007	NO CUMPLE
Story4	DDYY	Y	0.0163	0.007	NO CUMPLE
Story3	DDYY	Y	0.0189	0.007	NO CUMPLE
Story2	DDYY	Y	0.0160	0.007	NO CUMPLE

Etapa 6: Análisis y Evaluación reforzamiento estructural con el reforzamiento de disipadores de energía fluido viscoso

Este tipo de análisis es muy eficiente y rápido cuando se trata de elementos con comportamiento no lineal previamente definido y localizado como es el caso de disipadores de energía.

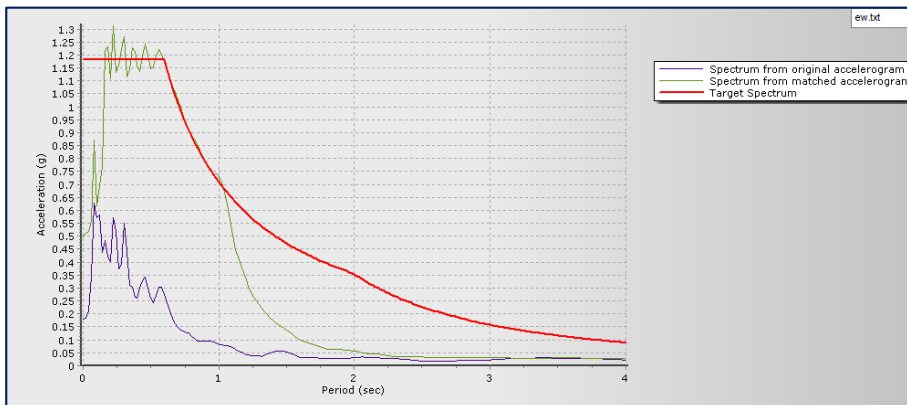
El fast nonlinear analysis es un análisis modal no lineal con vectores Ritz dependientes de la carga. Para este punto se consideraremos junto a las investigaciones de las aceleraciones del suelo.

Sismo del 1966, Magnitud 8.1 Mw



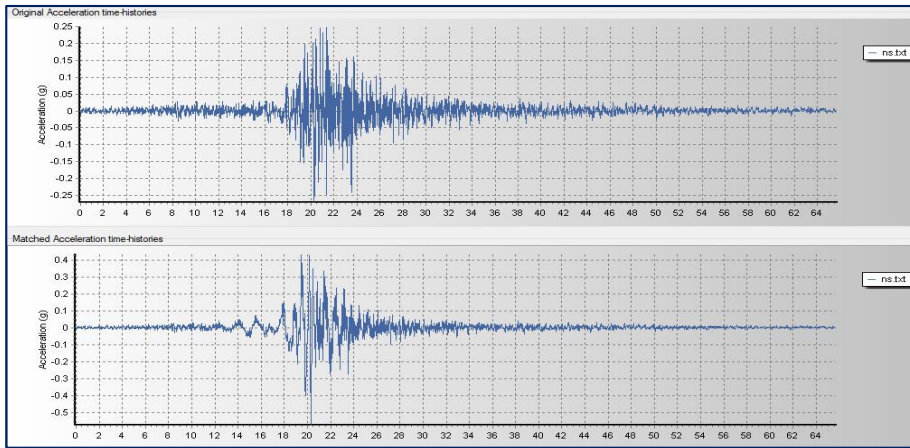
Aceleración que ha sido detectada con el pico más alto es 0.15 ha eso se tiene que realizar una escala.

Comparativa aceleración Este – Oeste Sismo 1966, sin escalar y escalado.

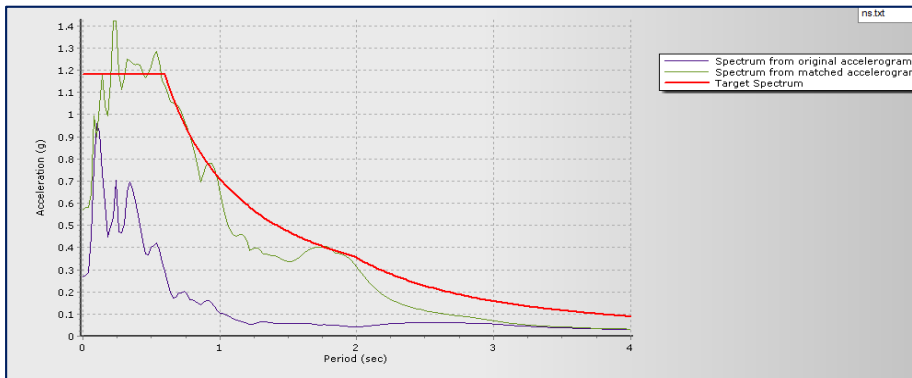


Morado es el espectro producido que general la aceleración por el sismo, Rojo el espectro del terror del suelo del municipio, se realizar una escalara para poder obtener con el espectro del

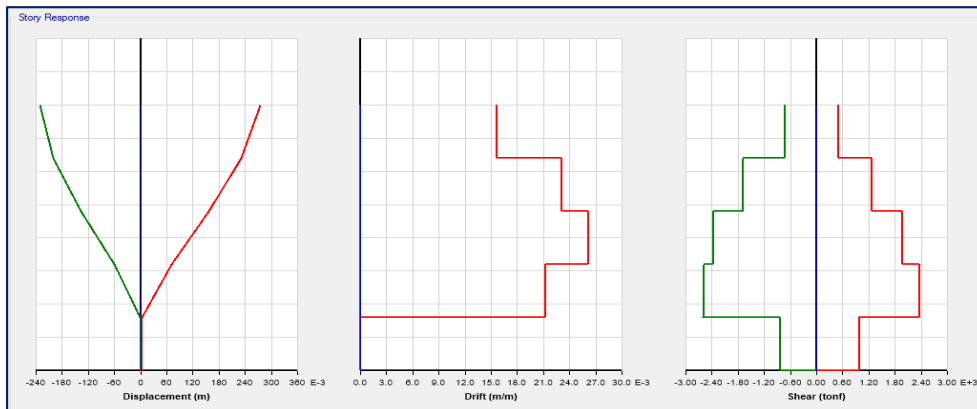
suelo. El verde producto escalado de la aceleración con el espectro del terreno. Comparativa Espectro R=1, aceleración Este – Oeste Sismo 1966, sin escalar y escalado.



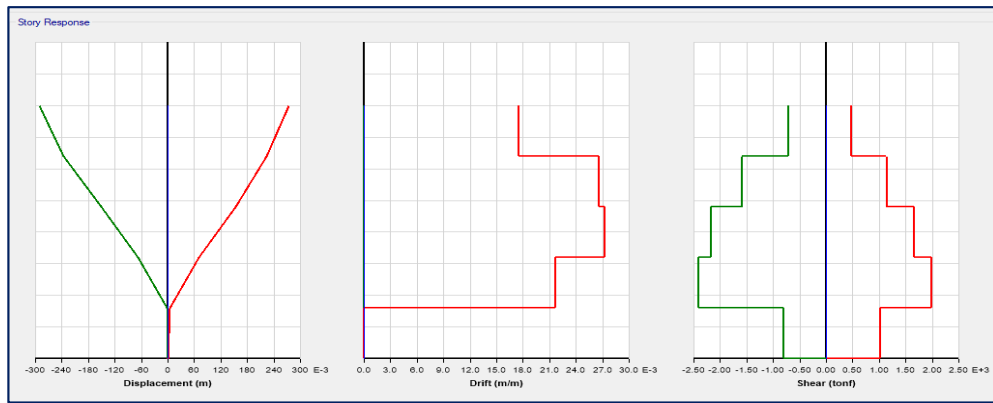
Comparativa aceleración Norte – Sur Sismo 1966, sin escalar y escalado.



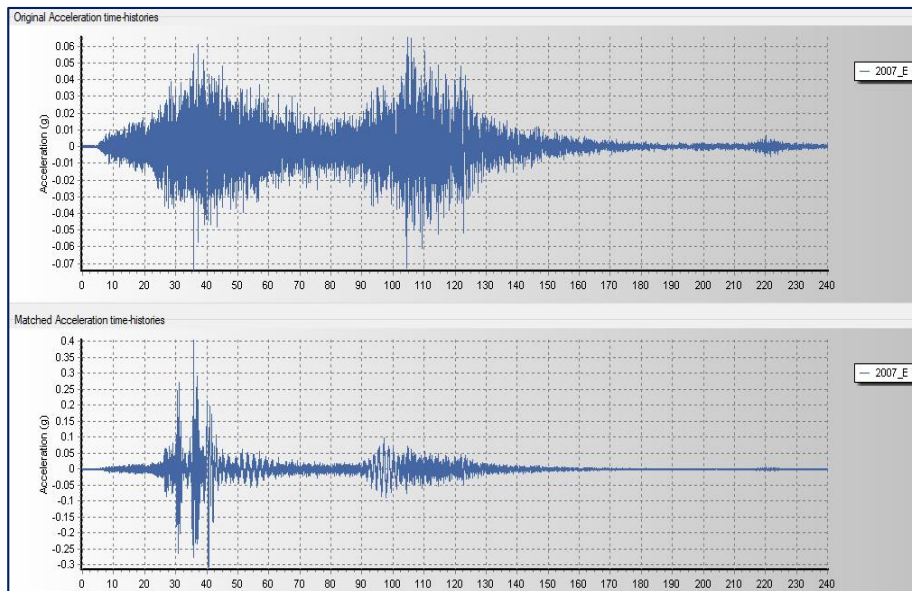
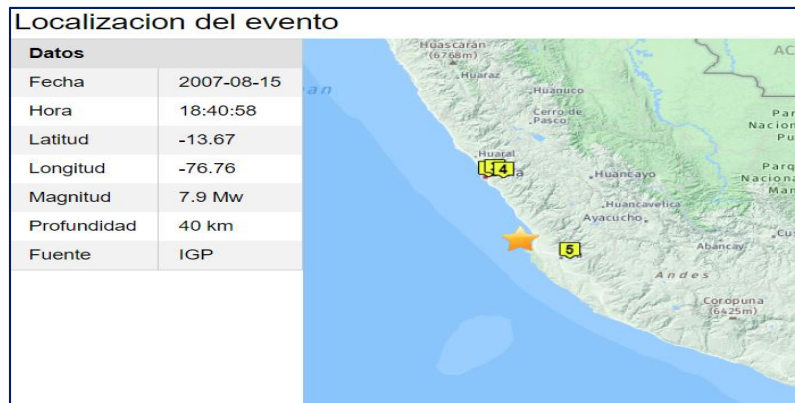
Comparativa Espectro R=1, aceleración Norte – Sur Sismo 1966, sin escalar y escalado.



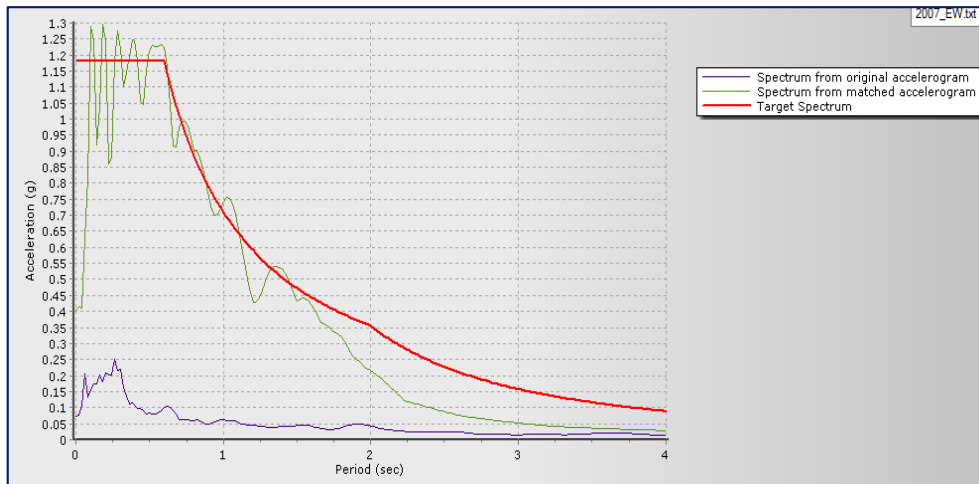
Desplazamientos, derivas y fuerza cortante máxima para ATH Sismo 1966 Durr-XX



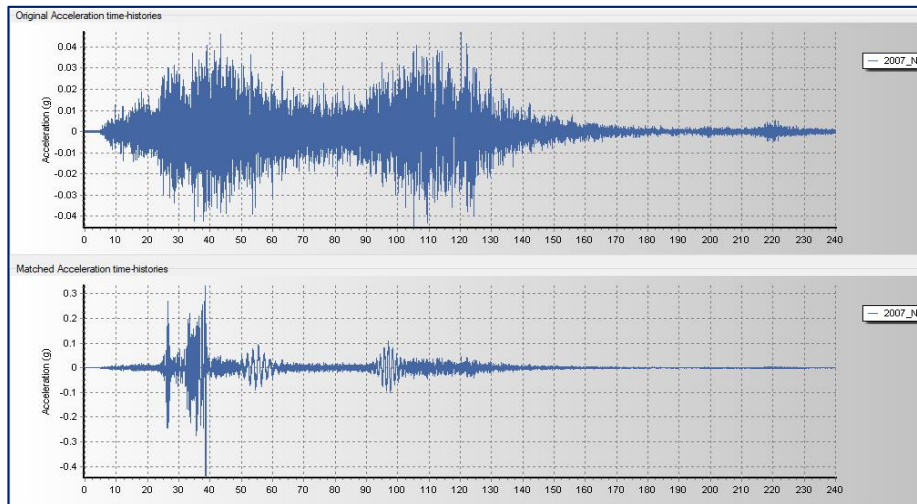
Desplazamientos, derivas y fuerza cortante máxima para ATH Sismo 1966 Dirr-YY
SISMO DEL 2007, Magnitud 7.9 Mw



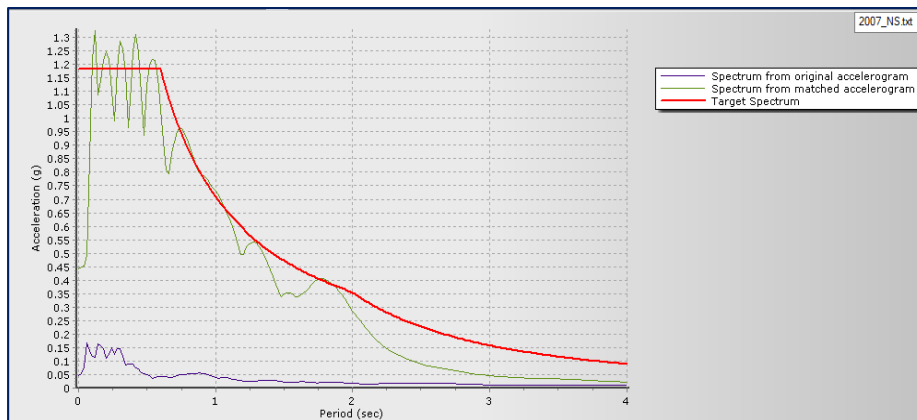
Comparativa aceleración Este – Oeste Sismo 2007, sin escalar y escalado.



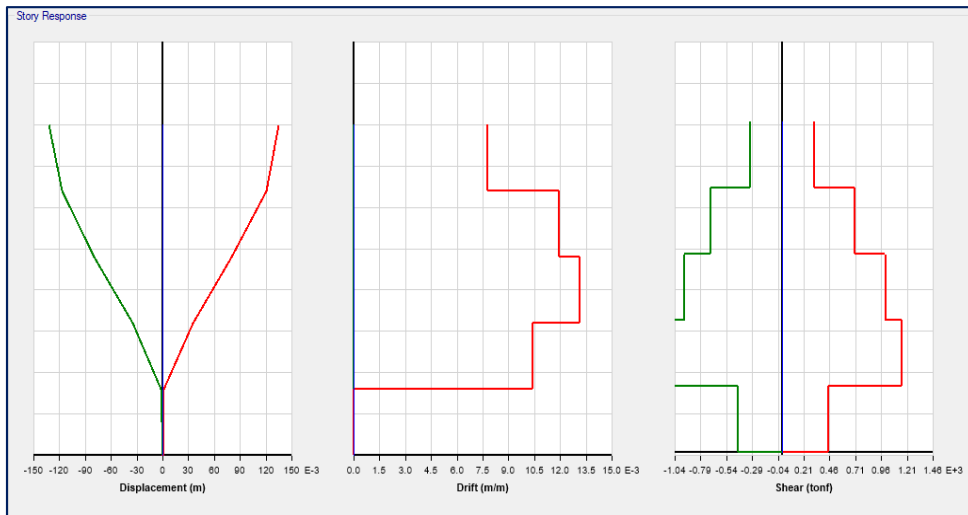
Morado es el espectro producido que general la aceración por el sismo, Rojo el espectro del terror del suelo del municipio, se realizar una escalara para poder obtener con el espectro del suelo. El verde producto escalado de la aceleración con el espectro del terreno. Comparativa Espectro R=1, aceleración Este – Oeste Sismo 2007, sin escalar y escalado.



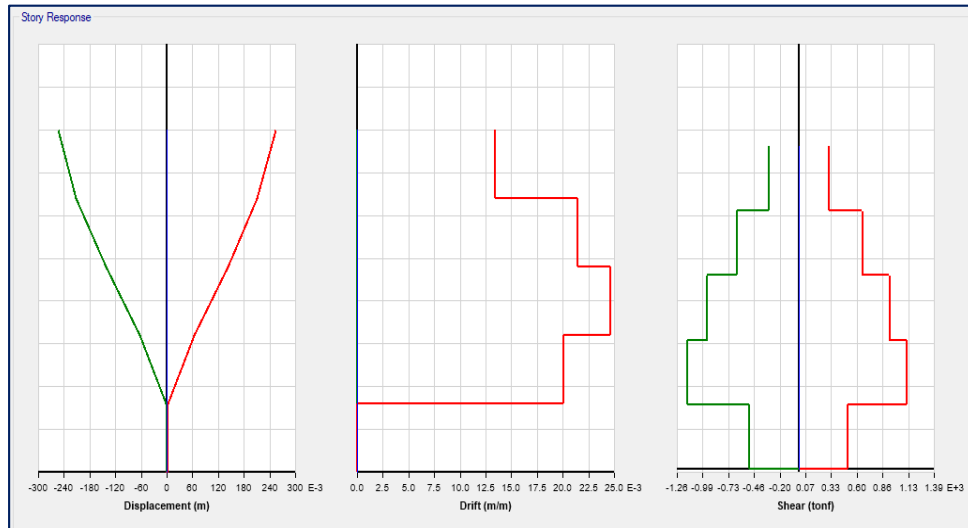
Comparativa aceleración Norte – Sur Sismo 2007, sin escalar y escalado.



Morado es el espectro producido que general la aceración por el sismo, Rojo el espectro del terror del suelo del municipio, se realizar una escalara para poder obtener con el espectro del suelo. El verde producto escalado de la aceleración con el espectro del terreno. Comparativa Espectro R=1, aceleración Norte – Sur Sismo 2007, sin escalar y escalado.



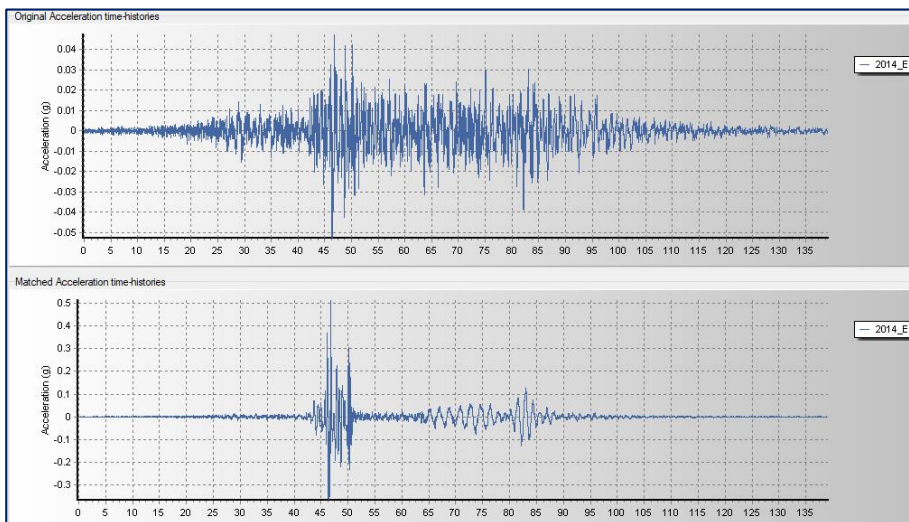
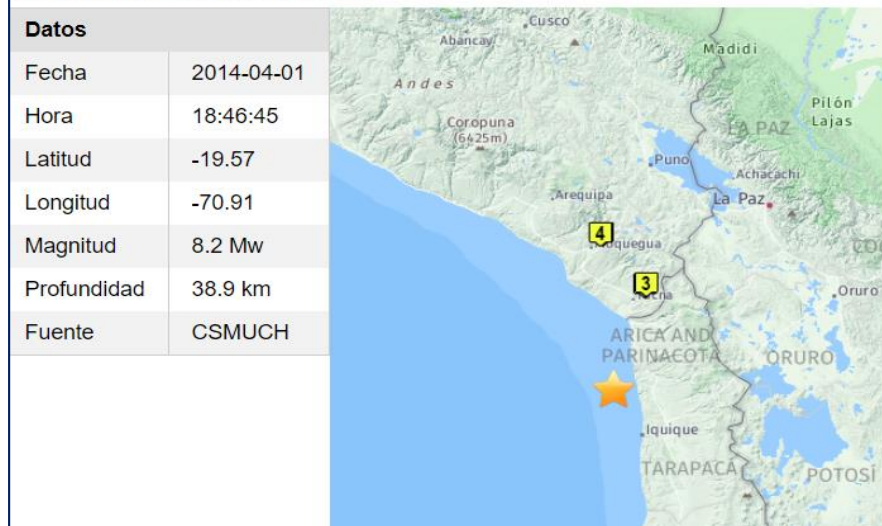
Desplazamientos, derivas y fuerza cortante máxima para ATH Sismo 2007 Dirr-XX



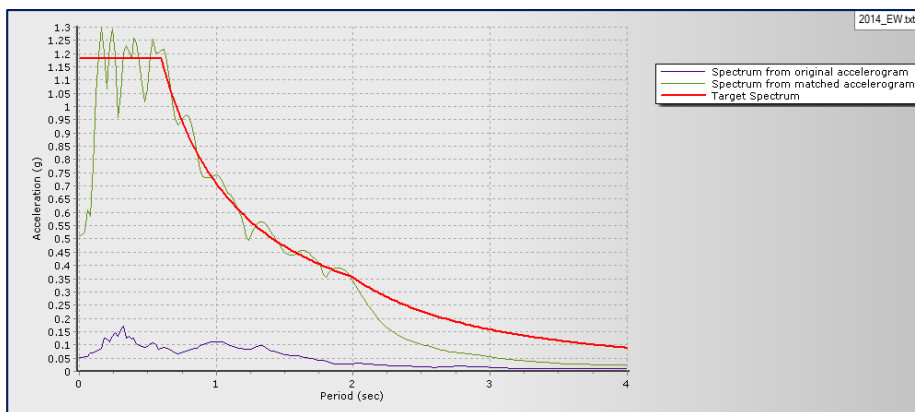
Desplazamientos, derivas y fuerza cortante máxima para ATH Sismo 2007 Dirr-YY

SISMO DEL 2014, Magnitud 8.2 Mw

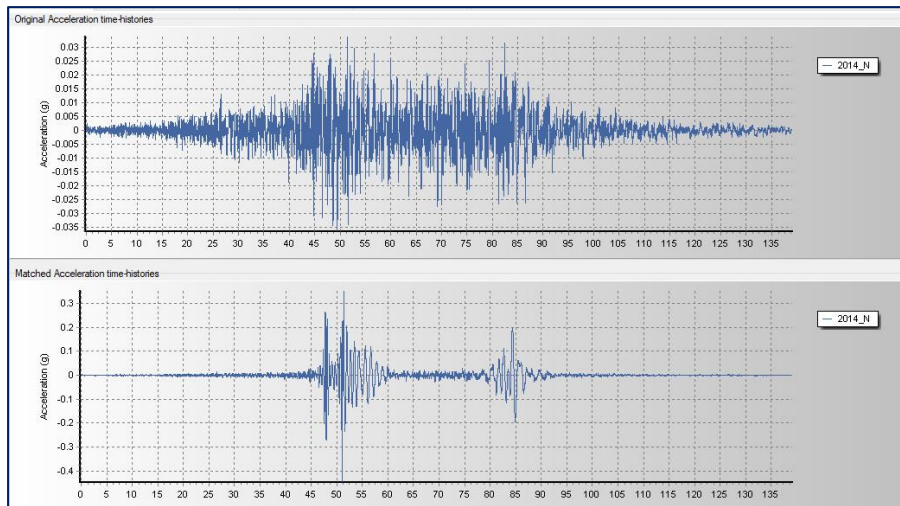
Localización del evento



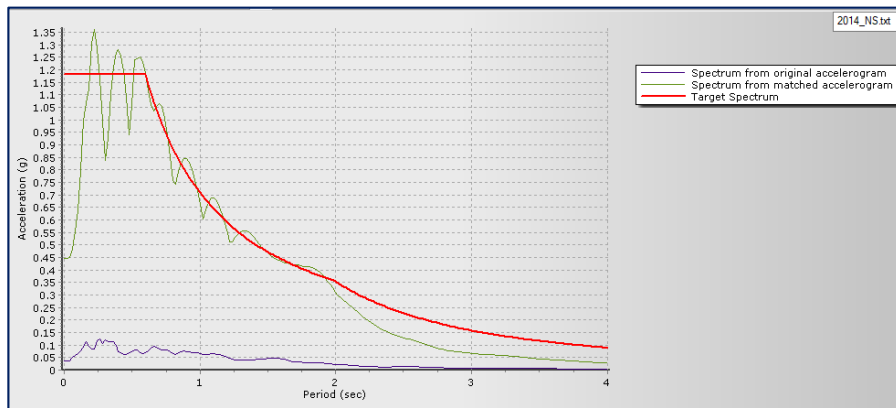
Comparativa aceleración Este – Oeste Sismo 2014, sin escalar y escalado.



Morado es el espectro producido que general la aceración por el sismo, Rojo el espectro del terror del suelo del municipio, se realizar una escalara para poder obtener con el espectro del suelo. El verde producto escalado de la aceleración con el espectro del terreno. Comparativa Espectro R=1, aceleración Este – Oeste Sismo 2014, sin escalar y escalado.

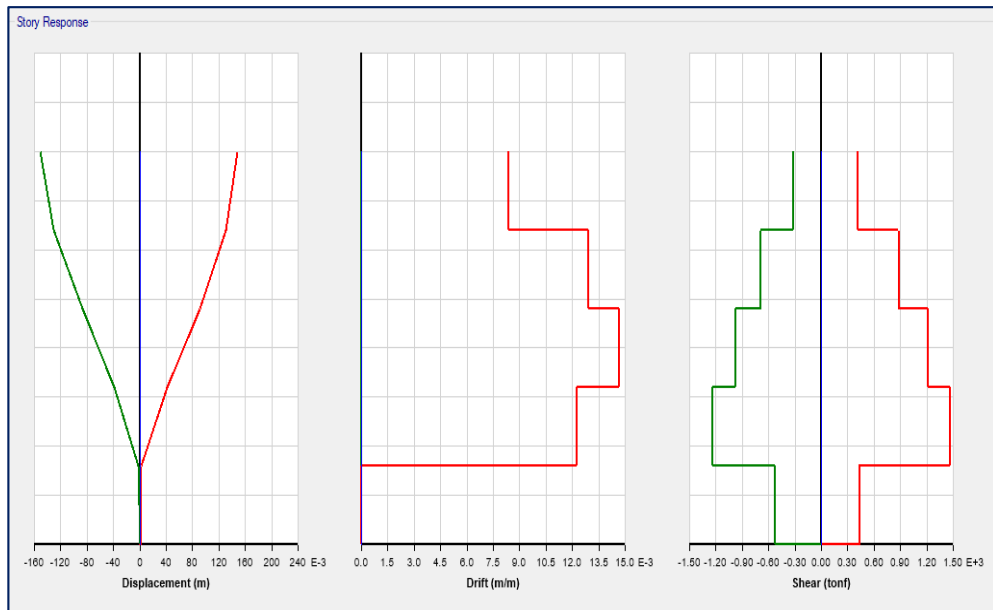


Comparativa aceleración Norte – Sur Sismo 2014, sin escalar y escalado.

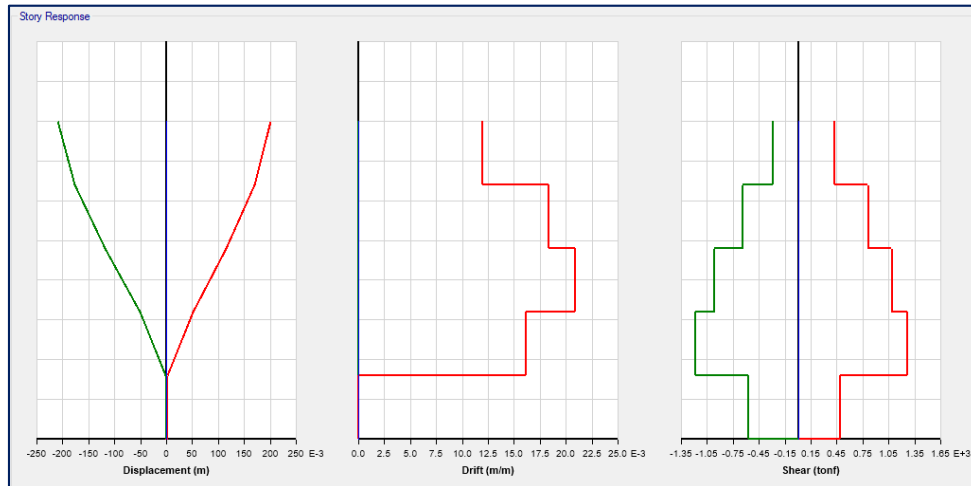


Morado es el espectro producido que general la aceración por el sismo, Rojo el espectro del terror del suelo del municipio, se realizar una escalara para poder obtener con el espectro del suelo. El verde producto escalado de la aceleración con el espectro del terreno.

Comparativa Espectro R=1, aceleración Norte – Sur Sismo 2014, sin escalar y escalado.



Desplazamientos, derivas y fuerza cortante máxima para ATH Sismo 2014 Dirr-XX



Desplazamientos, derivas y fuerza cortante máxima para ATH Sismo 2014 Dirr-YY

Derivas en centro de masa de la estructura producido por un análisis sísmico tiempo historia.

Sismo 1966 EW

Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	UY	RZ	Point	Altura	Despl. Relativo	Deriva CM
Story5	DT4	1966 EW X Max	0.1433	0.0989	0.0082	72	3.20	0.0277	0.0087
Story4	DT3	1966 EW X Max	0.1156	0.0720	0.0070	75	3.20	0.03886	0.0121
Story3	DT2	1966 EW X Max	0.0768	0.0454	0.0049	114	3.20	0.0432	0.0135
Story2	DT1	1966 EW X Max	0.0336	0.0193	0.0022	115	3.20	0.03356	0.0105
Story5	DT4	1966 EW Y Max	0.0755	0.1253	0.0083	72	3.20	0.01992	0.0062
Story4	DT3	1966 EW Y Max	0.0679	0.1054	0.0071	75	3.20	0.03606	0.0113
Story3	DT2	1966 EW Y Max	0.0472	0.0694	0.0049	114	3.20	0.03885	0.0121
Story2	DT1	1966 EW Y Max	0.0219	0.0305	0.0022	115	3.20	0.03052	0.0095

Sismo 1966 NS

Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	UY	RZ	Point	Altura	Despl. Relativo	Deriva CM
Story5	DT4	1966 NS X Max	0.1300	0.0896	0.0073	72	3.20	0.02704	0.0084
Story4	DT3	1966 NS X Max	0.1029	0.0652	0.0060	75	3.20	0.03513	0.0110
Story3	DT2	1966 NS X Max	0.0678	0.0441	0.0040	114	3.20	0.03815	0.0119
Story2	DT1	1966 NS X Max	0.0297	0.0201	0.0017	115	3.20	0.02966	0.0093
Story5	DT4	1966 NS Y Max	0.0755	0.1253	0.0083	72	3.20	0.01992	0.0062
Story4	DT3	1966 NS Y Max	0.0679	0.1054	0.0071	75	3.20	0.03606	0.0113
Story3	DT2	1966 NS Y Max	0.0472	0.0694	0.0049	114	3.20	0.03885	0.0121
Story2	DT1	1966 NS Y Max	0.0219	0.0305	0.0022	115	3.20	0.03052	0.0095

Sismo 2007 EW

Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	UY	RZ	Point	Altura	Despl. Relativo	Deriva CM
Story5	DT4	2007 EW X Max	0.0891	0.0819	0.0066	72	3.20	0.0183	0.0057
Story4	DT3	2007 EW X Max	0.0708	0.0539	0.0055	75	3.20	0.02325	0.0073
Story3	DT2	2007 EW X Max	0.0476	0.0348	0.0038	114	3.20	0.02578	0.0081
Story2	DT1	2007 EW X Max	0.0218	0.0153	0.0016	115	3.20	0.02179	0.0068
Story5	DT4	2007 EW Y Max	0.0659	0.0984	0.0093	72	3.20	0.00612	0.0019
Story4	DT3	2007 EW Y Max	0.0560	0.0923	0.0078	75	3.20	0.02909	0.0091
Story3	DT2	2007 EW Y Max	0.0379	0.0632	0.0053	114	3.20	0.03497	0.0109
Story2	DT1	2007 EW Y Max	0.0171	0.0282	0.0024	115	3.20	0.02821	0.0088

Sismo 2007 NS

Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	UY	RZ	Point	Altura	Despl. Relativo	Deriva CM
Story5	DT4	2007 NS X Max	0.0953	0.0700	0.0057	72	3.20	0.01845	0.0058
Story4	DT3	2007 NS X Max	0.0769	0.0545	0.0049	75	3.20	0.02426	0.0076
Story3	DT2	2007 NS X Max	0.0526	0.0367	0.0036	114	3.20	0.02873	0.0090
Story2	DT1	2007 NS X Max	0.0239	0.0162	0.0016	115	3.20	0.02391	0.0075
Story5	DT4	2007 NS Y Max	0.0598	0.0979	0.0089	72	3.20	0.00725	0.0023
Story4	DT3	2007 NS Y Max	0.0569	0.0907	0.0071	75	3.20	0.02765	0.0086
Story3	DT2	2007 NS Y Max	0.0390	0.0630	0.0046	114	3.20	0.03441	0.0108
Story2	DT1	2007 NS Y Max	0.0173	0.0286	0.0020	115	3.20	0.0286	0.0089

Sismo 2014 EW

Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	UY	RZ	Point	Altura	Despl. Relativo	Deriva CM
Story5	DT4	2014 EW X Max	0.0959	0.0862	0.0072	72	3.20	0.0195	0.0061
Story4	DT3	2014 EW X Max	0.0764	0.0641	0.0060	75	3.20	0.02342	0.0073
Story3	DT2	2014 EW X Max	0.0529	0.0425	0.0041	114	3.20	0.02809	0.0088
Story2	DT1	2014 EW X Max	0.0249	0.0188	0.0018	115	3.20	0.02486	0.0078
Story5	DT4	2014 EW Y Max	0.0733	0.0978	0.0091	72	3.20	0.01253	0.0039
Story4	DT3	2014 EW Y Max	0.0669	0.0853	0.0076	75	3.20	0.02435	0.0076
Story3	DT2	2014 EW Y Max	0.0454	0.0609	0.0052	114	3.20	0.03248	0.0102
Story2	DT1	2014 EW Y Max	0.0203	0.0285	0.0023	115	3.20	0.02847	0.0089

Sismo 2014 NS

Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	UY	RZ	Point	Altura	Despl. Relativo	Deriva CM
Story5	DT4	2014 NS X Max	0.1020	0.0886	0.0079	72	3.20	0.0184	0.0057
Story4	DT3	2014 NS X Max	0.0836	0.0647	0.0066	75	3.20	0.02613	0.0082
Story3	DT2	2014 NS X Max	0.0574	0.0433	0.0046	114	3.20	0.03107	0.0097
Story2	DT1	2014 NS X Max	0.0264	0.0194	0.0020	115	3.20	0.02636	0.0082
Story5	DT4	2014 NS Y Max	0.0741	0.0975	0.0088	72	3.20	0.00708	0.0022
Story4	DT3	2014 NS Y Max	0.0672	0.0904	0.0075	75	3.20	0.0283	0.0088
Story3	DT2	2014 NS Y Max	0.0465	0.0621	0.0051	114	3.20	0.03417	0.0107
Story2	DT1	2014 NS Y Max	0.0212	0.0279	0.0023	115	3.20	0.02792	0.0087

NIVELES	AD MODAL ESPECTRAL		TH SISMO 1966				TH SISMO 2007				TH SISMO 2014			
			CASO 1		CASO 2		CASO 1		CASO 2		CASO 1		CASO 2	
	XX	YY	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS
Story5	0.00653	0.01082	0.0087	0.0062	0.0084	0.0062	0.0057	0.0019	0.0058	0.0023	0.0061	0.0039	0.0057	0.0022
Story4	0.00963	0.01616	0.0121	0.0113	0.0110	0.0113	0.0073	0.0091	0.0076	0.0086	0.0073	0.0076	0.0082	0.0088
Story3	0.01156	0.01830	0.0135	0.0121	0.0119	0.0121	0.0081	0.0109	0.0090	0.0108	0.0088	0.0102	0.0097	0.0107
Story2	0.00914	0.01496	0.0105	0.0095	0.0093	0.0095	0.0068	0.0088	0.0075	0.0089	0.0078	0.0089	0.0082	0.0087

NIVELES	AD MODAL ESPECTRAL		% SEMEJANZA											
			CASO 1		CASO 2		CASO 1		CASO 2		CASO 1		CASO 2	
	XX	YY	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS	EW	NS
Story5	0.00653	0.01082	1.3256	0.5751	1.2941	0.5751	0.8760	0.1766	0.8829	0.2092	0.9331	0.3619	0.8806	0.2043
Story4	0.00963	0.01616	1.2607	0.6975	1.1398	0.6975	0.7543	0.5626	0.7870	0.5348	0.7598	0.4709	0.8478	0.5474
Story3	0.01156	0.01830	1.1678	0.6634	1.0313	0.6634	0.6968	0.5973	0.7766	0.5877	0.7592	0.5547	0.8398	0.5836
Story2	0.00914	0.01496	1.1474	0.6373	1.0143	0.6373	0.7452	0.5892	0.8175	0.5974	0.8502	0.5945	0.9015	0.5832

A continuación, se define el amortiguamiento requerido por la edificación considerando diversas derivas objetivo, inicialmente se considerará una deriva objetivo de 0.0035, esto ya concierne a lo que es el desempeño estructural; es decir, con esto ya buscaríamos que comportamiento estructural queremos para la edificación frente a un sismo de diseño con los dispositivos.

Direction	Drift	Direction	Drift
X	0.0066	Y	0.0109
X	0.0097	Y	0.0163
X	0.0118	Y	0.0189
X	0.0092	Y	0.0160

Factor de Reducción

Permite determinar un coeficiente entre la deriva máxima obtenida de una edificación para el sismo de diseño obtenido de un análisis tiempo historia. Se determina mediante la siguiente expresión:

$$B = \frac{D_{Max}}{D_{Obj}}$$

Deriva máxima, $D_{max}=0.012$

Deriva objetivo para un ADME, $D_{obj}=0.006$

$$B = 2.20$$

Amortiguamiento efectivo

Se determina al considerar que el factor de reducción, surge de una relación equivalente de la división de los logaritmos de amortiguamiento de la estructura y el amortiguamiento efectivo. La relación está dada por:

$$B = \frac{2.31 - 0.411 \ln(\beta_o)}{2.31 - 0.411 \ln(\beta_{eff})}$$

Donde, $\beta_o=3\%$ (Amortiguamiento inherente, según ASCE)

$$\beta_{eff} = 40,13\%$$

Amortiguamiento viscoso

Se determina al considerar que el amortiguamiento viscoso es equivalente al amortiguamiento efectivo, sin considerar el amortiguamiento inherente de la estructura.

$$\beta_H = \beta_{eff} - \beta_o$$

$$\beta_H = 40.13\% - 5\% = 35.3\%$$

Cálculo del factor de amortiguamiento no lineal

El factor de amortiguamiento C_j se extrae de la siguiente expresión.

Habiendo un amortiguamiento β_H de 40%, se asume que todos los dispositivos es similar coeficiente de amortiguamiento, procediendo a calcular en la ecuación que cede el FEMA 274:

$$\beta_H = \frac{\sum_j \lambda C_j \phi_{rj}^{1+\alpha} \cos^{1+\alpha} \theta_j}{2\pi A^{1-\alpha} \omega^{2-\alpha} \sum_i m_i \phi_i^2}$$

$$\lambda = \frac{2^{2+\alpha} r^{2(1+\frac{\alpha}{2})}}{r(2+\alpha)}$$

Donde:

Bu = Amortiguamiento viscoso de la estructura

λ = Parámetro lambda relacionado al coeficiente de velocidad α , según FEMA 274.

C_j = Coeficiente de amortiguamiento del disipador j.

B_{visc} : Amortiguamiento Viscoso Objetivo.

T: Periodo de la estructura.

θ_i : Modo de vibracion del periodo fundamental.

θ_{rj} : Desplazamiento relativo del modo de vibración fundamental.

θ_j : Ángulo de inclinacion del disipador.

m_i : Masa de entrepiso.

r: Función gamma.

A: Amplitud del desplazamiento del modo fundamental de la estructura.

W: Frecuencia Angular fundamental de la estructura ($w=2\pi f$)

α : Exponente de velocidad

Cálculo de la rigidez.

Medita un perfil metálico estándar HSS 7.50x0.50

Dimensiones HSS 7.50 X 0.50				
D ext. (in)	D int. (in)	Espesor (in)	Área (in)	Inercia (in)
7.50	7.04	0.47	10.30	63.90

La rigidez del dispositivo viene dada de la siguiente ecuación:

$$K = \frac{EA}{L}$$

PRIMER PISO

Longitud horizontal	B	4.05 m
Altura de entrepiso	H	3.2 m
Diagonal	D	5.161637 m
	Long. Disipador	0.79 m
	Distancia diag.	4.371637 m
	K	3.10E+04 tn/m2
	Angulo	38.31 grados

Peso de la estructura

PISO	DIAFRAGM	MASA X	MASA Y
PISO 1	DR	0	0
PISO 2	DR	56.26972	56.26972
PISO 3	DR	55.91339	55.91339
PISO 4	DR	52.23608	52.23608
PISO 5	DR	32.16392	32.16392

Parámetros de desplazamiento relativo

También mostramos la tabla de desplazamientos relativos:

PISO	ϕ_i	ϕ_{i+1}	ϕ_{ij}
BASE	0	0	0
PISO 1	0	0.011474	0.011474
PISO 2	0.011474	0.014016	0.002542
PISO 3	0.014016	0.011362	0.002655
PISO 4	0.011362	0.007637	0.003725
PISO 5	0.007637	0	0

Cálculo de la frecuencia natural

$$f = \frac{1}{T} \times$$

El periodo es 0.776
f= 1.28866

Calculo de la frecuencia angular

$$\omega = 2\pi f$$

$$W = 8.096 \text{ rad/s}$$

Cálculo del coeficiente de amortiguamiento.

FEMA facilita el importante de lambda (λ) respecto a la velocidad, para edificios el coeficiente "α" varía entre 0.4 y 0.6, para el proyecto se tomó un $\alpha=0.5$ cuya lambda le corresponde $\lambda=3.5$.

NIVEL	MASA	cosθ	cosθ ^(1+α) * Φ _{rj} ^(1+α)	m*Φ _i ²
PISO 1	0	0	0	0
PISO 2	56.26972	0.784635	0.000854	0.007408
PISO 3	55.91339	0.784635	8.91E-05	0.010984
PISO 4	52.23608	0.784635	9.51E-05	0.006743
PISO 5	32.16392	0.784635	0.000158	0.001876
			0.001196	0.027012

Por lo tanto, la estructura en prospección, la superior cifra con que cuenta un nivel es de 4 dispositivos, por lo baza, el amortiguamiento entero será distribuido entre estos dispositivos cuyo analisis se síntoma por último:

$$\Sigma C_j = 88.15617 \text{ tn*s/m}$$

$$\text{Nro. De disipadores} = 4$$

$$C_j = 22.03904 \text{ tn*s/m}$$

Propiedades de los disipadores

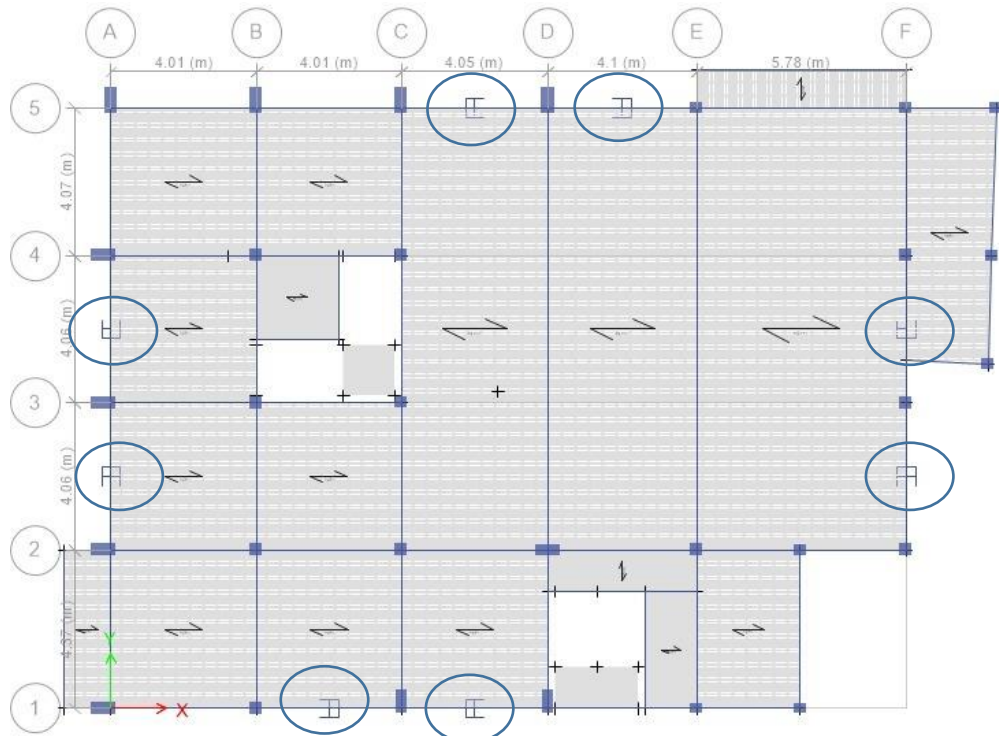


Figura 22: Vista en planta de los disipadores - ETABS

Propiedades de amortiguamiento	
Rigidez (K) - Tn/m ²	31008.52
Coef. Amort (C) - Tn*s/m	22.04
Exponente Amort (a)	0.50

Mostramos las vistas en 3d de los disipadores viscosos:

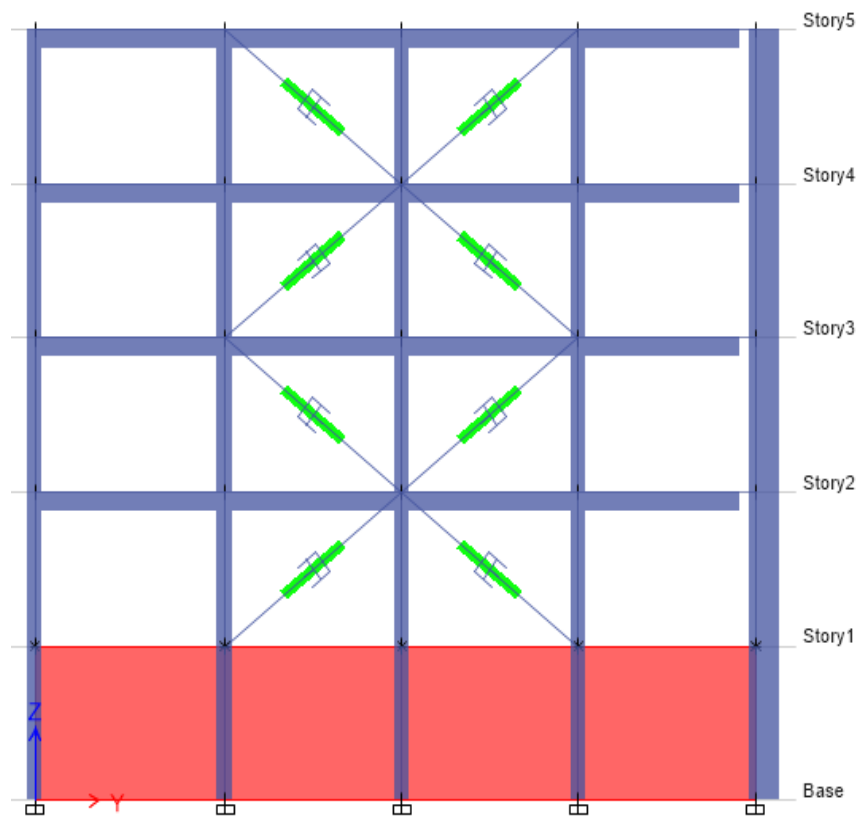


Figura 23. Vista de disipadores viscosos en sistema a porticado corte - ETABS.

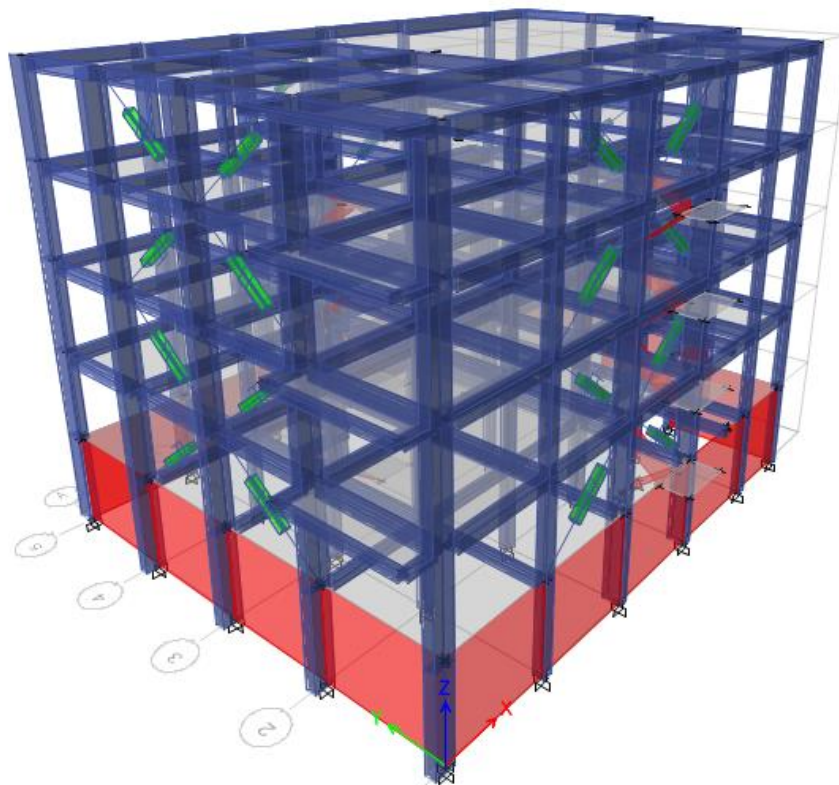


Figura 24. Vista de disipadores viscosos en sistema a porticado 3D - ETABS.

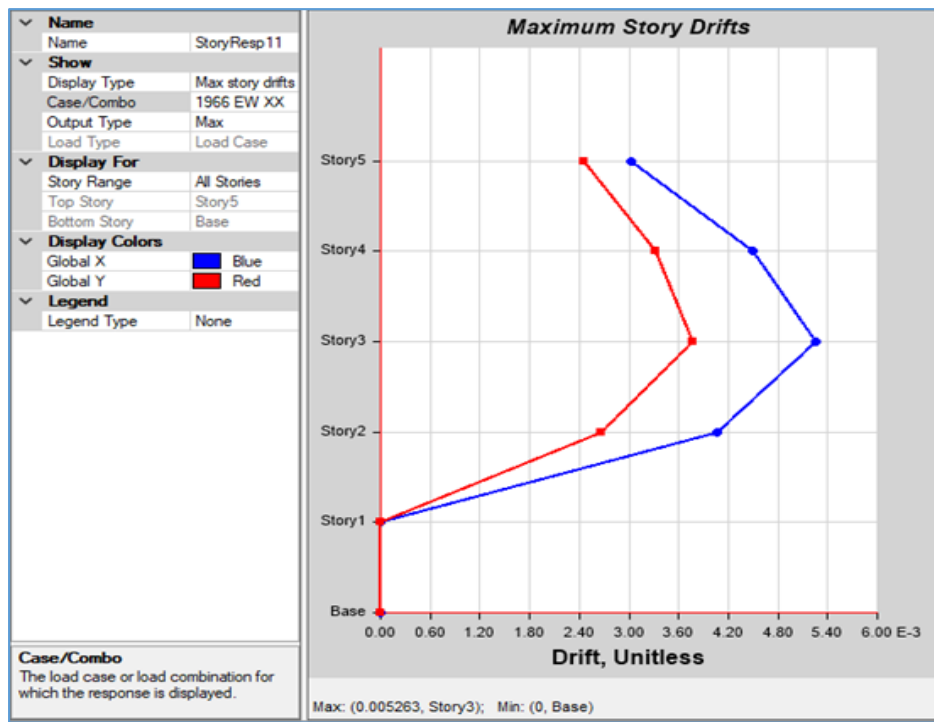


Figura 28. Derivas obtenidas aplicando disipadores de fluido viscoso, en dirección SISMO EW.

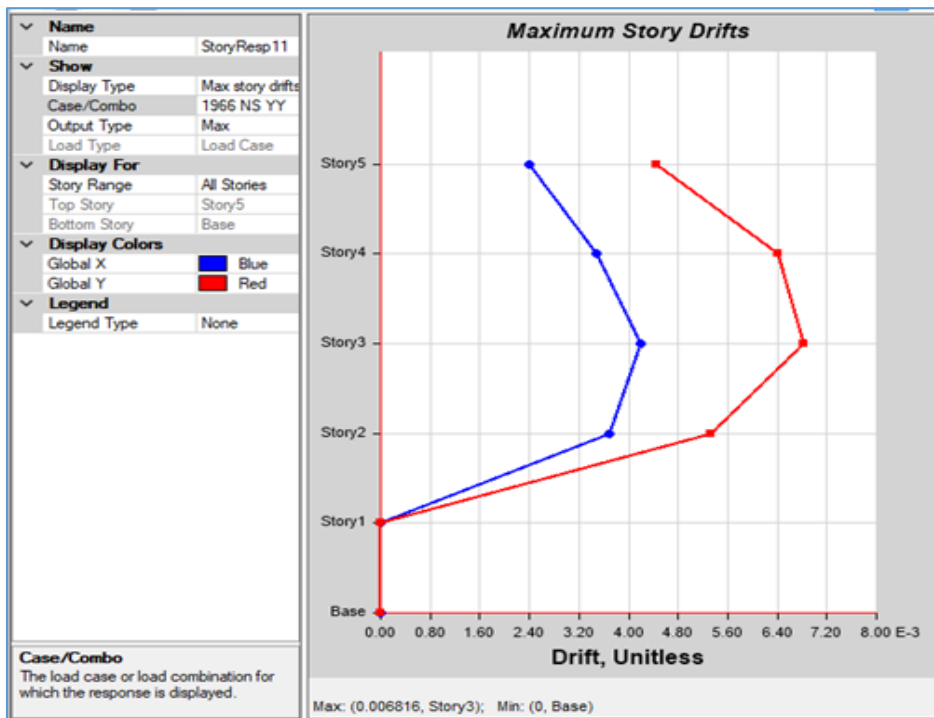


Figura 29. Derivas obtenidas aplicando disipadores de fluido viscoso, en dirección SISMO NS.

Interpretación de resultados:

Story	Load Case	Direction	Drift	Label	Obs.
Story5	1966 EW XX Max	X	0.00303	40	0.0030
Story4	1966 EW XX Max	X	0.0045	40	0.0045
Story3	1966 EW XX Max	X	0.00526	40	0.0053
Story2	1966 EW XX Max	X	0.00406	31	0.0041
Story5	1966 NS YY Max	Y	0.00445	57	0.0045
Story4	1966 NS YY Max	Y	0.00642	57	0.0064
Story3	1966 NS YY Max	Y	0.00682	57	0.0068
Story2	1966 NS YY Max	Y	0.00532	57	0.0053

Figura 30. Derivas obtenidas aplicando disipadores de fluido viscoso.

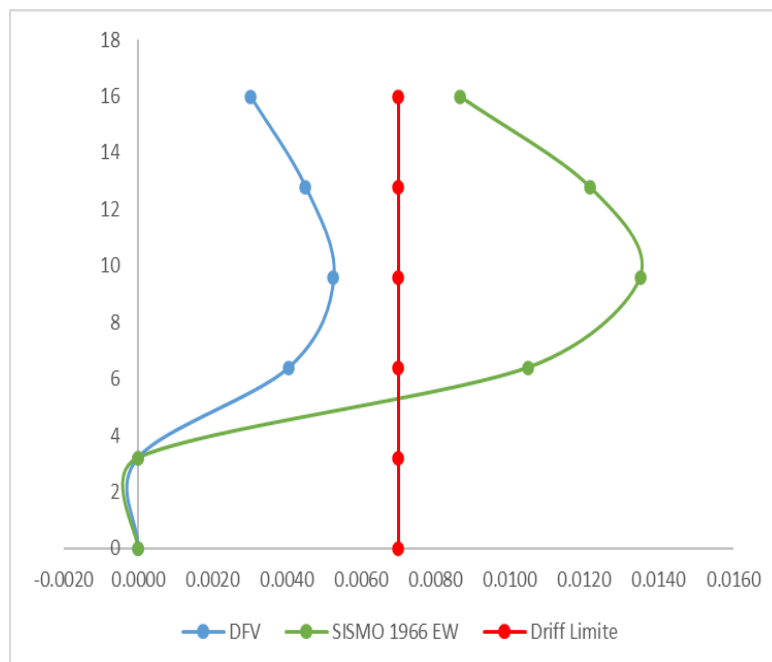


Figura 31. Comparativa de distorsiones en dirección XX.

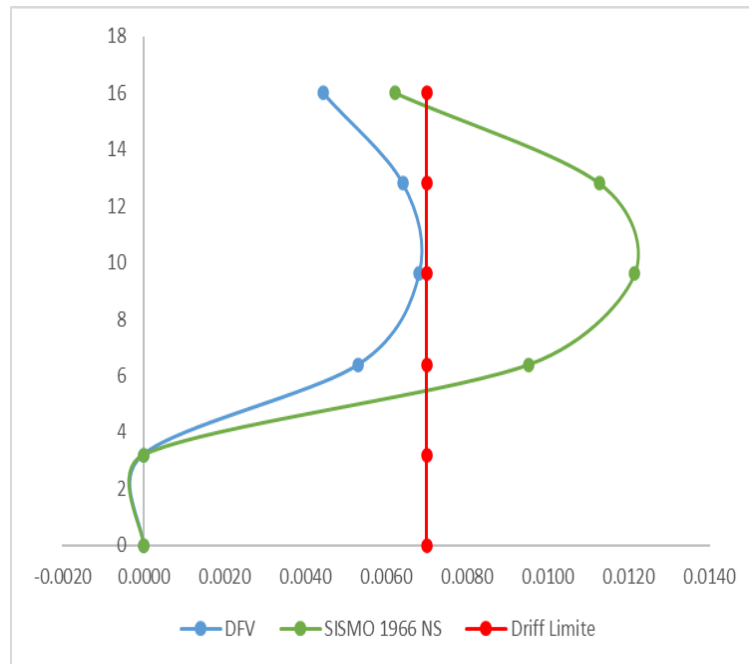


Figura 32. Comparativa de distorsiones en dirección YY.

Etapa 7: Análisis y Evaluación reforzamiento estructural con el reforzamiento muros cortante.

Aplicación de un sistema de muros estructurales (Muros de Corte)

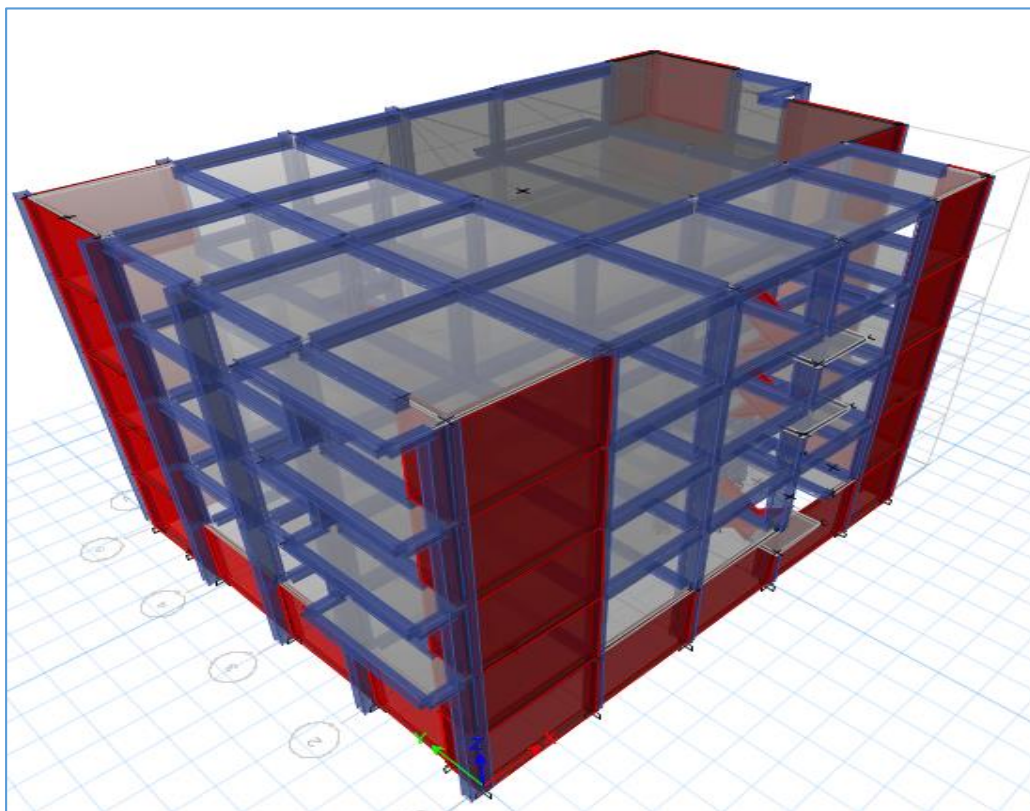


Figura 33. Vista 3D del edificio aplicando muros de corte.

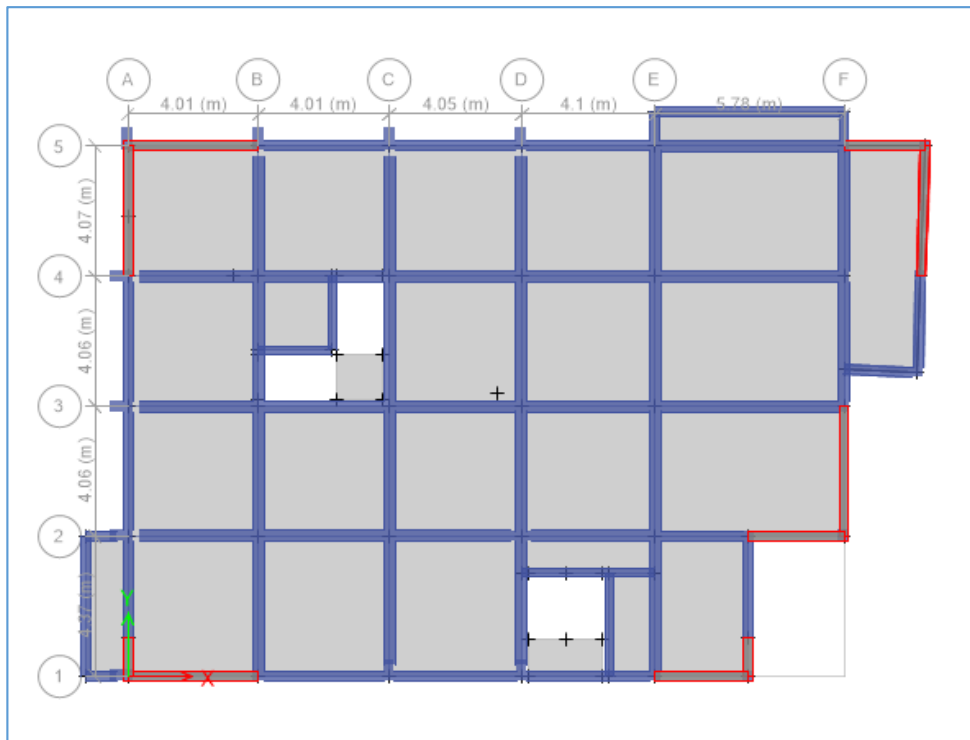


Figura 34. Vista en planta del edificio aplicando muros de corte.

Se está utilizando muros de corte con el fin de limitar los desplazamientos excesivos otorgándole mayor rigidez a la estructura. Cabe mencionar que se está asumiendo un sistema con empotramiento en base, por lo cual para el diseño de cimentaciones deberá considerar los efectos por sismo.

El material del cual está hecho los muros de corte tiene las siguientes propiedades mecánicas:

$$F'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$$

$$Ec = 252671 \text{ kgf/cm}^2$$

Casos modales.

A continuación, se verificará en qué manera el sistema de muros estructurales afecta su comportamiento modal que la estructura esta en la siguiente tabla:

Case	Mode	Period sec	UX	UY	RZ	Sum UX	Sum UY	Sum RZ
Modal	1	0.486	0.2422	0.4614	0.0154	0.2422	0.4614	0.0154
Modal	2	0.404	0.4761	0.2495	0.0023	0.7183	0.7109	0.0177
Modal	3	0.326	0.0014	0.0121	0.7417	0.7197	0.7231	0.7594
Modal	4	0.14	0.0264	0.1089	0.0026	0.7461	0.832	0.762
Modal	5	0.125	0.1117	0.0174	0.0011	0.8578	0.8494	0.7631
Modal	6	0.097	0.0005	0.0076	0.13	0.8584	0.8569	0.8931
Modal	7	0.083	0.0007	0.0007	0.0003	0.8591	0.8577	0.8933
Modal	8	0.082	0.0001	0.0012	0.0005	0.8592	0.8589	0.8938
Modal	9	0.079	0.0002	0.0094	0.0012	0.8594	0.8682	0.8951
Modal	10	0.075	0.0025	0.0138	0.0017	0.8619	0.882	0.8968
Modal	11	0.071	0.0235	0.0006	0.0003	0.8854	0.8826	0.8971
Modal	12	0.069	0.0006	0.0009	0.0002	0.886	0.8835	0.8973
Modal	13	0.063	0.0003	0.0001	0.0004	0.8863	0.8836	0.8977
Modal	14	0.058	0.0009	0.000003369	0.0015	0.8872	0.8836	0.8992
Modal	15	0.057	0.00000146	0.0076	0.0033	0.8872	0.8912	0.9026

Se ha corregido la dirección en los dos primeros modos, siendo en sentido transversal dejando al tercer modo rotación. El periodo para ambas direcciones ha bajado en comparación al modelo a porticado.

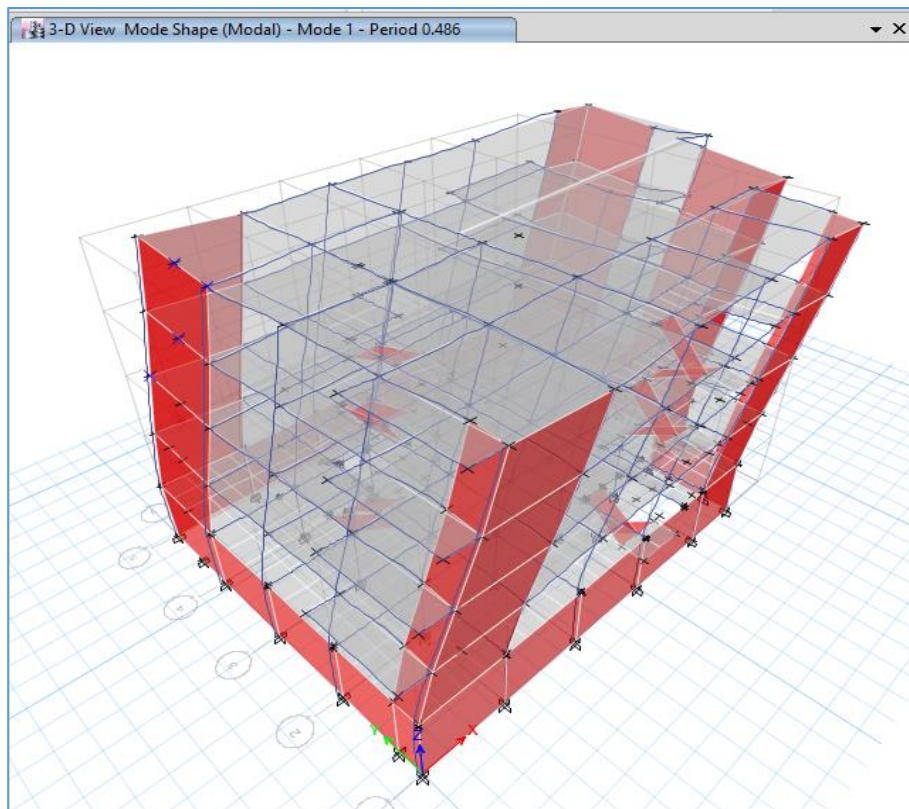


Figura 35. Modo 1 de la estructura.

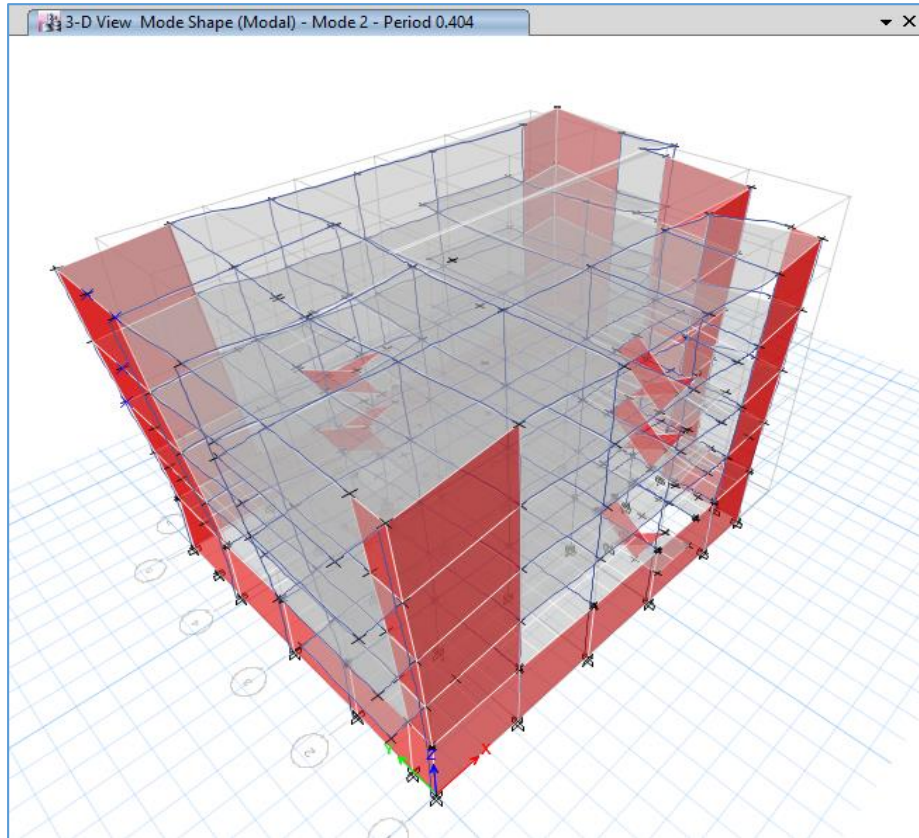


Figura 36. *Modo 2 de la estructura.*

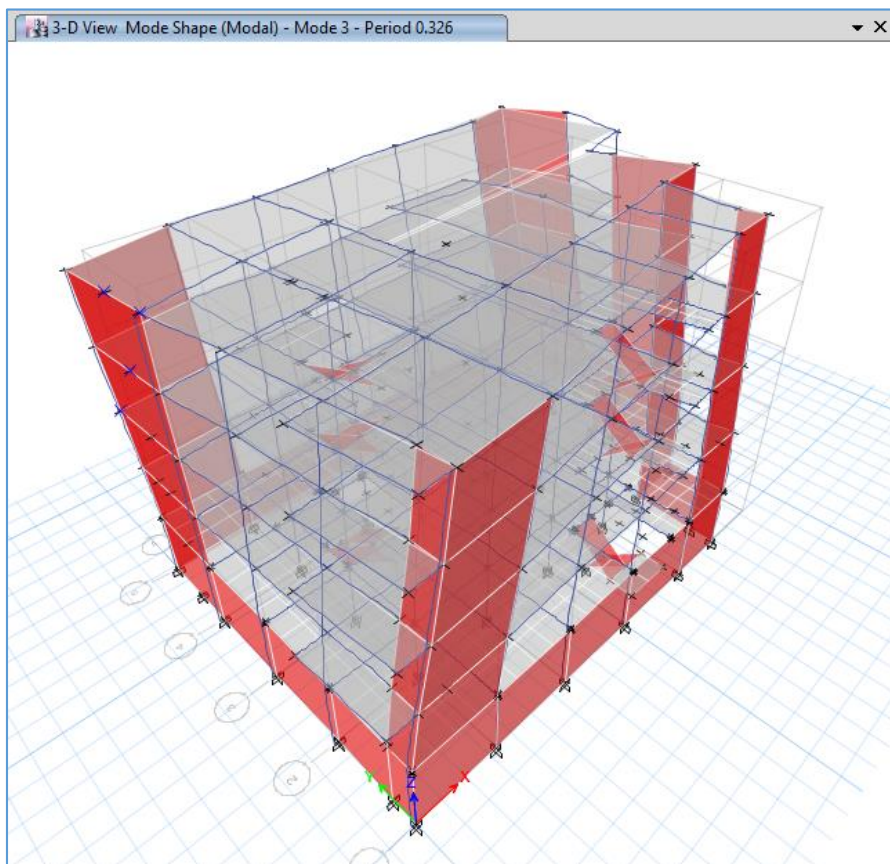


Figura 37. *Modo 3 de la estructura.*

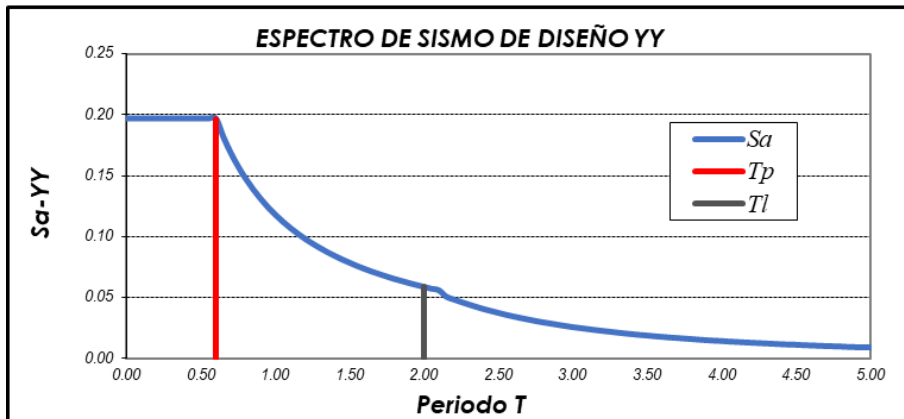
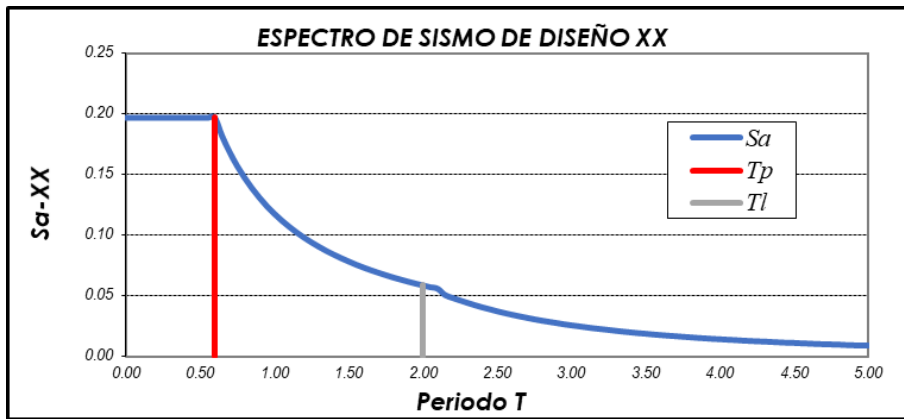
Calculo y gráfico de los espectros.

I. Factor de zona	Z4	0.45 g
II. Factor de Suelo	Suelos intermedios	
	S2	1.05
	Tp	0.60
	TI	2.00
III. Factor de Uso	C - Edificaciones comunes	
	U	1.00
IV. Factor de amplificación sísmica		
	Cxx	2.500
	Cyy	2.500
V. Factor de reducción sísmica		
	Rxx	6.00
	Ryy	6.00

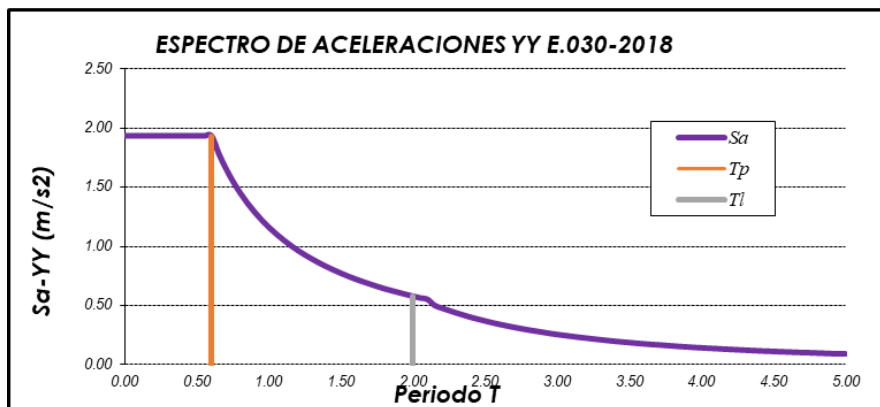
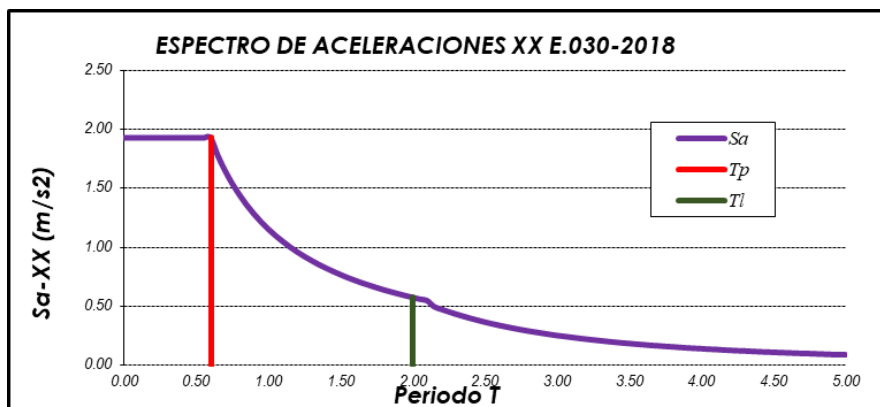
C	T (seg)	Sa/g-XX	Sa/g-YY
2.500	0.00	0.1969	0.1969
2.500	0.05	0.1969	0.1969
2.500	0.10	0.1969	0.1969
2.500	0.15	0.1969	0.1969
2.500	0.20	0.1969	0.1969
1.875	0.80	0.1477	0.1477
1.765	0.85	0.1390	0.1390
1.667	0.90	0.1313	0.1313
1.579	0.95	0.1243	0.1243
1.500	1.00	0.1181	0.1181
1.429	1.05	0.1125	0.1125
1.364	1.10	0.1074	0.1074
0.412	2.70	0.0324	0.0324
0.397	2.75	0.0312	0.0312
0.383	2.80	0.0301	0.0301
0.369	2.85	0.0291	0.0291
0.357	2.90	0.0281	0.0281
0.345	2.95	0.0271	0.0271
0.333	3.00	0.0262	0.0262
0.323	3.05	0.0254	0.0254
0.139	4.65	0.0109	0.0109
0.136	4.70	0.0107	0.0107
0.122	4.95	0.0096	0.0096
0.120	5.00	0.0095	0.0095

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

Espectro de sismo de diseño.



Espectro de aceleraciones



Derivas inelásticas

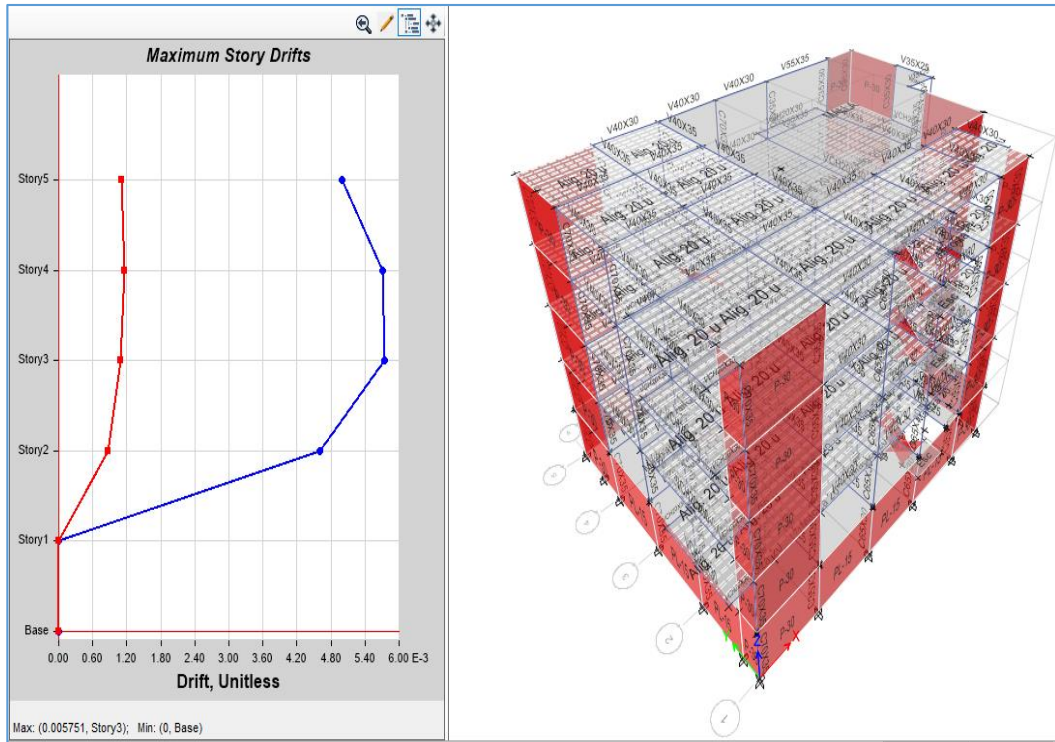


Figura 38. Derivas inelásticas R=6 en dirección XX.

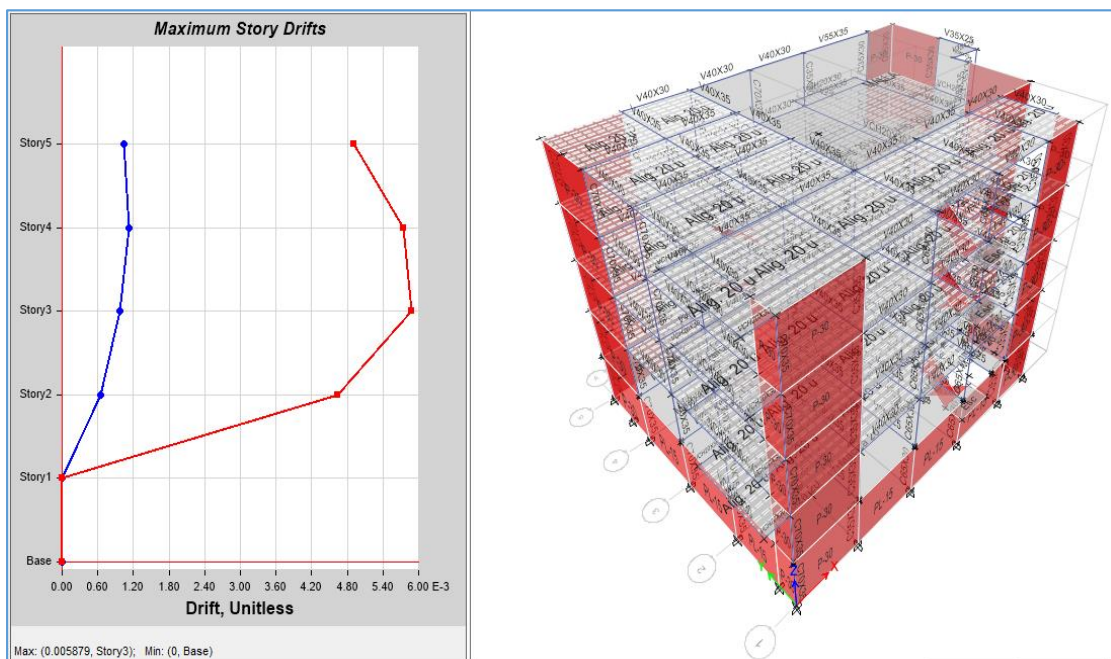


Figura 39. Derivas inelásticas R=6 en dirección YY.

Comparación de resultados

Para cumplir el límite de la deriva proporcionada por la norma peruana, en este asunto, se aplica el uso de muros de corte en ambas direcciones del

análisis, dando como resultado una reducción significativa de los desplazamientos inelásticos. En comparación con el modelo a porticado.

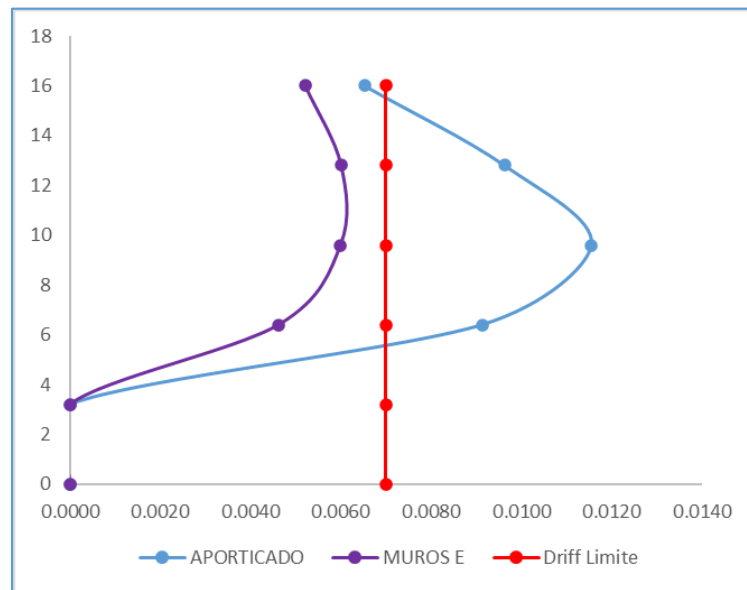


Figura 40. Comparación de derivas inelásticas en dirección XX

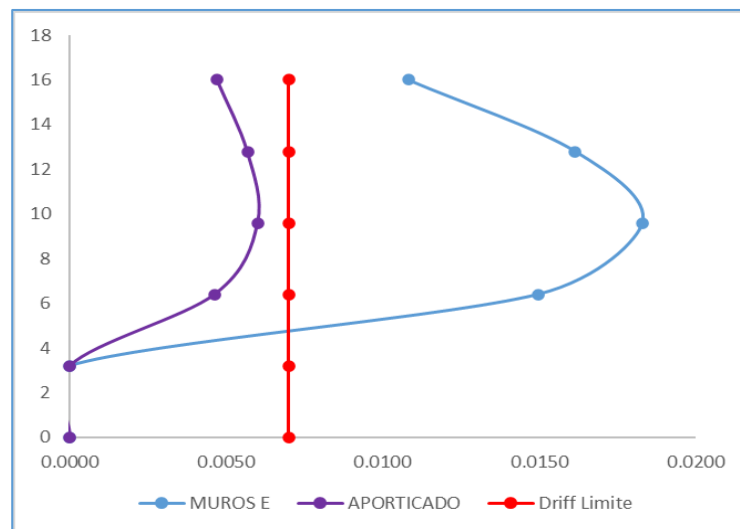
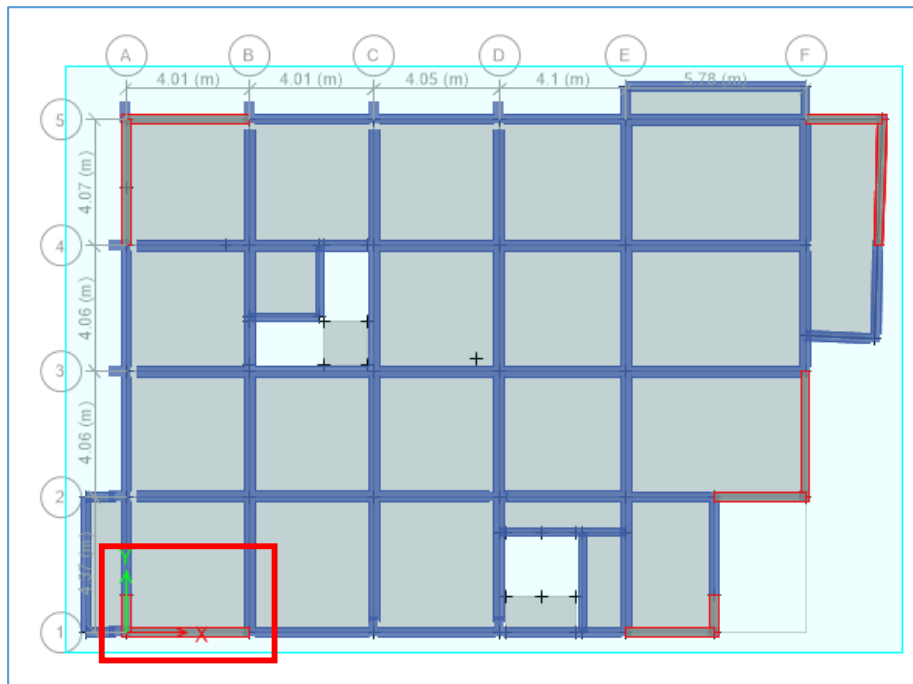


Figura 41. Comparación de derivas inelásticas en dirección YY.

Muros de corte

Diseño de Placa 1



Ubicación de Placa -1.

Cargas

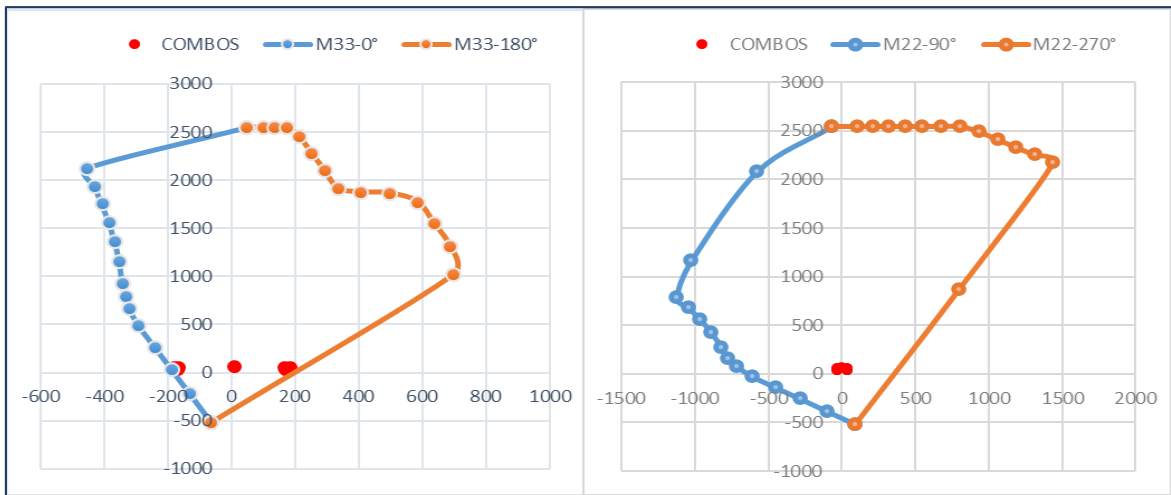
Load Case/Combo	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
DEAD	0	-41.7107	1.8758	-0.5123	-0.0315	-0.1257	5.7785
LIVE	0	-4.5391	-0.0341	-0.2725	0.1429	-0.2822	0.1856
SISXX	0	2.7655	56.72	12.4637	22.8623	35.2845	174.5487
SISYY	0	3.6443	52.1638	17.2742	30.467	47.8677	173.2776

Combinaciones de diseño.

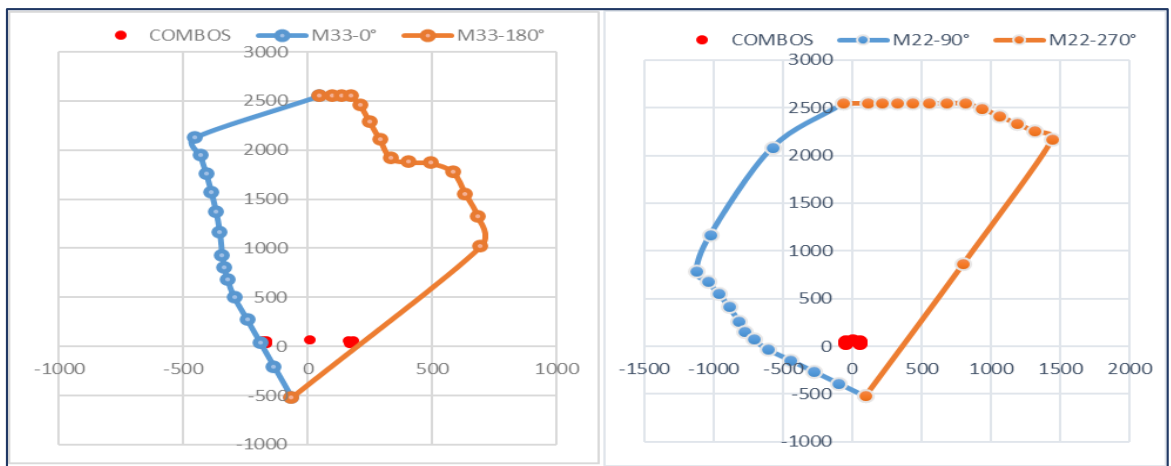
Según e.060 Diseño de concreto armado.

DIRECCION	COMBO	P	M2	M3
GRAVEDAD	1.4CM+1.7CV	66.11	-0.66	8.41
	1.25(CM+CV)+SISXX	60.58	34.77	182.00
SISMO X-X	1.25(CM+CV)-SISXX	55.05	-35.79	-167.09
	0.9CM+SISXX	40.31	35.17	179.75
	0.9CM-SISXX	34.77	-35.40	-169.35
	1.25(CM+CV)+SISYY	61.46	47.36	180.73
SISMO Y-Y	1.25(CM+CV)-SISYY	54.17	-48.38	-165.82
	0.9CM+SISYY	41.18	47.75	178.48
	0.9CM-SISYY	33.90	-47.98	-168.08

Diagrama de interacción

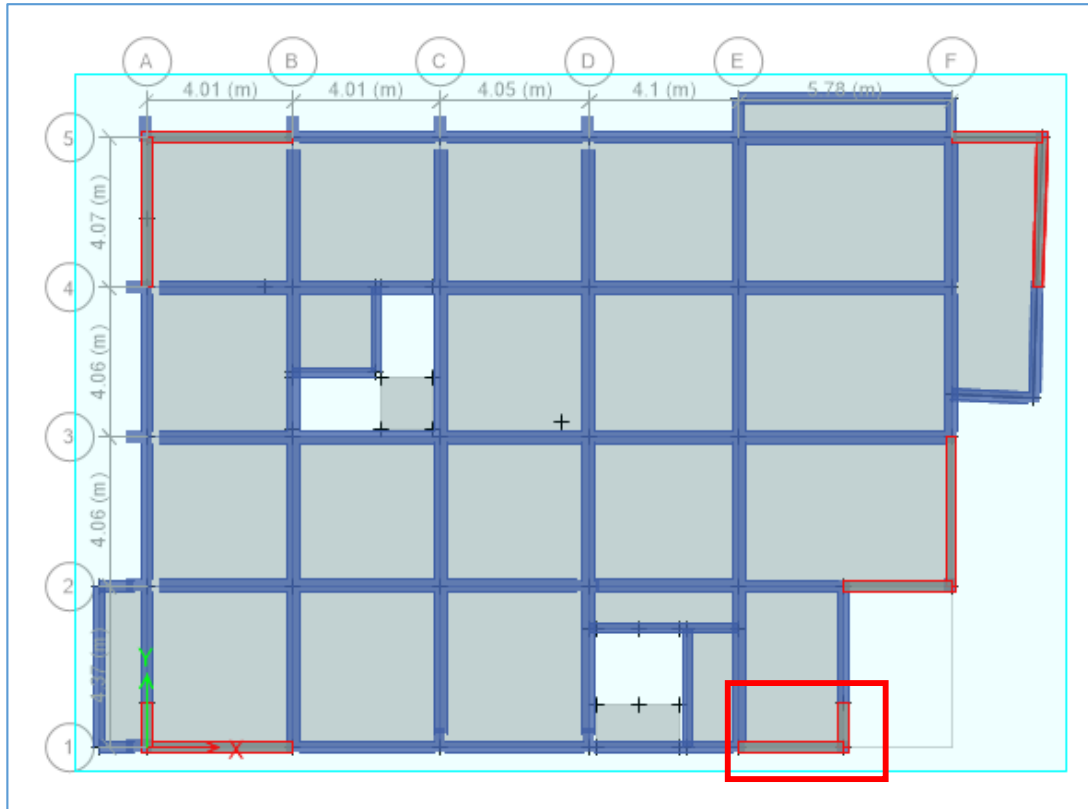


Dirección de análisis XX



Dirección de análisis YY

Diseño de Placa 2



Ubicación de Placa -2.

Cargas

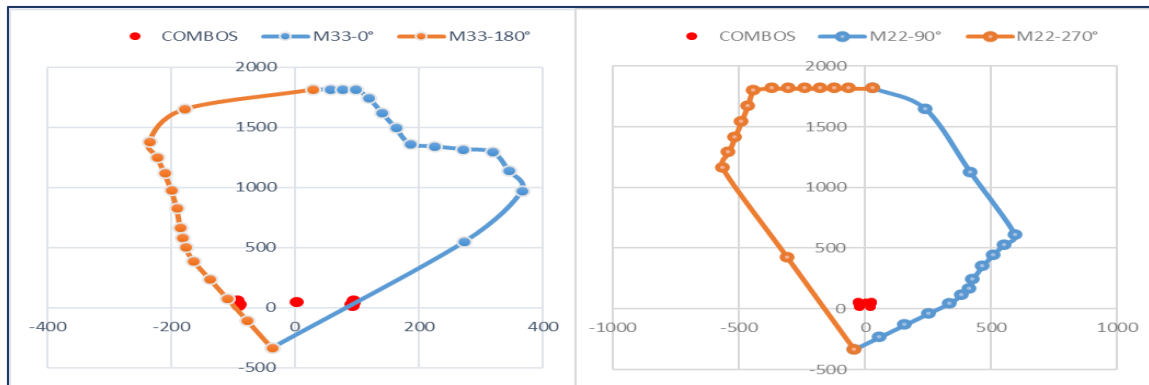
Load Case/Combo	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
DEAD	0	-34.1314	-0.1212	0.0976	0.5581	1.6039	1.1851
LIVE	0	-2.8443	0.0751	-0.1432	-0.0317	-0.0156	0.3228
SISXX	0	14.3699	34.6596	9.0072	12.8086	24.0408	92.7347
SISYY	0	13.9162	29.9045	10.0843	10.8046	24.1004	77.7752

Combinaciones de diseño.

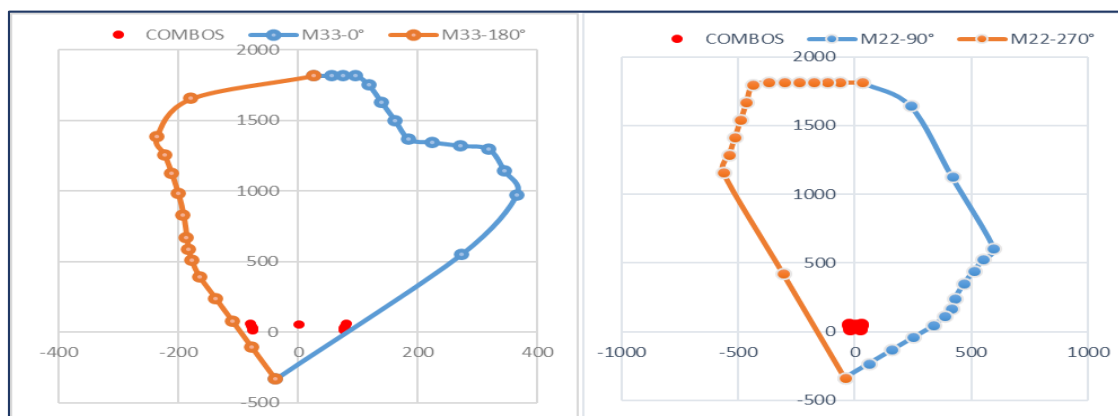
Según e.060 Diseño de concreto armado.

DIRECCION	COMBO	P	M2	M3
GRAVEDAD	1.4CM+1.7CV	52.62	2.22	2.21
	1.25(CM+CV)+SISXX	60.59	26.03	94.62
SISMO X-X	1.25(CM+CV)-SISXX	31.85	-22.06	-90.85
	0.9CM+SISXX	45.09	25.48	93.80
	0.9CM-SISXX	16.35	-22.60	-91.67
	1.25(CM+CV)+SISYY	60.14	26.09	79.66
SISMO Y-Y	1.25(CM+CV)-SISYY	32.30	-22.12	-75.89
	0.9CM+SISYY	44.63	25.54	78.84
	0.9CM-SISYY	16.80	-22.66	-76.71

Diagrama de interacción.

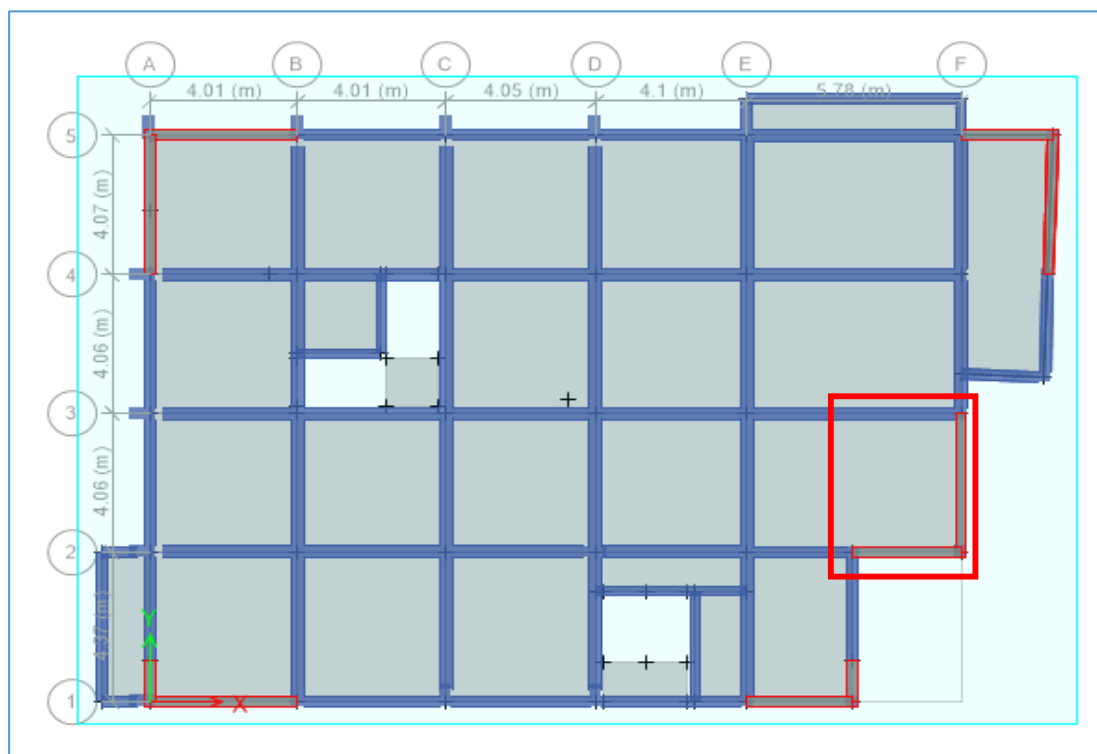


Dirección de análisis XX



Dirección de análisis YY.

Diseño de Placa 3



Ubicación de Placa -3.

Cargas

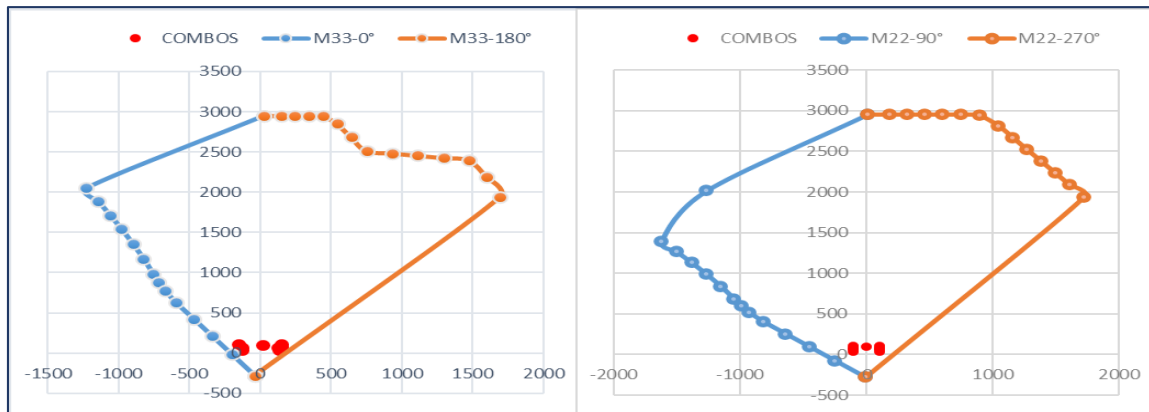
Load Case/Combo	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
DEAD	0	-62.0798	0.1443	0.7247	-2.1829	1.3972	8.3934
LIVE	0	-7.7553	-0.2677	-0.2668	-0.2053	-0.5706	1.7391
SISXX	0	22.5572	43.5364	36.4404	57.4137	103.7062	139.93
SISYY	0	22.1554	56.0598	27.7198	49.0652	79.2758	171.327

Combinaciones de diseño.

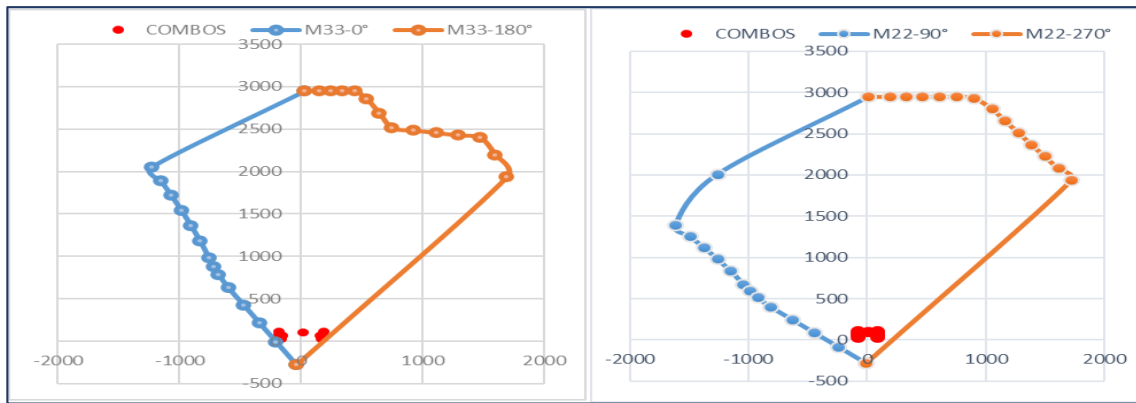
Según e.060 Diseño de concreto armado.

DIRECCION	COMBO	P	M2	M3
GRAVEDAD	1.4CM+1.7CV	100.10	0.99	14.71
	1.25(CM+CV)+SISXX	109.85	104.74	152.60
SISMO X-X	1.25(CM+CV)-SISXX	64.74	-102.67	-127.26
	0.9CM+SISXX	78.43	104.96	147.48
	0.9CM-SISXX	33.31	-102.45	-132.38
	1.25(CM+CV)+SISYY	109.45	80.31	183.99
SISMO Y-Y	1.25(CM+CV)-SISYY	65.14	-78.24	-158.66
	0.9CM+SISYY	78.03	80.53	178.88
	0.9CM-SISYY	33.72	-78.02	-163.77

Diagrama de interacción.

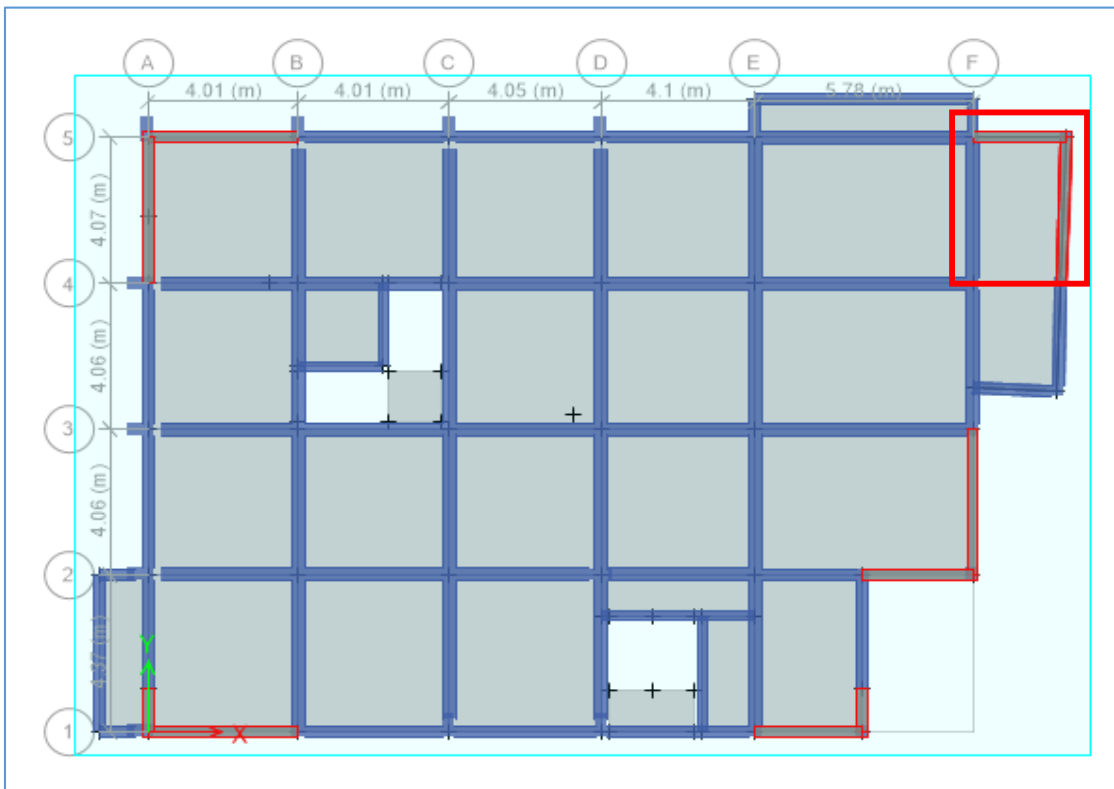


Dirección de análisis XX



Dirección de análisis YY.

Diseño de Placa 4



Ubicación de Placa -3

Cargas

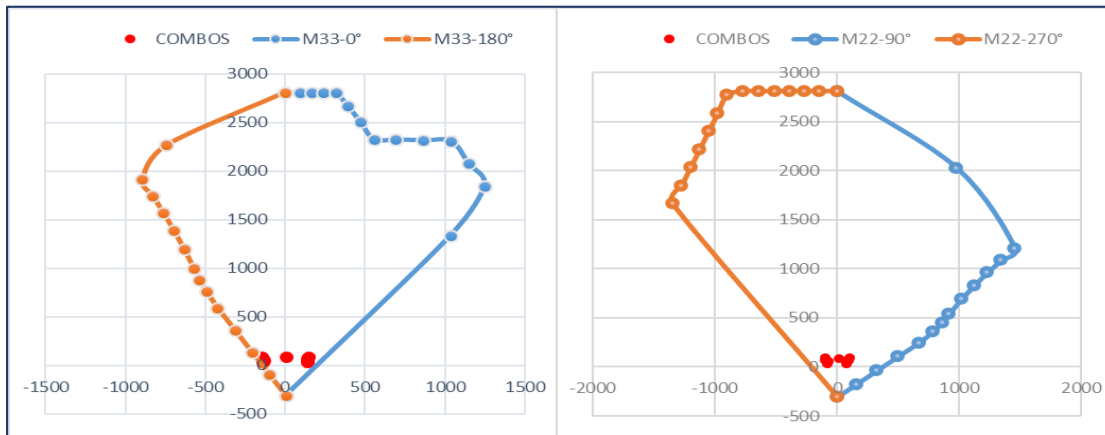
Load Case/Combo	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
DEAD	0	-53.6623	-3.3892	1.3397	0.0246	9.0577	0.6668
LIVE	0	-5.6891	-0.0945	-0.0896	-0.1729	1.5915	2.039
SISXX	0	17.9343	40.5478	32.4565	50.8503	87.845	139.9136
SISYY	0	13.0257	57.4008	28.9149	57.4996	90.3021	196.4005

Combinaciones de diseño.

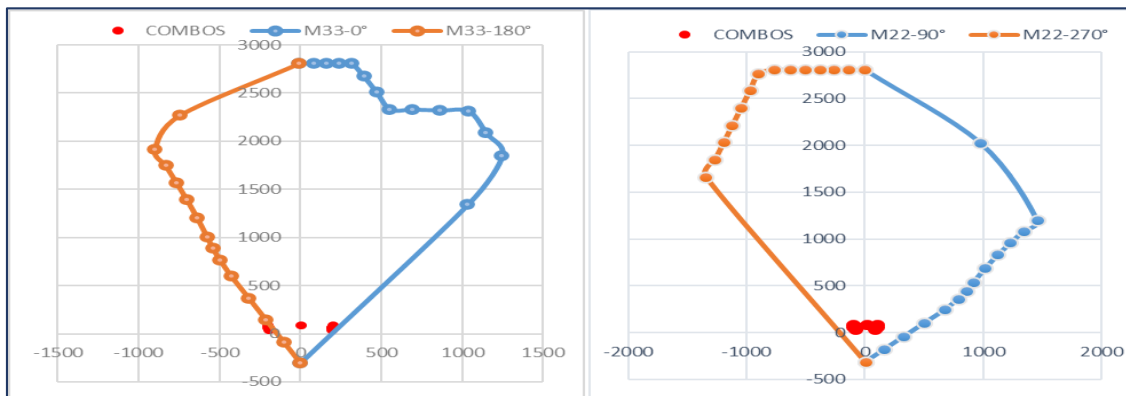
Según e.060 Diseño de concreto armado.

DIRECCION	COMBO	P	M2	M3
GRAVEDAD	1.4CM+1.7CV	84.80	15.39	4.40
	1.25(CM+CV)+SISXX	92.12	101.16	143.30
SISMO X-X	1.25(CM+CV)-SISXX	56.25	-74.53	-136.53
	0.9CM+SISXX	66.23	96.00	140.51
	0.9CM-SISXX	30.36	-79.69	-139.31
SISMO Y-Y	1.25(CM+CV)+SISYY	87.21	103.61	199.78
	1.25(CM+CV)-SISYY	61.16	-76.99	-193.02
	0.9CM+SISYY	61.32	98.45	197.00
	0.9CM-SISYY	35.27	-82.15	-195.80

Diagrama de interacción.

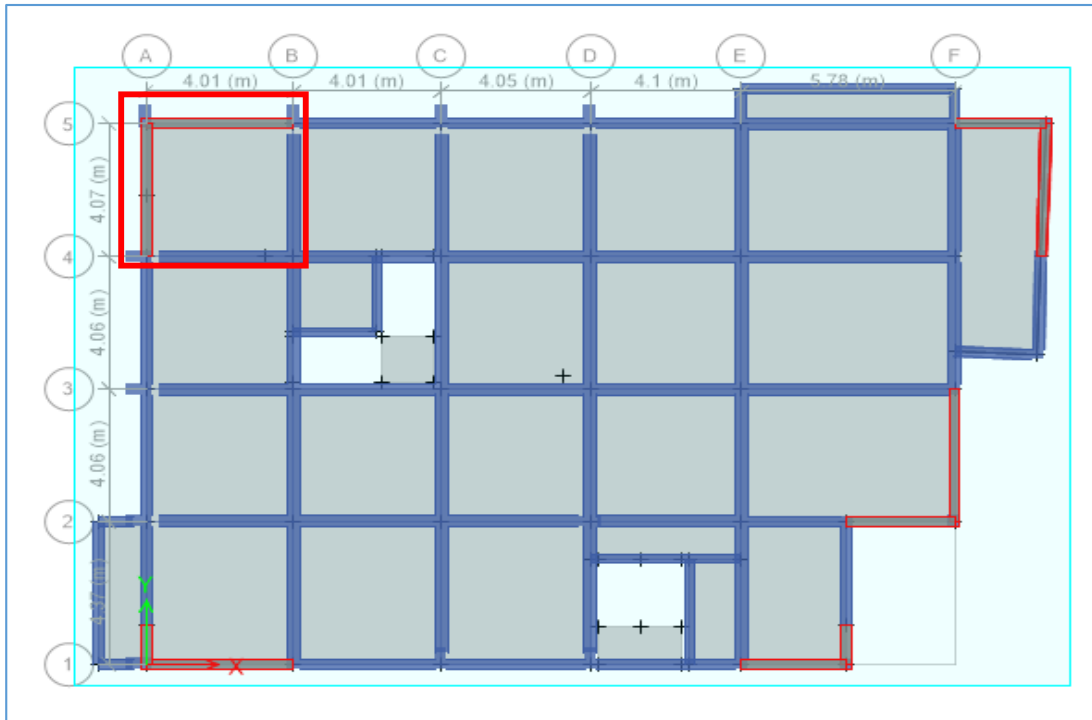


Dirección de análisis XX



Dirección de análisis YY.

Diseño de Placa 5



Ubicación de Placa -3.

Cargas

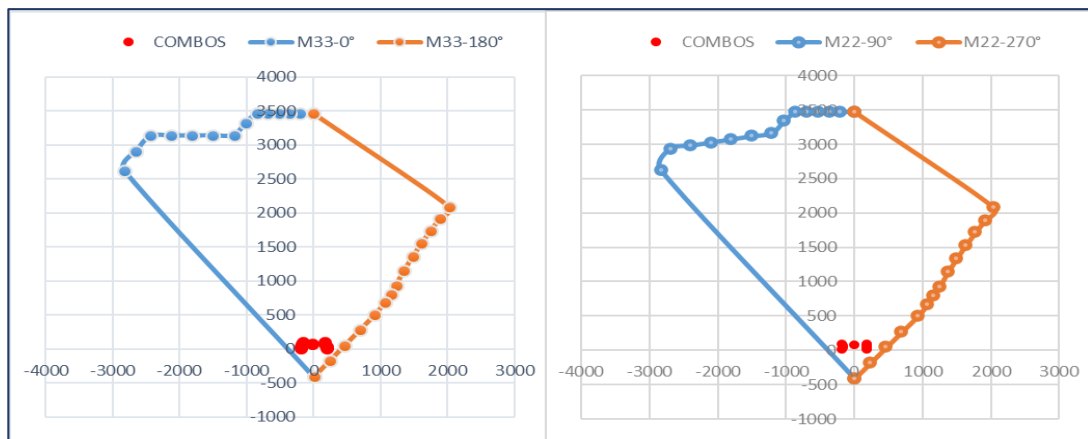
Load Case/Combo	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
DEAD	0	-49.4554	-4.2091	-0.7729	3.4224	-0.6742	-11.1992
LIVE	0	-4.4309	-0.2652	0.3888	0.6764	0.971	-1.165
SISXX	0	28.3988	64.6914	64.0912	110.0888	177.2666	182.644
SISYY	0	35.3095	82.4272	47.0429	103.6704	131.9925	225.1551

Combinaciones de diseño.

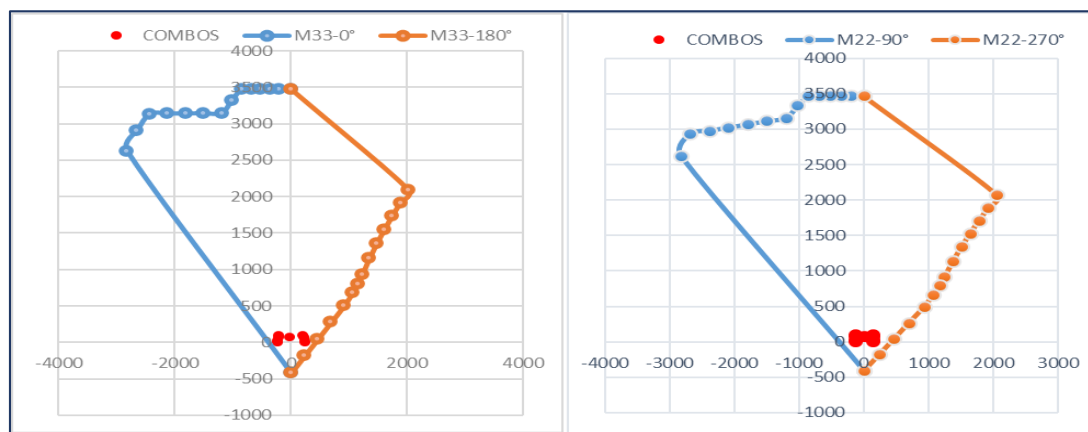
Según e.060 Diseño de concreto armado.

DIRECCION	COMBO	P	M2	M3
GRAVEDAD	1.4CM+1.7CV	76.77	0.71	-17.66
	1.25(CM+CV)+SISXX	95.76	177.64	167.19
SISMO X-X	1.25(CM+CV)-SISXX	38.96	-176.90	-198.10
	0.9CM+SISXX	72.91	176.66	172.56
	0.9CM-SISXX	16.11	-177.87	-192.72
	1.25(CM+CV)+SISYY	102.67	132.36	209.70
SISMO Y-Y	1.25(CM+CV)-SISYY	32.05	-131.62	-240.61
	0.9CM+SISYY	79.82	131.39	215.08
	0.9CM-SISYY	9.20	-132.60	-235.23

Diagrama de interacción.



Dirección de análisis XX



Dirección de análisis YY.

Etap 8: Análisis y Evaluación económica de los dos reforzamientos estructural

Etap 8.1: Propuesta económica de los dos reforzamientos estructural Disipadores de fluido viscoso.

La inversión aproximada en disipadores viscosos fluctúa entre el 1% y 3% del total del valor del proyecto. Del mismo modo, se considera luego de haber ocurrido en el edificio, no es necesario realizar sostenimiento ni sustitución; por lo tanto, el coste de restauración no figurará un valor adicional (cerca del coste de la inversión).

Por lo general, los disipadores viscosos Taylor tienden a presentar bajos niveles de incidencia económica en el costo total de los proyectos en los que considera su implementación.

Algunas recomendaciones a tomar en cuenta:

- El precio de los disipadores es muy perceptivo con las cantidades que se requieren, el precio variará.

- La investigación está realizada con fines académicos, por lo tanto, no se realizará para ser usada o tomada como referencia oficial por alguna empresa y/o entidad pública o privada. Los cálculos realizados en esta investigación son únicamente con fines académicos, se prohíbe la difusión cuyo objetivo sea diferente a los fines de la presente tesis.
- Los costos NO contienen el IGV.
- El costo está cedido en US\$ dólares americanos
- Los precios incluyen 02 PIN de montaje de acero inoxidable para cada uno de los disipadores.
- Los precios de los disipadores sísmicos incluyen ensayos de presión hidrostática y ensayos de velocidad para verificar fuerzas pico.
- Los ensayos serán hechos en los laboratorios del fabricante. La carga de prueba de cada disipador será 150% la carga de diseño.
- Precios incluyen capacitación y asesoría en obra para la correcta colocación y montaje de los disipadores sísmicos.
- Precios NO incluyen diagonales metálicas ni anclajes embebidos ni ningún otro accesorio metálico complementario.
- Disipadores sísmicos cotizados cuentan con protección anticorrosiva para uso en interiores.
- Respecto a la garantía de la construcción es de 35 años aproximadamente.
- La actualización de los costos se da muchas veces cada mes, por lo que los precios para esta investigación nos e podrán usar para otro trabajo de investigación.



Del mismo modo, se sugiere que, para el diseño de los dispositivos, es necesario considerar las propuestas del ASCE 7-10 (Capítulo 18), y que los registros tiempo historia aplicados guarden relación con la realidad del proyecto (dicho de otra forma, considerando el factor de suelo, Lima -S2), establece que tales registros deben de haber sido escalados de manera adecuada al espectro de diseño (teniendo en cuenta los niveles de importancia, tipo de suelo, etc.)

Cabe resaltar que los cálculos realizados en esta investigación son únicamente con fines educativos.

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Precio parcial
1					
Materiales					
dsf08eme0751	gbl	Disipador de fluido viscoso, Taylor K 32000tn/m	32.00	6200.00	198400.00
Subtotal materiales:					198400.00
2					
Equipos y montaje					
dsf08eme0761	gbl	El precio del disipador incluye equipos y montaje	0.000	0.00	0.00
					0.00
Costo Total					198400.00
			Total	1	198400.00
					198400.00

**Precios en dolares americanos*

Muros de corte

Cuantías de obra.

Semisótano

Elemento	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)	Barras (kg)
Vigas	9.35	-	-
Muros de hormigón armado	209.11	31.366	3037
Pilares	-	-	-
Total	218.46	31.366	3037

Primer nivel

Elemento	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)	Barras (kg)
Vigas	9.35	-	-
Muros de hormigón armado	209.11	31.366	3274
Pilares	-	-	-
Total	218.46	31.366	3274

Segundo nivel

Elemento	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)	Barras (kg)
Vigas	9.35	-	-
Muros de hormigón armado	209.11	31.366	3095
Pilares	-	-	-
Total	218.46	31.366	3095

Tercer nivel

Elemento	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)	Barras (kg)
Vigas	9.35	-	-
Muros de hormigón armado	209.11	31.366	2284
Pilares	-	-	-
Total	218.46	31.366	2284

Cuarto nivel

Elemento	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)	Barras (kg)
Vigas	9.35	-	-
Muros de hormigón armado	209.11	31.366	2086
Pilares	-	-	-
Total	218.46	31.366	2086

Resumen de medición

Elemento	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)	Barras (kg)
Vigas	56.10	-	-
Muros de hormigón armado	1045.55	156.850	13776
Pilares	-	-	-
Total	1101.65	156.850	13776

Análisis de precios unitarios

Muro de concreto armado encofrado a dos caras, de hasta 3 m de altura, espesor 30 cm, superficie plana, ejecutado con concreto f.c .=280 kg/cm² (28 MPa), no expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo, exposición a sulfatos insignificante, sin requerimiento de permeabilidad, no expuesto a cloruros, tamaño máximo del agregado 12,5 mm, consistencia blanda, preparado en obra, y vaciado con medios manuales, y acero Grado 60 (fy=4200 kg/cm²), con una cuantía aproximada de 50 kg/m³, ejecutado en condiciones complejas; montaje y desmontaje de sistema de encofrado con acabado para revestir, realizado con paneles metálicos modulares, amortizables en 150 usos. Incluso alambre de atar, separadores, pasa muros para paso de los tensores y líquido desencofrante para evitar la adherencia del concreto al encofrado. El precio incluye el corte, doblado y montaje de la armadura en el lugar definitivo de su colocación en obra.

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Precio parcial
1					
Materiales					
mt08eme070a	m ²	Paneles metálicos modulares, para encofrar muros de concreto de hasta 3 m de altura.	0.044	576.92	25.38
mt08eme075j	Ud	Estructura soporte de sistema de encofrado vertical, para muros de concreto a dos caras, de hasta 3 m de altura, formada por tornapuntas metálicos para estabilización y aplomado de la superficie encofrante.	0.044	793.27	34.90
mt08dba010d	l	Agente desmoldeante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua para encofrados metálicos, fenólicos o de madera.	0.200	6.33	1.27
mt08var204	Ud	Pasamuros de PVC para paso de los tensores del encofrado, de varios diámetros y longitudes.	2.667	2.68	7.15
mt07aco020d	Ud	Separador homologado para muros.	8.000	0.16	1.28
mt07aco060g	kg	Acero en varillas corrugadas, Grado 60 (fy=4200 kg/cm ²), de varios diámetros, según NTP 339.186 y ASTM A 706.	70.000	4.99	349.30
mt08var050	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0.650	3.17	2.06
mt08aaa010a	m ³	Agua.	0.204	4.32	0.88
mt01arg000b	m ³	Arena cribada.	0.468	39.74	18.60
mt01arg001be	m ³	Agregado grueso homogeneizado de tamaño máximo 12,5 mm.	0.530	54.06	28.65
mtsarg001cd	gbl	Chema Epox Adhesivo 32	0.920	57.50	52.90
mt08cem000b	kg	Cemento gris en sacos.	609.585	0.43	262.12
Subtotal materiales:					759.11
2					
Equipos					
mq06hor010	h	Mezcladora de concreto.	0.630	4.64	2.92
Subtotal equipos:					2.92
3					
Mano de obra					
mo044	h	Operario encofrador.	2.041	22.56	46.04
mo091	h	Oficial encofrador.	2.227	15.62	34.79
mo043	h	Operario fierro.	0.544	22.56	12.27
mo090	h	Oficial fierro.	0.693	15.62	10.82
mo113	h	Peón de construcción.	1.299	14.43	18.74
mo112	h	Peón especializado de construcción.	1.361	14.67	19.97
mo045	h	Operario especializado en vaciado de concreto.	0.309	22.56	6.97
mo092	h	Oficial especializado en vaciado de concreto.	1.237	15.62	19.32
Subtotal mano de obra:					168.92
4					
Herramientas					
	%	Herramientas	2.000	930.95	18.62
Coste de mantenimiento decenal: S/. 28,83 en los primeros 10 años.			Postos directos (1+2+3+4):		949.57
Total			180.3545	949.57	171259.22

Etapa 8.2: Análisis de un proceso constructivo.

- Encofrado y Colocación de la Ferralla

Se limpiará las secciones de columnas a reforzar (picara el recubrimiento del concreto hasta llegar al acero corrugado, se verifica que no existan deformaciones ni roturas en los encofrados, se limpian cuidadosamente, se les aplica desencofrante y se realiza el montaje de los mismos. Nunca deberá usarse gasóleo o grasa normal.

Se montará el encofrado del muro, a continuación, se disponen las armaduras según indican los planos. Marcar la ubicación de las barras de reparto antes de su colocación, sobre la armadura principal.

Los separadores tendrán las dimensiones adecuadas a fin de lograr los recubrimientos exigidos por proyecto, de acuerdo a lo establecido en la norma técnica que predomine. Se observará con cuidado la longitud mínima de anclaje y el solape de las esperas, debiendo los mismos cumplir con lo establecido en la normativa correspondiente.

Cuando las esperas llevan un tiempo expuestas a la intemperie, deben examinarse, limpiarse y observar que no hayan sido atacadas por la corrosión. Para el caso de las uniones con elementos existentes (columnas y vigas) se aplicará pegamento

epóxico de “alta adherencia” de 2 componentes que se utiliza para unir concreto nuevo a concreto antiguo.

Se efectúa el fajo de las armaduras con el objeto de conseguir la sobriedad necesaria para que no se produzcan movimientos o desplazamientos durante el hormigonado; se disponen pates y rigidizadores que mantienen la división entre parrillas, y se disponen los separadores necesarios para ganar los recubrimientos previstos, controlando esto antes de hormigonar.

Finalmente se cierra la cara del encofrado faltante arriostrando las dos caras, se apuntala dejando firme y rígido el conjunto perfectamente aplomado con un margen de tolerancia de + o – 5mm.

- Hormigonado.

Antes de iniciar los trabajos de hormigonado, se monta un andamio para permitir el acceso a la coronación del pilar los operarios.

Para la compactación del hormigón se emplean vibradores de pincho, cuidando de fijar la aguja en la pasta en forma erecto, profunda y automáticamente y extraerla pausadamente y a apresuramiento inmortar hasta que fluya el encalado sobre la cubierta.

El hormigón se compacta en tongadas no mayores a 60 cm. Al hormigonar por tongadas, la broqueta del vibrador debe ingresar en la quebrada inferior entre 10 y 15 cm.

- Desencofrado

Después de hormigonar deberá esperarse al menos 24 horas para comprobar el estado del hormigón. Se tendrá especial cuidado en que no se produzcan coqueas; en caso en que aparezcan, se procede de acuerdo al tamaño de las mismas y si el hormigón es visto o no.

Los anclajes y alambres del encofrado que quedaron fijos durante el hormigonado se cortan a ras del muro.

- Juntas de Hormigonado.

Cuando por alguna razón se interrumpe el hormigonado, sin poder tener una continuación en un lapso menor a las 6 horas, se debe limpiar la junta con un chorro a presión de agua y aire o con otro sistema que permita la limpieza de la lechada superficial, de los áridos sueltos, para que quede el árido visto.

- Curado

Finalmente, toda la superficie expuesta se curó con agua de lavado durante 7 días. La superficie final se cura inmediatamente después de la vibración y el lavado para evitar que se formen grietas por contracción plástica cuando se pierde la humedad. Si se utiliza una película filmógena, se esparcirá sobre la superficie húmeda y saturada, pero no habrá charcos (si aparecen charcos, deben eliminarse). La pared de la plantilla se cura inmediatamente después de pelar. Si aumenta el viento o aumenta el calor o la baja humedad, se debe fortalecer el proceso de curado. Al curar con agua, el proceso dura al menos 4 días; si la temperatura ambiente es baja, el curado se puede extender a 7 días. Para este caso práctico se toma la tabla realizada por precio unitario para muros de concreto reforzado, a su vez se estima una aproximación de tiempo de ejecución bajo las siguientes restricciones y/o consideraciones.

Descripción	Cantidad
Mano de obra	
Operario encofrador.	2.000
Oficial encofrador.	2.000
Operario fierro.	1.000
Oficial fierro.	1.000
Peón de construcción.	1.000
Peón especializado de construcción.	1.000
Operario especializado en vaciado de concreto.	1.000
Oficial especializado en vaciado de concreto.	1.000

Criterios del cómputo métrico

Volumen medido sobre la sección teórica de cálculo, según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 2 m².

Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las partidas.

Soporte, verificará si hay un núcleo de extensión en el plano de soporte de la pared, que presentará una superficie horizontal limpia. En el medio ambiente, cuando llueve, nieva y hace viento y la temperatura ambiente es superior a 40 ° C o se espera que la temperatura ambiente descienda por debajo de 0 ° C en las próximas 48 horas, se detendrá la operación de vaciado. La pared de la plantilla se cura inmediatamente después de pelar. Si aumenta el viento o aumenta el calor o la baja humedad, se debe fortalecer el proceso de curado. Al curar con agua, el proceso

dura al menos 4 días; si la temperatura ambiente es baja, el curado se puede extender a 7 días.

Por contrata, en caso de un cambio brusco en las condiciones ambientales esperadas durante el período de drenaje o posterior condensación, se proveerán una serie de medios en el sitio, no pudiendo iniciarse el drenaje de varios elementos sin la autorización escrita del Director Ejecutivo. Actuación

Las fases de ejecución, limpieza y preparación de la superficie de apoyo. Estaca. Se aprueba el uso de espaciadores para colocar barras de refuerzo. Formación conjunta. Coloque un pase de pared para pasar el tensor. Limpieza y almacenamiento del encofrado. Preparación del concreto. Vaciado y compactación del concreto. Desmontaje del sistema de encofrado. Curado del concreto. Limpieza de la superficie de coronación del muro. Reparación de defectos superficiales, si procede.

Con una producción promedio de 3.50 - 3.80 m³ por día, el tiempo de ejecución de muros de corte es de 54 días (180.3 m³).

Montaje Disipador de energía de fluido viscoso Taylor.

Todos amortiguadores y disipadores de fluido viscoso de la empresa Taylor son fabricados libres de mantenimiento. No requiere tanques de combustible, tuberías externas, indicadores de nivel, acumuladores o cambios regulares de aceite.

Los disipadores de fluido viscoso tienen un comprobado tiempo de vida útil muy por encima de los 30 años sin necesidad de mantenimiento de cualquier índole.

Cada uno de los amortiguadores de fluido viscoso de Taylor se prueba individualmente de acuerdo con la tensión máxima y la velocidad máxima especificadas por el cliente antes de la entrega

El montaje de los dispositivos es realizado por técnicos de la misma empresa Taylor con el fin de garantizar un buen ensamblaje y óptimo funcionamiento del mismo al momento de ocurrir un evento sísmico.

Para un montaje cuando el edificio se está construyendo se realiza empalmes lo cual facilita su ensamblado en obra, pero para el caso que se aplique como reforzamiento, dicho anclaje se debe montar en secciones anteriormente tomadas en cuenta en su análisis, cabe resaltar que esta información es referencial.

Descripción	Cantidad
Mano de obra	
Técnico mecánico	2.000
Oficial mecánico	2.000
Técnico mecánico instrumentista	2.000
Técnico mecánico soldador	2.000
Técnico soldador	2.000

El proceso de montaje de disipadores de fluido viscoso es similar al montaje de líneas de ejes en cajones muestradores dinámicos, por lo cual se tomará dicho dato para estimar el tiempo de ejecución.

Con una producción promedio de 2 und por día, el tiempo de montaje de disipadores de fluido viscoso es de 20 días (32 und).

4.3. Resultados

Indicador 1 – Derivas

Empleando ambos casos de análisis (Aplicación de disipador de fluido viscoso y muros estructurales) se llega a cumplir las limitaciones brindadas por la norma E.030 – 2018, obteniendo los siguientes resultados.

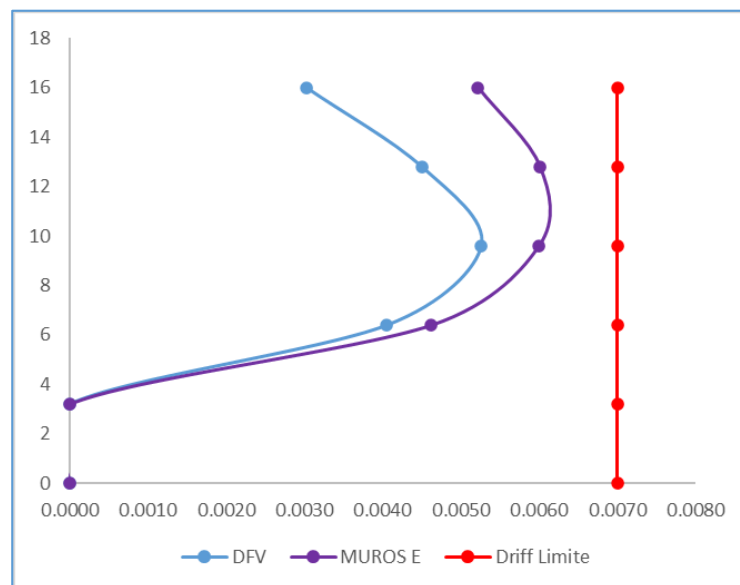


Gráfico 1: límites de la deriva

La distorsión inelástica máxima para el sistema con disipadores de fluido viscoso en la dirección XX es de 0.00526, mientras que la distorsión mínima es de 0.00303.

La distorsión inelástica máxima para el sistema con muros de corte en la dirección XX es de 0.00601, mientras que la distorsión mínima es de 0.004624.

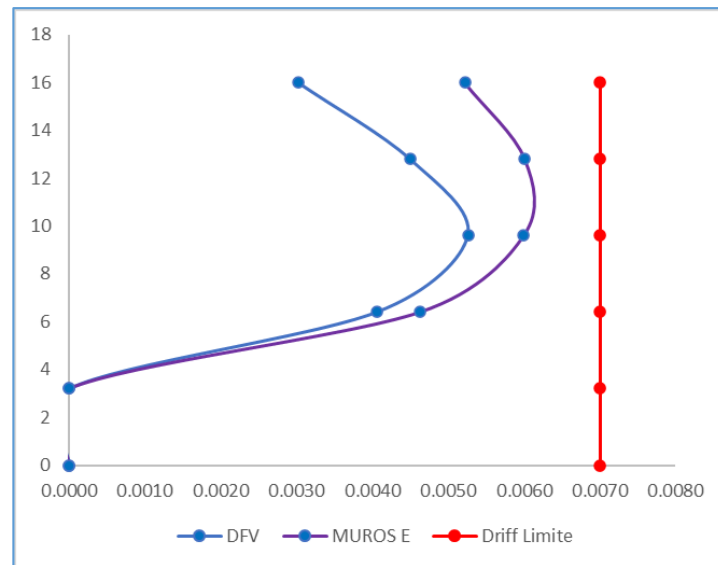


Figura 2: límites de la derivadas

La distorsión inelástica máxima para el sistema con disipadores de fluido viscoso en la dirección YY es de 0.00682, mientras que la distorsión mínima es de 0.00445. La distorsión inelástica máxima para el sistema con muros de corte en la dirección YY es de 0.00568, mientras que la distorsión mínima es de 0.00454. De acuerdo a los resultados se acepta la hipótesis, dado que el forzamiento con placas influye las derivas del edificio disminuyendo.

Indicador 2 – Periodo (Seg)

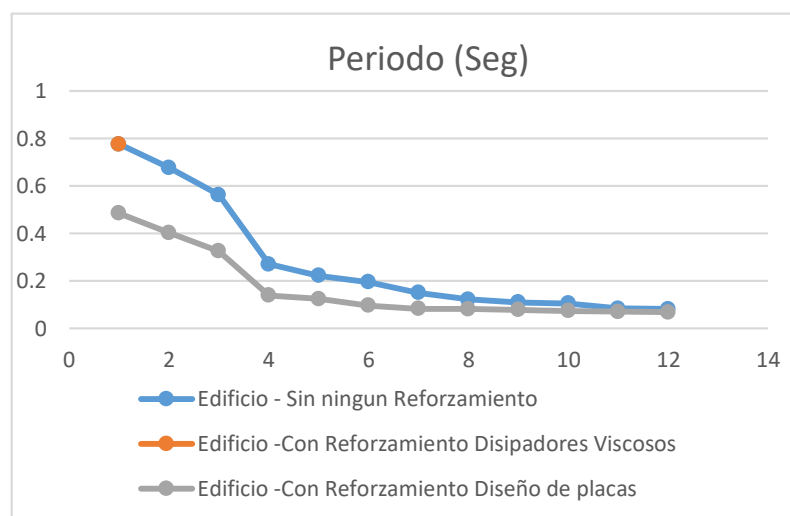


Gráfico 3: Periodo

Estamos dentro del margen del periodo en segundo de las cuales el periodo más largo está entre los 2 s y el más corto 0.6 donde podemos observar que al pasar el periodo va disminuyendo como factor del periodo va disminuyendo de las cuales su cambio entre el disipador de energía de fluidos viscosos y muro cortante nos da que va mejorando de acuerdo a la aceleración disminuye. De acuerdo a los resultados se acepta la hipótesis, dado que el forzamiento con placas influye en el periodo del edificio disminuyendo.

Indicador 3 – Cortes en placas

El refuerzo en muros estructurales debe desarrollarse o empalmarse para el Esfuerzo de fluencia en tracción, el refuerzo que contribuye a V_n debe ser continuo y este debe estar distribuido a través del plano de cortante.

El requisito de distribución uniforme del refuerzo por cortante está relacionado con la intención de controlar el ancho de las fisuras inclinadas, no obstante, en paredes con un espesor inferior a 25 cm, no es necesario distribuir las barras de acero en dos capas, siempre que exista un espaciado y cobertura mínimos, las grietas se pueden controlar fácilmente. Para muros esbeltos el refuerzo en dos capas el propósito es mejorar la estabilidad lateral de la zona de compresión bajo cargas cíclicas después de la fluencia de los refuerzos verticales. Para limitar eficazmente las grietas inclinadas, las barras de acero contenidas deben estar completamente distribuidas a lo largo y alto de la pared. En la siguiente grafica se mostrará la fuerza cortante que resiste cada elemento en dirección XX.

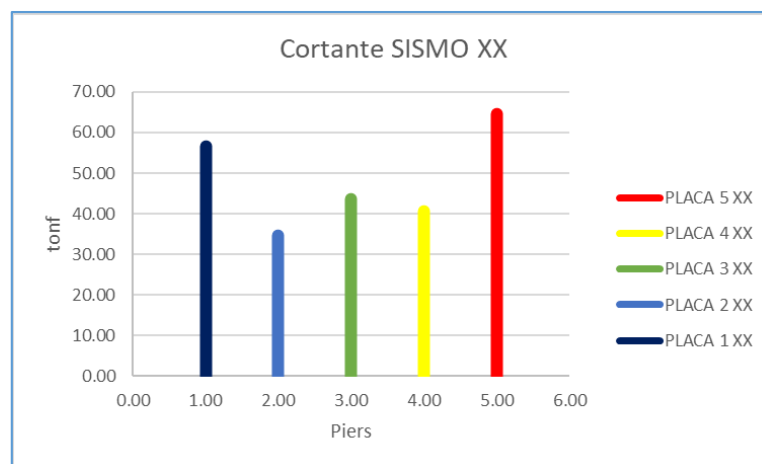


Grafico 4: Corte en placas

Cabe mencionar que, para el diseño de estos elementos estructurales, se considera las combinaciones propuestas en la norma E.060. El código establece un refuerzo mínimo para controlar el agrietamiento de la estructura

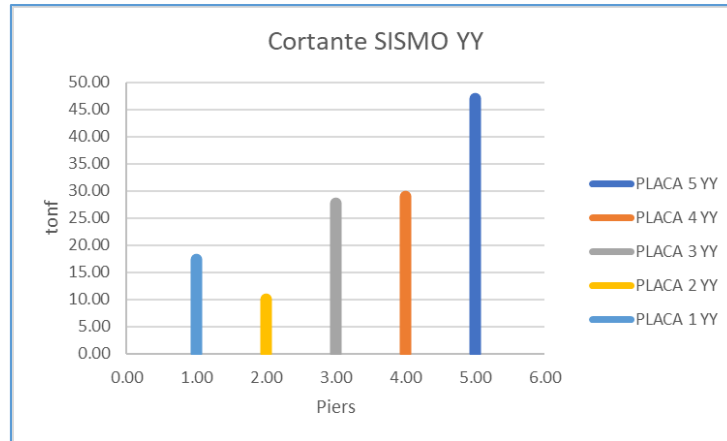


Gráfico 5: Corte en placas

En la siguiente grafica se mostrará la fuerza cortante que resiste cada elemento en dirección YY. Como se observa entre los cortantes de sismo entre el e XX y YY una gran variante. De acuerdo a los resultados se acepta la hipótesis, dado que el forzamiento con placas influye las derivas del edificio disminuyendo.

Indicador 4 – Costo estimado en soles del sistema de reforzamiento

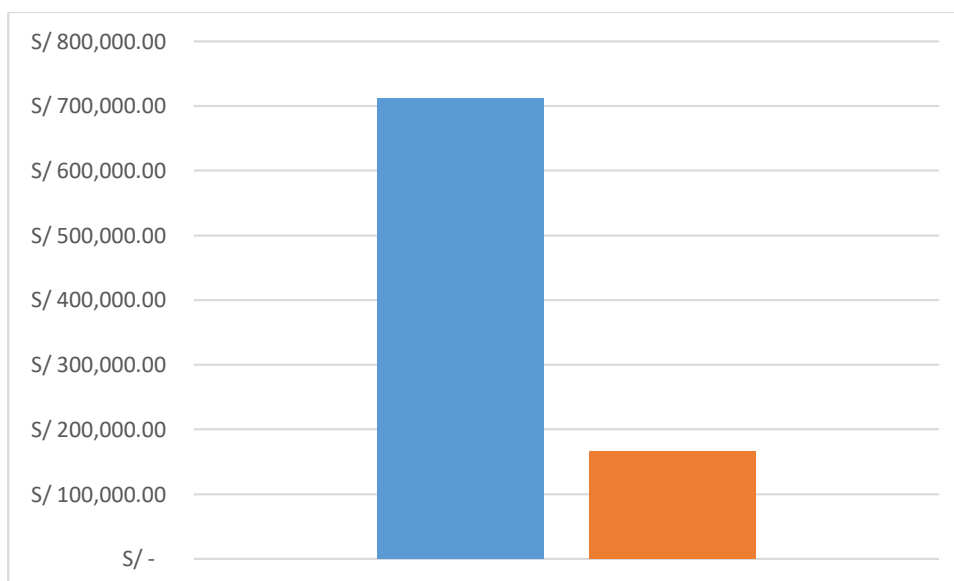


Gráfico 6: Costo estimados

Como se observó se realizó unos dos presupuestos de las cuales se propuso un análisis en costo de las cuales se propuso para poder tener en cuenta cuales de los dos reforzamientos se pudiera realizar, se tiene que en Reforzamiento con disipadores tenemos en costo 712,256.00 soles con 32 Disipadores viscoso con el Modelo Taylor K 3200 tn/m. Mientras en el reforzamiento con muros cortante o muros cortantes, se está proponiendo un monto de 166,196.67 soles con 5 placas en los lados diferentes.

Se requiere una diferencia de 546,059.33 soles de las cuales se ve como conveniente que la placa sería el mejor reforzamiento en lo económico. De acuerdo a los resultados se acepta la hipótesis, dado que el forzamiento con placas influye con el costo estimado en soles del sistema de reforzamiento del edificio disminuyendo el costo con el disipador de energía viscoso.

Indicador 5 – Propuesta de reforzamiento en plazo.

Como tenemos una propuesta de reforzamiento también debemos saber si cuál de las dos propuestas sería la adecuada para un tiempo determinado en ejecución, con respecto a tiempo se tiene que el diseño de muros esta con 54 días hábiles y Disipador de energía viscoso esta en 20 días.

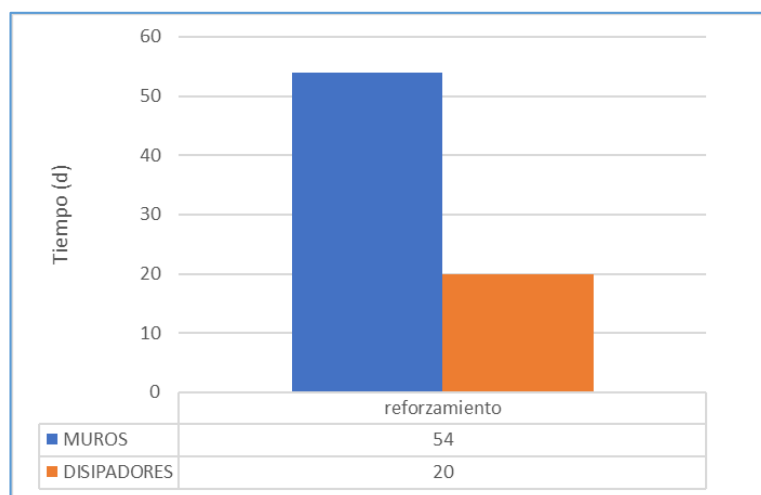


Gráfico 7: Propuesta de reforzamiento en plazo

Porque la diferencia de días es de 34 días aproximados se da por el método de trabajo que se tiene y por lo cual el muro va a tomar mucho más tiempo que se toma. De acuerdo a los resultados se rechaza la hipótesis, dado

que el forzamiento con placas influye en la propuesta de forzamiento en plazo a la edificación aumenta los días para realizarlo.

V. DISCUSIÓN

V.DISCUSIÓN

- Según los resultados obtenidos respecto de las derivas, con el sistema de reforzamiento de muro cortante en los eje xx, fue equivalente a 0.00601; mientras que en el eje yy se obtuvo un valor 0.00568. Por otra parte, el sistema de reforzamiento con disipadores de energía fluidos de energía en los ejes xx se obtuvo un valor equivalente a 0.00526; mientras que en el eje yy un valor de 0.00682, según se muestra en los gráficos 1 y 2. Con relación al sistema de reforzamiento de muros cortantes, Palacios, Zevallos, Garcia, Villacreses y Menendez (2019), en su trabajo de investigación en el cual se planteó el sistema de reforzamiento de muro cortante con un resultado en el eje xx equivalente a 0.002321; mientras que en el eje yy se obtuvo un valor igual a 0.002372. El estudio tuvo el objetivo de instalar muros cortantes a los lados en la estructura de un centro educativo. Por otra parte, Matrinez (2018) en su estudio denominado: Control de la respuesta dinámica de estructuras mediante el uso de disipadores de energía de fluido viscoso del tipo lineal, tuvo la finalidad de monitorear el control de la respuesta del sistema de reforzamiento de disipadores de energía viscoso, mediante el cual se estableció que en sus derivas del eje xx se obtuvo un valor de 0.0169; mientras que en el eje yy se obtuvo un valor equivalente a 0.0139. En consecuencia, los resultados obtenidos por los autores mencionados con relación a las derivas halladas entre ambos reforzamientos son diferentes, pudiéndose deber a la ubicación de los terrenos y el tipo de reforzamientos pisos distintos al utilizar sistemas de reforzamiento con disipadores de energía de fluidos viscoso. En principio, Martínez utilizó un sistema en una estructura con 7 pisos; mientras que Palacios, Zevallos, Garcia, Villacreses y Menendez aplicaron el sistema de reforzamiento en una edificación de 5 pisos. Ambos, son distintos al sistema propuesto en este estudio debido a que se está planteando que el reforzamiento sea uniforme y que cumpla con la norma técnica peruana de edificaciones. En este caso, los resultados de las derivas son muy altas con relación a los disipadores; sin embargo, los valores de las placas mantienen un gran margen que contribuiría con los ajustes correspondientes.
- Según los resultados obtenidos sobre los períodos con el sistema de reforzamiento de muro cortante, se obtuvo valores equivalentes a 0,5 a 0,1

segundos. Con relación al sistema de reforzamiento con disipadores de energía con fluido, se obtuvo valores equivalentes a 0.8 segundos, según se puede apreciar en el gráfico 3, en el que se puede observar las variaciones de aceleración. Al respecto, Palacios, Zevallos, Garcia, Villacreses y Menendez (2019) realizaron estimaciones con muros cortantes, obteniendo resultados asociados al período equivalentes a 0.9 a 0.46 segundos. Por su parte, Hernández y Montesinos (2019) propusieron su investigación denominada: Análisis sísmico con disipadores de energía tipo viscoso como propuesta de reforzamiento del pabellón A del módulo 780 del Colegio N°2141, cuyo resultado con el período fue equivalente a $T = 0.108$ seg. Por consiguiente, se puede establecer que los períodos son diferentes, presentando deformidad de la aceleración debido a que cada sistema de reforzamiento es totalmente diferente ya que en este estudio se propuso la colocación de 32 disipadores; mientras que Hernández y Montesinos solo colocaron 4 disipadores. De esta manera, se observó un notable cambio en el sistema de reforzamiento. Por otra parte, respecto de los muros de cortantes, los autores colocaron 4 muros cortantes a los lados de la edificación; mientras que en este estudio se propuso la colocación de 5 muros de corte que conlleven al mejoramiento del comportamiento con el período y una mejor estabilidad.

- Según los resultados alcanzados con relación al corte de placas, acorde con lo determinado en los gráficos 3 y 4, se puede determinar que el corte en el eje xx tiene 65 toneladas como máximo, y como mínimo 35 toneladas. Por otra parte, en el eje yy se tiene como mínimo 10.15 toneladas y como máximo 47 toneladas correspondientes al comportamiento esta desde la placa N° 1 hasta la placa N° 5. Por su parte, Palacios, Zevallos, Garcia, Villacreses y Menendez (2019) en su trabajo de investigación realizaron muros cortantes, teniendo como resultados que el corte de placas en los ejes xx e yy muestra entre las placas de 1 hasta las placas 4 el máximo está entre 45 toneladas y como mínimo 22 toneladas. Se puede determinar que existen diferencias entre los resultados de esta investigación y los obtenidos por los autores mencionados, ya que sus estructuras estuvieron conformadas por 7 pisos; mientras que en este estudio se consideró a una estructura conformada por 4 pisos, cuyas ubicaciones también son determinantes para indicar nivel de sismo y el cambio de la deformación.

- Según los resultado encontrados respecto de los costos estimados en soles del sistema de reforzamiento, apreciados en en el grafico 5, es posible determinar que el costo del reforzamiento con los disipadores viscosos fue de 712,256.00 soles; mientras que el reforzamiento de diseño de muros de placas costaría un total de 166,196.67 soles. Al respecto, Cano y Zumaeta (2012) señalaron que el costo del sistema de amortiguamiento fluido viscoso en determinada estructura y para cierto nivel de desempeño, costó 40,00 US\$/ m² aproximadamente, y la incidencia del sistema de disipación de energía fluido viscoso en el costo total del proyecto bordeó el 8,97 %. Por su parte, Caceres y Enriquez (2017) plantearon que coste del reforzamiento de muros cortantes fue de 8,448.48 soles, considerando pequeños tramos con el reforzamiento de muro cortantes. Existe un diferencia significativa entre el costo y la cantidad disipadores que se colocan, ya que en este estudio se colocaron 32 disipadores por el tipo de amortiguamiento; mientras que en el proyecto de Cáceres y Enriquez solo inyectaron 6 disipadores. Con respecto a las placas, se ha considerado el precio más económico, con una diferencia de 546,059.33 soles que permite tener un adecuado nivel de reforzamiento. Se debe considerar que en el proyecto de Cáceres y Enriques tienen una estructura de 3 niveles mientras la investigación muestra un semi-sotano más 3 pisos, cuya estructura requiere un reforzamiento.
- Según los resultados obtenido respecto de la propuesta de reforzamiento en plazo, con el sistema de reforzamiento de muro cortante implementado en 54 dias; mientras que el reforzamiento de disipadores de energia fluidos viscoso tomó 20 dias, tal como se muestra en el gráfico 6 en el que se expone la diferencia entre ambos totales. Al respecto, Cano y Zumaeta (2012) indicaron que el tiempo de implementación de un sistema de reforzamiento es relativo, dependiendo de la cantidad de de dipadores. En el proyecto de estos autores, se inyectaron 2 disipadores o 1 ½ disipadores. Con relación a la implementación de reforzamiento de muros de corte, a Caceres y Enriquez (2017) les tomó 74 dias calendarios. En ese sentido, no hay un tiempo determinado de implementación, ya que los disipadores generalmente están listos para ensamblar, mientras que los muros cortantes toman más tiempo debido a que están incluidos el proceso de encofrado o el armado del acero.

VI. Conclusiones

VI. Conclusiones

- Los resultados de esta investigación determinaron que la deriva en el sistema reforzamiento de muro cortante en los eje xx fue equivalente a 0.00601; mientras que en el eje yy se obtuvo un valor 0.00568. Estos valores se encuentran dentro de los parámetros normativos. Por otra parte, el sistema de reforzamiento con disipadores de energía fluidos de energía en los ejes xx se obtuvo un valor equivalente a 0.00526; mientras que en el eje yy un valor de 0.00682; valores que se encuentran muy cerca de los límites de la norma peruana. Con respecto al elemento de evaluación de la deriva, se observa que existe una diferencia entre ambos, según se muestra en los gráficos 1 y 2, hallándose una diferencia mínima entre la deformidad con el límite. Se ha determinado que el sistema de muros de corte es el más adecuado al influir en la deriva estando dentro de lo normas.
- Los resultados de este trabajo de investigación han determinado que, con relación al período en el sistema reforzamiento de muros cortante, se obtuvo valores equivalentes a 0,5 y 0,1 segundos; resultados alineados a la aceleración del sismo. Con relación al sistema de reforzamiento con disipadores de energía energía con fluido, se obtuvo valores esquivales a 0.8 segundos, según se puede apreciar en el gráfica 3, en el que se puede obversar las variaciones de aceleración, semejante a los muros cortante. Con respecto al elemento de evaluación del periodo, se observa que existe una diferencia entre ambos, hallándose una diferencia mínima entre el segundo con la aceleración del sismo. Se ha determinado que sistema de muros de corte es el más adecuado al influir el periodo
- El trabajo de investigación ha determinado que los resultados del corte de placas en el sistema reforzamiento de muros cortante está trabajando con la carga o con el uso de la edificación, estableciéndose que el corte en el eje xx tiene 65 toneladas como máximo, y como mínimo 35 toneladas. Con respecto al elemento de evaluación de la cortante en placas, en el eje yy se tiene como mínimo 10.15 toneladas y como máximo 47 toneladas correspondientes al comportamiento esta desde la placa N° 1 hasta la placa N° 5. Por lo tanto, se observa que existe una diferencia entre la estructura existente (grafico 4 -5) cuyo funcionamiento es mejor que la edificación

existente. Se ha determinado que sistema de muros de corte es el más adecuado al influir en la corte de placas con respecto a las cargas.

- Los resultados de este trabajo de investigación han determinado que los costos de implementación de los disipadores son mayores con un total de 712,256.00 soles, a diferencia del reforzamiento de diseño de muros de placas que costaría un total de 166,196.67 soles. Por otro lado, los plazos de implementación de reforzamiento con disipadores de energía de fluidos viscoso tomó 20 días; mientras que el sistema de reforzamiento de muro cortante fue implementado en 54 días. Por consiguiente, los plazos de implementación de reforzamiento del primer sistema son menores que los muros cortantes. De esta manera, con relación al elemento de evaluación del costo y los plazos, se observa que existe una diferencia entre ambos (grafico 6 – 7), concluyéndose que, el nivel de influencia del indicador del costo y los plazos es el más económico es el de muro cortante. Se ha determinado que sistema de muros de corte es el más adecuado al influir en el costo y plazos.
- Finalmente, se determinó que las derivas están dentro del límite normado, el período es el más adecuado para la seguridad de la estructura, el peso soportado en los cortes de placas es 50 % mayor a la estructura existente, el costo de implementación de los disipadores son 428.56 % mayor que los muros de corte; por último, los plazos de implementación de los disipadores son 40 % menor que los muros cortantes. Por eso motivos se ha determinado que mejor sistema de reforzamiento es de muros corte.

VII. RECOMENDACIONES

VII. Recomendaciones

- Se sugiere cambiar de modelo en los disipadores de energía fluidos viscosos con la finalidad de regular los niveles de amortiguamiento. Con relación a las placas, se sugiere cambiar la ubicación a fin de comparar cuál de las ubicaciones permite tener un mejor comportamiento estructural.
- De acuerdo con el levantamiento y reconocimiento de los espacios del palacio municipal, se recomienda desistir del reforzamiento de encamisado debido a que reducirían los espacios tales como pasadizo o algunas oficinas, al ser demasiado pequeños.
- Con relación a qué tipo de sistema de reforzamiento estructural se debe implementar en las edificaciones, se recomienda evaluar las distintas alternativas que existen para aplicar el que mejor se adapte a la edificación, considerando indicadores como capacidad y resistencia, en cumplimiento con las normativas y con los objetivos de cada proyecto arquitectónico.
- A las autoridades encargadas de la gestión administrativa de la Municipalidad de Carmen de la Legua, se les recomienda que consideren como una medida la reubicación de las oficinas, disponer un área específica para el archivamiento de documentos, cuya ubicación sea en el semisótano con la finalidad de reducir cargas muertas en la edificación.

VIII. REFERENCIAS

1. Aguiar, R, Cagua, B y Pilatasig, J. (2019). *Nuevas funciones del sistema CEINCI-LAB para análisis sísmico espacial*. Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras : s.n., 2019, Vol. 24, págs. 259-276.
2. ACI. 2002. *Guide for the design and construction of externally bonded FRP systems for strengthening concrete structures. Reported by ACI Committee 440*. Michigan, USA : American Concrete Institute, 2002.
3. AISC. 2005. *Steel construction manual (13° ed.)*. Estados Unidos : American Institute of steel construction , 2005.
4. Alcocer, S. 2002. *Reparación y refuerzo de estructuras de concreto reforzado*. Costa Rica : Editorial Tecnológica de Costa Rica, 2002.
5. *Análisis comparativo de estructuras con y sin reforzamiento (FRP)*. Páez, J. 2016. 3, 2016, Alternativas, Vol. 17, págs. 43-52.
6. Del Valle, E, Lobo, W y Vielma, J. 2014. *Análisis comparativo de la capacidad de disipación de energía de edificios de acero con diagonales concéntricas y excéntricas*, Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras, Vol. 19, págs. 143-171.
7. Aragón, J. 2010. *Productos para reforzamiento de elementos estructurales*. San José, Costa Rica : INTACO, 2010.
8. Astorga, M y Aguilar, R. 2012. *Evaluación del riesgo sísmico de edificaciones educativas peruanas*. Lima, Perú : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2012.
9. Azunción, L. 2016. *Análisis comparativo de un pórtico convencional con y sin disipadores de fluido viscoso modelado en sap2000 (Tesis de pregrado)*. Universidad de Guayaquil, Ecuador : s.n., 2016.
10. Barbat, A. 2016. *Análisis sísmico de estructuras con disipadores de energía ADAS o TADAS*. España : Centro internacional de métodos numéricos en ingeniería, 2016.
11. Borja, M. 2012. *Metodología de investigación científica para ingenieros*. Chiclayo, Perú : Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2012.
12. Bozzo, L y Barbat, A. 2000. *Diseño Sismorresistente de Edificios. Técnicas convencionales y avanzadas*. Barcelona, España : Reverté, 2000.

13. Carranza, J y Calderón, E. 2015. *Reforzamiento de una estructura aporticada con disipadores de fluido viscoso para un mercado en la ciudad de Trujillo (Tesis de pregrado)*. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo : s.n., 2015.
14. Chávez, J. 2016. *Análisis, Diseño y Efectos de Interacción Sísmica Suelo – Estructura con Disipadores de Energía Viscosos – Taylor, en un Edificio Aporticado de 5 Niveles en la Urbanización Buenos Aires, Distrito de Nuevo Chimbote - 2016 (Tesis de pregrado)*. Universidad César Vallejo, Nuevo Chimbote, Perú : s.n., 2016.
15. Chávez, J. 2017. *Diseño sismorresistente de edificios con disipadores de fluido viscoso*. Lima, Perú : Grupo Universitario S.A.C, 2017.
16. Chopra, A. 2014. *Dinámica de estructuras (4° ed.)*. México : Pearson, 2014.
17. *Compuestos de FRP para fortalecer la infraestructura en todo el mundo*. Tumialan, G, y otros. 2002. 5, 2002, SAMPE Journal, Vol. 38, págs. 9-15.
18. *Diagrama momento curvatura y momento-rotación para elementos de hormigón armado y acero con ASCE/SEI 41 y sistema de computación CEINCI-LAB*. Aguiar, R, Mora, D y Rodríguez, M. 2015. 2, 2015, Revista Ciencia, Vol. 17, págs. 191-228.
19. Díaz, M. 2014. *Evaluación del proyecto estructural y optimización del diseño con disipadores de energía viscosos Taylor para una edificación esencial de 6 pisos (Tesis de pregrado)*. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo : s.n., 2014.
20. *Disipadores histeréticos metálicos como técnica de control de respuesta sísmica en edificaciones colombianas*. Oviedo, J y Duque, M. 2009. Revista EIA : s.n., 2009, Vol. 11, págs. 51-63.
21. Díaz, L, y otros. 2015. *Estudio Experimental de pórticos de hormigón armado solicitado a cargas laterales crecientes*, Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras, Vol. 20, págs. 101-113.
22. FEMA. 2006. *NEHRP. Recommended Provisions: Design Examples*. Washington, USA : Federal Emergency Management Agency, 2006.
23. Fernández, L. 2008. *Efectos de Interacción Dinámica Suelo-Estructura en Edificios con Primer Piso Blando (Tesis de maestría)*. Universidad Nacional Autónoma de México, Coyoacán, México : s.n., 2008.

24. Harmsen, T. 2005. *Diseño de estructuras de concreto armado (4° ed)*. Lima, Perú : Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2005.
25. Hernández y Montesinos. 2019. *Análisis sísmico con disipadores de energía tipo viscoso como propuesta de reforzamiento del pabellón A modelo 780 del colegio N°2141 en la ciudad de Lima (Tesis de pregrado)*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú : s.n., 2019.
26. Hernández, R, Fernández, C y Baptista, P. 2014. *Metodología de la investigación*. México : McGraw Hill, 2014.
27. Hernández, Y. 2009. *Estudio comparativo de dos alternativas de reforzamiento estructural para el edificio maternal del liceo francés Louis Pasteur, utilizando el método de análisis lineal dinámico y un método no lineal estático (pushover)*. Bogotá, Colombia : Universidad de la Salle, 2009.
28. Godínez, E y López, F. 2014, *Importancia del diseño de las conexiones viga columna en la capacidad sismo resistente de edificios dúctiles de concreto reforzado en México*. Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras, Vol. 19, págs. 113-142.
29. Aguiar, R, y otros. (2019) *Interfase ICEINCI-LAB y nuevas funciones*. Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras, Vol. 24, págs. 167-199.
30. Jácome, P. 2016. *Determinación de las técnicas de reforzamiento para mejorar el desempeño estructural de un edificio mixto (Tesis de pregrado)*. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador : s.n., 2016.
31. Juárez, E y Rico, A. 2010. *Mecánica de suelos*. México : Pearson, 2010.
32. Martínez. 2018. *Disipadores de fluido viscoso en el modelo estructural de un edificio público y su influencia en la respuesta sísmica (Tesis de pregrado)*. Universidad Peruana Los Andes, Huancayo, Perú : s.n., 2018.
33. Martínez, E. 2016. *Análisis de un Edificio de Acero con Amortiguadores Viscosos (Tesis de pregrado)*. Instituto Politécnico Nacional, México D.F : s.n., 2016.
34. Mora, D y Aguiar, R. 2015, *Modelación de diagrama momento curvatura y momento-rotación en secciones de acero estructural*. Revista Ciencia, Vol. 17, págs. 99-124.
35. Morales, L y Díaz, J. 2012. *Protección de una edificación existente con disipadores de energía peruanas*. Lima, Perú : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2012.

36. Mott, R. 2006. *Mecánica de fluidos (6° ed.)*. México : McGraw-Hill/Interamericana, 2006.
37. Oviedo, R. 2008. *Dispositivos pasivos de disipación de energía para diseño sismorresistente de estructuras (Tesis de maestría)*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú : s.n., 2008.
38. Pardo, J. 2017. *Control de la Respuesta Dinámica de Estructuras Mediante el Uso de Disipadores de Energía de Fluido Viscoso del Tipo Lineal (Tesis de pregrado)*. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile : s.n., 2017.
39. Paz, M. 1992. *Dinámica Estructural*. Barcelona, España : Reverté, 1992.
40. Mora, D y Aguiar, R. 2015, *Pushover multimodal en estructuras con disipadores de energía ADAS o TADAS*. Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras, Vol. 20, págs. 157-197.
41. Tapia, E y Gutiérrez, S. 2016. *Respuesta inelástica de edificios de acero usando diferentes patrones de carga lateral*. Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras, Vol. 20, págs. 105-122.
42. Rocafuerte, V. 2014. Reforzamientos de estructuras. *SlideShare*. [En línea] 06 de octubre de 2014. <https://bit.ly/3oomWt7>.
43. Rosero, L. 2013. *Reforzamiento de estructuras de hormigón armado con FRP. Aplicación al caso de refuerzo de una losa y columnas de un salón de audiovisuales y un auditorio (Tesis de pregrado)*. Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí, Ecuador : s.n., 2013.
44. Sencico. 2018. *Norma Técnica de Edificaciones NTE-E.030*. Lima, Perú : Servicio Nacional de Normalización, Capacitación e Investigación para la Industria de la Construcción, 2018.
45. Torrealva, D. 2007. *Curso de Reparación y Refuerzo de estructuras de Concreto y Mampostería*. Lima, Perú : ACI-PERÚ, 2007.
46. Valderrama, S. 2015. *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica*. Lima, Perú : San Marcos, 2015.
47. Vásquez, W. 2017. *Estudio comparativo del comportamiento estructural de una edificación con y sin disipadores de energía considerando el efecto de la interacción suelo-estructura (Tesis de pregrado)*. Universidad Nacional del Centro, Huancayo, Perú : s.n., 2017.

48. Villacres, P. 2016. *Determinación de las técnicas de reforzamiento para mejorar el desempeño estructural en un edificio mixto (Tesis de pregrado)*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador : s.n., 2016.
49. Villareal, G y Díaz, M. 2016. *Edificaciones con disipadores viscosos*. Lima, Perú : Editora & Imprenta Gráfica Norte S.R.L., 2016.
50. Villarreal, G y Oviedo, R. 2008. *Edificaciones con disipadores de energía*. Lima, Perú : ANR, 2008.

ANEXOS

ANEXOS 1:

Operacionalización de la Variable: Evaluación técnica y económica.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Variable 2. Evaluación técnica y económica	<p>La evaluación técnica es un proceso en el cual, mediante evidencia de patologías en un elemento estructural o estructura completa, es sometido a análisis y comparación de las normas y especificaciones, el cual debe cumplir todos los requerimientos que necesita para ser aceptada y que llegue a cumplir el comportamiento deseado para la cual fue diseñado y construido.</p> <p>Con relación a la evaluación económica, se puede establecer que es una de las áreas más importantes y con mayores desafíos que se considera en el momento de evaluar un proyecto, la cual consta de varios procedimientos</p>	<p>Evalúa los requerimientos mínimos para las soluciones de diseño y comportamiento de los elementos estructurales de acuerdo con la normativa vigente.</p>	Técnica	<ul style="list-style-type: none"> • Derivas (Δ/h) • Periodo (seg) • Cortes en placas
			Económica	<ul style="list-style-type: none"> • Costo estimado en soles del reforzamiento • Propuestas de alternativas de reforzamiento en plazos

ANEXO 2:

Operacionalización de la Variable: Reforzamiento estructural.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Variable 1. Reforzamiento estructural	Al fortalecimiento de las estructuras de una construcción tiene la finalidad de ser capaz de sostener una edificación a partir del aumento de carga y desempeño de una estructura, un reforzamiento se realizará cuando la estructura tenga un deficiente diseño o se ejecute un mal proceso de construcción por parte del personal destinado a dicha ejecución. Los métodos a utilizar para el reforzamiento suelen ocasionar modificación en la firmeza, ductilidad y estabilidad en las viviendas y deben ser tomadas en cuenta cuando modificara las cargas que afectaran a la estructura	El Reforzamiento Estructural empleando la fibra de carbono aumentará la estabilidad en viviendas ubicadas en las laderas, para ello se considerará tres elementos constructivos básicos: muro de albañilería armada, seca y confinada, lo que conlleva a la disminución de desplazamiento y la eliminación de agrietamiento, con el resultado obtenido en el laboratorio.	Reforzamiento con disipador de energía fluido viscoso	<ul style="list-style-type: none"> • Rigidez del Brazo Metálico "K" (Ton/m) • Constante de amortiguamiento del disipador, "C" (Tn. s/m) 	Aceptable No aceptable
			Reforzamiento con muros cortante	<ul style="list-style-type: none"> • Dimensiones F'c = kg/cm² • Dimensiones Fy= kg/cm² • Espesor (cm) 	Alta Mediana Baja

ANEXO 3:

Matriz de Consistencia

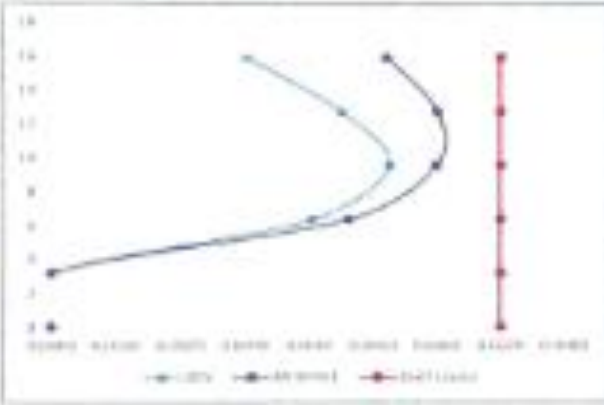
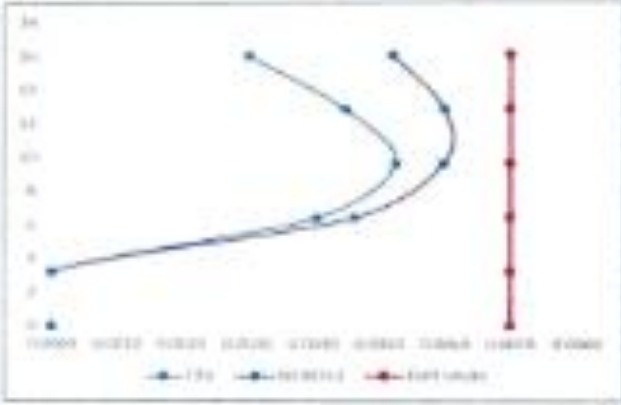



TITULO: “Evaluación técnica y económica del sistema de reforzamiento estructural de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, Callao, 2020”

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
<p>Problema General ¿En qué medida los sistemas de reforzamientos estructural influyen en la evaluación técnico y económica del edificio de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, Callao 2020?</p> <p>Problemas Específicos ¿En qué medida los sistemas de reforzamientos estructural influyen en la dereriva del edificio de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, Callao 2020? ¿En qué medida los sistemas de reforzamientos estructural influyen en el periodo del edificio de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, Callao 2020? ¿En qué medida los sistemas de reforzamientos estructural influyen en la corte en placas del edificio de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, Callao 2020? ¿En qué medida los sistemas de reforzamientos estructural influyen en la económico del edificio de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, Callao 2020?</p>	<p>Objetivo General Determinar en qué medida los sistemas de reforzamientos estructural influyen en la evaluación técnico y económica del edificio de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, Callao.</p> <p>Objetivos Específicos Determinar en qué medida los sistemas de reforzamientos estructural influyen en la dereriva del edificio de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, Callao 2020 Determinar en qué medida los sistemas de reforzamientos estructural influyen en el periodo del edificio de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, Callao 2020 Determinar en qué medida los sistemas de reforzamientos estructural influyen en las cortes de placas del edificio de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, Callao 2020 Determinar en qué medida los sistemas de reforzamientos estructural influyen en las económica del edificio de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, Callao 2020</p>	<p>Hipótesis General Los sistemas de reforzamiento con placas influyen en la evaluación técnico y económica del edificio de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, Callao 2020</p> <p>Hipótesis específicas Los sistemas de reforzamiento con placas influyen en las derivas del edificio de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, Callao 2020 Los sistemas de reforzamiento con placas influyen en el periodo del edificio de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, Callao 2020 Los sistemas de reforzamiento con placas influyen en el corte en placas del edificio de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, Callao 2020 Los sistemas de reforzamiento con placas influyen en el económica del edificio de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, Callao 2020</p>	<p>Variable 1 Reforzamiento estructural</p>	<p>Reforzamiento con disipador de energía fluido viscoso</p> <p>Reforzamiento con muros cortante</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Rigidez del Brazo Metálico “K” (Ton/m) • Constante de amortiguamiento del disipador, “C” (Tn. s/m) • Dimensiones F’c = kg/cm2 • Dimensiones Fy= kg/cm2 • Espesor (cm)
			<p>Variable 2 Evaluación técnica y económica</p>	<p>Técnica</p> <p>Económica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Derivas (Δ/h) • Periodo (seg) • Cortes en placas • Costo estimado en soles del sistema de reforzamiento • Propuestas de reforzamiento en plazo

ANEXO 4 - COMPARATIVA DE DISTORSION APLICADO REFORZAMIENTO

Título: Evaluación técnica y económica del sistema de reforzamiento estructural de la Municipalidad de Carmen de la Legua Yumbato, Callao, 2020	 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ubicación: Av. Primero de Mayo 696	Dpto.: Lima No. Pisos: 4.00 Provincia: Callao

Proyecto de Investigación:

COMPARATIVA DE DISTORSIONES APLICANDO REFORZAMIENTO			
<p style="text-align: center;">D.F.V. Disipador de fluido viscoso. M.D.C. M.E. Muros de corte</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center; font-size: small;">Observación: A Max en DR-X00 M.D.C. A Max en DR-YT1 M.D.C.</p> <p style="font-size: x-small;">Los resultados obtenidos en esta investigación son de carácter confidencial.</p>			
Firma:  YESSABEL VICTORIA LOPEZ CABEZAS Ingeniera Civil CIP N° 242864	Firma:  KATHIA GARCIA VARGAS INGENIERA CIVIL CIP: 208590	Firma:  RUTH MELISSA JANAUURA CADAMURAY INGENIERA CIVIL CIP: 242863	Firma de expertos
Obr:	Obr:	Obr:	

ANEXO 5 –VERIFICACION DE DERIVAS DEPOR EL DISIPADOR DE FLUIDO VISCOSO

Título: Evaluación técnica y económica del sistema de reforzamiento estructural de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, Callao, 2020	 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO				
Ubicación: Av. Primero de Mayo 898	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Dpto.: Lima</td> <td style="width: 30%;">Nro. Pisos: 4.00</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Provincia: Callao</td> </tr> </table>	Dpto.: Lima	Nro. Pisos: 4.00	Provincia: Callao	
Dpto.: Lima	Nro. Pisos: 4.00				
Provincia: Callao					

Proyecto de Investigación:

Verificación de Derivas por Reforzamiento D.F.V

DERIVAS INELASTICAS DIRR-XX

Story	Load Case	Direction	Drift	Label	Obs.
Story5	1966 EW XX Max	X	0.00303	40	0.0030
Story4	1966 EW XX Max	X	0.0045	40	0.0045
Story3	1966 EW XX Max	X	0.00526	40	0.0053
Story2	1966 EW XX Max	X	0.00406	31	0.0041

DERIVAS INELASTICAS DIRR-YY




Story5	1966 NS YY Max	Y	0.00445	57	0.0045
Story4	1966 NS YY Max	Y	0.00642	57	0.0064
Story3	1966 NS YY Max	Y	0.00682	57	0.0068
Story2	1966 NS YY Max	Y	0.00532	57	0.0053

Observación:

Δ Max en DIR-XX: 0.0053

Δ Max en DIR-YY: 0.0068

Los resultados obtenidos en esta investigación son de uso académico.

Firma:  CARLOS ALBERTO LOPEZ GONZALEZ INGENIERO CIVIL CP N° 24284	Firma:  RUTH MELISSA JANAMPA CACHAÑAHUARAY INGENIERA CIVIL CP 23880	Firma:  RUTH MELISSA JANAMPA CACHAÑAHUARAY INGENIERA CIVIL CP 24284	Firma de expertos
Cda	Cda	Cda	

ANEXO 6 – VERIFICACION DE DERIVAS POR ANALISIS SISMICO DINAMICO

Título: Evaluación técnica y económica del sistema de reforzamiento estructural de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, Callao, 2020	 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
Ubicación: Av. Primero de Mayo 898	Dpto.: Lima	Nro. Pisos: 4.00
		Provincia: Callao

Proyecto de Investigación.

Verificación de Derivas por ASD

DERIVAS INELASTICAS DIRR-XX

Story	Load Case/Co	Direction	Drift	Drift limite	Obs.
Story5	DDXX	X	0.0066	0.007	Ok
Story4	DDXX	X	0.0097	0.007	NO CUMPLE
Story3	DDXX	X	0.0118	0.007	NO CUMPLE
Story2	DDXX	X	0.0092	0.007	NO CUMPLE

DERIVAS INELASTICAS DIRR-YY


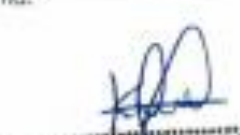
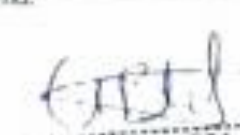
Story	Load Case/Co	Direction	Drift	Drift limite	Obs.
Story5	DDYY	Y	0.0109	0.007	NO CUMPLE
Story4	DDYY	Y	0.0163	0.007	NO CUMPLE
Story3	DDYY	Y	0.0189	0.007	NO CUMPLE
Story2	DDYY	Y	0.0160	0.007	NO CUMPLE

Observación:

Δ Max en DIR-XX: 0.0118

Δ Max en DIR-YY: 0.0189

Los resultados obtenidos en esta investigación son de uso académico.

Firma:  YESABEL VICTORIA LÓPEZ CABREJOS Ingeniera Civil CIP N° 242884 Obs:	Firma:  KATHIA GARCÍA VARGAS INGENIERA CIVIL CIP: 238590 Obs:	Firma:  RUTH MELISSA JANAMPA CACHAHUARAY INGENIERA CIVIL CIP: 242869 Obs:	Firma de expertos
---	---	---	-------------------

ANEXO 7 – ESPECIFICACIONES PARA REFORZAMIENTO CON MUROS

Título: Evaluación técnica y económica del sistema de reforzamiento estructural de la Municipalidad de Carmen de la Legua Raynoso, Callao, 2020	 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
Ubicación: Av. Primero de Mayo 898	Dpto.: Lima Provincia: Callao	Nro. Pisos: 4.00

Proyecto de investigación.

Especificaciones para reforzamiento con MC

Para esta ficha se toma en cuenta las dimensiones del elemento estructural (Placa) con mayores esfuerzos.

- Etiqueta: - PLACA 5
- Ubicación: - EJES A-5
- Esfuerzo a la compresión, f_c : - 280 kgf/cm²
- Modulo de elasticidad, E_c : - 252671 kgf/cm²
- Ruancia de acero, f_y : - 4200 kgf/cm²
- Modulo de elasticidad, E_s : - 2e6 kgf/cm²

DIRECCION	COMBO	P	M2	M3
GRAVEDAD	1.0CM+1.0CV	70.77	0.71	-17.66
	1.25(CM+CV)-SISXX	98.76	177.64	167.19
SISMO X-X	1.25(CM+CV)-SISXX	38.96	-176.90	-198.09
	0.9CM+SISXX	72.91	176.66	172.56
	0.9CM-SISXX	16.11	-177.87	-192.72
SISMO Y-Y	1.25(CM+CV)-SISYY	102.67	152.36	209.70
	1.25(CM+CV)-SISYY	32.05	+131.62	-240.81
	0.9CM+SISYY	79.82	131.99	215.08
	0.9CM-SISYY	9.20	-132.60	-235.23

COMPROBACIONES DE ELU - CUMPLE NO CUMPLE

Los resultados obtenidos en esta investigación son de uso académico.

Firma:  YESSABEL VICTORIA LOPEZ CABREJOS Ingeniera Civil CIP Nº 242864	Firma:  KATHIA GARCIA VARGAS INGENIERA CIVIL CIP: 238560	Firma:  RUTH MELISSA JAHANPA CACTAHUARAY INGENIERA CIVIL CIP: 242869	Firma de expertos
Obr:	Obr:	Obr:	

ANEXO 8 - PROCESO ADMINISTRATIVO DE AUTORIZACION.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Año de la Universalidad de la Salud

Carmen de la legua Reynoso, lunes 03 Agosto del 2020

Señor:
Carlos Cox Palomino
Alcalde de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso
Dirección: Av. Primero de Mayo N° 898
Presente:



Asunto : Solicito Audiencia
Referencia : Elaboración de Tesis de Investigación
"Evaluación técnica y económica del sistema de reforzamiento estructural de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, Callao, 2020",

De mi mayor consideración:

Tengo el agrado de presentarme y dirigirme a usted, saludándolo cordialmente, yo Eric Adrián Limache Gavelán DNI N° 72188848, Código N° 6700271129 en mi calidad de alumno del décimo ciclo de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejos y ciudadano del Distrito de Carmen de la Legua – Reynoso.

La presente tiene la finalidad de solicitar a vuestro despacho una audiencia con la finalidad de tratar tema relacionado a realizar los estudios técnicos sobre la investigación "Evaluación técnica y económica del sistema de reforzamiento estructural de la Municipalidad de Carmen de la Legua Reynoso, Callao, 2020", para la obtener el Grado de Ingeniero Civil, es necesario tener una audiencia para realizarle la presentación de los avances realizados a la fecha y la continuidad de los estudios recomendados por los asesores de la respectiva tesis. Sugiero que vuestro despacho tenga a bien disponer día y hora de reunión con mayor prontitud, con la finalidad de continuar con el cronograma de actividades programadas para la culminación de la tesis

Aprovecho la oportunidad para testimoniarme los afectos de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,


Eric Adrián Limache Gavelán
DNI N° 72188848
Código N° 6700271129



"Año de la Universidad de la Salud"

Carmen de la Legua-Reynoso, 12 de Agosto del 2020

CARTA N° 001 – 2020- EALG-EIC/USV

Señor:
Carlos Cox Palomino
Alcalde de la Municipalidad Distrital de Carmen de la Legua – Reynoso
Dirección: Av. Primero de Mayo N° 898
Presente.-



Asunto:

Requerimiento de los Planos de la Municipalidad Distrital de Carmen de la Legua – Reynoso

Referencia:

Evaluación Técnica y Económica del Sistema de reforzamiento estructural de la Municipalidad de Carmen de la Legua- Reynoso.

De mi mayor consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a vuestro despacho para saludarlo cordialmente.

La presente tiene la finalidad de solicitarle, por vuestro intermedio la Gerencia de Desarrollo Urbano tenga a bien brindarme los planos en el formato de auto cad y/o en físico del edificio del Palacio Municipal ubicado en la Av. Primero de Mayo N° 898, con la finalidad de dar inicio a la Evaluación Técnica y Económica del Sistema de reforzamiento estructura del palacio municipal, en un plazo no mayor de dos días hábiles, de acuerdo a las coordinaciones realizadas en vuestro despacho.

Aprovecho la oportunidad para testimoniarle los sentimientos de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,

- C.c
✓ GOU
✓ Archivo

Eric Adrián Limache Gavelán
Alumno del décimo ciclo de la
Escuela de Ingeniería Civil de la
Universidad Privada Cesar Vallejos





Año de la Universalidad de la Salud

Carmen de la Legua-Reynoso, 26 de Agosto del 2020

CARTA N° 002 – 2020- EALG-EIC/USV



Señor:
Carlos Cox Palomino
Alcalde de la Municipalidad Distrital de Carmen de la Legua – Reynoso
Dirección: Av. Primero de Mayo N° 898
Presente.-

Asunto:

Autorización para la ejecución del Estudio de Suelo en Palacio Municipal Ubicado en la Av. Primero de Mayo N° 898, Distrito de Carmen de la Legua – Reynoso

Referencia:

Evaluación Técnica y Económica del Sistema de reforzamiento estructural del Palacio Municipal de Carmen de la Legua- Reynoso.

De mi mayor consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a vuestro despacho para saludarlo cordialmente y solicitarle autorización para realizar el **Estudio de Suelo del Palacio Municipal** Ubicado en la Av. Primero de Mayo N° 898, Distrito de Carmen de la Legua – Reynoso, el cual consta de la ejecución de 3 calicatas de 3 metros de profundidad cada una, en tres puntos diferentes del edificio del Palacio Municipal ubicado en la Av. Primero de Mayo N° 898, por personal especializado, dicha actividad es parte del proceso de la **Evaluación Técnica y Económica del Sistema de reforzamiento estructura del palacio municipal**.

La ejecución se realizará el día sábado 29 de agosto del 2020, en horas de la mañana por personal especializado, motivo por el cual solicito a vuestra autorización y la participación de la Gerencia de Desarrollo Urbano, para conocimiento y verificación las acciones a ejecutarse, así mismo el personal de seguridad facilite el ingreso del personal y equipos para dicha actividad.

Se realiza el presente documento con los plazos previstas para las coordinaciones y las acciones control que vuestro despacho estime por conveniente, así mismo solicito que la Gerencia de Desarrollo Urbano brinde las facilidades necesarias para la ejecución de dicha actividad programada, al tener el análisis de dicha actividad se realizara el informe correspondiente dirigido a vuestro despacho con copia a la Gerencia de Desarrollo Urbano, para las acciones correspondientes.

Aprovecho la oportunidad para testimoniarte los sentimientos de mi especial consideración y estima personal.

- C.c
- ✓ GDUE
- ✓ Archivo

Atentamente,

Eric Adrián Limache Gavelán
Alumno del X ciclo de la
Escuela de Ingeniería Civil de la
Universidad Privada Cesar Vallejos



Año de la Universalidad de la Salud

Carmen de la Legua-Reynoso, 28 de Agosto del 2020

CARTA N° 003 – 2020- EALG-EIC/UCV

Señor:

Carlos Cox Palomino

Alcalde de la Municipalidad Distrital de Carmen de la Legua – Reynoso

Dirección: Av. Primero de Mayo N° 898

Presente.-

Asunto:

Carta Complementaria, CARTA N° 002 – 2020- EALG-EIC/UCV: Autorización para la ejecución del Estudio de Suelo en Palacio Municipal Ubicado en la Av. Primero de Mayo N° 898, Distrito de Carmen de la Legua – Reynoso-

Referencia:

Evaluación Técnica y Económica del Sistema de reforzamiento estructural del Palacio Municipal de Carmen de la Legua- Reynoso.

De mi mayor consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a vuestro despacho para saludarlo cordialmente y solicitarle autorización para realizar el **Estudio de Suelo y el Estudio de Diamantina del Palacio Municipal** Ubicado en la Av. Primero de Mayo N° 898, Distrito de Carmen de la Legua – Reynoso, el cual consta de la ejecución de 3 calcatas de 3 metros de profundidad cada una, en tres puntos diferentes del edificio del Palacio Municipal, por personal especializado, dicha actividad es parte del proceso de la **Evaluación Técnica y Económica del Sistema de reforzamiento estructura del palacio municipal**.

La ejecución se realizará el día sábado 29 de agosto del 2020, en horas de la mañana por personal especializado, motivo por el cual solicito vuestro despacho la autorización y la participación de la Gerencia de Desarrollo Urbano, para conocimiento y verificación las acciones a ejecutarse, así mismo el personal de seguridad facilite el ingreso del personal y equipos para dicha actividad.

Se realiza el presente documento con los plazos previstas para las coordinaciones y las acciones control que vuestro despacho estime por conveniente, así mismo solicito que la Gerencia de Desarrollo Urbano brinde las facilidades necesarias para la ejecución de dicha actividad programada, al finalizar dicha actividad se realizara el informe correspondiente dirigido a vuestro despacho con copia a la Gerencia de Desarrollo Urbano, para las acciones correspondientes.

Aprovecho la oportunidad para testimoniarle los sentimientos de mi especial consideración y estima personal.

- C.c
- ✓ GDUE
- ✓ Archivo

Atentamente,


Eric Adrían Limache Gavelán
Alumno del décimo ciclo de la
Escuela de Ingeniería Civil de la
Universidad Privada Cesar Vallejos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Año de la Universidad de la Salud

Carmen de la Legua-Reynoso, 28 de Agosto del 2020

CARTA N° 004 – 2020- EALG-EIC/UCV

Señor:

Carlos Cox Palomino

Alcalde de la Municipalidad Distrital de Carmen de la Legua – Reynoso

Dirección: Av. Primero de Mayo N° 898

Presente.-

Asunto:

Carta Complementaria, **CARTA N° 002 – 2020- EALG-EIC/UCV** ; Autorización para la ejecución del Estudio de Suelo en Palacio Municipal Ubicado en la Av. Primero de Mayo N° 898, Distrito de Carmen de la Legua – Reynoso-

Referencia:

Evaluación Técnica y Económica del Sistema de reforzamiento estructural del Palacio Municipal de Carmen de la Legua- Reynoso.

De mi mayor consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a vuestro despacho para saludarlo cordialmente y hacerle de vuestro conocimiento que la Empresa MTL Geotecnia I.R.L, se desplazara para realizar el Estudio de Suelo y el Estudio de Diamantina del Palacio Municipal Ubicado en la Av. Primero de Mayo N° 898, Distrito de Carmen de la Legua – Reynoso, con el personal y equipamiento siguiente:

I- Personal		
N°	Nombre y Apellidos	DNI N°
1	Alex, Saica Rosano	75953072
2	Juan Carlos, Paulino Torres	44533687
3	Tommy, de la Cruz Lave	43561804
4	Jair, Bentes Rojas	71455038

II- Equipos de trabajo		
N°	Descripcion	Cantidad
1	Lampas	2
2	Picos	2
3	Barras	2
4	Bomba para agua de plastico	1
5	Pizarras	1
6	Escaner	1
7	Extencion	1
8	Esclerometro	1
9	Cinzel	2
10	Combas	2
11	Rotomartillo	1
12	Balde	1
13	Andamios	2 cuerpos
14	Perforadora Diamantina	1



La ejecución se realizará el día sábado 29 de agosto del 2020, en horas de la mañana por dicho personal especializado, motivo por el cual solicito vuestro despacho la autorización y la participación de la Gerencia de Desarrollo Urbano, para conocimiento y verificación las acciones a ejecutarse, así mismo el personal de seguridad facilite el ingreso del personal y equipos para dicha actividad.

Aprovecho la oportunidad para testimoniarte los sentimientos de mi especial consideración y estima personal.

Cc:

- ✓ GDUE
- ✓ Archivo

Atentamente,

Eric Adrián Limache Gavelán
Alumno del décimo ciclo de la
Escuela de Ingeniería Civil de la
Universidad Privada César Vallejo

Anexo 9 – Panel Fotográfico.



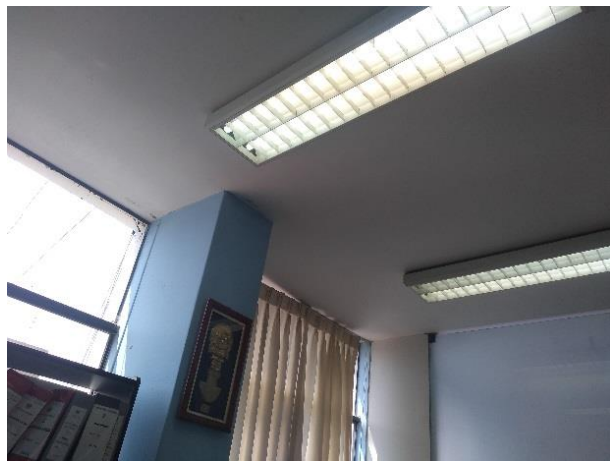
Se inicia una columna en el 3 piso. Ha eso en el levantamiento no se encuentra una columna en los niveles inferiores.



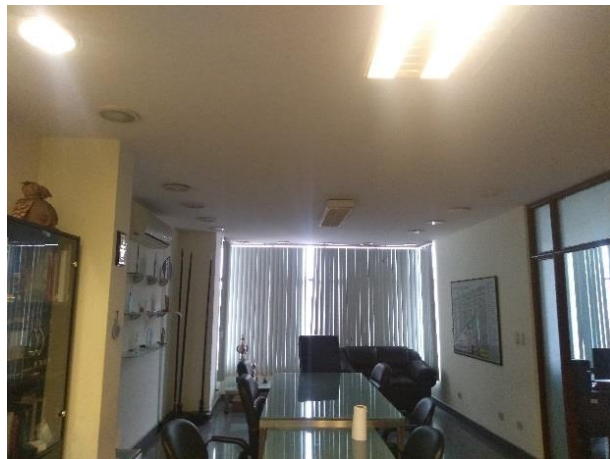
No se encuentra Viga a la vista.



Se encuentra 2 columnas en la sala de Regidores, con un peraltalte alto.



En el nivel 3 Piso no se encuentra Viga a simple vista.



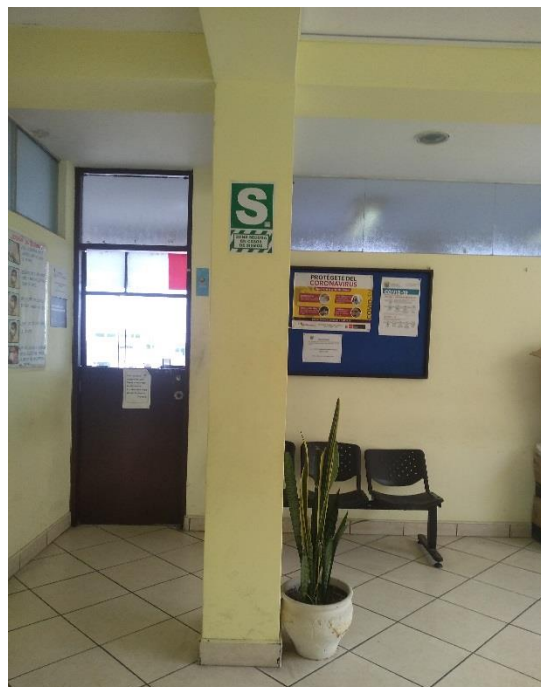
Despacho de Alcaldía, se observa que no se encuentra una viga visible.



En la Sala de Asesores, igualmente no se observa el elemento estructural de la Viga.



Se observa en la Área de Almacén que no observa una viga.



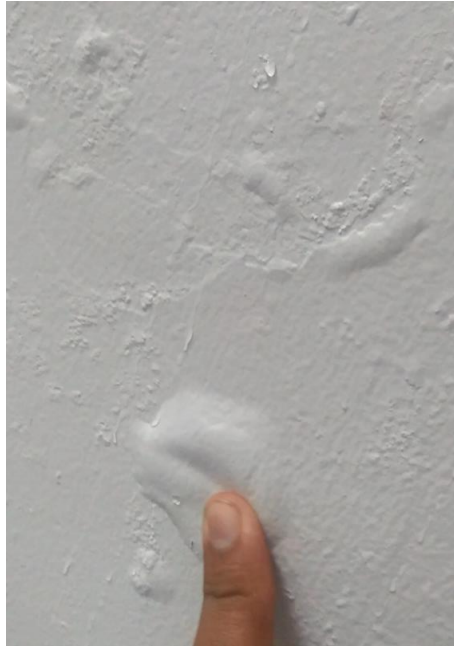
Nivel 3 Piso, Se encuentra vigas con peralte de 20 cm y más constante.



Se ve que en la columna se ha demolido 0.5 cm para que ingrese el sistema del ascensor.



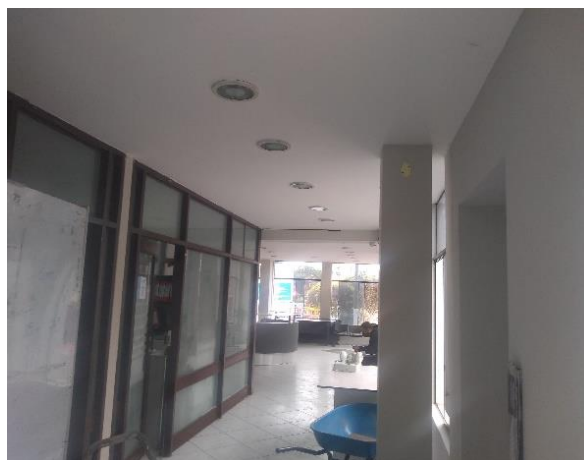
Se eliminó el acero que existía para colocar del sistema del ascensor



Como se observa hay filtración de agua en la parte de las paredes, donde se encuentra la sala de Actos.



Como se observa se han colocado estructura metálica en el último nivel.



En el Primer Nivel no se tiene ninguna viga visible en la modulación se colocaron con vigas chatas



En el Semi-sótano se observa que hay una viga que sobre sale 20cm de la losa



No se encuentra viga peraltadas dentro de semi-sotano



Se realizó el trabajo con el escáner para saber ah que altura hay los fierros existentes.



Como se realizado se marcó donde se ubicaba los fierros y se picó hasta encontrar concreto para poder realizar las pruebas del esclerometria.



Ensayo de la esclerometria en el punto E-V/ P1-4



Se realizó la extracción del elemento de la columna en el punto D-C/1P-1



Se tiene que esta columna de las cuales se ve que el concreto está en mal estado el punto D-C/1p-1



Cuando se realizó la extracción de la diamantina muestra de se sacó cuando el testigo de cual se vio que estaba totalmente pobre la columna.



Los testigos salieron como la foto muestra de esa manera y la misma dimensión.



Se realizó el resane, donde se realizaron todos los ensayos en cada punto.